

ISSN 1859-316X



TẠP CHÍ

# KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI

Số 39 - 08/2014

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM  
VIETNAM MARITIME UNIVERSITY

**TẠP CHÍ KHOA HỌC  
CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI****SỐ 39  
08/2014**

- **TỔNG BIÊN TẬP:**  
*PGS.TS. L- ơng Công Nhó*
- **PHÓ TỔNG BIÊN TẬP:**  
*PGS.TS. Nguyễn Cảnh Sơn*
- **HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP:**  
*PGS.TSKH. Đặng Văn Uy*  
*PGS.TS. Đinh Xuân Mạnh*  
*TS. Phạm Xuân D- ơng*  
*TS. Lê Quốc Tiến*  
*PGS.TS. Nguyễn Hồng Phúc*  
*PGS.TS. Lê Hồng Bang*  
*GS.TS. Lê Viết L- ơng*  
*PGS.TS. Nguyễn Văn Ngọc*  
*PGS.TS. Nguyễn Viết Thành*  
*TS. Nguyễn Trí Minh*  
*PGS.TS. L- u Kim Thành*  
*TS. Lê Quốc Định*  
*PGS.TS. Nguyễn Văn Sơn*  
*TS. Quán Trọng Hùng*  
*TS. Hoàng Văn Hùng*  
*PGS.TS. Nguyễn Đại An*  
*PGS.TS. Phạm Văn Thứ*  
*ThS. Lê Kim Hoàn*
- **TH Ạ KÝ HỘI ĐỒNG:**  
*TS. Đặng Công X- ơng*

**TÒA SOẠN**

P. 207B – Nhà A1  
Tr- ờng Đại học Hàng hải Việt Nam  
484 Lạch Tray – Hải Phòng

Email: [tckhcnhh@gmail.com](mailto:tckhcnhh@gmail.com)

Giấy phép xuất bản số  
1350/GP-BTTTT cấp ngày 30/07/2012

- 1 **Bơm piston áp lực cao sử dụng cho hệ thống xử lý nước mặn thành nước ngọt**  
*High pressure piston pump use for the system of sea water treatment into fresh water* 4  
**PGS.TS. NGUYỄN HỒNG PHÚC; KS. ĐINH VƯƠNG QUÝ**  
*Khoa máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam*
- 2 **Tính toán và thiết kế bộ kết hợp dầu hiệu quả trong máy phân ly dầu nước tàu thủy**  
*Calculate and designe an effective coalescer in the marine oily-water separator* 7  
**TS. TRẦN HỒNG HÀ; PGS.TS. NGUYỄN HỒNG PHÚC**  
*Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam*  
**NGUYỄN VIỆT ĐỨC**  
*Lữ Đoàn 649, Cục Vận Tải, Tổng Cục Hậu Cần*
- 3 **Giải pháp sử dụng hệ thống nhiên liệu common rail cho động cơ diesel tàu thủy cỡ nhỏ**  
*Solution for using common rail fuel system on small marine diesels* 13  
**TS. NGUYỄN HUY HÀO**  
*Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam*
- 4 **Nhận dạng và phân loại các dạng hạt mài trong dầu bôi trơn động cơ diesel bằng mô hình mạng nơ ron nhân tạo**  
*The identify and classification wear particles in lubricating oil of diesel engine by the network model of phormological- artificial neural network (ann)* 16  
**ThS.NCS. MAI THẾ TRỌNG; PGS.TS. NGUYỄN ĐẠI AN**  
*Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam*
- 5 **Nguyên lý hoạt động của phương thức điều chế kết hợp OQPSK-OFDM**  
**The operative principle of combinative modulation mode OQPSK-OFDM** 21  
**PGS.TS. LÊ QUỐC VƯỢNG**  
*Khoa Điện - Điện tử, ĐHHH Việt Nam*
- 6 **Thiết kế hệ thống quản lý công suất cho trạm phát điện tàu thủy**  
*Design of power management system for marine electrical power station* 26  
**TS. HOÀNG ĐỨC TUẤN**  
*Khoa Điện - Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam*
- 7 **Khảo sát rẽ nhánh của dao động tuần hoàn trong hệ tuyến tính từng khúc bằng phương pháp bắn đơn**  
*Analyzing the bifurcation of periodic vibrations of piecewise-linear systems using the single shooting method* 30  
**TS. HOÀNG MẠNH CƯỜNG**  
*Viện Khoa học cơ sở, Trường ĐHHH Việt Nam*  
**TS. LÊ ANH TUẤN**  
*Khoa Cơ khí, Trường ĐHHH Việt Nam*
- 8 **Phân tích, thiết kế phần mềm tự động tính dao động xoắn hệ trục diesel tàu thủy**  
*Analyzing, designing the software for automation calculating the torsional vibrations on the shaft line with the marine diesel engine* 34  
**PGS.TSKH. ĐỖ ĐỨC LƯU,**  
*Viện NCPT, Trường ĐHHH Việt Nam*  
**ThS. CAO ĐỨC HẠNH,**  
*Khoa CNTT, Trường ĐHHH Việt Nam*

<b>9</b>	<b>Hệ thống tự động điều chỉnh sức căng tời quán dây tàu thủy gấp nối điều khiển và giám sát trên máy tính</b> <i>A tension automatic control system for ship mooring winchwith control and monitoring on computer</i>	38
	<b>TS. HOÀNG ĐỨC TUẤN; ThS. TÔ VĂN HƯNG</b> <i>Khoa Điện - Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	
<b>10</b>	<b>Tính dao động xoắn tự do hệ trục diesel tàu thủy khi treo nhêm piston - biên trong xi lanh sự cố</b> <i>Calculating the freedom torsional vibrations on the shaft line with the marine die engine,removing the piston- piston rod set of the abnormal cylinder.</i>	42
	<b>PGS.TSKH. ĐỖ ĐỨC LƯU,</b> <i>Viện Nghiên cứu phát triển, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	
<b>11</b>	<b>Tính toán năng lượng sóng cho công nghệ phát điện</b> <i>Calculation of wave energy used in technologies generator</i>	46
	<b>TS. ĐÀO MINH QUÂN</b> <i>Khoa Điện – Điện tử, Trường ĐHHHVN</i>	
<b>12</b>	<b>Quyền dự phòng và chuyển quyền dự phòng của các tổ hợp DG tàu thủy</b> <i>The priority to the standby state and the ability to transfer to another of marine DG combination</i>	50
	<b>PGS. TS. LƯU KIM THÀNH</b> <i>Khoa Điện- Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	
<b>13</b>	<b>Nghiên cứu sự ảnh hưởng của hình dáng thiết bị lặn đến các thông số thủy động lực học của chúng</b> <i>Study of the influence of underwater vehicle hull forms to its hydrodynamic characteristics</i>	54
	<b>TS. TRẦN NGỌC TÚ</b> <i>Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	
<b>14</b>	<b>Điều khiển hồi tiếp phi tuyến cầu trục</b> <i>Nonlinear feedback control of overhead cranes</i>	58
	<b>TS. LÊ ANH TUẤN</b> <i>Khoa Cơ khí, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	
<b>15</b>	<b>Mô phỏng và phân tích tương tác thủy động lực giữa tàu với bờ và đáy luồng hàng hải (phần 1: mô hình toán)</b> <i>Simulation and numerical investigation of ship-bank and ship-bottom interactions in marine channel (part 1: mathematical model)</i>	62
	<b>TS. TRẦN KHÁNH TOÀN</b> <i>Khoa Công trình, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	
<b>16</b>	<b>Biến dạng uốn của móng thùng chìm dùng cho tháp gió xa bờ trong quá trình lắp đặt</b> <i>buckling behaviors of bucket foundation for offshore wind tower during installation</i>	66
	<b>NCS. TRẦN ĐỨC PHÚ</b> <i>Khoa Công trình, Trường ĐHHH Việt Nam</i> <b>GS. LEE GYE HEE</b> <i>Đại học Hàng hải Quốc gia Mokpo, Hàn Quốc</i>	
<b>17</b>	<b>Đào tạo nguồn nhân lực cho trạm VTS – một giải pháp cho công tác đảm bảo an toàn hàng hải tại Việt Nam</b> <i>Training and certification of VTS personel – a solution for maintaining safety of navigation in Vietnam</i>	70
	<b>PGS.TS. PHẠM VĂN THUẦN</b> <i>Phòng Đào tạo, Trường ĐHHH Việt Nam</i> <b>ThS. LƯU VIỆT HÙNG</b> <i>Trung tâm HLTV, Trường Cao đẳng Hàng hải 1</i>	

<b>18</b>	<b>Tính toán hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống vi sai hàng hải khu vực rộng SBAS theo nhóm chỉ tiêu kỹ thuật an toàn hàng hải</b> <i>Calculating the effective operation of satellite based augmentation systems according to group technical standards of safety navigation</i>	73
	<b>PGS. TS. PHẠM KỲ QUANG</b> <i>Viện Đào tạo Sau đại học, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	
<b>19</b>	<b>Tính toán tỷ số truyền các cấp trong hộp giảm tốc hai cấp bánh răng trụ đồng trục</b> <i>Calculating partial ratios of gear sets of two-stage coaxial helical gearboxes</i>	78
	<b>ThS. CAO NGỌC VI</b> <i>Viện KHCS, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	
<b>20</b>	<b>Thường, phạt giải phặng tàu trong thuê tàu chuyến và các tranh chấp phát sinh liên quan</b> <i>The disputes usually arise concerning to demurrage and despatch in voyage charter party</i>	82
	<b>TS. ĐẶNG CÔNG XƯỜNG</b> <i>Phòng KHCN, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	
<b>21</b>	<b>Cần thiết phải xếp hạng năng lực cạnh tranh cho các công ty vận tải biển Việt Nam</b> <i>Need of the competitive capability rankings for vietnamese shipping companies</i>	87
	<b>TS. NGUYỄN HỮU HÙNG</b> <i>Khoa Kinh tế, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	
<b>22</b>	<b>Giải pháp thu hút hàng hóa trung chuyển nội địa đến các bến cảng khu vực Cái Mép - Thị Vải</b> <i>solutions to attract inland transshipment goods to Cai mep - Thi vai ports</i>	92
	<b>TS. BÙI THIÊN THU; ThS. NGUYỄN XUÂN TUẤN</b> <i>Cục Hàng hải Việt Nam</i>	
<b>23</b>	<b>Tính toán dao động tự do của cầu liên tục bằng phương pháp ma trận chuyển tiếp</b> <i>Calculation the free vibration of continuous bridges by transfer matrix method</i>	96
	<b>SV. NGÔ VIỆT ANH, ĐỖ ĐÌNH PHÚ</b> <b>ThS. LÊ TÙNG ANH</b> <i>Khoa Công trình, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	
<b>24</b>	<b>Một số thành tựu trên lĩnh vực kinh tế hàng hải ở Hải Phòng (2005 - 2010)</b> <b>achievements of maritime economy in haiphong (2005 - 2010)</b>	100
	<b>ThS. NGUYỄN THỊ THANH</b> <i>Khoa Lý luận Chính trị, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	
<b>25</b>	<b>Động cơ diesel tàu thủy hiện đại và một số giải pháp kỹ thuật nhằm giảm phát thải ô nhiễm khí xả</b> <i>Modern diesels and technologies for reducing emission</i>	104
	<b>TS. NGUYỄN HUY HÀO</b> <i>Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	
<b>26</b>	<b>Thu thập và xử lý ảnh dạng phần mềm labview</b> <i>Image acquisition and processing with labview</i>	108
	<b>TS. ĐÀO MINH QUÂN</b> <i>Khoa Điện – Điện tử, Trường ĐHHHVN</i> <b>NCS. VƯƠNG ĐỨC PHÚC</b> <i>Khoa Máy – Điện tàu biển, Trường ĐHHH Quốc gia Mokpo, Hàn Quốc</i>	
<b>27</b>	<b>Điều khiển các tiêu chuẩn nước nồi hơi, chẩn đoán và ngăn ngừa sự cố do nước nồi gây ra</b> <i>Control the criteria of boiler water then give out the diagnosis and prevention the troubles</i>	112
	<b>ThS. NGUYỄN NGỌC HOÀNG</b> <i>Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam</i>	

---

# BƠM PISTON ÁP LỰC CAO SỬ DỤNG CHO HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC MẶN THÀNH NƯỚC NGỌT

## HIGH PRESSURE PISTON PUMP USE FOR THE SYSTEM OF SEA WATER TREATMENT INTO FRESH WATER

PGS.TS. NGUYỄN HỒNG PHÚC  
KS. ĐÌNH VƯƠNG QUÝ

Khoa máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam

### Tóm tắt

Hiện nay trong nước và trên thế giới đã chế tạo được hệ thống xử lý nước mặn thành nước ngọt sử dụng năng lượng điện. Tuy nhiên ở vùng không có điện hoặc năng lượng điện không đủ cung cấp cho hệ thống thì cần phải sử dụng nguồn năng lượng khác. Vì vậy, cần phải chế tạo bơm piston áp lực cao cho hệ thống xử lý nước mặn thành nước ngọt sinh hoạt được dẫn động nhờ động cơ sử dụng năng lượng của không khí nén áp lực thấp.

### Abstract

The systems of sea water treatment into fresh water that are made in at home and abroad and use the electric energy. However in the places without electric or not enough electric energy, the system have to use other energy. So that, it is necessary to made the high pressure piston pump driven by the motor using energy of the low pressure air for the system of sea water treatment into fresh water.

### 1. Công nghệ RO (thẩm thấu ngược)

Hiện nay có bốn phương pháp lọc nước biển thành nước ngọt [1]:

Phương pháp lọc đa tầng (dùng các hoạt chất than, cát, sỏi... để lọc);

Phương pháp chưng cất;

Phương pháp “thẩm thấu ngược”;

Phương pháp đông nước mặn thành nước đá.

Hai phương pháp lọc đa tầng và chưng cất không hiệu quả, bởi khối lượng nước ngọt thu được không nhiều. Chỉ có phương pháp “thẩm thấu ngược” trong các thiết bị lọc là công nghệ phổ biến, ưu việt nhất trên thị trường về hiệu quả lọc nước và khả năng ứng dụng tại Việt Nam [3, 4]. Còn phương pháp đông nước mặn thành nước đá cho số lượng nước thấp.

Thẩm lọc ngược không phải là công nghệ mới. Ưu điểm lớn nhất của công nghệ màng thẩm lọc ngược là mang lại nguồn nước rất sạch có thể uống được, cả ngày lẫn đêm và người sử dụng có thể tắt mở như dùng nước máy [3].

Trong hệ thống lọc RO [3], các màng RO có một lớp dày đặc trong các ma trận lọc (màng tế bào). Trong hầu hết trường hợp, màng RO được thiết kế để cho phép chỉ có nước đi qua lớp ma trận lọc dày đặc này, và giữ lại các chất tan (như các ion muối). Lọc tinh loại bỏ các hạt 1 micromet hoặc lớn hơn. Siêu lọc loại bỏ các hạt từ 0,2 micromet hoặc lớn hơn. Thẩm thấu ngược là trong hạng mục cao cấp nhất của lọc màng, loại bỏ các hạt lớn hơn 0,0001 micromet. Quá trình này đòi hỏi phải có một áp suất cao có tác dụng lên phía nồng độ cao của màng tế bào, áp suất để lọc nước ngọt là 2÷17 bar (30÷250 psi), nước lợ 15,5÷26 bar, hoặc 1,6÷2,6 MPa (225 đến 375 psi) và cho nước biển khoảng 55 đến 81,5 bar hoặc 6÷8 MPa. Áp suất cao tạo ra từ bơm. Áp lực do bơm tạo ra càng cao, lực đẩy càng lớn [2].

Thiết bị lọc nước này khá gọn nhẹ, dễ vận chuyển, lắp đặt đơn giản. Nguồn năng lượng để sử dụng có thể bằng điện lưới, bằng máy phát điện chạy xăng hoặc dầu điêzen [1]. Tuy nhiên ở những vùng không có hoặc không đủ năng lượng điện để cung cấp cho bơm tạo áp lực, thì cần phải sử dụng một nguồn năng lượng khác, ví dụ năng lượng của không khí nén, năng lượng của sóng biển, năng lượng cơ năng do con người tạo ra. Trong nghiên cứu của nhóm tác giả đã lựa chọn một động cơ sử dụng năng lượng của không khí nén áp lực thấp dẫn động bơm nước.

### 2. Tính toán bơm nước áp lực cao

Bơm nước áp lực cao được lựa chọn là bơm thể tích (dạng bơm piston đơn) (hình 1). Bơm piston dạng hình trụ, van nạp và van đẩy dạng bi tròn. Bộ làm kín đầu trục dạng phốt cao su. Khắc phục dao động lưu lượng nhờ một bầu tích năng.

Bơm piston được dẫn động nhờ động cơ sử dụng năng lượng khí nén áp lực thấp 2÷4 kG/cm<sup>2</sup>. Trục bơm và trục động cơ dẫn động bằng không khí nén đồng tâm và liền một khối.

Tính toán kiểm nghiệm chi tiết piston

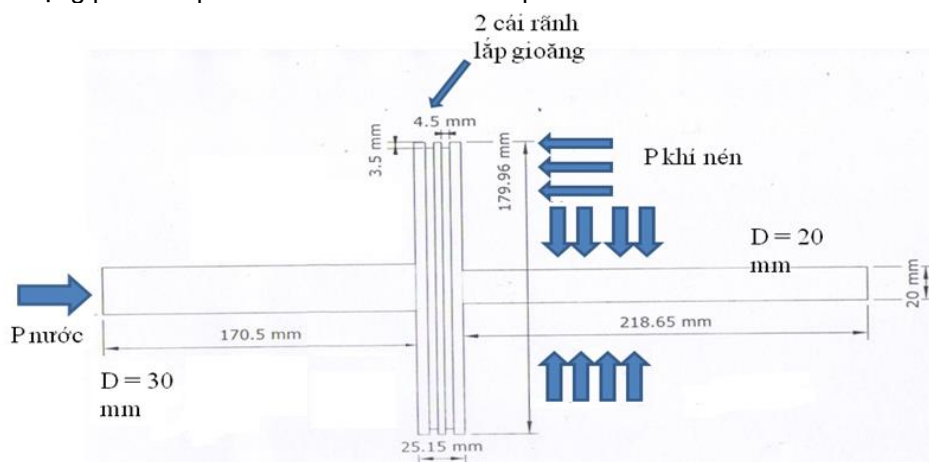
Trong tính toán sử dụng một số giả thuyết sau đây:

- Chi tiết chịu tác dụng của áp suất nước, bỏ qua lực ma sát giữa piston và xylanh, trục dẫn hướng piston và nắp xylanh. (sử dụng dấu ; thay cho dấu .)

- Chế độ tính toán kiểm nghiệm ở trạng thái nguy hiểm nhất, khi bơm đi hết hành trình có ích, piston chạm vào nắp xylanh bên trái. (sử dụng dấu ; thay cho dấu .)

- Piston và đoạn trục bơm chịu tác dụng của áp lực khí nén và áp lực nước theo hai chiều ngược nhau. Vị trí piston chịu tải lớn nhất là cuối hành trình có ích, khi piston tiến sát đến mặt bích bên trái của bơm. Khi đó, bề mặt bên phải của piston chịu lực phân bố khí nén  $p_{kn}$ , trục bơm nước chịu lực phân bố  $p_{H_2O}$  ( $p_{H_2O}$  lớn nhất 50 kG/cm<sup>2</sup>) và đoạn trục dẫn hướng có đường kính  $D_1$  (20mm) chịu tải trọng phân bố hướng kính  $p_{kn}$  trên chiều dài 120 mm (khi bơm đi hết hành trình có ích) như thể hiện trên hình 1. (sử dụng dấu ; thay cho dấu .)

- Tải trọng phân bố  $p_{kn}$  lớn nhất là 4 kG/cm<sup>2</sup> và  $p_{H_2O}$  lớn nhất là 50 kG/cm<sup>2</sup>.



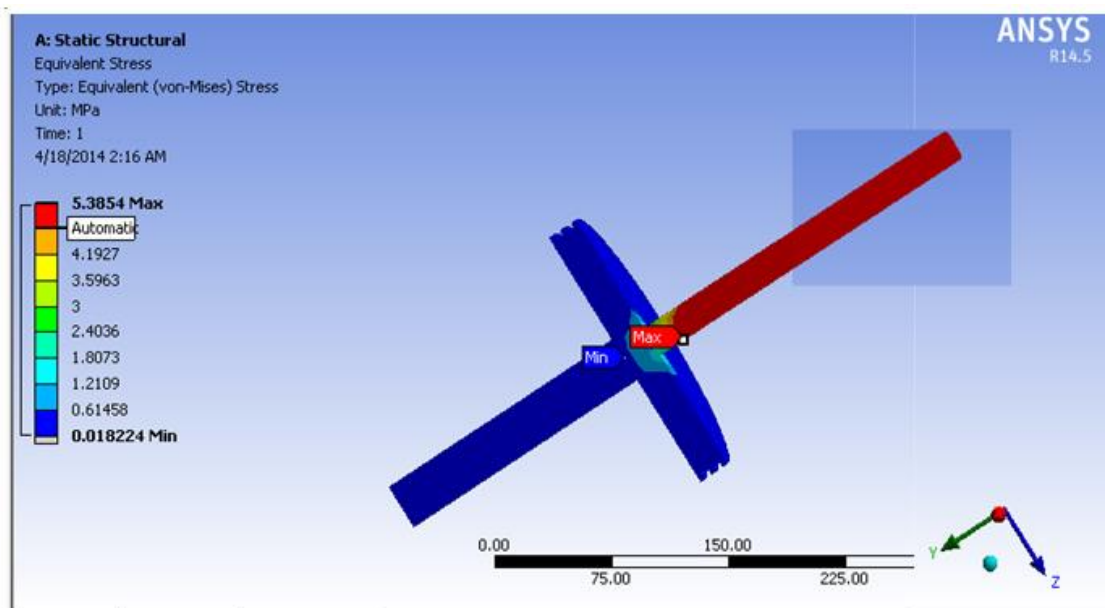
Hình 1. Mô hình tính toán kiểm nghiệm chi tiết piston

Kết quả tính toán mô phỏng:

Kết quả mô phỏng trường ứng suất tương đương tác dụng lên piston được thể hiện trên hình 2. Giá trị ứng suất tại mỗi điểm được thể hiện bằng màu sắc theo thang màu tiêu chuẩn. Kết quả cho thấy, ứng suất tương đương lớn nhất trên piston là 5,3854MPa, tại khu vực chuyển tiếp giữa piston và trục phía bơm nước. Giá trị này nhỏ hơn nhiều so với giới hạn bền của vật liệu chế tạo piston và nắp bơm. Phần xylanh của bơm được tính toán tương tự. Piston và xylanh của bơm đều làm bằng thép không gỉ SUS 304. Thông số của vật liệu chế tạo được ghi trong bảng 1.

Bảng 1. Thông số vật liệu chế tạo.

tt	Thông số	Giá trị	Đơn vị
1	Vật liệu	Thép	-
2	Mô đun đàn hồi	$1.93.10^5$	MPa
3	Hệ số poisson	0.31	-
4	Khối lượng riêng	$7,75.10^{-6}$	kg/mm <sup>3</sup>
5	Hệ số giãn nở nhiệt	$1,7.10^{-5}$	1/°C
6	Giới hạn bền kéo	586	MPa
7	Giới hạn bền nén	207	MPa
8	Hệ số dẫn nhiệt	$1,5.10^{-2}$	W/mm.°C
9	Nhiệt dung riêng	$4,8.10^5$	J/kg°C



**Hình 2. Kết quả mô phỏng ứng suất tương đương trên piston**

### 3. Đánh giá bơm piston áp lực cao đã chế tạo

#### 3.1. Tiêu chí đánh giá

Nước không rò rỉ qua bộ phận làm kín và van nạp, xả;

Chuyển động đảo chiều của piston thực hiện tự động;

Piston của bơm chuyển động êm, không giật cục;

Theo yêu cầu áp suất không khí nén dẫn động động cơ lai bơm trong khoảng  $2\div 4 \text{ kG/cm}^2$ , áp suất nước do bơm piston tạo ra khoảng  $30\div 50 \text{ kG/cm}^2$ , thì lưu lượng của bơm nước đạt khoảng  $100\div 120 \text{ lít/h}$ .

#### 3.2. Kết quả thử nghiệm

Sau khi chế tạo bơm và động cơ sử dụng năng lượng khí nén như trên hình 4, đường kính trong của ống cấp không khí nén đẩy piston của động cơ sử dụng năng lượng của không khí nén là 6 mm (hình 4), số hành trình của bơm đo được như trong bảng 2. Qua kết quả thử nghiệm cho thấy sản lượng do bơm tạo ra không đạt yêu cầu đặt ra.



**Hình 3. Piston của động cơ**



**Hình 4. Bơm và động cơ sử dụng năng lượng khí nén**

Bảng 2. Số hành trình của bơm

tt	Áp suất không khí, kG/cm <sup>2</sup>	Số hành trình /ph		
		Áp suất nước là 20 kG/cm <sup>2</sup>	Áp suất nước là 30 kG/cm <sup>2</sup>	Áp suất nước là 40 kG/cm <sup>2</sup>
1	2	44	34	30
2	2,5	46	36	34
3	3	48	38	36

Theo yêu cầu áp suất không khí nén dẫn động động cơ trong khoảng 2÷4 kG/cm<sup>2</sup>, áp suất nước do bơm piston tạo ra khoảng 30÷50 kG/cm<sup>2</sup>, thì lưu lượng của bơm nước đạt khoảng 100÷120 lít/h. Nên hiệu chỉnh đường kính trong ống cấp không khí nén tăng lên 8 mm (thay ống dẫn không khí có  $\phi = 8$  mm) và kết quả đo thử nghiệm do Trung tâm kỹ thuật tiêu chuẩn đo lường chất lượng Hải Phòng thực hiện được ghi trong bảng 3.

Bảng 3. Lưu lượng nước do bơm cung cấp

tt	Áp suất không khí, Mpa	Áp suất nước, bar	Lưu lượng nước ra, lít/h
1	0,35 Mpa	30	130
2	0,35 Mpa	40	125
3	0,35 Mpa	50	116

#### 4. Kết luận

Nhóm nghiên cứu đã thiết kế và chế tạo được bơm nước áp lực cao 50 bar, sản lượng nước là 116 lít/h. Bơm được dẫn động nhờ một động cơ sử dụng năng lượng khí nén áp lực khoảng 2÷4 kG/cm<sup>2</sup>.

Trong trường hợp không có nguồn không khí nén để cung cấp cho động cơ dẫn động bơm thì có thể sử dụng năng lượng của sóng biển hoặc năng lượng do con người tạo ra, năng lượng này tác dụng trực tiếp lên cán piston của bơm (khi này động cơ sử dụng năng lượng khí nén được tháo ra).

Để tăng sản lượng của nước có thể ghép song song nhiều bơm với nhau.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Thiết Hùng, Lọc nước biển thành nước ngọt tinh khiết, <http://www.baomoi.com>.
- [2] Resato High pressure technology, [www.Resato.com/highpressure](http://www.Resato.com/highpressure).
- [3] Kỹ thuật xử lý bằng màng thấm thấu ngược RO, <http://xulymoitruong.com>.
- [4] So sánh công nghệ lọc nước RO và Nano, <http://toana.vn>, 09/07/2013 12:07:00.

Người phản biện: PGS.TSKH. Đỗ Đức Lưu, TS. Trần Hồng Hà

### TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ BỘ KẾT HỢP DẦU HIỆU QUẢ TRONG MÁY PHÂN LY DẦU NƯỚC TÀU THỦY CALCULATE AND DESIGN AN EFFECTIVE COALESCER IN THE MARINE OILY-WATER SEPARATOR

TS. TRẦN HỒNG HÀ, PGS.TS. NGUYỄN HỒNG PHÚC  
Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam  
NGUYỄN VIỆT ĐỨC  
Lữ Đoàn 649, Cục Vận Tải, Tổng Cục Hậu Cần

#### Tóm tắt

Ô nhiễm dầu là một trong những ô nhiễm nghiêm trọng gây ảnh hưởng lớn đến môi trường biển. Theo Marpol 73/78 hàm lượng dầu trong nước thải ra không được vượt quá 15 ppm. Do vậy nước la canh trước khi xả xuống biển phải được xử lý dầu qua máy phân ly. Bầu kết hợp dầu là một chi tiết rất quan trọng trong máy phân ly dầu nước la canh, việc lựa chọn vật liệu và chế tạo bầu kết hợp là khâu rất quan trọng khi thiết kế hệ thống phân ly hiệu quả, bài báo giới thiệu phương pháp thiết kế bầu kết hợp và được thử



---

nghiệm để phân ly dầu trong nước trên các tàu nhỏ, kết quả cho thấy hàm lượng dầu trong nước nhỏ hơn 15 ppm đạt yêu cầu của các TCVN và quốc tế.

#### Abstract

Oil pollution is one of most serious disaster, its effect on marine environment. In the Marpol 73/78 regulations, oil concentration in bilge water is not allowed over 15ppm. Therefore, bilge water must be treated before discharge overboard. Coalescer is an important part of oily water separator, material selection and coalescer design are important steps in making an effective oil separating system. The article introduces a method to design coalescer and experiments that were carried out on small ships. The results show that oil concentration in treated bilge water was smaller than 15ppm respect to requirements of Vietnam and international standards.

**Key words:** Separator, bilge water, coalescer.

#### 1. Đặt vấn đề

Tại Việt Nam hiện vẫn chưa có một cơ sở nghiên cứu hay chế tạo nào sản xuất máy phân ly dầu nước sử dụng trên các tàu vừa và nhỏ do vậy mỗi ngày có hàng trăm ngàn tàu thuyền đã xả một lượng lớn nước la canh nhiễm dầu ra môi trường không hề qua xử lý. Các sự cố tràn dầu trên biển luôn thu hút sự chú ý của các cơ quan quản lý và truyền thông. Thực trạng này đang gây tổn thất kinh tế lớn cho các vùng nuôi trồng thủy sản cũng như ảnh hưởng lâu dài tới hệ sinh thái và đa dạng sinh học biển, ảnh hưởng tiêu cực đến sự phát triển bền vững biển Việt Nam.

Theo thiết kế của các nhà máy sản xuất, trong các máy phân ly dầu nước lực trọng trường được sử dụng để xử lý nước lẫn dầu trước khi sử dụng bộ kết hợp. Trong thiết bị này, sự khác nhau về tỷ trọng giữa hai chất lỏng làm cho việc phân tách trở nên dễ dàng hơn. Các hạt nổi lên hoặc chìm xuống bị hạn chế do các lực ma sát gây ra bởi độ nhớt của nước. Lực tách hạt dầu ra khỏi nước được gọi là lực phân ly Stock. Công thức tính vận tốc lắng được sử dụng theo công thức sau [1]:

$$v_t = 1.78 \cdot 10^{-6} \frac{\Delta SG \cdot d^2}{\mu} \quad (1.1)$$

Trong đó:

$v_t$ : vận tốc lắng; (Viết hoa chữ V)

$d$ : đường kính hạt; (Viết hoa chữ Đ)

$\Delta SG$ : độ chênh về tỷ trọng giữa nước và dầu; (Viết hoa chữ Đ)

$\mu$ : độ nhớt động học, Cst; (Viết hoa chữ Đ, thay dấu ; bằng dấu .)

Kích thước của bình phân ly chứa bầu kết hợp dựa vào các yếu tố: 1. Tốc độ lắng của hạt có kích thước nhỏ nhất; 2. Lực quán tính tác động lên hạt do vận tốc của hỗn hợp dầu-nước trong bình chứa. Để tách được các hạt dầu có kích thước tối thiểu khoảng 75-300  $\mu\text{m}$ . Lực phân tách Stock kích thước của bình chứa phải đảm bảo dòng chảy tầng; dòng chảy rối là nguyên nhân hòa trộn trở lại. Thời gian lưu lại phải đủ lâu theo yêu cầu, có thể mất 5, 10 hoặc 30 phút để phân tách tùy theo tính chất vật lý của dòng chảy. Các bộ kết hợp được sử dụng để tăng tốc độ kết hợp các hạt dầu nhỏ để hình thành các hạt có kích thước lớn hơn. Khi các hạt dầu tăng kích thước lớn hơn sẽ làm tăng lực nổi và yêu cầu thời gian lưu lại của dòng nước nhỏ hơn.

#### 2. Tính toán lựa chọn vật liệu cho bộ kết hợp

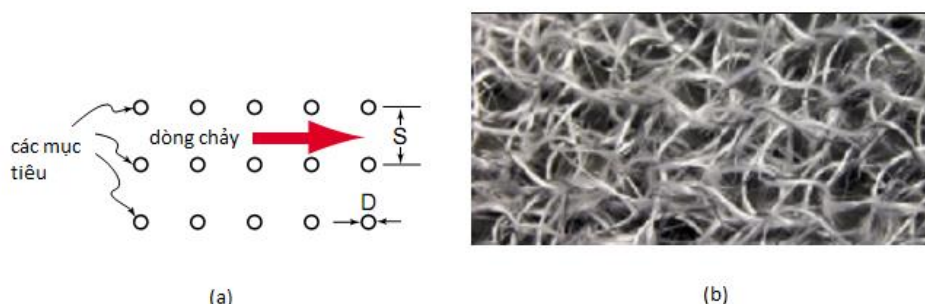
Trong bầu kết hợp hiệu quả bắt dính các hạt dầu có kích thước nhỏ chủ yếu do va chạm trực tiếp giữa hạt dầu và bầu kết hợp. Công thức sau có thể tính khả năng bắt dính các hạt dầu của một mục tiêu. Từ đó tính được chiều dài của phần tử kết hợp cần thiết để có thể kết hợp hoàn toàn được các hạt dầu có kích thước nhỏ [1]:

$$\eta_D = \frac{E(1-\alpha)}{K} \left( \frac{d}{D} \right)^2 \quad (1.2)$$
$$1 + \frac{d}{D}$$

Trong đó:

$\eta_D$ : hiệu quả bắt dính của một mục tiêu đơn bằng va chạm trực tiếp; E: Hệ số chiều dài bắt dính hiệu quả;  $\alpha$ : Hệ số thể tích; d: đường kính của hạt dầu; K: hệ số thủy động Kuwabara.

Hệ số thủy động của Kuwabara dùng để hiệu chỉnh hiệu suất bắt dính được giả thiết trong môi trường dòng chảy tầng và chất lỏng thực. Hệ số chiều dài bắt dính hiệu quả E là một hệ số thực nghiệm được đưa vào khi dòng chảy phân bố không đều do mục tiêu có biên dạng cong hoặc lồi lõm như trong vật liệu bằng len hoặc bị chắn bởi các khúc cong của mắt lưới ben và các sợi dây xoắn trong bó sợi làm bộ kết hợp. Trong hình 1.1 một bộ kết hợp lý tưởng làm bằng sợi thấy các dây sợi có E = 1 trong bộ kết hợp. Các sợi mảnh hơn tạo hiệu quả chắn tốt hơn và có giá trị E nhỏ hơn. Các hệ số thực nghiệm được lựa chọn theo vật liệu như trong tài liệu tham khảo [1]



Hình 1.1 Bộ kết hợp được sử dụng sợi [1]

Đối với một bộ kết hợp hoạt động chủ yếu nhờ va chạm thực tế thì hiệu quả kết hợp có thể lên tới 99.9% các hạt dầu có kích thước nhỏ. Đối với các hạt dầu có kích thước nhỏ, thực nghiệm cho thấy khoảng một nửa đường kính của mục tiêu bắt dính hiệu quả có thể thay thế bằng công thức tính chiều dài hiệu quả L như sau [1]:

$$L = \frac{\pi D(1-\alpha) \ln(1-\sum)}{-4\eta_D \alpha} \quad (1.3)$$

Trong đó:

$\Sigma$ : Hiệu quả bắt dính do va chạm trực tiếp; L: Chiều dài của bộ kết hợp để kết hợp được toàn bộ các hạt có kích thước nhỏ.

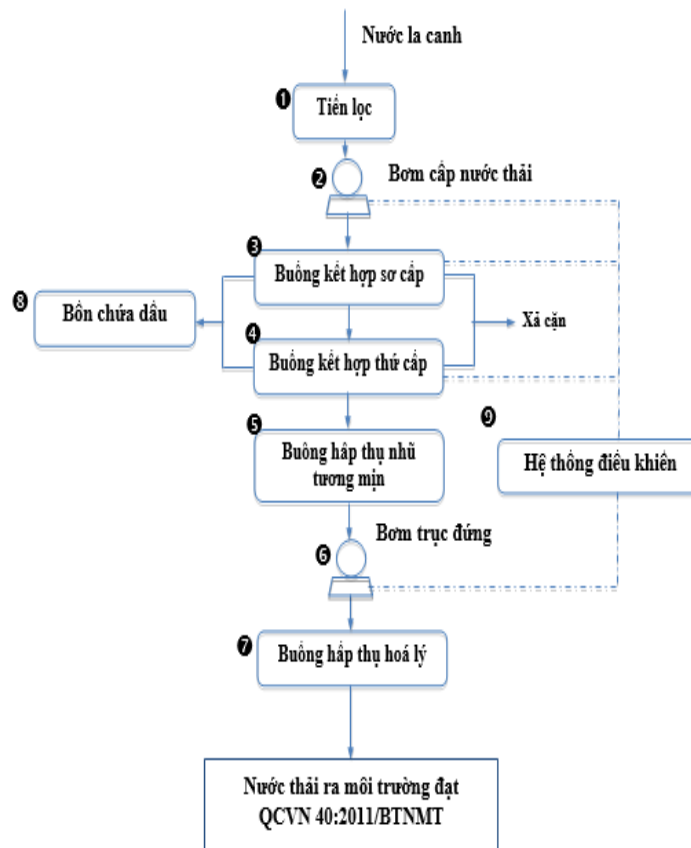
Như trong hình 1.1 các bộ kết hợp làm việc theo nguyên lý va chạm trực tiếp làm bằng các sợi dây thép nhỏ hoặc các sợi thủy tinh nhỏ. Các yếu tố sử dụng trong công thức trên thích hợp với các hạt dầu có kích thước nhỏ. Trong bó sợi các mắt ben chiếm 1/3 hệ số thể tích của bó sợi nhưng chỉ có một vài phần trăm tạo ra bề mặt chắn do đó đối với mục đích bảo toàn, các hệ số đưa ra trong bảng không được tính đến hệ số khác.

Bảng 1. Xét ảnh hưởng của kích thước hạt dầu tới chiều dài thiết kế của bầu kết hợp

Đường kính của sợi D ( $\mu\text{m}$ )	Kích thước của hạt dầu d ( $\mu\text{m}$ )	Hệ số $\alpha$	Hệ số thực nghiệm E	Hệ số thủy lực Kuwabara K	Hiệu suất va chạm trực tiếp	Chiều dài của bộ kết hợp L (mm)
8.9	4.5	0.037	0.04	0.935	0.00647	194
8.9	5	0.037	0.04	0.935	0.00770	163
8.9	6	0.037	0.04	0.935	0.01034	121
8.9	7	0.037	0.04	0.935	0.01319	95
8.9	8	0.037	0.04	0.935	0.01621	77
8.9	9	0.04	0.04	0.899	0.02172	53

Kết quả tính cho thấy khi chọn vật liệu cho bầu kết hợp là sợi thủy tinh, đường kính hạt dầu nhỏ nhất có thể bắt dính là  $4\mu\text{m}$ . Dựa vào cơ sở này nhóm nghiên cứu đã thiết kế bộ kết hợp sử dụng trong máy phân ly dầu nước thử nghiệm tại viện kỹ thuật Hải Quân.

### 3. Cấu tạo hệ thống xử lý



Hình 1.2. Sơ đồ cấu tạo hệ thống xử lý nước la canh đề xuất thiết kế [2]

Hệ thống xử lý đề xuất có thiết kế nối tiếp một số modul tách dầu nước với khả năng tách dầu khỏi nước khác nhau, bao gồm hai modul tách dầu khỏi nước theo nguyên lý kết hợp, một modul tách dầu khỏi nước theo nguyên lý hấp thụ và một modul xử lý nước sau khi tách khỏi dầu theo nguyên lý kết hợp. Hình 1.2 là sơ đồ cấu tạo hệ thống xử lý đề xuất.

Cấu tạo và chức năng hoạt động các cấu kiện thiết bị như sau:

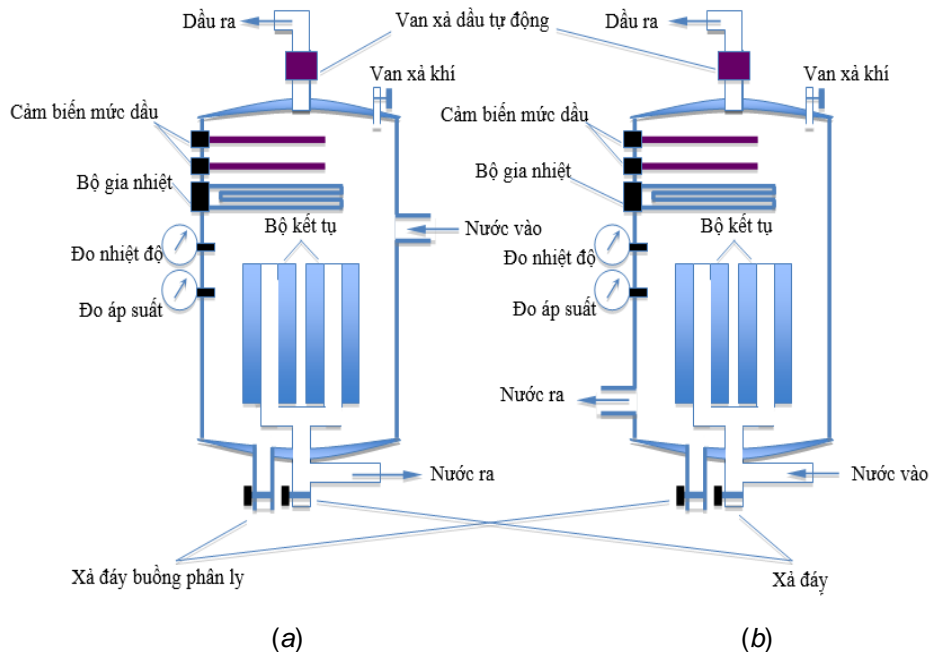
1. **Bộ lọc thô (tiền lọc):** sử dụng lọc tách rác, hạt rắn kích thước lớn, công suất thiết kế  $1\text{m}^3/\text{giờ}$ . Bộ lọc thô là dạng lọc lưới với kích thước mắt lưới  $0,2 \times 0,2\text{mm}$ .

2. **Bơm cấp nước thải** (bơm pittong trục ngang): Bơm chế tạo từ vật liệu thép đặc biệt chống được sự ăn mòn của nước biển, vận hành bằng mô tơ điện 3 pha. Bơm có chức năng hút nước la canh từ bồn chứa qua bộ lọc thô và đẩy vào thiết bị tách dầu nước phía sau.

3. **Buồng kết hợp sơ cấp:** Chế tạo bằng thép các bon phủ sơn chống gỉ. Cấu trúc bên trong bao gồm buồng kết hợp và bồn chứa dầu được thiết kế lắp đặt theo chiều từ đáy lên đỉnh. Buồng được trang bị giám sát áp suất hoạt động, bộ phận gia nhiệt có điều khiển, van xả dầu tự động, các cảm biến dầu mức cao và mức thấp. Vật liệu chế tạo lõi kết hợp cho buồng kết hợp sơ cấp làm bằng sợi thủy tinh. Buồng kết hợp sơ cấp có chức năng tách dầu khỏi nước với đường kính giọt nhũ tương dầu cực đại cho phép tách trong dải  $50\text{-}300\mu\text{m}$ .

Buồng kết hợp sơ cấp được chế tạo với 6 lớp lưới sợi thủy tinh, mỗi cuộn lưới kết hợp có chiều cao trụ  $60\text{cm}$ , đường kính  $20\text{cm}$ . Buồng kết hợp có đường kính  $51,5\text{cm}$  và cao  $1,2\text{m}$ .

4. **Buồng kết hợp thứ cấp:** Chế tạo bằng thép các bon phủ sơn chống gỉ. Kích thước tương tự kích thước buồng kết hợp sơ cấp. Các trang bị cấu kiện khác cũng tương tự buồng kết hợp sơ cấp, chỉ khác vật liệu chế tạo bộ kết hợp có kích thước mắt lưới nhỏ hơn và được chế tạo để có khả năng kết hợp giọt nhũ tương mịn hơn (kích thước nhỏ hơn) so với khả năng của buồng kết hợp sơ cấp. Vật liệu chế tạo lõi kết hợp cho buồng kết hợp thứ cấp là sợi thủy tinh đã biến tính bề mặt tương thích sức căng bề mặt của dầu, kích thước mắt lưới 1 x 1mm, đường kính giọt nhũ tương dầu cực đại cho phép tách 20 - 200 $\mu$ m.



**Hình 1.3. Cấu tạo buồng kết hợp (a) sơ cấp và (b) thứ cấp [2]**

Buồng kết hợp thứ cấp cũng được chế tạo với 2 cuộn bộ kết hợp. Kích thước hai cuộn lưới bộ kết hợp và kích thước buồng kết hợp thứ cấp tương tự các chỉ số cấu tạo buồng kết hợp sơ cấp đã nêu trên. Hình 1.3 miêu tả cấu tạo 2 buồng kết hợp.

Với thiết kế của hai buồng kết hợp kể trên, kết quả thử nghiệm cho thấy nước lachanh sau khi đi qua cả hai bộ kết hợp đã giảm được nồng độ dầu xuống dưới 30mg/l5. **Buồng hấp thụ nhũ tương mịn:** Vật liệu hấp thụ được sản xuất từ 100% sợi tái chế của ngành công nghiệp dệt, sợi vải có khả năng lọc dầu, vớt dầu, các chất thải nhiễm dầu trong nước (bất kể nước ngọt hay nước mặn) và ở đây được sử dụng lọc tách phân nhũ tương dầu còn lại trong nước sau khi đi qua buồng kết hợp thứ cấp. Buồng chế tạo bằng thép không gỉ, công suất lọc thiết kế cho lưu lượng 1m<sup>3</sup>/giờ. Các tấm lọc hấp thụ nhũ tương dầu mịn có độ dày 5mm, độ xốp 92-96%, kích thước khe hở biểu kiến 100-140 $\mu$ m; đường kính giọt nhũ tương dầu cực đại cho phép tách 1-25 $\mu$ m.

Buồng hấp thụ nhũ tương mịn có cấu trúc gồm hai buồng dung tích tương đương kích thước 0,4m x 0,4m x 0,8m, một buồng chứa các tấm lọc và buồng còn lại chứa nước lọc sau khi hấp thụ nhũ tương dầu mịn. Trong buồng hấp thụ nhũ tương mịn lắp 14 tấm lọc kích thước 0,4 x 0,4m (0,16m<sup>2</sup>). Tổng diện tích bộ lọc hấp thụ 2,24m<sup>2</sup>.

Chỉ số kỹ thuật tấm lọc hấp thụ là đạt được khối lượng dầu hấp thụ tối đa gấp 20 lần khối lượng tấm lọc (khối lượng tấm lọc 0,43kg/m<sup>2</sup>). Như vậy khối lượng dầu tối đa 14 tấm lọc giữ được là 19,264kg. Đặt giả thiết các tấm lọc thực tế đạt được 80% khả năng hấp thụ dầu theo lý thuyết. Vậy khối lượng dầu giữ được sẽ là 15,41kg.

Các tấm lọc trong buồng hấp thụ được xếp chồng lên nhau, với đặc trưng của tấm lọc là sau khi tấm phía trên bão hoà dầu thì tấm phía dưới mới phát huy tác dụng hấp thụ. Vì thế khi cả 14 tấm lọc bão hoà dầu và đặt giả thiết nước thải đầu vào buồng hấp thụ nhũ tương mịn luôn ở mức nồng độ dầu 30mg/l thì sẽ có 500m<sup>3</sup> nước lachanh được xử lý trước khi phải vệ sinh, bảo dưỡng tái sử dụng các tấm lọc.

Bảng 2. Kết quả xác định thông số ô nhiễm sau xử lý trên hệ thống thử nghiệm [2]

TT	Chỉ tiêu	Phương pháp thử	Đơn vị	Kết quả						QCVN 40:2011 /BTNMT (Cột B) <sup>(1)</sup>
				Trước xử lý	Sau xử lý					
				TB 03 mẫu	K4	K5	K6	K7	K8	
4	BOD	SMEWW 5210B:2012	mg/l	-	23	22	22	20	20	50
12	Tổng dầu mỡ khoáng	SMEWW 5520B: 2012	mg/l	437	2,90	2,75	2,70	1,82	1,81	10
16	Asen	EPA 200.8 Rev.5.4.199 4	mg/l	0,033	0,007	0,006	0,005	0,005	0,006	0,1
22	Thủy ngân	EPA 200.8 Rev.5.4.199 4	mg/l	0,004	0,0005	0,0005	0,0004	0,0002	0,0002	0,01
23	Niken	EPA 200.8 Rev.5.4.199 4	mg/l	0,076	0,012	0,011	0,010	0,012	0,012	0,5
24	Coliform	SMEWW 9222B: 2012	vi khuẩn /100 ml	-	0	0	0	0	0	5000

**Nguồn:** Trung tâm Quan trắc - Phân tích Môi trường biển (Tháng 9/2013)

**Ghi chú:**

<sup>(1)</sup> QCVN 40:2011/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước thải công nghiệp. Nguồn tiếp nhận nước thải là hệ thống thoát nước đô thị, khu dân cư; sông, suối, khe, rạch; kênh, mương; hồ, ao, đầm; vùng nước biển ven bờ có mục đích sử dụng xác định. Cột B quy định giá trị của các thông số ô nhiễm trong nước thải công nghiệp khi xả vào nguồn nước không dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt.

- Mã hiệu K4: Nước lã sau khi qua hệ thống xử lý (lấy ngày 20/8/2013) (thêm dấu;)
- Mã hiệu K5: Nước lã sau khi qua hệ thống xử lý (lấy ngày 1/9/2013) (thêm dấu;)
- Mã hiệu K6: Nước lã sau khi qua hệ thống xử lý (lấy ngày 8/9/2013) (thêm dấu;)
- Mã hiệu K7: Nước lã sau khi qua hệ thống xử lý (lấy ngày 15/9/2013) (thêm dấu;)
- Mã hiệu K8: Nước lã sau khi qua hệ thống xử lý (lấy ngày 25/9/2013) (thêm dấu.)

**3. Kết luận**

Trên cơ sở mô hình đó, thiết kế và thử nghiệm bầu kết hợp trong máy phân ly dầu nước nhóm nghiên cứu rút ra kết luận sau:

Vật liệu sử dụng trong bầu kết hợp theo tính toán lý thuyết là loại sợi thủy tinh có thể kết hợp được các hạt dầu có đường kính nhỏ tới 4  $\mu\text{m}$ . (thay bằng dấu;)

Hiệu quả của sự kết hợp là tăng cường khả năng va chạm giữa hạt dầu và vật liệu làm bộ kết hợp. Với các mẫu thử nghiệm hiệu quả phân ly có thể đạt tới, tương đương với lượng dầu được giảm xuống tới mức yêu cầu. Kết quả phân tích trung bình 5 mẫu nước thải sau xử lý cho thấy đã giảm nồng độ xuống dưới ngưỡng cho phép, đặc biệt là các thông số COD giảm 309 lần từ 8486mg/l xuống 27,4mg/l, tổng chất rắn lơ lửng giảm 13 lần từ 411mg/l xuống 31mg/l; tổng dầu mỡ khoáng giảm 187 lần từ 437mg/l xuống 2,34mg/l.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Liquid-liquid coalescers design manual, ACS industries, ACS separations and mass transfer products, LP Houston, Texas, U.S.A, www.acssseparations.com.
- [2] Kết quả đề tài nghiên cứu của viện kỹ thuật Hải Quân về máy phân ly dầu nước.

**Người phản biện:** PGS.TSKH. Đỗ Đức Lưu, PGS.TS. Phạm Hữu Tân

---

# GIẢI PHÁP SỬ DỤNG HỆ THỐNG NHIÊN LIỆU COMMON RAIL CHO ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY CỠ NHỎ

## SOLUTION FOR USING COMMON RAIL FUEL SYSTEM ON SMALL MARINE DIESELS

**TS. NGUYỄN HUY HÀO**

*Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam*

### **Tóm tắt**

*Hệ thống nhiên liệu Common Rail sử dụng cho động cơ cho phép duy trì chất lượng phun sương nhiên liệu ở các chế độ khai thác khác nhau của động cơ, nhờ vậy nâng cao được các chỉ tiêu kinh tế của động cơ cũng như góp phần giảm mức độ phát thải độc hại trong khí xả của động cơ ở các chế độ nhỏ tải. Nội dung bài báo phân tích giải pháp chuyển đổi sử dụng hệ thống nhiên liệu Common Rail cho các động cơ diesel tàu thủy cỡ nhỏ.*

### **Abstract**

*One of the advantages of Common Rail fuel systems is to be able to maintain the quality of fuel injection process in different working regimes of the engine. Therefore, it allows to improve economic parameters of the engines and to reduce emission in low load conditions. In this article was analyzed the solution for using Common Rail fuel system on small marine diesels.*

### **1. Đặt vấn đề**

Hiện nay phần lớn các động cơ diesel tàu thủy đều được trang bị hệ thống cung cấp nhiên liệu kiểu trực tiếp, trong đó nhiên liệu từ két trực nhật được bơm cấp chuyển tới bơm cao áp để rồi từ đó cấp trực tiếp đến vòi phun của động cơ. Với phương án cấp nhiên liệu trực tiếp, ưu điểm nổi bật nhất là hệ thống đơn giản, hoạt động tin cậy, việc bảo dưỡng, sửa chữa và chỉnh định cũng dễ dàng, điều đó rất thuận lợi cho người khai thác. Tuy nhiên, ở các hệ thống cung cấp nhiên liệu kiểu trực tiếp tồn tại một nhược điểm cơ bản đó là áp suất phun nhiên liệu không ổn định, đặc biệt là ở các chế độ nhỏ tải, vòng quay thấp.

Để khắc phục nhược điểm này, đối với các động cơ công suất lớn hiện đại, một số hãng chế tạo động cơ đã lựa chọn giải pháp cung cấp nhiên liệu tới xi-lanh động cơ theo kiểu gián tiếp. Theo đó, nhiên liệu từ một nguồn chứa có áp suất ổn định được cấp tới vòi phun nhờ một hệ thống điều khiển cung cấp nhiên liệu.

Tính ưu việt của hệ thống cung cấp nhiên liệu cho động cơ theo kiểu gián tiếp, nhất là hệ thống cung cấp nhiên liệu Common Rail đã được khẳng định, tuy nhiên việc ứng dụng phổ biến cho các động cơ diesel tàu thủy vẫn còn gặp một số trở ngại do tính phức tạp của nó. Chính vì vậy việc nghiên cứu giải pháp chuyển đổi sử dụng hệ thống nhiên liệu Common Rail cho các động cơ diesel tàu thủy cỡ nhỏ là việc làm cần thiết.

### **2. Giải pháp chuyển đổi sử dụng hệ thống nhiên liệu Common Rail cho các động cơ diesel tàu thủy cỡ nhỏ**

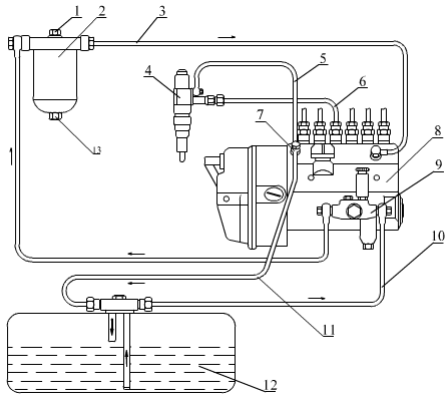
#### **2.1. Lựa chọn sơ đồ hệ thống**

Với các động cơ diesel tàu thủy cỡ nhỏ hiện nay vẫn đang sử dụng phổ biến hệ thống cung cấp nhiên liệu kiểu trực tiếp như được mô tả trên hình 2.1.

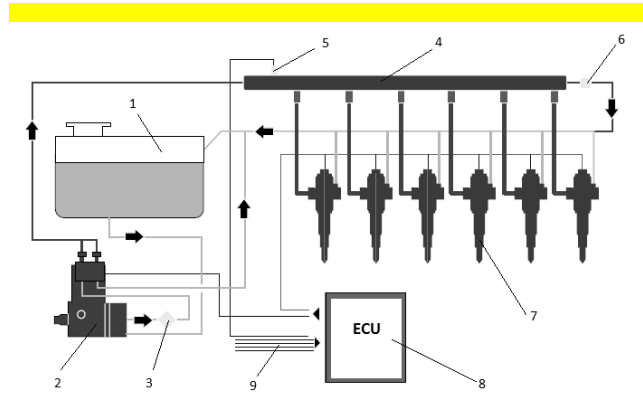
Với tiêu chí đảm bảo sự thay đổi kết cấu hệ thống là ít nhất, hệ thống nhiên liệu Common Rail cho các động cơ diesel cỡ nhỏ được lựa chọn theo sơ đồ hình 2.2.

Để chuyển đổi từ hệ thống cung cấp nhiên liệu kiểu trực tiếp (sơ đồ 2.1) sang hệ thống cung cấp nhiên liệu Common Rail cần có một số thay đổi và bổ sung cơ bản như sau:

- Thay mới cụm bơm cao áp Common Rail phù hợp;
- Thay mới toàn bộ vòi phun có điều khiển;
- Thay mới một bơm cấp nhiên liệu phù hợp cho bơm cao áp Common Rail;
- Thay bộ điều tốc cũ bằng bộ điều tốc điện tử;
- Bổ sung thêm bình nhiên liệu tích tụ;
- Bổ sung thêm một bộ điều khiển cấp nhiên liệu ECU;(sử dụng dấu . thay cho dấu ;)



**Hình 2.1. Hệ thống cung cấp nhiên liệu kiểu trực tiếp ở các động cơ diesel tàu thủy cỡ nhỏ**

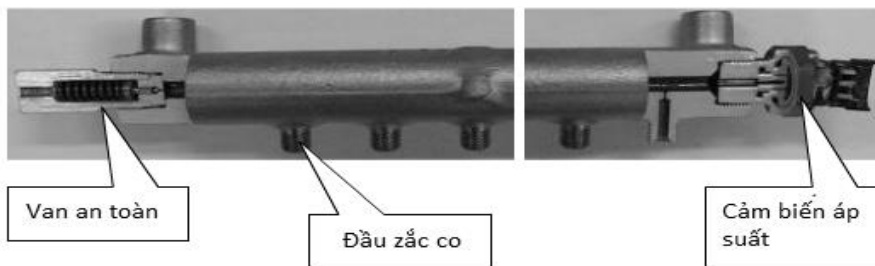


**Hình 2.2. Sơ đồ hệ thống nhiên liệu Common Rail cho các động cơ diesel cỡ nhỏ**

## 2.2 Giải pháp về mặt kết cấu để chuyển đổi hệ thống nhiên liệu động cơ diesel tàu thủy truyền thống sang hệ thống nhiên liệu Common Rail

### 2.2.1. Thiết kế bổ sung bình tích tụ nhiên liệu (bình tích áp)

Bình tích tụ nhiên liệu được thiết kế ở dạng ống, được đúc bằng thép với thể tích đủ lớn để lượng nhiên liệu hao hụt sau mỗi lần cấp tới động cơ trong một chu trình công tác không ảnh hưởng đến áp suất nhiên liệu trong bình tích tụ. Độ dày vách của ống đủ lớn để có khả năng chịu được áp suất tới 250 MPa.



**Hình 2.3. Bình nhiên liệu tích tụ**

Trên bình tích tụ có bố trí cảm biến áp suất nhiên liệu và van an toàn ở hai đầu ống, các đầu rắc co để nối ống cao áp tới các vòi phun cũng như tới bơm cao áp. Trong trường hợp bơm cao áp Common Rail không có van điều chỉnh lưu lượng thì van an toàn lắp đặt trên ống tích tụ được thay thế bằng một van điều chỉnh áp suất kiểu điện từ lấy tín hiệu điều khiển từ bộ điều khiển ECU trên cơ sở tín hiệu cảm biến áp suất nhiên liệu trong ống tích tụ.

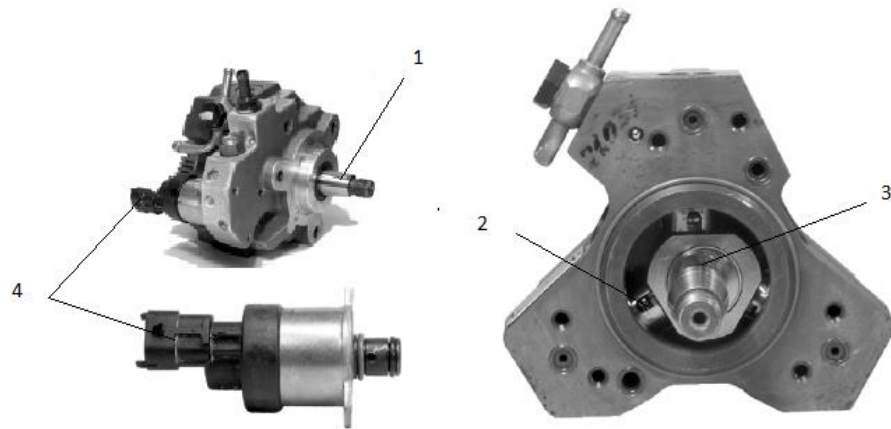
Trong trường hợp động cơ sử dụng nhiên liệu nặng thì trên ống tích tụ sẽ bố trí các đường ống dẫn hơi để hâm nhiên liệu trong ống.

### 2.2.2. Lựa chọn bơm cao áp Common Rail

Bơm cao áp trong hệ thống cũ cần được thay thế bằng bơm cao áp kiểu Bosch có áp suất từ 100 đến 160 MPa. Số lượng piston bơm có thể từ 3 đến 8 chiếc tùy thuộc vào thể tích công tác của xilanh bơm và công suất của động cơ (hình 2.4).

Bơm cao áp vẫn được dẫn động từ trục khuỷu động cơ, việc điều chỉnh sản lượng của bơm cao áp và do đó duy trì được áp suất nhiên liệu trong ống tích tụ được thực hiện nhờ van điều chỉnh lưu lượng (4). Van điều chỉnh lưu lượng là van điện từ lấy tín hiệu điều khiển từ bộ ECU, việc điều khiển độ mở của van sẽ làm thay đổi lượng nhiên liệu cấp vào khoang công tác của xilanh bơm và do đó làm thay đổi lưu lượng nhiên liệu đến ống tích tụ. Trường hợp trên bơm cao áp không bố trí van điều chỉnh lưu lượng thì trên ống tích tụ phải bố trí van điều chỉnh áp suất thay cho van an toàn.

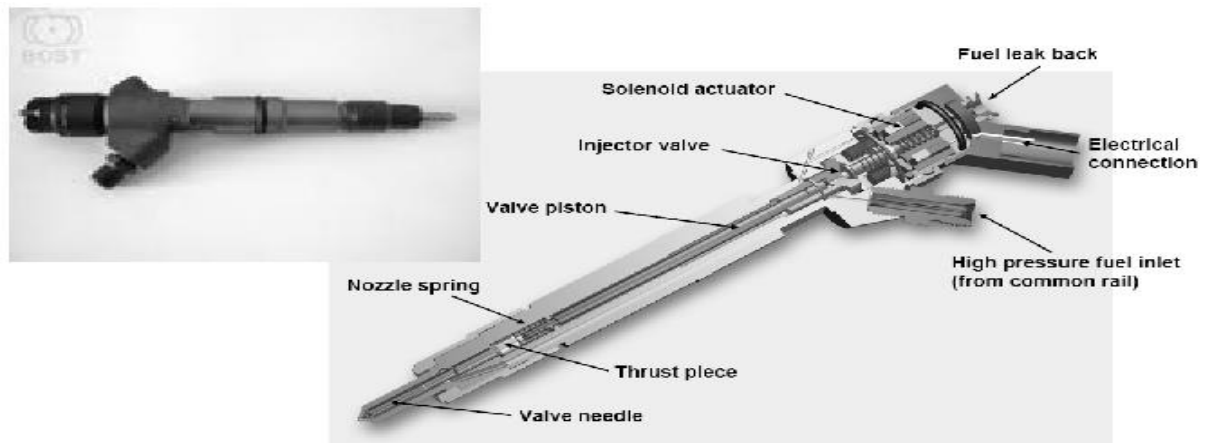
Bơm cấp nhiên liệu cho bơm cao áp cũng được lựa chọn thay cho bơm cũ là loại bơm bánh răng với áp suất do bơm tạo ra khoảng 0.3 ~ 0.8 MPa



**Hình 2.4. Bơm cao áp Common Rail kiểu Bosch**

### 2.2.3. Lựa chọn vòi phun

Khi chuyển sang sử dụng hệ thống nhiên liệu Common Rail, toàn bộ vòi phun của động cơ phải được thay thế bởi các vòi phun có van điều khiển phun nhiên liệu trợ lực bằng van điện tử hoặc cơ cấu trợ lực kiểu tinh thể áp điện. Các vòi phun sẽ được tính chọn theo dải công suất của động cơ.



**Hình 2.5. Vòi phun sử dụng trợ lực điều khiển bằng van điện tử**

### 2.2.4. Các cảm biến cần bổ sung cho hệ thống

- Cảm biến vị trí bánh đà;
- Cảm biến tốc độ quay của trục khuỷu;
- Cảm biến áp suất nhiên liệu trong ống tích tụ;
- Cảm biến nhiệt độ nhiên liệu;
- Cảm biến áp suất gió tăng áp (nếu động cơ là loại có tăng áp);
- Một số cảm biến khác.

### 2.2.5. Bộ điều khiển điện tử ECU

Bộ điều khiển ECU sẽ được thiết kế bao gồm các phần tử:

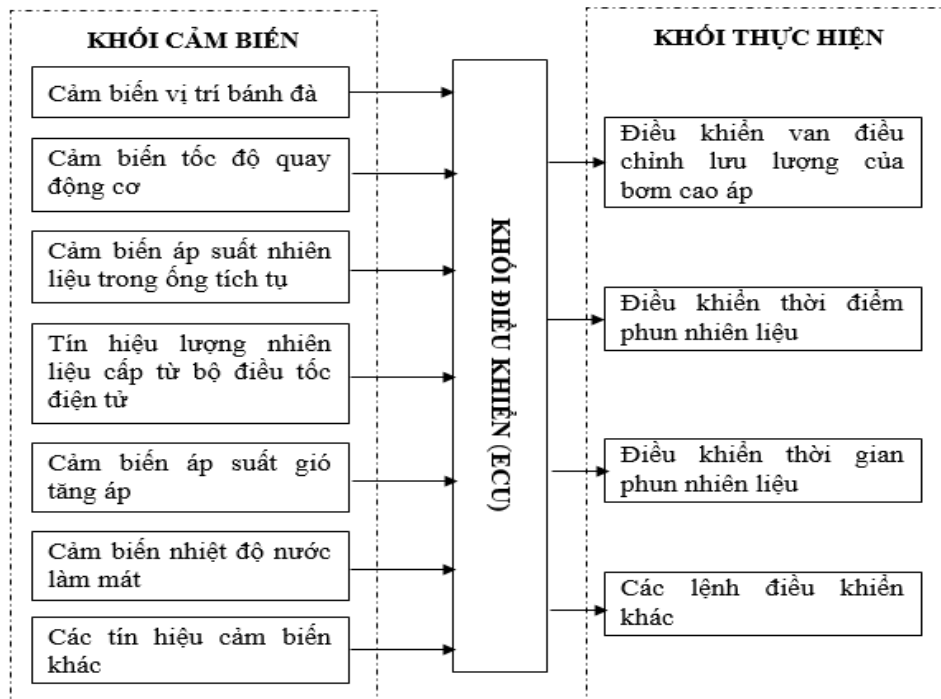
- Bộ nhận tín hiệu từ các cảm biến;
- Bộ biến đổi tín hiệu;



- Phần tử khuếch đại;
- Vi điều khiển; (dùng dấu . thay cho dấu ;)

### 2.2.6. Phần mềm chương trình điều khiển ECU

Phần mềm chương trình điều khiển được xây dựng bằng các ngôn ngữ lập trình hiện đại trên cơ sở các chức năng điều khiển cần thực hiện. Sơ đồ của bộ điều khiển ECU được xây dựng như trong hình 2.6.



Hình 2.6. Sơ đồ khối bộ điều khiển

Hệ thống nhiên liệu Common Rail giúp cho các động cơ diesel tàu thủy làm việc hiệu quả hơn, giảm mức tiêu hao nhiên liệu, giảm phát thải ô nhiễm môi trường, đặc biệt là ở các chế độ nhỏ tải.

Các kết quả, nghiên cứu, phân tích cho thấy các hệ thống nhiên liệu Common Rail không chỉ thích hợp với các động cơ đốt trong trên các phương tiện giao thông đường bộ mà còn có thể ứng dụng rộng rãi cho các động cơ diesel tàu thủy, việc chuyển đổi hệ thống nhiên liệu Common Rail cho các động cơ diesel tàu thủy là hoàn toàn có thể thực hiện được ngay cả đối với các động cơ đang được khai thác với hệ thống cung cấp nhiên liệu kiểu cũ.

Tuy nhiên để chuyển đổi sử dụng thành công hệ thống nhiên liệu Common Rail cho các động cơ diesel tàu thủy cỡ nhỏ cần phải đầu tư nhiều thời gian nghiên cứu, tính toán cũng như huy động các nguồn kinh phí để chế tạo và thử nghiệm thực tế trước khi phổ biến rộng rãi. Do khuôn khổ của bài báo có hạn nên phần tính toán, thiết kế hệ thống sẽ được giới thiệu ở các nội dung khác.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] AK Training Center. Common Rail Diesel Fuel Systems.
- [2] Đặng Bảo Lâm. Hệ thống nhiên liệu Common Rail Diesel, 2009.
- [3] Yanmar Diesel Ltd. Yanmar engine Instruction book.
- [4] Wärtsilä DU Ltd, JAPAN. Wartsila RT-Flex Instruction book, 2012.
- [5] Site: <http://www.thuvientailieu.vn>  
<http://doc.edu.vn>

Người phản biện: PGS.TS. Lê Văn Điềm. TS. Trần Hồng Hà

---

**NHẬN DẠNG VÀ PHÂN LOẠI CÁC DẠNG HẠT MÀI TRONG DẦU BÔI TRƠN ĐỘNG CƠ DIESEL BẰNG MÔ HÌNH MẠNG NƠ RON NHÂN TẠO**  
THE IDENTIFY AND CLASSIFICATION WEAR PARTICLES IN LUBRICATING OIL OF DIESEL ENGINE BY THE NETWORK MODEL OF PHORMOLOGICAL-ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)

**ThS.NCS. MAI THẾ TRỌNG  
PGS, TS. NGUYỄN ĐẠI AN**

*Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam*

**Tóm tắt**

*Bài báo giới thiệu các dạng hạt mài cơ bản liên quan trực tiếp đến tình trạng kỹ thuật của động cơ diesel. Phương pháp nhận dạng các hạt mài bằng mạng nơ ron nhân tạo dựa trên các đặc điểm hình học có được nhờ quan sát các mẫu thu được. Mô hình mạng sau khi được xây dựng và huấn luyện thành công sẽ thay thế kiến thức chuyên gia góp phần chẩn đoán nhanh chóng tình trạng kỹ thuật của động cơ.*

**Abstract**

*This article introduces some basis wear particles effecting to technical condition of diesel engine directly. Method of identify their phormological base the geometric charaterictics by reading ferrogram sample. Network model after building and training complete will replace spesialist knowledge to hept to diaglose in the technical condition of diesel engine quickly*

**1. Giới thiệu**

Các dạng hạt mài mòn kim loại trong dầu bôi trơn chứa đựng những thông tin quan trọng liên quan đến tình trạng thực tại của máy móc. Với các công nghệ quang học và từ tính hiện đại, người ta đã có thể nhận dạng được chính xác hình dạng, kích thước cũng như nguồn gốc vật liệu cụ thể của các dạng hạt mài mòn để có thể xác định và chẩn đoán tình trạng kỹ thuật tương ứng của các chi tiết chịu ma sát. Một trong những công nghệ đó là công nghệ phân tích bằng máy Ferrograph để tách các hạt mài và sử dụng kính hiển vi quang học lưỡng sắc (microscopic) để quan sát hình dạng của các hạt mài [2]

Công nghệ nhận dạng bằng tính toán mềm (Soft computing) cho phép xử lý nhanh chóng các dữ liệu đa chiều, đa biến và phức tạp thay vì các phương pháp toán học cổ điển phức tạp. Một trong những công nghệ hữu hiệu nhất hiện nay là công nghệ mạng nơ ron nhân tạo (ANN - Artificial Neural Network) [3]

Bài báo giới thiệu phương pháp sử dụng công nghệ mạng nơ ron nhân tạo MLP (Multi layer perceptron) để nhận dạng và phân loại các dạng mài mòn chính của động cơ diesel tàu thủy thông qua việc phân tích các pherogram từ các mẫu dầu bôi trơn của động cơ. Từ đó có thể chẩn đoán tình trạng kỹ thuật của động cơ một cách nhanh chóng.

**2. Các dạng hạt mài mòn chính của động cơ diesel, đặc điểm và nguồn gốc của chúng**

Bằng việc thu thập và phân tích các mẫu dữ liệu về dầu bôi trơn tương ứng các tình trạng kỹ thuật của động cơ, kết hợp kiến thức chuyên gia người ta đã phân loại được các dạng hạt mài mòn chính từ động cơ. Theo [2,8] 4 dạng hạt mài mòn chính liên quan đến hư hỏng của động cơ như sau:

- **Các hạt mài mòn cắt (cutting partical):** đây là những hạt mài không bình thường. Chúng xuất hiện do kết quả của việc bề mặt trượt cứng hơn bị bong/nứt/gãy sẽ cào xước vào bề mặt mềm hơn (ví dụ như trục cào vào bạc). Chúng thường có bề mặt thô và rộng, kích thước trung bình 2-5µm về rộng và 25-100µm về dài. Đây là những hạt mài rất nguy hiểm và cần phải được giám sát cẩn thận dù chỉ là một lượng nhỏ. Nếu hệ thống có xuất hiện những hạt mài cắt đến 50µm thì là báo động một hư hỏng sắp xảy ra. (dùng dấu ; thay cho dấu .)

- **Các hạt mài mòn do trượt khốc liệt (sliding partical):** trượt khốc liệt bắt đầu khi bề mặt ma sát có ứng suất vượt giới hạn của tải trọng tốc độ, lớp cắt hỗn hợp khi ấy trở lên không ổn định và những hạt mài lớn bị tách ra làm tăng tốc độ mài mòn. Những hạt mài mòn này có kích thước trung bình khoảng 15µm hoặc lớn hơn, chúng thường có những lưỡi mép thẳng, bề mặt có những khía do kết quả của việc trượt, tỷ lệ giữa kích thước chính (major dia) và chiều dày của hạt khoảng 10:1, các hạt mòn khốc liệt càng lớn thì lưỡi cắt càng sắc nét. (dùng dấu ; thay cho dấu .)

- Các hạt mài mòn do môi (*fatigue partical*): các bộ phận quay như bạc, ổ bi...khi bị môi sinh ra những hạt mài do môi có kích thước cực đại tới 100µm, hình dạng phẳng dẹt hoặc cầu, chu vi hình thể không theo qui luật và hệ số kích thước khoảng 10:1. Số lượng các hạt dẹt và cầu do môi tăng lên tỷ lệ trực tiếp đến hư hỏng các chi tiết quay và cũng rất nguy hiểm. (dùng dầu ; thay dầu .)

o Với các hạt cầu liên quan đến môi thường sinh ra trong các khe nứt của bạc, thường có kích thước khoảng 3-5µm. Trong khi các hạt hình cầu sinh ra do ăn mòn, hàn dính và nghiền thì kích thước khoảng 10µm.

o Với các hạt dẹt liên quan đến môi là những hạt tự do rất mỏng, kích thước khoảng 20-50µm và có tỷ lệ chiều dày 30:1.

- Các hạt mài mòn hình cầu (*sphere partical*): những hạt hình cầu xuất hiện thường do việc thiếu dầu bôi trơn cục bộ hoặc không đủ áp suất tạo nêm dầu bôi trơn lên các chi tiết khi điều kiện tải trọng hay ứng suất quá lớn sinh ra sự hàn dính và nghiền hoặc do ăn mòn gây lên. Những hạt hình cầu cũng sinh ra do môi của các chi tiết chuyển động quay như phần trên đã nói. Các hạt cầu do môi kích thước khoảng từ 3-5µm trong khi các hạt cầu do ăn mòn, hàn dính và nghiền kích thước khoảng 10µm.

Hình 1 thể hiện 4 dạng hạt mài mòn chính sau khi được xử lý pherrogram và đọc bằng kính hiển vi quang học độ phân dải 2.4µm/pixel.



Hình 1. Các dạng hạt mài mòn chính của động cơ diesel

### 3. Mạng nơ ron nhân tạo và khả năng nhận dạng tự động các dạng hạt mài

Mạng nơ ron nhân tạo (ANN) được biết đến với khả năng phân loại và nhận dạng số liệu đa biến, phức tạp và đã được ứng dụng rất nhiều trong các công trình khoa học liên quan đến mô hình hóa, nhận dạng, chẩn đoán động cơ diesel. Về cơ bản một mạng nơ ron nhân tạo bao gồm các thành phần cơ bản như sau:

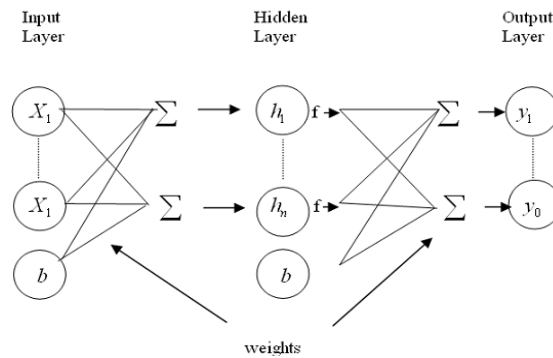
- Các đơn vị xử lý (các nơ ron) ( $x_i, y_i, h_i$ ) làm nhiệm vụ nhận các tín hiệu từ các nơ ron khác hoặc từ tín hiệu đầu vào sau đó xử lý và truyền tín hiệu ra tới các nơ ron khác (thêm ;)
- Các trọng số (weights) để phù hợp hóa tín hiệu của các nơ ron với nhau (thêm ;)
- Một hàm kích hoạt (activate function- $f$ ) xác định mức độ kích hoạt của các nơ ron dựa trên ảnh hưởng của sự tổng hợp tín hiệu vào.

Có nhiều loại mạng nơ ron nhân tạo, mạng MLP là một trong những mạng được sử dụng rộng rãi nhất. Hình 2 mô tả một mạng MLP cơ bản với một lớp ẩn (hidden layer). Mạng được huấn luyện bằng phương pháp có giám sát, tức là mỗi một tín hiệu vào được nhận từ ngoài đều được kết hợp với một tín hiệu ra mong muốn chuẩn.

Thông thường các trọng số (weights) được tổng hợp dần và sau mỗi lượt học của mạng các trọng số sẽ được cập nhật sao cho lỗi giữa tín hiệu ra của mạng và tín hiệu r among muốn là nhỏ nhất. Thuật toán huấn luyện này gọi là thuật toán lan truyền ngược lỗi (back propagation):

$$MinE = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (t_i - y_i)^2$$

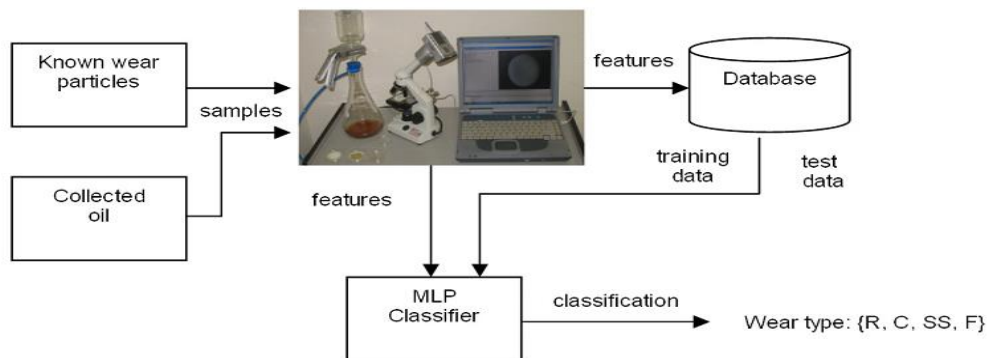
Trong đó:  $y_i$ : là tín hiệu ra của mạng,  $t_i$ : là tín hiệu đích tương ứng mong muốn;  $n$  là kích thước không gian dữ liệu (thông số chẩn đoán).



Hình 2. Mô hình một mạng MLP cơ bản gồm một lớp ẩn

#### 4. Nhận dạng các hạt mài bằng mạng MLP

Mô hình chung của bài toán nhận dạng hạt mài được thể hiện ở hình 3. Bằng việc thu thập các mẫu dầu từ động cơ (collected oil), các mẫu dầu (sample) sẽ được đưa vào xử lý và đọc bằng máy phân tích Ferrograph để tách các hạt mài sau đó hình dạng các hạt mài sẽ được đọc bằng kính hiển vi quang học. Đặc điểm hình học của các hạt mài đọc được sẽ được diễn giải theo các kích thước đặc trưng. Kết hợp kiến thức chuyên gia về những hiểu biết về hình dạng của 4 loại hạt mài mòn cơ bản ta sẽ có được bộ dữ liệu (data base). Bộ dữ liệu này sẽ được dùng để đưa vào mạng MLP (MLP classifier) để huấn luyện (training) và kiểm tra (test). Khi việc huấn luyện và kiểm tra đạt yêu cầu thì sẽ cho phép nhận dạng loại hạt mài tự động khi đưa bất kỳ mẫu dầu nào khác vào mô hình.



Hình 3. Mô hình bài toán nhận dạng các loại hạt mài mòn của động cơ

#### Thu thập và xử lý dữ liệu

Bộ dữ liệu được thu thập để đưa vào mô hình mạng được mô tả trong bảng 1. Các hình ảnh về 4 dạng hạt mài chính được thu thập và được diễn giải theo các đặc điểm hình học cơ bản để phân loại. Theo [7] có nhiều cách để nhận dạng đặc điểm hình học của từng dạng hạt mài để phù hợp với thông số để mạng có thể hiểu được. Trong nội dung bài báo, tác giả sử dụng phương pháp diễn giả (width) thước chính (major diameter), kích thước phụ (minor diameter), độ ferret, độ dãn dài (elongation), hệ số kích thước (aspect ratio).

Bộ dữ liệu được lựa chọn gồm thông số hình học của 80 mẫu hạt mài có kích thước khác nhau nằm trong 4 dạng hạt mài mòn cơ bản. Trong đó 80% bộ dữ liệu dùng để huấn luyện mạng, 10% kiểm tra chéo – cross validation, và 10% còn lại để thử độ tin cậy của mạng – test.

Bảng 1. Đặc điểm hình học của một số hạt mài hình cắt (co bảng lại cho vừa khổ)

Cutting	Area	Perimeter	Width	Height	Major diam	Minor diam	Circularity	Feret	Elongation	Aspect ratio
1	1436.57	385.25	108.38	83.43	50.65	30.20	0.12	113.57	2.9895	1.2978
2	1408.21	469.78	120.12	98.82	55.24	32.46	0.08	123.70	3.9898	1.2155

3	1333.99	431.45	108.28	100.59	55.08	30.84	0.09	120.36	3.5445	1.0764
4	766.43	347.65	91.12	84.02	46.57	20.95	0.08	105.93	2.6354	1.0845
5	1533.91	491.82	120.71	108.28	56.21	34.74	0.08	128.62	4.2361	1.1147
6	1093.10	376.65	90.53	100.00	56.43	24.66	0.10	122.71	2.5524	0.9503
7	981.41	401.65	117.75	50.89	56.79	22.00	0.08	118.24	2.2647	2.3138
8	965.65	406.38	97.63	99.41	51.01	24.10	0.07	118.49	2.7922	0.9820
9	1325.58	554.81	129.59	95.27	60.74	27.79	0.05	150.86	2.6876	1.3602
10	1206.54	531.65	118.34	100.00	48.24	31.85	0.05	118.49	4.8865	1.1834

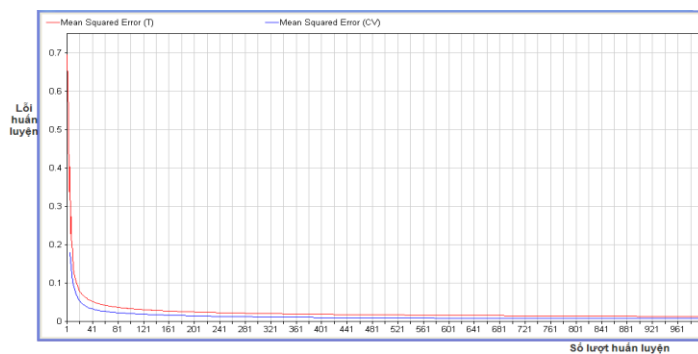
Đơn vị:  $\mu\text{m}$

Để mạng có thể nhận dạng tốt dữ liệu, bộ dữ liệu được xử lý trước (pretreatment) bằng tuyến tính hóa bằng bộ công cụ smooth data trong Matlab [5]. Bộ dữ liệu được từ phân tích các mẫu dầu được trên các tàu Fortune Navigator, Doniambo, Jules Garnier...[1,4]

### Huấn luyện và kiểm tra độ tin cậy của mạng

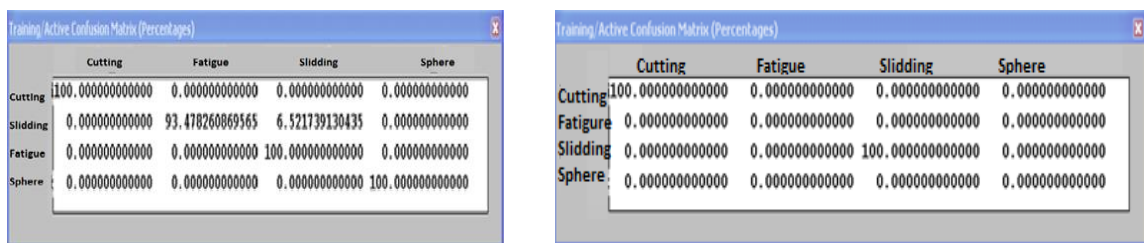
Bộ dữ liệu sau khi được thu thập xử lý được đưa vào mạng MLP để huấn luyện. Trong mô hình mạng MLP của mình, tác giả sử dụng mạng gồm 5 nơ ron đầu vào (input neurons), 10 lớp ẩn (hidden layers) và 4 nơ ron cho lớp ra (output neurons). Mạng được xây dựng bằng phần mềm Neuro Solution 5.1, đây là phần mềm khá chuyên về xây dựng mạng nơ ron nhân tạo.

Kết quả huấn luyện được coi là thành công khi lỗi huấn luyện (MSE – Mean Square Error) giảm dần và nhỏ hơn 0.1. Hình 4 thể hiện kết quả huấn luyện giảm dần từ 0.7 đến 0.01 là đạt yêu cầu về huấn luyện.



Hình 4. Lỗi huấn luyện của mạng

Ma trận kết quả huấn luyện cho thấy, với các dạng hạt mài hình cắt và hình cầu mạng nhận dạng đúng 100%, với các dạng hạt mài do mài và trượt có 6.52% nhầm từ hạt mài sang trượt vì các dạng hạt mài này hình dạng khá giống nhau. Kết quả như vậy được coi là đủ tin cậy để nhận dạng dữ liệu mới.



Hình 5. Ma trận kết quả huấn luyện và kiểm tra độ tin cậy của mạng

Dùng 10% dữ liệu còn lại (testing data) để kiểm tra, kết quả cho thấy mạng nhận dạng đúng 100% các loại hạt mài. Như vậy có thể nói mạng đã đủ tin cậy để nhận dạng các dữ liệu mới tương tự.

---

## 5. Kết quả và thảo luận

Kết quả của bài báo cung cấp thêm công cụ hữu ích trong việc phân tích hình thái học các dạng hạt mài mòn của động cơ chứa đựng trong dầu bôi trơn. Đây là bước quan trọng tiếp theo trong việc hình thành bài toán chẩn đoán tình trạng kỹ thuật của động cơ bằng việc phân tích các chỉ tiêu kỹ thuật của dầu bôi trơn đầy đủ.

Việc sử dụng công nghệ mạng nơ ron nhân tạo cho phép chẩn đoán nhanh các kết quả có được nhờ sự tận dụng các kiến thức hiểu biết về hình dạng các hạt mài mòn của những trung tâm nghiên cứu hay các chuyên gia kỹ thuật. Nó cho phép các chủ tàu, kỹ thuật công ty hay các kỹ sư khai thác máy có được thông tin hiệu quả về trạng thái kỹ thuật của động cơ mà không cần quan tâm quá sâu sắc về lý thuyết ma sát và mài mòn.

Các thông số về dạng hình học của các dạng hạt mài càng nhiều, các đặc trưng thì mạng sẽ nhận dạng càng chính xác. Đây là vấn đề sẽ được tác giả tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện hơn ngoài việc sử dụng 10 dạng kích thước cơ bản như trong bài báo.

Nghiên cứu tổng hợp và lập mô hình chẩn đoán cụ thể từ các chỉ tiêu đơn giản đến phức tạp của các mẫu dầu bôi trơn để đạt được hiệu quả cao nhất, tiết kiệm thời gian, chi phí cũng sẽ là vấn đề được tác giả tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] PGS.TS. Nguyễn Đại An, Ths. Mai Thế Trọng, *Khả năng sử dụng công nghệ mạng nơ ron nhân tạo dựa trên việc phân tích các chỉ tiêu kỹ thuật của dầu nhớt để mô hình hóa và xác định trạng thái kỹ thuật của động cơ diesel tàu thủy đang khai thác*, Bài báo khoa học, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, tháng 9.2012.
- [2] Nguyễn Tuấn Minh, *Chẩn đoán kỹ thuật động cơ diesel trên cơ sở phân tích tính chất lý hoá của dầu bôi trơn và hạt mài chứa trong dầu*. Luận văn Tiến sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 2008.
- [3] Principe J.C., Euliano N.R., Lefebvre W.C. *Neural and adaptive systems: Fundamentals through simulations*. John Wiley & Sons, 2000. – 656 p.
- [4] TS. Lê Văn Điềm. Ths. Mai Thế Trọng, *Nhận dạng trạng thái kỹ thuật của động cơ A38 trên tàu VINAFCO 25 bằng mạng nơ ron nhân tạo MLP*, Bài báo khoa học, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, tháng 4.2009.
- [5] Matlab – Neural networks tool box, 2005.
- [6] Nguyen D., Widrow B. (1990) *Improving the Learning Speed of 2-Layer Neural Networks by Choosing Initial Values of the Adaptive Weights*, Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks, San Diego, USA, , vol.3, p. 21-26.
- [7] Xu, K., Luxmoore, A.R., Jones, L.M., Deravi, F. (1998) *Integration of neural networks and expert systems for microscopic wear particle analysis*, Knowledge-Based Systems vol. 11, p. 213-227.
- [8] Yan, X.P., Zhao, C.H., Lu, Z.Y., Zou, X.C., Xiao, H.L. (2005) *A study of information technology used in oil monitoring*, Tribology International, vol. 38, p. 879-886.

---

**Người phản biện: PGS.TS. Lê Văn Điềm, PGS.TS. Lê Văn Học**

---

## NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA PHƯƠNG THỨC ĐIỀU CHẾ KẾT HỢP OQPSK-OFDM THE OPERATIVE PRINCIPLE OF COMBINATIVE MODULATION MODE OQPSK-OFDM

**PGS.TS. LÊ QUỐC VƯỢNG**  
*Khoa Điện - Điện tử, ĐHHH Việt Nam*

### **Tóm tắt**

*Bài viết đưa ra một số mô phỏng về nguyên lý hoạt động của một giải pháp điều chế đặc biệt có thể ứng dụng rất hiệu quả trong thông tin vô tuyến dưới nước, đó là Phương thức điều chế kết hợp OQPSK-OFDM.*

## Abstract

This article provide some simulations about the operative principle of a special modulation resolution what is able applied with high effect in the underwater wireless communication: Combinative Modulation Mode OQPSK-OFDM.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kết quả các nghiên cứu về kênh thủy âm đi đến một số nhận xét là nó có những đặc điểm cơ bản khác biệt rất nhiều so với các kênh thông tin trên mặt nước, trong đó đáng chú ý nhất là:

- Về đặc tính tần số của kênh thủy âm:

\* Tần số công tác là **rất thấp** (nằm trong dải dao động của sóng âm thanh);

\* Độ rộng băng tần **rất hẹp** và độ gợn sóng **khá lớn**; (dùng dấu . thay cho ;)

- Kênh thủy âm chịu ảnh hưởng của hiệu ứng đa đường **rất mạnh**;

- Tốc độ lan truyền của sóng thủy âm là rất chậm, khoảng 1500m/s (nhỏ hơn rất nhiều so với tốc độ lan truyền của sóng điện từ như vận tốc ánh sáng  $3 \times 10^8$ m/s); Cùng với các đặc tính tần số như trên dẫn đến tốc độ truyền thông hay cụ thể là tốc độ phát bit là **rất nhỏ**.

Vì vậy việc nghiên cứu về các quá trình xử lý tín hiệu, đặc biệt là các quá trình điều chế, là rất cần thiết để có thể tìm ra một giải pháp phù hợp cho hệ thống thông tin vô tuyến dưới nước. Trong đó, một số các giải pháp hiện hữu là:

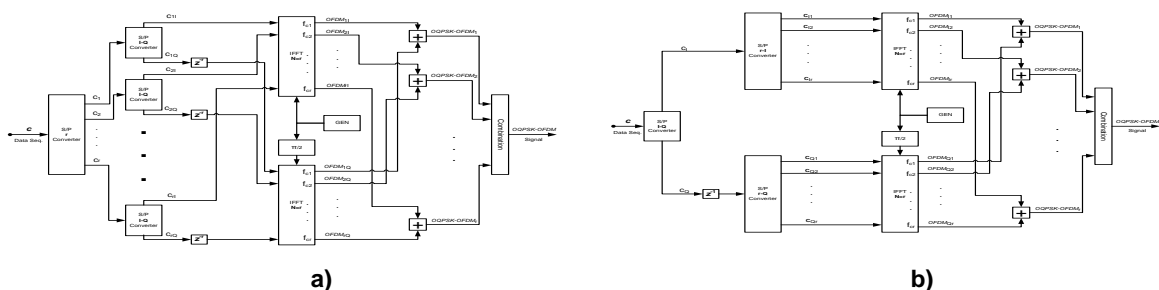
- Điều chế Đa sóng mang có các sóng mang con trực giao (MC-OFDM) và lợi thế nổi bật nhất là: Tần số sóng mang rất thấp; Tổng bề rộng phổ tín hiệu điều chế là khá hẹp; Do có sự phân tập tín hiệu thông tin cả theo thời gian và tần số nên có tác dụng làm suy giảm rất nhiều ảnh hưởng hiệu ứng nhiễu đa đường. (dùng dấu ; thay cho dấu .)

- Điều chế Khóa dịch pha vuông góc so le (OQPSK) với các ưu điểm đặc biệt là: Tăng được tốc độ phát bit lên 2 lần mà không cần tăng tần số sóng mang; Giải pháp OQPSK không có sự gián đoạn pha đồng thời (Chuyển trạng thái qua gốc tọa độ) như QPSK lên được chọn là phương thức điều chế phù hợp cho thông tin vô tuyến dưới nước.

Để thỏa mãn các điều kiện phức tạp của kênh thủy âm thì giải pháp kết hợp của các phương thức điều chế trên đây lại sẽ đi đến một phương án phù hợp, tận dụng được các lợi thế đặc biệt của chúng. Mặt khác, trong lĩnh vực xử lý cũng như điều chế tín hiệu việc kết hợp của các phương thức nhằm đi đến giải pháp kỹ thuật hoàn thiện cũng thường được thực hiện, ví dụ như phương pháp điều chế APK là sự kết hợp của ASK và PSK. Vì vậy bài viết này sẽ đề cập đến một **giải pháp Điều chế kết hợp OQPSK-OFDM** với nội dung là trình bày về cấu trúc thực hiện, nguyên lý hoạt động của nó và để có thể phân tích, diễn tả một cách chính xác, khoa học và trực quan, tác giả đã xây dựng các chương trình mô phỏng máy tính.

## II. CÁC PHƯƠNG ÁN THỰC HIỆN ĐIỀU CHẾ KẾT HỢP OQPSK-OFDM

Có thể đưa ra 2 phương án thực hiện điều chế kết hợp OQPSK-OFDM với các cấu trúc tương ứng như hình 1a và 1b dưới đây.



Hình 1. Sơ đồ khối cấu trúc 2 phương án Điều chế kết hợp OQPSK-OFDM

Sự khác biệt cơ bản của 2 cấu trúc này là thứ tự phân tập dãy dữ liệu thông tin. Đối với phương án 1, dãy dữ liệu đầu vào ngay lập tức được phân chia thành  $r$  luồng dữ liệu tốc độ thấp, sau đó đưa tới các bộ phân chia kênh đồng pha  $I$  và kênh vuông góc  $Q$ . Ngược lại, trong phương án 2 dãy dữ liệu chỉ cần 1 bộ phân chia kênh đồng pha  $I$  và kênh vuông góc  $Q$  và 2 bộ phân chia thành  $r$  luồng dữ liệu tốc độ thấp. Các bộ trễ của phương án 1 làm trễ  $r$  nhịp ( $z^r$ ) còn phương án 2 lại chỉ cần 1 bộ trễ làm trễ 1 nhịp ( $z^1$ ). Phần còn lại của cả 2 phương án cấu trúc tương tự nhau.

Thông số kết cấu cơ bản chung của cả 2 phương án là Số luồng tín hiệu điều chế OFDM  $r$ . Một thông số hoạt động quan trọng khác thường gặp trong thiết kế, tính toán và mô phỏng là Thời gian kéo dài bit  $T_b$ , nó quyết định tốc độ phát bit  $R=1/T_b$  và giới hạn dưới của tần số sóng mang  $f_c$  theo điều kiện Nyquist:  $f_{c\min} \geq 2F_{\max}$ . Từ các thông số này, ta có thể xác định quan hệ sau:

- Do phân  $r$  luồng nên symbol OFDM có  $r$  bit và cũng do phân 2 kênh OQPSK, kết quả 1 symbol OQPSK-OFDM gồm  $2r$  [bit]. Ký hiệu  $T_s$  là thời gian kéo dài symbol OQPSK-OFDM, ta có:

$$T_s = 2rT_b$$

- Chu kỳ lặp symbol nhỏ nhất:

$$T_{s\min} = 2T_s = 4rT_b$$

- Tần số cơ bản lớn nhất:

$$F_{\max} = 1/T_{s\min} = 1/4rT_b \quad (2.1)$$

- Tần số sóng mang nhỏ nhất (Nyquist):

$$f_{c\min} = 2F_{\max} = 1/2rT_b$$

Từ cách phân bố phổ của tín hiệu băng gốc và các tín hiệu điều chế băng con theo hình 2, có thể xác định các tần số sóng mang là:

$$f_{c1} = f_{c\min} = 2F_{\max}$$

$$f_{c2} = f_{c1} + F_{\max} = 3F_{\max}$$

$$f_{c3} = f_{c2} + F_{\max} = 4F_{\max}$$

...

$$f_{cr} = f_{c(r-1)} + F_{\max} = (r+1)F_{\max} \quad (2.2)$$

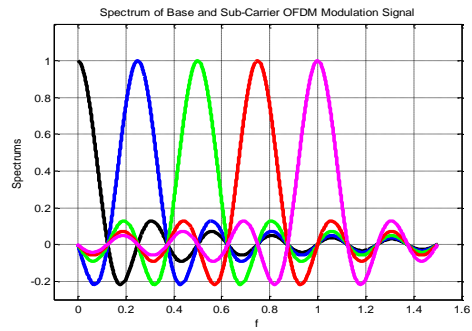
Các tần số giới hạn phổ tín hiệu điều chế là:

$$f_{\min} = F_{\max}$$

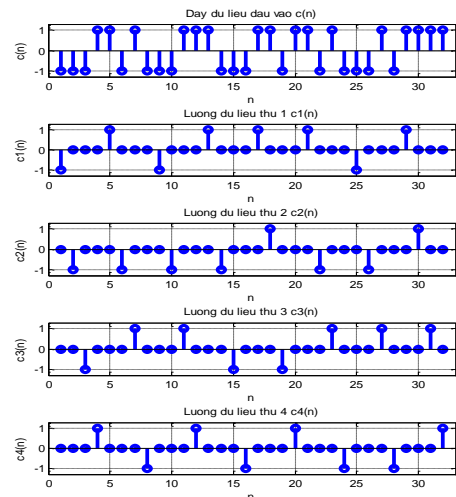
$$f_{\max} = f_{cr} + F_{\max} = (r+2)F_{\max}$$

Độ rộng băng thông tín hiệu điều chế là:

$$B = f_{\max} - f_{\min} = (r+1)F_{\max} \quad (2.3)$$



Hình 2. Phổ của các tín hiệu OFDM



Hình 3. Phân luồng dữ liệu CT1

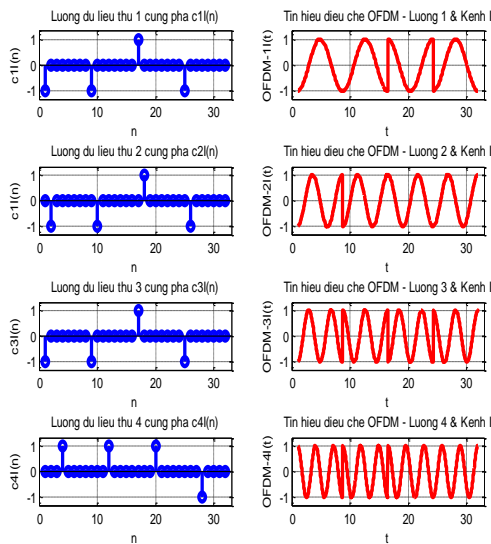


Từ các công thức (2.2) và (2.3), để giảm  $f_{ci}$  và  $B$  ta có thể giảm  $F_{max}$ , mà từ (2.1), không cần tăng  $T_b$  (sẽ làm giảm tốc độ phát bit  $R$ ) ta sẽ tăng số luồng phân tập tín hiệu  $r$ .

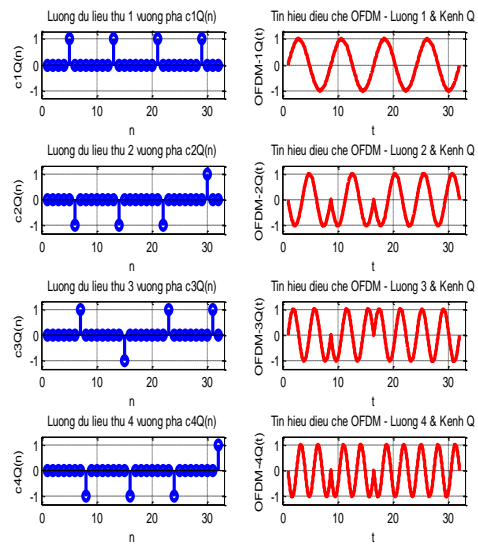
### III. MÔ PHỎNG NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA CÁC PHƯƠNG ÁN ĐIỀU CHẾ KẾT HỢP OQPSK-OFDM

Giả thiết dữ kiện mô phỏng là  $T_b = 1[s]$ ; Số luồng phân tập dữ liệu vào  $r = 4$ ; Dãy dữ liệu vào d như nhau.

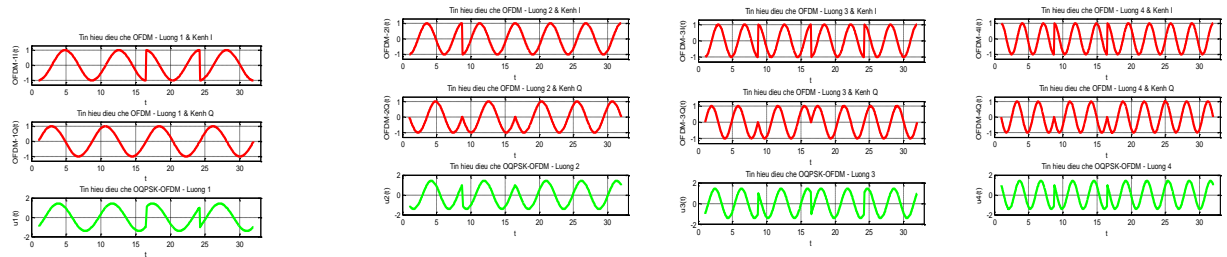
Kết quả mô phỏng nguyên lý hoạt động của phương án cấu trúc 1 (CT1) có dạng tín hiệu từ hình 3 đến 6 và 11. Kết quả mô phỏng nguyên lý hoạt động của phương án cấu trúc 2 (CT2) có các dạng tín hiệu từ hình 7 đến 12.



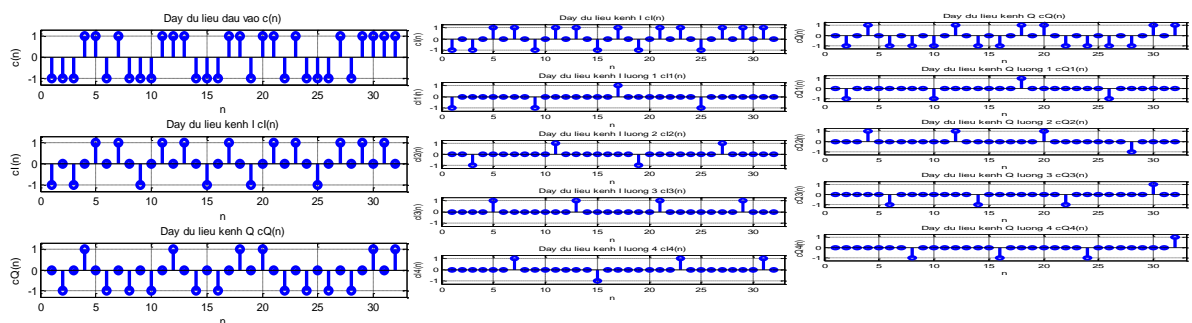
Hình 4. Điều chế OFDM kênh I (CT1)



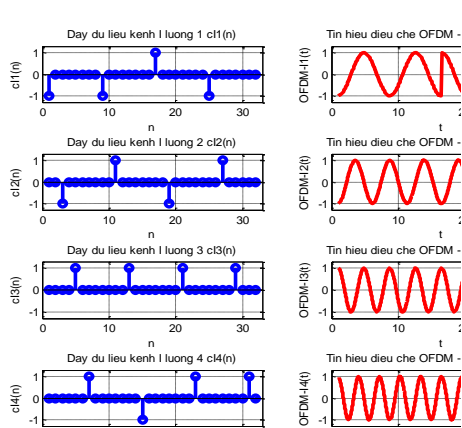
Hình 5. Điều chế OFDM kênh Q (CT1)



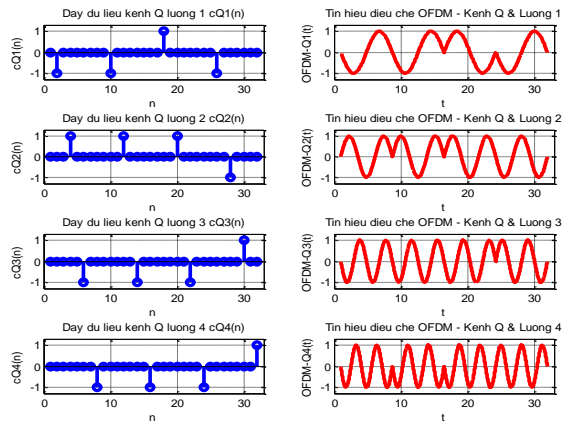
Hình 6. Tín hiệu điều chế OQPSK– MC OFDM của các luồng dữ liệu CT1



Hình 7. Phân tập tín hiệu tương ứng CT2

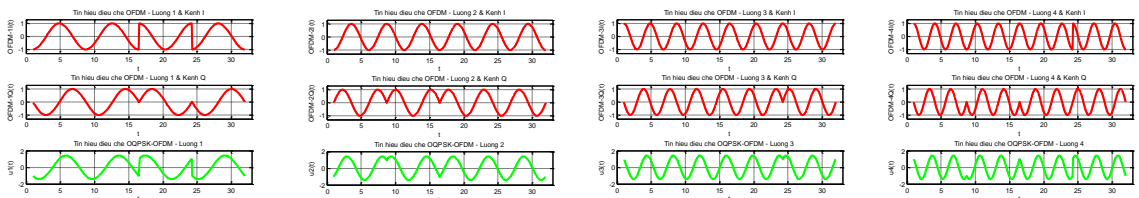


Hình 8. Điều chế OFDM kênh I (CT2)



Hình 9. Điều chế OFDM kênh Q (CT2)

Từ đồ thị của các dạng tín hiệu trên, chúng ta có thể so sánh về nguyên lý hoạt động của 2 cấu trúc là:

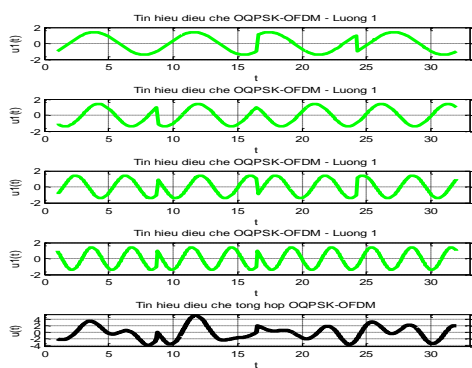


Hình 10. Tín hiệu điều chế OQPSK- MC OFDM của các luồng dữ liệu CT2

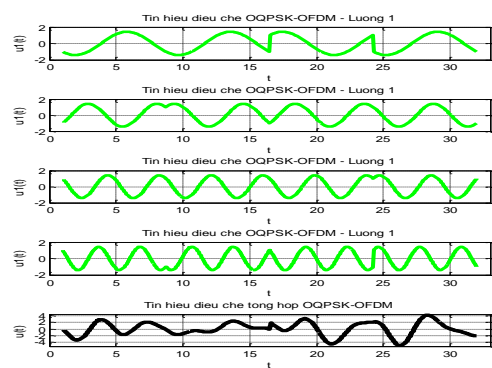
$c1I \equiv c1$  – cùng mang thông tin của các bit 1, 9, 17, 25, ...

$c4Q \equiv cQ4$  – cùng mang thông tin của các bit 8, 16, 24, 32, ...

Còn lại các tín hiệu từng cặp một là khác nhau:  $c2I \neq cI2$ ;  $c3I \neq cI3$ ;  $c4I \neq cI4$  và  $c1Q \neq cQ1$ ;  $c2Q \neq cQ2$ ;  $c3Q \neq cQ3$ . Điều này có thể giải thích ví dụ là:  $c2I$  – mang thông tin của các bit 2, 10, 18, 26, ... còn  $cI2$  – mang thông tin của bit khác hẳn 3, 11, 19, 27, ...;  $c3Q$  – mang thông tin của các bit 7, 15, 23, 31, ... còn  $cQ3$  – mang thông tin của bit khác hẳn 6, 16, 19, 32, ... Kết quả các tín hiệu OQPSK-OFDM của mỗi luồng tương ứng là khác nhau và dẫn đến tổ hợp tín hiệu của 2 cấu trúc là hoàn toàn khác nhau mặc dù chúng có cùng một dãy dữ liệu thông tin đầu vào.



Hình 11. Tổ hợp tín hiệu OQPSK-OFDM CT1



Hình 12. Tổ hợp tín hiệu OQPSK-OFDM CT2

---

#### IV. KẾT LUẬN

Bằng phương pháp mô phỏng, chúng ta đã khảo sát một cách rất chi tiết nguyên lý hoạt động của các cấu trúc thực hiện điều chế kết hợp OQPSK và OFDM. Cũng từ đó có thể thấy giải pháp điều chế kết hợp OQPSK-OFDM là phù hợp với các yêu cầu, điều kiện của kênh thông tin thủy âm.

Nhưng ở mức độ cao hơn, để có thể đánh giá được hiệu quả của giải pháp điều chế kết hợp này hoặc nhằm so sánh giữa các phương án cấu trúc với nhau chúng ta cần có các chương trình mô phỏng toàn bộ hệ thống (Phát – Thu hay Điều chế - Giải điều chế). Các chương trình này được coi là phần nghiên cứu phát triển, nâng cao, đi sâu hơn và sẽ trình bày trong các báo cáo khoa học tiếp theo.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J. G. Proakis, M. Salehi, *Contemporary Communication System using MATLAB*, Brooks/Cole Publishing Company, Northeastern University, Canada, 2000.
- [2] J. G. Proakis, M. Salehi, *Communication Systems Engineering*, Upper Saddle River, Prentice Hall, Inc., USA, 1994.
- [3] E. Bejjani, J. C. Belfiore, *Multicarrier Coherent Communications for The Underwater Acoustic Channel*, in Proc. of OCEANS, Sept. 1996, pp. 1125-1130.
- [4] R. Bradbeer, E. Law, L. F. Yeung, *Using OFDM in a Modem for Underwater Wireless Communications System*, in Proc. of IEEE International Conference on Consumer Electronics, June 2003, pp. 360-361.

---

**Người phản biện: TS. Trần Sinh Biên, PGS.TS. Hoàng Xuân Bình**

---

### THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUẢN LÝ CÔNG SUẤT CHO TRẠM PHÁT ĐIỆN TÀU THỦY DESIGN OF POWER MANAGEMENT SYSTEM FOR MARINE ELECTRICAL POWER STATION

**TS. HOÀNG ĐỨC TUẤN**

*Khoa Điện - Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam*

#### Tóm tắt

*Hệ thống quản lý công suất là một phần quan trọng của hệ thống tự động, năng lượng điện trên tàu thủy và đặc biệt đối với các tàu trang bị chân vịt điện. Hệ thống quản lý công suất điều khiển trạm phát điện để tối đa hóa khả năng ngăn ngừa mất điện toàn tàu và giảm thiểu mức tiêu thụ nhiên liệu. Ngoài ra, hệ thống quản lý công suất còn làm giảm chi phí bảo trì thông qua các thiết bị bảo vệ để hạn chế những lỗi và hỏng hóc.*

#### Abstract

*The Power management system is a crucial part of the automation, power systems on ships, and in particular for ships with electric propulsion. The Power Management System controls the electrical power station in order to maximize the blackout prevention capabilities and minimize the fuel consumption. In addition, the power management system reduces the maintenance costs through protection equipment against faults and malfunctions.*

**Key words:** Power management system, marine electrical power station, blackout prevention.

#### 1. Giới thiệu

Quản lý công suất, năng lượng đã phát triển như một sự tất yếu cho việc tự động hóa và điều khiển hệ thống điện năng tàu thủy [4, 6]. Trước đây người vận hành thực hiện việc quản lý công suất, năng lượng bằng tay như khởi động, dừng các máy phát điện bằng cách quan sát trạng thái hiện tại của lưới điện tàu thủy với các thiết bị đo công suất tác dụng, phản tác dụng, ampe kế, tần số kế, vôn kế...Việc xác định thời điểm hòa các máy phát điện vào công tác song song được thực hiện bằng tay nhờ hệ thống đèn tắt, đèn quay và đồng bộ kế, đây cũng là một trong những nguyên nhân có thể làm sập lưới điện và mất điện toàn tàu nếu người vận hành xác định sai thời điểm đóng máy phát lên lưới.

---

Vào những năm cuối của thế kỷ 20, các hệ thống truyền động điện chân vịt được phát triển mạnh mẽ, đặc biệt là các tàu khách, tàu du lịch, tàu phá băng, tàu công trình... đã đặt ra một yêu cầu mới đối với hệ thống quản lý công suất, năng lượng. Tất cả các thiết bị điện trên tàu được nối tới hệ thống phân phối điện năng, do vậy bất cứ một sự thay đổi nào của tải cũng như nhiễu loạn của lưới điện cũng đều ảnh hưởng đến các phụ tải khác, các máy phát điện và sự ảnh hưởng lẫn nhau giữa chúng [1, 2, 3, 5, 6].

Trên các con tàu thế hệ mới với hệ thống năng lượng có cấu trúc phức tạp, các thiết bị bảo vệ và điều khiển hiện đại, có liên quan mật thiết đến việc thiết kế hệ thống quản lý công suất và năng lượng. Việc điều khiển tối ưu các hệ thống năng lượng trở thành hết sức cần thiết cho hoạt động an toàn của con tàu. Hơn nữa việc sử dụng năng lượng hiệu quả hơn, sẽ dẫn đến tiêu thụ nhiên liệu ít hơn. Chi phí nhiên liệu là một trong những chi phí vận hành chính cho tàu và đây là yếu tố nhận được sự quan tâm lớn của chủ tàu.

Hệ thống quản lý công suất đã trở thành phần tử tích hợp của hệ thống tự động toàn phần và hệ thống điều khiển ổn định động vị trí tàu. Đây là một đòi hỏi mới của hệ thống quản lý công suất. Trước đây, hệ thống quản lý công suất chỉ phân tích tình trạng hiện tại của lưới điện và xem xét để giới hạn số lượng phụ tải và các hệ thống điều khiển chúng.

Trong những năm gần đây, các chức năng hiện đại đã được đưa thêm vào hệ thống quản lý công suất để có thể điều khiển việc phát và tiêu thụ năng lượng tối ưu. Đó là lý do, hệ thống quản lý công suất còn được gọi là hệ thống quản lý năng lượng. Tuy nhiên điều quan trọng là phải phân biệt được sự khác nhau giữa các chức năng truyền thống và các chức năng hiện đại của hệ thống quản lý công suất, cái mà có khả năng mở ra hướng phát triển xa hơn nữa trong ngăn ngừa mất điện toàn tàu, tăng độ an toàn và giảm thiểu tiêu thụ nhiên liệu [3, 4, 6].

## **2. Chức năng và cấu trúc cơ bản của hệ thống quản lý công suất**

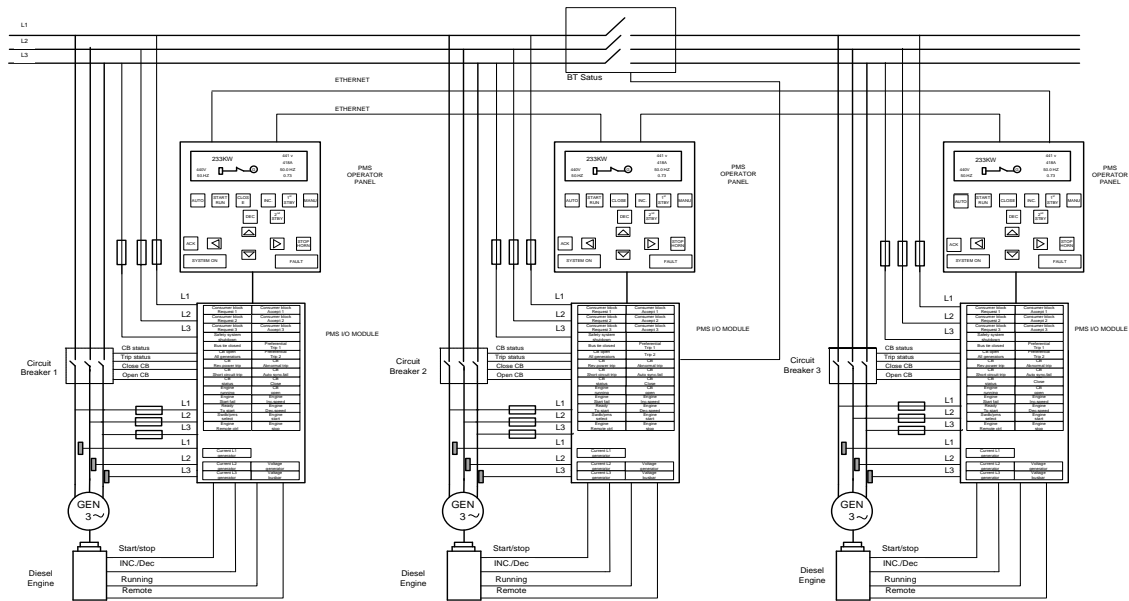
### **2.1. Các chức năng chính của hệ thống quản lý công suất**

Các chức năng chính của hệ thống quản lý công suất bao gồm [3, 4, 6]:

- Điều khiển khởi động, dừng tổ hợp Diesel – Máy phát điện;
- Bảo vệ tổ hợp Diesel – Máy phát điện;
- Tự động hòa đồng bộ, điều khiển các aptomat chính và cầu dao phân đoạn;
- Khởi động, dừng các tổ hợp Diesel – Máy phát điện khi tải nặng hoặc non tải;
- Phân chia tải giữa các máy phát điện công tác song song;
- Giám sát và ngăn ngừa khả năng mất điện toàn tàu;
- Kiểm soát và khống chế công suất của các phụ tải có công suất lớn;
- Cắt ưu tiên các phụ tải không quan trọng;
- Điều khiển tần số của mạng;
- Lựa chọn chế độ hoạt động của tàu và thực hiện khởi động tuần tự các phụ tải theo chương trình;
- Chuyển tải máy phát điện đồng trục;
- Quản lý trạm phát điện sự cố...

### **2.2. Cấu trúc cơ bản của hệ thống quản lý công suất**

Cấu trúc cơ bản của hệ thống quản lý công suất bao gồm có trung tâm xử lý, các modul vào ra số, tương tự, modul truyền thông, các panel vận hành, điều khiển, giám sát được lắp đặt trên bảng điện chính để theo dõi, giám sát các thông số của trạm phát điện và các nút ấn để điều khiển, cài đặt các thông số cho trạm phát điện hoặc đưa về giám sát, điều khiển tập trung trên máy tính ở mức cao hơn. Các panel, modul của hệ thống được kết nối với nhau thông qua cáp truyền thông và được quản lý ở nhiều cấp độ khác nhau như thu thập và xử lý, vận hành, điều khiển giám sát tập trung, điều hành con tàu và quản lý. Cấu trúc cơ bản của hệ thống được thể hiện trên hình 1.



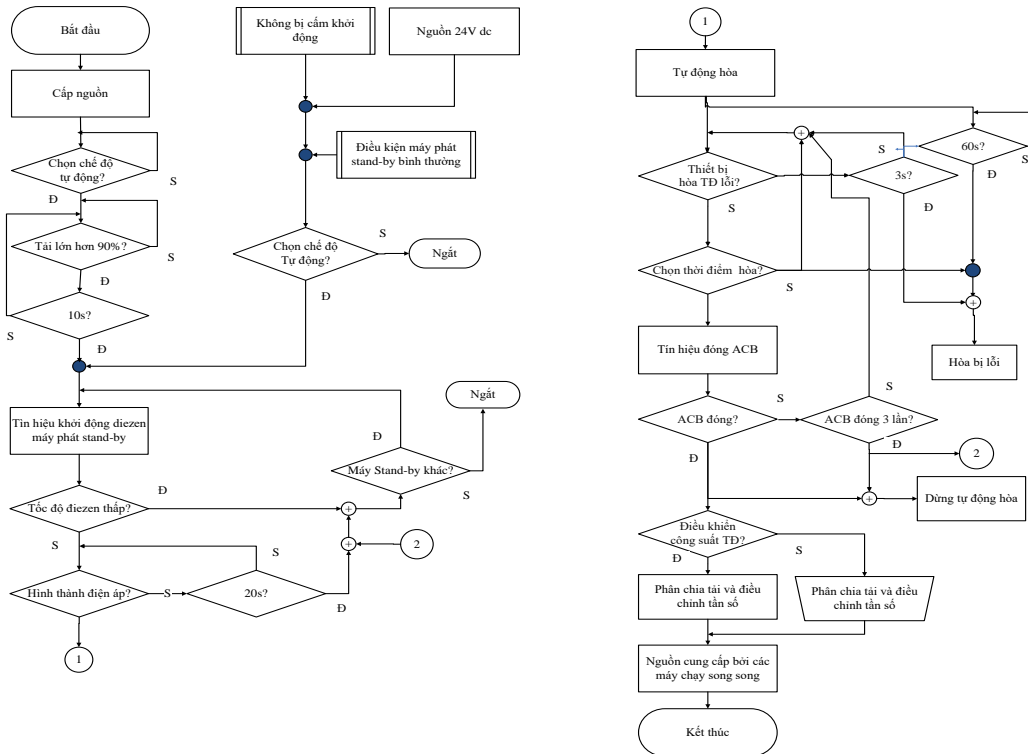
Hình 1. Cấu trúc cơ bản của hệ thống quản lý công suất (PMS)

### 3. Xây dựng hệ thống quản lý công suất

#### 3.1. Xây dựng thuật toán điều khiển cho hệ thống quản lý công suất

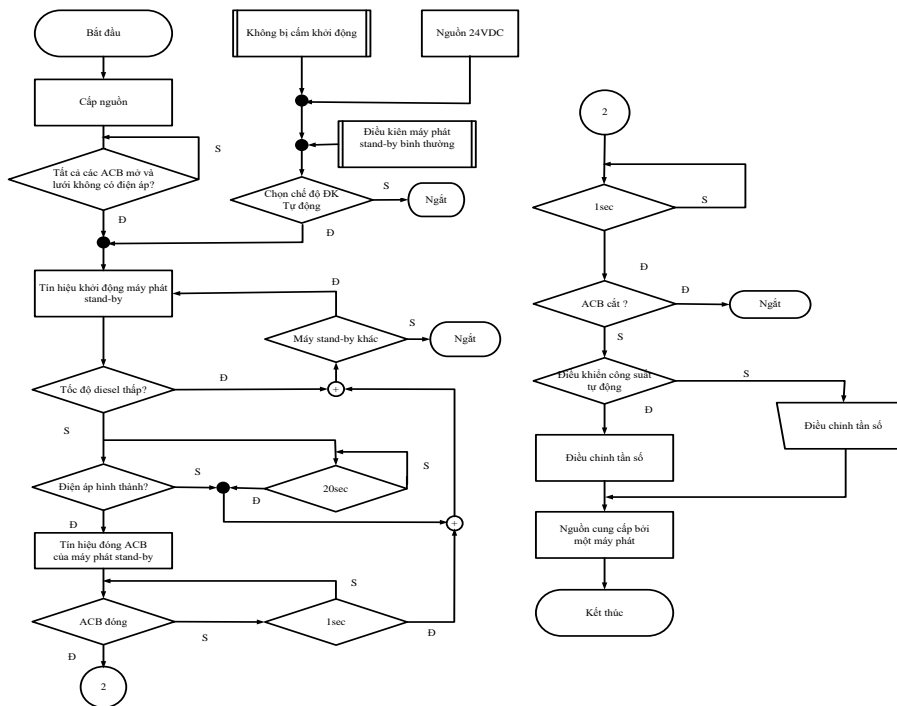
Hệ thống quản lý công suất điều khiển và giám sát toàn bộ hoạt động của trạm phát điện tàu thủy, do vậy thuật toán của hệ thống bao hàm toàn bộ quá trình điều khiển giám sát hệ thống, ở đây chỉ đưa ra một số lưu đồ thuật toán điển hình, sau đây là lưu đồ thuật toán khởi động Diesel-máy phát điện khi tải nặng và thuật toán khởi động Diesel-máy phát điện khi xảy ra mất điện toàn tàu, được thể hiện trên hình 2, 3.

##### 3.1.1 Lưu đồ thuật toán khởi động Diesel-máy phát điện khi tải nặng



Hình 2. Lưu đồ thuật toán khởi động Diesel-máy phát điện khi tải nặng

### 3.1.2. Lưu đồ thuật toán khởi động Diesel-máy phát điện khi xảy ra mất điện toàn tàu



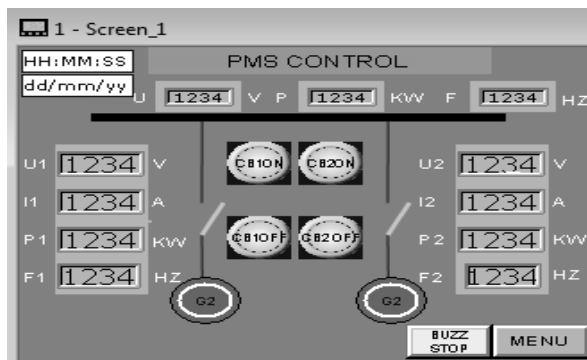
Hình 3. Lưu đồ thuật toán khởi động Diesel-máy phát điện khi xảy ra mất điện toàn tàu

### 3.2. Xây dựng chương trình điều khiển cho hệ thống quản lý công suất

Chương trình điều khiển cho hệ thống quản lý công suất được lập trình trên phần mềm STEP 7.

### 3.3. Xây dựng giao diện giám sát – điều khiển cho hệ thống quản lý công suất

Giao diện giám sát – điều khiển được thiết kế cho hệ thống quản lý công suất bao gồm trang màn hình chính, trang màn hình giám sát điều khiển các tổ hợp máy phát điện, cài đặt, báo lỗi, lịch sử báo động của hệ thống và đồ thị các thông số làm việc của trạm phát điện như tần số, điện áp, dòng điện và công suất của các máy phát điện, được giám sát liên tục theo thời gian. Một số giao diện chính của hệ thống quản lý công suất được thể hiện trên hình 4, 5.



Hình 4. Giao diện giám sát chính



Hình 5. Giao diện MENU chính

## 4. Kết luận

Hệ thống quản lý công suất thực hiện điều khiển, giám sát tự động toàn phần trạm phát điện, đảm bảo cung cấp năng lượng điện một cách liên tục, ngăn ngừa các khả năng xảy ra mất điện toàn tàu, giảm thiểu tiêu hao nhiên liệu, tăng độ an toàn, nâng cao hiệu quả kinh tế và giải phóng con người trong quá trình khai thác, vận hành hệ thống năng lượng điện tàu thủy.

---

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] GS. TSKH Thân Ngọc Hoàn, TS. Nguyễn Tiến Ban, *Trạm phát và lưới điện tàu thủy*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà nội, 2008.
- [2] Bùi Thanh Sơn, *Trạm phát điện tàu thủy*, NXB Giao thông Vận tải, Hà nội, 2000.
- [3] Mukund R. Patel, *Shipboard electrical power systems*, CRC Press, 2012.
- [4] Damir Radan, *Integrated Control of Marine Electrical Power Systems*, Doctoral thesis, Norwegian University of Science and Technology, Norway, 2008.
- [5] Hansen J. F., *Modeling and control of marine power systems*, Doctoral thesis, Norwegian University of Science and Technology, Norway, 2000.
- [6] Баранов А. П., *Судовые автоматизированные электроэнергетические системы*, Судостроение, Санкт – Петербург, 2005.

---

**Người phản biện: PGS.TS. Trần Anh Dũng**

---

## KHẢO SÁT RỄ NHÁNH CỦA DAO ĐỘNG TUẦN HOÀN TRONG HỆ TUYẾN TÍNH TỪNG KHÚC BẰNG PHƯƠNG PHÁP BẮN ĐƠN ANALYZING THE BIFURCATION OF PERIODIC VIBRATIONS OF PIECEWISE-LINEAR SYSTEMS USING THE SINGLE SHOOTING METHOD

**TS. HOÀNG MẠNH CƯỜNG**

*Viện Khoa học cơ sở, Trường ĐHHH Việt Nam*

**TS. LÊ ANH TUẤN**

*Khoa Cơ khí, Trường ĐHHH Việt Nam*

### Tóm tắt

*Trong bài báo này, đã áp dụng phương pháp bắn đơn trong việc tính toán dao động tuần hoàn của hệ dao động cưỡng bức chịu kích động điều hòa. Sự không đối xứng của hệ khảo sát dẫn đến cả độ cứng và độ cản nhớt là các hàm tuyến tính từng khúc. Việc phân tích ổn định và rẽ nhánh của hệ dao động phi tuyến đã được tiến hành bằng phương pháp tính toán số. Từ các phân tích cho thấy rằng, trong hệ khảo sát xuất hiện các rẽ nhánh nhân đôi chu kỳ và sự tồn tại đồng thời của nhiều tập hút tuần hoàn.*

### Abstract

*This article analyses the periodic vibration of harmonically excited systems using the single shooting method. Both stiffness and viscous damping are piecewise-linear functions due to non-symmetry of system. Analyzing the stability and bifurcation of nonlinear systems are carried out by numerical method. The analysis results show the existence of period-doubling bifurcation and multiple periodic attractors.*

**Key words:** Nonlinear vibration, shooting method, Bifurcation.

### 1. Mở đầu

Trong các hệ dao động máy như các bánh răng chịu tải trọng nhẹ, các hệ rotor, các hệ dao động đàn hồi, các hệ cam-cần cam, các khớp liên kết các thành phần robotic, ... tính chất tuyến tính hoặc phi tuyến từng khúc tồn tại vì khe hở giữa các thành phần. Các hệ tuyến tính từng khúc là các hệ phi tuyến mạnh, để tính toán dao động của các hệ này ta có thể sử dụng phương pháp cân bằng điều hòa gia lượng [2, 3, 4, 6]. Nhưng để đạt được độ chính xác cao, phương pháp này đòi hỏi số các thành phần điều hòa trong biểu thức nghiệm phải lớn, điều này dẫn đến ta phải giải một hệ nhiều phương trình đại số phi tuyến, đây là vấn đề rất khó khăn. Để khắc phục hạn chế này, phương pháp bắn đơn [1] tỏ ra có ưu thế hơn, vì trong phương pháp này số phương trình của hệ đại số phi tuyến chỉ tương ứng với số chiều của hệ, do đó sẽ giảm khối lượng tính toán và tăng độ chính xác của nghiệm thu được.

Trong bài báo này, đã xây dựng thuật toán khảo sát sự ổn định và rẽ nhánh của nghiệm tuần hoàn trong các hệ phi tuyến không ô tô nôm, dựa trên phương pháp bắn đơn. So sánh các kết quả tính toán với các kết quả tính bằng phương pháp cân bằng điều hòa gia lượng [6], cho thấy các kết quả hoàn toàn tương tự. Việc đưa ra thuật toán tính toán số trong bài báo này có thể dễ dàng được áp dụng để phân tích các ứng xử động lực học phức tạp như rẽ nhánh và dao động hỗn độn của các hệ kỹ thuật trong thực tế.

## 2. Phương pháp bắn đơn tìm nghiệm tuần hoàn của các hệ không ô tô nôm

Cho hệ phương trình vi phân không ô tô nôm (thêm dấu : )

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, t, \boldsymbol{\mu}) \quad (1)$$

Trong đó  $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n$ ,  $\mathbf{f} \in \mathbb{R}^n$ ,  $\boldsymbol{\mu}$  là các tham số,  $\mathbf{f}(\mathbf{x}, t, \boldsymbol{\mu})$  là hàm tuần hoàn chu kỳ  $T_e$ . Bài toán đặt ra là, ta phải đi tìm nghiệm tuần hoàn chu kỳ  $T$  của hệ (1), nghĩa là ta phải đi tìm nghiệm của hệ (1) sao cho thoả mãn điều kiện  $\mathbf{x}(0) = \mathbf{x}(T)$ . Ta đã biết, đối với các hệ không ô tô nôm, chu kỳ  $T$  của nghiệm tuần hoàn cần tìm là một bội số hữu tỷ của  $T_e$  và là một số đã biết. Do đó, để thực hiện phương pháp bắn tìm nghiệm tuần hoàn chu kỳ  $T$  của hệ (1), trước tiên, ta xét bài toán (thêm dấu : )

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, t, \boldsymbol{\mu}) \text{ với điều kiện đầu } \mathbf{x}(0) = \boldsymbol{\eta}, \quad (2)$$

sau đó, ta phải đi tìm điều kiện đầu  $\boldsymbol{\eta}$  sao cho nghiệm  $\mathbf{x}(t, \boldsymbol{\eta})$  của bài toán (2) thoả mãn điều kiện (thêm dấu : )

$$\mathbf{x}(T, \boldsymbol{\eta}) = \mathbf{x}(0) = \boldsymbol{\eta} \Leftrightarrow \mathbf{x}(T, \boldsymbol{\eta}) - \boldsymbol{\eta} = 0 \quad (3)$$

(3) là hệ  $n$  phương trình đại số phi tuyến với  $n$  ẩn số là  $\eta_k$  ( $k = 1, 2, \dots, n$ ). Để giải hệ phương trình đại số này ta có thể sử dụng các phương pháp lặp, như phương pháp Newton-Raphson được trình bày dưới đây:

Ban đầu ta cho một sự ước chừng điều kiện đầu  $\boldsymbol{\eta}^{(0)}$  và mong muốn tìm được  $\boldsymbol{\eta}$ , sao cho sai lệch  $\delta\boldsymbol{\eta} = \boldsymbol{\eta} - \boldsymbol{\eta}^{(0)}$  thoả mãn điều kiện  $\|\delta\boldsymbol{\eta}\| < \varepsilon$ , với  $\varepsilon$  là một số nhỏ cho trước, để mà (thêm dấu : )

$$\mathbf{x}(T, \boldsymbol{\eta}^{(0)} + \delta\boldsymbol{\eta}) - (\boldsymbol{\eta}^{(0)} + \delta\boldsymbol{\eta}) \approx 0 \quad (4)$$

Khai triển Taylor đối với (4) và chỉ giữ lại các số hạng tuyến tính đối với  $\delta\boldsymbol{\eta}$ , ta được (thêm dấu : )

$$\left[ \frac{\partial \mathbf{x}}{\partial \boldsymbol{\eta}}(T, \boldsymbol{\eta}^{(0)}) - \mathbf{E} \right] \delta\boldsymbol{\eta} = \boldsymbol{\eta}^{(0)} - \mathbf{x}(T, \boldsymbol{\eta}^{(0)}) \quad (5)$$

trong đó  $\mathbf{E}$  là ma trận đơn vị cấp  $n \times n$ ,  $\mathbf{x}(T, \boldsymbol{\eta}^{(0)})$  là véc tơ có  $n$  phần tử và được xác định bằng cách giải bài toán điều kiện đầu (2) trong khoảng thời gian  $t = [0, T]$ . Còn  $\partial \mathbf{x} / \partial \boldsymbol{\eta}$  là ma trận cấp  $n \times n$  các thành phần của ma trận này tại  $(T, \boldsymbol{\eta}^{(0)})$  được xác định như sau: Đạo hàm hai vế phương trình (1) theo  $\boldsymbol{\eta}$ , ta được (thêm dấu : )

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial \mathbf{x}}{\partial \boldsymbol{\eta}} \right) = D_{\mathbf{x}} \mathbf{f}(\mathbf{x}, t, \boldsymbol{\mu}) \frac{\partial \mathbf{x}}{\partial \boldsymbol{\eta}} \quad (6)$$

Ngoài ra đạo hàm của điều kiện đầu  $\mathbf{x}(0) = \boldsymbol{\eta}$  đối với  $\boldsymbol{\eta}$ , ta được (thêm dấu : )

$$\frac{\partial \mathbf{x}}{\partial \boldsymbol{\eta}}(0) = \mathbf{E} \quad (7)$$

(6) là phương trình vi phân đối với  $\partial \mathbf{x} / \partial \boldsymbol{\eta}$ , tích phân phương trình (6) với điều kiện đầu (7) trong khoảng thời gian  $t = [0, T]$ , ta được  $\partial \mathbf{x} / \partial \boldsymbol{\eta}$  tại  $(\boldsymbol{\eta}^{(0)}, T)$ . Khi ma trận  $\partial \mathbf{x} / \partial \boldsymbol{\eta}$  được xác định thì hệ (5) trở thành hệ  $n$  phương trình đại số tuyến tính với các ẩn số là  $\delta\boldsymbol{\eta}$ . Sau khi giải hệ (5), ta kiểm tra tiêu chuẩn hội tụ  $\|\delta\boldsymbol{\eta}\| < \varepsilon$ . Nếu tiêu chuẩn hội tụ không được thoả mãn, ta cập nhật lại điều kiện đầu  $\boldsymbol{\eta}^{(0)} = \boldsymbol{\eta}^{(0)} + \delta\boldsymbol{\eta}$  và quay lại các bước ở trên cho đến khi các tiêu chuẩn hội tụ được thoả mãn. Kết thúc thủ tục ta tìm được điều kiện đầu  $\boldsymbol{\eta}$  tương ứng với nghiệm tuần hoàn chu kỳ  $T$  của hệ (1).

## 3. Khảo sát rẽ nhánh của các hệ phi tuyến bằng phương pháp số

\* Bước 1: Chọn giá trị đầu  $\boldsymbol{\mu} = \boldsymbol{\mu}_0$ . Bằng phương pháp bắn, ta tìm điều kiện đầu  $\boldsymbol{\eta}_0$  và chu kỳ  $T_0$  ứng với nghiệm tuần hoàn  $(\mathbf{x}(t, \boldsymbol{\eta}_0, T_0), \boldsymbol{\mu}_0)$  của hệ (1), giả sử nghiệm này ổn định.

\* Bước 2: Chọn số gia  $\Delta\boldsymbol{\mu}$  thích hợp, lấy  $\boldsymbol{\mu} = \boldsymbol{\mu}_0 + \Delta\boldsymbol{\mu}$

\* Bước 3: Lấy  $(\boldsymbol{\eta}_0, T_0)$  làm giá trị khởi đầu cho phương pháp bắn, tìm điều kiện đầu  $\boldsymbol{\eta}$  và chu kỳ  $T$  của nghiệm tuần hoàn  $\mathbf{x}(t, \boldsymbol{\eta}, T)$  của hệ (1) tại  $\boldsymbol{\mu} = \boldsymbol{\mu}_0 + \Delta\boldsymbol{\mu}$ .

\* Bước 4: Tích phân số phương trình (1) với điều kiện đầu  $\boldsymbol{\eta}$ , ta được nghiệm tuần hoàn  $\mathbf{x}(t, \boldsymbol{\eta}, T)$ . Kiểm tra các nhân tử Floquet ứng với nghiệm này. Nếu tất cả các nhân tử Floquet đều nằm trong vòng tròn đơn vị của mặt phẳng phức thì nghiệm này là ổn định, ta cập nhật lại các giá trị



khởi đầu  $\mu_0 = \mu$ ,  $\eta_0 = \eta$ ,  $T_0 = T$  và ta quay lại từ bước 2. Nếu có nhân tử Floquet nằm trên vòng tròn đơn vị của mặt phẳng phức và nhân tử này đang có xu hướng đi ra khỏi vòng tròn đơn vị, thì ta có giá trị rẽ nhánh  $\mu$  và tiếp tục từ bước 5.

\* Bước 5: Kiểm tra hướng của nhân tử Floquet rời khỏi vòng tròn đơn vị của mặt phẳng phức

+ Nếu nhân tử Floquet là số thực, rời vòng tròn đơn vị theo hướng  $-1$ , ta có rẽ nhánh nhá đôi chu kỳ (thêm dấu .)

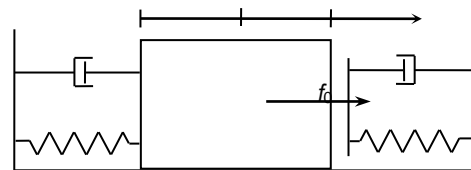
+ Nếu nhân tử Floquet là số thực, rời vòng tròn đơn vị theo hướng  $+1$ , ta có một trong các rẽ nhánh: nếp gấp-chu trình, rẽ nhánh chuyển qua giới hạn, rẽ nhánh phá hủy tính đối xứng.

+ Nếu nhân tử Floquet là số phức rời vòng tròn đơn vị, ta có rẽ nhánh Hopf loại 2.

#### 4. Tính toán dao động tuần hoàn và khảo sát rẽ nhánh của hệ tuyến tính từng khúc

##### 4.1. Mô hình động lực học của tuyến tính từng khúc

Cho mô hình dao động như hình 1, trong đó khối lượng  $m$  được nối với lò xo  $k_0$  và cản nhớt  $c_0$ , lò xo  $k_1$  và cản nhớt  $c_1$  được để tự do. Giả thiết rằng khi không có khối lượng  $m$ , hai lò xo tự do chạm nhau, khi có khối lượng  $m$ , tại vị trí cân bằng tính các lò xo với các độ cứng tương ứng  $k_0, k_1$  bị nén một đoạn tương ứng là  $d_0$  và  $d$ . Cho khối lượng  $m$  chịu tác dụng của lực kích động điều hoà  $f_0 \sin \Omega t$ . Gọi  $x$  là dịch chuyển của cạnh bên phải khối lượng  $m$  đối với vị trí của cạnh bên phải của khối lượng tại vị trí cân bằng tĩnh.



Hình 1. Mô hình dao động của hệ tuyến tính từng khúc

Phương trình vi phân dao động của hệ này có dạng (thêm dấu :)

$$m\ddot{x} + c_0\dot{x} + k_0x + c_0H(\dot{x}) + G(x) = f_0 \sin \Omega t \quad (8)$$

trong đó (thêm dấu :)

$$H(\dot{x}) = \begin{cases} c_1\dot{x} / c_0, & x > -d \\ 0, & x \leq -d \end{cases}; \quad G(x) = \begin{cases} k_1x, & x > -d \\ -k_0d_0, & x \leq -d \end{cases}$$

Bằng cách đặt  $x_1 = x$ ,  $x_2 = dx/dt$ , từ (8) ta có (thêm dấu :)

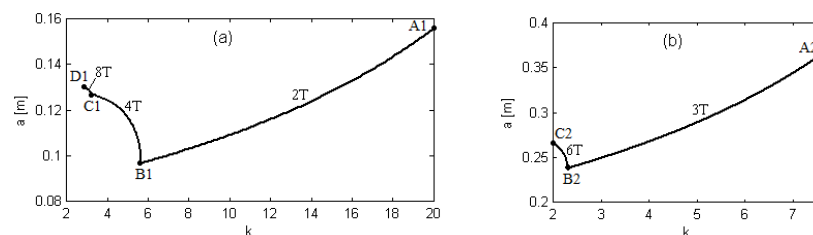
$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = [-c_0x_2 - k_0x_1 - c_0H(x_2) - G(x_1) + f_0 \sin \Omega t] / m \end{cases} \quad (9)$$

trong đó (thêm dấu :)

$$H(x_2) = \begin{cases} c_1x_2 / c_0, & x_1 > -d \\ 0, & x_1 \leq -d \end{cases}; \quad G(x_1) = \begin{cases} k_1x_1, & x_1 > -d \\ -k_0d_0, & x_1 \leq -d \end{cases}$$

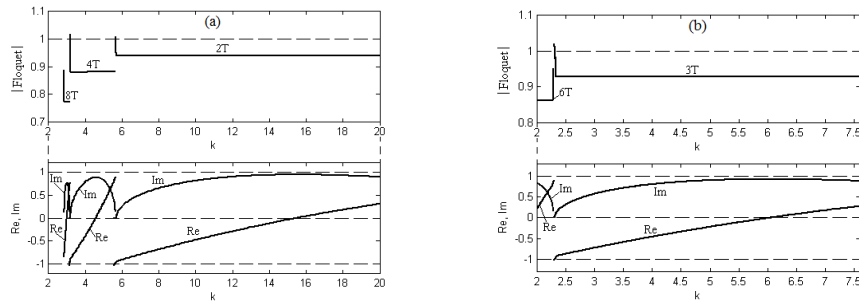
##### 4.2. Các kết quả tính toán số

Sau đây ta đi khảo sát rẽ nhánh của nghiệm tuần hoàn trong hệ (9) bằng phương pháp số. Để tính toán số, ta chọn tham số thay đổi là  $k = k_0 \cdot 10^{-3}$ , các tham số khác như sau:  $f_0 = 7,8 \cdot 10^3$ (N),  $m = 0,4 \cdot 10^3$ (kg),  $k_0 = k \cdot 10^3$ (N/m),  $k_1 = 0,9 \cdot 10^6$ (N/m),  $c_0 = 0,05 \cdot 10^3$ (Ns/m),  $c_1 = 0,5 \cdot 10^3$ (Ns/m),  $d = 5 \cdot 10^{-3}$ (m),  $\Omega = 34,56$ (rad/s).



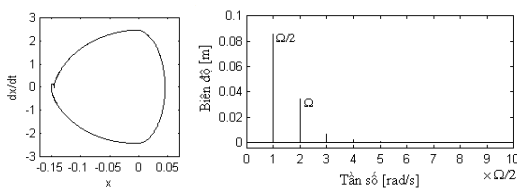
Hình 2. Biểu đồ rẽ nhánh của hệ (9).

(a) ứng với các nghiệm 2T, 4T, 6T; (b) ứng với các nghiệm 3T, 6T

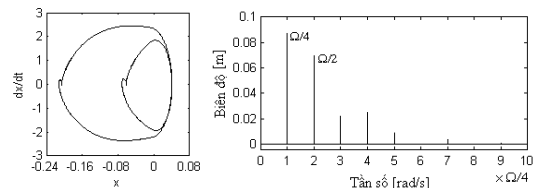


**Hình 3. Biểu đồ nhân tử Floquet của hệ (9)**  
**(a) với các nghiệm 2T, 4T, 8T; (b) ứng với các nghiệm 3T, 6T**

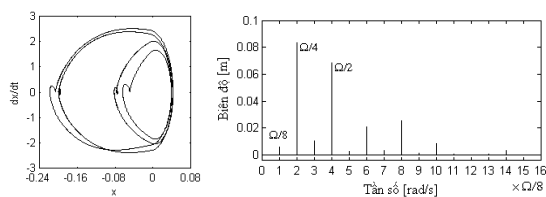
Cho  $k$  biến thiên trong khoảng  $[2; 20]$ , khi đó ta có biểu đồ rẽ nhánh của hệ được cho trên các hình 2. Từ hình vẽ ta thấy, tại  $k = 20$  ứng với điểm  $A_1$  trên hình 2a, ta tìm được một nghiệm 2-chu kỳ ổn định. Cho  $k$  giảm dần, nghiệm 2-chu kỳ này vẫn ổn định, khi  $k$  giảm đến điểm  $B_1$  ứng với  $k = 5,66$ , tại đây có một nhân tử Floquet đi ra khỏi vòng tròn đơn vị theo hướng  $-1$  (xem hình 3a) nên xuất hiện rẽ nhánh nhân đôi chu kỳ, khi đi qua giá trị này xuất hiện một nghiệm 4-chu kỳ ổn định. Tiếp tục cho  $k$  giảm xuống nghiệm 4-chu kỳ vẫn ổn định, khi  $k$  giảm đến điểm  $C_1$  ứng với  $k = 3,18$ , tại đây lại có một nhân tử Floquet đi ra khỏi vòng tròn đơn vị theo hướng  $-1$  (xem hình 3a), do đó xuất hiện một rẽ nhánh nhân đôi chu kỳ, khi đi qua giá trị này xuất hiện một nghiệm 8-chu kỳ ổn định. Nghiệm 8-chu kỳ này tồn tại cho đến giá trị  $k = 2,865$ . Mặt khác ta thấy, tại điểm  $A_2$  trên hình 2b ứng với  $k = 7,5$  xuất hiện một nghiệm 3-chu kỳ song tồn tại với nghiệm 2-chu kỳ. Nghiệm ba chu kỳ này tồn tại cho đến điểm  $B_2$  ứng với  $k = 2,3$ , tại đây có một nhân tử Floquet đi ra khỏi vòng tròn đơn vị theo hướng  $-1$  (xem hình 3b), nên xuất hiện một rẽ nhánh nhân đôi chu kỳ, khi đi qua giá trị này nghiệm 6-chu kỳ xuất hiện, nghiệm 6-chu kỳ này tồn tại ổn định cho đến  $k = 2$ . Các nghiệm 2-chu kỳ, 4-chu kỳ, 8-chu kỳ, 3-chu kỳ và 6-chu kỳ của hệ (9), tại một số giá trị của  $k$  được cho trong các hình 4 – 8.



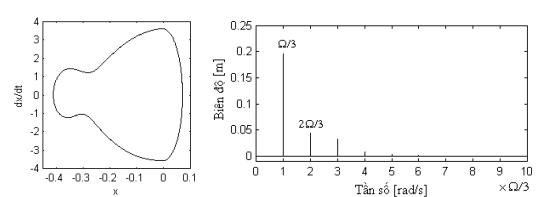
**Hình 4. Nghiệm 2-chu kỳ của hệ (9) tại  $k = 6,0$**



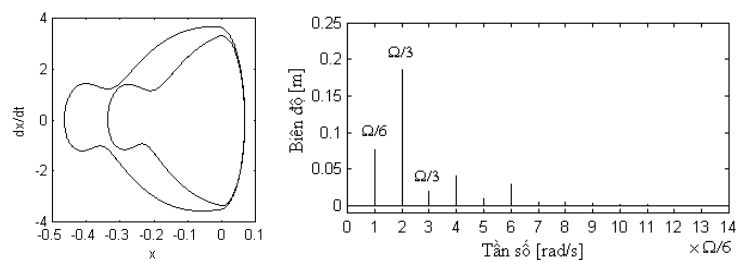
**Hình 5. Nghiệm 4-chu kỳ của hệ (9) tại  $k = 3,2$**



**Hình 6. Nghiệm 8-chu kỳ của hệ (9) tại  $k = 2,87$**



**Hình 7. Nghiệm 3-chu kỳ của hệ (9) tại  $k = 2,4$**



**Hình 8. Nghiệm 6-chu kỳ của hệ (9) tại  $k = 2,0$**

---

## 5. Kết luận

Trong bài báo này đã giới thiệu phương pháp bản đơn trong tính toán dao động tuần hoàn của các hệ dao động phi tuyến mạnh. Áp dụng phương pháp đưa, tìm nghiệm tuần hoàn và khảo sát rẽ nhánh của nghiệm tuần hoàn trong hệ dao động với độ cứng và độ cản tuyến tính từng khúc. Từ các kết quả có được ta thấy, trong hệ khảo xuất hiện các rẽ nhánh nhân đôi chu kỳ và nếu chu kỳ của nghiệm tiếp tục được nhân lên thì đến một lúc nào đó dao động của hệ trở nên hỗn loạn. Đặc biệt ta thấy xuất hiện các nghiệm 3-chu kỳ và nghiệm 6-chu kỳ song song cùng tồn tại với các nghiệm 2-chu kỳ, 4-chu kỳ và 8-chu kỳ. Nghĩa là, tại một giá trị của các tham số, có tồn tại nhiều trạng thái dao động của hệ.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nayfeh A. H., Balachandran B., *Applied Nonlinear Dynamics*, John Wiley & Sons, New York, (1995).
- [2] Xu L., Lu M. W., Cao Q., "Nonlinear vibrations of dynamical systems with a general form of piecewise - linear viscous damping by incremental harmonic balance method", *Physics Letters A* , 301 (2002), pp 65 - 73.
- [3] Wong C. W., Zhang W. S., Lau S. L., "Periodic forced vibration of unsymmetrical piecewise-linear systems by incremental harmonic balance method", *Journal of Sound and Vibration*, 149(1) (1991), pp 91 - 105.
- [4] Raghothama A., Narayanan S., "Bifurcation and chaos of an articulated loading platform with piecewise non - linear stiffness using the incremental harmonic balance method", *Ocean Engineering*, 27 (2000), pp 1087 - 1107.
- [5] Cao Q., et. al., "Analysis of period - doubling and chaos of a non - symmetric oscillator with piecewise – linearity", *Chaos, Solutions and Fractals*, 12 (2001), pp 1917 - 1927.
- [6] Xu L., Lu M. W., Cao Q., "Bifurcation and chaos of harmonically excited oscillator with both stiffness and viscous damping piecewise linearities by incremental harmonic balance method", *Journal of Sound and Vibration* , 264 (2003), pp 873 - 882.
- [7] Nguyen Van Dao, *Stability of Dynamic Systems*, Vietnam National University Publishing House, Hanoi, (1998).

---

**Người phản biện: TS. Nguyễn Mạnh Thường**

---

## **PHÂN TÍCH, THIẾT KẾ PHẦN MỀM TỰ ĐỘNG TÍNH DAO ĐỘNG XOẮN HỆ TRỤC DIESEL TÀU THỦY**

### **ANALYZING, DESIGNING THE SOFTWARE FOR AUTOMATION CALCULATING THE TORSIONAL VIBRATIONS ON THE SHAFT LINE WITH THE MARINE DIESEL ENGINE**

**PGS.TSKH. ĐỖ ĐỨC LƯU,**  
*Viện NCPT, Trường ĐHHH Việt Nam*  
**ThS. CAO ĐỨC HẠNH,**  
*Khoa CNTT, Trường ĐHHH Việt Nam*

### **Tóm tắt**

*Bài báo phân tích và thiết kế khung phần mềm tự động tính dao động xoắn (Torsional Vibrations, TV) hệ trục diesel tàu thủy. Phần mềm đảm bảo các yêu cầu của cơ quan Đăng kiểm Việt Nam cũng như quốc tế về TV hệ trục diesel tàu biển. Đầu vào là các thông số hình học, sơ đồ động học cũng như các thông số kỹ thuật cơ bản của các thành phần chính hệ trục diesel tàu biển. Đầu ra (kết quả tính) được tổ chức dưới dạng bảng tính, đồ thị đặc trưng cho dao động xoắn tự do (Freedom TV) và dao động xoắn cưỡng bức (Exciting TV), vùng vòng quay nguy hiểm (nếu hệ trục có vùng khai thác nguy hiểm). Kết quả được xuất ra dưới dạng file pdf, in ra máy in hoặc các file .doc và .xls.*

### **Abstract**

*The paper analyzes and designs the scheme to build the software for the automation calculating the torsional vibrations (TV) on the shaftline with the marine diesel engine. This method satisfies all the requirements of Vietnam's and International Register Organizations for the calculation and measurement of the TV. The inputs for the TV calculation are the geometric, kinetic scheme (model) and the basic parameters of the*

---

main components of shaftline with the marine diesel engine. The output of the calculation software system is formed in the spreadsheets, specific graphs of the Freedom TV and Exciting TV. The software also displays the area of dangerous revolution (in the case the system has the dangerous working area). We can print output data directly or save as .pdf, .xlsx or .docx files.

Keywords: Torsional Vibrations; Software for calculating the Torsional vibrations. (sau: phải cách)

## 1. Đặt vấn đề

Dao động xoắn hệ trục Diesel tàu thủy được các nhà khoa học lớn trên thế giới nghiên cứu như GS.Terkix V.P, Istomin P. A, Minchev N. D,...[1,2], còn ở Việt Nam có thể kể đến: PGS.Ng.V.Phát, PGS.TSKH.Đ.Đ.Lưu, TS.Q.Tr.Hùng, TS.Ng.M.Thường (ĐHHVN), PGS.Đ.Tr.Thắng (HVKTQS)... Các trường phái nghiên cứu tính dao động xoắn được kể đến từ các nước Đông Âu cũ (Liên Xô, Bulgari, BaLan...) và từ một số nước có nền khoa học công nghệ Hàng hải phát triển hiện nay như Nhật, Trung Quốc, Hàn Quốc. Tuy nhiên trong thực tế các nhà khoa học đều tập trung giải quyết các vấn đề tính FV mà các cơ quan chuyên môn (Đăng kiểm) yêu cầu, đó là tính FTV và ETV. Các kết quả của các quá trình tính được báo cáo dưới dạng bảng và đồ thị tương ứng [3].

Trong nghiên cứu tính TV hệ trục diesel tàu thủy, các nhà khoa học đã sử dụng nhiều phương pháp khác nhau như phương pháp mô hình hóa giải tích, mô phỏng số. Từ những năm 70- 80 thế kỷ XX, việc tính TV vô cùng khó khăn vì chưa có các công cụ mạnh của toán học và máy tính hiện đại. Tính TV hầu như thủ công hoặc bán tự động nhờ lập trình trên ngôn ngữ Fortran hoặc Basic, trên hệ máy tính cổ điển, cồng kềnh, tốc độ thấp. Phương pháp giải: cũ, lạc hậu. Ví dụ giải FTV[1] trên cơ sở tính nghiệm gần đúng Tole và quy đổi hệ n bậc tự do về các hệ có 3 bậc tự do cho tính hai tần số thấp nhất, sau đó quy về hệ tương đương có 5 bậc tự do để tính hai tần số tự do tiếp theo. Tiếp sau đó, trong những năm 90 của thế kỷ XX, nhờ có máy tính hiện đại hơn, tốc độ cao hơn và đã xây dựng các thuật toán mạnh hơn về giải tìm nghiệm đa thức bậc cao, giải hệ phương trình tuyến tính bằng phương pháp ma trận, ... đã được triển khai trong các phần mềm mô phỏng, phần mềm chuyên dụng như TUTSIM, PS, MCAD, MATLAB, ... giúp cho việc tính toán, nghiên cứu TV được thuận tiện và dễ dàng hơn nhiều. Đặc biệt MATLAB đã trở thành công cụ mạnh và tiện ích trong nghiên cứu động lực học và dao động máy. Nhiều nhà khoa học đã sử dụng MATLAB để triển khai nghiên cứu các vấn đề phức tạp trong mô phỏng, tính toán TV của máy tàu thủy cũng như các cơ hệ khác nhau. (... viết liền)

MATLAB, MCAD, ANSYS hay các phần mềm khác đều mang tính hỗ trợ để tính toán, mô phỏng TV trong thí nghiệm, nghiên cứu, *chúng thiếu mất các tính chuyên dụng của một phần mềm ứng dụng chuyên cho lĩnh vực đóng tàu và Đăng kiểm hệ trục máy tàu biển.*

Các hãng Đăng kiểm lớn trên thế giới đều sử dụng các phần mềm tính TV riêng của mình theo các yêu cầu riêng của Đăng kiểm quốc tế cũng như Đăng kiểm của nước sở tại. Ở Việt Nam, chưa xây dựng được phần mềm nào mà Đăng kiểm Việt Nam công nhận. Chính vì vậy, chúng tôi đặt ra nhiệm vụ xây dựng phần mềm mang tính công nghiệp, thương mại để tự động tính TV hệ trục tàu thủy tại Việt Nam. Bài báo sẽ giải quyết nhiệm vụ đầu tiên của mục tiêu nêu trên, đó là bài toán phân tích, thiết kế khung phần mềm tự động tính TV hệ trục tàu thủy.

## 2. Cơ sở toán học và công nghệ

### 2.1. Cơ sở toán học

Hệ động lực diesel tàu thủy lai máy công tác (máy phát điện, chân vịt) được mô hình hóa thành cơ hệ có  $n$  khối lượng rời rạc với mô men quán tính khối lượng (**MMQTKL**)  $J_i$  liên kết đàn hồi qua các hệ số cứng chống xoắn  $C_{i,i+1}$ , hệ số cản xoắn.... dưới tác động của các momen kích thích xoắn  $M_i(t)$ ,  $i = 1, \dots, n$  cơ hệ này được mô hình hóa bằng hệ các phương trình vi phân tuyến tính, viết dưới dạng ma trận sau [1,2].

$$\mathbf{J}\ddot{\boldsymbol{\varphi}} + \mathbf{B}\dot{\boldsymbol{\varphi}} + \mathbf{C}\boldsymbol{\varphi} = \mathbf{M}(t) \quad (1)$$

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 tuyến tính;

$\mathbf{C}$  - Ma trận hệ số cứng chống xoắn tuyến tính;

$$\Phi = [\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n]^T - \text{Véc tơ trạng thái dao động xoắn. (thay dấu . bằng ; )}$$

$$M = [M_1, M_2, \dots] - \text{Véc tơ mô men cứng bức dao động xoắn.}$$

### 2.1.2. Tính nghiệm FTV

Hệ phương trình FTV viết dưới dạng ma trận, hệ (2) không cản ( $B=0$ ) và có cản ( $B \neq 0$ ) [1, 2]

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

- Đầu vào: **véc tơ** J, B, C. (viết hoa chữ V)

- Đầu ra là bảng các tần số riêng của các FTV:  $\omega_0=0; \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_{n-1}$ , trong đó quan trọng nhất là  $\omega_1, \omega_2$  và tương ứng là bảng các véc tơ dạng dao động cho  $\omega_1, \omega_2$ . Nghiệm của hệ (2) được triển khai lập trình trong LabView, trên phần mềm sẽ được chúng tôi xây dựng (phát triển từ MATLAB).

### 2.1.2. Tính nghiệm ETV

Hệ phương trình vi phân cho ETV được viết dưới dạng (1).

- Đầu vào. Để bổ sung việc tính các mô men cứng bức  $M_i(t)$ , cần có thêm các thông số: chế độ vòng quay khai thác  $n$ (rpm); các thông số kỹ thuật cơ bản: số xy lanh  $z$ ; hành trình piston  $s$ (m); đường kính piston  $D$ (m); chiều dài biên  $l$ (m); thứ tự cháy nổ của các xy lanh; góc phun sớm  $\varphi_{ipump}$ ,  $\varphi_{inozle}$ ; góc kết thúc phun nhiên liệu  $\varphi_{f,pump}$ ,  $\varphi_{f,nozle}, \dots$  chuẩn cho một xy lanh (theo hồ sơ kỹ thuật).

- Đầu ra. Đưa ra đồ thị phân bố ứng suất xoắn trên đoạn trục 'yếu nhất' theo dải vòng quay trục khuỷ. Trên đó có đồ thị ứng suất cực đại cho phép (theo tiêu chuẩn của Đăng kiểm) và từ đó đưa ra vùng vòng quay cấm khai thác [3, 4, 5].

Để đạt được các yêu cầu trên của đầu ra, phần mềm sẽ xây dựng tính ETV cần thực hiện theo thuật toán thích hợp nhất. Trên cơ sở thuật toán mà PGS.TSKH. Đ.Đ.Lưu [2, trang 256] xây dựng theo phương pháp hệ trục chính, chúng tôi sẽ triển khai lập trình code trong LabView.

## 2.2. Cơ sở công nghệ

Phần mềm LabView là phần mềm đồ họa nhúng, có tính ứng dụng cao và phù hợp với bài toán tính TV. LabView có khả năng tích hợp các công cụ toán học mạnh của MATLAB, đồng thời bản thân có tính đồ họa cao rất tiện ích cho lập trình giao diện người – máy để nhập và xuất dữ liệu. Với kinh nghiệm của các tác giả từ lập trình xây dựng một số thiết bị ảo (virtual instruments) trong LabView, chúng tôi sẽ thành công trong xây dựng một sản phẩm mang tính công nghiệp và thương mại để giải quyết bài toán tự động tính FV.

## 3. Phân tích, thiết kế khung giao diện vào – ra cho phần mềm tính FV

### 3.1. Nhập, tính các thông số động học đầu vào

- Đối với các thông số của cơ hệ (phương trình (1) và (2).

- Khi đã có bảng tính đầu vào. Nhập trực tiếp  $n$  và các véc tơ:

$$J = [J_1, J_2, \dots, J_n]; B = [B_1, B_2, \dots, B_n];$$

$$C = [C_1, C_2, \dots, C_n].$$

- Khi chưa có kết quả đầu vào. Ta tiến hành tính cho từng chi tiết trong mô hình  $n$  khối lượng.

+ Tính từ bảng tính Excel và lựa chọn kết quả cần thiết, viết dưới dạng file txt.

+ Nhập các file dữ liệu .txt vào phần mềm tính (Labview).

+ Sử dụng các công thức có sẵn theo tài liệu chuyên ngành [1, 2].

Bảng 1. Tần số dao động tự do của hệ trục

$N^2$	$J_i$ [kG.m <sup>2</sup> ]	$C_{i,i+1}$ [Nm/rad]	$b_i$ [NmS/rad]	$\omega_i$ [rad/s]
1	$J_1$	$C_{12}$	$b_1$	$\omega_1$
2	$J_2$	$C_{23}$	$b_2$	$\omega_2$
...	...	...	...	...
$n-1$	$J_{n-1}$	$C_{n-2,n-1}$	0	$\omega_{n-1}$
$n$	$J_n$	$C_{n-1,n}$	$n_n$	-

Bảng 2: Dạng dao động ứng với 2 tần số thấp nhất.

$\omega_1 = \dots \text{rad/s}$	$\omega_2 = \dots \text{rad/s}$
$\alpha_{11}$	1
$\alpha_{12}$	$\alpha_{22}$
.....	.....
$\alpha_{1,n-1}$	$\alpha_{2,n-1}$
$\alpha_{2,n}$	$\alpha_{2n}$

• Chế độ làm việc động cơ

(a) Khi tính dao động xoắn tự do, MMQTKL các xy lanh được viết dưới dạng:  $\mathbf{J}_i = \mathbf{J}_{i0} - \mathbf{sc}(i) \cdot \mathbf{J}_{pb}$  ở đó  $sc(i) = 0$  khi động cơ không bị sự cố treo nhóm piston biên;  $sc(i) = 1$  khi động cơ bị sự cố phải treo nhóm piston biên;  $\mathbf{J}_{pb}$ : MMQTKL của nhóm piston biên.

Khi bị sự cố treo nhóm piston biên, hệ số cản ở khối lượng này giảm đi. Giả thiết hệ số cản tại xi lanh sự cố bằng 30% giá trị khi không có sự cố:  $b_i^* =$ .

(b) Khi tính dao động xoắn cưỡng bức, cần xác định mô men cưỡng bức.

+ Lựa chọn chế độ vòng quay khai thác sự cố với yêu cầu đảm bảo động cơ không bị quá tải, thông thường:  $n < 0.9 n_n$

+ Xây dựng cơ sở dữ liệu chuẩn theo thuật toán đã xây dựng trong [2].

**3.2. Xuất dữ liệu, báo cáo kết quả**

- Báo cáo kết quả dao động tự do (FTV). Báo cáo kết quả FTV đưa ra tại bảng 1 và bảng 2.

- Báo cáo dao động cưỡng bức (ví dụ cho 10 điều hòa,  $M = 10$ ). Báo cáo mô men cưỡng của các xi lanh và chân vịt, đưa ra tại bảng 3a và 3.b).

Báo cáo giá trị ứng suất xoắn cho phép lớn nhất (theo tiêu chuẩn của Quy phạm) cho đoạn trục “yếu nhất”, được chỉ ra trên bảng 4. Bảng 5- ứng suất tính được trên đoạn trục này tương ứng với các chế độ vận tốc như trong bảng 4.

- Đồ thị biểu diễn kết quả tính trên cơ sở bảng tính số 4 và 5.

Dựa vào đồ thị đưa ra vùng cấm khai thác cũng như lời khuyên tư vấn trong khai thác vận tốc.

**Bảng 3.a:** Momen cưỡng bức của các xy lanh động cơ và chân vịt

⊕ Khi không có sự cố,  $M_{ik}$  bằng nhau chỉ lệch pha theo thứ tự cháy

$M_{ik}$ [Nm] cho z xi lanh khi làm việc tốt		Chân vịt, m-số cánh	
$M_{i0} =$	$\Theta$ [rad]	$M_{n0} = \sum_{i=1}^z M_{i0}$ [Nm]	
$M_{i1} =$	$\Theta_1 =$	$M_{n1m}$	
$M_{i2} =$	$\Theta_2 =$	$M_{n2m}$	
.....	.....	$M_{n3m}$	
$M_{i10} =$	$\Theta_{10} =$	$M_{n4m}$	

**Bảng 3.b:** Momen cưỡng bức của các xy lanh động cơ và chân vịt, khi có sự cố ở xi lanh ‘s’.

$M_{ik}$ [Nm] cho (z-1) xi lanh làm việc tốt		$M_{sk}$ [Nm] cho xi lanh s sự cố		Chân vịt, m-số cánh	
$M_{i0} =$	$\Theta$ [rad]	$M_{s0} =$	$\Theta$ [rad]	$M_{n0} = \sum_{i=1}^z M_{i0}$ [Nm]	
$M_{i1} =$	$\Theta_1 =$	$M_{s1} =$		$M_{n1m}$	
$M_{i2} =$	$\Theta_2 =$	$M_{s2} =$		$M_{n2m}$	
....	.....	.....		$M_{n3m}$	
$M_{i10} =$	$\Theta_{10} =$	$M_{s10} =$		$M_{n4m}$	

**Bảng 4.** Giá trị cho phép của ứng suất xoắn trên đoạn trục yếu nhất

$$n_1 = n_{\min}; n_N = n_{\max}$$

n (rpm)	$n_1$	$n_2$	$n_3$	.....	$n_n$
$\omega$ , rad	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$	.....	$\omega_n$
$[\tau]$ , MPa					

**Bảng 5.** Ứng suất xoắn tính trên đoạn trục yếu nhất.

Tính cho tất cả các trường hợp sự cố xảy ra ở một trong các xy lanh.

n (rpm)	$n_1$	$n_2$	$n_3$	.....	$n_n$
SC(0) = 0					
SC(1) = 1					
SC(i)=0; $\forall i \neq 1$					
.....					
SC(z) = 1					
SC(i)=0; $\forall i \neq z$					

---

#### 4. Kết luận

Bài báo đã xây dựng khung giao diện nhập và xuất dữ liệu để tự động hóa tính TV của hệ trục diesel tàu thủy theo yêu cầu của các cơ quan Đăng kiểm trong nước và quốc tế. Trên cơ sở kết quả của bài báo, các tác giả sẽ triển khai xây dựng phần mềm trên LabView.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Минчев Н.Д. Динамика судовых машин. София, «В. Издательство», 1983 – 488 с.
- [2] 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.
- [3] Torsional Vibration Calculation. BachDang Shipyard T209/ HT30 03 Jun. 2005.
- [4] Правила классификации и постройки морских судов, том II, 1974. Регистр СССР.
- [5] Морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов.Т2, 1995.

**Người phản biện: TS. Nguyễn Trọng Đức, TS. Nguyễn Mạnh Thường**

---

## HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU CHỈNH SỨC CĂNG TỜ QUẦN DÂY TÀU THỦY GHEP NỐI ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT TRÊN MÁY TÍNH A TENSION AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR SHIP MOORING WINCH WITH CONTROL AND MONITORING ON COMPUTER

**TS. HOÀNG ĐỨC TUẤN  
ThS. TÔ VĂN HƯNG**

*Khoa Điện - Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam*

#### Tóm tắt

*Khi tàu cập bến, bốc dỡ hàng hóa tại các cảng biển với mực nước thủy chiều lên xuống thất thường, thì sức căng trên cáp của tời quần dây thay đổi rất lớn. Do vậy, để nâng cao độ tin cậy, an toàn cho con tàu khi cập cảng, bốc dỡ hàng hóa thì hệ thống tời quần dây phải được tự động hóa và điều khiển giám sát thông số sức căng dây cáp một cách liên tục. Bài báo đề cập đến vấn đề thiết kế, xây dựng hệ thống tự động điều chỉnh sức căng tời quần dây tàu thủy sử dụng thiết bị PLC, biến tần ghép nối với máy tính, màn hình cảm ứng HMI để điều khiển và giám sát theo tín hiệu sức căng trên dây cáp.*

#### Abstract

*When the ship's arrival, loading and unloading cargoes at the ports in fluctuated seawater's levels leads to great changes of rope's tension of the mooring winch. So, to increase the ship's reliability and safety as arriving as well as loading, and unloading cargoes, the mooring winch system should be automated and controlled, monitored rope's tension parameter continuously. This paper refers to design and build issues, the tension automatic control system for ship's mooring winch using PLC, inverter connected with computer, HMI touch screen for controlling and monitoring the tension signal on winch's rope.*

**Key words:** Ship mooring winch, a tension automatic control system.

#### 1. Giới thiệu

Hệ thống neo và tời quần dây là một trong những hệ thống quan trọng trên tàu thủy, nó có ảnh hưởng lớn đến mức độ an toàn của con tàu khi neo đậu ở các bãi thả neo, tàu cập cảng, hay khi tàu điều động ra vào luồng lạch [1]. Ảnh hưởng đến mức độ an toàn của con tàu ngoài sự hoạt động ổn định của hệ thống, thì thông số sức căng của dây cáp cũng là một thông số rất quan trọng và có ảnh hưởng lớn đến an toàn của con tàu khi đỗ bến tại các cảng biển có mực nước thủy triều thay đổi bất thường, cũng như khi tàu bốc dỡ hàng hóa.

Hiện nay, trong hệ thống tời quần dây trên các con tàu hiện đại có mức độ tự động hóa cao, thì thông số sức căng của dây cáp luôn được giám sát, theo dõi rất chặt chẽ. Tuy nhiên thông số sức căng của tời quần dây chủ yếu mới dừng lại ở việc giám sát theo dõi và đưa ra cảnh báo, báo động bằng âm thanh, ánh sáng khi thông số này vượt quá giới hạn cho phép và người sỹ quan trực ca phải liên tục giám sát, điều chỉnh bằng tay để đưa về giá trị cho phép. Với xu thế tự động hóa toàn bộ các hệ thống trên tàu, giảm bớt thời gian hành trình, giảm bớt số người phục vụ đồng

thời cải thiện điều kiện làm việc của thuyền viên để nhằm đem lại hiệu quả kinh tế cao. Do vậy ngày nay trên một số con tàu yêu cầu mức độ an toàn cao như tàu container, tàu chở ô tô... thì việc tự động điều chỉnh sức căng trên dây cáp của tời quần dây là một vấn đề quan trọng và luôn cần phải được duy trì ổn định.

Bài báo đề cập đến nghiên cứu xây dựng hệ thống tự động điều chỉnh sức căng cho tời quần dây để tự động duy trì trạng thái làm việc của hệ thống tời quần dây mà không cần sự tác động của con người nhằm mục đích tự động hóa, tăng tính an toàn và hiệu quả kinh tế trong khai thác vận tải biển. Kết quả nghiên cứu được trình bày trong các phần sau.

## 2. Thiết kế hệ thống tự động điều chỉnh sức căng tời quần dây tàu thủy

### 2.1. Cấu trúc hệ thống điều khiển tời quần dây tàu thủy

Ngày nay, việc ứng dụng biến tần vào điều khiển truyền động điện xoay chiều trong quá trình tự động hóa đã mang nhiều ưu điểm vượt trội và ngày càng được sử dụng phổ biến [4]. Cấu trúc của hệ thống điều khiển tời quần dây tàu thủy như hình 1 dưới đây.

Cấu trúc của hệ thống bao gồm :

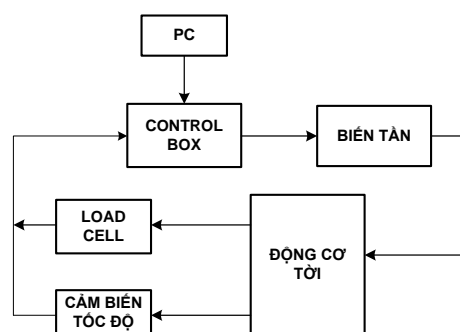
**PC :** Là máy tính công nghiệp cho phép việc điều khiển và giám sát hoạt động của toàn bộ hệ thống.

**CONTROL BOX :** Là tủ điều khiển tại chỗ, bên trong bao gồm có PLC là thiết bị thu thập các dữ liệu gửi về từ cảm biến sức căng Load cell, sau đó thực hiện các xử lý theo thuật toán và xuất các tín hiệu ra điều khiển biến tần. Tại tủ điều khiển tại chỗ này có thể thực hiện nhiều chức năng ví dụ như lựa chọn vị trí điều khiển, chế độ điều khiển, đặt giá trị sức căng ...

**BIẾN TẦN :** Nhận các tín hiệu điều khiển từ PLC gửi tới để thực hiện các tính năng như khởi động, dừng, đảo chiều và điều chỉnh tốc độ cho động cơ thực hiện.

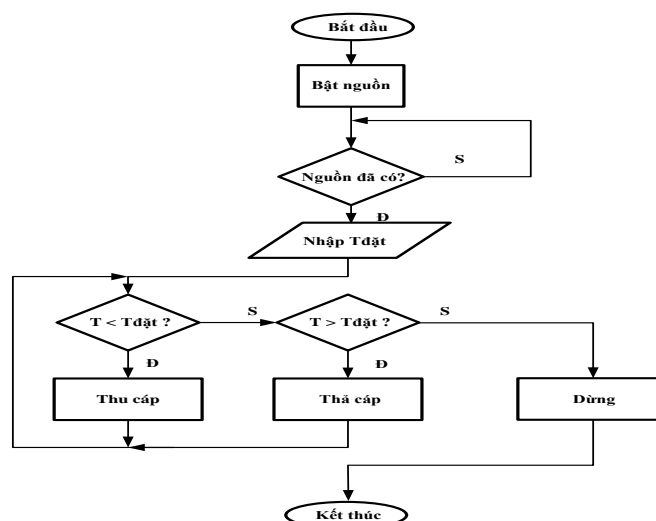
**LOAD CELL :** Là cảm biến sức căng, sẽ cảm nhận tín hiệu sức căng trực tiếp trên cáp và gửi tín hiệu này về PLC để xử lý. Load cell hoạt động dựa trên nguyên lý cầu điện trở cân bằng Wheatstone biến đổi lực thành tín hiệu điện.

**ĐỘNG CƠ TỜI :** Là động cơ thực hiện sẽ tiếp nhận trực tiếp tín hiệu từ đầu ra của biến tần để thực hiện các điều khiển tăng, giảm tốc độ, thu, thả cáp theo yêu cầu vận hành.



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển tời quần dây

### 2.2 Thuật toán điều khiển hệ thống

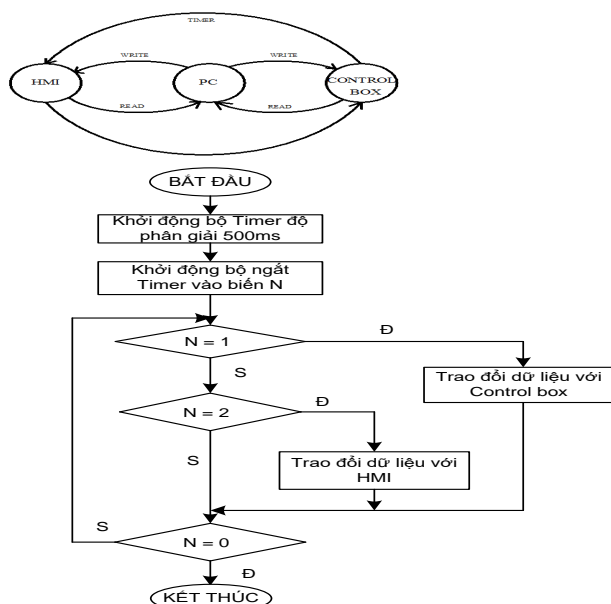


Hình 2. Thuật toán đảo chiều động cơ theo tín hiệu sức căng trên cáp

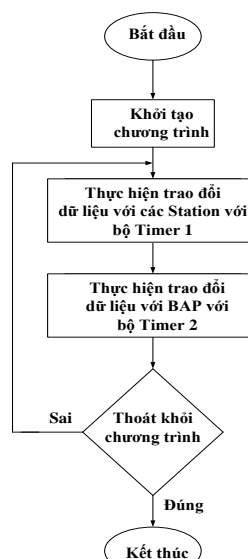


Để có thể tự động điều chỉnh sức căng trên cáp tời, việc đầu tiên là phải có thuật toán đảo chiều động cơ theo tín hiệu sức căng là lớn hay là bé hơn so với giá trị đặt. Ngoài ra, để hệ thống có thể phản ứng nhanh với sự thay đổi sức căng lớn mà vẫn giữ ổn định và tính chính xác của hệ thống, một giải pháp được đưa ra là điều chỉnh tốc độ động cơ theo tín hiệu sức căng đưa về từ cảm biến.

Khi ghép nối với máy tính PC đóng vai trò là Master còn HMI, Control box đóng vai trò là Slave. PC lần lượt phát lệnh theo vòng quét và yêu cầu HMI, Control box trao đổi dữ liệu khi HMI hoặc Control box nhận được lệnh từ PC sẽ thực hiện gửi dữ liệu và trao đổi với PC (hình 3).



**Hình 3. Thuật toán điều khiển truyền nhận dữ liệu qua Modbus / RS 485**



**Hình 4. Thuật toán điều khiển truyền nhận dữ liệu giữa PC-Station-BAP**

Ở hình 4 là thuật toán điều khiển truyền nhận dữ liệu giữa PC-Station-BAP. Sau khi hệ thống được khởi động xong, bắt đầu chương trình là việc trao đổi dữ liệu giữa PC với với các trạm Station (truyền nhận dữ liệu) thông qua bộ Timer 1 tiếp đó là quá trình trao đổi dữ liệu giữa PC và panel báo động (BAP) thông qua bộ Timer 2. Kết thúc chu trình là việc kiểm tra lệnh thoát khỏi chương trình, nếu không có lệnh thoát khỏi chương trình thì chương trình lại quay lại với quá trình trao đổi dữ liệu với các trạm Station [3, 5]. Nếu có lệnh thoát khỏi chương trình thì chương trình sẽ làm việc với lệnh và dừng toàn bộ chương trình lại.

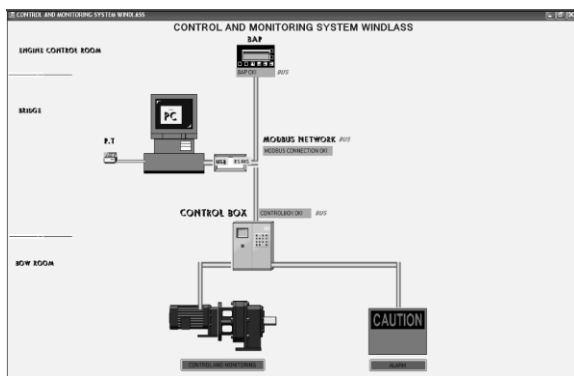
### 3. Xây dựng phần mềm điều khiển và giám sát tời quán dây tàu thủy

Trên máy tính xây dựng 3 Form tương ứng với 3 trang màn hình điều khiển và giám sát hệ thống.

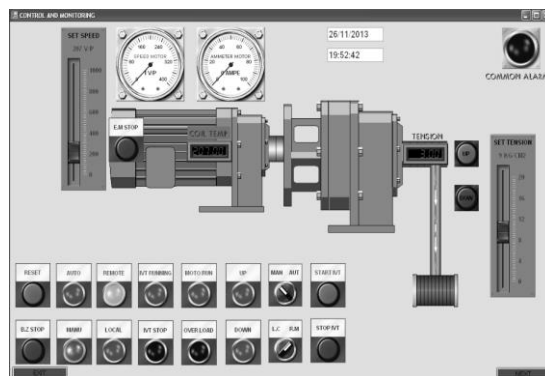
Form 1 thể hiện giao diện mạng trong hệ thống (hình 5). Trên giao diện này người vận hành có thể chuyển tới bất kỳ trạm nào khi nhấn đúp chuột vào các Station trên hình.

Form 2 thể hiện giao diện giám sát và điều khiển (hình 6). Trên giao diện này thể hiện các thông số cần giám sát của hệ thống dưới dạng tín hiệu tương tự như : **sức** căng trên cáp, tốc độ động cơ, nhiệt độ cuộn dây...cũng như các trạng thái của hệ thống. Ngoài ra người vận hành có thể lựa chọn vị trí điều khiển tại chỗ hay từ xa, lựa chọn chế độ điều khiển bằng tay hay tự động cho phù hợp. Từ trang màn hình này người vận hành có thể thoát khỏi giao diện hoặc chuyển đến giao diện khác bằng cách nhấn đúp chuột vào phím (NEXT) hoặc phím (EXIT) trên thanh công cụ.

Form 3 thể hiện giao diện giám sát và báo động alarm cho các thông số. Trên giao diện này sẽ thể hiện các thông số cần báo động của toàn hệ thống : Quá tải động cơ, quá tốc, lỗi cảm biến, giá trị sức căng lớn nhất, giá trị sức căng nhỏ nhất...cũng như các trạng thái của các thông số đó.

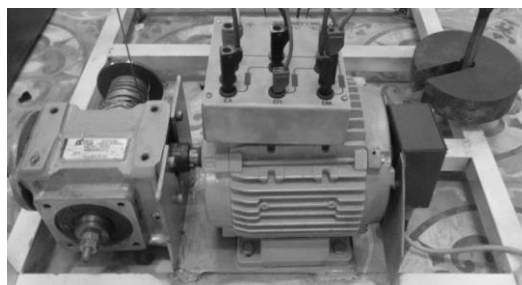
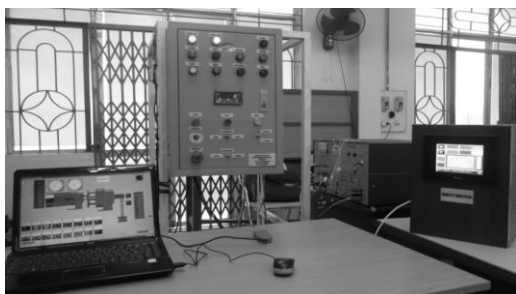


Hình 5. Giao diện mạng



Hình 6. Giao diện giám sát và điều khiển

Trên màn hình cảm ứng HMI đặt tại các vị trí cần thiết như phòng ở của thuyền trưởng, cũng có các form giao diện khác nhau. Trên màn hình, người vận hành có thể điều khiển giám sát hệ thống cũng như cài đặt và quan sát được các thông số báo động bao gồm : ngày, giờ và tên các báo động. Khi một thông số nào đó trong hệ thống có báo động. Ngoài ra, trên màn hình còn có phím tắt chuông, hay các phím lựa chọn các giao diện màn hình khác nhau ( BACK, NEXT)



Hình 7. Hình ảnh mô hình vật lý hệ thống tự động điều chỉnh sức căng tời quán dây

Hệ thống tự động điều chỉnh sức căng tời quán dây đã được chế tạo và thử nghiệm theo cấu trúc đã được đề xuất ở trên trong đó có sử dụng biến tần và động cơ không đồng bộ của hãng Delorenzo, Load cell SSL300 của hãng MiGun, có ghép nối để điều khiển và giám sát trên máy tính và màn hình cảm ứng HMI của hãng Delta.

Qua thực nghiệm chạy thử mô hình cho thấy kết quả đạt được khá tốt, tín hiệu từ cảm biến sức căng đưa về tương đối chính xác và phản ánh đúng tình trạng sức căng trên cáp với sai số không đáng kể.

#### 4. Kết luận

Trên đây là một giải pháp xây dựng hệ thống tự động điều chỉnh sức căng tời quán dây có ghép nối, điều khiển giám sát trên máy tính và màn hình cảm ứng HMI. Thông số sức căng trên dây cáp được thu thập và gửi về liên tục để phục vụ cho việc điều khiển, giám sát của hệ thống. Những kết quả đạt được có ý nghĩa rất quan trọng trong việc thiết kế chế tạo sau này, mở ra những hướng phát triển mới với việc xây dựng theo chuẩn công nghiệp sử dụng thiết bị PLC để có thể áp dụng vào thực tế.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lưu Đình Hiếu, *Truyền động điện tàu thủy*, NXB Xây Dựng, Hà nội 2004.
- [2] Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liễn, Phạm Quốc Hải, Dương Văn Nghi, *Điều chỉnh tự động truyền động điện*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 2008.
- [3] Hoàng Minh Sơn, *Mạng truyền thông công nghiệp*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1996.
- [4] Nguyễn Phùng Quang, *Điều khiển tự động truyền động điện xoay chiều ba pha*, NXB Giáo dục, 1996.
- [5] Ngô Diên Tập, *Kỹ thuật đo lường và điều khiển bằng máy tính*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2000.

Người phản biện: TS. Đinh Anh Tuấn

---

# 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 cản 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 lai 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,  $\omega_1$  và  $\omega_2$ ), 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 cản 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 cản. 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 cản và (2) có cản [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: $\mathbf{J}$ ( <b>MMQTKL</b> ), hệ số cứng chống xoắn $\mathbf{C}$ . Điều khiển véc tơ $\mathbf{sc} = [0 \ 0, \dots, 1, 0, \dots, 0]$ , chỉ có xi lanh $i$ , $\mathbf{sc}(i)=1$ , (cho PT.6)	1	Nhập các véc tơ: $\mathbf{J}$ ( <b>MMQTKL</b> ), 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 $i$ , $\mathbf{sc}(i)=1$ , (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.m<sup>2</sup>]:  $J_0=550; J_{pb}=150; J_1=J_0+12 \cdot J_{pb} \cdot sc(1); J_2=J_0-J_{pb} \cdot sc(2); J_3=J_0-J_{pb} \cdot sc(3); J_4=J_0-J_{pb} \cdot sc(4); J_5=J_0+20 \cdot J_{pb} \cdot sc(5); J_{bd}=2030; J_{cv}=30100; J_{tg1}=18.58; J_{tg2}=20.145.$

$$J = [J_1 \ J_2 \ J_3 \ J_4 \ J_5 \ J_{bd} \ J_{tg1} \ J_{tg2} \ J_{cv}];$$

- **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, $\omega_1, s^{-1}$		Tần số riêng thứ hai, $\omega_2, s^{-1}$	
		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,  $\omega_1$  tăng lên (0,8 – 1,0) s<sup>-1</sup> 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  $\omega_1$ , sự khác biệt (0,2 – 0,3) s<sup>-1</sup>, hay 2 v/ph; còn  $\omega_2$  - 0,1 c<sup>-1</sup>, 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  $\omega_1$  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	$3x(80,100) = (240, 300)$	<<	197.3 - 214
4	$4x(80,100) = (320, 400)$	<<	$n = 148 - 160.5$
5	$5x(80,100) = (400, 500)$	<<	$n = 118.4 - 128.4$
6	$6x(80,100) = (480, 600)$	Có thể	$n = 98.6 - 107$
7	$7x(80,100) = (560, 700)$	Có thể	$n = 84.6 - 91.7$
8	$8x(80,100) = (640, 800)$	Có thể	$n = 74.6 - 80.1$
9	$9x(80,100) = (720, 900)$	>>	$n = 65.8 - 71.4$
10	$10x(80,100) = (800, 1000)$	>>	

#### 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  $\omega_1$  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 ĐHHVN*

### **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.

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

$$\text{Bước sóng: } \lambda = gT^2 / 2\pi \cdot \tan(2\pi h / \lambda) \quad (2)$$

$$\text{Vận tốc nước: } C = \lambda / T = (gT / 2\pi) \cdot \tan(2\pi h / \lambda) = (gT / 2\pi) \cdot \tan(kh) \quad (3)$$

với:  $k = 2\pi / \lambda$ ,  $\omega = 2\pi f$  - hệ số đặc tính động học, vận tốc gốc của sóng;  $g$  (9,81m/s<sup>2</sup>).

Đặc tính cơ của sóng chỉ phụ thuộc vào bước sóng và độ sâu mực nước, như vậy với bước sóng và chu kỳ không thay đổi thì ở mỗi mực nước khác nhau sẽ có thông số đặc tính khác nhau.

- vùng nước sâu có:  $h \geq \lambda/2$  nên  $kh \geq \pi$ , Vậy  $\tan(kh) = \tan(2\pi h / \lambda) \approx 1$  (viết hoa chữ V)

$$\text{Bước sóng: } \lambda = gT^2 / 2\pi; \text{ và vận tốc: } C = \lambda / T = gT / 2\pi \quad (4)$$

- vùng nước cạn có:  $h \leq \lambda/20$  nên  $kh \leq \pi/10$  vậy  $\tan(kh) \approx 2\pi h / \lambda$  (viết hoa chữ V)

$$\text{Bước sóng: } \lambda = (gT^2 / 2\pi) \cdot 2\pi h / \lambda = T\sqrt{gh}; \text{ và vận tốc: } C = \lambda / T = \sqrt{gh} \quad (5)$$

*Năng lượng và công suất trong 2 dạng sóng đều và không đều được tính toán như sau:*

*Năng lượng của sóng đều:* Sóng đều được định nghĩa là dạng sóng có chiều cao ngọn sóng tỉ lệ tương đối với bề rộng ngọn sóng và dạng sóng tạo ra có dạng hình sin.

$$\text{Năng lượng nhận được từ sóng đều: } E = E_p + E_k = pgH^2 \lambda b / 8 \quad (6)$$

$$\text{Năng lượng trên một đơn vị bề rộng sóng: } E / b = pgH^2 \lambda / 8 \quad (\text{J/m hoặc N}) \quad (7)$$

Trong đó:  $b$  - bề rộng ngọn sóng, tính bằng ft hoặc m;  $p$ - khối lượng riêng của nước;  $E_p$ - thế năng của sóng;  $E_k$ - Động năng của sóng:  $E_k = E_p = pgH^2 \lambda b / 16$  (lb.ft hoặc N.m) (8)

(Viết hoa chữ bề, khối, thế; chữ b,k bỏ chữ nghiêng đi)

Sự chuyển tải năng lượng sóng từ điểm này tới điểm khác được đặc trưng bởi công suất cơ của sóng xác định bởi biểu thức:

$$P = pgH^2 c_g b / 8 \quad (9)$$

$$\text{Năng lượng trên một mét bề rộng sóng: } P / b = pgH^2 c_g / 8 \quad (\text{KW}) \quad (10)$$

$$\text{Với } c_g \text{ được gọi là vận tốc của nhóm: } c_g = C \cdot [1 + 2kh / \sin(2kh)] / 2 \quad (11)$$

*Năng lượng của sóng không đều:* Đặc tính của dạng sóng này có chiều cao ngọn sóng khá cao nhưng bề rộng ngọn sóng hẹp và có xu hướng vỗ vào bờ, đặc trưng bởi chiều cao sóng vỗ vào bờ  $H_b$ . Dựa theo các định lý của Stokes và xem như năng lượng của sóng đều xuất hiện ở vùng nước trung bình và vùng nước cạn là như nhau ta có các biểu thức sóng vỗ gần bờ gồm.

$$\text{Chiều cao sóng vỗ gần bờ: } H_b = (16\pi^2 h^2 / 3gT^2) \left[ -1 + \sqrt{1 + 3gT^2 / 4\pi^4 h} \right] \quad (12)$$

Tổng năng lượng nhận được từ sóng vỗ gần bờ được tính toán theo biểu thức:

$$E = (pgH^2 \lambda b / 8) \cdot [1 + 9H^2 / 64k^4 h^6] = (pgH^2 \lambda b / 8) \cdot k_{hc} \quad (13)$$

Định lý Stokes áp dụng cho sóng đều nhân hệ số hiệu chỉnh  $k_{hc} = [1 + 9H^2 / 64k^4 h^6]$

$$\text{Năng lượng trên một đơn vị bề rộng sóng: } E / b = pgH^2 \lambda / 8 \cdot k_{hc} \quad (\text{J/m hoặc N}) \quad (14)$$

$$\text{Công suất cơ của sóng vỗ gần bờ: } P = k_{hc} \cdot pgH^2 c_g b / 8 \quad (15)$$

$$\text{Công suất cơ trên một đơn vị bề rộng sóng: } P_{cs} = P / b = k_{hc} \cdot pgH^2 c_g / 8 \quad (\text{KW}) \quad (16)$$

## 2.2. Dựa vào thông số gió biển

Gió và các hiện tượng khí hậu là nguồn chính tạo ra sóng biển, nên chiều cao, chu kỳ, chiều của sóng phụ thuộc vào vận tốc và hướng của gió tác động. Dựa vào vận tốc gió và bảng hàm phổ của tốc độ gió với các biểu thức tính toán ta tìm được các hệ số cần thiết khi đó tính ra được các thông số của sóng. Phương pháp này thường được áp dụng vì có thể ứng dụng tính toán cho các dạng sóng và vùng biển bất kỳ. Với một sóng thứ  $i$  bất kỳ thì năng lượng tạo ra được tính:



$$E_i = pgH_i^2 \lambda_i b / 8 \quad (17)$$

Để xác định năng lượng của các sóng thứ  $i$  tác động vào một điểm trên mặt sóng, ta tìm  $H_i$  và  $T_i \Rightarrow \lambda_i$  thế vào (17) và dùng biểu thức Pierson (1995) để tìm toán chiều cao của sóng thứ  $i$ :  $H_i = 8.S_T(T_i)\delta T_i$ , với:  $S_T(T_i)$  là mật độ phổ của sóng hay là hàm phổ của sóng ( $ft^2/s$  hoặc  $m^2/s$ ).

$$\text{Chu kỳ sóng thứ } i \text{ tính bằng công thức: } T_i = 1 / f_i = 2\pi / \omega_i \quad (18)$$

$$\text{Vi phân của chu kỳ sóng thứ } i \text{ là: } \delta T_i = \delta f_i / f_i^2 = -2\pi \delta \omega_i / \omega_i^2 \quad (19)$$

$$\Rightarrow S_T(T_i)\delta T_i = (2\pi / \omega_i^2).S_T(T_i)\delta \omega_i = -S_\omega(\omega_i)\delta \omega_i \quad (20)$$

Việc tính toán chọn lựa hàm phổ của chu kỳ sóng dựa trên các thông số có thể đo trực tiếp được như chiều cao  $H_i$  và chu kỳ  $T_i$  của mỗi sóng thứ  $i$ . Để tính toán được hàm phổ chu kỳ sóng theo tốc độ gió ta áp dụng 2 biểu thức hàm phổ của Pierson-Moskowitz và Bretschneider [3].

Cả hai biểu thức hàm phổ này có chung một dạng biểu thức sau:

$$S_T(T_i) = AT_i^3 e^{-BT_i^4} \quad \text{với các hệ số: } A = 8,1.10^{-3} g^2 / (2\pi)^4; B = 0,74.g^4 / (2\pi)^4 \quad (22)$$

Năng lượng sóng trên 1 đơn vị bề mặt sóng:  $\bar{E} = E_i / \lambda_i b = pgH_i^2 / 8$

$$\bar{E} = pgS_T(T)\delta T = pg \int_0^\pi S_T(T)dT = pgA \int_0^\pi T^3 e^{-BT^4} dT = 2,74.10^{-3} \cdot \frac{pV^4}{g} \quad (23)$$

Chiều cao sóng được Newman (1977) suy ra từ biểu thức hàm phổ của Pierson-Moskowitz:

$H_s = 0,0213V^2$  (m) với vận tốc gió là  $V$  (m/s) là hằng số, mà theo Newman:  $H_s = 0,0519\bar{T}^2 \Rightarrow$

Chu kỳ trung bình sóng  $\bar{T} = 0,641V$  (s) (24)

Vậy, với phương pháp này dễ dàng tính được các thông số quan trọng của sóng như: năng lượng, chu kỳ, chiều cao khi biết được thông số gió trên vùng biển bất kỳ.

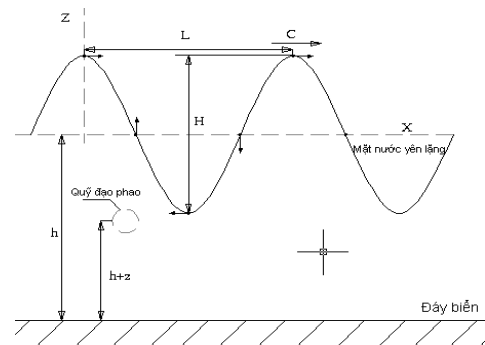
### 3. Tác động của sóng lên phao phát điện nam châm vĩnh cửu tuyến tính

#### 3.1. Mô hình phao phát điện nam châm vĩnh cửu tuyến tính

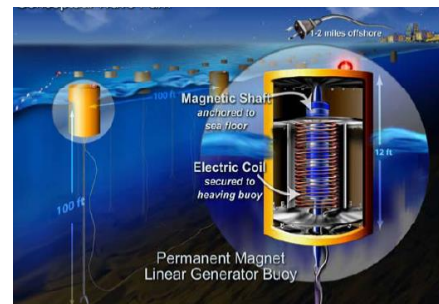
Xét ở Vịnh Bắc Bộ ta có mô hình sóng (hình1) với các thông số:

- C: Vận tốc sóng (thêm ;)
- H: Chiều cao sóng (thêm ;)
- L: Chiều dài sóng (thêm ;)
- h: Độ sâu của mực nước (thêm ;)
- T: Chu kỳ sóng (thêm .)

Khi sóng di chuyển từ trái sang phải với vận tốc  $C=L/T$ , Các phân tử nước trên bề mặt sẽ chuyển động lên, xuống theo chiều thẳng đứng (thể hiện bởi các mũi tên trong hình) với một vận tốc  $V$  từ phía sóng biển đến. Đặt phao phát điện nam châm vĩnh cửu tuyến tính trên bề mặt sóng, phần trục của phao (translator) được neo chặt vào giá đặt ở đáy biển có độ sâu khoảng 30 mét. Translator gồm nhiều thanh nam châm vĩnh cửu, bên ngoài trục phao có những cuộn dây đồng nằm xung quanh, Vỏ phao làm bằng sợi thủy tinh và composit, sóng biển tác động làm phao di chuyển lên xuống theo từng cơn sóng, cuộn dây di chuyển lên xuống như trượt trên trục của nam châm sẽ sản sinh ra điện [2] (hình 2), khi đó vận tốc chuyển động lên xuống của phao (stator) là:



Hình 1. Vận tốc lên, xuống bề mặt sóng



Hình 2. Máy phát điện sóng tuyến tính

$$V_m = \frac{\pi H}{T} e^{kz} \sin(kx - \omega t) \text{ Với: } k = \frac{2\pi}{L}; \quad (25)$$

Năng lượng thu từ sóng biển cũng giống như năng lượng thu từ gió. Tuy nhiên sóng có mật độ lớn hơn gió gấp nhiều lần, Mô hình phao phát điện này theo nguyên tắc truyền động trực tiếp nên hiệu suất chuyển đổi năng lượng từ cơ sang điện  $\eta=25\div 90\%$ .

### 3.2 Ứng dụng tính toán năng lượng và công suất của sóng đều với mô hình phao phát điện nam châm vĩnh cửu tuyến tính (sóng không đều thì nhân với hệ số hiệu chỉnh $k_{hc}$ )

Khí hậu Bạch Long Vĩ đại diện cho vùng khơi vịnh Bắc Bộ, có hai mùa chính. Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 8, thời tiết nóng ẩm và mưa nhiều, gió mùa tây nam với tần suất hướng nam 74 - 88 %, tốc độ trung bình 5,9 - 7,7 m/s. Mùa khô từ tháng 10 đến tháng 3 năm sau, thời tiết lạnh, khô và ít mưa, hướng gió thịnh hành là bắc và đông chiếm tần suất 86 - 94%, tốc độ trung bình 6,5 - 8,2 m/s.

Bảng 1. Thông số sóng biển trung bình ứng với vùng biển Bắc Vịnh Bắc Bộ

Vùng biển	Độ cao sóng (m)	Chu kỳ sóng T (s)
Bạch Long Vĩ	1,2 - 2,6	4,9 - 7,1

Sử dụng phương pháp quan sát và thu thập số liệu: Tính các thông số của sóng tác động lên  $1m^2$  bề mặt biển:

Mùa mưa tốc độ gió mùa mưa vùng khơi vịnh Bắc Bộ lấy là 7,5 m/s

Năng lượng sóng trên 1 đơn vị bề mặt sóng:

$$\text{Từ (23)} \quad \bar{E} = 2,74 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\rho V^4}{g} = 2,74 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1030 \cdot 7,5^4}{9,81} = 901,256 \text{ (N-m /m}^2\text{)}$$

$$\text{Từ (24) Chiều cao sóng } H_s = 0,0213V^2 = 0,0213 \cdot 7,5^2 = 1,2 \text{ (m)}$$

$$\text{Chu kỳ trung bình sóng } \bar{T} = 0,641V = 0,641 \cdot 7,5 = 4,8 \text{ (s)}$$

Mùa khô: **tốc độ gió mùa khô vùng khơi vịnh Bắc Bộ mùa khô lấy là 8 m/s**

Năng lượng sóng trên 1 đơn vị bề mặt sóng:

$$\text{Từ (23)} \quad \bar{E} = 2,74 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\rho V^4}{g} = 2,74 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1030 \cdot 8^4}{9,81} = 1178,362 \text{ (N-m /m}^2\text{)}$$

$$\text{Từ (24) Chiều cao sóng } H_s = 0,0213V^2 = 0,0213 \cdot 8^2 = 1,36 \text{ (m)}$$

$$\text{Chu kỳ trung bình sóng } \bar{T} = 0,641V = 0,641 \cdot 8 = 5,10 \text{ (s)}$$

Sử dụng phương pháp dựa vào thông số gió biển:

Bài toán 1: **chu kỳ sóng T=4,9; chiều cao sóng h=1,2 ở vùng nước sâu (Bảng 1)**

$$\text{Bước sóng: Từ (4)} \quad \lambda = gT^2 / 2\pi = 9,81 \cdot 4,9^2 / 2 \cdot 3,14 = 37,506 \text{ m}$$

$$\text{và vận tốc sóng: } C = \lambda / T = gT / 2\pi = 9,81 \cdot 4,9 / 2 \cdot 3,14 = 7,654 \text{ m/s}$$

Vận tốc của nhóm sóng:

$$\text{Từ (11)} \quad c_g = C \cdot [1 + 2kh / \sin(2kh)] / 2 \approx C/2 = 3,83 \text{ m/s}$$

Năng lượng trên một đơn vị bề rộng sóng:

$$\text{Từ (7)} \quad E / b = \rho g H^2 \lambda / 8 = 1030 \cdot 9,81 \cdot 1,2^2 \cdot 37,5 / 8 = 68215,06 \text{ (N)} \approx 68,215 \text{ (kN)}$$

Công suất cơ trên một mét bề rộng sóng:

$$\text{Từ (10)} \quad P_{cs} = P / b = \rho g H^2 c_g / 8 = 1030 \cdot 9,81 \cdot 1,2^2 \cdot 3,83 / 8 = 6965,904 \text{ (W)} \approx 6,966 \text{ (KW)}$$

Máy phát theo nguyên tắc truyền động trực tiếp với hiệu suất chuyển đổi năng lượng từ cơ sang điện nằm trong phạm vi  $\eta=25\div 90\%$ .

Với  $\eta=25\%$  và  $\eta=90\%$ , công suất điện trên một mét sóng:

$$P_{\sigma} = \eta \cdot P_{cs} = 25\%. P_{cs} = 1,74 \text{ (KW)} \text{ và } P_{\sigma} = \eta \cdot P_{cs} = 90\%. P_{cs} = 6,27 \text{ (KW)}$$

Nhận xét: **với** chu kỳ sóng T=4,9; chiều cao sóng h=1,2 công suất P $\sigma$  từ 1,74 đến 6,27 (KW)

---

**bài** toán 2: **chu** kỳ sóng  $T=7,1$ ; chiều cao sóng  $h=2,6$  ở vùng nước sâu, (Bảng 1)

Bước sóng:

$$\text{Từ (4)} \quad \lambda = gT^2 / 2\pi = 9,81 \cdot 7,1^2 / 2 \cdot 3,14 = 78,75 \text{ m}$$

và vận tốc sóng:

$$C = \lambda / T = gT / 2\pi = 9,81 \cdot 7,1 / 2 \cdot 3,14 = 11,09 \text{ m/s}$$

Vận tốc của nhóm sóng:

$$\text{Từ (11)} \quad c_g = C \cdot [1 + 2kh / \sin(2kh)] / 2 \approx C/2 = 5,55 \text{ m/s}$$

Năng lượng trên một đơn vị bề rộng sóng:

$$\text{Từ (7)} \quad E / b = pgH^2 \lambda / 8 = 1030 \cdot 9,81 \cdot 2,6^2 \cdot 78,75 / 8 = 672378 \text{ (N)} = 672,378 \text{ (kN)}$$

Công suất cơ trên một đơn vị bề rộng sóng:

$$\text{Từ (10)} \quad P_{cs} = P / b = pgH^2 c_g / 8 = 1030 \cdot 9,81 \cdot 2,6^2 \cdot 5,55 / 8 = 47386,64 \text{ (W/m)} \approx 47,387 \text{ (KW)}$$

Hiệu suất chuyển đổi năng lượng từ cơ sang điện nằm trong phạm vi  $\eta=25\div 90\%$ .

Với  $\eta=25\%$  và  $\eta=90\%$ , công suất điện trên một mét sóng:

$$P_d = \eta \cdot P_{cs} = 25\%. P_{cs} = 11,85 \text{ (KW)} \quad \text{và} \quad P_d = \eta \cdot P_{cs} = 90\%. P_{cs} = 42,65 \text{ (KW)}$$

Nhận xét: **với** chu kỳ sóng  $T=7,1$ ; chiều cao sóng  $h=2,6$  công suất  $P_d$  từ 11,8 đến 42,6 (KW)

### 3. Kết luận

Bài báo đã giới thiệu được hai phương pháp tính toán các thông số đặc trưng của sóng, phương pháp thứ nhất là thu thập số liệu về chu kỳ của sóng, dựa vào từng dạng sóng, mực nước biển áp dụng vào các biểu thức, để tính toán ra các thông số đặc trưng của sóng. Ưu điểm là tính toán chính xác được năng lượng của sóng, nhưng hạn chế là việc thu thập các số liệu của sóng rất khó khăn và chỉ áp dụng cho các dạng sóng chuẩn, không tính toán được sóng bất kỳ. Phương pháp 2: Dựa vào thông số vận tốc gió tác động vào mặt nước biển ta tra bảng hàm phổ của tốc độ gió, các biểu thức tính toán tìm được các hệ số cần thiết tính toán ra được các thông số của sóng. Phương pháp này có thể áp dụng cho các vùng biển bất kỳ.

Trình bày giải pháp máy phát điện tuyến tính có stator gắn phao nổi trên bề mặt nước biển, translator gắn cố định, sẽ tính được vận tốc nâng lên, hạ xuống của phao (tịnh tiến tương đối translator), các ví dụ tính toán ra được phạm vi công suất chuyển đổi cơ sang điện, đây là những thông số cơ bản để thiết kế máy phát tuyến tính ứng dụng trong công nghệ điện sóng.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Michael E. McCormick, "Ocean Wave Energy conversion", Courier Corporation, United state, 2007.
- [2] Đào Minh Quân. "Máy phát điện xoay chiều tuyến tính nam châm vĩnh cửu trong khai thác điện sóng biển", Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, số 37, năm 2014.
- [3] [http://cavity.ce.utexas.edu/kinnas/wow/public\\_html/waveroom/random/node12.html](http://cavity.ce.utexas.edu/kinnas/wow/public_html/waveroom/random/node12.html)
- [4] <http://doc.edu.vn/tai-lieu/do-an-thiet-ke-mo-hinh-chuyen-doi-nang-luong-song-dai-duong-3408/>

**Người phản biện: TS. Trần Sinh Biên**

---

## QUYỀN DỰ PHÒNG VÀ CHUYỂN QUYỀN DỰ PHÒNG CỦA CÁC TỔ HỢP DG TÀU THUY

THE PRIORITY TO THE STANDBY STATE AND THE ABILITY TO  
TRANSFER TO ANOTHER OF MARINE DG COMBINATION

**PGS. TS. LƯU KIM THÀNH**

Khoa Điện- Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam

### **Tóm tắt**

Bài báo giới thiệu một tính năng quan trọng của hệ thống quản lý nguồn PMS, đó là xác định quyền được dự phòng và chuyển quyền của các tổ hợp DG tàu thủy. Đi sâu nghiên cứu và đưa ra thuật điều khiển thực hiện tính năng nói trên.

---

## **Abstract**

*This article introduces an important function of the Power Management System – PMS; It implies the priority to the standby state and the ability to transfer to another of Marine Diesel-Generator combination; in particular, give out the algorithm of above feature.*

## **1. Đặt vấn đề**

Trên tàu thủy không thể thiếu được nguồn cấp năng lượng điện. Do tàu thủy có một số chế độ làm việc, mà ứng với từng chế độ thì phụ tải yêu cầu công suất điện khác nhau, nên người ta thường bố trí trong trạm vài tổ hợp phát điện - Generating Sets (GS). Các tổ hợp GS thường là Diesel Generators (DG), hoặc máy phát đồng trục - Shaft Generators (SG), hoặc đôi khi dùng Turbo Generators (TG). Tuy theo yêu cầu của phụ tải mà việc đưa từng tổ hợp GS vào làm việc trên lưới có thể được thực hiện bằng tay (chế độ “Hand” hay “Manual”), hoặc chế độ bán tự động (Semi-Automatic Mode) hay tự động (Automatic Mode).

Tàu thủy có môi trường làm việc rất nặng nhọc và khắc nghiệt đối với thuyền viên, đồng thời cũng luôn đòi hỏi điều khiển chính xác và kịp thời (nhằm ngăn ngừa các sự cố đáng tiếc xảy ra), nên bên cạnh chế độ điều khiển bằng tay luôn trang bị các hệ điều khiển tự động hoặc bán tự động. Vì thế trên tàu thủy nói chung và trong trạm phát nói riêng người ta đã trang bị khá nhiều hệ thống tự động hoặc bán tự động. Nhất là trong giai đoạn khoa học công nghệ phát triển thì tự động hóa các hệ thống trên tàu thủy ngày càng được hoàn thiện. Hệ thống quản lý nguồn (Power Management System – PMS) là một trong các hệ thống cần thiết và được hình thành trong hoàn cảnh đó.

Hệ thống quản lý nguồn - Power management system (PMS) được trang bị trên tàu thủy có mức độ tự động hoá cao (không có người trực ca trong buồng máy). Tuy nhiên trước đó trên tàu thủy đã được trang bị các hệ thống tự động để thực hiện từng chức năng cụ thể, có thể kể ra: Hệ thống tự động điều khiển diesel; Hệ thống tự động hoà đồng bộ; Hệ thống tự động phân chia tải.... Khi PMS được trang bị trên tàu thủy thì nó có thể thực hiện chức năng của một số hệ thống riêng biệt nói trên, hoặc nó có thể tác động qua lại với các hệ thống riêng biệt đó – Theo phương án nào hoàn toàn phụ thuộc cấu trúc PMS được lựa chọn theo ý đồ người thiết kế.

Trong 2 thập kỷ qua nhiều hãng trên thế giới đã, đang và sẽ còn tiến hành nghiên cứu giải quyết các vấn đề liên quan đến PMS. Đồng thời đã thiết kế, chế tạo và đưa vào sử dụng các hệ thống tự động quản lý nguồn cho tàu thủy. Trong đó trên các tàu quân sự do Nga đóng từ thập kỷ 70 thế kỷ 19 đã trang bị hệ điều khiển nguồn (Power Controller) [1] [2], hãng Taiyo cũng đưa ra từ 2001. Sau đó các sản phẩm PMS do các hãng Lyngsø Marine A/S, Totem, Deif A/S, Stucke Electronic... chế tạo với mức độ tự động và công nghệ vi điều khiển [3], [5].

Trong nước chưa đưa ra sản phẩm hệ thống quản lý nguồn, cũng chưa có các công trình nghiên cứu nhằm chế tạo PMS, mà chỉ tìm hiểu thực hiện việc lắp đặt và vận hành khai thác chúng, cũng chưa đưa ra các tài liệu và giáo trình phục vụ đào tạo ....Việc nghiên cứu nhằm hướng tới mục tiêu chế tạo hệ thống PMS tại Việt Nam được đặt ra chuẩn bị cho giai đoạn phát triển tiếp theo của công nghiệp đóng tàu Việt nam là cần thiết.

## **2. Nội dung**

Để giải quyết vấn đề nêu trên ta sử dụng phương pháp nghiên cứu tổng quan hệ quản lý nguồn tàu thủy; Xây dựng biểu thức thuật điều khiển phục vụ cho việc lập chương trình phần mềm;

Vấn đề ưu tiên tổ hợp DG nào sẽ được đưa vào làm việc trên lưới khi có yêu cầu. Trong đó trước tiên phải nói đến thứ tự ưu tiên ở chế độ Standby, tiếp theo là chuyển quyền ưu tiên Standby giữa các tổ hợp DG trên tàu thủy.

### **2.1. Lựa chọn thứ tự standby của các tổ hợp DG**

Trạm phát điện trên tàu thủy thường được bố trí 3 tổ hợp DG. Khi đó thứ tự standby chỉ có thể được lựa chọn hoặc theo một trong hai cách thức sau:

- Thứ tự thuận DG1 → DG2 → DG3 → DG1;
- Thứ tự ngược DG1 → DG3 → DG2 → DG1.

Để thực hiện việc lựa chọn cách thức thuận hay ngược ta cần sử dụng một tín hiệu Logic, tạm gọi là Select standby ký hiệu là S. Có thể gán S=0 cho thứ tự thuận, ngược lại S=1 khi chọn thứ tự ngược.

Nếu gọi các hàm trạng thái standby của các tổ hợp DG1, DG2 và DG3 lần lượt là  $Y_1$ ,  $Y_2$  và  $Y_3$ , thì giá trị Logic của chúng không chỉ phụ thuộc vào tín hiệu S, mà còn phụ thuộc 3 tín hiệu có hay không sự tham gia làm việc của chúng trên lưới, tức là phụ thuộc vào 3 tín hiệu máy cắt (hoặc aptomat) của 3 DG lần lượt là  $A_1$ ,  $A_2$  và  $A_3$ . Giá trị của  $Y_i$  phụ thuộc các trường hợp sau:

- + Khi  $A_i = 1$  thì tín hiệu  $Y_i$  tương ứng sẽ bằng "0";
- + Khi tất cả  $A_i = 0$  thì cả 3 máy có cơ hội như nhau, hoặc tất cả  $A_i = 1$  thì tất cả  $Y_i$  sẽ bằng "0";
- + Khi chỉ có một  $A_i$  nào đó bằng "1" thì 2 tín hiệu  $Y_i$  còn lại sẽ nhận 2 giá trị ngược nhau, nó có thể là "0" hoặc "1" hoàn toàn phụ thuộc vào giá trị của S;
- + Khi có 2 tín hiệu  $A_i$  nào đó đều bằng "1" thì tín hiệu  $Y_i$  còn lại đương nhiên sẽ nhận giá trị "1" không phụ thuộc vào giá trị của S.

Từ phân tích các trường hợp trên ta có thể đưa ra bảng chân lý của 3 tín hiệu  $Y_i$  phụ thuộc 4 tín hiệu vào S,  $A_1$ ,  $A_2$  và  $A_3$  (Bảng 1).

Bảng 1. Bảng chân lý các tín hiệu ưu tiên standby

Số trạng thái	S	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
0	0	0	0	0	-	-	-
1	0	0	0	1	0	1	0
2	0	0	1	0	1	0	0
3	0	0	1	1	1	0	0
4	0	1	0	0	0	0	1
5	0	1	0	1	0	1	0
6	0	1	1	0	0	0	1
7	0	1	1	1	-	-	-
8	1	0	0	0	-	-	-
9	1	0	0	1	1	0	0
10	1	0	1	0	0	0	1
11	1	0	1	1	1	0	0
12	1	1	0	0	0	1	0
13	1	1	0	1	0	1	0
14	1	1	1	0	0	0	1
15	1	1	1	1	-	-	-

Từ bảng 1 ta có:  $Y_1 = \Sigma 2,3,9,11$  ;  $Y_2 = \Sigma 1,5,12,13$  ;  $Y_3 = \Sigma 4,6,10,14$ .

Sau khi đơn giản 3 hàm trên ta có:

$$Y_1 = \overline{A_1}(\overline{S.A_2} + \overline{S.A_3}); \quad Y_2 = \overline{A_2}(\overline{S.A_3} + \overline{S.A_1}); \quad Y_3 = \overline{A_3}(\overline{S.A_1} + \overline{S.A_2})$$

Tín hiệu ra  $Y_i$  có thể được đưa ra các đèn vàng  $Y_{Li}$  tương ứng để chỉ báo tổ hợp đó đang được quyền sẵn sàng đưa vào làm việc tiếp sau với lưới. Khi máy phát đó được đóng vào lưới thì tổ hợp DG đó không còn quyền dự phòng nữa, tín hiệu  $Y_i$  của nó sẽ bị xoá và đèn vàng  $Y_{Li}$  của nó sẽ tắt.

Ngoài ra quyền standby của  $DG_i$  cũng sẽ bị huỷ nếu nó có tín hiệu không sẵn sàng tham gia ( $F_i = 1$ ), cũng như lệnh khởi động  $DG_i$  bị huỷ ( $De_i=1$ ) vì đã hết thời gian cho phép (ví dụ 2 phút). Khi đó các hàm  $Y_i$  có dạng:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \overline{A_1}(\overline{S.A_2} + \overline{S.A_3})\overline{F_1} \cdot \overline{De_1}; \\ Y_2 &= \overline{A_2}(\overline{S.A_3} + \overline{S.A_1})\overline{F_2} \cdot \overline{De_2}; \\ Y_3 &= \overline{A_3}(\overline{S.A_1} + \overline{S.A_2})\overline{F_3} \cdot \overline{De_3} \end{aligned} \quad (1)$$

---

Với cách lựa chọn trên sẽ chỉ ra tổ hợp DG dự phòng thứ nhất, còn dự phòng thứ 2 không được chỉ ra và chỉ được ngầm hiểu mà thôi – Đây có thể là chưa hoàn hảo của cách lựa chọn này.

## 2.2. Chuyển quyền ưu tiên standby giữa các tổ hợp DG

Để xem xét việc chuyển quyền standby cho tổ hợp DG tiếp theo chúng ta cần chú ý đến 2 trường hợp sau:

A/ Trong trường hợp khi trạm chỉ có một tổ hợp làm việc (ví dụ DG1) và có tín hiệu yêu cầu của tải nặng, trạm cần tăng công suất phát  $P_{\Sigma}$ , thì tổ hợp được quyền standby thứ nhất (ví dụ DG2) sẽ tiến hành thực hiện các công đoạn đưa vào làm việc, nhưng có thể xảy ra các tình huống:

+ Khi tổ hợp DG<sub>2</sub> được yêu cầu đưa vào làm việc trên lưới thì đèn YL<sub>2</sub> sáng cùng với xuất hiện tín hiệu khởi động Diesel thứ 2. Nhưng quá trình khởi động không thành, hoặc Diesel khởi động thành công nhưng máy phát không có điện áp ra, tức là sau thời gian cho phép mà tổ hợp DG<sub>2</sub> vẫn không thể cấp điện cho lưới;

+ Trước khi nhận được tín hiệu khởi động mà Diesel thứ 2 đã bị sự cố, hoặc tổ hợp DG<sub>2</sub> không được chọn chế độ tự động, tức là tổ hợp này đã từ chối quyền ưu tiên standby.

Nếu một trong hai tình huống đó xảy ra thì tổ hợp DG<sub>2</sub> sẽ mất quyền standby và PMS sẽ tự động chuyển quyền standby cho tổ hợp DG<sub>3</sub>. Với trạm có 3 tổ hợp DG thì việc chuyển quyền standby không phụ thuộc vào tín hiệu Select standby - S.

B/ Với trạm có 3 tổ hợp DG mà đã có 2 tổ hợp đang làm việc trên lưới thì việc chuyển quyền ưu tiên không xảy ra (vì tổ hợp thứ 3- tổ hợp cuối cùng của trạm đương nhiên có quyền standby). Nếu tổ hợp cuối cùng cũng bị rơi vào một trong 2 tình huống trên thì hệ chỉ có thể phát tín hiệu báo động mà thôi, ngoài ra không thể là gì được hơn.

Việc chuyển quyền cho tổ hợp nào đó (ví dụ DG<sub>1</sub>) chỉ xảy ra khi thoả mãn tất cả các điều kiện sau:

- Điều kiện thứ nhất: Trạm chỉ có 1 tổ hợp DG đang làm việc trên lưới (tức là có aptomat A<sub>2</sub> hoặc A<sub>3</sub> đã ở trạng thái đóng - nhận giá trị "1" Logic);

- Điều kiện thứ hai:

• A<sub>3</sub>=0 (A<sub>2</sub>=1) và DG<sub>3</sub> có quyền standby mà đã từ chối (theo tình huống 2), tức là DG<sub>3</sub> đã phát tín hiệu F<sub>3</sub> báo không sẵn sàng (do hỏng, do chọn chế độ manual), tức là F<sub>3</sub>=1 do không chọn chế độ "AUTO";

• Khi DG<sub>3</sub> được chọn chế độ "AUTO" (F<sub>3</sub>=0) thì điều kiện thứ ba có thể xảy ra theo một trong hai tình huống sau:

✓ Tình huống 1: A<sub>3</sub>=0 (A<sub>2</sub>=1) và DG<sub>3</sub> có quyền standby mà sau thời gian cho phép (khoảng 120s kể từ khi có tín hiệu yêu cầu DG<sub>1</sub> vào làm việc trên lưới St<sub>3</sub> =1) mà aptomat DG<sub>3</sub> vẫn không đóng lên lưới được (A<sub>3</sub> vẫn =0), thì xuất hiện tín hiệu xoá lệnh khởi động St<sub>3</sub> = 0 bằng tín hiệu trạng thái De<sub>3</sub> =1.

✓ Tình huống 2: A<sub>3</sub>=0 (A<sub>2</sub>=1) và DG<sub>3</sub> có quyền standby tuy chưa hết thời gian cho phép khởi động đã có tín hiệu báo khởi động không thành Sf<sub>3</sub> = 1 (thêm dấu .)

Như vậy tín hiệu chuyển quyền standby (ký hiệu là St<sub>1</sub>) từ DG<sub>3</sub> cho DG<sub>1</sub> sẽ phụ thuộc vào tích đơn giản của 2 tín hiệu A<sub>2</sub> và thừa số thứ 2 là tổng của tín hiệu F<sub>3</sub> với tích  $\overline{F_3} \cdot (\overline{St_3} \cdot De_3 + Sf_3)$ . Tương tự cũng có kết quả ứng với trường hợp A<sub>2</sub>=0 (A<sub>3</sub>=1). Hàm St<sub>1</sub> sẽ là tổng của 2 tích đơn giản (dạng hàm Karnonic).

Tóm lại ta nhận được biểu thức của tín hiệu chuyển quyền standby cho DG<sub>1</sub> DG<sub>2</sub> DG<sub>3</sub> như sau:

$$\begin{aligned} St_1 &= A_2 \cdot [F_3 + \overline{F_3} \cdot (\overline{St_3} \cdot De_3 + Sf_3)] + A_3 \cdot [F_2 + \overline{F_2} \cdot (\overline{St_2} \cdot De_2 + Sf_2)] \\ St_2 &= A_1 \cdot [F_3 + \overline{F_3} \cdot (\overline{St_3} \cdot De_3 + Sf_3)] + A_3 \cdot [F_1 + \overline{F_1} \cdot (\overline{St_1} \cdot De_1 + Sf_1)] \\ St_3 &= A_1 \cdot [F_2 + \overline{F_2} \cdot (\overline{St_2} \cdot De_2 + Sf_2)] + A_2 \cdot [F_1 + \overline{F_1} \cdot (\overline{St_1} \cdot De_1 + Sf_1)] \end{aligned} \quad (2)$$

Như vậy khi kết hợp (1) với (2) về việc chuyển quyền standby từ tổ hợp DG khác, thì tín hiệu standby của mỗi tổ hợp DG được viết lại như sau:

$$\begin{aligned}
Y_1 &= \overline{A_1}(\overline{S.A_2} + S.\overline{A_3} + St_1)\overline{F_1} \cdot \overline{De_1}; \\
Y_2 &= \overline{A_2}(\overline{S.A_3} + S.\overline{A_1} + St_2)\overline{F_2} \cdot \overline{De_2}; \\
Y_3 &= \overline{A_3}(\overline{S.A_1} + S.\overline{A_2} + St_3)\overline{F_3} \cdot \overline{De_3}
\end{aligned}
\tag{3}$$

### 3. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu chúng ta có thể đưa ra một số kết luận sau:

+ Thuật toán đã được đề xuất hoàn toàn cho phép lập trình điều khiển quá trình tự động xác định quyền ưu tiên dự phòng và điều kiện chuyển quyền ưu tiên dự phòng cho tổ hợp DG tiếp theo (với trạm có 3 tổ hợp DG) khi có yêu cầu trong hai trường hợp: Trạm không đủ công suất dự trữ để đưa tải nặng vào làm việc, hoặc công suất tải vượt quá giá trị tối đa cho phép;

+ Hoàn toàn có thể sử dụng các bộ điều khiển khả trình PLC của hãng Siemen và màn hình HMI của hãng Delta để thực hiện chương trình điều khiển và giám sát quá trình đưa thêm 1 tổ hợp DG vào mạng để đáp ứng yêu cầu làm việc của tải (kể cả tải nặng) trên tàu biển;

+ Kết quả nghiên cứu tạo cơ sở cho việc chế tạo các hệ thống tự động quản lý nguồn có ứng dụng công nghệ PLC, hoặc vi điều khiển kết nối HMI hoặc PC phục vụ công nghiệp tàu thủy Việt Nam.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M.A. Bercovic, B.A. Gladursev, B.A. Xemenov. *Tự động hệ thống năng lượng*. NXB Năng lượng – Maxocova 1980 (Tiếng Nga).  
[2] Konstantinov. *Các hệ thống tự động điện tàu thủy*. NXB Năng lượng – Maxocova 1978.  
[3] PMS. Stucke Electronic. 2010.  
[4] Power Controller. Taiyo 2001.  
[5] PMS 2100 Power Management System. Lyngsø Marine A/S 2010.

*Người phản biện: PGS.TS. Hoàng Xuân Bình*

## NGHIÊN CỨU SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA HÌNH DÁNG THIẾT BỊ LẶN ĐẾN CÁC THÔNG SỐ THỦY ĐỘNG LỰC HỌC CỦA CHÚNG STUDY OF THE INFLUENCE OF UNDERWATER VEHICLE HULL FORMS TO ITS HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS

**TS. TRẦN NGỌC TÚ**

*Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH Việt Nam*

### **Tóm tắt**

*Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu các thông số thủy động lực học của các thiết bị lặn có hình dáng lớp vỏ mềm khác nhau, dựa trên mô hình chuyển động của chất lỏng theo phương trình Navier-Stokes trung bình theo Reynolds có bổ sung thêm mô hình dòng chảy rối k-ε. Việc tính toán được thực hiện nhờ vào phần mềm OpenFOAM. Kết quả tính toán có sự so sánh với kết quả thực nghiệm. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, thiết bị lặn với hình dáng elipxoit có chất lượng thủy động tốt hơn so với thiết bị lặn có hình “giọt nước”.*

### **Abstract**

*This paper presented the results of researching the hydrodynamic behavior of the underwater vehicles with different soft outer shape, based on the fluid motion modeling followed the Reynolds-averaged -Navier-Stokes equations with added the k-ε turbulence model. The problem was solved by using the OpenFOAM software. The results had been compared with the practical experiment's results. The researching results proved that the ellipsoid shape underwater vehicles has better hydrodynamic performance than the “drop shape” one.*

**Từ khóa:** *Chất lỏng nhớt, dòng chảy rối, sự tạo xoáy, thiết bị lặn.*



## 1. Giới thiệu

Như chúng ta đã biết, thiết bị lặn – là một phương tiện kỹ thuật, dùng để thực hiện các công việc dưới nước, ở những nơi mà thợ lặn không thể tiếp cận được hoặc không thể tiến hành được công việc đề ra.

Các thông số khai thác của thiết bị lặn như tốc độ, khả năng tự hành và tính điều khiển phụ thuộc vào chất lượng thủy động lực học của chúng. Chất lượng này, một phần được xác định bởi hình dáng của thiết bị lặn. Để có thể lựa chọn được hình dáng hợp lý cho thiết bị lặn ta cần phải xác định được các lực tác dụng lên chúng khi chúng chuyển động dưới nước. Trong giai đoạn thiết kế ban đầu, việc tính toán các thông số thủy động lực học của thiết bị lặn thường được thực hiện bằng phương pháp số, kết quả thu được sau đó có thể được hiệu chỉnh nhờ kết quả thực nghiệm.

Ngày nay, để tính toán các đặc trưng thủy động lực học của các vật có hình dáng thoát nước bằng phương pháp số, người ta sử dụng mô hình chất lỏng nhớt mà nền tảng của chúng là dựa trên phương trình Navier-Stokes trung bình theo Reynolds. Trong đó, thông dụng nhất là sử dụng phương trình Reynolds, thu được bằng cách tính trung bình thời gian kết hợp với sử dụng mô hình bán thực nghiệm dòng chảy rối để đóng kín hệ.

Trên cơ sở đó, trong bài báo này tác giả sẽ trình bày việc xác định hình dáng bên ngoài của thiết bị lặn để thu được chất lượng thủy động lực học tốt nhất.

## 2. Thiết lập mô hình bài toán

Dòng chảy rối của chất lỏng nhớt không bị nén có thể được mô tả bởi các phương trình sau [1]:

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_j} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = f_i + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x_j} \cdot (\tau_{ij} - u_i' u_j') \quad (2)$$

Trong đó:  $u_i$  – thành phần của véc tơ vận tốc;  $\rho$  – khối lượng riêng của chất lỏng;  $p$  – áp suất;  $\tau$  – ứng suất tiếp tuyến;  $f_i$  – các lực khối lượng;  $u_i' u_j'$  – các ứng suất của Reynolds.

Để đóng kín các phương trình Reynolds người ta sử dụng giả thuyết gradient khuếch tán:

$$-u_i' u_j' = 2\nu_t S_{ij} \quad (3)$$

Trong đó:  $S_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$ ;  $u_i$  và  $u_j$  là các thành phần lưu tốc theo các phương ( $i, j = x, y, z$ );

$y, z$ );

$\nu_t$  - độ nhớt của dòng chảy rối được xác định bởi công thức (4) theo mô hình dòng chảy rối  $k-\varepsilon$ .

$$\nu_t = C_\mu k^2 / \varepsilon \quad (4)$$

Trong đó:  $C_\mu = 0,9$ ,  $k$  – động lượng của dòng chảy rối và  $\varepsilon$  - vận tốc tàn mát của chúng. Các biến số của hàm  $k$  và  $\varepsilon$  sẽ được xác định nhờ vào việc giải các phương trình vi phân sau:

$$\frac{\partial k}{\partial t} + u_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = - \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \frac{\nu_t}{\sigma_k} \left( \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) \right] + P - \varepsilon \quad (5)$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + u_j \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = - \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon} \left( \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right) \right] + \frac{\varepsilon}{k} c_{\varepsilon 1} P - c_{\varepsilon 2} \frac{\varepsilon^2}{k} \quad (6)$$

Trong đó:  $\sigma_k, \sigma_\varepsilon, c_{\varepsilon 1}, c_{\varepsilon 2}$  là các hằng số.

Các điều kiện biên đối với hệ phương trình (1) – (6) bao gồm: điều kiện biên đầu vào, nằm phía trước thiết bị lặn được xác định bởi véc tơ vận tốc, các giá trị  $k$  và  $\varepsilon$ ; điều kiện biên đầu ra, nằm phía sau thiết bị lặn đưa ra các gradient bằng không đối với trường vô hướng. Giả thiết rằng, ở thời điểm ban đầu, vận tốc của chất lỏng bằng vận tốc chuyển động của tàu và các giá trị vô hướng đã biết.

Việc tích phân số hệ phương trình được tiến hành theo phương pháp kiểm tra thể tích. Việc tính toán được thực hiện nhờ vào phần mềm OpenFOAM.

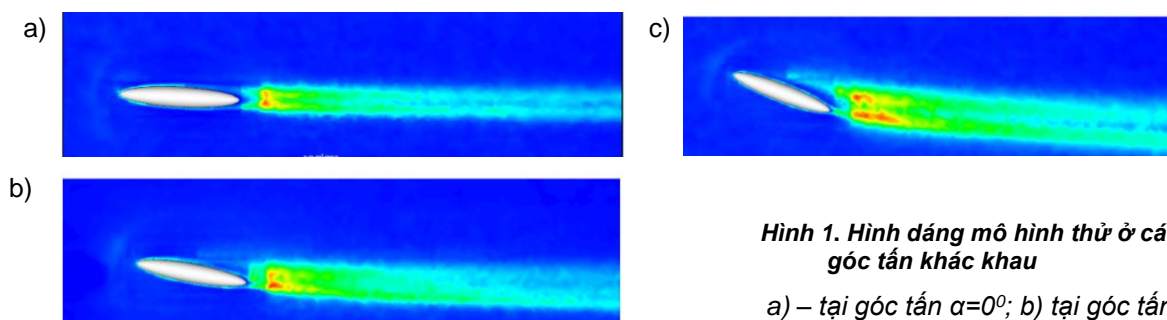
### 3. Kết quả tính toán mô hình

Để kiểm tra độ tin cậy của mô hình toán học và phương pháp tính toán ta sẽ thực hiện tính toán mô hình vật có dạng hình elipxoit tròn xoay với độ giang 6:1 (hình 1). Kết quả thu được có sự đối chiếu với kết quả thực nghiệm được trình bày trong công trình [4] và [5]. Ở đây, hệ số lực pháp tuyến và hệ số mô men chúi được xác định bởi công thức sau:

$$C_n = \frac{2R_n}{\rho v^2 \pi R^2} \quad (7)$$

$$C_m = \frac{2M_z}{\rho v^2 \pi R^2 L} \quad (8)$$

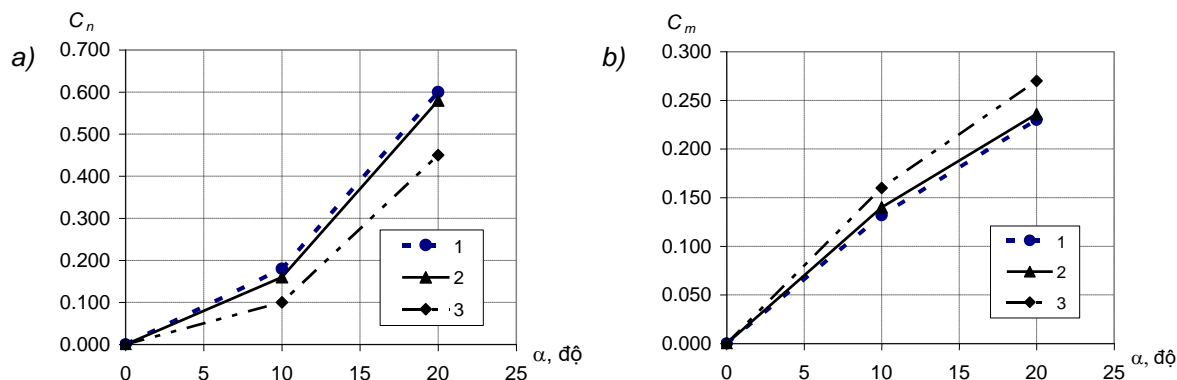
Trong đó:  $C_n$  – hệ số lực pháp tuyến;  $C_m$  – hệ số mô men chúi;  $R_n$  – lực pháp tuyến;  $M_z$  – mô men chúi;  $v$  – vận tốc của dòng chảy;  $R$  – bán kính;  $L$  – chiều dài mô hình.



Hình 1. Hình dáng mô hình thử ở các góc tấn khác nhau

a) – tại góc tấn  $\alpha=0^\circ$ ; b) tại góc tấn  $\alpha=10^\circ$ ; c) tại góc tấn  $\alpha=20^\circ$

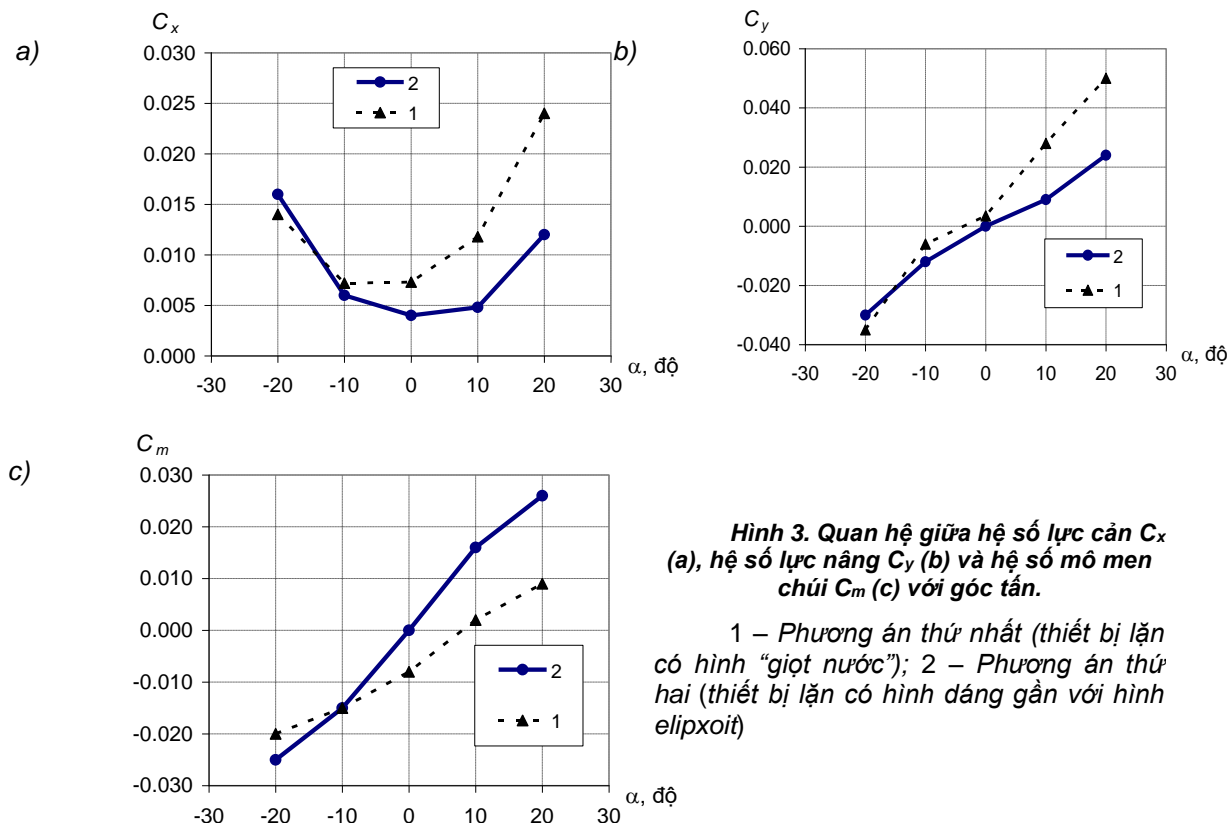
Trên hình số 2 biểu diễn mối quan hệ giữa hệ số lực pháp tuyến và hệ số mô men chúi xuất hiện trên mô hình vật thể với góc tấn. Nhìn chung, như chúng ta nhìn thấy trên hình vẽ, kết quả tính toán so với kết quả thực nghiệm là gần như nhau. Tuy nhiên, cũng giống như phần lớn các kết quả tính toán thu được trong công trình [6], giá trị của hệ số lực pháp tuyến nhỏ hơn một chút so với kết quả thực nghiệm, điều này được lý giải bởi sự phức tạp trong việc đo đạc và mô hình hóa dòng chảy tại các góc tấn lớn.



Hình 2. Quan hệ giữa hệ số lực pháp tuyến  $C_n$  (a) và hệ số mô men chúi  $C_m$  (b) với góc tấn:

1 – kết quả thực nghiệm [5]; 2 – kết quả thực nghiệm [4]; 3 – kết quả tính toán.

Đối với thiết bị lặn, ta sẽ tiến hành nghiên cứu với hai phương án hình dáng. Phương án thứ nhất là thiết bị lặn có hình “giọt nước”. Phương án thứ hai là phương án thiết bị lặn có hình dáng gần với hình elipxoit. Vỏ bao thiết bị lặn được chia ra thành ba triệu phần tử, việc tính toán được thực hiện trong dải góc tấn  $\alpha = -20^\circ \pm 20^\circ$ . Khối lượng riêng của nước ngọt  $\rho = 1,00 \text{ tấn/m}^3$ , độ nhớt động học  $\nu = 1.10^{-6} \text{ m}^2/\text{c}$



**Hình 3. Quan hệ giữa hệ số lực cản  $C_x$  (a), hệ số lực nâng  $C_y$  (b) và hệ số mô men chúi  $C_m$  (c) với góc tấn.**

1 – Phương án thứ nhất (thiết bị lặn có hình “giọt nước”); 2 – Phương án thứ hai (thiết bị lặn có hình dáng gần với hình elipxoit)

Trên hình số 3 biểu diễn quan hệ giữa hệ số lực cản, lực nâng và mô men chúi với góc tấn của thiết bị lặn. Các hệ số này được xác định theo công thức sau:

$$C_x = \frac{2R_x}{\rho v^2 \pi L^2} \quad (9)$$

$$C_y = \frac{2R_y}{\rho v^2 \pi L^2} \quad (10)$$

$$C_m = \frac{2M_z}{\rho v^2 \pi L^3} \quad (11)$$

Trong đó:  $R_x$ ,  $R_y$  và  $M_z$  – tương ứng là lực cản, lực nâng và mô men chúi;  $C_x$ ,  $C_y$  và  $C_m$  – tương ứng là hệ số lực cản, lực nâng và mô men chúi. Từ hình 3 ta thấy rằng, ở góc tấn dương thì hệ số lực cản ở phương án thứ nhất (thiết bị lặn có hình “giọt nước”) lớn hơn gấp khoảng hai lần so với phương án thứ hai (thiết bị lặn có hình dáng gần với hình elipxoit). Ngoài ra, ở phương án thứ nhất ta còn thấy có sự xuất hiện lực nâng và mô men tại góc tấn bằng không (hình 3b,c). Như vậy, có thể kết luận rằng, vật có hình dáng càng gần với hình elipxoit thì chất lượng thủy động lực học của nó càng tốt.

### 3. Kết luận

Các kết quả tính toán mô hình chỉ ra rằng, thiết bị lặn hình “giọt nước” sẽ làm tăng lực cản tại các góc tấn lớn và có sự xuất hiện lực nâng và mô men chúi tại góc tấn bằng không. Sử dụng

---

thiết bị lặn có hình dáng gần với hình elipxoit sẽ nâng cao được chất lượng thủy động lực học của thiết bị lặn và không cần phải có sự điều chỉnh lực nâng và mô men chúi tại góc tấn bằng không.

Khi nghiên cứu phát triển một loại thiết bị lặn mới, chúng ta không những cần phải tính đến các đặc điểm tính năng của nó, mà còn cần phải chú ý đến các thông số thủy động lực học của phần thân mềm bởi nó ảnh hưởng đáng kể đến khả năng tự hành cũng như tốc độ của thiết bị lặn.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Sarkar T., Sayer G., Fraser M. A Study of Autonomous Underwater Vehicle Hull Forms Using Computational Fluid Dynamics // International Journal of Numerical Methods in Fluids. 1997. Vol 25. P. 1301-313.
- [2] Sohaib M., Ayub M., Rafique M. Computational Cavitation Analysis of a Submerged Body at Different Depths // European Conference on Computational Fluid Dynamics Eccomas CFD. 2006.
- [3] Muhamad H., Zahurin S., Mohd Rizal A. CFD Simulation of Cooperative AUV Motion // Indian Journal of Marine Sciences. 2009. Vol. 38(3). P. 346-351.
- [4] Ahn S. An Experimental Study of Flow Over a 6:1 Prolate Spheroid at Incidence // Ph.D. Dissertation. Virginia Polytechnic Institute and State Aerospace Engineering Department. 1992.
- [5] Wetzel T., Simpson R. Unsteady Three Dimensional Cross-Flow Separation Measurements on a Prolate Spheroid Undergoing Time-Dependent Maneuvers // Twenty-First Symb. Naval Hydrodynamics. 1997. P 161-176.
- [6] Tkachenko I., Guriev Y. Large Eddy Simulation of Unsteady Motion of an High Speed Objects under Cavitation Regime // International conference on innovative approaches to further increase speed of fast marine vehicles, moving above, under and in water surface, SuperFAST. 2008

**Người phản biện: TS. Đỗ Quang Khải**

---

## **ĐIỀU KHIỂN HỒI TIẾP PHI TUYẾN CẦU TRỤC NONLINEAR FEEDBACK CONTROL OF OVERHEAD CRANES**

**TS. LÊ ANH TUẤN**

*Khoa Cơ khí, Trường ĐHHH Việt Nam*

### **Tóm tắt**

*Nghiên cứu này đề xuất một bộ điều khiển cho cầu trục sử dụng kỹ thuật hồi tiếp phi tuyến. Cả mô phỏng và thực nghiệm đều được tiến hành để chứng tỏ hiệu quả của bộ điều khiển. Kết quả cho thấy cầu trục với bộ điều khiển đề xuất ổn định tiệm cận. Các đáp ứng của hệ đều đạt trạng thái xác lập sau một thời gian ngắn.*

### **Abstract**

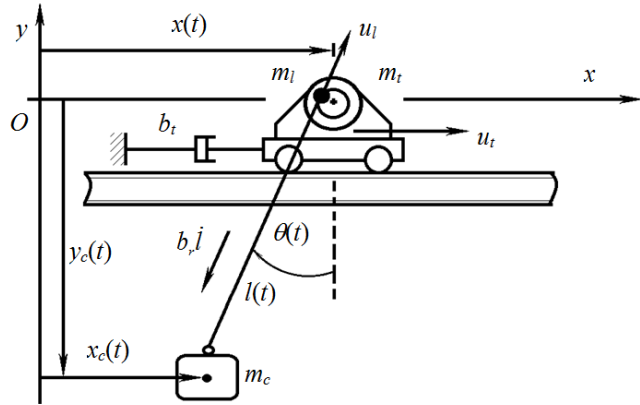
*This research proposes a controller for an overhead crane using nonlinear feedback technique. To show the effectiveness of the proposed controller, both simulation and experimental study are conducted. The results show that the crane system with the proposed controller is asymptotically stable. All system responses reach a steady state within a considerably short time.*

**Key words:** *Nonlinear feedback, system stability, overhead cranes*

### **1. Giới thiệu chung**

Cầu trục được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp. Cầu trục hiện đại thường được khai thác với tốc độ nhanh để nâng cao năng suất. Điều này dễ dẫn đến sự lắc hàng lớn và chuyển động không chính xác các cơ cấu của cầu trục. Nếu góc lắc hàng lớn, có thể gây tai nạn trong khu vực cần trục làm việc. Có nhiều phương pháp điều khiển ứng dụng cho cầu trục đã được công bố như: hồi tiếp tuyến tính hóa [1], trượt [2], thích nghi [3], logic mờ [4], mạng nơ ron [5].

Bài báo này đề xuất một bộ điều khiển mới cho cầu trục dựa trên kỹ thuật hồi tiếp phi tuyến. Hai tín hiệu điều khiển là lực kéo xe con  $u_l$  và lực kéo cáp nâng  $u_r$  dùng để điều khiển ba biến trạng thái gồm góc lắc hàng  $\theta$ , dẫn động chính xác xe con  $x$  đến vị trí yêu cầu, nâng hàng đến chính xác chiều dài cáp nâng yêu cầu  $l$ .



Hình 1. Mô hình vật lý cầu trục

Cấu trúc bài báo gồm: Mục 2 giới thiệu mô hình toán, mục 3 thiết kế luật điều khiển hồi tiếp phi tuyến, mục 4 mô phỏng và nghiên cứu thực nghiệm, mục 5 đưa ra kết luận và hướng nghiên cứu tiếp theo.

## 2. Mô hình toán

Mô hình toán của cầu trục (hình 1) đã được thiết lập trong [2]. Mô hình toán gồm ba phương trình vi phân chuyển động, viết dưới dạng ma trận như sau:

$$\mathbf{M}(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}} + \mathbf{C}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}} + \mathbf{G}(\mathbf{q}) = \mathbf{F} \quad (1)$$

với

$$\mathbf{M}(\mathbf{q}) = \begin{bmatrix} m_t + m_c & -m_c \sin \theta & -m_c l \cos \theta \\ -m_c \sin \theta & m_c + m_t & 0 \\ -m_c l \cos \theta & 0 & m_c l^2 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{C}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) = \begin{bmatrix} b_t & -m_c \cos \theta \dot{\theta} & m_c l \sin \theta \dot{\theta} - m_c \cos \theta \dot{l} \\ 0 & b_r & -m_c l \dot{\theta} \\ 0 & m_c \dot{\theta} & m_c l \dot{l} \end{bmatrix}$$

lần lượt là ma trận khối lượng, ma trận cản.  $\mathbf{G}(\mathbf{q}) = [0 \quad -m_c g \cos \theta \quad m_c l g \sin \theta]^T$  là véc tơ trọng lực,  $\mathbf{F} = [u_l \quad u_r \quad 0]^T$  là tín hiệu điều khiển, và  $\mathbf{q} = [x \quad l \quad \theta]^T$  là các tọa độ suy rộng.

## 3. Thiết kế luật điều khiển hồi tiếp phi tuyến

Luật điều khiển  $\mathbf{U} = [u_l \quad u_r]^T$  được thiết kế để dẫn trạng thái  $\mathbf{q} = [x \quad l \quad \theta]^T$  đến giá trị xác lập  $\mathbf{q}_d = [x_d \quad l_d \quad 0]^T$ . Mô hình toán được tách ra làm hai hệ con: một tương ứng với biến điều khiển trực tiếp  $\mathbf{q}_1 = [x \quad l]^T$  và một ứng với biến điều khiển gián tiếp  $q_2 = \theta$ . Hàng thứ 3 của phương trình (1) được viết lại (thêm dấu :)

$$\ddot{\theta} = \frac{1}{l} (\cos \theta \ddot{x} - 2\dot{\theta} \dot{l} - g \sin \theta) \quad (2)$$

Phương trình này cho thấy quan hệ động học giữa góc lắc  $\theta$  với chuyển vị  $x$  của xe con và chiều dài cáp  $l$ . Thay (2) vào hàng thứ nhất kết hợp với hàng thứ hai của (1), ta được mô hình toán chủ động, viết dưới dạng phương trình ma trận (thêm dấu :)

$$\bar{\mathbf{M}}(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{B}\dot{\mathbf{q}}_1 + \bar{\mathbf{C}}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}_2 + \bar{\mathbf{G}}(\mathbf{q}) = \mathbf{U} \quad (3)$$

$$\text{với, } \bar{\mathbf{M}} = \begin{bmatrix} (m_t + m_c \sin^2 \theta) & -m_c \sin \theta \\ -m_c \sin \theta & (m_c + m_t) \end{bmatrix}; \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} b_t & 0 \\ 0 & b_r \end{bmatrix}; \quad \bar{\mathbf{C}} = \begin{bmatrix} m_c l \sin \theta \dot{\theta} \\ -m_c l \dot{\theta} \end{bmatrix}; \quad \bar{\mathbf{G}} = \begin{bmatrix} m_c g \sin \theta \cos \theta \\ -m_c g \cos \theta \end{bmatrix}.$$

Ma trận  $\bar{\mathbf{M}}$  có  $a_{11} = m_t + m_c \sin^2 \theta > 0$ , có định thức  $(m_t m_c + m_t m_t + m_c m_t \sin^2 \theta) > 0$  nên  $\bar{\mathbf{M}}$  xác định dương. Mô hình toán (3) được viết lại (thêm dấu :)

$$\ddot{\mathbf{q}}_1 = \mathbf{A}_a \dot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{B}_a \dot{q}_2 + \mathbf{C}_a + \mathbf{D}_a \mathbf{U} \quad (4)$$

với,  $\mathbf{A}_a = -\bar{\mathbf{M}}^{-1}(\mathbf{q})\mathbf{B}$ ;  $\mathbf{B}_a = -\bar{\mathbf{M}}^{-1}(\mathbf{q})\bar{\mathbf{C}}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})$ ;  $\mathbf{C}_a = -\bar{\mathbf{M}}^{-1}(\mathbf{q})\bar{\mathbf{G}}(\mathbf{q})$ ;  $\mathbf{D}_a = \bar{\mathbf{M}}^{-1}(\mathbf{q})$ .

Tương tự, phương trình (2) được viết lại (thêm dấu :)

$$\ddot{q}_2 = \mathbf{A}_u \ddot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{B}_u \dot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{C}_u \quad (5)$$

$$\text{với, } \mathbf{A}_u = \begin{bmatrix} \frac{\cos \theta}{l} & 0 \end{bmatrix}; \mathbf{B}_u = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{2\dot{\theta}}{l} \end{bmatrix}; \mathbf{C}_u = -\frac{g \sin \theta}{l}.$$

Thay (4) vào (5) dẫn tới (thêm dấu :)

$$\ddot{q}_2 = (\mathbf{A}_u \mathbf{A}_a + \mathbf{B}_u) \dot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{A}_u \mathbf{B}_a \dot{q}_2 + \mathbf{A}_u \mathbf{C}_a + \mathbf{C}_u + \mathbf{A}_u \mathbf{D}_a \mathbf{U} \quad (6)$$

Xem  $\mathbf{q}_1$  là tín hiệu ra, phương trình (4) được “tuyến tính hóa” bằng cách đặt (thêm dấu :)

$$\ddot{\mathbf{q}}_1 = \mathbf{V}_a \quad (7)$$

với  $\mathbf{V}_a = \mathbf{A}_a \dot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{B}_a \dot{q}_2 + \mathbf{C}_a + \mathbf{D}_a \mathbf{U}$  là tín hiệu điều khiển quy đổi.

Để ổn định (4), ta chọn  $\mathbf{V}_a$  như sau (thêm dấu :)

$$\mathbf{V}_a = \ddot{\mathbf{q}}_{1d} - \mathbf{K}_{d1} (\dot{\mathbf{q}}_1 - \dot{\mathbf{q}}_{1d}) - \mathbf{K}_{p1} (\mathbf{q}_1 - \mathbf{q}_{1d}) \quad (8)$$

với  $\mathbf{K}_{d1} = \text{diag}(K_{d11}, K_{d12})$  và  $\mathbf{K}_{p1} = \text{diag}(K_{p11}, K_{p12})$  là những ma trận dương.

Phương trình (7) và (8) ổn định sai số  $\mathbf{e}_1 = \mathbf{q}_1 - \mathbf{q}_{1d}$  với mọi  $\mathbf{K}_{d1} > 0$  và  $\mathbf{K}_{p1} > 0$ . Nói cách khác, tín hiệu quy đổi  $\mathbf{V}_a$  dẫn tín hiệu ra  $\mathbf{q}_1$  đến giá trị yêu cầu  $\mathbf{q}_{1d}$  một cách tiệm cận.

Để khử góc lắc  $q_2$ , ta “tuyến tính hóa” phương trình (6) bằng cách đặt (thêm dấu :)

$$\ddot{q}_2 = \mathbf{V}_u \quad (9)$$

với  $\mathbf{V}_u = (\mathbf{A}_u \mathbf{A}_a + \mathbf{B}_u) \dot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{A}_u \mathbf{B}_a \dot{q}_2 + \mathbf{A}_u \mathbf{C}_a + \mathbf{C}_u + \mathbf{A}_u \mathbf{D}_a \mathbf{U}$  là tín hiệu điều khiển quy đổi.

Để góc lắc triệt tiêu một cách tiệm cận, chọn (thêm dấu :)

$$\mathbf{V}_u = \ddot{q}_{2d} - K_{d2} (\dot{q}_2 - \dot{q}_{2d}) - K_{p2} (q_2 - q_{2d}) \quad (10)$$

với  $K_{d2}$  và  $K_{p2}$  là những hằng số dương.

Để ổn định cả  $\mathbf{q}_1$  và  $q_2$ , tín hiệu quy đổi được chọn bằng cách phối hợp (8) và (10)

$$\mathbf{V} = \mathbf{V}_a + \alpha \mathbf{V}_u = -\mathbf{K}_{d1} \dot{\mathbf{q}}_1 - \mathbf{K}_{p1} (\mathbf{q}_1 - \mathbf{q}_{1d}) - \alpha K_{d2} \dot{q}_2 - \alpha K_{p2} q_2 \quad (11)$$

với  $\alpha = [\alpha_1 \quad 0]^T$  là véc tơ trọng số. Xem  $\mathbf{q}_1$  là tín hiệu ra, thay  $\mathbf{V}_a$  bằng  $\mathbf{V}$ , ta nhận được luật điều khiển:

$$\mathbf{U} = -\bar{\mathbf{M}}(\mathbf{q}) \left\{ (\mathbf{K}_{d1} + \mathbf{A}_a) \dot{\mathbf{q}}_1 + (\alpha K_{d2} + \mathbf{B}_a) \dot{q}_2 + \mathbf{K}_{p1} (\mathbf{q}_1 - \mathbf{q}_{1d}) + \alpha K_{p2} q_2 + \mathbf{C}_a \right\} \quad (12)$$

#### 4. Mô phỏng và nghiên cứu thực nghiệm

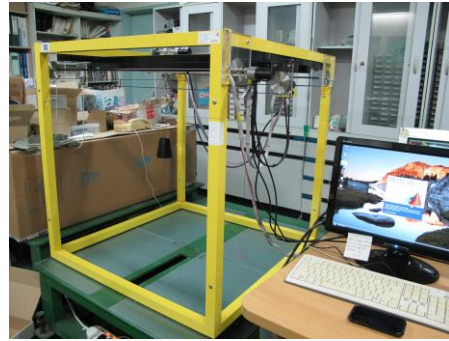
Mô hình toán (1) dẫn động bởi bộ điều khiển (12) được mô phỏng số trên môi trường MATLAB. Nghiên cứu thực nghiệm cũng được tiến hành trên cầu trục 3D crane của hãng InTeCo (Hình 2). Cầu trục dùng 2 động cơ DC để dẫn động xe con và nâng hạ hàng. Có 3 encoders dùng để đo chuyển vị xe con, góc lắc hàng, và chiều dài cáp nâng. Luật điều khiển được thiết kế trên môi trường MATLAB/SIMULINK với giải pháp xPC-target của Mathworks. Các tham số của hệ

thống sử dụng cho mô phỏng gồm:  $m_l = 5$  kg,  $m_f = 2$  kg, và  $m_c = 0.85$  kg. Các tham số của bộ điều khiển

$$\mathbf{K}_{d1} = \text{diag}(10,10), \mathbf{K}_{p1} = \text{diag}(1.3,1.3), K_{d2} = 2,$$

$$K_{p2} = 1.8, \alpha = [1 \ 0]^T.$$

Kết quả mô phỏng và thực nghiệm được thể hiện trên các hình 3÷5. Xe con chuyển động chính xác đến đích 0.3m sau 4.9s với mô phỏng và 6s với thực nghiệm (Hình 3). Hàng được hạ chính xác từ 0.1m đến 0.4 m chiều dài cáp yêu cầu sau 4.4s đối với mô phỏng và 3.8s đối với thực nghiệm (Hình 4). Cả hai đáp ứng này đều không có lượng quá điều chỉnh. Hình 5 thể hiện sự lắc hàng trong quá trình xe con di chuyển kết hợp với nâng/hạ hàng. Góc lắc được giữ rất nhỏ trong suốt quá trình vận chuyển ( $\theta_{\max} = 1.5^\circ$  với mô phỏng,  $\theta_{\max} = 1.8^\circ$  với thực nghiệm) và triệt tiêu hoàn ở đích đến của tải. Mô phỏng cho thấy góc lắc hàng triệt tiêu hoàn toàn trong một chu kỳ trong khi thực nghiệm cho thấy góc lắc này bị khử sau ít nhất hai chu kỳ dao động. Có thể thấy rõ sự khác nhau giữa đáp ứng mô phỏng và đáp ứng thực nghiệm ở thời kỳ quá độ. Điều này là do sự khác nhau giữa mô hình toán và mô hình thực nghiệm. Có nhiều yếu tố gặp phải trong thực nghiệm nhưng chưa được kể đến trong mô hình toán như độ rơ của động cơ, độ đàn hồi của dây kéo xe con... Trong hệ thống thực nghiệm, tín hiệu phản hồi gồm chuyển vị  $\mathbf{q}$  và vận tốc tương ứng  $\dot{\mathbf{q}}$ . Cần trục trong thực tế chỉ được trang bị các encoders đo chuyển vị mà không trang bị các cảm biến vận tốc vì nó làm tăng kích thước, trọng lượng, và tăng giá thành của cần trục. Có hai giải pháp để xác định vận tốc mà không cần cảm biến đo trực tiếp là sử dụng bộ quan sát hoặc đạo hàm số các tín hiệu chuyển vị. Trong hệ thống thực nghiệm này (Hình 2), vận tốc  $\dot{\mathbf{q}}$  phản hồi về bộ điều khiển được xác định bằng cách đạo hàm số có trang bị bộ lọc tần số thấp để khử nhiễu.



Hình 2. Hệ thống thực nghiệm

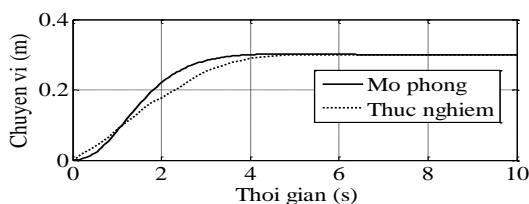
Để khẳng định chất lượng của bộ điều khiển đề xuất, sự so sánh hai chỉ tiêu chất lượng của quá trình điều khiển (gồm thời gian quá độ và lượng quá điều chỉnh) của công trình này với công trình [2] được thể hiện trên bảng 1.

Bảng 1. So sánh các chỉ tiêu chất lượng của đáp ứng hệ thống điều khiển

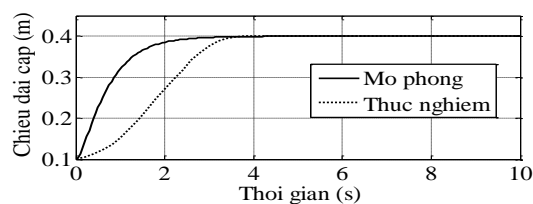
(Mô phỏng/ Thực nghiệm)	Hồi tiếp phi tuyến		Thích nghi trượt [2]	
	Thời gian tăng (s)	Lượng quá điều chỉnh	Thời gian tăng (s)	Lượng quá điều chỉnh
Chuyển vị xe con	(4.9/6)	(0/0)	(2.8/4)	(0/0)
Nâng hạ hàng	(4.4/3.8)	(0/0)	(3.6/4.4)	(0/0)
Góc lắc hàng	(4/6)	( $\theta_{\max}=1.5^\circ/\theta_{\max}=1.8^\circ$ )	(5.2/2.7)	( $\theta_{\max}=3^\circ/\theta_{\max}=1.8^\circ$ )

## 5. Kết luận

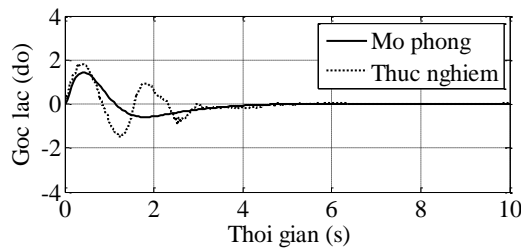
Chúng tôi vừa đề xuất một bộ điều khiển có chất lượng cao cho cầu trục. Bộ điều khiển được thiết kế dựa trên kỹ thuật hồi tiếp phi tuyến. Cả mô phỏng và thực nghiệm đều cho kết quả tốt. Bộ điều khiển dẫn động chính xác các cơ cấu của cầu trục. Sự lắc hàng hầu như không xảy ra ở đích đến của tải. Nói cách khác, bộ điều khiển ổn định tiệm cận tất cả các đáp ứng của hệ. Mở rộng bộ điều khiển cho chuyển động 3 chiều của cầu trục sẽ được nghiên cứu trong các công trình tiếp theo.



Hình 3. Chuyển động xe con.



Hình 4. Nâng hàng.



Hình 5. Góc lắc hàng

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tuan Anh Le, Gook-Hwan Kim, Min Young Kim, and Soon-Geul Lee, Partial Feedback Linearization Control of Overhead Cranes with Varying Cable Lengths, *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 13 (4) (2012) 501-507.
- [2] Le Anh Tuan, Sang-Chan Moon, Won Gu Lee, and Soon-Geul Lee, Adaptive Sliding Mode Control of Overhead Cranes with Varying Cable Length, *Journal of Mechanical Science and Technology*, 27 (3) (2013) 885-893.
- [3] J. H. Yang and S. H. Shen, Novel approach for adaptive tracking control of a 3D overhead crane system, *Journal of Intelligent Robot System*, 62 (1) (2010) 59-80.
- [4] A. Benhidjeb and G. L. Gissinger, Fuzzy control of an overhead crane performance comparison with classic control, *Control Engineering Practice*, 3 (12) (1995) 1687-1696.
- [5] C. Y. Chang and K. H. Chiang, Intelligent accelerated method for the nonlinear 3D crane control, *Expert System with Applications*, 35 (3) (2009) 5750-5752.

Người phản biện: PGS.TS. Lê Văn Học; PGS.TSKH. Đỗ Đức Lưu

## MÔ PHỎNG VÀ PHÂN TÍCH TƯƠNG TÁC THỦY ĐỘNG LỰC GIỮA TÀU VỚI BỜ VÀ ĐÁY LUỒNG HÀNG HẢI (PHẦN 1: MÔ HÌNH TOÁN) SIMULATION AND NUMERICAL INVESTIGATION OF SHIP-BANK AND SHIP-BOTTOM INTERACTIONS IN MARINE CHANNEL (PART 1: MATHEMATICAL MODEL)

TS. TRẦN KHÁNH TOÀN

Khoa Công trình, Trường ĐHHH Việt Nam

### Tóm tắt:

*Phần 1 (Mô hình toán): Bài báo này giới thiệu lý thuyết chung và mô hình tính toán tương tác thủy động lực giữa tàu với bờ và đáy luồng hàng hải.*

### Abstract

*Part 1 (Mathematical model): This article introduces the theory and mathematical model ship-bank and ship-bottom interactions in marine channel.*

**Key words:** Ship Manoeuvring Simulation, Ship-Bank Interaction, Ship-Bottom Interaction

### 1. Giới thiệu chung

Trong vùng nước hạn chế (như luồng hẹp) đặc tính điều động của tàu bị ảnh hưởng bởi sự xuất hiện các lực gây nhiễu như lực tương tác giữa tàu với bờ luồng và các công trình ven bờ, lực tương tác giữa tàu với đáy luồng, lực hút/đẩy của tàu khác trong các tình huống tránh hoặc vượt,... Việc nghiên cứu, mô phỏng và dự báo thay đổi quỹ đạo tàu do các tương tác này đóng vai trò quan trọng trong thiết kế luồng, mô phỏng huấn luyện hàng hải và cảnh báo an toàn hàng hải khi tàu hành hải trong các vùng nước hạn chế.

Một số nhà khoa học đã nghiên cứu và xây dựng hệ thống các công thức thực nghiệm tính toán tương tác thủy động lực giữa tàu với bờ và đáy luồng, như Fujino (1968), Eda (1971), Norrbín (1974, 1985), Fuehrer & Römisich (1974), Dand (1981), Ch'ng et al. (1993), Vantorre (1995), và Li et al.(2001) [5]. Trong phạm vi nghiên cứu, từ các công thức thực nghiệm tác giả xây dựng mô hình toán để tính toán và mô phỏng các tương tác giữa tàu với bờ và đáy luồng, thể hiện qua việc dự báo sự thay đổi quỹ đạo tàu dưới tác dụng của các thành phần lực dọc, lực ngang và mô men



xoay tương ứng với 3 thành phần chuyển động *Dọc (Surge)*-*Ngang (Sway)*-*Xoay (Yaw)* của tàu trên mặt nước.

## 2. Mô hình toán

Ảnh hưởng của bờ và đáy luồng đối với tàu thường phụ thuộc vào một số yếu tố sau:

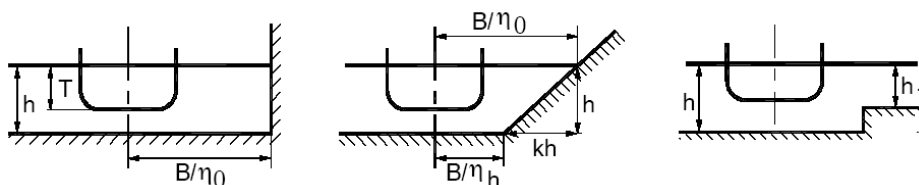
- Khoảng cách ngang giữa tàu với bờ phải và bờ trái luồng ( $y_S, y_{S3}, y_P, y_{P3}$ ): Lực ngang  $Y$  và mô men xoay  $N$  tác dụng lên thân tàu sẽ tăng nếu khoảng cách giữa tàu và bờ giảm. (dấu ;)

- Vận tốc dọc  $u$ : Lực ngang  $Y$  và mô men xoay  $N$  thường tỷ lệ thuận với bình phương vận tốc dọc  $u^2$ , đặc biệt trong vùng nước nông thì ảnh hưởng của  $u$  còn lớn hơn. (dấu ;)

- Tỷ số giữa độ sâu nước ( $h$ ) và mớn nước của tàu ( $T$ ): Nếu tỷ số  $h/T$  tăng tới một giá trị tới hạn, thường nằm trong khoảng 1.1÷1.25, thì tàu có xu hướng bị hút về phía bờ. Nếu tỷ số này nhỏ thì tàu có xu hướng bị đẩy ra xa bờ. Nếu tỷ số này rất nhỏ thì mô men xoay  $N$  sẽ tăng lên đáng kể.

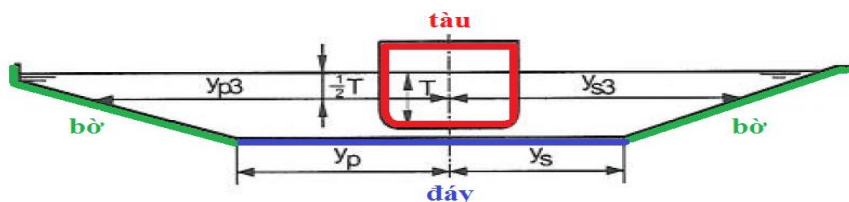
- Hoạt động của chân vịt: Thông thường khi chuyển động gần bờ thì tàu có xu hướng bị đẩy ra xa bờ, nhưng nếu trong trường hợp tỷ số  $h/T$  rất nhỏ và vận tốc quay chân vịt tăng đột ngột từ giá trị 0 thì đuôi tàu lại có xu hướng bị hút ngược trở lại về phía bờ. (dấu ;)

- Đặc tính hình học của bờ (mái dốc, phần ngập nước): được minh họa trong Hình 1.



Hình 1. Đặc tính hình học của một số loại mặt cắt ngang luồng

Tác giả áp dụng phương pháp tính của Ch'ng et al. (1993), là phương pháp đang được áp dụng phổ biến hiện nay [5]. Đồ hình tính toán thể hiện trong Hình 2:



Hình 2. Đồ hình tính toán tương tác giữa tàu với bờ và đáy luồng

Lực tác dụng theo phương dọc tàu ( $X_{N-BP}$ ), ngang tàu ( $Y_{N-BP}$ ) và mô men xoay ( $N_{N-BP}$ ) được tính theo công thức (1):

$$\begin{aligned} X_{N-BP} &\approx 0 \\ Y_{N-BP} &= Y_H + Y_P + Y_{HP} \\ N_{N-BP} &= N_H + N_P + N_{HP} \end{aligned} \quad (1)$$

Trong đó, lực dọc  $X_{N-BP}$  thường có giá trị nhỏ nên có thể bỏ qua.  $Y_H$  và  $N_H$  là lực dọc và mô men xoay do ảnh hưởng của vận tốc tiến của tàu.  $Y_P$  và  $N_P$  là lực dọc và mô men xoay do ảnh hưởng lực đẩy của tàu.  $Y_{PH}$  và  $N_{PH}$  là lực dọc và mô men xoay do ảnh hưởng hỗn hợp của vận tốc tiến và lực đẩy của tàu. Các thành phần lực ngang và mô men xoay  $Y_H, N_H, Y_P, N_P, Y_{PH}$  và  $N_{PH}$  được tính theo các công thức (2)-(7):

$$Y^H = \frac{1}{2} \rho L T u^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{k=0}^2 \alpha_{ik}^{(H)} y_B^i \left( \frac{T}{h_{eff} - T} \right)^k \quad (2)$$

$$N^H = \frac{1}{2} \rho L^2 T u^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{k=0}^2 \beta_{ik}^{(H)} y_B^i \left( \frac{T}{h_{eff} - T} \right)^k \quad (3)$$

$$Y^P = \frac{1}{2} \rho L T V_T^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{k=0}^2 \alpha_{ik}^{(P)} y_{B3}^i \left( \frac{T}{h_{eff} - T} \right)^k \quad (4)$$

$$N^P = \frac{1}{2} \rho L^2 T V_T^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{k=0}^2 \beta_{ik}^{(P)} y_{B3}^i \left( \frac{T}{h_{eff} - T} \right)^k \quad (5)$$

$$Y^{HP} = \frac{1}{2} \rho L T V_T^2 F_r \sum_{i=1}^2 \sum_{k=0}^2 \alpha_{ik}^{(HP)} y_{B3}^i \left( \frac{T}{h_{eff} - T} \right)^k \quad (6)$$

$$N^{HP} = \frac{1}{2} \rho L^2 T V_T^2 F_r \sum_{i=1}^2 \sum_{k=0}^2 \beta_{ik}^{(HP)} y_{B3}^i \left( \frac{T}{h_{eff} - T} \right)^k \quad (7)$$

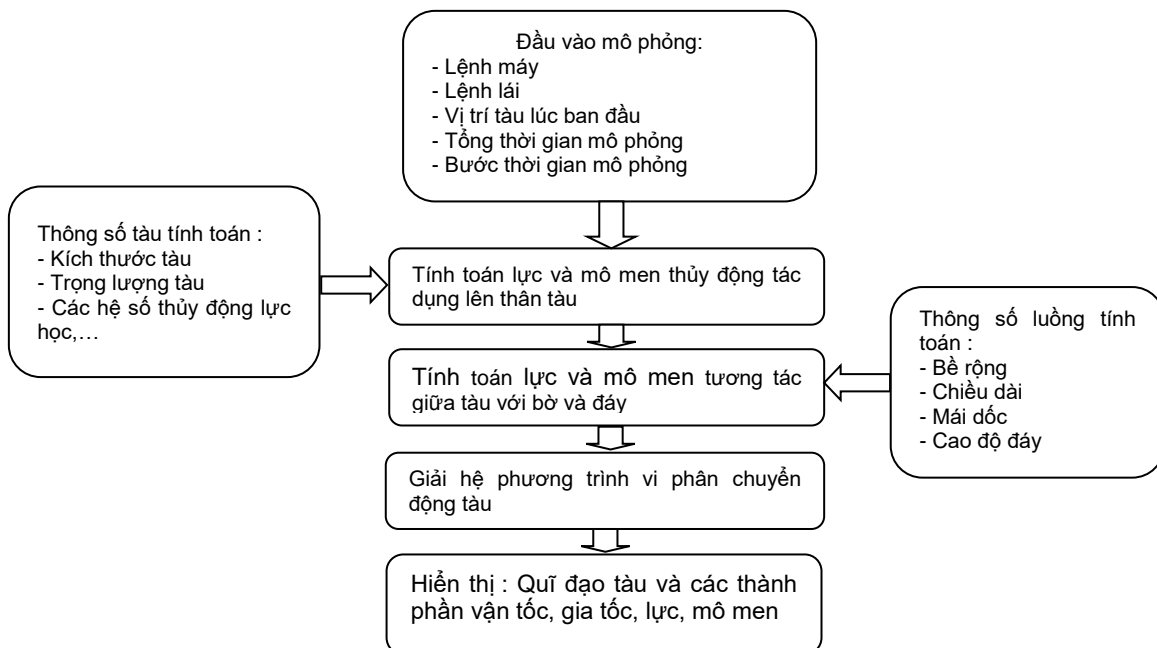
Trong đó,  $\alpha_{ik}^{(H)}$ ,  $\beta_{ik}^{(H)}$ ,  $\alpha_{ik}^{(P)}$ ,  $\beta_{ik}^{(P)}$ ,  $\alpha_{ik}^{(HP)}$ ,  $\beta_{ik}^{(HP)}$  là các hệ số hồi quy.  $y_B$  và  $y_{B3}$  là các đại lượng không thứ nguyên đặc trưng cho vị trí tương đối của tâm tàu đối với bờ phải và bờ trái tại 2 vị trí (vị trí chân mái dốc và vị trí trên mặt mái dốc cách mặt nước một khoảng  $T/2$ ), xác định theo công thức (8)-(9):

$$y_B = \frac{1}{2} B \left( \frac{1}{y_p} + \frac{1}{y_s} \right) \quad (8)$$

$$y_{B3} = \frac{1}{2} B \left( \frac{1}{y_{p3}} + \frac{1}{y_{s3}} \right) \quad (9)$$

Tương tác giữa tàu với đáy luồng thể hiện qua đại lượng  $h_{eff}$ , là chiều sâu hiệu dụng đã xét đến ảnh hưởng của hiệu ứng Squat.

\* Mô hình toán cho phần lập trình mô phỏng thể hiện qua sơ đồ khối trong Hình 3:  
(kéo cả hình 3 sang phải 1 chút nữa cho khỏi bị tràn lề trái)



Hình 3. Mô hình toán lập trình mô phỏng tương tác thủy động lực

### 3. Lựa chọn mô hình tàu và thông số luồng hàng hải cho lập trình mô phỏng

Lựa chọn mô hình tàu dầu Esso Bernicia 193000 DWT. Bảng 1 thể hiện các thông số tàu và thông số luồng hàng hải cho lập trình mô phỏng [3,4].

Bảng 1. Các thông số tính toán của tàu và luồng

Thông số tàu	Giá trị	Thông số luồng	Giá trị
$L_{pp}$ : Chiều dài	304,8 (m)	Chiều dài	1200 (m)
B: Chiều rộng	47,17 (m)	Chiều rộng	300 (m)
T: Mớn nước	18,46 (m)	Chiều sâu	30 (m)
$\nabla$ : Lượng giãn nước	220000	Mái dốc	1:5
$L_{pp}/B$	6,46	Chân hoa tiêu	1.61 (m)
B/T	2,56		
$C_B$ : Hệ số béo	0,83		
$U_0$ : Vận tốc khai thác tàu	16 (knots)		
n: Vận tốc khai thác của chân	80 (rpm)		

Phương trình chuyển động của tàu dầu Esso Bernicia 193000 DWT [1,2]:

$$\begin{aligned} \dot{u} - vr &= gX'' \\ \dot{v} + ur &= gY'' \\ (Lk_z'')^2 \dot{r} &= gLN'' \end{aligned} \quad (10)$$

Trong hệ tọa độ gắn trên tàu:  $\dot{u}$  và  $\dot{v}$  lần lượt là gia tốc dọc và ngang thân tàu;  $\dot{r}$  là gia tốc xoay;  $g$  là gia tốc trọng trường;  $L$  là chiều dài tàu;  $k_z''$  là bán kính xoay không thứ nguyên do mômen quán tính;  $I_z$  là mô men quán tính xoay của tàu;  $m$  là khối lượng tàu.

Các thành phần lực dọc/ngang và mômen thủy động của tàu:

$$\begin{aligned} X'' &= X''_0 + X''_{N-BP} \\ Y'' &= Y''_0 + Y''_{N-BP} \\ N'' &= N''_0 + N''_{N-BP} \end{aligned} \quad (11)$$

Trong đó:  $X''_0$ ,  $Y''_0$ ,  $N''_0$  là các thành phần lực dọc, ngang và mô men xoay thủy động không thứ nguyên do tác dụng của chân vịt và bánh lái lên thân tàu.  $X''_{N-BP}$ ,  $Y''_{N-BP}$ ,  $N''_{N-BP}$  là các thành phần lực dọc, ngang và mô men xoay do tương tác giữa tàu với bờ và đáy luồng trong công thức (1) đã chuyển về dạng không thứ nguyên.

### 4. Kết luận

Trong phần 1, tác giả đã giới thiệu khái quát về tương tác thủy động giữa tàu với bờ và đáy luồng hàng hải. Tác giả đã xây dựng mô hình toán cho lập trình mô phỏng áp dụng theo phương pháp tính của Ch'ng et al., cho mô hình tàu dầu ESSO BERNICIA 193000DWT chuyển động trên luồng.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Fossen T.I., Guidance and Control of Ocean Vehicles, John Wiley & Sons, 448 pages (1994)
- [2] Tran K.T., Ouahsine A., Naceur H. and El Wasifi K., Assessment of ship manoeuvrability by using a coupling between a nonlinear transient manoeuvring model and mathematical programming techniques, ELSEVIER/ScienceDirect/Journal of Hydrodynamics/DOI: 10.1016/S1001-6058(13)60426-6, pp.788-804 (2013)
- [3] Tran K.T., Ouahsine A., Naceur H., Hissel F. and Pourplanche A., Coefficient Identification for Ship Manoeuvring Simulation Model based on Optimization Techniques, International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering IV - COUPLED PROBLEMS 2011, 20-22 June 2011, Kos, Greece, pp.1261-1272 (2011).

- [4] Tran K.T., Ouahsine A., Naceur H., Hissel F. and Pourplanche A., Coefficients Identification for Ship Manoeuvring Simulation based on Optimization Techniques, International Conference on Computational Methods in Marine Engineering IV-MARINE 2011, 28-30 September 2011, Lisbon, Portugal, pp.369-380 (2011).
- [5] Tran K.T., Ship manoeuvring simulation and hydrodynamic coefficient identification from sea trials (PhD thesis), University of Technology of Compiègne, Compiègne, France (2012).

**Người phản biện: TS. Trần Long Giang, PGS.TS. Hà Xuân Chuẩn**

## BIẾN DẠNG UỐN CỦA MÓNG THÙNG CHÌM DÙNG CHO THÁP GIÓ XA BỜ TRONG QUÁ TRÌNH LẮP ĐẶT

### BUCKLING BEHAVIORS OF BUCKET FOUNDATION FOR OFFSHORE WIND TOWER DURING INSTALLATION

**NCS. TRẦN ĐỨC PHÚ**

Khoa Công trình, Trường ĐHHH Việt Nam

**GS. LEE GYE HEE**

Đại học Hàng hải Quốc gia Mokpo, Hàn Quốc

#### Tóm tắt

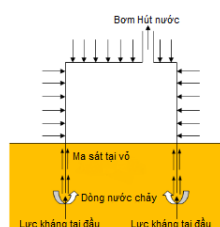
Trong nghiên cứu này, hiện tượng biến dạng uốn trong quá trình lắp đặt móng thùng chìm của tua bin gió xa bờ đã được nghiên cứu. Đối tượng nghiên cứu được mô phỏng bằng một phần mềm phân tích kết cấu thương mại ABAQUS và hiện tượng biến dạng của kết cấu được xác định bằng hệ số Batdorf Z trong tiêu chuẩn thiết kế DNV. Ảnh hưởng của các tham số như các thanh gia cường dọc trục và độ sâu đóng đã được đánh giá cho việc xác định sức chịu tải. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, các thanh gia cường dọc trục có thể làm tăng đáng kể sức chịu tải trong một khu vực đặc thù riêng.

#### Abstract

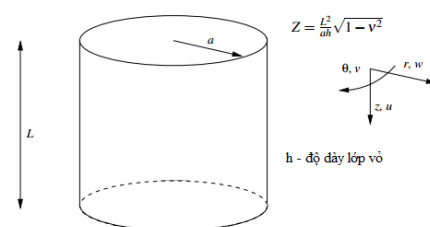
In this study, the buckling behaviors during the installation of a bucket foundation for an offshore wind turbine tower were investigated. The objective structure was modeled by using a commercial structural analysis program, and the buckling behavior of the model was estimated as Batdorf's parameter Z in the design code. The surrounding soil conditions and loading condition were applied to the verified analysis model. The effects of parameters such as the longitudinal stiffeners and driven depth were estimated for the buckling capacity. As a result, it was found that the longitudinal stiffeners could drastically increase the buckling capacity in a specific region.

#### 1. Giới thiệu chung

Năng lượng gió là một nguồn năng lượng có tiềm năng lớn trong tương lai gần và việc nâng cao năng lực các công trình xa bờ sẽ vẫn tiếp tục gia tăng. Rất nhiều loại kết cấu nền móng đã được đưa ra nghiên cứu phục vụ cho các tháp gió xa bờ như móng trọng lực, móng cọc đơn, hệ giàn móng và móng thùng chìm. Móng thùng chìm được lắp đặt bằng cách sử dụng lực hút làm lực điều hướng dựa trên sự chênh lệch áp suất giữa bên trong và bên ngoài của thùng. Việc hạ áp lực bên trong khoang kín của thùng gây ra hiện tượng nước chảy vào làm giảm áp lực tác động vào phần đỉnh của phần thân dưới. Dẫn đến, việc kháng thâm nhập bị giảm đi. Do đó, quá trình hạ thủy lắp đặt không đòi hỏi những thiết bị lắp đặt có sức nặng.



**Hình 1. Sơ lược về móng thùng chìm**



**Hình 2. Các tham số của vách (Pinna, 2000)**

Hình dạng của móng thùng chìm là một vách trụ tròn dạng mở với tỉ số bán kính/chiều cao lớn. Hình dạng này có rất nhiều ưu điểm liên quan đến tải trọng tác động bên ngoài và sự ổn định

của nó. Tuy nhiên, một vách mở dạng trụ tròn có thể gặp phải hiện tượng biến dạng uốn trong quá trình lắp đặt. Đặc biệt, hiện tượng phá hủy này có thể nghiêm trọng hơn đối với móng thùng chìm được làm theo dạng trụ thép tròn có vách mỏng so với trụ có vách dày. Trong nghiên cứu này, móng thùng chìm dạng trụ tròn được bổ sung các thanh gia cường và nắp phía trên được mô phỏng và phân tích hiện tượng biến dạng uốn. Lớp đất bao quanh cũng được xem xét dưới dạng các lò xo đất. Thông qua việc phân tích các tham số như hình dạng của vách trụ tròn, thanh gia cường dọc trục, độ sâu đóng, hiện tượng biến dạng uốn của móng thùng chìm đã xác định.

## 2. Biến dạng uốn của vách trụ tròn

Một trong những bài báo quan trọng nhất liên quan đến biến dạng uốn của vách trụ tròn với hình dạng lý tưởng được công bố bởi Donnell (1935). Batdorf (1947a, b) xem xét sâu hơn các phương trình của Donnell, đưa ra so sánh giữa các kết quả của Donnell và các giải pháp lý thuyết khác kèm với các bậc điều kiện cao hơn. Nghiên cứu của Batdorf cũng đáng chú ý vì đã đưa ra đại lượng không thứ nguyên  $Z$  thường được gọi bằng cách khác là tham số Batdorf  $Z$ . Tham số  $Z$  này có thể giải thích đơn giản hơn bằng cách sử dụng phương pháp biến phân (variational method). Bằng cách áp dụng phương pháp biến phân vào các biểu thức thế năng, lực gây biến dạng uốn có thể được đưa ra dạng không thứ nguyên như sau:

$$P_{cr}^* = \dots \quad (1)$$

Trong đó:  $L$  là chiều dài,  $a$  là bán kính,  $h$  là độ dày của khối trụ tròn móng thùng chìm;  $D$  là độ cứng chống uốn của vách,  $E$  là mô đun đàn hồi Young;  $P_{cr}^*$  là tải trọng gây ra biến dạng uốn hay còn gọi là tải trọng mà khi đó trạng thái bị thay đổi từ trước khi uốn sang trạng thái uốn; áp suất thủy tĩnh được sử dụng làm tải trọng gây biến dạng uốn. (dấu cách sau :)

Bên cạnh đó, theo tiêu chuẩn thực nghiệm đề xuất Det Norske Veritas về sức chịu uốn của vách (DNV-RP-C202, 2010), tải trọng gây uốn có thể được xác định bằng công thức:

$$P_{cr}^* = \psi \sqrt{1 + \dots} \quad (2)$$

Trong đó:  $\rho$ ,  $\xi$ ,  $\psi$  là các hệ số, trong trường hợp chịu áp lực thủy tĩnh,  $\rho = 0,6$ ;  $\psi = 2$ ;

$\xi = 1$ ;  $Z$  là tham số Batdorf hay còn gọi là tham số hình dạng,  $Z = \frac{L^2}{ah^3}$

## 3. Phân tích biến dạng uốn

### 3.1. Mô hình phân tích

Trong các mô hình phân tích được nghiên cứu trước đây, móng thùng chìm chỉ đơn giản là một vách mỏng trụ tròn. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, để xem xét hình dáng thực của móng thùng chìm, vách mỏng trụ tròn được gia cường bởi 12 thanh gia cường dọc hình chữ T, mỗi thanh gồm có bản cánh và thân. Hai loại mô hình phân tích đã được đưa ra, một mô hình được dùng để kiểm nghiệm, mô hình còn lại được dùng cho phân tích tham số. Để phục vụ cho việc phân tích tham số, phần nắp của móng thùng chìm đã được đưa vào phân tích. Vật liệu sử dụng cho kết cấu là thép có mô đun đàn hồi bằng 210 Gpa và hệ số Poisson là 0,3.

Ảnh hưởng chèn ép của lớp đất xung quanh được xét đến bằng cách sử dụng các lò xo đất liên kết tới các nút của vách trụ tròn phía dưới đáy biển. Do đó, sự nén của lò xo được đưa ra như hiện tượng nén của lớp đất bên trong; còn sự kéo của lò xo được hiểu như sự chèn ép của lớp đất bên ngoài lên thành vách. Đối với một độ sâu đóng nhất định, các lò xo này được tính toán lại theo các thông số đất như độ sâu và độ cứng của đất. Ảnh hưởng theo phương đứng và độ ma sát được bỏ qua. Để xác định sức chịu uốn của móng thùng chìm, một chuỗi các phân tích uốn được đưa ra bằng cách phân tích trị số riêng. Do đó, ảnh hưởng động lực học của tải trọng và đặc tính vật liệu không được xét đến. Mặc dù vậy, các lò xo đất có thể tác động theo dạng phi tuyến, chỉ có các hệ số lò xo ban đầu được sử dụng vì phân tích trị số riêng đã được thực hiện.

### 3.2. Tải trọng

Trong quá trình lắp đặt, hai loại tải trọng ảnh hưởng tới móng thùng chìm là áp suất thủy tĩnh và tải trọng bản thân. Vì lực định hướng cho móng thùng chìm là phản áp suất gây ra bởi việc

bơm hút nước ở bên trong, áp suất chênh lệch giữa bên trong và bên ngoài tạo ra lực. Áp suất thủy tĩnh  $R$  được đưa ra như sau:

$$R = \rho gh \quad (3)$$

Trong đó:  $\rho$  là khối lượng riêng của nước biển,  $h$  là độ sâu tại điểm tính toán.

Vì hiện tượng uốn do lực dọc trục gây ra được xem xét, lực tác dụng được tính bởi áp suất phía trên nhân với diện tích phần nắp tác động như tải trọng gây uốn chính. Áp lực thủy tĩnh tác động vào bề mặt của khối trụ tròn là áp suất nén.

Điều kiện biên đóng vai trò quan trọng trong việc xác định tải trọng gây uốn của kết cấu vách. Điều kiện biên được đưa ra tại các mép trên và dưới của khối trụ tròn. Ở phía dưới, phần vách mở có cả điều kiện tự do hoặc khớp. Ở thời điểm ban đầu của quá trình lắp đặt, vì khối trụ tròn được thâm nhập vào trong đất bởi trọng lượng bản thân, điều kiện biên thay đổi giữa trạng thái tự do và khớp.

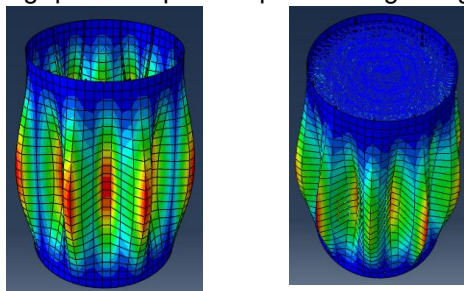
### 3.3. Phương thức thực hiện phân tích

Một nghiên cứu các tham số theo phương pháp số đòi hỏi việc phân tích lặp đi lặp lại nhiều lần. Đây là một công việc tốn nhiều thời gian và gây nhàm chán. Để nâng cao tính hiệu quả, các kích thước của mô hình đã được tham số hóa; nghĩa là các kích thước có thể được thay đổi và phân tích tự động. Quá trình này gồm có các bước tuần tự.

Dựa trên ưu điểm trong việc có thể dễ dàng tùy biến bằng cách thay đổi các đoạn mã lệnh để mô phỏng tự động cho phép người sử dụng có thể viết các câu lệnh thực hiện mô phỏng phức tạp, các phân tích lặp đi lặp lại nhiều lần mà nếu thực hiện bằng các thao tác thủ công sẽ mất nhiều thời gian, đồng thời có thể thực hiện các phân tích tuyến tính và phi tuyến, phần mềm ABAQUS (Simulia, 2011) đã được phòng nghiên cứu phân tích kết cấu của Đại học Hàng hải Quốc gia Mokpo mua bản quyền và lựa chọn cho nghiên cứu này. Các mã lệnh được viết trên ngôn ngữ lập trình thông dịch Python (Rossum, 1990) và các bước được thực hiện tự động bằng môi trường tính toán số và ngôn ngữ lập trình mã nguồn mở GNU Octave (Eaton, 2007).

### 4. Các kết quả phân tích

Ảnh hưởng của các tham số được lựa chọn tới hiện tượng biến dạng uốn đã được tính toán bằng cách sử dụng hệ thống phân tích hiện tượng uốn đã được kiểm nghiệm. Các tham số gồm có các thanh gia cường và độ sâu đóng. Trong tính toán các tham số đó, ảnh hưởng của lớp đất xung quanh và phần nắp của móng thùng chìm cũng được xét đến.



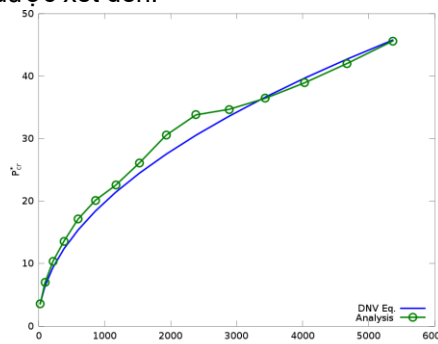
(a) Không có lớp đất bao quanh (b) Gồm có lớp đất bao quanh

Hình 3. Hình dạng trạng thái biến dạng uốn

Hình dạng đặc trưng của trạng thái biến dạng uốn được thể hiện trong hình 3. Điều kiện biên cho các trạng thái đó là điều kiện khớp - khớp tại 2 mép trên và dưới của khối trụ tròn (điều kiện biên lần lượt tại mép trên là khớp, mép dưới là khớp). Dù là có lớp đất bao quanh được đưa ra dưới dạng ràng buộc do biến dạng lò xo, trạng thái biến dạng nhìn chung không thay đổi.

#### 4.1. Kiểm nghiệm

Để kiểm nghiệm hệ thống phân tích, mối quan hệ giữa và tham số Batdorf  $Z$  cho trường hợp móng trụ tròn không có thanh gia cường đã được so sánh với đề xuất trong tiêu chuẩn DNV như trong hình 4. Điều kiện biên sử dụng là điều kiện khớp - khớp. Trong hình này, các kết quả phân tích của nghiên cứu này thể hiện sự tương đồng tốt với kết quả tính toán từ công thức đề xuất từ phương pháp phân tích.



Hình 4. So sánh kết quả tính toán giữa tiêu chuẩn DNV và kết quả phân tích

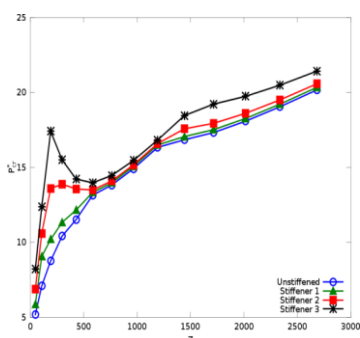
## 4.2. Ảnh hưởng của thanh gia cường dọc trục

Để xác định ảnh hưởng của thanh gia cường dọc trục lên lớp vỏ, ba loại thanh gia cường dạng hình chữ T đã được gia cố theo phương dọc thành của mô hình móng không gia cường. Các kích thước của thanh gia cường được liệt kê trong Bảng 1. Sức chịu uốn của bản được gia cường theo một hướng riêng của bản gia cường có thể được đưa ra như một bản trục giao.  $D_c$  và  $D_t$  trong bảng 1 lần lượt là sức chịu uốn thẳng góc với đường tròn và theo chiều dọc.

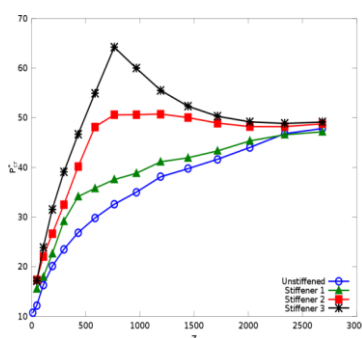
Điều kiện biên của mô hình được xem xét cho cả điều kiện khớp – tự do (điều kiện biên lần lượt tại mép trên là khớp, mép dưới là tự do) và khớp – khớp. Ở trạng thái lắp đặt ban đầu, phần cuối của khối trụ tròn bị đóng vào trong đất bằng tải trọng bản thân nó, và điều kiện biên thực tế cho móng thùng chìm có thể đặt giữa hai điều kiện. Nó phụ thuộc vào đặc trưng của các lớp đất.

Bảng 1. Kích thước của thanh gia cường

	Kích thước(mm)	$D_c$ (Nm)	$D_t$ (Nm)
Không gia cường (Unstiffened)	-		1.539E5
Thanh gia cường 1 (Stiffened 1)	T200x100x20	1.539E5	2.775E7
Thanh gia cường 2 (Stiffened 2)	T300x200x20		9,663E7
Thanh gia cường 3 (Stiffened 3)	T400x300x20		2.291E8

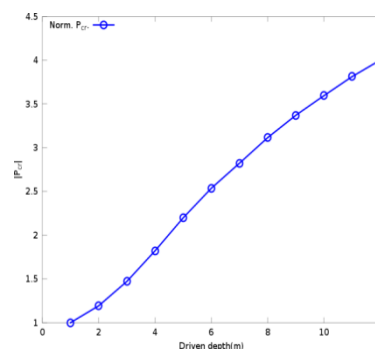


a) Điều kiện biên khớp – tự do



b) Điều kiện biên khớp – khớp

Hình 5. Tải trọng gây uốn của mô hình có gia cường dọc



Hình 6. Quan hệ giữa độ sâu đóng và tải trọng gây uốn  $P_{cr}$

Trong hình 5, sự biến đổi của được biểu diễn lần lượt cho điều kiện biên khớp – tự do và khớp – khớp. Ảnh hưởng của các thanh gia cường dọc gây ra sự khuếch đại của trong toàn khoảng Z. Dải khuếch đại tập trung lần lượt ở  $Z < 500$  và  $500 < Z < 1500$  cho điều kiện khớp – tự do và khớp – khớp.

Ảnh hưởng đặc biệt rõ ràng trong một vài giá trị Z, và cả độ lớn của Z và hệ số khuếch đại cũng lớn hơn nhiều trong trường hợp điều kiện khớp – khớp. Giá trị Z của một móng thùng chìm với kích thước bình thường ( $L = 10m$ ;  $a = 5m$ ;  $h = 0,02m$ ) là khoảng 900, và giá trị này nằm trong khoảng thay đổi lớn của điều kiện khớp – khớp. Vì điều kiện độ cứng của đất gần với các điều kiện khớp – khớp hơn điều kiện khớp – tự do, các thanh gia cường dọc có thể là một công cụ hiệu quả cho móng thùng chìm khi lắp đặt ở những nơi có đất chắc.

Khi độ sâu đóng tăng lên, lực giữ dọc tăng lên. Hình 6 chỉ ra sự thay đổi tải trọng gây biến dạng uốn thường được bình thường hóa bằng cách sử dụng giá trị của trạng thái ban đầu. Trong hình này, khả năng chịu uốn tăng lên gần như tuyến tính.

## 5. Kết luận

Trong nghiên cứu này, các hiện tượng biến dạng uốn của móng thùng chìm cho tháp gió xa bờ đã được nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, các thanh gia cường dọc có thể tăng khả năng chịu uốn lên đáng kể trên một khoảng thực nghiệm giá trị Z. Bên cạnh đó, ảnh hưởng ràng buộc của đất bao quanh đã làm tăng khả năng chịu uốn một cách tuyến tính với độ sâu

---

đóng. Các kết quả này có thể được áp dụng vào việc thiết kế và quá trình lắp đặt kết cấu để thu được hiệu quả tối đa.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] ABAQUS 6.10 User's Manual, Simulia, 2011
- [2] Batdorf, S. B. (1947a). A Simplified Method of Elastic–Stability Analysis for Thin Cylindrical Shells I — Donnell's Equation. Tech. Not. 1341
- [3] Batdorf, S. B. (1947b). A simplified method of elastic–stability analysis for thin cylindrical shells II — modified equilibrium equation. Tech. Not. 1342
- [4] Donnell, L. H. (1935). Stability of Thin–walled Tubes Under Torsion. Tech. Rep. 479, NACA
- [5] Det Norske Veritas (2010). Buckling Strength of Shells, Recommended Practice DNV-RP-C202. Det. Nor. Ver. Class. AS, Veritasveien 1, N-1322 Hovik, Norway
- [6] Pinna, R. & Ronalds, B. F. (2000). Hydrostatic Buckling of Shells with Various Boundary Conditions. J. of Constr. St. Res., 56, 1–16

---

**Người phản biện: TS. Hoàng Mạnh Cường**

---

## **ĐÀO TẠO NGUỒN NHÂN LỰC CHO TRẠM VTS – MỘT GIẢI PHÁP CHO CÔNG TÁC ĐẢM BẢO AN TOÀN HÀNG HẢI TẠI VIỆT NAM**

**TRAINING AND CERTIFICATION OF VTS PERSONEL – A SOLUTION FOR  
MAINTAINING SAFETY OF NAVIGATION IN VIETNAM**

**PGS.TS. PHẠM VĂN THUẬN**

*Phòng Đào tạo, Trường ĐHHH Việt Nam*

**ThS. LƯU VIỆT HÙNG**

*Trung tâm HLTV, Trường Cao đẳng Hàng hải 1*

### **Tóm tắt**

*Hệ thống quản lý giao thông hàng hải (VTS) là một trong các công cụ quan trọng góp phần tăng cường hiệu quả giao thông đường thủy và đảm bảo an toàn hàng hải. Khai thác vận hành hệ thống đòi hỏi phải có đội ngũ sỹ quan có đầy đủ phẩm chất và năng lực chuyên môn. Không được đào tạo về chuyên môn nghiệp vụ mà tham gia điều khiển giao thông có thể dẫn đến những hậu quả khó lường. Đào tạo tại nước ngoài chi phí cao. Đào tạo sỹ quan VTS trong nước là một điều kiện quan trọng đảm bảo an toàn hàng hải tại Việt Nam về lâu dài.*

### **Abstract**

*The vessel traffic services (VTS) is one of the important systems which increases the efficiency of traffic flow and enhances the safety of shipping. In order to operate this system, the operators should be qualified and trained professionally. Lacking of skills of VTS operators, they may cause unpredictable consequences during their working time. The cost of training abroad is high. Training VTS operators in Vietnam is one important condition to guarantee for safety of shipping in the long term.*

### **1. Giới thiệu**

Mặc dù hệ thống kiểm soát giao thông ban đầu ra đời chỉ với mục đích điều tiết giao thông nhưng người ta cũng nhanh chóng nhận ra ứng dụng to lớn hơn của chúng. Nhiều công trình nghiên cứu ngay sau khi những trạm đầu tiên được thành lập đã được tiến hành cho thấy, hoạt động của trạm quản lý giao thông không những giúp tăng cường năng lực của cảng mà còn giúp giảm các tai nạn hàng hải. Sau nhiều tai nạn hàng hải gây thiệt hại nghiêm trọng cả về tài sản lẫn con người và môi trường, người ta đã đặc biệt lo lắng đến khả năng xảy ra thảm họa trong khu vực cảng hoặc trên các tuyến đường dẫn vào cảng. Từ đó, hoạt động giám sát và điều phối giao thông đường thủy được tăng cường. Dần dần hệ thống quản lý giao thông đã được nhiều nước trên thế giới đưa vào sử dụng và hiện nay, chúng ta có thể thấy rất nhiều trạm quản lý giao thông tại các cảng biển trên thế giới.

Chức năng bảo đảm an toàn hàng hải của hệ thống VTS đã được xác định. Vấn đề là khai thác sử dụng như thế nào thì phụ thuộc hoàn toàn vào yếu tố con người. Đảm bảo yếu tố của con người trong điều khiển giao thông là một trong những yếu tố quyết định đến an toàn hàng hải.



---

## 2. Các yêu cầu về năng lực của sỹ quan vận hành VTS

Không giống với giao thông đường bộ, các phương tiện tham gia giao thông đường thủy vận động khó khăn hơn và chịu nhiều yếu tố tác động của luồng lạch, dòng chảy, điều kiện thời tiết, con người điều khiển và cả khả năng điều động của bản thân từng phương tiện. Do đó, người sỹ quan quản lý giao thông phải hiểu rõ không những chỉ điều kiện luồng lạch mà còn cả khả năng điều động của các con tàu, tình hình giao thông... thì họ mới có khả năng quản lý an toàn giao thông đường thủy. Muốn quản lý, điều tiết giao thông được tốt, các kiến thức về nghiệp vụ của sỹ quan VTS cần phải được trang bị một cách bài bản, chuyên nghiệp. Các sỹ quan cần được đào tạo và huấn luyện về các kỹ năng quản lý giao thông. Theo tổ chức IALA, sỹ quan VTS cần phải được trang bị các kỹ năng sau đây:

- Sỹ quan vận hành VTS sẽ phải sử dụng tiếng Anh thành thạo (IELTS 5.0 hoặc chứng chỉ khác tương đương) để vận hành các trang thiết bị của hệ thống VTS, các hải đồ, các ấn phẩm hàng hải, các bản tin thời tiết, để liên lạc với tàu, để truyền đạt những mục đích của dịch vụ VTS.
- Sỹ quan VTS phải có kinh nghiệm trong việc quản lý giao thông và các tuyến đường, khu vực có mật độ giao thông hàng hải đông đúc. (thay . bằng dấu ;)
- Sỹ quan VTS phải có kiến thức thực tế khu vực trạm VTS quản lý. (thay . bằng dấu ;)
- Sỹ quan VTS sử dụng thành thạo tất cả các trang thiết bị của trạm. (thay . bằng dấu ;)
- Sỹ quan VTS có kiến thức về sự hoạt động của cảng, dịch vụ vận tải biển của cảng.
- Sỹ quan VTS thành thạo công việc như thao tác hải đồ, sử dụng các trang thiết bị điện tử hỗ trợ hàng hải, quy tắc về phòng ngừa đâm va, hệ thống phao luồng và các trang thiết bị khác.
- Sỹ quan VTS có kiến thức tốt về thông tin liên lạc, có khả năng sử dụng, vận hành các trang thiết bị thông tin liên lạc trong hệ thống VTS. (thay . bằng dấu ;)
- Sỹ quan vận hành VTS phải biết phối hợp thông tin giữa trạm VTS với tàu và với các kênh thông tin hàng hải khác. (thay . bằng dấu ;)
- Sỹ quan VTS liên lạc thành thạo bằng VHF. (thay . bằng dấu ;)
- Sỹ quan VTS nắm được quyền hạn và nhiệm vụ của mình trong mọi điều kiện bao gồm những trường hợp khẩn cấp và những tình huống căng thẳng. (thay . bằng dấu ;)
- Yêu cầu sỹ quan vận hành VTS phải có hành động và phản ứng mau lẹ trong các tình huống khẩn cấp phát sinh trong khu vực.

Rõ ràng là có rất nhiều kỹ năng nghiệp vụ mà những người khai thác vận hành hệ thống VTS phải nắm được khi thực thi nhiệm vụ quản lý giao thông hàng hải tại Việt Nam hay bất kỳ nơi nào trên thế giới. Nghiệp vụ này phải qua quá trình đào tạo mới có được.

## 3. Thực trạng nguồn nhân lực trạm VTS tại Việt Nam và giải pháp đảm bảo an toàn hàng hải

Hiện nay, tại Việt Nam mới có 01 hệ thống VTS đi vào hoạt động. Hệ thống VTS có thể phát hiện mục tiêu ở những khu vực sau: từ ngoài khơi Vũng Tàu trong vòng bán kính 24 hải lý tính từ ngọn Hải Đăng Vũng Tàu, bao trùm toàn bộ Vịnh Gành Rái, tuyến luồng Sài Gòn – Vũng Tàu, luồng Soài Rạp và Vịnh Đồng Tranh. Hệ thống do Cảng vụ Hàng hải thành phố Hồ Chí Minh là cơ quan quản lý trực tiếp.

Hệ thống VTIS có hai trung tâm điều hành gồm:

- Trung tâm 1: Trụ sở: 1A Trương Đình Hội, Quận 4 TP Hồ Chí Minh. (thay . bằng dấu ;)
- Trung tâm 2: Trụ sở: 112 Hạ Long Thành phố Vũng Tàu.

Để chuẩn bị về nhân sự, trước khi hệ thống đi vào hoạt động, Cảng vụ Hàng hải Thành phố Hồ Chí Minh đã tuyển dụng thêm những người khai thác vận hành hệ thống mới, những người này đều tốt nghiệp hệ chính quy Đại học Hàng hải Việt Nam và đã từng đảm trách các chức danh sỹ quan hàng hải trên tàu biển. Hiện nay, chỉ còn một số điều hành viên do quy chế tuyển dụng cũ là không tốt nghiệp chuyên ngành Hàng hải.

Từ năm 2010 Cảng vụ Hàng hải Thành phố Hồ Chí Minh đã tổ chức các lớp học trong nước để nâng cao trình độ chuyên môn nghiệp vụ, ngoại ngữ cho tất cả các người khai thác vận hành hệ thống tuy nhiên những lớp học này chỉ mở để bổ xung thêm về mặt kiến thức khai thác các trang thiết bị, cập nhật kiến thức về các trang thiết bị mới cũng như trình độ Tiếng Anh còn về phần chuyên môn và quản lý giao thông thì những người mới sẽ được những người làm việc lâu

---

năm có kinh nghiệm truyền đạt lại chứ hiện nay tại nước ta chưa có một chương trình chuẩn để đào tạo trong lĩnh vực này. Ngoài ra hiện nay ban quản lý dự án VTS Sài Gòn – Vũng Tàu, Cảng vụ hàng hải Thành phố Hồ Chí Minh cũng đang có kế hoạch liên hệ với các trung tâm VTS phát triển trên thế giới được ủy quyền của tổ chức IMO và IALA để có thể gửi người khai thác vận hành hệ thống đến các trung tâm này nhờ đào tạo hộ hoặc mời các chuyên gia từ các trung tâm này về để hỗ trợ kiến thức nâng cao trình độ cho các nhân viên của trung tâm VTS mặc dù những công việc này rất tốn kém đòi hỏi chi phí lớn.

Bên cạnh trạm VTS đã đi vào hoạt động, tại các khu vực cảng biển khác của Việt Nam, các Cảng vụ hàng hải vẫn đang sử dụng nguồn nhân lực hiện có với mặt bằng kiến thức tương đối khác biệt so với yêu cầu của IALA như đã đề cập ở phần trước. Điều này có thể dẫn đến một số hạn chế gây ảnh hưởng đến khả năng đảm bảo an toàn hàng hải. Cụ thể như sau:

- Khả năng ngôn ngữ không đáp ứng được yêu cầu sẽ ảnh hưởng đến khâu quan trọng nhất của kiểm soát giao thông hàng hải đó là thông tin liên lạc. Việc quản lý khu vực có sự tham gia của các tàu thuyền nước ngoài mà ngôn ngữ không theo tiêu chuẩn quốc tế sẽ không thực hiện được hoặc rất dễ gây hiểu nhầm. Việc nhầm lẫn có thể gây mất an toàn hàng hải đi ngược lại mục tiêu bảo đảm an toàn hàng hải. Các khóa học bồi dưỡng ngắn hạn ở nước ngoài hiện nay chưa kiểm soát năng lực ngoại ngữ của học viên vì thế việc đảm bảo kỹ năng ngoại ngữ của học viên không có. Đây là lỗ hổng trong đào tạo nguồn nhân lực vì có thể họ không đủ năng lực ngoại ngữ để tiếp thu các kiến thức được truyền thụ chứ chưa nói đến trực tiếp tham gia điều khiển giao thông sau khóa học. (thay . bằng dấu ;)

- Yêu cầu về việc quen với các khu vực quản lý của trạm VTS khó có thể đáp ứng tại các cơ sở nước ngoài. Họ có thể mô phỏng khu vực hoạt động nhưng các tập quán giao thông, cách hành xử khi tham gia giao thông khó có thể thực hiện giống thực tế nếu họ không có kinh nghiệm tại Việt Nam. Khi không nắm được điều kiện thực tế tại Việt Nam thì sau đào tạo phải mất một thời gian để làm quen và vận dụng kiến thức vào thực tế. Nếu học viên tham gia điều khiển giao thông ngay sẽ là yếu tố tiềm ẩn nguy cơ gây mất an toàn giao thông hàng hải. (thay . bằng dấu ;)

- Các chương trình huấn luyện thường được tổ chức theo mặt bằng kiến thức nhất định của học viên. Việc khác biệt khá lớn về trình độ đầu vào của học viên sẽ ảnh hưởng tới kết quả đầu ra của khóa học tại nước ngoài. Một số người chưa có chuyên môn phù hợp với các nghiệp vụ hàng hải (do điều kiện nhân lực thực tế tại các cơ quan cảng vụ) tham gia khóa huấn luyện quản lý VTS ở nước ngoài có thể mất nhiều thời gian để đạt được kỹ năng chuyên môn hoặc có thể không nắm bắt được. Khi là người điều khiển giao thông, ít ra phải có các kiến thức cơ bản về vận hành tàu thuyền thì các hướng dẫn đưa ra mới hợp lý.

Như vậy, việc chuẩn bị nguồn nhân lực cho các trạm VTS hiện nay đang có những hạn chế nhất định. Đào tạo tại nước ngoài vẫn chưa đáp ứng được một cách đầy đủ các yêu cầu về năng lực mà người sỹ quan quản lý VTS cần phải có. Điều này có thể ảnh hưởng đến chất lượng hoạt động của trạm VTS, tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn giao thông hàng hải. Vậy làm thế nào để giải quyết những vấn đề tồn tại này? Chúng tôi đề xuất tiến hành xây dựng chương trình đào tạo và huấn luyện sỹ quan VTS tại Việt Nam căn cứ theo năng lực đào tạo trong nước. Cụ thể như sau:

- Cơ sở vật chất trong nước có khả năng đáp ứng được việc đào tạo các kỹ năng yêu cầu. Việc làm quen với các trang thiết bị trạm VTS khác nhau giữa từng nhà sản xuất là một rào cản cho công tác đào tạo và huấn luyện. Tuy nhiên, các chức năng cơ bản của hệ thống VTS có thể được tái hiện tại các trung tâm mô phỏng trong nước. Việc làm quen với thiết bị có thể được đào tạo bởi nhà sản xuất. Vì thế, không ảnh hưởng lớn đến chất lượng đào tạo. (thay . bằng dấu ;)

- Việt Nam hiện có đội ngũ các huấn luyện viên được cấp chứng chỉ quốc tế, đảm bảo về năng lực chuyên môn phục vụ quá trình đào tạo. (thay . bằng dấu ;)

- Xây dựng chương trình đào tạo trong nước có thể chủ động về khâu tuyển sinh, chương trình đào tạo giúp khắc phục hạn chế về tiếng Anh và khác biệt về năng lực chuyên môn đã nêu ở trên. Các kỹ năng này không thể đào tạo trong một sớm, một chiều mà phải có quá trình nhất định. Để rút ngắn chương trình, đáp ứng mặt bằng kiến thức chung thì trong điều kiện tuyển sinh đầu vào yêu cầu người học phải đạt chứng chỉ IELTS 5.0 quốc tế và đã có thời gian làm sỹ quan mức trách nhiệm vận hành hạng 1 hoặc có chứng chỉ hoa tiêu hạng 1. (thay . bằng dấu ;)

- Đào tạo tại Việt Nam là điều kiện thuận lợi để tiếp xúc, làm quen với môi trường giao thông trong nước, nắm được đặc điểm địa hình tại các vùng nước nơi đặt trạm VTS một cách phù hợp nhất. (thay . bằng dấu ;)

---

- Đào tạo ở Việt Nam có chi phí thấp hơn gửi đi đào tạo tại nước ngoài rất nhiều. Không những thế nó còn giúp Việt Nam có thể chủ động được nguồn nhân lực quan trọng phục vụ đảm bảo an toàn giao thông hàng hải góp phần phát triển kinh tế, an ninh quốc gia một cách bền vững.

Tầm quan trọng của hệ thống VTS trong đảm bảo an toàn hàng hải và an ninh bến cảng đã được khẳng định. Với định hướng phát triển kinh tế biển, Việt Nam cần phải chú trọng phát triển các hệ thống này trên những khu vực khác nhau của đất nước. Việc chuẩn bị nguồn nhân lực cho các hệ thống này cũng cần phải được tiến hành cơ cấu, bố trí một cách đồng bộ. Để đảm bảo chất lượng và hiệu quả nguồn nhân lực này, chúng ta cần chuẩn bị ngay từ bây giờ các điều kiện để có thể đào tạo trong nước.

#### 4. Kết luận

Quản lý giao thông là một hoạt động quan trọng trong công tác bảo đảm an toàn hàng hải và an ninh bến cảng và cung cấp dịch vụ hỗ trợ hoạt động giao thông vận tải. Việc ra đời các trạm VTS là bước đi quan trọng để thực thi nhiệm vụ đó. Đầu tư về trang thiết bị chỉ là một điều kiện cần nhưng chưa đủ. Cần thiết phải chuẩn bị nguồn nhân lực cho hệ thống quản lý giao thông để có cơ sở thực thi mục đích bảo đảm an toàn hàng hải và an ninh bến cảng và cung cấp dịch vụ hỗ trợ hoạt động giao thông vận tải.

Trong điều kiện việc đào tạo nguồn nhân lực cho hệ thống này vẫn còn một số hạn chế nhất định, giải pháp đào tạo trong nước là một hướng đi phù hợp nhằm khắc phục những hạn chế kể trên, phù hợp với điều kiện và hoàn cảnh thực tế của đất nước.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IALA, *Model course V-103/1 On Vessel Traffic Services Operator Training*, 2009.
- [2] IMO, *A.857(20) – Guidelines for Vessel Traffic Services*, 1997.
- [3] *Quyết định số 579/QĐ-TTg ngày 19/04/2011 về Phê duyệt Chiến lược phát triển nhân lực Việt Nam thời kỳ 2011 – 2020.*

---

*Người phản biện: TS. Nguyễn Kim Phương, TS. Nguyễn Minh Đức*

---

## **TÍNH TOÁN HIỆU QUẢ LÀM VIỆC TỐI ƯU CỦA HỆ THỐNG VI SAI HẠNG HẢI KHU VỰC RỘNG SBAS THEO NHÓM CHỈ TIÊU KỸ THUẬT AN TOÀN HÀNG HẢI**

### **CALCULATING THE EFFECTIVE OPERATION OF SATELLITE BASED AUGMENTATION SYSTEMS ACCORDING TO GROUP TECHNICAL STANDARDS OF SAFETY NAVIGATION**

**PGS. TS. PHẠM KỲ QUANG**

*Viện Đào tạo Sau đại học, Trường ĐHHH Việt Nam*

#### **Tóm tắt**

*Bài báo đưa ra kết quả tính toán cụ thể hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống vi sai khu vực rộng SBAS (Satellite Based Augmentation System) theo nhóm chỉ tiêu kỹ thuật an toàn hàng hải, gồm: Hệ số kênh thông tin bảo vệ, xác suất truyền tín hiệu thông tin hàng hải và sai số bình phương trung bình của IMO (International Maritime Organization).*

#### **Abstract**

*The article introduced the result of calculating the effective operation of the Satellite Based Augmentation Systems (SBAS) according to group technical standards of safety navigation. They are consist of the factor of protection information channels ( $K_{DV-SBAS}$ ), the maritime communication probability ( $P_{th}$ ) and the mean square error ( $P_{IMO}$ ).*

#### **1. Cấu trúc tổ chức và nguyên lý xây dựng của hệ thống vi sai hàng hải khu vực rộng SBAS**

Hệ thống vi sai hàng hải khu vực rộng SBAS (hay hệ thống tăng vùng) gồm 3 hệ thống chính [1, 2, 4]: Hệ thống WAAS (Wide Area Augmentation System) của Hoa Kỳ, EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Services) của Châu Âu và MSAS (Multi-functional Satellite Augmentation System) của Nhật Bản. Hệ thống SBAS có ý nghĩa quan trọng đối với độ chính xác an toàn hàng hải, đặc biệt khi tàu hành trình trong khu vực hàng hải khó khăn, khu vực hạn chế, khu vực nguy hiểm, khu vực nội thủy, luồng, eo,... bởi vì hệ thống đã nâng cao độ chính

xác, độ tin cậy, tính toàn vẹn và liên tục trong việc xác định vị trí tàu. Hình 1 mô tả vùng bao phủ và hoạt động của mỗi hệ thống SBAS.

Về cơ bản, cấu trúc tổ chức, nguyên lý xây dựng và chức năng của các hệ thống vi sai WAAS, EGNOS và MSAS gần tương tự nhau (hình 2), gồm [1, 2, 4, 5]: Khâu vũ trụ; khâu mặt đất (khâu điều khiển); khâu sử dụng.

**Khâu vũ trụ** gồm các vệ tinh của hệ thống định vị toàn cầu GPS/GLONASS và các vệ tinh địa tĩnh GEOS (Geostationary Satellites) loại INMARSAT. Khâu này thực hiện chức năng:

- Truyền tín hiệu từ các vệ tinh của hệ thống định vị toàn cầu GPS và GLONASS, thực hiện trên dải L1, tần số  $f = 1575,42$  MHz. Tín hiệu này tăng khả năng kiểm soát nguyên vẹn, khả năng thông qua, độ chính xác và tin cậy của xác định vị trí;

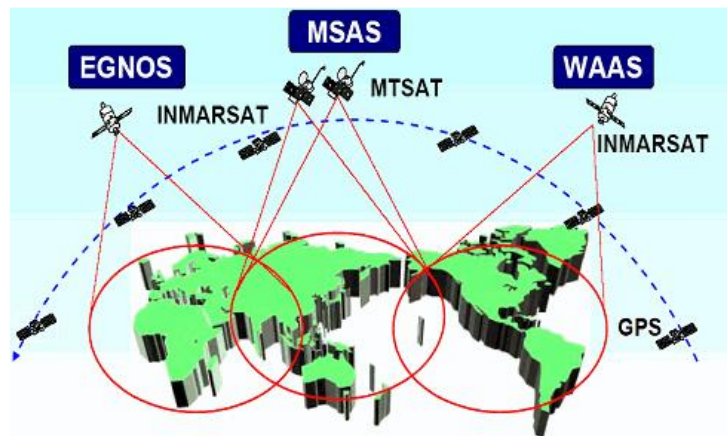
- Thu và phát lại dữ liệu thông tin thành lập từ các trạm dưới mặt đất gồm: tình trạng quỹ đạo vệ tinh, vectơ sửa lỗi đối với dữ liệu lịch thiên văn, thang đo thời gian, tham số nhiễu ion,...

**Khâu mặt đất** gồm các trạm kiểm tra theo dõi, trạm chủ và trạm truyền dữ liệu. Hệ thống các trạm được kết nối trong một mạng thống nhất, thông qua các đường truyền và đường xử lý dữ liệu tương ứng.

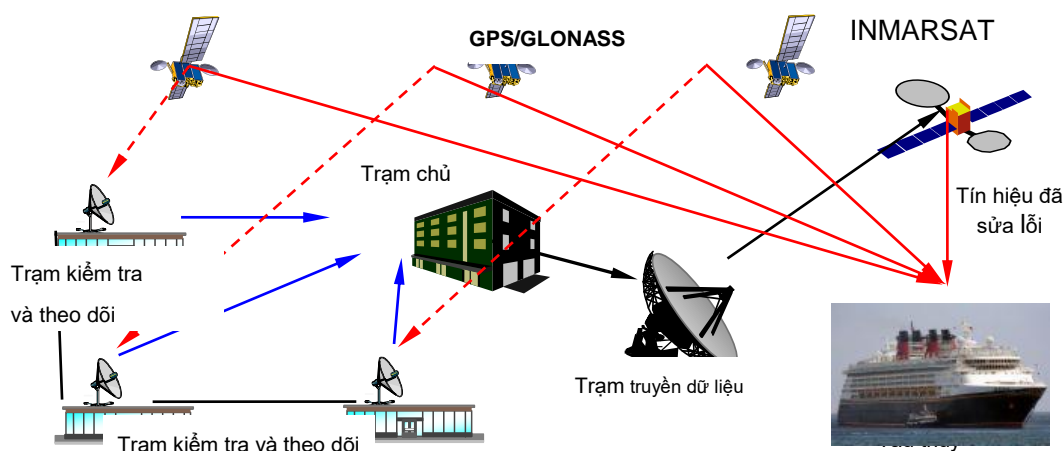
- Trạm kiểm tra và theo dõi thực hiện thu thập thông tin trong khu vực hàng hải;
- Trạm chủ tổng hợp và xử lý dữ liệu từ trạm kiểm tra chuyển đến và theo dõi các trạm này;
- Trạm truyền dữ liệu đảm bảo việc thực hiện liên kết và truyền dữ liệu sau khi đã hiệu chỉnh từ trạm chính đến vệ tinh địa tĩnh INMARSAT.

**Khâu sử dụng** là máy thu vi sai DGPS đặt trên tàu hoặc trạm máy thu DGPS trên bờ, tùy theo mục đích của người sử dụng. Tuy nhiên các trạm máy thu vi sai này phải tương thích với hệ thống vi sai được sử dụng.

Điểm khác nhau cơ bản của mỗi hệ thống là khu vực bao phủ (hình 1) và đặc điểm độ chính xác vị trí xác định (*sai số bình phương trung bình*). Tuy nhiên hệ thống SBAS đảm bảo độ chính xác từ 0,8-3,5 m với xác suất  $P = 95\%$ , thậm chí chính xác đến centimet.



Hình 1. Sơ đồ phân bố vùng bao phủ của hệ thống SBAS



Hình 2. Sơ đồ mô tả nguyên lý xây dựng, chức năng của hệ thống vi sai hàng hải SBAS

## 2. Thiết lập mô hình toán và tính toán hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống SBAS theo nhóm chỉ tiêu kỹ thuật an toàn hàng hải

Tháng 12/2003 nghị quyết A.953 (23) của IMO chỉ rõ các tiêu chuẩn độ chính xác an toàn hàng hải, khi trên tàu được trang bị các thiết bị hiện đại phục vụ cho việc thu, phát tín hiệu từ vệ tinh GPS/GLONASS và hệ thống vi sai hàng hải DGPS. Theo nghị quyết này, IMO chia khu vực hàng hải thành ba vùng chính [2, 3, 4]:

a) Khu vực cảng, khu vực neo đậu, khu vực hạn chế khả năng điều động và khu vực gần bờ có cường độ hàng hải và mức độ rủi ro cao. (thay . bằng dấu ;)

b) Khu vực hàng hải khó khăn, khu vực hạn chế khả năng điều động, khu vực gần bờ nhưng cường độ hàng hải và mức độ rủi ro không ảnh hưởng đáng kể. (thay . bằng dấu ;)

c) Khu vực biển và đại dương.

Tuỳ theo khu vực, độ chính xác xác định vị trí tàu quy định cũng khác nhau, cụ thể đối với khu vực a, độ chính xác hàng hải (*chỉ tiêu sai số bình phương trung bình* -  $M_{IMO}$ ) không được vượt quá 10 m với xác suất  $P = 95\%$ . Đặc biệt, khu vực b yêu cầu  $M_{IMO} \leq 5$  m với xác suất  $P = 95\%$ .

- Xét trong khu vực b (đây là khu vực đặc biệt quan tâm trong hàng hải), trên cơ sở nghị quyết của IMO, có thể coi  $J_1 = P_{IMO} \leq 0,05$  là một chỉ tiêu kỹ thuật an toàn hàng hải.

- Chỉ tiêu kỹ thuật an toàn hàng hải “*Hệ số kênh thông tin bảo vệ, ký hiệu  $K_{bv-SBAS}$* ” trong kênh thông tin của hệ thống vi sai hàng hải khu vực rộng SBAS khi ảnh hưởng của nhiễu vô tuyến, được đặc trưng bằng số và tính theo công thức [1, 3]:

$$J_2 = K_{bv-SBAS} = 1 - \frac{\hat{S}_{vc}}{\hat{S}_{vc \max}} \quad (1)$$

trong đó:  $\hat{S}_{vc}$  - diện tích vùng chết tín hiệu thông tin hàng hải;  $\hat{S}_{vc \max}$  - diện tích giới hạn lớn nhất vùng chết tín hiệu thông tin trong kênh thông tin của hệ thống SBAS và  $\hat{S}_{vc \max} = 441$  (đơn vị diện tích).

Theo kết quả nghiên cứu [1], thực hiện mô hình hoá diện tích vùng chết tín hiệu thông tin hàng hải trong kênh thông tin của hệ thống SBAS khi ảnh hưởng nhiễu vô tuyến nhận được  $\hat{S}_{vc} = 52,92$  (đơn vị diện tích). Đồng thời kết hợp với (1), tính được miền tối ưu của hệ số kênh thông tin bảo vệ  $K_{bv-SBAS}$  trong kênh thông tin của hệ thống vi sai hàng hải SBAS khi ảnh hưởng của nhiễu vô tuyến là  $0,88 \leq (K_{bv-SBAS}) \leq 1,0$ .

- Chỉ tiêu “*Xác suất truyền tín hiệu thông tin hàng hải*” trong các kênh thông tin của hệ thống SBAS, được đặc trưng bằng xác suất lỗi ( $P_{th}$ ) và đảm bảo rằng, thời gian truyền tín hiệu thông tin trong hệ thống ( $t$ ) luôn luôn nhỏ hơn thời gian giới hạn ( $t_{gh}$ ) [1, 3]:

$$J_3 = [P_{th}(t \leq t_{gh}) \leq 1] \quad (2)$$

Hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống mỗi hệ thống kỹ thuật ( $Q$ ) có thể xác định theo công

thức [1, 3]:

$$Q = \sqrt{\sum_{i=1}^3 a_i J_i^2(SBAS)} \quad (3)$$

Trong đó:  $a_i$  - hệ số chỉ tiêu chất lượng ứng với từng  $J_i$  của hệ thống SBAS và đảm bảo rằng  $\sum_{i=1}^3 a_i = 1$ . Theo kết quả nghiên cứu [1, 3], giá trị  $a_2 = 0,5$  và giá trị còn lại sẽ biến đổi trong khoảng  $0,1 \leq a_{1,3} \leq 0,4$ . Trên cơ sở lý luận từ (1), (2) và (3), thiết lập mô hình toán theo sau:

$$\begin{cases}
 Q = \sqrt{\sum_{i=1}^3 a_i J_i^2 (SBAS)} = \sqrt{a_1 J_1^2 + a_2 J_2^2 + a_3 J_3^2} \\
 0,88 \leq K_{bv-SBAS} \leq 1,00 \\
 \sum_{i=1}^3 a_i = 1; a_2 = 0,5; 0,1 \leq a_{1,3} \leq 0,4 \\
 J_1 = P_{IMO} \leq 0,05 \\
 J_2 = K_{bv-SBAS} \\
 J_3 = [P_{th}(t \leq t_{gh}) \leq 1]
 \end{cases} \quad (4)$$

Sử dụng chương trình tính toán “Excel” đối với mô hình toán (4). Kết quả tính toán cụ thể giá trị hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống vi sai hàng hải khu vực rộng SBAS theo nhóm chỉ tiêu kỹ thuật an toàn hàng hải, được đưa ra trong các bảng 1 ÷ 4. Đồng thời các hình 3, 4 và 5 đưa ra đồ thị đánh giá mối quan hệ hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống SBAS phụ thuộc vào từng chỉ tiêu kỹ thuật an toàn hàng hải.

**Bảng 1. Kết quả tính toán hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống SBAS khi  $a_{11} = 0,1$  và  $a_{31} = 0,4$**

$a_{11}$	$a_2$	$a_{31}$	$K_{bv-SBAS}$	$P_{th}$	$P_{IMO}$	$Q_1$
0.1	0.5	0.4	0.88	0.394	0.05	0.39491
0.1	0.5	0.4	0.90	0.468	0.05	0.43743
0.1	0.5	0.4	0.92	0.551	0.05	0.48751
0.1	0.5	0.4	0.94	0.646	0.05	0.54579
0.1	0.5	0.4	0.96	0.752	0.05	0.61283
0.1	0.5	0.4	0.97	0.809	0.05	0.64980
0.1	0.5	0.4	0.98	0.869	0.05	0.68915
0.1	0.5	0.4	0.99	0.933	0.05	0.73095

**Bảng 2. Kết quả tính toán hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống SBAS khi  $a_{12} = 0,2$  và  $a_{32} = 0,3$**

$a_{12}$	$a_2$	$a_{32}$	$K_{bv-SBAS}$	$P_{th}$	$P_{IMO}$	$Q_2$
0.2	0.5	0.3	0.88	0.394	0.05	0.48285
0.2	0.5	0.3	0.90	0.468	0.05	0.52163
0.2	0.5	0.3	0.92	0.551	0.05	0.56750
0.2	0.5	0.3	0.94	0.646	0.05	0.62128
0.2	0.5	0.3	0.96	0.752	0.05	0.68372
0.2	0.5	0.3	0.97	0.809	0.05	0.71838
0.2	0.5	0.3	0.98	0.869	0.05	0.75546
0.2	0.5	0.3	0.99	0.933	0.05	0.79501

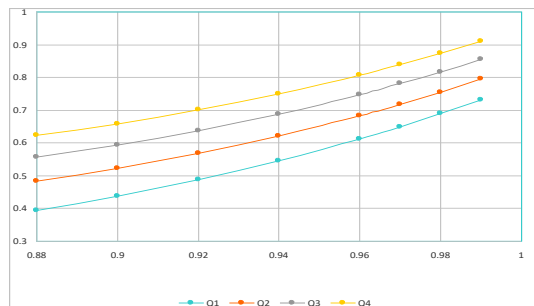
**Bảng 3. Kết quả tính toán hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống SBAS khi  $a_{13} = 0,3$  và  $a_{33} = 0,2$**

$a_{13}$	$a_2$	$a_{33}$	$K_{bv-SBAS}$	$P_{th}$	$P_{IMO}$	$Q_3$
0.3	0.5	0.2	0.88	0.394	0.05	0.55708
0.3	0.5	0.2	0.90	0.468	0.05	0.59401
0.3	0.5	0.2	0.92	0.551	0.05	0.63753
0.3	0.5	0.2	0.94	0.646	0.05	0.68855
0.3	0.5	0.2	0.96	0.752	0.05	0.74792
0.3	0.5	0.2	0.97	0.809	0.05	0.78097
0.3	0.5	0.2	0.98	0.869	0.05	0.81640
0.3	0.5	0.2	0.99	0.933	0.05	0.85428

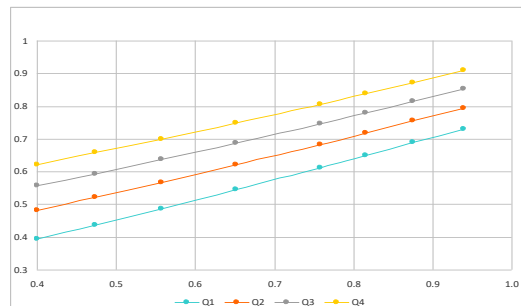
**Bảng 4. Kết quả tính toán hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống SBAS khi  $a_{14} = 0,4$  và  $a_{34} = 0,1$**

$a_{14}$	$a_2$	$a_{34}$	$K_{bv-SBAS}$	$P_{th}$	$P_{IMO}$	$Q_4$
0.4	0.5	0.1	0.88	0.394	0.05	0.62252
0.4	0.5	0.1	0.90	0.468	0.05	0.65848
0.4	0.5	0.1	0.92	0.551	0.05	0.70060

0.4	0.5	0.1	0.94	0.646	0.05	0.74981
0.4	0.5	0.1	0.96	0.752	0.05	0.80702
0.4	0.5	0.1	0.97	0.809	0.05	0.83890
0.4	0.5	0.1	0.98	0.869	0.05	0.87310
0.4	0.5	0.1	0.99	0.933	0.05	0.90970



Hình 3. Đồ thị mối quan hệ  $Q = f(K_{bv-SBAS})$



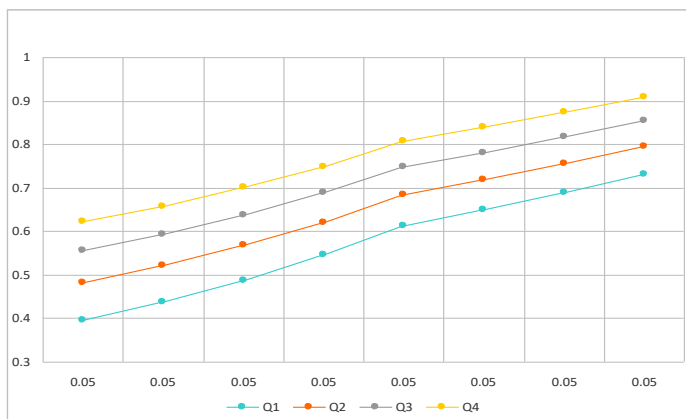
Hình 4. Đồ thị mối quan hệ  $Q = f(P_{th})$

### 3. Kết luận

Phân tích cụ thể các giá trị trong các bảng 1÷4 và đồ thị từ các hình vẽ 3, 4 và 5, rút ra kết luận:

Hiệu quả làm việc tối ưu của hệ thống SBAS có dạng gần như đường thẳng, phụ thuộc chặt chẽ từng thành phần trong nhóm chỉ tiêu kỹ thuật an toàn hàng hải. Với chỉ tiêu  $P_{IMO}$  không đổi, giá trị hiệu quả  $Q$  phụ thuộc chủ yếu vào các chỉ tiêu  $K_{bv-SBAS}$  và  $P_{th}$ .

Khi  $K_{bv-SBAS} > 0,970$  và  $P_{th} > 0,809$ , thì hiệu quả làm việc của SBAS tăng khá nhanh và rõ rệt. Như vậy, nhóm chỉ tiêu cần lựa chọn, để đảm bảo cho hệ thống SBAS hoạt động với hiệu quả tối ưu là:  $0,97 < K_{bv-SBAS} \leq 1,00$ ;  $0,809 < P_{th} \leq 1,00$  và  $P_{IMO} \leq 0,05$ .



Hình 5. Đồ thị mối quan hệ  $Q = f(P_{IMO})$

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Фам Ки Куанг. "Исследование влияния электромагнитной защищённости информационных каналов широкозонных дифференциальных подсистем на точность мониторинга и управления движением судов", Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций, 2010, с.169.
- [2] TS. TTr. Phạm Kỳ Quang; ThS. TTr. Nguyễn Thái Dương; TS. TTr. Nguyễn Phùng Hưng. *Giáo trình Địa văn Hàng hải*, tập 1, 2, 3, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật và Nhà xuất bản Giao thông vận tải, 2012.
- [3] Ю.Г. Вишнеvский., А.А. Сикарев. *Поля поражения сигналов и электромагнитная защищённость информационных каналов в АСУДС*. - М.: СПб «Судостроение», 2006. - 356 с.
- [4] TS. Phạm Kỳ Quang, SV. Vũ Đăng Thái, SV. Nguyễn Bá Khào. *Tính toán hiệu quả sử dụng của các hệ thống vi sai hàng hải khu vực rộng SBAS theo chỉ tiêu sai số bình phương trung bình*. Tạp chí Khoa học - Công nghệ Hàng hải, № 27, 8/2011, trang 78 - 82.
- [5] К.Т.Н., Фам Ки Куанг. *Оценка сравнения широкозонных дифференциальных подсистем по эффективности с помощью среднеквадратической погрешности*, Журнал "Актуальные проблемы современной наука", г. Москва, № 3 (53), 2010 г., с.143 -144.

Người phản biện: TS. Nguyễn Kim Phương, TS. Nguyễn Minh Đức

**TÍNH TOÁN TỶ SỐ TRUYỀN CÁC CẤP TRONG HỘP GIẢM TỐC HAI CẤP  
BÁNH RĂNG TRỤ ĐỒNG TRỤC**  
CALCULATING PARTIAL RATIOS OF GEAR SETS OF TWO-STAGE  
COAXIAL HELICAL GEARBOXES

ThS. CAO NGỌC VI  
Viện KHCS, Trường ĐHHH Việt Nam

**Tóm tắt**

Bài báo trình bày phương pháp tính toán tỷ số truyền các cấp trong hộp giảm tốc hai cấp bánh răng trụ đồng trục, theo chỉ tiêu sử dụng hết khả năng tải các bộ truyền. Mô hình tính được xây dựng dựa trên mối quan hệ giữa các mômen xoắn trên trục bánh dẫn cấp nhanh và cấp chậm, điều kiện về độ bền đều tiếp xúc của các bộ truyền.

**Abstract**

This article presents a method for splitting the total power transmission ratios of coaxial helical gearboxes in order to get the maximal load capacity of gear sets. Basing on relation of torque on the driving gear shafts and regular contact resistance of gear units, a new model for determination of partial ratios has been established.

**1. Đặt vấn đề**

Kết quả phân phối tỷ số truyền (TST)  $u_h$  trong hộp giảm tốc (HGT) hai cấp bánh răng trụ có ảnh hưởng quyết định không những đến kích thước, khối lượng, kết cấu, khả năng bôi trơn mà còn ảnh hưởng đến độ bền của các chi tiết máy trong hộp [2].

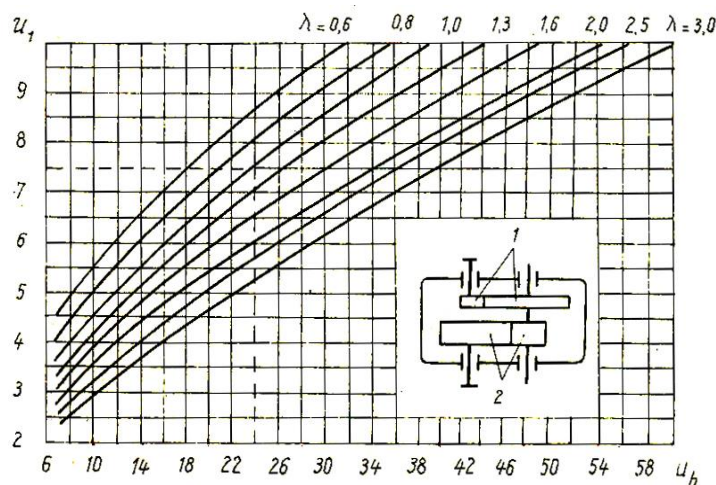
Đối với hộp giảm tốc bánh răng trụ đồng trục, việc tính toán tỷ số cho các cấp bộ truyền trong hộp hiện nay có thể thực hiện theo những phương pháp sau: tính toán bằng đồ thị hoặc tính theo công thức kinh nghiệm.

**Tính toán bằng đồ thị:** Phương pháp này được giới thiệu trong [7] và được trích dẫn lại trong [2]. Theo phương pháp này, tỷ số truyền  $u_1$  của bộ truyền cấp nhanh được xác định từ đồ thị trình bày trên hình 1, dựa vào tỷ số truyền chung  $u_h$  và thông số chọn trước  $\lambda$

$$\lambda = \frac{\psi_{bd2} [K_{02}]}{\psi_{bd1} [K_{01}]} \tag{1}$$

$\psi_{bd1}, \psi_{bd2}$  – hệ số chiều rộng vành răng của bộ truyền bánh răng trụ;  $[K_{01}], [K_{02}]$  – các hệ số.

Phương pháp này có độ chính xác không cao do phải tra đồ thị, lại bất tiện vì luôn phải mang theo tài liệu tra cứu, khó khăn khi lập trình tính toán tự động. Ngoài ra, khả năng tải của bộ truyền cấp nhanh không được sử dụng hết.



Hình 1. Đồ thị xác định tỷ số truyền  $u_1$  của bộ truyền cấp nhanh trong hộp giảm tốc bánh răng trụ đồng trục



**Tính gần đúng theo công thức kinh nghiệm:** Việc phân phối tỷ số truyền trong hộp giảm tốc hai cấp bánh răng trụ đồng trục theo công thức kinh nghiệm cũng được trình bày trong các tài liệu [2, 7]. Theo phương pháp này, tỷ số truyền  $u_1$ ,  $u_2$  của bộ truyền cấp nhanh và cấp chậm trong hộp được tính theo công thức:

$$u_1 = u_2 = \sqrt{u_h}. \quad (2)$$

Tính toán theo công thức (2) cho kết quả nhanh chóng và chính xác, dễ dàng bố trí và bôi trơn các bộ truyền trong hộp, đồng thời thuận tiện cho việc lập trình tự động tính toán thiết kế. Tuy nhiên, trong trường hợp này, kích thước hộp giảm tốc tương đối lớn, đồng thời khả năng tải của bộ truyền cấp nhanh cũng không được sử dụng hết.

Dựa trên kết quả phân tích mối liên hệ giữa các mômen xoắn trên trục bánh răng dẫn cấp nhanh và cấp chậm, điều kiện về độ bền đều tiếp xúc của các bộ truyền, bài báo trình bày một phương pháp tính toán tỷ số truyền trong hộp giảm tốc hai cấp bánh răng trụ đồng trục nhằm sử dụng hết khả năng tải của các bộ truyền trong hộp.

## 2. Phân phối tỷ số truyền trong hộp giảm tốc hai cấp bánh răng trụ đồng trục

Điều kiện bền tiếp xúc của bộ truyền bánh răng trụ ăn khớp ngoài được xác định theo công thức:

$$\sigma_H = Z_M Z_H Z_\varepsilon \sqrt{\frac{2T_1 K_H (u+1)}{u b_w d_{w1}^2}} \leq [\sigma_H], \quad (3)$$

$Z_M$  – hệ số cơ tính của vật liệu các bánh răng;  $Z_H$  – hệ số hình dạng bề mặt tiếp xúc;  $Z_\varepsilon$  – hệ số xét đến sự trùng khớp của răng;  $T_1$  – mômen xoắn trên trục bánh dẫn;  $b_w$  – chiều rộng vành răng;  $d_{w1}$  – đường kính vòng lăn bánh dẫn.

Từ (3), có thể xác định được mômen xoắn cho phép trên trục bánh răng dẫn:

$$[T_1] = \frac{u b_w d_{w1}^2 [\sigma_H]^2}{2(Z_M Z_H Z_\varepsilon)^2 K_H (u+1)}, \quad (4)$$

Thay  $b_w = \frac{u+1}{2} \psi_{ba} d_{w1}$ ;  $d_{w1} = \frac{2a_w}{u+1}$ ; và  $[K_0] = \frac{[\sigma_H]^2}{(Z_M Z_H Z_\varepsilon)^2 K_H}$  vào phương trình (4), ta có:

$$[T_1] = \frac{u}{4} \left( \frac{2a_w}{u+1} \right)^3 \psi_{ba} [K_0]. \quad (5)$$

$\psi_{ba}$  – hệ số chiều rộng vành răng của bộ truyền bánh răng trụ;

Do đó, mômen xoắn cho phép trên trục bánh răng dẫn của các bộ truyền cấp nhanh và cấp chậm trong hộp giảm tốc hai cấp bánh răng trụ đồng trục tương ứng là:

Từ điều kiện cân bằng mômen của cơ hệ gồm hai bộ truyền bánh răng trụ, ta có:

$\eta_1$  – hiệu suất của bộ truyền cấp nhanh

$$[T_{11}] = \frac{u_1}{4} \left( \frac{2a_{w1}}{u_1+1} \right)^3 \psi_{ba1} [K_{01}], \quad (6)$$

$$[T_{12}] = \frac{u_2}{4} \left( \frac{2a_{w2}}{u_2+1} \right)^3 \psi_{ba2} [K_{02}]. \quad (7)$$

$$\frac{T_{12}}{T_{11}} = \frac{[T_{12}]}{[T_{11}]} = u_1 \eta_1 = u_1 \eta_{brt} \eta_{ol}. \quad (8)$$

$\eta_{brt}$  – hiệu suất của bộ truyền bánh răng trụ;  $\eta_{ol}$  – hiệu suất của một cặp ổ lăn.

Kết hợp các phương trình (6), (7) và (8), ta có:

$$\frac{1}{\eta_1} \cdot \frac{\psi_{ba2}}{\psi_{ba1}} \cdot \frac{[K_{02}]}{[K_{01}]} \cdot \left( \frac{u_1+1}{u_2+1} \right)^3 \cdot \frac{u_1 u_2}{u_1^3} = 1, \quad (9)$$

Trong phương trình (9) thay  $u_1 = u_h/u_2$ , ta có:

$$\frac{1}{\eta_l} \cdot \frac{\psi_{ba2}}{\psi_{ba1}} \cdot \frac{[K_{02}]}{[K_{01}]} \cdot \left( \frac{u_h + u_2}{u_2 + 1} \right)^3 \cdot \frac{1}{u_h^2} = 1. \quad (10)$$

Giải phương trình (10) với ẩn số  $u_2$ , ta có:

$$u_2 = \frac{u_h - \sqrt[3]{u_h^2/\lambda}}{\sqrt[3]{u_h^2/\lambda} - 1}, \quad (11)$$

$$\lambda = \frac{1}{\eta_l} \cdot \frac{\psi_{ba2}}{\psi_{ba1}} \cdot \frac{[K_{02}]}{[K_{01}]} = \frac{1}{\eta_{ol} \eta_{brt}} \cdot \frac{\psi_{ba2}}{\psi_{ba1}} \cdot \frac{[K_{02}]}{[K_{01}]} \quad (12)$$

Trong tính toán, thường chọn:  $\eta_{brt} = 0,96 \div 0,98$ ;  $\eta_{ol} = 0,99 \div 0,995$ ;  $[K_{02}]/[K_{01}] = 1 \div 1,3$ ;  $\psi_{ba2}/\psi_{ba1} = 1,2 \div 1,3$  rồi thay vào (11) và (12), ta có:

$$u_2 \approx \frac{u_h - (0,833 \div 0,925)u_h^{2/3}}{(0,833 \div 0,925)u_h^{2/3} - 1}. \quad (13)$$

Chọn:  $[K_{02}]/[K_{01}] = 1,0$ ;  $\psi_{ba2}/\psi_{ba1} = 1,3$ ;  $\eta_{brt} = 0,97$ ;  $\eta_{ol} = 0,992$ , từ (11) và (12), ta có:

$$u_2 \approx \frac{u_h - 0,905u_h^{2/3}}{0,905u_h^{2/3} - 1}. \quad (14)$$

Khi đã có  $u_2$ , thì tỷ số truyền  $u_1$  của bộ truyền cấp nhanh được xác định theo công thức:

$$u_1 = \frac{u_h}{u_2}. \quad (15)$$

### 3. Ví dụ tính toán

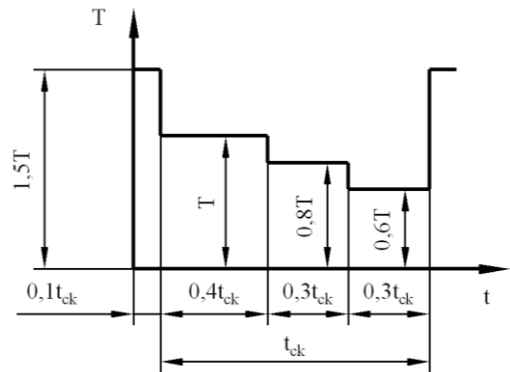
#### Ví dụ:

Tính toán thiết kế các bộ truyền bánh răng trong hộp giảm tốc bánh răng trụ đồng trục với các số liệu:  $P_1 = 5,7 \text{ kW}$ ;  $n_1 = 960 \text{ vg/ph}$ ;  $u_h = 20$ ; thời hạn sử dụng 12000 h; hệ làm việc một chiều, chịu tải trọng thay đổi như hình 2.

#### Kết quả tính

Kết quả tính toán các bộ truyền được trình bày trong các bảng 1, 2 và 3. Tính toán được thực hiện theo 3 phương án khác nhau về phương pháp phân phối tỷ số truyền:

- Tính theo đồ thị hình 1:  $u_1 = 6,79$ ;  $u_2 = 2,95$ ;
- Tính theo công thức (2):  $u_1 = u_2 = 4,47$ ;
- Tính theo công thức (13):  $u_1 = 8,51$ ;  $u_2 = 2,35$ .



Hình 2. Đồ thị thay đổi tải trọng

Bảng 1. Vật liệu chế tạo các bánh răng

Bánh răng	Mác thép	Nhiệt luyện	Độ rắn, HB	$\sigma_b$ , MPa	$\sigma_{ch}$ , MPa	S <sub>H</sub>	S <sub>F</sub>
Bánh nhỏ	45	Tôi cải thiện	240	750	450	1,1	1,75
Bánh lớn			225				

Bảng 2. Kết quả tính toán bộ truyền cấp chậm

TT	Thông số	Kí hiệu	Đơn vị	Kết quả		
				PA1	PA2	PA3
1	Khoảng cách trục	$a_{w2}$	mm	220	225	205
2	Đường kính vòng lăn	$d_{w12}$	mm	111,505	82,102	122,387
		$d_{w22}$		328,494	367,899	287,609
3	Chiều rộng vành răng	$b_w$	mm	86	88	80
4	Số răng	$z_1/ z_2$	Chiếc	37/109	27/121	40/90
5	Môđun	$m$	mm	3		
6	Hệ số dịch chỉnh	$x_1/ x_2$	mm	0,087/0,252	0,207/0,842	0,436/0,973
7	Ứng suất tiếp xúc lớn nhất	$\sigma_H$	MPa	418,775	436,462	433,302
8	Ứng suất tiếp xúc cho phép	$[\sigma_H]$	MPa	425,454		
9	Mức chênh lệch ứng suất	$\Delta\sigma_H$	%	1,570	2,587	1,845

Bảng 3. Kết quả tính toán bộ truyền cấp nhanh

TT	Thông số	Kí hiệu	Đơn vị	Kết quả		
				PA1	PA2	PA3
1	Khoảng cách trục	$a_{w1}$	mm	220	225	205
2	Đường kính vòng lăn	$d_{w11}$	mm	56,570	82,102	43,158
		$d_{w21}$		383,431	367,899	366,843
3	Chiều rộng vành răng	$b_w$	mm	66	68	62
4	Số răng	$z_1/ z_2$	Chiếc	18/122	27/121	14/119
5	Môđun	$m$	mm	3		
6	Góc nghiêng của răng	$x_1/ x_2$	Độ	17,361	9,339	13,293
7	Ứng suất tiếp xúc lớn nhất	$\sigma_H$	MPa	320,9	229,261	438,007
8	Ứng suất tiếp xúc cho phép	$[\sigma_H]$	MPa	437,728		
9	Mức chênh lệch ứng suất	$\Delta\sigma_H$	%	26,69	47,625	0,064

**Đánh giá kết quả tính**

Từ kết quả tính trong ví dụ trên, có thể rút ra các kết luận như sau:

- Cùng với vật liệu chế tạo và điều kiện làm việc, tỷ số truyền có ảnh hưởng trực tiếp đến kích thước, khối lượng cũng như độ bền của các bộ truyền trong hộp;
- Việc tính toán tỷ số truyền theo công thức (2.15), không những có thể tận dụng được khả năng tải của bộ truyền cấp nhanh, mà còn giảm được kích thước và khối lượng chung của hộp giảm tốc.

---

#### 4. Kết luận và kiến nghị

1. Bài báo đã thiết lập được công thức dùng để tính toán tỷ số truyền của các bộ truyền trong hộp giảm tốc hai cấp bánh răng trụ đồng trục. Các công thức này được xây dựng dưới dạng hàm giải tích sơ cấp, không những cho kết quả tính toán tỷ số truyền nhanh chóng và chính xác, mà còn tạo điều kiện thuận lợi để lập trình tự động tính toán thiết kế;

2. Kết quả của bài báo có thể dùng để tính toán tỷ số truyền trong hộp giảm tốc hai cấp bánh răng trụ đồng trục, làm cơ sở khoa học cho việc phân phối tỷ số truyền trong các loại hộp giảm tốc khác. Đồng thời, có thể dùng làm tài liệu tham khảo khi nghiên cứu, cũng như trong công tác giảng dạy và học tập.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Trịnh Chát (2007). *Cơ sở thiết kế máy và chi tiết máy*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2] Trịnh Chát, Lê Văn Uyển (1998). *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí, tập 1 và 2*. NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [3] Trịnh Chát (1996). *Tính toán tối ưu tỷ số truyền trong hệ truyền động bánh răng*. Hội nghị khoa học Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [4] Nguyễn Trọng Hiệp (2001). *Chi tiết máy, tập 1 và 2*. NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [5] ISO 6336-2 (2006). *Part 2: Calculation of surface durability (pitting)*.
- [6] R. C. Juvinall, K. M. Marshek (2003). *Fundamentals of Machine Component Design - 3<sup>rd</sup> edition*. John Wiley & Sons.
- [7] Кудрявцев В.Н, и др (1971). *Конструкции и расчет зубчатых редукторов*. Машиностроение, Ленинград.
- [8] М.Н. Иванов, В.А. Финогенов (2008). *Детали Машин*. Высшая школа, Москва.

**Người phản biện: TS. Hoàng Mạnh Cường**

---

### **THƯỜNG, PHẠT GIẢI PHÓNG TÀU TRONG THUÊ TÀU CHUYẾN VÀ CÁC TRANH CHẤP PHÁT SINH LIÊN QUAN** THE DISPUTES USUALLY ARISE CONCERNING TO DEMURRAGE AND DESPATCH IN VOYAGE CHARTER PARTY

**TS. ĐẶNG CÔNG XƯƠNG**  
Phòng KHCN, Trường ĐHHH Việt Nam

#### **Tóm tắt**

*Một trong những điều khoản quan trọng của Hợp đồng thuê tàu chuyến là thường, phạt giải phóng tàu. Đây là điều khoản ràng buộc trách nhiệm của người thuê tàu trong việc xếp, dỡ hàng hóa và gắn với số tiền thường phạt tương ứng với thời gian làm hàng. Có nhiều cách tính thường phạt giải phóng tàu và tùy theo cách tính sẽ có lợi cho từng bên, vì vậy thường có các tranh chấp liên quan đến điều khoản này.*

*Bài báo phân tích và giới thiệu các cách tính thường phạt giải phóng tàu trong Hợp đồng thuê tàu chuyến đồng thời chỉ rõ một số tranh chấp thường gặp và đề xuất hướng giải quyết.*

#### **Abstract**

*One of the most important terms and conditions of the Voyage charter party is demurrage and despatch (DEM/DES). This is condition to concern with the responsibility of the charterer to load and discharge cargoes. There are many methods of the calculation laytime and DEM/DES money, so the disputes often arise.*

*The article analyzes and introduce the methods of calculation DEM/DES and proposes to deal.*

**Những vấn đề chung về Hợp đồng thuê tàu chuyến và thường phạt giải phóng tàu**

#### **1. Hợp đồng thuê tàu chuyến (Voyage charter party).**

Theo điều 70 và điều 71 của Bộ luật Hàng hải Việt Nam năm 2005: "*Hợp đồng vận chuyển hàng hóa bằng đường biển là hợp đồng được giao kết giữa người vận chuyển và người thuê vận*

---

chuyển, theo đó người vận chuyển thu tiền cước vận chuyển do người thuê trả và dùng tàu biển để vận chuyển hàng hóa từ cảng nhận hàng đến cảng trả hàng".

"Hợp đồng vận chuyển theo chuyến là hợp đồng vận chuyển hàng hóa bằng đường biển được giao kết với điều kiện người vận chuyển dành cho người thuê vận chuyển nguyên tàu hoặc một phần tàu cụ thể để vận chuyển hàng hóa theo chuyến".

Như vậy, theo Bộ luật hàng hải Việt Nam thì hợp đồng thuê tàu chuyển được coi là hợp đồng vận chuyển theo chuyến.

Theo tập quán hàng hải, hợp đồng thuê tàu chuyển (Voyage charter party – C/P) là một loại hợp đồng chuyên chở hàng hóa bằng đường biển trong đó người chuyên chở cam kết chuyên chở hàng hóa từ một cảng này để giao cho người nhận ở một hay nhiều cảng khác, người thuê tàu cam kết trả cước phí chuyên chở theo mức hai bên đã thỏa thuận.

Như vậy, hợp đồng thuê tàu điều chỉnh mối quan hệ pháp lý giữa người chuyên chở và người thuê tàu. Người chuyên chở có thể là chủ tàu hoặc chỉ là người thuê tàu của người khác để kinh doanh lấy cước. Người thuê tàu là các chủ hàng hoặc người được ủy thác thuê tàu để chuyên chở hàng hóa.

## 2. Các loại hợp đồng thường dùng trong vận tải tàu chuyển

Mặc dù hợp đồng thuê tàu chuyển là kết quả của một quá trình thương lượng thỏa thuận giữa hai bên rồi mới được ghi chép lại, nhưng để đơn giản hóa và rút ngắn thời gian đàm phán ký kết hợp đồng, các bên thường dựa vào các hợp đồng mẫu (Standard Charter Party). Hợp đồng mẫu thường do các luật gia, các tổ chức hàng hải Quốc gia và Quốc tế soạn thảo và có nhiều loại khác nhau.

Trên thế giới hiện nay có tới trên 60 loại hợp đồng thuê tàu chuyển mẫu và chúng có thể phân thành hai loại chính:

*Loại thứ nhất: Mẫu hợp đồng thuê tàu chuyển mang tính chất tổng hợp.*

Loại mẫu hợp đồng này thường dùng cho việc thuê tàu chuyển chuyên chở hàng bách hóa (General cargo). Các mẫu thường sử dụng phổ biến hiện nay là:

+ *Mẫu hợp đồng GENCON (Uniform General Charter)*

Mẫu này do tổ chức BIMCO soạn thảo 1922 (The Baltic International Maritime conference) và đã được bổ sung, hoàn chỉnh nhiều lần vào những năm 1976, năm 1994. Mục đích của những lần sửa đổi này nhằm hoàn thiện và loại trừ tối đa những chỗ còn chưa rõ ràng, mập mờ để dẫn tới tranh chấp giữa người thuê tàu và chủ tàu.

+ *Mẫu hợp đồng SCANCON:*

Mẫu này do Bimco phát hành năm 1956 dùng cho các nước trên bán đảo Scandiver

*Loại thứ hai: Mẫu hợp đồng thuê tàu chuyển có tính chất chuyên dụng.*

Mẫu hợp đồng này dùng để áp dụng khi chuyên chở một loại hàng nhất định và trên một tuyến đường nhất định.

- Mẫu hợp đồng chở dầu: Exxonvoy 1969; Mobilvoy 96; Shelvoy 5,...

- Mẫu hợp đồng chở than: "POLCOAL – VOY 1971" của BaLan

- Mẫu hợp đồng chở quặng: "SOVORECON 1962, ORECON 1950"

- Mẫu hợp đồng chở ngũ cốc: "CENTROCON" của Mỹ và "AUSTRAL 1928" của Úc.

- Các mẫu khác.

*Việc tiêu chuẩn hóa và thống nhất mẫu hợp đồng thuê tàu chuyển vẫn đang tiếp tục theo hai hướng:*

- Thống nhất nội dung hợp đồng trong phạm vi thế giới.

- Đơn giản hóa nội dung của hợp đồng.

## 3. Nội dung chủ yếu trong hợp đồng thuê tàu chuyển (Voyage Charter Party- C/P)

Nội dung chủ yếu của Hợp đồng thuê tàu chuyển (Voyage C/P) có thể được chia ra thành các điều kiện và điều khoản chính như sau:

- *Chủ thể:* Người vận chuyển và người thuê vận chuyển

---

Bao gồm tên và địa chỉ của người chuyên chở, tên và địa chỉ của người đại lý (Ship's Agent) hay môi giới (Broker). Ngay cả khi người đại lý hay môi giới thay mặt người chuyên chở ký kết hợp đồng thuê tàu thì cũng phải ghi rõ họ, tên, địa chỉ của người chuyên chở/ của chủ tàu để khi hàng hoá bị tổn thất có thể khiếu nại được.

- *Điều khoản về tàu:* Tên tàu, các đặc trưng khai thác kỹ thuật cần thiết; nếu thay thế tàu phải được sự đồng ý của người thuê tàu, phải ghi "hoặc một tàu khác thay thế" (Substitute Sister Ship)

- *Điều khoản về thời gian tàu có mặt tại cảng xếp hàng (Laycan)*

- *Điều khoản về hàng hóa:* Tên hàng, quy cách, số lượng, dung sai về số lượng, quyền lựa chọn dung sai số lượng, khối lượng hàng do bên nào chọn....

- *Điều khoản về cảng xếp, dỡ hàng:* tên cảng và số lượng cầu/cảng xếp hoặc dỡ

- *Điều khoản về cước phí vận chuyển:* Mức cước, chi phí xếp dỡ kèm theo (Fios; Fiot, Li/Fo...)

- *Điều khoản về thanh toán:*

- *Điều khoản về mức xếp dỡ và thời gian làm hàng:* Ngày làm hàng là loại ngày nào (WWDSHEXUU, WWDSH EX EU, CQD...)

- *Điều khoản về thưởng/ phạt làm hàng (DEM/DES):*

- *Điều khoản về trách nhiệm và miễn trách của người chuyên chở:*

- *Điều khoản về sang mạn, vật liệu chằng buộc, chèn lót (nếu có):*

- *Hoa hồng môi giới:*

- *Các điều khoản khác:* Trọng tài, luật áp dụng, hai tàu đâm va cùng có lỗi, cầm giữ hàng, bắt giữ tàu, tổn thất chung, thông báo tàu đến (ETA)...

- *Phụ lục* (đi kèm theo hợp đồng mẫu để bổ sung một số điều khoản)

Các hợp đồng thuê tàu chuyển trên tuyến quốc tế đều được soạn thảo bằng tiếng Anh.

#### **4. Điều khoản thưởng, phạt giải phóng tàu (Demurrage/Despatch – DEM/DES)**

Để đảm bảo thực hiện đúng mức thời gian làm hàng quy định của hợp đồng, chủ tàu phải đưa ra điều kiện bắt buộc người thuê vận chuyển phải nỗ lực làm hàng theo đúng thời hạn đã thỏa thuận nhằm thực hiện đúng kế hoạch chuyến đi của tàu. Có hai trường hợp xảy ra thưởng phạt dôi nhật ở cảng xếp và dỡ hàng:

- Nếu người thuê kéo dài thời gian làm hàng so với thỏa thuận trong hợp đồng thì họ sẽ bị phạt một khoản tiền (Demurrage money) - nhằm bù đắp các chi phí cho chủ tàu - gọi là tiền phạt làm hàng chậm;

- Nếu người thuê thực hiện làm hàng với thời hạn ngắn hơn so với thời hạn thỏa thuận trong hợp đồng thì sẽ được chủ tàu thưởng cho một khoản tiền gọi là thưởng tiết kiệm thời gian làm hàng (Despatch money). (thay bằng dấu ;)

- Mức thưởng phạt do 2 bên thỏa thuận trên cơ sở tính toán của chủ tàu và ghi vào hợp đồng. Thông thường mức thưởng chỉ bằng 1/2 mức phạt (DHD) (thiếu dấu .)

Chủ tàu thường xây dựng mức tiền phạt dôi nhật dựa trên cơ sở của tổng chi phí thực tế duy trì tàu và thuyền bộ trong thời gian dôi nhật tại cảng. Mức tiền phạt cho một ngày tàu có thể tính như sau:

$$\text{Tiền phạt} = \text{Chi phí cố định} + \text{Chi phí biến đổi}^* + \text{Lợi nhuận (USD/day)}$$

Trong đó:

Chi phí cố định (Running cost) bao gồm: Sửa chữa, bảo hiểm, lương và tiền ăn cho thuyền bộ...

Chi phí biến đổi \* bao gồm: Chi phí nhiên liệu khi tàu đỗ và Phí cầu tàu.

Lợi nhuận: là số tiền mà chủ tàu có thể thu được nếu như cho thuê định hạn.

- Mức tiền cho thuê định hạn tàu dựa vào thị trường cho thuê tàu định hạn tại thời điểm tính toán

---

**Hoặc có thể tính:** Tiền phạt = Mức tiền cho thuê tàu định hạn + Chi phí biến đổi

- Nếu quy định thời hạn bốc dỡ tính gộp (*Reversible Laytime*) thì cho phép người thuê vận chuyển cộng dồn thời hạn bốc hàng và thời hạn dỡ hàng để tính thưởng/ phạt làm hàng, khi đó trong điều khoản Laytime sẽ ghi: *Laytime for loading and discharging are Reversible*. Nếu thời gian thực tế sử dụng vào làm hàng ít hơn Laytime thì sẽ thưởng.

- Nếu quy định thời hạn làm hàng riêng rẽ thì tiền thưởng/ phạt sẽ tính riêng cho từng cảng xếp và dỡ, khi đó trong điều khoản Layime sẽ ghi: *Time or Laydays for loading and discharging are not Reversible*; hoặc *Laydays for loading and discharging are Normal*.

- Nếu quy định thời hạn bốc dỡ tính bình quân (*Averaging Laytime*) thì cho phép người thuê vận chuyển bù trừ thời hạn bốc hàng vào thời hạn dỡ hàng hoặc ngược lại khi bị phạt làm hàng chậm, khi đó trong điều khoản Laytime sẽ ghi: *Laydays for loading and discharging are Averaging Laytime*.

- Nguyên tắc của phạt là: **kh**i đã bị phạt thì luôn luôn bị phạt (*once on demurrage, always on demurrage*), nghĩa là khi thời gian xếp dỡ đã hết và đã bị phạt thì tất cả những ngày sau đó đều bị phạt, cho dù đó là ngày làm việc, chủ nhật hay ngày lễ, trừ khi có quy định rõ ràng là không phạt vào ngày lễ và chủ nhật (hiếm khi xảy ra).

Tiền thưởng có thể tính theo 2 cách sau:

- Thưởng cho toàn bộ thời gian tiết kiệm được (*All Time saved –ATS*): **theo** cách này sẽ không có lợi cho chủ tàu, vì phải trả tiền vào thời gian còn thừa của các ngày nghỉ cho phép ngoài Laytime.

- Thưởng cho toàn bộ thời gian làm việc tiết kiệm được (*All Working Time saved –WTS* hay *All Laytime saved - LTS*): **c**ách quy định này sẽ có lợi cho chủ tàu, vì loại trừ những ngày nghỉ khi chúng nằm trong thời gian tiết kiệm được của người thuê.

#### **Các tranh chấp thường phát sinh liên quan đến DEM/DES và hướng xử lý**

##### *a/ Tranh chấp liên quan đến trao NOR.*

NOR (Notice of readiness – Thông báo sẵn sàng làm hàng). Đây là mốc thời gian để bắt đầu tính Laytime trên cơ sở thời gian trao và nhận NOR. Thường Người thuê tàu phải chờ cho tàu hoàn tất việc cập cầu hoặc phao neo thì mới ký nhận NOR (accepted) bắt luận Thuyền trưởng hoặc Đại lý được ủy quyền có trao NOR (tendered).

Thông thường, các hợp đồng thuê tàu chuyển quy định thời gian làm hàng sẽ bắt đầu tính sau 1 thời hạn nhất định (ngày, giờ) kể từ khi NOR đã được trao (tendered) hoặc đã được trao và chấp nhận (Tendered and Accepted)

Theo hợp đồng mẫu GENCON 94, *thời hạn làm hàng sẽ bắt đầu tính từ 13 giờ nếu NOR được trao và chấp nhận trước hoặc vào lúc 12 giờ trưa và sẽ tính từ 6 giờ sáng của ngày hôm sau nếu NOR được trao và chấp nhận vào giờ làm việc của chiều hôm trước hoặc trong giờ làm việc của ngày trước ngày lễ (hoặc ngày thứ 7).*

*Ví dụ:* Hợp đồng quy định về việc tính Laytime như sau: *Laytime for loading and discharging shall commence at 13.00 hours, if Notice of Readiness is given up to and including 12.00 hours, and at 06.00 hours next working day if notice given during office hours after 12.00 hours.*

Tuy nhiên, có hợp đồng quy định thời hạn làm hàng sẽ bắt đầu tính sau 12 hoặc 24 tiếng kể từ khi NOR được trao và chấp nhận. Việc quy định chấp nhận NOR như là một điều kiện có lợi cho người thuê tàu, bởi vì thời điểm trao NOR có thể tàu chưa vào cảng, chưa hoàn thành các thủ tục y tế, hải quan,... thì người thuê chưa chấp nhận NOR, như vậy sẽ chưa tính thời gian làm hàng.

Vì vậy, để tránh những tranh chấp dạng này, trong Hợp đồng thuê tàu chuyển, Chủ tàu có điều khoản trao và nhận NOR và luôn có kèm theo 4 điều kiện W.W.W.W.

##### *b/ Tranh chấp liên quan đến ngày làm hàng (Laytime).*

Ngày làm hàng có nhiều cách hiểu theo tập quán ở các quốc gia khác nhau như: ngày làm việc theo công lịch, ngày làm việc 24 tiếng, ngày làm việc thời tiết tốt....có trừ ngày lễ và chủ nhật hay không.... Vì vậy để tránh tranh chấp phát sinh theo cách tính này, trong hợp đồng phải ghi rõ thời gian làm hàng. Ví dụ:

---

- WWD SHEX UU (Weather Working Days, Sunday and Holidays Excepted, Unless Used, If used, Only Actual time Used to count): Những ngày làm việc thời tiết tốt, không kể ngày lễ và chủ nhật, trừ khi có làm, nếu có làm thì thời gian thực tế sử dụng sẽ được tính.

- WWD SHEX IEU (Weather Working Days, Sunday and Holidays Excepted, Even Used): Những ngày làm việc thời tiết tốt, không kể ngày lễ và chủ nhật, có làm hay không.

- WWD SHINC (Weather Working Days, Sunday and Holidays Included): Những ngày làm việc thời tiết tốt, kể cả ngày lễ và chủ nhật)

*Hoặc cụ thể có 3 cách quy định về thời hạn làm hàng như sau:*

- Quy định một số ngày xếp/dỡ nhất định: ( Days) Ví dụ: Laytime for loading: 6 WWD SHEX UU

- Quy định mức xếp dỡ hàng hoá: (MT/Days); L/D Rate: 2000/1000 MT per WWD SHEX EU

- Xếp dỡ theo tập quán của cảng (CQD = Customary Quik Despatch)

*c/ Tranh chấp liên quan đến cách tính DEM/DES.*

Như trên đã phân tích, tùy theo từng cách tính mà đem lại lợi ích cho từng bên. Vì vậy phải ghi rõ cách tính nào được áp dụng trong hợp đồng thuê tàu. Ví dụ:

Giả sử Công ty X của Việt Nam thuê tàu chở 24.000 MT sắt cuộn từ Trung Quốc về Sài Gòn. Trong hợp đồng ghi: Discharging Rate: 3.000 MT per WWDSHEX-EU; DHD 6.000USD Per day or Pro-rata of day. Tàu đã cập cảng Sài Gòn và trao NOR lúc 14h ngày 30/8/2000. Việc dỡ hàng vào lúc 22h cùng ngày và thực hiện liên tục đến khi xong hàng. Kết thúc việc dỡ hàng, người thuê tàu tính tiền thưởng theo SOF đã lập, trong đó có 2 ngày nghỉ lễ và chủ nhật:

- Thời gian dỡ hàng thực tế hết 143,33 giờ, tương đương 5,97 ngày

- Thời hạn làm hàng cho phép: 8 ngày.

- Tiền thưởng (Dispatch):  $2,03 \text{ day} \times 3.000 \text{ USD/day} = 6,090 \text{ USD}$ .

Vì Hợp đồng không quy định rõ cách tính thưởng phạt nào nên tranh chấp đã phát sinh:

*Kết luận của trọng tài:* Người thuê tàu thắng, vì trong hợp đồng không quy định rõ nên thưởng theo ATS.

*Theo Chartering and Shipping Terms:* Nếu không quy định cụ thể thì sẽ thưởng theo ATS.

*d/ Tranh chấp liên quan đến mức xếp dỡ.*

Theo sự thỏa thuận, nếu hai bên đồng ý mức xếp dỡ là CQD và được ghi trong Hợp đồng thì sẽ không tính thưởng phát giải phóng tàu.

Có những trường hợp ở các cảng, mức xếp dỡ quy định theo máng xếp hàng hoặc dỡ hàng. Nếu cứ để mức xếp/dỡ hàng như vậy thì rất dễ xảy ra tranh chấp vì số máng làm hàng từng ca, từng ngày khác nhau nên rất khó cho việc tính toán và quy định. Vì vậy cần phải thỏa thuận và quy định rõ là mức xếp hoặc dỡ hàng theo ngày làm hàng.

## **5. Kết luận**

Thưởng, phạt giải phóng tàu luôn xảy ra các tranh chấp giữa Chủ tàu và Người thuê tàu trong quá trình thực hiện Hợp đồng thuê tàu chuyển. Bài báo đã phân tích cụ thể những tranh chấp thường gặp và đề ra hướng khắc phục, xử lý những phát sinh này. Vì vậy rất cần thiết phải nghiên cứu kỹ về nguyên tắc và cách tính thưởng phạt làm hàng đồng thời phải ghi rõ vào điều khoản tương ứng trong Hợp đồng thuê tàu, tránh những hiểu lầm không đáng có để dẫn đến tranh chấp.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] Mẫu Hợp đồng thuê tàu chuyển GENCON 1922/1976/1994.

[2] Bộ Luật Hàng hải Việt Nam 2005.

[3] Các bài giảng, tài liệu về khai thác tàu biển.

---

**Người phản biện: TS. Vũ Trụ Phi, TS. Đỗ Mai Thơm**



---

# CẦN THIẾT PHẢI XẾP HẠNG NĂNG LỰC CẠNH TRANH CHO CÁC CÔNG TY VẬN TẢI BIỂN VIỆT NAM

## NEED OF THE COMPETITIVE CAPABILITY RANKINGS FOR VIETNAMESE SHIPPING COMPANIES

TS. NGUYỄN HỮU HÙNG

Khoa Kinh tế, Trường ĐHHH Việt Nam

### Tóm tắt

Một trong những nguyên nhân gây nên tình trạng xấu của ngành vận tải biển Việt Nam trong thời gian qua là do bản thân các doanh nghiệp trong lĩnh vực này chưa biết được năng lực cạnh tranh của mình, đồng thời các cơ quan quản lý Nhà nước cũng không biết được doanh nghiệp nào cần phải hỗ trợ để tồn tại, phục hồi và phát triển nhằm tăng năng lực của ngành vận tải biển Việt Nam. Do vậy, mục đích của bài báo này nhằm giới thiệu và nhấn mạnh sự cần thiết của việc xếp hạng và các chỉ tiêu quan trọng trong việc xếp hạng chung cho các doanh nghiệp trong lĩnh vực này.

### Abstract

One of the causing factors of this situation is the low self-awareness of their competitive capability. In addition, related-departments of Government managing this section did not have sufficient information to identify the companies which needs the supports to survive, recover and develop, in order to improve the general power of Vietnam shipping industry. The target of this article is to introduce and underline the need of the Competitive Capability Rankings and Primary Assessment Factors for companies in Shipping industry.

## 1. Tác dụng của việc xếp hạng năng lực cạnh tranh trong ngành vận tải biển

### 1.1. Đối với doanh nghiệp

Cạnh tranh có tác dụng rất quan trọng đối với công ty vận tải biển, nó giúp họ cải tiến khả năng quản lý, hoàn thiện tổ chức quản lý, nâng cao năng lực đội tàu, năng động trong việc tìm kiếm hàng hóa và khách hàng, từ đó có tác động không nhỏ đến việc làm tăng doanh thu, giảm chi phí, nâng cao hiệu quả sản xuất và hiệu quả kinh tế.

Bên cạnh mặt tích cực, cạnh tranh cũng có những tác dụng tiêu cực thể hiện ở việc cạnh tranh không lành mạnh như những hành động vi phạm đạo đức hay vi phạm pháp luật (buôn lậu, trốn thuế, tung tin phá hoại...), gây ảnh hưởng đến công tác kinh doanh chung.

Thông qua chỉ số xếp hạng năng lực cạnh tranh, các tổ chức đầu tư trong và ngoài nước biết được năng lực của các doanh nghiệp, đặc biệt là đối với các công ty cổ phần, để họ đầu tư vào cổ phiếu của những doanh nghiệp có khả năng cạnh tranh cao trên thị trường vận tải biển.

### 1.2. Đối với quản lý Nhà nước

Một nền kinh tế có năng lực cạnh tranh cao phải có nhiều doanh nghiệp có sức cạnh tranh, ngược lại để tạo điều kiện cho doanh nghiệp có sức cạnh tranh, môi trường kinh doanh của nền kinh tế phải thuận lợi, các chính sách vĩ mô phải rõ ràng, nền kinh tế phải ổn định, bộ máy Nhà nước phải trong sạch, có tính chuyên nghiệp. Đồng thời tính nhạy bén, năng động trong quản lý của doanh nghiệp là nhân tố quan trọng góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp. Doanh nghiệp là tế bào của nền kinh tế, sức cạnh tranh của doanh nghiệp tạo cơ sở cho năng lực cạnh tranh quốc gia. Nâng cao năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp, của sản phẩm vừa là bộ phận cấu thành, vừa là một trong những mục tiêu của nâng cao năng lực cạnh tranh của quốc gia.

Thông qua việc xếp hạng năng lực cạnh tranh, các cơ quan quản lý Nhà nước nắm được vị thế của các doanh nghiệp tại từng thời đoạn, có biện pháp tích cực điều chỉnh và hỗ trợ trong trường hợp xấu.

## 2. Cách tiếp cận về năng lực cạnh tranh trong vận tải biển

Năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp vận tải biển là khả năng doanh nghiệp tạo ra được lợi thế cạnh tranh, có khả năng tạo ra được năng suất và chất lượng cao hơn đối thủ cạnh tranh, chiếm lĩnh thị phần lớn, tạo ra thu nhập cao và phát triển bền vững.

Đánh giá năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp vận tải biển thông qua các chỉ tiêu mang tính cốt lõi phản ánh các vấn đề chủ yếu như: quy mô hoặc thị phần, doanh thu, thu nhập bình quân, trình độ quản lý, uy tín của doanh nghiệp, chất lượng dịch vụ và các yếu tố khác. Các yếu tố

---

này tạo nên lợi thế cạnh tranh của doanh nghiệp, giúp doanh nghiệp có khả năng triển khai các hoạt động với hiệu suất cao hơn các đối thủ cạnh tranh, tạo ra giá trị khác biệt hay chi phí thấp hoặc cả hai yếu tố trên. Lợi thế cạnh tranh là xuất phát điểm, là điều kiện cần còn khả năng cạnh tranh mạnh là điều kiện đủ để doanh nghiệp có vị thế cạnh tranh mạnh trên thương trường. Doanh nghiệp có khả năng cạnh tranh thì nhất thiết phải có lợi thế cạnh tranh nhưng ngược lại thì chưa chắc hoàn toàn đã đúng. Nếu doanh nghiệp có lợi thế cạnh tranh nhưng không có khả năng tận dụng tốt lợi thế đó để cung cấp các sản phẩm đem lại nhiều giá trị hơn cho khách hàng, không phát triển các lợi thế mới để duy trì ưu thế của mình so với đối thủ thì doanh nghiệp đó không thể được coi là có sức cạnh tranh mạnh và lợi thế sớm muộn cũng sẽ mất đi.

### 3. Các yếu tố cấu thành năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp vận tải biển

- **Trình độ tổ chức quản lý của doanh nghiệp:** Tổ chức quản lý tốt trước hết là áp dụng phương pháp quản lý hiện đại đã được doanh nghiệp của nhiều nước áp dụng thành công như phương pháp quản lý theo tình huống, quản lý theo tiếp cận quá trình và tiếp cận hệ thống, quản lý theo chất lượng của ISO. Bản thân doanh nghiệp phải tự tìm kiếm và đào tạo cán bộ quản lý cho chính mình, phải trao quyền chủ động cho cán bộ và phải thiết lập được cơ cấu tổ chức đủ độ linh hoạt, thích nghi cao với sự thay đổi.

- **Nguồn lực của doanh nghiệp:** Bao gồm các nguồn lực chủ yếu dưới đây:

**Nguồn nhân lực:** là một nguồn lực rất quan trọng vì nó đảm bảo nguồn sáng tạo trong mọi tổ chức. Trình độ nguồn nhân lực thể hiện ở trình độ quản lý của các cấp lãnh đạo, trình độ chuyên môn của cán bộ công nhân viên, trình độ tư tưởng văn hoá của mọi thành viên trong doanh nghiệp. Trình độ nguồn nhân lực cao sẽ tạo ra các sản phẩm có hàm lượng chất xám cao, thể hiện trong kết cấu kĩ thuật của sản phẩm, mẫu mã, chất lượng v.v. Từ đó uy tín, danh tiếng của sản phẩm sẽ ngày càng tăng, doanh nghiệp sẽ tạo được vị trí vững chắc của mình trên thương trường, hướng tới sự phát triển bền vững.

**Nguồn vốn:** Đây là một nguồn lực liên quan trực tiếp tới năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp. Một doanh nghiệp có năng lực cạnh tranh cao là doanh nghiệp có nguồn vốn dồi dào, luôn đảm bảo huy động được vốn trong những điều kiện cần thiết, có nguồn vốn huy động hợp lý, có kế hoạch sử dụng vốn hiệu quả để phát triển lợi nhuận và phải hạch toán các chi phí rõ ràng để xác định được hiệu quả chính xác. Nếu không có nguồn vốn dồi dào thì hạn chế rất lớn tới kết quả hoạt động của doanh nghiệp như hạn chế việc sử dụng công nghệ hiện đại, hạn chế việc đào tạo nâng cao trình độ cán bộ và nhân viên, hạn chế triển khai nghiên cứu, ứng dụng, nghiên cứu thị trường, hạn chế hiện đại hoá hệ thống tổ chức quản lý ... Trong thực tế không có doanh nghiệp nào có thể tự có đủ vốn để triển khai tất cả các mặt trong hoạt động sản xuất kinh doanh của mình. Vì vậy, điều quan trọng nhất là doanh nghiệp có kế hoạch huy động vốn phù hợp và phải có chiến lược đa dạng hóa nguồn cung vốn.

**Công nghệ:** Công nghệ là phương pháp, là công thức tạo ra sản phẩm. Để có năng lực cạnh tranh doanh nghiệp phải được trang bị bằng công nghệ hiện đại. Công nghệ hiện đại là công nghệ sử dụng ít nhân lực, thời gian tạo ra sản phẩm ngắn, tiêu hao năng lượng và nguyên liệu thấp, năng suất cao, tính linh hoạt cao, chất lượng sản phẩm tốt, ít gây ô nhiễm môi trường. Sử dụng công nghệ hiện đại giúp doanh nghiệp tăng năng suất lao động, giảm giá thành, chất lượng sản phẩm, do đó làm cho năng lực cạnh tranh của sản phẩm tăng. Doanh nghiệp cần lựa chọn công nghệ thích hợp, nắm bắt được chu kì sống của công nghệ, thời gian hoàn vốn của công nghệ phải ngắn, đào tạo đội ngũ nhân viên có đủ trình độ để điều khiển và kiểm soát công nghệ nhằm phát huy tối đa năng suất thiết kế của công nghệ. Về công nghệ, nếu doanh nghiệp giữ bản quyền sáng chế hoặc có bí quyết riêng thì thị trường sản phẩm của doanh nghiệp sẽ có tính độc quyền hợp pháp. Do đó, năng lực nghiên cứu phát minh và các phương thức giữ gìn bí quyết là yếu tố quan trọng tăng khả năng cạnh tranh của doanh nghiệp. Ngày nay, các doanh nghiệp đều có xu hướng thành lập các phòng thí nghiệm, nghiên cứu ngay tại doanh nghiệp; đề ra các chính sách hấp dẫn để thu hút người tài làm việc cho doanh nghiệp. Ngoài ra, doanh nghiệp tạo môi trường thuận lợi cho từng người lao động phát huy sáng kiến cá nhân trong công việc của họ.

- **Năng lực cạnh tranh của sản phẩm:** là khả năng sản phẩm đó bán được nhiều và nhanh chóng trên thị trường có sản phẩm tương tự. Nó bị ảnh hưởng bởi các yếu tố: chất lượng, giá cả sản phẩm, thời gian cung cấp, dịch vụ đi kèm, điều kiện mua bán, danh tiếng và uy tín ... Khi lập kế hoạch sản xuất kinh doanh của mình, doanh nghiệp cần nhận định đầy đủ

---

về các mức độ của sản phẩm. Mức cơ bản nhất là lợi ích cốt lõi, chính là dịch vụ hay lợi ích cơ bản mà khách hàng thực sự mua. Doanh nghiệp phải biến lợi ích cốt lõi thành sản phẩm chung. Ở mức độ tiếp theo, doanh nghiệp chuẩn bị một sản phẩm mong đợi, tức là tập hợp những thuộc tính và điều kiện mà người mua thường mong đợi và chấp thuận khi họ mua sản phẩm đó. Sau đó doanh nghiệp chuẩn bị một sản phẩm hoàn thiện thêm với những dịch vụ và ích lợi phụ thêm làm cho sản phẩm khác với sản phẩm của đối thủ cạnh tranh.

- **Khả năng liên kết và hợp tác và hội nhập kinh tế quốc tế:** Mỗi một doanh nghiệp đều phải tồn tại trong mối liên hệ đa chiều với các đối tượng hữu quan trong môi trường kinh doanh. Trong kinh doanh thường xuất hiện nhu cầu liên kết và hợp tác giữa nhiều đối tác với nhau làm tăng khả năng cạnh tranh. Khả năng liên kết và hợp tác của doanh nghiệp thể hiện ở việc nhận biết các cơ hội kinh doanh mới, lựa chọn đúng đối tác liên minh và khả năng vận hành liên minh một cách có kết quả và đạt hiệu quả cao, đạt được các mục tiêu đặt ra. Khả năng liên kết và hợp tác cũng thể hiện sự linh hoạt của doanh nghiệp trong việc chủ động nắm bắt các cơ hội kinh doanh trên thương trường. Nếu doanh nghiệp không thể hoặc ít có khả năng liên minh hợp tác với các đối tác khác thì sẽ bỏ qua nhiều cơ hội kinh doanh và nếu cơ hội đó được đối thủ cạnh tranh nắm được thì nó sẽ trở thành nguy cơ với doanh nghiệp.

- **Uy tín, thương hiệu của doanh nghiệp:** được hình thành trong cả một quá trình phấn đấu lâu dài, kiên trì theo đuổi mục tiêu và chiến lược đúng đắn. Thương hiệu trước hết được xây dựng bằng con đường chất lượng: chất lượng của hệ thống quản lý, của từng con người trong doanh nghiệp, chất lượng sản phẩm doanh nghiệp sản xuất cung cấp cho thị trường.

#### **4. Các chỉ tiêu quan trọng cấu thành chỉ số xếp hạng năng lực cạnh tranh các hãng vận tải biển.**

- **Giá cả dịch vụ:** Theo quan điểm của khách hàng, vận tải là ngành dịch vụ, do vậy khi nói tới vận tải hàng hóa vòng quanh thế giới bằng đường biển thì phải nghĩ rằng nó phải như kiểu kinh doanh của các nhà hàng ăn uống, có nhiều món với các giá cả khác nhau. Nghĩa là, các công ty vận tải biển phải đầu tư nhiều loại tàu để cung cấp các loại dịch vụ với mức cước hợp lý nhằm đáp ứng các nhu cầu đa dạng của khách hàng.

Thực tế cho thấy giá cước là vấn đề quan trọng tác động đến mức cầu của vận tải biển, khi tỷ trọng cước trong cấu trúc chi phí toàn bộ của hàng càng lớn thì chủ hàng càng phải cân nhắc các quyết định bán hàng. Nếu giá cước cao quá, tới mức không có lợi cho chủ hàng thì họ sẽ hạn chế việc kinh doanh, dẫn đến cầu giảm. Theo thống kê thường niên của UNCTAD về thương mại hàng hóa bằng đường biển, giá cước vận tải biển chiếm khoảng từ 8% đến 9 của giá CIF, tùy theo khu vực kinh tế. Giá cước vận tải thấp sẽ giúp chủ hàng nâng cao khả năng cạnh tranh về giá bán hàng hóa của họ trên thị trường hàng hóa.

Giá cước vận chuyển là số tiền công mà người thuê vận chuyển phải trả cho người chuyển chở về việc chuyển chở một đơn vị hàng hóa hoặc hành khách từ cảng này đến cảng khác trong một điều kiện vận tải nhất định. (dấu . viết liền chữ định)

Có nhiều yếu tố tác động tới khách hàng khi lựa chọn loại hình vận tải và doanh nghiệp vận tải. Hầu hết khách hàng đều mong muốn được sử dụng dịch vụ với giá cước rẻ. Ta có thể thấy được giá cước vận chuyển là một trong những yếu tố quan trọng nhất. Giá cước luôn gắn liền với chi phí sản xuất của doanh nghiệp, do vậy nếu doanh nghiệp có kết cấu chi phí hợp lý thì sẽ đưa ra giá cước thấp khả dĩ ở mức cạnh tranh.

- **Thời gian giao hàng và độ tin cậy:** Thời gian vận tải sẽ gây ra chi phí tồn kho cho hàng hóa là tất yếu khách quan, do vậy chủ của hàng hóa giá trị cao sẽ quan tâm đến tốc độ vận chuyển. Ví dụ, lô hàng có giá trị 100.000 USD với hành trình mất ba tháng sẽ tạo chi phí tồn kho 2.500 USD nếu lãi suất là 10% một năm, nếu thời gian chuyển đi có thể được giảm một nửa thì chi phí tồn kho chỉ phải trả là 1.250 USD với cùng mức lãi suất trên. Tốc độ vận chuyển có thể là yếu tố quan trọng để khách hàng lựa chọn phương thức vận tải vì các lý do thương mại. Chẳng hạn, một nhà sản xuất châu Âu đặt hàng phụ tùng từ Viễn Đông có thể sẵn sàng trả mười lần cước để được giao hàng trong vòng ba ngày bằng đường hàng không thay vì phải để máy móc nghỉ việc trong năm hoặc sáu tuần khi phụ tùng được giao bằng đường biển.

Với sự quan trọng của hệ thống kiểm soát hàng tồn kho 'just-in-time' đang gia tăng, sự tin cậy của vận tải có tầm quan trọng mới. Một số chủ hàng có thể phải chuẩn bị trả nhiều tiền hơn cho dịch vụ vận tải nào đó để được đảm bảo có thể vận hành đúng hạn và cung cấp dịch vụ như đã quảng bá.

---

Các chủ tàu kinh doanh vận tải định tuyến phải đảm bảo duy trì đúng lịch chạy tàu đã công bố trên các phương tiện thông tin đại chúng để khách hàng chủ động trong việc gửi và nhận hàng tại cảng. Tuy nhiên trong quá trình chuyên chở hàng hóa trên biển xảy ra nhiều tình huống khiến cho việc vận chuyển hàng hóa diễn ra không thể đến các cảng quy định theo đúng lịch trình đã công bố của công ty vận tải biển. Từ đó gây ra ảnh hưởng tới uy tín của công ty trước khách hàng. Vì vậy việc đánh giá khả năng cạnh tranh của công ty cần phải đánh giá trên phương diện tàu có đến cảng đúng thời gian quy định hay không? tỷ lệ số chuyến bị hủy lịch đã công bố vì bất kỳ lý do của hãng tàu trong một năm kinh doanh. (Cách và viết hoa chữ Tỷ)

- **Tính liên tục và đều đặn của dịch vụ:** Các ngành sản xuất vật chất và các nhà phân phối sản phẩm sẽ được hưởng lợi nhờ vào hoạt động vận tải diễn ra liên tục và đều đặn. Khi có dịch vụ vận tải được cung cấp với tần suất dày và thường xuyên thì các nhà sản xuất vật chất và nhà phân phối không phải dự trữ khối lượng lớn nguyên vật liệu và sản phẩm, do vậy họ sẽ giảm được chi phí tồn kho nguyên vật liệu và hàng hóa.

Để đánh giá chỉ tiêu này phải dựa vào tần suất cung cấp dịch vụ và mức độ cung cấp dịch vụ trong năm. Thực tế, một số hãng không đủ khả năng cung cấp dịch vụ liên tục quanh năm do yếu tố bất bình hành về hàng hóa theo thời gian. (thời gian viết sai)

- **Uy tín của công ty:** Mặc dù tổn thất và thiệt hại trong quá trình vận chuyển là một rủi ro có thể được bảo hiểm nhưng các chủ hàng thường gặp rất nhiều khó khăn, mất nhiều thời gian, công sức cho việc đòi bồi thường khi có rủi ro hàng hải xảy ra. Vì vậy khi gửi một lượng hàng có giá trị lớn, họ thường quan tâm xem công ty vận chuyển có khả năng tài chính bồi thường khi tổn thất xảy ra không, uy tín của công ty qua việc bồi thường đầy đủ tổn thất cho các khách hàng. Để đánh giá chỉ tiêu này, chúng ta căn cứ vào tổng số vụ tổn thất được bồi thường đúng thời hạn (thiếu .)

- **An toàn:** Các tổn thất và thiệt hại của đối tượng vận chuyển có thể được các công ty bảo hiểm bồi thường, tuy nhiên vấn đề này không hề đơn giản, đặc biệt là các mặt hàng không được chấp nhận bảo hiểm. Bởi vậy, vấn đề an toàn về mặt số lượng cũng như chất lượng cho đối tượng vận chuyển sẽ được các chủ hàng quan tâm khi lựa chọn nhà vận chuyển để đảm bảo giao hàng đúng hạn và tiết kiệm chi phí bảo hiểm hàng hóa. Tính an toàn càng có ý nghĩa hơn khi một số mặt hàng hay một số tuyến vận chuyển không thu xếp được các hợp đồng bảo hiểm hàng hóa.

Việc xảy ra tổn thất hàng hóa trong quá trình vận chuyển ảnh hưởng rất lớn đối với uy tín công ty vận tải biển. Nếu công ty để xảy ra nhiều lần tổn thất hàng hóa sẽ làm cho các chủ hàng không còn niềm tin với công ty, từ đó dẫn tới giảm khả năng cạnh tranh của công ty. Căn cứ vào tỷ lệ số lượng hàng bị tổn thất trên tổng số lượng hàng công ty vận chuyển để đánh giá tiêu chí này cao hay thấp.

- **Chất lượng dịch vụ:** Đây là một chỉ tiêu khó lượng hóa bằng tính toán các tham số cụ thể, nhưng được coi là quan trọng khi đánh giá năng lực cạnh tranh của một doanh nghiệp. Chất lượng dịch vụ thường thể hiện mức độ hài lòng của khách hàng về dịch vụ mà công ty cung cấp. Các câu hỏi được đặt ra khi đánh giá chất lượng dịch vụ gồm: thái độ của nhân viên khi làm việc với khách hàng, tác phong làm việc, mức độ tiện lợi và tính hiệu quả, sự chính xác khi làm thủ tục cho khách hàng. Câu trả lời thường nhận được ở các mức từ tốt cho đến kém. Chỉ tiêu này thường được xác định thông qua việc điều tra trực tiếp từ khách hàng. Từ kết quả điều tra, chúng ta chuyển sang dạng số hóa để xếp hạng vị trí doanh nghiệp.

- **Năng lực quản lý và khai thác tàu:** Chỉ tiêu này biểu thị thông qua mức độ vận hành của đội tàu cao hay thấp. Một công ty có số tàu bị lưu giữ cao bởi Cơ quan kiểm tra Nhà nước cảng biển hoặc nằm bờ dài ngày bất kể nguyên nhân gì cũng đều chứng tỏ năng lực quản lý thấp. Đồng thời, hệ số vận hành thấp cũng chứng tỏ khả năng thương vụ và khai thác tàu của doanh nghiệp ở mức độ kém.

- **Năng suất lao động:** Đây là chỉ tiêu phổ biến đánh giá một cách tổng hợp về trình độ quản lý và khai thác phương tiện của từng hãng tàu. Năng suất lao động ở đây được đo bằng lượng sản phẩm vận tải do một tấn trọng tải toàn phần của tàu tạo ra trong một năm khai thác. Tham chiếu kết quả của từng hãng với mức năng suất của đội tàu biển thế giới do UNCTAD đưa ra hàng năm để làm cơ sở đánh giá chỉ tiêu này.

- **Doanh thu bán hàng/chi phí:** Chỉ tiêu này phản ánh mức thu của một đồng chi phí của từng hãng tàu trong một năm kinh doanh. Doanh thu bán hàng càng lớn chứng tỏ năng lực cạnh tranh của công ty càng cao, thuế cước đóng góp cho nền kinh tế càng nhiều. Trong khi đó lợi nhuận thường bị khống chế bởi ý chí chủ quan của hãng tàu thông qua hàng loạt các chiến lược

điều chỉnh chi phí. Khi sử dụng chỉ tiêu này trong bộ chỉ số xếp hạng năng lực cạnh tranh sẽ mang tính khách quan hơn so với chỉ tiêu lợi nhuận sau thuế hoặc chỉ tiêu tỷ suất lợi nhuận, tức là loại bỏ được các yếu tố có tính chất thiếu khách quan làm cho lợi nhuận biến đổi trong môi trường kiểm toán thiếu tin cậy.

## 5. Xây dựng chỉ số đánh giá năng lực cạnh tranh của vận tải biển Việt Nam

### Quan điểm:

Khi xây dựng chỉ số xếp hạng cần chọn tên của chỉ số phải dễ nhớ và không trùng lặp với các chỉ số khác đã công bố ở Việt Nam, phù hợp với các ký hiệu ở Việt Nam. Do vậy, chỉ số này nên được đặt tên tiếng Việt là “Chỉ số xếp hạng năng lực cạnh tranh của các doanh nghiệp vận tải biển Việt Nam”, Ký hiệu là VSCI “Vietnam Shipping Competitive Index”.

### Công thức chung xác định chỉ số VSCI:

Chỉ số đánh giá năng lực cạnh tranh của các công ty vận tải biển Việt Nam là số bình quân gia quyền của các chỉ tiêu chủ yếu và các trọng số tương ứng. Do vậy, công thức xác định chỉ số VSCI đề xuất như sau:

$$VSCI = \frac{(X1 * W1) + (X2 * W2) + X3 * W3) + \dots (Xm * Wm)}{W1 + W2 + W3 + \dots + Wm} = \frac{\sum_{i=1}^m X_i * W_i}{\sum_{i=1}^m W_i}$$

Trong đó:  $X_i$ : Chỉ tiêu thứ  $i$  ( $i=1 \rightarrow m$ ). Các chỉ tiêu này được phát triển theo thời gian, tùy theo từng loại hình tổ chức vận tải và quan điểm đánh giá.

$W_i$ : Trọng số của chỉ tiêu thứ  $i$ . Trọng số (Weighting) này thể hiện mức độ ảnh hưởng của chỉ tiêu  $i$  so với các chỉ tiêu khác tới năng lực cạnh tranh của một công ty. Đối với từng loại hình vận tải (vận tải tàu chuyển hay vận tải tàu định tuyến) và từng loại hàng (hàng khô, hàng container, hàng lỏng) thì mức độ ảnh hưởng của các chỉ tiêu thông qua các trọng số của chúng đối với VSCI sẽ khác nhau.

Trong  $m$  chỉ tiêu cơ bản nêu trên, đối với mỗi loại hình vận tải nhất định sẽ có mức độ quan trọng khác nhau, do vậy mà khi tính chỉ số cạnh tranh theo từng loại hình tổ chức vận tải thì ta cần xác định trọng số riêng cho từng chỉ tiêu.

Việc xác định trọng số của từng chỉ tiêu được thực hiện thông qua việc điều tra trên tất cả các công ty tham gia vào thị trường vận tải biển, bao gồm các hãng vận tải, các nhà môi giới thuê tàu, các nhà đại lý và các chủ hàng về tầm quan trọng của các chỉ tiêu.

## 6. Kết luận

Việc xếp hạng năng lực cạnh tranh cho các doanh nghiệp vận tải biển Việt Nam là hoàn toàn có thể thực hiện được và do bởi bất kỳ một tổ chức xếp hạng có uy tín hoặc một cơ quan quản lý Nhà nước về hàng hải (Cục Hàng hải Việt Nam, Bộ GTVT) hoặc địa phương (Sở GTVT).

Việc xếp hạng năng lực cạnh tranh cho các doanh nghiệp vận tải biển Việt Nam là cần thiết phải làm ngay, khi mà chỉ số của nhiều ngành khác trong nước đã được công bố.

Chỉ số VSCI là một chỉ số linh hoạt, có thể bổ sung hoặc loại bỏ một số chỉ tiêu đánh giá nào đó theo thời gian, có thể áp dụng cho các cấp độ đánh giá khác nhau kể từ ngành, địa phương cho đến cấp quốc gia.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] PGS.TS Phạm Văn Cương, TS Nguyễn Hữu Hùng (2012). Tổ chức kỹ thuật vận tải. NXB GTVT
- [2] TS Đặng Công Xưởng (2014). Kinh doanh dịch vụ vận tải biển. NXB Hàng hải
- [3] Tạp chí Vietnam Logistics (2012)
- [4] Martin Stopford (2008). Maritime Economics
- [5] UNCTAD (2013). Review Of Maritime Transport

**Người phản biện: TS.Vũ Trụ Phi, TS. Đỗ Mai Thom**

# GIẢI PHÁP THU HÚT HÀNG HÓA TRUNG CHUYỂN NỘI ĐỊA ĐẾN CÁC BẾN CẢNG KHU VỰC CÁI MÉP - THỊ VẢI

## SOLUTIONS TO ATTRACT INLAND TRANSSHIPMENT GOODS TO CAI MEP - THI VAI PORTS

TS. BÙI THIÊN THU; ThS. NGUYỄN XUÂN TUẤN  
Cục Hàng hải Việt Nam

### Tóm tắt

Bài viết tổng hợp về thực trạng đầu tư, khai thác các bến cảng khu vực Cái Mép - Thị Vải. Phân tích nguyên nhân tác động đến sức hấp dẫn hàng hóa, đặc biệt là hàng hóa trung chuyển nội địa đến các bến cảng khu vực Cái Mép - Thị Vải. Từ đó, cung cấp cho các nhà hoạch định chính sách một số giải pháp cải thiện sức hấp dẫn hàng hóa trung chuyển nội địa, góp phần nâng cao hiệu quả khai thác cảng biển khu vực.

### Abstract

The article summarizes about current status of investing and operating Cai Mep – Thi Vai ports. The article analyzes cause impact on the attractiveness of goods, especially inland transshipment goods to Cai mep - Thi Vai ports. Therefrom supplies to policy makers some solutions to improve inland transshipment good attractiveness, contribute to improving the operation efficiency of seaports.

### 1. Đặt vấn đề

Đất nước ta có bờ biển trải dài trên 3.260km, hàng trăm vũng vịnh có khả năng xây dựng cảng biển, tuy vậy, không phải vị trí nào cũng có những điều kiện thuận lợi để phát triển bến cảng nước sâu. Cái Mép - Thị Vải tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu là một trong số ít những vị trí được đánh giá là có những ưu thế vượt trội so với các khu vực khác của Việt Nam, vừa có điều kiện tự nhiên thuận lợi có thể xây dựng cảng biển tiếp nhận tàu đến hàng trăm ngàn tấn vừa gần với Vùng kinh tế trọng điểm phía Nam là trung tâm công nghiệp, thương mại, tài chính hàng đầu cả nước, đóng góp hơn 42% GDP, gần 40% kim ngạch xuất khẩu cả nước [1].

Với những lợi thế về điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội, quy hoạch phát triển Nhóm cảng biển số 5 đến năm 2020, định hướng đến năm 2030 đã xác định cảng biển Bà Rịa - Vũng Tàu là một trong 03 cảng biển cửa ngõ quốc tế quan trọng trong hệ thống cảng biển Việt Nam có kết hợp thực hiện dịch vụ trung chuyển container quốc tế.

Thực hiện quy hoạch phát triển cảng biển, khu vực Cái Mép - Thị Vải đã được đầu tư các bến có quy mô lớn, hiện đại đạt tiêu chuẩn quốc tế, song hiện nay hiệu suất khai thác các bến cảng rất thấp, chỉ đạt khoảng 1/5 công suất thiết kế. Hàng hóa xuất nhập khẩu trên tuyến biển xa phần lớn vẫn phải trung chuyển qua các cảng khác trong khu vực như Hồng Kông, Xin - ga - po (Singapore) làm ảnh hưởng lớn đến tính cạnh tranh của hàng hóa Việt Nam trên trường quốc tế. Do đó, việc thu hút hàng hóa trung chuyển nội địa của Việt Nam đến các bến cảng khu vực Cái Mép - Thị Vải sẽ góp phần tăng sức cạnh tranh của hàng hóa và nâng cao hiệu quả khai thác cảng biển.

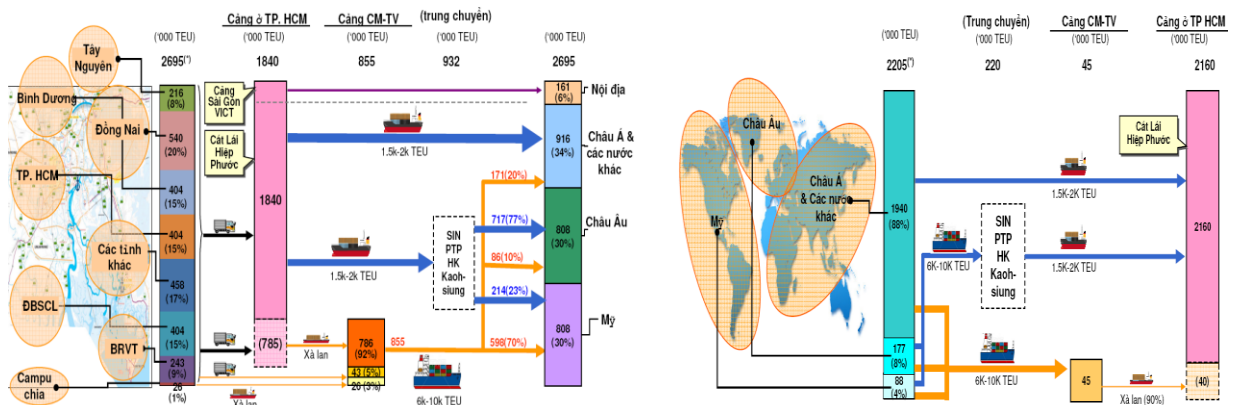
### 2. Thực trạng đầu tư, khai thác cảng tại khu vực Cái Mép - Thị Vải

Đến cuối năm 2013, khu vực Cái Mép - Thị Vải đã đưa vào khai thác 17 bến cảng hàng khô trong đó có 11 bến hàng tổng hợp và 06 bến container với tổng công suất khoảng 103 triệu tấn/năm trong đó bao gồm khoảng 21,3 triệu tấn hàng tổng hợp và 6,8 triệu TEU container. Ngoài ra, hiện nay có 02 bến cảng tổng hợp và 01 bến cảng container khác đang trong giai đoạn xây dựng với công suất thông qua khoảng 2,5 triệu tấn hàng tổng hợp và 2,1 triệu TEU container (khoảng 28 triệu tấn/năm) [2]. Năm 2013, Cảng Bà Rịa Vũng Tàu thông qua 22,6 triệu tấn hàng khô chiếm khoảng 22% công suất cảng, riêng hàng container đạt 945.740 Teu, chiếm khoảng 14% công suất các bến container chuyên dùng [3].

**Bảng 1. Các bến cảng chuyên dùng container tại Cái Mép - Thị Vải [4],[5]**

Tên bến cảng	Công suất TK (TEU/năm)	TMĐT (Triệu USD)	Nhà đầu tư	Năm hoạt động
<b>Đang hoạt động</b>	<b>6.800.000</b>			
SITV	1.100.000	267	SICC + Hutchison (Hongkong)	9/2010
SP-PSA	740.000	240	Vinalines + CSG + PSA (Singapore)	5/2009

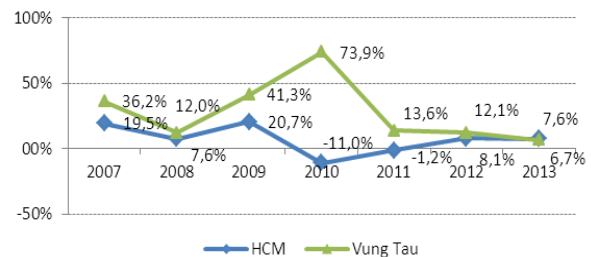
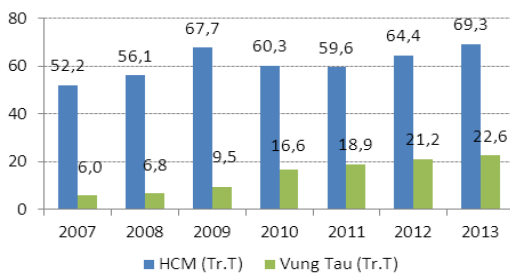
Tên bến cảng	Công suất TK (TEU/năm)	TMDT (Triệu USD)	Nhà đầu tư	Năm hoạt động
- TCCT - TCIT	1.500.000	204	- Tân Cảng Sài Gòn - TCSG + MOL + Wanhai + Hanjin	5/2010 01/2011
CMIT	1.150.000	268,6	Vinalines + CSG + APMT (Đan Mạch)	3/2011
SSIT	1.570.000	240	Vinalines + CSG + SSA Marine (Mỹ)	2012
ODA Cái Mép	740.000	326,8	Nhà nước	2013
<b>Đang xây dựng</b>	<b>1.700.000</b>			
Gemalink	1.700.000	300	Gemadept + CMA CGM (Pháp)	
<b>Tổng cộng</b>	<b>8.500.000</b>	<b>1.846,4</b>		

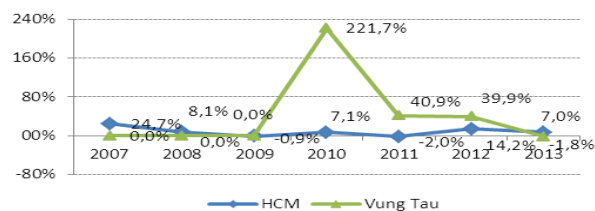
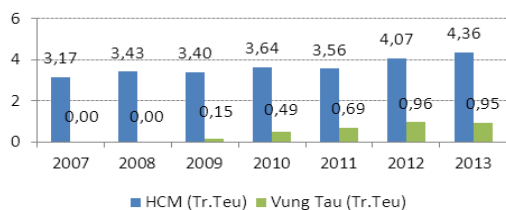


Hình 1. Hàng xuất – nhập khẩu bằng đường biển từ các cảng Nhóm 5 [6]

Thời gian qua các bến cảng khu vực Cái Mép – Thị Vải chưa phát huy hiệu quả chức năng theo quy hoạch. Hàng hóa từ Nhóm cảng biển số 5 (gồm các cảng Tp. Hồ Chí Minh, Đồng Nai, Bình Dương, Bà Rịa Vũng Tàu) đi các tuyến biển xa đến châu Âu, châu Mỹ phần lớn vẫn được trung chuyển qua Hồng Kông, **Xin - ga - po**. Theo số liệu nghiên cứu năm 2012, Nhóm cảng biển số 5 thông qua lượng hàng hóa xuất nhập khẩu khoảng 4,7 triệu TEU container, trong đó khoảng 1,88 triệu TEU hàng xuất nhập khẩu đi/đến châu Âu và châu Mỹ, tuy nhiên lượng hàng vận tải trên tuyến biển xa xuất phát từ các bến cảng khu vực Cái Mép - Thị Vải chiếm tỷ trọng nhỏ, khoảng 42% đối với hàng xuất và khoảng 17% đối với hàng nhập khẩu (Hình 1).

Từ tháng 5/2009, khi bến cảng container đầu tiên (SP-PSA) được đưa vào khai thác, năm 2010 hàng hóa đã có sự dịch chuyển đáng kể từ khu vực thành phố Hồ Chí Minh ra Vũng Tàu. Tuy nhiên sự dịch chuyển này đã không duy trì như mong đợi, hàng hóa qua cảng thành phố Hồ Chí Minh có sự chững lại trong năm 2010 nhưng tiếp tục tăng trưởng nhanh trở lại để chiếm lĩnh hàng hóa trong nhóm cảng biển số 5. Hàng hóa qua cảng biển Vũng Tàu tăng trưởng hơn 220% trong năm 2010 từ 150 ngàn TEU lên 490 ngàn TEU nhưng tăng trưởng chậm dần từ năm 2011 thậm chí tăng trưởng âm trong năm 2013. Đến nay, tổng lượng hàng container thông qua cảng biển Vũng Tàu vẫn ở dưới mức 1 triệu TEU/năm (0).



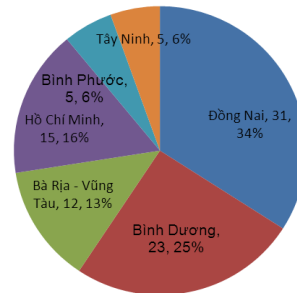


Hình 2. Khối lượng và tăng trưởng hàng khô và hàng container qua cảng Vũng Tàu [1]

### 3. Nguyên nhân tác động đến sức hấp dẫn hàng qua cảng khu vực Cái Mép - Thị Vải

Lượng hàng hóa qua các bến cảng khu vực Cái Mép – Thị Vải tăng trưởng chậm có thể được đánh giá qua các nguyên nhân dưới đây:

- Đến năm 2013, khu vực Đông Nam Bộ đã thành lập và đưa vào khai thác 91 khu công nghiệp (KCN) [7], đây là các trung tâm sản xuất hàng chế tác xuất nhập khẩu theo định hướng container hóa. Khu vực Bà Rịa – Vũng Tàu có 12 KCN với diện 1.857ha chiếm 13% về số lượng và 17% về diện tích. Hầu hết các KCN tập trung tại thành phố Hồ Chí Minh và vùng phụ cận với 79 KCN, diện tích 9.179ha, chiếm 87% về số lượng và 83% về diện tích. Do kém lợi thế về khoảng cách vận tải và chân hàng nhỏ nên các bến cảng khu vực Cái Mép - Thị Vải có sức hấp dẫn thấp hơn so với các bến cảng khu vực thành phố Hồ Chí Minh. (thay . bằng dấu ;) )
- Hiện nay các cảng biển lớn trên thế giới đều được phát triển gắn liền với các trung tâm hậu cần, logistics sau cảng. Trong khi các trung tâm logistics và các cảng cạn (ICD) là yếu tố rất quan trọng trong việc phát triển nguồn hàng cho cảng thì Bà Rịa - Vũng Tàu vẫn chưa hình thành trung tâm logistics hậu cảng hay các ICD để hỗ trợ cảng biển (0). (thay . bằng dấu ;) )



Hình 3. Phân bố các KCN và ICD tại khu vực Đông Nam Bộ

- Kết nối các bến cảng khu vực Cái Mép - Thị Vải đến chân hàng trong nội địa hiện tại chủ yếu thông qua mạng đường bộ và đường thủy nội địa, chưa có kết nối đường sắt. Do năng lực hạ tầng giao thông bộ hạn chế, chi phí vận tải cao, đồng thời việc đầu tư nâng cấp mạng giao thông thủy nội địa chưa kịp thời nên chưa tạo được sức hấp dẫn hàng hóa đến cảng. (thay . bằng dấu ;) )
- Lượng hàng hóa đến cảng Vũng Tàu nhỏ, đồng thời phải chia sẻ cho nhiều bến cảng đã đầu tư trong khu vực Cái Mép - Thị Vải nên mỗi bến cảng không đủ lượng hàng hóa để hấp dẫn các hãng tàu lớn gắn kết và mở tuyến vận tải biển xa. Thực tế số lượng tuyến vận tải đi châu Âu, châu Mỹ đã giảm từ 16 tuyến xuống còn 12 tuyến năm 2011 và còn 8 tuyến từ năm 2012.

### 4. Giải pháp thu hút hàng hóa trung chuyển nội địa đến Cái Mép – Thị Vải

Từ những phân tích như trên, tác giả cho rằng có thể triển khai một số giải pháp thu hút hàng trung chuyển nội địa đến các bến cảng khu vực Cái Mép – Thị Vải như sau:

#### 4.1. Giải pháp ngắn hạn

- Tăng cường đầu tư cơ sở hạ tầng giao thông kết nối đến cảng để giảm chi phí và thời gian vận tải hàng hóa xuất nhập khẩu từ các KCN, các ICD hiện có trong nội địa đến các bến cảng khu vực Cái Mép – Thị Vải. Trước mắt là cải thiện năng lực hạ tầng giao thông đường bộ từ Vũng Tàu đi thành phố Hồ Chí Minh, Đồng Nai và các khu vực phụ cận, đồng thời đẩy nhanh tiến độ nâng cấp tuyến vận tải thủy nội địa kết nối khu vực Cái Mép – Thị Vải với thành phố Hồ Chí Minh



---

và đồng bằng sông Cửu Long để thu hút hàng hóa đang phải trung chuyển qua Hồng Kông, Xin - ga - po về Cái Mép – Thị Vải;

- Cần có sự liên kết, phối hợp kinh doanh giữa các chủ cảng trong khu vực Cái Mép – Thị Vải để tập trung hàng hóa cho 1 (hoặc 2) bến cảng giai đoạn trước mắt đặc biệt là hàng hóa vận tải trên tuyến biển xa để đảm bảo cho 1 bến cảng trong số các bến cảng đã đầu tư nhanh chóng đạt được quy mô kinh tế lớn (xếp dỡ được 1 triệu TEU/năm) làm cơ sở thiết lập ổn định các tuyến vận tải biển xa từ Cái Mép - Thị Vải đi châu Âu, châu Mỹ và tạo tiền đề hình thành các dịch vụ hỗ trợ như vận tải đa phương thức, logistics...

- Rà soát và có giải pháp giảm tiến độ toàn bộ các dự án cảng đang triển khai hoặc đang có kế hoạch triển khai trong 5 năm tới để tránh việc phân tán về hàng hóa đồng thời đảm bảo hiệu quả đầu tư cho các dự án cảng.

#### **4.2. Giải pháp dài hạn**

- Thành lập khu vực tự do thương mại gắn với các bến cảng khu vực Cái Mép - Thị Vải và khu dịch vụ hậu cần logistics (diện tích đủ lớn thông thường gấp khoảng 2 lần diện tích các bến cảng cộng lại) để thu hút hàng hoá cũng như các hoạt động đầu tư thương mại, Đồng thời kết nối đường sắt từ khu hậu cảng Cái Mép – Thị Vải tới các KCN các ICD lớn trong khu vực để vận tải, tập kết hàng hóa;

- Rà soát, điều chỉnh quy hoạch phát triển các KCN trong giai đoạn đến năm 2030 và xa hơn, trong đó định hướng ưu tiên phát triển các KCN sản xuất hàng chế tác tại Bà Rịa - Vũng Tàu để đưa chân hàng tới gần cảng biển;

- Điều phối phát triển các cảng biển khu vực Đông Nam Bộ theo chức năng cụ thể, trong đó quy định các tuyến vận tải biển xa chỉ xuất phát từ Bà Rịa Vũng Tàu, hạn chế tiếp nhận các tàu trọng tải trên 50.000DWT vào khu vực thành phố Hồ Chí Minh.

#### **5. Kết luận**

Từ những năm 2000, Việt Nam đã xây dựng chiến lược, quy hoạch phát triển hạ tầng cảng biển nhằm tận dụng những lợi thế về biển phát triển kinh tế đất nước và hội nhập quốc tế. Tuy nhiên để hệ thống cảng biển thực sự phát huy hiệu quả, tạo động lực cho phát triển các lĩnh vực kinh tế liên quan, đòi hỏi việc đầu tư cảng biển phải gắn liền với những giải pháp đồng bộ.

Trên cơ sở những phân tích về thực trạng đầu tư khai thác cảng biển khu vực Cái Mép - Thị Vải và thực tế phát triển cảng quốc tế, tác giả đã đề xuất những giải pháp tạo cho cảng Vũng Tàu sức thu hút hàng hóa đặc biệt là hàng xuất nhập khẩu đang phải trung chuyển qua Hồng Kông, Xin - ga - po. Nếu các giải pháp nêu trên được triển khai triệt để sẽ góp phần nâng cao hiệu quả đầu tư, khai thác hạ tầng cảng trong khu vực, nâng vị thế của cảng biển Việt Nam, giảm giá thành và tăng sức cạnh tranh hàng hóa xuất nhập khẩu.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] “Vùng kinh tế trọng điểm phía Nam: động lực phát triển của nền kinh tế”. Cục Xúc tiến thương mại.
- [2] Đề án lập điều chỉnh quy hoạch chi tiết Nhóm cảng biển số 5 đến năm 2020, định hướng đến năm 2030. Cục Hàng hải Việt Nam.
- [3] Thống kê hàng hóa thông qua cảng biển Việt Nam từ năm 2005 đến năm 2013. Cục Hàng hải Việt Nam.
- [4] Đề án nâng cao hiệu quả quản lý khai thác cảng biển nhóm 5 và các bến cảng khu vực Cái Mép – Thị Vải. Cục Hàng hải Việt Nam.
- [5] Quy hoạch chi tiết Nhóm cảng biển số 5 đến năm 2020, định hướng đến năm 2030. Cục Hàng hải Việt Nam.
- [6] Nghiên cứu thực trạng cảng và chiến lược tối ưu hóa hoạt động khai thác cảng container Miền Nam Việt Nam. Cơ quan Hợp tác quốc tế Nhật Bản (Jica).
- [7] Quy hoạch phát triển các khu công nghiệp ở Việt Nam đến năm 2015 và định hướng đến năm 2020. Bộ Kế hoạch và Đầu tư.

---

**Người phản biện: TS. Vũ Trụ Phi, TS. Đỗ Mai Thom**

# TÍNH TOÁN DAO ĐỘNG TỰ DO CỦA CẦU LIÊN TỤC BẰNG PHƯƠNG PHÁP MA TRẬN CHUYỂN TIẾP

## CALCULATION THE FREE VIBRATION OF CONTINUOUS BRIDGES BY TRANSFER MATRIX METHOD

SV. NGÔ VIỆT ANH, ĐỖ ĐÌNH PHÚ  
ThS. LÊ TÙNG ANH

Khoa Công trình, Trường ĐHHH Việt Nam

### Tóm tắt

Dao động tự do đóng vai trò rất quan trọng trong việc tính toán ổn định động lực học công trình cầu. Trong bài báo này, các tác giả trình bày phương pháp ma trận chuyển tiếp (ma trận truyền) [2] để tính toán dao động tự do của cầu liên tục.

### Abstract

The free vibration plays an important role in the calculation of bridges dynamic stability. In this paper, the authors present the Transfer Matrix Method (TMM) [2] in order to calculate the free vibration of continuous bridges.

### 1. Đặt vấn đề

Trong tính toán ổn định động lực học công trình cầu, một vấn đề quan trọng là tính toán dao động tự do của dầm cầu. Trên cơ sở tính toán dao động tự do, chúng ta có thể tránh được hiện tượng cộng hưởng do tác dụng của đoàn tải trọng di động cũng như có thể tính toán tiếp dao động cưỡng bức của dầm cầu. Hiện nay, để tính toán tần số dao động tự do thường thực hiện theo các phương pháp gần đúng (Ritz, Rayleigh, ...), đối với dự án lớn mới có điều kiện thí nghiệm trên mô hình vật lý. Trong phạm vi bài báo này, các tác giả sẽ nghiên cứu sử dụng phương pháp ma trận chuyển tiếp (ma trận truyền) để tính toán tần số dao động tự do cho cầu liên tục có tiết diện biến đổi. Phần cuối của bài báo là một ví dụ tính toán mô phỏng số, áp dụng cho một công trình cầu thực tế. Sau đó sẽ so sánh với kết quả tính toán bằng phần mềm Sap 2000, từ đó rút ra độ tin cậy của chương trình tính.

### 2. Cơ sở lý thuyết

#### 2.1. Ma trận chuyển tiếp của đoạn dầm có tiết diện không đổi chịu dao động uốn [2]

Xét một đoạn dầm chiều dài  $l$ , ký hiệu đoạn dầm bằng chữ  $j$ , đầu bên phải của đoạn dầm ký hiệu  $(j+1)$  và bên trái ký hiệu  $(j)$ . Lực cắt và mômen uốn ở đầu mút được biểu diễn theo hình 1:



Hình 1. Sơ đồ biểu diễn đoạn dầm thứ  $j$

Phương trình vi phân dao động uốn của dầm khi dao động tự do:

$$EJ \frac{\partial^4 z}{\partial x^4} + m \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = 0 \quad (1)$$

Trong đó:

$z$  - chuyển vị uốn của dầm khi dao động; (viết hoa chữ Chuyển)

$EJ$  - độ cứng chống uốn của dầm;

$m$  - khối lượng trên một đơn vị dài của dầm;

Chuyển vị uốn của dầm khi dao động tự do có thể được tính:  $z = y(x) \cdot \sin \omega t$  (2)

Thay (2) vào (1) nhận được:

$$y^{IV}(x) - \beta^4 y(x) = 0 \text{ với } \beta^4 = \frac{\omega^2 m}{EJ} \quad (3)$$

$\omega$  - tần số góc dao động tự do của dầm.

Nghiệm của phương trình (3) có thể dưới dạng:

$$y(x) = a_1(\operatorname{ch}\beta x + \cos\beta x) + a_2(\operatorname{sh}\beta x + \sin\beta x) + a_3(\operatorname{ch}\beta x - \cos\beta x) + a_4(\operatorname{sh}\beta x - \sin\beta x) \quad (4)$$

Lần lượt lấy đạo hàm (4) theo  $x$ ; thay  $x = l$  vào  $y(x)$ ,  $y'(x)$ ,  $y''(x)$ ,  $y'''(x)$  và tập hợp lại:

$$\left. \begin{aligned} y(l) &= a_1(C+c) + a_2(S+s) + a_3(C-c) + a_4(S-s) \\ y'(l) &= a_1\beta(S-s) + a_2\beta(C+c) + a_3\beta(S+s) + a_4\beta(C-c) \\ y''(l) &= a_1\beta^2(C-c) + a_2\beta^2(S-s) + a_3\beta^2(C+c) + a_4\beta^2(S+s) \\ y'''(l) &= a_1\beta^3(S+s) + a_2\beta^3(C-c) + a_3\beta^3(S-s) + a_4\beta^3(C+c) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Trong đó ký hiệu:  $C = \operatorname{ch}\beta l$ ;  $c = \cos\beta l$ ;  $S = \operatorname{sh}\beta l$ ;  $s = \sin\beta l$ .

Đưa hệ phương trình (5) về dạng ma trận sau:

$$\begin{Bmatrix} y(l) \\ y'(l) \\ y''(l) \\ y'''(l) \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} C+c & S+s & C-c & S-s \\ \beta(S-s) & \beta(C+c) & \beta(S+s) & \beta(C-c) \\ \beta^2(C-c) & \beta^2(S-s) & \beta^2(C+c) & \beta^2(S+s) \\ \beta^3(S+s) & \beta^3(C-c) & \beta^3(S-s) & \beta^3(C+c) \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{Bmatrix} \quad \text{hoặc: } \mathbf{y}_{j+1} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{a} \quad (6)$$

Phương trình (6) là hệ thức biểu diễn dạng ma trận véc tơ  $\mathbf{y}_{j+1}$  của đoạn thẳng ở nút bên phải  $x = l$ . Để tìm hệ thức trên của đoạn thẳng ở đầu nút bên trái, thay  $x = 0$  vào hệ phương trình (4) và (5) và tập hợp dưới dạng ma trận:

$$\begin{Bmatrix} y(0) \\ y'(0) \\ y''(0) \\ y'''(0) \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2\beta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2\beta^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2\beta^3 \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{Bmatrix} \quad \text{hoặc viết thu gọn: } \mathbf{y}_j = \mathbf{B} \cdot \mathbf{a} \quad (7)$$

Từ (7) rút ra:  $\mathbf{a} = \mathbf{B}^{-1} \cdot \mathbf{y}_j$  với  $\mathbf{B}^{-1}$  là ma trận nghịch đảo của  $\mathbf{B}$

Thay  $\mathbf{a}$  vào (6) đưa đến hệ thức liên hệ giữa  $\mathbf{y}_{j+1}$  và  $\mathbf{y}_j$ :  $\mathbf{y}_{j+1} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{B}^{-1} \cdot \mathbf{y}_j$  (8)

Trong thực tế tính toán thường gặp ma trận cột:  $\mathbf{r} = \{y \ \phi \ M \ Q\}^T$  (9)

Để tìm liên hệ giữa  $\mathbf{r}$  và  $\mathbf{y}$  cần chú ý quan hệ lực cắt và mômen uốn của dầm với  $y''$  và  $y'''$ :

$$M = EJ \cdot y''(x); \quad Q = -EJ \cdot y'''(x) \quad (10)$$

Lập hệ thức giữa  $\mathbf{y}$  và  $\mathbf{r}$ :

$$\begin{Bmatrix} y \\ \phi \\ M \\ Q \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & EJ & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -EJ \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} y \\ y' \\ y'' \\ y''' \end{Bmatrix} \quad \text{hoặc viết gọn: } \mathbf{r} = \mathbf{R} = \mathbf{T} \cdot \mathbf{y} \quad (11)$$

Từ (11) rút ra:  $\mathbf{y} = \mathbf{T}^{-1} \cdot \mathbf{r}$  với  $\mathbf{T}^{-1}$  là ma trận nghịch đảo của  $\mathbf{T}$ .

Thay  $\mathbf{y}$  vào (8):  $\mathbf{T}^{-1} \cdot \mathbf{r}_{j+1} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{B}^{-1} \cdot \mathbf{T}^{-1} \cdot \mathbf{r}_j$  hoặc  $\mathbf{r}_{j+1} = \mathbf{T} \cdot \mathbf{A} \cdot \mathbf{B}^{-1} \cdot \mathbf{T}^{-1} \cdot \mathbf{r}_j$ ;  $\mathbf{r}_{j+1} = \mathbf{C} \cdot \mathbf{r}_j$  (12)

Viết ký hiệu dạng:  $\mathbf{C} = \mathbf{T} \cdot \mathbf{A} \cdot \mathbf{B}^{-1} \cdot \mathbf{T}^{-1}$  là ma trận chuyển tiếp của đoạn thẳng từ nút  $(j+1) \rightarrow (j)$

Thay thế các ma trận  $\mathbf{T}$ ,  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}^{-1}$  từ (11), (7), (6) để tính  $\mathbf{C}$ , kết quả nhận được như sau:

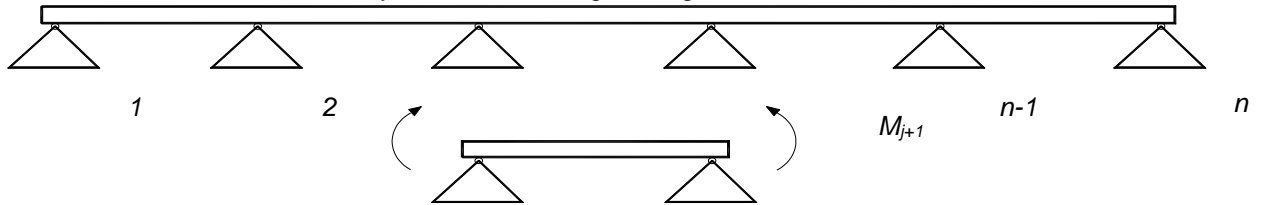
$$\mathbf{C} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} (C+c) & (S+s)/\beta & (C-c)/\beta^3 FJ - (S-s)/\beta^3 EJ & \\ (S-s)\beta & (C+c) & (S+s)/\beta EJ & -(C-c)/\beta^2 EJ \\ (C-c)EJ\beta^2 & (S-s)EJ\beta & (C+c) & -(S+s)/\beta \\ -(S+s)EJ\beta^3 & -(C-c)EJ\beta^2 & -(S-s)\beta & (C+c) \end{bmatrix} \quad (13)$$

Ma trận chuyển tiếp  $\mathbf{C}$  được dùng để tính toán tần số riêng của hệ dầm, khung khi dao động uốn, sẽ được áp dụng để tính toán ở phần tiếp theo.

## 2.2. Dầm tựa trên nhiều gối cứng [2]

Các ma trận chuyển tiếp đã lập được trong phần trên không thể dùng tính trực tiếp cho trường hợp trục hoặc dầm tựa trên nhiều gối cứng. Trong phần này chúng ta sẽ tìm một dạng ma trận để có thể giải quyết được bài toán này.

Cho dầm có tiết diện thay đổi, tựa trên  $n$  gối cứng được đánh số từ 1 đến  $n$  như hình 2:



Hình 2. Sơ đồ dầm tựa trên các gối cứng

Cắt dầm thành nhiều đoạn ở các điểm có gối tựa. Ta có thể lập ma trận chuyển tiếp của đoạn thẳng ở 2 đầu có gối tựa cứng, với điều kiện biên:

$$y_{j+1} = y_j = 0 \quad (14)$$

Theo công thức (8) ta lập liên hệ chuyển tiếp của đoạn thẳng  $j$ , viết dưới dạng ký hiệu:

$$\begin{bmatrix} y \\ \phi \\ M \\ Q \end{bmatrix}_{j+1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{14} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{24} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{34} \\ C_{41} & C_{42} & C_{43} & C_{44} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} y \\ \phi \\ M \\ Q \end{bmatrix}_j \quad (15)$$

Với điều kiện biên ở trên, từ hàng thứ 1 của (15) và từ các hàng 2 và 3 lần lượt rút ra:

$$0 = [C_{12} \quad C_{13} \quad C_{14}] \cdot \begin{Bmatrix} \phi \\ M \\ Q \end{Bmatrix}_j ; \quad \begin{bmatrix} \phi \\ M \end{bmatrix}_{j+1} = \begin{bmatrix} C_{22} & C_{23} & C_{24} \\ C_{32} & C_{33} & C_{34} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \phi \\ M \\ Q \end{Bmatrix}_j \quad (16)$$

Từ (16) có thể viết và biến đổi như sau:

$$0 = [C_{12} \quad C_{13}] \cdot \begin{Bmatrix} \phi \\ M \end{Bmatrix}_j + C_{14} \cdot Q_j \quad \rightarrow \quad Q_j = \left[ -\frac{C_{12}}{C_{14}} - \frac{C_{13}}{C_{14}} \right] \cdot \begin{Bmatrix} \phi \\ M \end{Bmatrix}_j \quad (17)$$

Với  $Q_j$  tìm được ở (17), lập hệ thức:

$$\begin{bmatrix} \phi \\ M \\ Q \end{bmatrix}_{j+1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -\frac{C_{12}}{C_{14}} & -\frac{C_{13}}{C_{14}} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \phi \\ Q \end{Bmatrix}_j \rightarrow \begin{bmatrix} \phi \\ M \end{bmatrix}_{j+1} = \begin{bmatrix} C_{22} & C_{23} & C_{24} \\ C_{32} & C_{33} & C_{34} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -\frac{C_{12}}{C_{14}} & -\frac{C_{13}}{C_{14}} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \phi \\ M \end{Bmatrix}_j$$

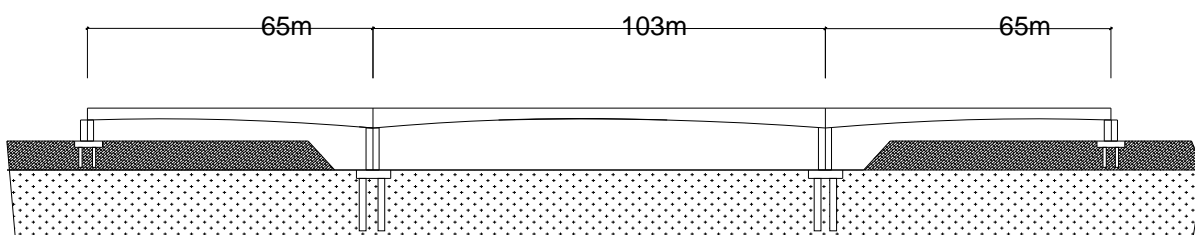
Sau khi nhân 2 ma trận, hệ thức chuyển tiếp của đoạn dầm  $j$  với 2 đầu có gối tựa cứng:

$$\begin{bmatrix} \varphi \\ M \end{bmatrix}_{j+1} = \begin{bmatrix} C_{22} - C_{24} \frac{C_{12}}{C_{14}} & C_{23} - C_{24} \frac{C_{13}}{C_{14}} \\ C_{32} - C_{34} \frac{C_{12}}{C_{14}} & C_{33} - C_{34} \frac{C_{13}}{C_{14}} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varphi \\ M \end{Bmatrix}_j \quad \text{hoặc:} \quad \begin{bmatrix} \varphi \\ M \end{bmatrix}_{j+1} = [C_j^\Delta] \cdot \begin{Bmatrix} \varphi \\ M \end{Bmatrix}_j \quad (18)$$

$$\text{Trong đó:} \quad [C_j^\Delta] = \begin{bmatrix} C_{11}^* & C_{12}^* \\ C_{21}^* & C_{22}^* \end{bmatrix} = \frac{1}{S-s} \begin{bmatrix} cS - sC & (cC - 1) / \beta EJ \\ -2sS\beta EJ & cS - sC \end{bmatrix} \quad (19)$$

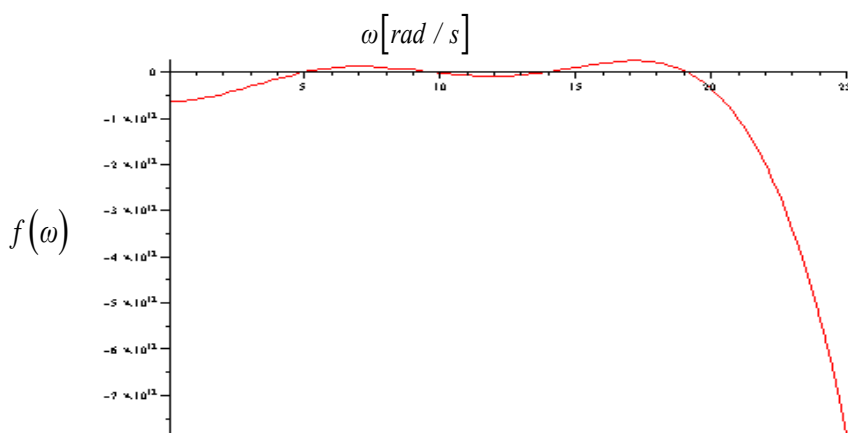
### 3. Tính toán thực tế

Cầu liên tục 3 nhịp có tiết diện biến đổi, chiều dài 233m với sơ đồ nhịp 65+103+65m như hình 3. Các thông số  $EJ$ ,  $m$ ,  $I$  được trình bày chi tiết trong [4].



Hình 3. Mô hình cầu liên tục 3 nhịp có tiết diện biến đổi

Trong ví dụ này, ta lập được hàm đa thức  $f(\omega)$  bậc  $n$ . Sử dụng phương pháp tìm nghiệm bằng phần mềm Maple thông qua việc tìm điểm giao cắt giữa đồ thị hàm  $f(\omega)$  và trục hoành, tìm được các nghiệm là các tần số dao động riêng  $\omega$  như trên hình 4:



Hình 4. Kết quả tính toán tần số dao động riêng của cầu

Bảng 1. So sánh kết quả tính toán

Tần số riêng (rad/s)	Phương pháp phần tử hữu hạn (sử dụng phần mềm Sap 2000)	Phương pháp ma trận chuyển tiếp	Sai số (%)
$\omega_1$	4,91	5,02	2,19
$\omega_2$	10,12	10,63	4,80
$\omega_3$	12,85	13,85	7,22

---

#### 4. Kết luận

Mục đích của bài báo này là trình bày phương pháp ma trận chuyển tiếp (ma trận truyền) để tính toán tần số dao động riêng của cầu liên tục. Phương pháp này đặc biệt phù hợp với các kết cấu dạng dầm liên tục có tiết diện thay đổi. Tuy nhiên, nó chỉ thích hợp với việc lập trình tính toán trên máy tính có cấu hình mạnh vì khối lượng tính toán rất lớn khi chia nhỏ kết cấu để tăng mức độ chính xác của kết quả (trong ví dụ tính toán ở trên, các tác giả đã chia cầu thành 37 đoạn dầm có  $EJ$ ,  $m$ ,  $I$  khác nhau; như vậy, theo lý thuyết phải nhân 37 ma trận cấp 4 để tìm ra phương trình phi tuyến ẩn số  $\omega$ ). Chương trình tính đã thiết lập cho kết quả tính toán phù hợp tốt với kết quả tính toán bằng phần mềm Sap 2000, điều đó khẳng định sự đúng đắn của chương trình tính. Hướng phát triển tiếp của bài báo là nghiên cứu tính toán dao động cưỡng bức của cầu liên tục bằng phương pháp đã nêu trên.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Khang, *Dao động kỹ thuật*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2001.
- [2] Nguyễn Ngọc Quỳnh, Hồ Thuần, *Ứng dụng ma trận trong kỹ thuật*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1976.
- [3] Phạm Văn Thứ, *Ổn định và động lực học công trình*, NXB Hải Phòng, Hải Phòng, 2002.
- [4] Ngô Việt Anh, Đỗ Đình Phú, *Đề tài NCKHSV Tính toán dao động tự do của cầu liên tục bằng phương pháp ma trận chuyển tiếp*, Đại học Hàng hải Việt Nam, Hải Phòng, 2014.

**Người phản biện: TS. Thẩm Bội Châu**

---

### MỘT SỐ THÀNH TỰU TRÊN LĨNH VỰC KINH TẾ HÀNG HẢI Ở HẢI PHÒNG (2005 - 2010)

ACHIEVEMENTS OF MARITIME ECONOMY IN HAIPHONG (2005 - 2010)

ThS. NGUYỄN THỊ THANH

Khoa Lý luận Chính trị, Trường ĐHHH Việt Nam

#### **Tóm tắt**

*Kinh tế hàng hải là một thế mạnh của Thành phố Hải Phòng. Bài viết phân tích một số thành tựu trên lĩnh vực kinh tế hàng hải ở Hải Phòng (2005 - 2010), bao gồm: vận tải biển (vận tải hành khách và vận tải hàng hóa), dịch vụ cảng biển, công nghiệp đóng và sửa chữa tàu biển.*

#### **Abstract**

*Maritime Economy is the strength of Haiphong City. The paper would analyze a number of achievements in the field of maritime economy in Haiphong (2005 - 2010), including sea transport (passenger transport and freight), port services, shipbuilding and repairing industry.*

#### **1. Giới thiệu**

Trong Quyết định số 1601/QĐ - TTg được Thủ tướng phê duyệt ngày 15/10/2009 đã nêu rõ mục tiêu của Chiến lược biển Việt Nam đến năm 2020 (Nhằm thực hiện Nghị quyết **Chiến lược biển Việt Nam đến năm 2020** của Ban Chấp hành Trung ương Đảng khoá X đề ra), kinh tế hàng hải đứng thứ hai và sau năm 2020 kinh tế hàng hải đứng đầu trong 5 lĩnh vực phát triển kinh tế biển; đồng thời góp phần củng cố an ninh, quốc phòng của đất nước. Là thành phố cảng quốc tế, đô thị loại I cấp quốc gia, trung tâm công nghiệp, thương mại, dịch vụ, du lịch của Việt Nam và khu vực duyên hải, giữ vị trí trọng yếu về an ninh - quốc phòng, Hải Phòng được xác định là một trung tâm phát triển kinh tế biển của quốc gia. Trong đó, kinh tế hàng hải được coi là một thế mạnh của Thành phố.

#### **2. Đối với vận tải biển**

Vận tải biển là một nội dung quan trọng của phát triển kinh tế hàng hải ở Hải Phòng. Những kết quả vận tải biển đạt được trên hai khía cạnh: vận tải hành khách và vận tải hàng hóa.

##### **2.1. Vận tải hành khách**

Việt Nam có 3.260 km bờ biển, nằm ở vị trí xung yếu trên biển Đông, thuận lợi cho vận tải hàng hoá, hành khách và phát triển du lịch bằng tàu biển. Tuy nhiên, ngành hàng hải Việt Nam và đội tàu biển chủ yếu làm nhiệm vụ vận tải hàng hoá, còn vận tải hành khách và du lịch trên biển gần như từ lâu bị bỏ trống, không mấy hấp dẫn đối với các chủ tàu.

Trong thời gian qua, bên cạnh hoạt động vận chuyển hành khách bằng đường bộ thì vận chuyển hành khách bằng đường biển cũng có những đóng góp không nhỏ. Hoạt động này chủ yếu tập trung đối với khu vực vận tải hành khách nội địa, đặc biệt trên tuyến Hải Phòng - Cát Bà - Hải Phòng. Thống kê khối lượng hành khách vận chuyển và luân chuyển trong những năm gần đây có thể thấy qua bảng 1.

*Bảng 1. Khối lượng hành khách vận chuyển và luân chuyển ở Hải Phòng*

Năm	Khối lượng hành khách vận chuyển (1000 người)			Khối lượng hành khách luân chuyển (triệu người.km)		
	Tổng số	Chia ra		Tổng số	Chia ra	
		Đường bộ	Đường thủy		Đường bộ	Đường thủy
2005	17.860	15.267	2.593	598,7	570,1	28,6
2006	22.692	20.040	2.652	756,0	725,8	30,2
2007	25.938	22.706	3.232	1.017,0	979,0	38,0
2008	29.017	26.188	2.829	1.138,3	1.106,2	32,1
2009	27.782	25.555	2.227	1.043,1	1.017,5	25,5
2010	29.250	26.704	2.546	1.051,7	1.023,7	28,0

**[Nguồn: Niên giám thống kê Hải Phòng, năm 2011]**

Nhìn vào bảng 1 có thể thấy, việc vận chuyển và luân chuyển hành khách có xu hướng tăng trong những năm 2005, 2006, 2007. Về khối lượng hành khách vận chuyển: năm 2005 là 2.593.000 người, đến năm 2006 là 2.652.000 người, và đến năm 2007 là 3.232.000 người. Về khối lượng hành khách luân chuyển: năm 2005 là 28,6 triệu người.km, đến năm 2006 là 30,2 triệu người.km, năm 2007 đạt 38,0 triệu người.km. Nhưng đến giai đoạn 2008, 2009, hoạt động vận chuyển, luân chuyển hành khách lại có sự sụt giảm rõ rệt. Khối lượng hành khách vận chuyển năm 2008 giảm xuống 2.829.000 người, năm 2009 tiếp tục giảm mạnh, còn 2.227.000 người (chỉ đạt 78,7%). Khối lượng hành khách luân chuyển năm 2008 giảm xuống 32,1 triệu người.km và năm 2009 là 25,5 triệu người.km. Đến năm 2010 đã có sự gia tăng trở lại, đạt được khối lượng vận chuyển 2.546.000 người và khối lượng luân chuyển 28,0 triệu người.km, với tốc độ tăng tương ứng là 114,3% và 109,7%.

Xét trong tổng số khối lượng hành khách vận chuyển và luân chuyển của Hải Phòng thì hoạt động vận tải biển chiếm tỷ lệ còn rất khiêm tốn, chủ yếu là vận tải bằng đường bộ. Điều này dễ hiểu vì tính ưu việt của việc lựa chọn phương tiện đường bộ phục vụ đi lại của hành khách hơn hẳn so với việc lựa chọn phương tiện đường biển. Nhưng cũng đặt ra yêu cầu cho vận tải hành khách bằng đường biển của Hải Phòng cần phải quan tâm đổi mới phương thức hoạt động kinh doanh cho hiệu quả.

## **2.2. Vận tải hàng hóa**

Trong lĩnh vực vận tải biển ở Hải Phòng thì vận tải hàng hóa được coi là hoạt động chủ yếu. Vận tải hàng hóa bằng đường biển giữ vai trò hết sức quan trọng trong lưu thông hàng hóa ở Hải Phòng, là chủ lực trong xuất khẩu hàng hóa ra thị trường các nước trên thế giới (chiếm đến khoảng 90% đối với hoạt động xuất khẩu hàng hóa).

Trên cơ sở so sánh giữa đường bộ và đường biển trong hoạt động vận chuyển, luân chuyển hàng hóa ở Hải Phòng, tác giả đưa ra số liệu cụ thể trong bảng 2.

*Bảng 2. Khối lượng hàng hóa vận chuyển và luân chuyển ở Hải Phòng*

Năm	Khối lượng hàng hóa vận chuyển (1000 tấn)			Khối lượng hàng hóa luân chuyển (triệu tấn.km)		
	Tổng số	Chia ra		Tổng số	Chia ra	
		Đường bộ	Đường thủy		Đường bộ	Đường thủy
2005	25.373	19.022	6.351	6.419,4	1.578,4	4.841,0
2006	26.123	19.882	6.241	7.030,0	2.089,0	4.941,0
2007	31.871	23.438	8.433	8.137,8	2.528,4	5.609,4
2008	40.494	27.883	12.611	9.998,3	2.756,3	7.242,0

2009	47.053	33.658	13.395	15.798,3	2.775,6	13.022,7
2010	56.599	39.850	16.749	18.238,3	3.156,0	15.082,3

[Nguồn: Niên giám thống kê Hải Phòng, năm 2011]

Có thể thấy khối lượng hàng hóa vận chuyển và luân chuyển bằng đường biển tăng đều trong các năm từ 2005 đến 2010. Khối lượng hàng hóa vận chuyển năm 2005 đạt 6.351.000 tấn (tăng 109,5%), năm 2006 đạt 6.241.000 tấn (98,3%), năm 2007 đạt 8.433.000 tấn (tăng 135,1%), năm 2008 đạt 12.611.000 tấn (tăng 149,5%), năm 2009 đạt 13.395.000 tấn (tăng 106,2%), năm 2010 đạt 16.749.000 tấn (tăng 125,0%).

Khối lượng hàng hóa luân chuyển năm 2005 đạt 4.841,0 triệu tấn.km (tăng 136,6%), năm 2006 đạt 4.941,0 triệu tấn.km (102,1%), năm 2007 đạt 5.609,4 triệu tấn.km (tăng 113,5%), năm 2008 đạt 7.242,0 triệu tấn.km (tăng 129,1%), năm 2009 đạt 13.022,7 triệu tấn.km (tăng 179,8%), năm 2010 đạt 15.082,3 triệu tấn.km (tăng 115,8%).

### 3. Đối với dịch vụ cảng biển

Cảng Hải Phòng nằm trên tuyến đường giao thông trên biển, kết nối Singapo với Hồng Kông và các cảng của Đông Á, Đông Bắc Á. Năm 1999, khi dự báo lượng hàng hóa thông qua cảng biển Hải Phòng, nhiều ý kiến cho rằng, đến năm 2010, lượng hàng hóa thông qua đạt khoảng 8,5 triệu tấn. Nhưng Hải Phòng đã chứng minh sự vượt trội khi năm 2010 đạt tới 38,4 triệu tấn; và năm 2011 là 43 triệu tấn, tương đương với nguồn thu hải quan khoảng 40.000 tỷ đồng. Lượng hàng qua Cảng tăng kỷ lục, vượt xa dự báo chính là sự khăng định, Hải Phòng kiên định mục tiêu phát triển kinh tế hàng hải, gắn với kinh tế cảng biển.

Việc hoàn thiện các tiêu chuẩn kỹ thuật để nâng cao sức cạnh tranh; duy trì, phát triển các mối quan hệ đối ngoại, tăng cường tiếp thị, tìm kiếm, xúc tiến thông tin thị trường cho khối cảng... đưa bạn hàng đến với Hải Phòng nhiều hơn, mật độ tàu hàng có mặt tại các cảng biển Hải Phòng cũng dày lên. Hiện Hải Phòng là địa phương đi đầu cả nước về cảng biển khi có tới 35 doanh nghiệp khai thác cảng với tổng chiều dài cầu cảng hơn 10,5 km, chiếm 1/4 chiều dài cầu cảng của cả nước. Hệ thống thiết bị bốc xếp tại các cảng thuộc hàng tối tân của thế giới như cầu dàn QC tại Cảng Hải Phòng với sức nâng 50 tấn trở lên, hệ thống cần trục chân đế sức nâng 40 tấn tại các cảng và các loại xe nâng hàng hiện đại, xếp dỡ gần 110 tấn/ngày, tăng gấp 3 lần so với năm 2005.

Không chỉ tăng về số lượng hàng hóa thông qua, doanh thu của các cảng biển cũng tăng trưởng đáng kể khi chuyển hướng sang xếp dỡ hàng container, mặt hàng chiếm tỷ trọng cao trong giá trị sản xuất. Năm 2011, Cảng Hải Phòng đạt sản lượng xếp dỡ 17,5 triệu tấn, tăng gần 2 triệu tấn so với năm 2010. Doanh nghiệp tập trung vào chuyển đổi Tân Cảng Đình Vũ thành cảng container chuyên dụng, mở rộng hệ thống kho bãi, đầu tư cần trục, cầu dàn để đáp ứng nhu cầu phát triển. Không chỉ Cảng Hải Phòng, Công ty CP Cảng Đoạn Xá cũng đầu tư hơn 30 tỷ đồng lắp cần trục chân đế 40 tấn phục vụ việc xếp dỡ container.

Bảng 3. Một số chỉ tiêu chủ yếu của Cảng Hải Phòng

	Đơn vị tính	2000	2005	2008	2009	2010
Tổng số CNVC bình quân trong danh sách	Người	5.350	5.022	3.594	3.679	3.614
Diện tích bãi chứa hàng	1000m <sup>2</sup>	377,6	258,6	394,0	394,0	394,0
Tổng số tàu vào cảng	Tàu	1.559	2.011	2.443	2.410	2.649
Tàu trong nước	Tàu	542	1.149	969	1.011	1.211
Tàu nước ngoài	Tàu	1.017	862	1.474	1.399	1.438
Khối lượng hàng hóa thông qua cảng trên địa bàn	1000 tấn	12.465	14.857	28.572	31.748	35.323
Khối lượng hàng hóa thông qua cảng chính	1000 tấn	7.645	10.512	13.969	14.370	15.689
Hàng xuất	1000 tấn	1.234	2.349	3.244	2.376	2.862
Hàng nhập	1000 tấn	3.586	5.197	7.634	8.226	7.572
Hàng nội địa	1000 tấn	2.825	2.966	3.091	3.768	5.255

[Nguồn: Niên giám thống kê Hải Phòng, năm 2011]

Ghi chú: Trừ chỉ tiêu khối lượng hàng hóa thông qua các cảng trên địa bàn Thành phố Hải Phòng, các chỉ tiêu còn lại chỉ của riêng cảng chính (Cảng Hải Phòng)



Thành phố đã đưa ra một số dự án trọng điểm cần ưu tiên đầu tư trong giai đoạn 2006 - 2010 nhằm phát huy tốt tiềm năng, thế mạnh của mình, trong đó, có những dự án lớn đầu tư vào cảng biển với số vốn đầu tư lên đến hàng nghìn tỷ đồng. Có thể theo dõi trong bảng 4.

*Bảng 4. Một số dự án trọng điểm ưu tiên đầu tư giai đoạn 2006 - 2010*

*Đơn vị: Tỷ đồng*

TT	Tên dự án	Tổng mức đầu tư	Nguồn vốn
	Cải tạo Cảng Hải Phòng giai đoạn II	1.772	Ngân sách, tín dụng
	Xây dựng Cảng cửa ngõ Lạch Huyện	15.400	Ngân sách, huy động
	Xây dựng Cầu Đỉnh Vũ - Cát Hải	3.950	Ngân sách
	Xây Cảng tổng hợp Đỉnh Vũ giai đoạn II	600	Vốn tự có, huy động
	Xây Cảng tổng hợp Đỉnh Vũ giai đoạn III	300	Vốn tự có, huy động

**[Nguồn: Viện Chiến lược phát triển - Bộ Kế hoạch đầu tư, 2006]**

Riêng đối với dự án Cảng cửa ngõ quốc tế Lạch Huyện, sau khi hoàn thành có khả năng tiếp nhận các tàu có sức chở lớn từ 30.000 đến 80.000 tấn, trong đó có tàu container.

UBND Thành phố Hải Phòng đã cấp giấy chứng nhận đầu tư cho phép Công ty CP vận tải xăng dầu Vipco thực hiện đầu tư giai đoạn 1 cụm kho cảng container hóa dầu tại bán đảo Đỉnh Vũ, Quận Hải An với tổng vốn đầu tư 481 tỷ đồng, trên diện tích sử dụng là 380.000 m<sup>2</sup>. Thời gian thực hiện 45 năm. Quy mô đầu tư xây dựng cụm cảng xăng dầu gồm: 1 cảng nhập dầu loại tàu trọng tải đến 20.000 DWT và 1 cảng xuất dầu cho sà lan trọng tải đến 5.000 DWT; các kho chứa xăng dầu và các công trình kỹ thuật phụ trợ đồng bộ khác. Cụm cảng container gồm 2 cảng cập tàu container cho tàu trọng tải đến 30.000 DWT; hệ thống bãi chứa container diện tích 36.000 m<sup>2</sup>, xưởng sửa chữa diện tích 600 m<sup>2</sup> và các công trình phụ trợ.

Trên địa bàn Thành phố còn có những cảng chuyên dụng như Cảng dầu Thượng Lý, Cảng xi măng Chinh Phong, Cảng thủy sản Hạ Long... Hàng năm, những cảng này cũng được đầu tư nâng cấp nhằm duy trì và gia tăng năng lực bốc xếp.

Hệ thống đèn biển cũng không ngừng được đầu tư nâng cấp. Từ năm 2002 đến nay, dự án đầu tư, nâng cấp hệ thống đèn biển đã được thực hiện. Dự án có tổng mức đầu tư là 70 tỷ đồng trong đó 22 tỷ dành cho xây dựng và 48 tỷ cho trang thiết bị đèn biển, một phần từ nguồn vốn ngân sách Nhà nước và vốn vay ODA của Tây Ban Nha. Mục đích của dự án là xây dựng, hiện đại hoá 32 đèn biển nằm theo tuyến từ Bắc vào Nam, xây mới 16 đèn biển, cải tạo nâng cấp 16 đèn khác, trong đó có 6 đèn cấp 1, có 3 đèn cấp 2, có 9 đèn cấp 3 và 14 đèn cấp 4.

#### **4. Đối với công nghiệp đóng và sửa chữa tàu biển**

Ngành công nghiệp đóng tàu được xác định là một trong những ngành công nghiệp mũi nhọn trong chiến lược phát triển công nghiệp của nước ta, được Chính phủ và Thành phố quan tâm với mục tiêu đưa Hải Phòng trở thành trung tâm công nghiệp đóng tàu lớn của cả nước.

Trên địa bàn Thành phố Hải Phòng hiện có khoảng 50 doanh nghiệp đóng mới và sửa chữa tàu biển, chiếm khoảng 50% doanh nghiệp đóng tàu của quốc gia. Từ chỗ chỉ đóng được những con tàu vận tải cỡ nhỏ từ 400 đến 1.400 tấn, đến nay những kỹ sư và công nhân Hải Phòng đã đóng được những tàu biển có trọng tải lớn, chất lượng cao, mẫu mã đẹp, đạt tiêu chuẩn kiểm định nghiêm ngặt của hàng hải quốc tế từ 22.500 tấn đến 36.000 tấn và 53.000 tấn xuất khẩu ra thị trường nước ngoài. Từ năm 2005 đến năm 2010, các doanh nghiệp đóng tàu đã huy động hàng nghìn tỷ đồng nâng cấp các ụ, triển khai cho phép đóng các chủng loại tàu trọng tải từ 6.500 tấn đến 100.000 tấn.

Từ năm 2010 đến nay là thời điểm các doanh nghiệp đóng tàu ở Hải Phòng lao đao. Với sự chỉ đạo, hỗ trợ tích cực của Chính phủ, các cấp, các ngành có liên quan, các doanh nghiệp đóng tàu đã dần từng bước củng cố và ổn định sản xuất. Các doanh nghiệp đóng tàu ở Hải Phòng đã tập trung thực hiện tái cơ cấu ba lĩnh vực chính theo chỉ đạo. Trong đó, tập trung vào công nghiệp đóng và sửa chữa tàu biển với quy mô phù hợp; công nghiệp phụ trợ phục vụ cho việc đóng và sửa chữa tàu biển và đào tạo nâng cao tay nghề cho đội ngũ cán bộ, công nhân công nghiệp tàu biển. Đây là một công việc đầy khó khăn, gian khổ và phức tạp. Các doanh nghiệp đã chuyển nhượng, sáp nhập, giải thể, thoái vốn, bán cổ phiếu những đơn vị kinh doanh không hiệu quả, những công ty không thuộc ngành nghề kinh doanh chính, để tập trung cho ngành nghề sản xuất chính và những đơn vị hoạt động có lãi, nhằm từng bước củng cố, ổn định và phát triển. Đây mới

---

chỉ là những kết quả bước đầu đáng phấn khởi, đánh dấu chủ trương đúng đắn của Nhà nước trong chỉ đạo, điều hành tái cơ cấu ngành công nghiệp đóng tàu, đặc biệt là với các doanh nghiệp đóng tàu tại Hải Phòng. Cùng với đó là sự hỗ trợ tích cực của các cấp chính quyền, các ngành chức năng và quan trọng hơn là sự nỗ lực phấn đấu không mệt mỏi của đội ngũ cán bộ, công nhân, lao động - những người thợ đóng tàu Hải Phòng vững vàng trong thử thách, nỗ lực vượt khó vươn lên.

## 5. Kết luận

Ngày 29 tháng 4 năm 2009, tại kỳ họp thứ 15 Hội đồng nhân dân Thành phố Hải Phòng khóa XIII đã thông qua Nghị quyết số 01/2009/NQ-HĐND về phát triển kinh tế biển Thành phố Hải Phòng đến năm 2015, định hướng đến năm 2020. Đề án này cho đến nay vẫn là đề án cấp địa phương đầu tiên, duy nhất bàn trực diện tới vấn đề phát triển kinh tế biển, trong đó đặc biệt nhấn mạnh đến nội dung phát triển kinh tế hàng hải. Có thể thấy, kinh tế hàng hải với các nội dung của nó được đặc biệt coi trọng trong phát triển kinh tế biển ở Thành phố Hải Phòng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ban Chấp hành Trung ương Đảng (2007), *Nghị quyết số 09 - NQ/TW về Chiến lược biển Việt Nam đến năm 2020*, Hà Nội.
- [2] Cục Thống kê Thành phố Hải Phòng (2011), *Niên giám thống kê Thành phố Hải Phòng 2010*, Nhà xuất bản thống kê, Hà Nội.
- [3] Hội đồng nhân dân Thành phố Hải Phòng (2009), *Nghị quyết số 01/2009/NQ - HĐND về phát triển kinh tế biển Thành phố Hải Phòng đến năm 2015, định hướng đến năm 2020*, Hải Phòng.
- [4] Thủ tướng Chính phủ (2009), *Quyết định số 1601/2009/QĐ - TTG về Phê duyệt Quy hoạch phát triển vận tải biển Việt Nam đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030*, Hà Nội.

**Người phân biện: TS. Vũ Trụ Phi**

---

## **ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY HIỆN ĐẠI VÀ MỘT SỐ GIẢI PHÁP KỸ THUẬT NHẪM GIẢM PHÁT THẢI Ô NHIỄM KHÍ XẢ**

**MODERN DIESELS AND TECHNOLOGIES FOR REDUCING EMISSION**

**TS. NGUYỄN HUY HÀO**

*Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam*

### **Tóm tắt**

*Ô nhiễm khí xả động cơ diesel tàu thủy là vấn đề đang được quan tâm trên toàn thế giới. Kiểm soát ô nhiễm khí xả có thể được thực hiện nhờ việc hoàn thiện về kết cấu cũng như nâng cao chất lượng công tác của động cơ. Nội dung bài báo giới thiệu một số giải pháp kỹ thuật nhằm giảm phát thải ô nhiễm khí xả cho các động cơ diesel tàu thủy cỡ lớn hiện đại.*

### **Abstract**

*Emission from marine diesels is always concerned in the world, it can be controlled by optimisation of diesel design and operation. The paper outlines some technologies available, being developed or already in use in modern marine diesel engines to reduce the exhaust emission.*

### **1. Đặt vấn đề**

Động cơ diesel tàu thủy hiện nay với các đặc điểm vượt trội so với các loại động cơ nhiệt khác đang ngày càng được sử dụng phổ biến trong trang trí động lực tàu biển. Tuy nhiên khí xả của động cơ diesel tàu thủy đặc biệt là các động cơ công suất lớn trên các tàu siêu trọng cũng là nguồn gây ô nhiễm lớn đối với môi trường không khí trên trái đất.

Ô nhiễm từ khí xả động cơ diesel tàu thủy gây ra bởi các thành phần độc hại khác nhau, bao gồm:

- Các khí NO<sub>x</sub> (nitrogen oxides);
- Các khí SO<sub>x</sub> (sunphur oxides);
- Khí CO<sub>2</sub> (carbon dioxide);
- Khói;

- HC, CO (carbon monoxide) và muội...

Nhằm kiểm soát sự gia tăng ô nhiễm môi trường không khí từ khí xả động cơ diesel tàu thủy, nhiều hiệp ước, công ước quốc tế đã ra đời như Nghị định thư Kyoto có hiệu lực từ ngày 16.2.2005 liên quan đến phát thải các khí nhà kính hay Phụ lục VI trong công ước quốc tế về ngăn ngừa ô nhiễm môi trường biển có hiệu lực từ ngày 19.5.2005 liên quan đến việc phát thải NO<sub>x</sub> và SO<sub>x</sub>. Không những vậy, tiêu chuẩn về mức độ phát thải độc hại trong khí xả động cơ diesel cũng ngày càng được thắt chặt hơn. Chính vì lẽ đó, để các tàu biển được phép lưu hành và quan trọng hơn nhằm bảo vệ môi trường không khí khỏi tác động từ nguồn khí xả ô nhiễm, các nhà thiết kế và người khai thác đã phải luôn luôn nghiên cứu hoàn thiện kết cấu động cơ, nâng cao chất lượng khai thác và tìm ra các giải pháp kỹ thuật nhằm hạn chế tới mức thấp nhất có thể mức độ phát thải độc hại trong khí xả động cơ diesel.

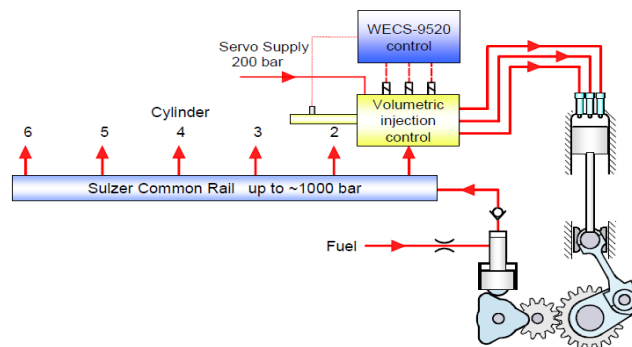
## 2. Một số giải pháp kỹ thuật nhằm kiểm soát phát thải ô nhiễm khí xả động cơ diesel tàu thủy hiện đại

### 2.1. Ứng dụng công nghệ phun nhiên liệu điều khiển điện tử.

Trong động cơ diesel tàu thủy, chất lượng của quá trình cháy không chỉ có ý nghĩa quyết định đến khả năng phát ra công suất và tính kinh tế của động cơ mà còn ảnh hưởng đến mức độ phát thải các chất độc hại trong khí xả động cơ như NO<sub>x</sub>, HC, muội và khói. Chất lượng quá trình cháy của động cơ liên quan trực tiếp đến chất lượng phun sương và tạo hỗn hợp. Phần lớn các động cơ diesel tàu thủy hiện nay đều sử dụng phương pháp cấp nhiên liệu kiểu trực tiếp, trong đó các bơm cao áp được dẫn động bởi trục cam cơ khí sẽ cấp nhiên liệu trực tiếp tới vòi phun. Với phương pháp cấp nhiên liệu như vậy, ở các chế độ nhỏ tải chất lượng phun sương kém làm giảm chất lượng quá trình cháy dẫn đến làm tăng các thành phần HC, muội và khói trong khí xả.

Để khắc phục nhược điểm này, ở các động cơ diesel thấp tốc công suất lớn các nhà chế tạo đã ứng dụng công nghệ phun nhiên liệu kiểu điện tử (Common Rail fuel system). Hệ thống nhiên liệu Common Rail thực chất là một hệ thống cung cấp nhiên liệu kiểu gián tiếp, trong đó quá trình cung cấp nhiên liệu đến xi-lanh động cơ được điều khiển bằng điện tử, nhiên liệu từ bơm cao áp được cấp tới bình tích áp và được duy trì ở áp suất khoảng 100 Mpa trong quá trình công tác của động cơ (Hình 2.1).

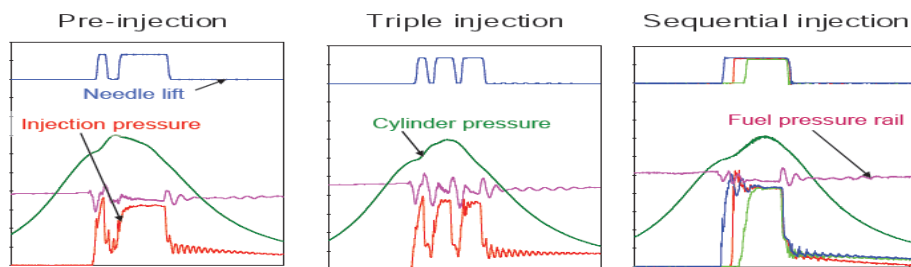
Ở các động cơ hai kỳ thấp tốc công suất lớn Sulzer RT-Flex, nhiên liệu từ bình tích áp được cấp tới vòi phun nhờ khối điều khiển phun nhiên liệu Volumetric Injection Control thông qua tín hiệu điều khiển từ khối điều khiển trung tâm WECS. Việc xác định thời điểm phun nhiên liệu, lượng nhiên liệu cung cấp cho mỗi chu trình hay quy luật phun nhiên liệu được quyết định bởi khối điều khiển trung tâm với phần mềm điều khiển được thiết lập sẵn.



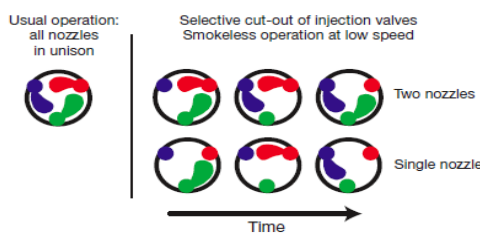
Hình 2.1. Sơ đồ hệ thống nhiên liệu Common Rail động cơ Sulzer RT-Flex

Cũng như ở một số động cơ công suất lớn khác, động cơ RT-Flex cũng thường sử dụng 3 vòi phun cho mỗi xi-lanh, tuy nhiên điểm khác biệt là ở chỗ việc điều khiển quá trình cấp nhiên liệu cho mỗi vòi phun là hoàn toàn độc lập với nhau. Nhờ vậy các vòi phun có thể được lập trình làm việc đồng bộ với nhau hay làm việc riêng rẽ tương ứng với các chế độ công tác khác nhau của động cơ (Hình 2.2). Ở các chế độ phun mồi (Pre-injection) và phun phân đoạn (Triple injection) cả ba vòi phun làm việc đồng thời, trong khi đó ở chế độ phun kế tiếp (Sequential injection) các vòi phun làm việc độc lập với nhau. Việc thay đổi quy luật phun nhiên liệu thích hợp với các chế độ làm việc tương ứng cho

phép giảm mức độ phát thải NO<sub>x</sub> ở các động cơ RT-Flex thấp hơn tới 20% so với tiêu chuẩn của Phụ lục VI – MARPOL 73/78.



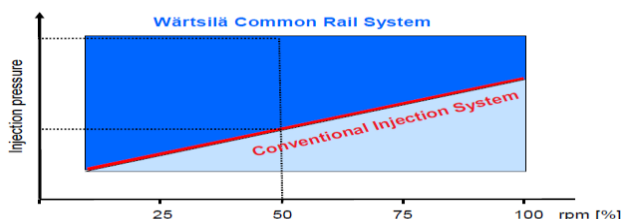
**Hình 2.2. Đặc tính phun nhiên liệu ở động Sulzer RT-Flex**



**Hình 2.3. Nguyên tắc điều khiển cắt nhiên liệu luân phiên ở chế độ tải nhỏ**

Đặc tính phun kế tiếp được sử dụng ở các chế độ nhỏ tải của động cơ, khi động cơ làm việc ở tải thấp, để duy trì chất lượng phun và thời gian phun nhiên liệu, một hoặc hai vòi phun sẽ được cắt nhiên liệu. Việc cắt nhiên liệu cho các vòi phun được tiến hành luân phiên theo chương trình đã cài đặt sẵn (Hình 2.3). Sử dụng đặc tính phun kế tiếp kết hợp với điều chỉnh thời điểm đóng, mở xupap xả hợp lý cho phép giảm mức độ khói cho động cơ, nhờ vậy động cơ Sulzer RT-Flex từng được mệnh danh là loại động cơ không khói (Smokeless engine).

Như chúng ta đều biết các biện pháp nhằm làm giảm NO<sub>x</sub> dù ít hay nhiều đều làm tăng mức tiêu hao nhiên liệu của động cơ, vấn đề này đã được cải thiện đáng kể ở các động cơ Common Rail RT-Flex. Ở đó, áp suất trong bình tích áp – và do đó áp suất phun nhiên liệu – được điều khiển nhờ rãnh xéo của piston bơm cao áp làm thay đổi lưu lượng nhiên liệu cấp tới bình tích áp tùy thuộc vào nhu cầu tiêu thụ nhiên liệu của động cơ. Do vậy ở các động cơ RT-Flex, hoàn toàn có thể lựa chọn áp suất phun thích hợp tương ứng với các chế độ công tác khác nhau của động cơ, nhờ đó chất lượng phun sương nhiên liệu và do đó chất lượng quá trình cháy được cải thiện. Điều đó góp phần làm giảm mức tiêu hao nhiên liệu của động cơ. Trên hình 2.4 mô tả sự phụ thuộc của áp suất phun nhiên liệu theo tốc độ quay động cơ ở hai loại động cơ sử dụng công nghệ phun nhiên liệu khác nhau. Theo đó ở các động cơ phun nhiên liệu trực tiếp, mối quan hệ này gần như là tuyến tính và người khai thác không can thiệp được, trong khi đó, ở các động cơ sử dụng công nghệ phun nhiên liệu điện tử, người khai thác hoàn toàn có thể lựa chọn áp suất phun thích hợp trong phạm vi rộng



**Hình 2.4. Mối quan hệ giữa áp suất phun và tốc độ quay động cơ ở hai loại động cơ sử dụng công nghệ phun nhiên liệu truyền thống và điện tử**

## 2.2. Sử dụng nhiên liệu nhũ tương

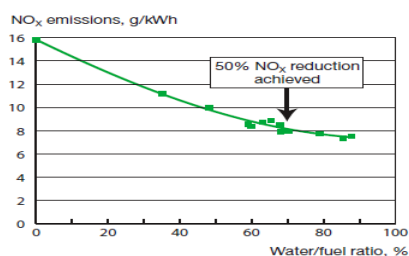
Về mặt lý thuyết, khi động cơ sử dụng nhiên liệu nhũ tương sẽ cho phép giảm hàm lượng NO<sub>x</sub> tới 50%. Tuy nhiên, do lượng nước bổ sung vào nhiên liệu để hình thành nhũ tương bị giới

hạn bởi năng suất lớn nhất của bơm cao áp, bởi độ nhớt của nhiên liệu nhũ tương và nhiệt độ hâm thích hợp, do vậy trong thực tế mức độ giảm NO<sub>x</sub> được giới hạn trong khoảng từ 10 ~ 20%.

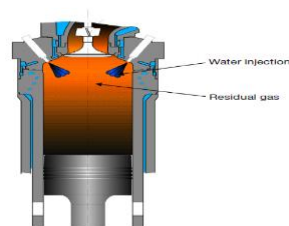
Cũng cần lưu ý rằng việc sử dụng nhũ tương nhằm làm giảm phát thải NO<sub>x</sub> đạt hiệu quả nhất khi động cơ làm việc ở các chế độ tải cao. Ngoài ra, để thích ứng với việc sử dụng nhiên liệu nhũ tương, vòi phun cũng được thay đổi về kết cấu (tăng số lỗ phun, đường kính lỗ phun...) do vậy khi động cơ làm việc với nhiên liệu đơn thuần sẽ làm mức tiêu hao nhiên liệu của động cơ tăng lên.

Ở các động cơ phun nhiên liệu điện tử RT-Flex do có thể tối ưu hóa đặc tính phun nhiên liệu ở các chế độ công tác khác nhau, hơn nữa bơm cao áp cũng có độ dự trữ về năng suất lớn hơn, do vậy việc sử dụng nhiên liệu nhũ tương ở các động cơ RT-Flex cho phép giảm phát thải NO<sub>x</sub> thấp hơn 20% so với quy định của Phụ lục VI.

### 2.3. Phun nước trực tiếp vào buồng đốt



Hình 2.5. Kết quả thử nghiệm phun nước vào buồng đốt động cơ Sulzer RT-Flex



Hình 2.6. Phun nước kết hợp với hồi lưu khí xả

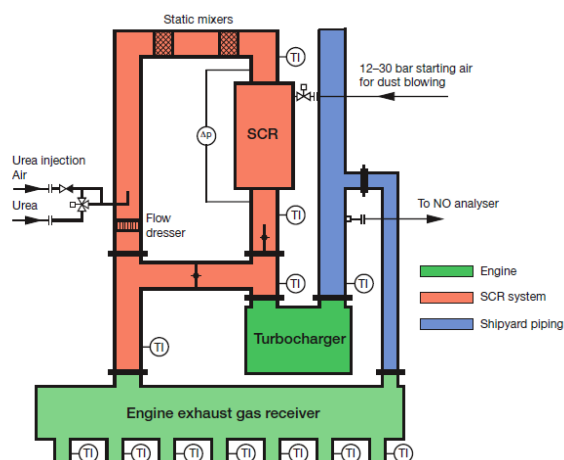
Khác với việc đưa nước vào buồng đốt động cơ ở dạng nhiên liệu nhũ tương, trong trường hợp này nước được phun trực tiếp vào buồng đốt động cơ độc lập với phun nhiên liệu. Việc phun nước trực tiếp vào buồng đốt sẽ làm giảm nhiệt độ của chu trình và do đó giảm tốc độ hình thành NO<sub>x</sub>. Nước được phun vào buồng đốt động cơ đúng thời điểm và đúng vị trí nhờ vậy đạt hiệu quả hơn hẳn so với các phương pháp khác. Thử nghiệm trên động cơ RT-Flex cho thấy nước phun trực tiếp vào buồng đốt làm giảm phát thải NO<sub>x</sub> của động cơ tới 50% (Hình 2.5). Nước có thể được phun đồng thời với sự phun nhiên liệu hoặc có thể phun vào từ cuối quá trình nén. Với phương pháp này lượng nước phun vào buồng đốt không bị hạn chế và có thể đạt tỷ lệ nước/nhiên liệu là 100%.

### 2.4. Kết hợp phun nước vào buồng đốt và hồi lưu khí xả về đường nạp

Hồi lưu khí xả về đường nạp cho phép giảm rõ rệt phát thải NO<sub>x</sub>, tuy nhiên khi hồi lưu khí xả về đường nạp sẽ làm tăng nhiệt độ chu trình và do đó tăng ứng suất nhiệt động cơ. Việc kết hợp phun nước vào buồng đốt với hồi lưu khí xả có thể giảm phát thải NO<sub>x</sub> tới 70% so với giới hạn của IMO, ngoài ra cho phép duy trì ứng suất nhiệt của động cơ. Trong trường hợp này, nước sẽ được phun vào buồng đốt động cơ khoảng đầu quá trình nén (Hình 2.6).

### 2.5. Sử dụng bộ lọc xúc tác SCR (Selective catalytic reduction) trên đường xả của động cơ

Sử dụng bộ lọc xúc tác là biện pháp kiểm soát phát thải từ chính nguồn gây ô nhiễm. Trong phương pháp này, dung dịch urê được phun vào dòng khí xả trước khi nó được cấp tới bộ lọc xúc tác. Ở các động cơ hai kỳ thấp tốc công suất lớn, bộ lọc xúc tác được bố trí trước tua bin tăng áp (Hình 2.7) với mục đích đảm bảo nhiệt độ của khí xả đủ lớn tạo điều kiện thuận lợi cho các phản ứng xúc tác trong bộ lọc. Sử dụng bộ lọc xúc tác trên đường xả của động cơ cho phép giảm phát thải NO<sub>x</sub> tới 90% so với giới hạn được đưa ra trong Phụ lục VI.



Hình 2.7. Sơ đồ bố trí bộ lọc xúc tác trên

---

## 2.6. Sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp

Phát thải SO<sub>x</sub> chủ yếu phụ thuộc vào hàm lượng lưu huỳnh có trong nhiên liệu sử dụng và lượng nhiên liệu được tiêu thụ cho động cơ. Các giải pháp kỹ thuật nêu trên chủ yếu nhằm giảm phát thải NO<sub>x</sub>, để giảm phát thải SO<sub>x</sub> người ta cũng có thể tách SO<sub>x</sub> ra khỏi khí xả, tuy nhiên phương pháp này đòi hỏi các thiết bị phức tạp, kích thước lớn, giá thành cao. Hơn thế nữa, còn phát sinh vấn đề xử lý các chất độc hại là sản phẩm có nguồn gốc lưu huỳnh được tách ra từ khí xả động cơ. Chính vì vậy trong thực tế biện pháp chủ yếu để giảm phát thải SO<sub>x</sub> vẫn là giảm hàm lượng lưu huỳnh có trong nhiên liệu sử dụng tuân thủ theo các quy định của Phụ lục VI công ước MARPOL 73/78.

## 3. Kết luận

Giảm phát thải ô nhiễm từ khí xả động cơ diesel là nhiệm vụ bắt buộc không chỉ đối với người khai thác mà cả đối với các nhà chế tạo động cơ. Việc sử dụng kết hợp các giải pháp sẽ cho hiệu quả tốt hơn trong việc kiểm soát phát thải ô nhiễm. Song song với các giải pháp giảm phát thải ô nhiễm khí xả động cơ cần áp dụng các biện pháp kỹ thuật nhằm nâng cao chất lượng quá trình công tác của động cơ và giảm mức tiêu hao nhiên liệu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M.E. Davies et al, 'Study on the economic, legal, environmental and practical implications of a European Union system to reduce ship emissions of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub>, BMT Murray Fenton Edon Liddiard Vince Ltd, UK, Report No.3623, August 2000
- [2] Tài liệu kỹ thuật động cơ Sulzer RT-Flex.
- [3] Tài liệu kỹ thuật động cơ Sulzer RTA.
- [4] Tài liệu kỹ thuật động cơ Man - B&W
- [5] Site: <http://www.thuvientailieu.vn>

*Phản biện: PGS, TS. Lê Văn Điềm*

---

## THU THẬP VÀ XỬ LÝ ẢNH DÙNG PHẦN MỀM LABVIEW IMAGE ACQUISITION AND PROCESSING WITH LABVIEW

**TS. ĐÀO MINH QUÂN**

*Khoa Điện – Điện tử, Trường ĐHHHVN*

**NCS. VƯƠNG ĐỨC PHÚC**

*Khoa Máy – Điện tàu biển, Trường ĐHHH Quốc gia Mokpo, Hàn Quốc*

### Tóm tắt

*Các ứng dụng liên quan đến thu thập và xử lý hình ảnh theo thời gian thực được sử dụng rộng rãi trong robot phục vụ (vệ sinh, trông nom nhà cửa, công nghiệp thực phẩm, tìm kiếm cứu nạn, kiểm tra, giám sát, ứng dụng y tế, cứu hỏa...) robot công nghiệp, cũng như các hoạt động chiến tranh v.v.. Việc sử dụng các ứng dụng này giúp cho các hệ thống quan sát và nhận biết rõ về môi trường làm việc qua đó sẽ có sự tương tác hiệu quả hơn. Ngoài ra các ứng dụng này còn là các điều kiện cần thiết cho sự phát triển các ứng dụng đa ngành khác. Việc lập trình cho các ứng dụng này là vô cùng phức tạp khi sử dụng các phần mềm như: Matlab, OpenCV, Mathcad, DirectShow. Tuy nhiên dùng công cụ **IMAQ vision toolbox** trong phần mềm LabVIEW tạo ra các VI (Virtual Instrument) sẽ giúp cho việc tạo các ứng dụng này một cách dễ dàng.*

### Abstract

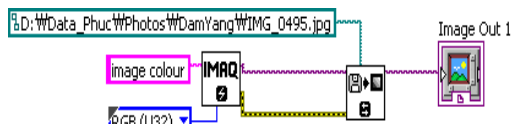
*The applications relating to real time image acquisition and processing are being used widely in service robots (Cleaning, housekeeping, food industry, search rescue, inspection, surveillance, medical applications, fire fighters, and so on), industrial robots, and warfare operations, etc. They offer to complex systems the capacity to see and understand their environment in order to interact in a more efficient way. In addition, they are necessary conditions for the development of multidisciplinary applications. It is very difficult to program them on available software such as: Matlab, OpenCV, Mathcad, DirectShow. However, using LabVIEW with the **IMAQ vision toolbox** to create VIs will facilitate these processes.*

**Key words:** LabVIEW, IMAQ, Image Acquisition, Digital Image Processing

## 1. Giới thiệu

LabVIEW [1] đã tập trung phát triển bộ công cụ **Vision/ Vision and Motion** bao gồm các công cụ liên quan đến thu thập và xử lý ảnh. Bước đầu tiên trong các ứng dụng liên quan đến hình ảnh đó là việc thu thập chúng. Trong *Vision Toolkit* [2] có bốn phương pháp để thu thập bao gồm: Snap, Grab, Sequence and StillColor. Dùng **IMAQ Snap** để thu thập hình ảnh là phương pháp đơn giản nhất tuy nhiên nó chỉ áp dụng cho các ứng dụng đòi hỏi tốc độ thu thập chậm hay FPS (Frames Per Second) nhỏ. Phương pháp thu thập dùng **IMAQ Grab** được áp dụng trong việc hiển thị các hình ảnh trực tiếp. Trong trường hợp biết số lượng ảnh trong một giây cần thu thập thì sử dụng phương pháp **IMAQ Sequence**. Việc sử dụng phương pháp **StillColor** khi cần thu thập các hình ảnh từ các camera thông thường (NTSC or PAL video) thay vì các camera chuyên dụng và đắt đỏ (RGB camera). Sau khi các hình ảnh được thu thập chúng sẽ được xử lý để phù hợp với các ứng dụng cụ thể. Các xử lý ảnh thường gặp thường là: Nhận dạng vật mẫu, màu sắc, các kí tự và tính toán khoảng cách, v.v.. Bộ công cụ này có thể xử lý với các kiểu hình ảnh gồm ảnh đen trắng, ảnh xám dạng 8 bit và ảnh màu.

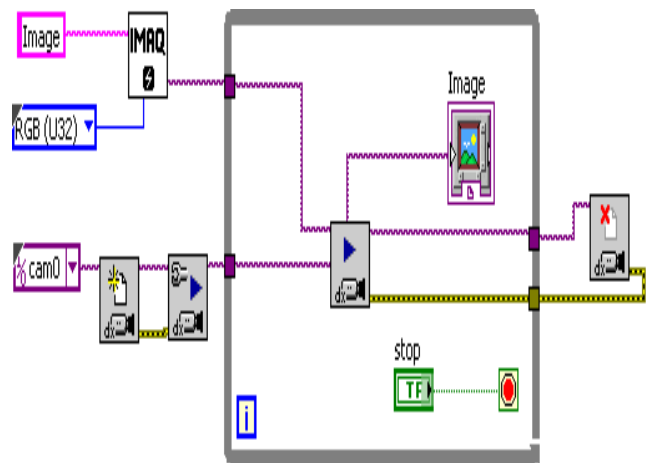
## 2. Thu thập hình ảnh



a) Sơ đồ chức năng thu thập hình ảnh từ ổ cứng



b) Ảnh được hiển thị trên công cụ của LabVIEW

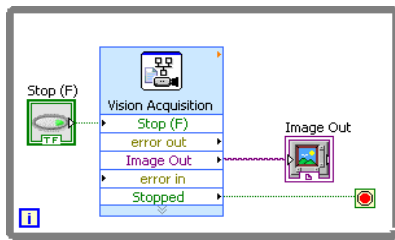


c) Sơ đồ chức năng thu thập hình ảnh từ camera

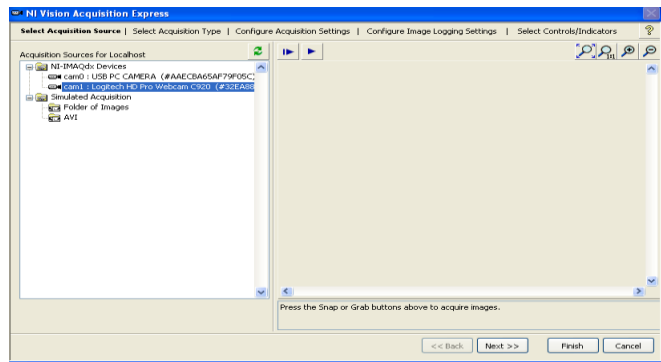
Hình 1. VI dùng để thu thập ảnh

Với LabVIEW hình ảnh có thể thu thập từ các tập tin được lưu trữ trên một ổ đĩa cứng hoặc từ camera. Phần mềm LabVIEW sẽ tự động nhận dạng và làm việc với các camera chuyên dụng của hãng NI, camera giao tiếp thông qua cổng USB, camera tích hợp sẵn trong máy và camera có IP (Internet Protocol). Hình 1a chỉ ra ví dụ VI được viết trên LabVIEW để thu thập ảnh từ ổ đĩa cứng D trên máy tính sử dụng *IMAQ toolbox*. Có hai khối quan trọng: Khối đầu tiên **IMAQ Create** block nằm trong *Vision and Motion/Vision Utilities/Image Management* có chức năng tạo ra một ảnh mới với các loại hình ảnh Grayscale, HSL, RGB, v.v.. Thông qua thao tác lựa chọn đầu vào cho khối này. Khối tiếp theo là **IMAQ Read Image** nằm trong *Vision and Motion/Vision Utilities/Files*. Khối này có nhiệm vụ mở ảnh được lưu giữ trên máy tính theo đường dẫn.

Hình 1.c là sơ đồ chức năng của VI để thu thập hình ảnh từ camera. Thông qua đó có thể chọn các camera có sẵn đang giao tiếp với máy tính cũng như kiểu hình ảnh thông qua các đầu vào của các khối.



a) Sơ đồ chức năng thu thập hình ảnh từ camera khi sử dụng khối Vision Acquisition



b) Thuộc tính của khối Vision Acquisition

Hình 2. Ví dụ về thu thập ảnh

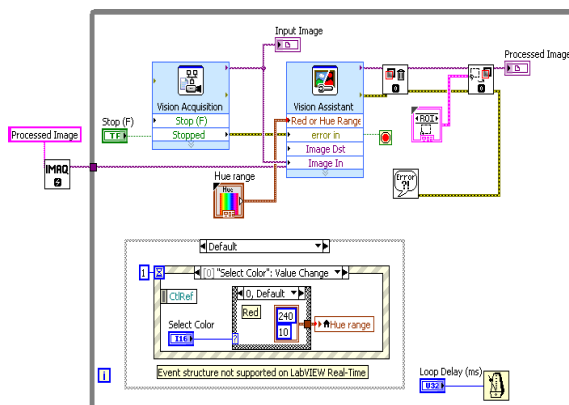
Ngoài ra chúng ta có thể dùng khối **NI Vision Acquisition Express** nằm trong thư viện *Vision/Vision Express toolbox*. Đây là cách đơn giản nhất để thiết lập các tham số, đặc tính cho hình ảnh khi thu thập. Thuộc tính của khối này gồm: “Select Acquisition Source” cho phép lựa chọn camera để thu thập hình ảnh, tiếp theo “Select Acquisition Type” cho phép lựa chọn chế độ để hiển thị hình ảnh (gồm: hiển thị một ảnh tại thời điểm ban đầu, hiển thị liên tục theo thời gian hay hiển thị số ảnh nhất định cho trước). Thuộc tính “Configure Acquisition Settings” dùng để thiết lập các thông số như kích thước, độ sáng, độ tương phản, cân bằng trắng, độ nghiêng, v.v... Thuộc tính cuối cùng là “Select Controls/Indicators” cho phép lựa chọn cách thức điều khiển cũng như hiển thị trong quá trình xử lý ảnh (Hình 2).

### 3. Xử lý ảnh

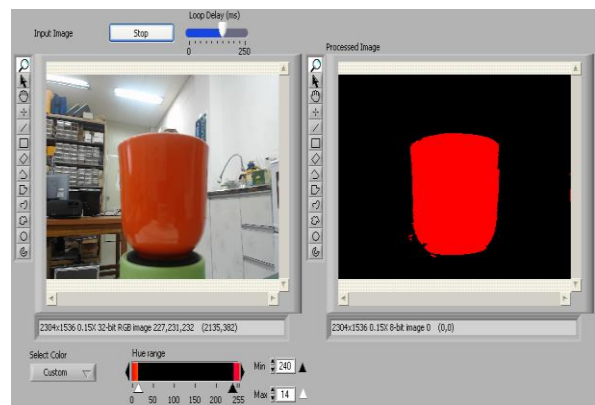
#### 3.1. Thư viện công cụ hình ảnh của LabVIEW

Trong thư viện này cung cấp rất nhiều khối chức năng thực hiện cho xử lý ảnh. Thư viện **Image Processing** [2,3,4] cung cấp công cụ cho việc phân tích hình học các vật, biểu đồ màu sắc, các bộ lọc, xử lý màu sắc, các bộ phân tích ảnh, các hàm toán học giúp việc nhân chia cộng trừ các tham số trong ảnh, làm mịn ảnh cũng như lựa chọn vùng ảnh cần phân tích. Ngoài ra còn có rất nhiều các công cụ khác khi tải trên thư viện của người sử dụng trên khắp thế giới như là dynamic microscopy in brain research, image averaging with LabVIEW, and quicktime for LabVIEW.

#### 3.2. Phân tích màu sắc



Hình 3. Khối chức năng của hệ tự động nhận dạng màu sắc



Hình 4. Kết quả khi nhận diện màu đỏ

Chương trình nhận dạng màu sắc được lập trình trên LabVIEW được trình bày tại hình 3. Có thể nhận thấy rằng với việc dùng phần mềm LabVIEW việc nhận dạng màu là hết sức đơn giản với việc chỉ cần sử dụng 2 khối **Vision Express** và **Vision Assistant** và một chương trình cho đặt



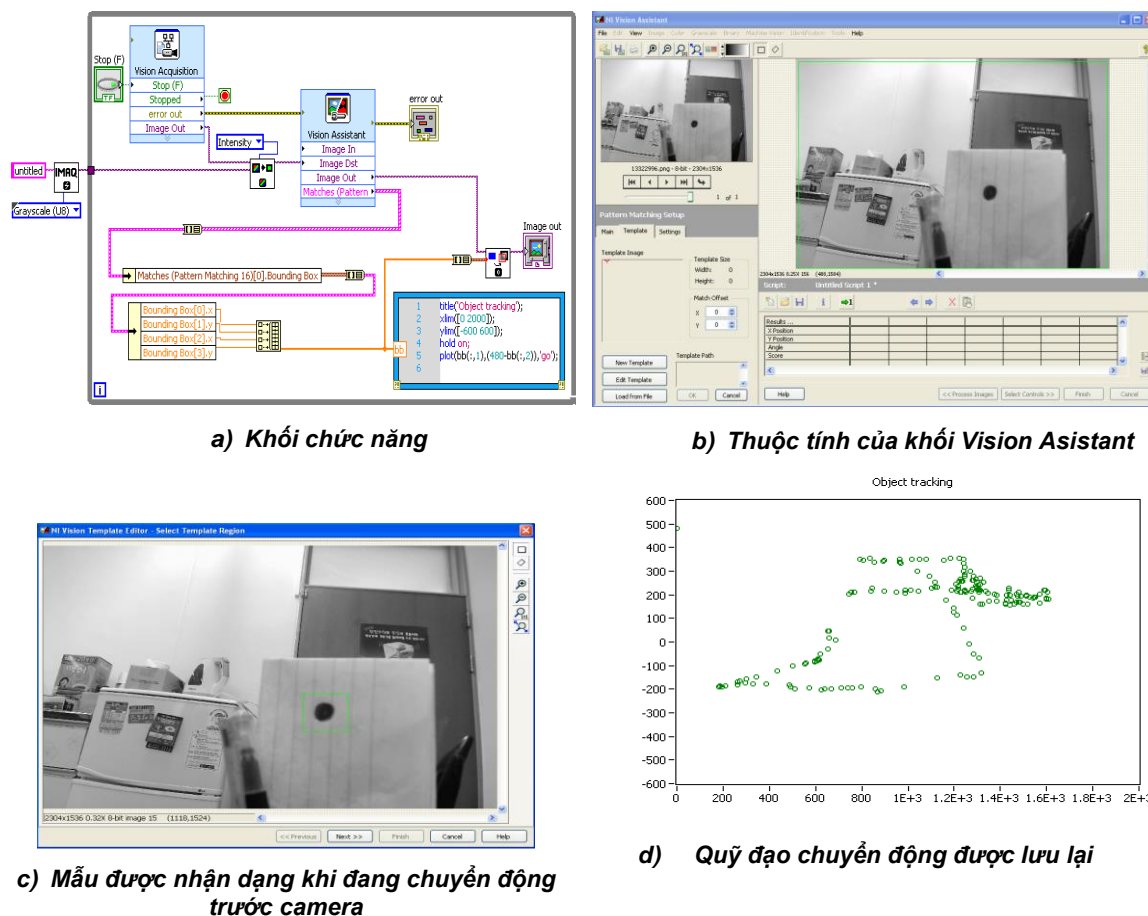
tham số màu sắc (Hue). Hình 4 hiển thị kết quả khi muốn nhận diện màu đỏ trong bức ảnh. Để thay đổi màu sắc cần nhận diện ta chỉ cần bấm vào nút *Select color* trên *Front Panel*. Việc thay đổi các giá trị Min và Max trong hình 3 cho phép xác định chính xác hơn tất cả các màu sắc cụ thể. Ngoài ra khối này còn có thể chỉ cho phép hiển thị các vật thể có kích thước cụ thể hay tìm và xác định vị trí tâm của vật thể đó thông qua việc chọn và cài đặt cho khối **Vision Assistant**. Đây là một trong những ứng dụng vô cùng quan trọng. Nó được sử dụng rất nhiều trong các bài toán phân tích và điều khiển thông qua hình ảnh [5].

### 3.3. Nhận dạng vật mẫu (pattern matching)

Có rất nhiều các ứng dụng khi sử dụng chương trình trong đời sống hàng ngày như việc giám sát cho các tài xế lái xe ngăn chặn tai nạn khi họ buồn ngủ, trong các môn thể thao cũng như ứng dụng trong quân sự...

Trên hình 5 trình bày chương trình nhận dạng vật mẫu khi dùng 2 khối chính là **Vision Express** và **Vision Assistant**. Khối chức năng của chương trình này được thể hiện tại hình 5a. Trong khối chức năng này có đoạn code với ngôn ngữ khá gần với Matlab để lưu lại quỹ đạo khi vật mẫu chuyển động. Để chọn vật mẫu cho hệ thống theo dõi ta vào thuộc tính của khối **Vision Assistant** và lựa chọn (Hình 5b).

Tiến hành chạy chương trình khi cho vật mẫu di chuyển trước màn hình của camera. Kết quả được thể hiện trên hình 5c và 5d. Với ứng dụng này nó cho phép theo dõi và vẽ ra quỹ đạo các vật mẫu được lựa chọn trước đang chuyển động từ đó làm cơ sở cho việc tính toán vận tốc, xác định vị trí. Ngoài ra dữ liệu này còn có thể lưu vào dưới dạng file Excel gồm thông tin về tọa độ theo thời gian hay các thông tin khác phụ thuộc vào các bài toán thực tế.



Hình 5. VI dùng để theo dõi vật mẫu

---

#### 4. Kết luận

Lĩnh vực thu thập và xử lý ảnh là vô cùng khó và rộng nên trong bài báo đầu liên quan đến lĩnh vực này trên phần mềm LabVIEW, các tác giả trình bày chủ yếu mang tính chất giới thiệu và đưa ra các bài toán cơ bản và ứng dụng của nó trong thực tiễn cuộc sống [7,8]. Trong bài báo tiếp theo các tác giả sẽ trình bày tiếp các bài toán phức tạp hơn như nhận dạng kí tự, tính toán khoảng cách của vật tới camera [6], tính toán diện tích của vật mẫu, v.v.. Hi vọng các Virtual Instrument này sẽ làm cơ sở cho việc phát triển các ứng dụng liên quan đến hình ảnh trong các lĩnh vực khác nhau mà đặc biệt là các ứng dụng trong robot [9].

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Gary Johnson, Richard Jennings, "LabVIEW Graphical Programming", McGraw-Hill, 2006.
- [2] Christopher G.Relf, "Image Acquisition and Processing with LabVIEW", CRC Press, 2004.
- [3] Rubén Posada-Gómez, Oscar Osvaldo Sandoval-González, Albino Martínez Sibaja, "Digital Image Processing Using LabView", InTech, 2011.
- [4] Ian Fairweather, Anne Brumfield, "A Developer's Guide to Real World Integration", CRC Press, 2011.
- [5] Sarp Ertürk, "Digital Image Processing", National Instruments, 2003.
- [6] National Instruments, "3D Imaging with NI LabVIEW", NI-tutorial Aug 02, 2013.
- [7] Onur Yorulmaz, "Image processing methods for food inspection", The degree of Master of Science, 2012.
- [8] Bikarna Pokharel, "Machine vision and object sorting", Bachelor's thesis, 2013.
- [9] Silviu Folea, "Practical Applications and Solutions Using LabVIEW Software", InTech Press, 2011.

**Người phản biện: TS. Trần Sinh Biên, TS. Hoàng Đức Tuấn**

---

### **ĐIỀU KHIỂN CÁC TIÊU CHUẨN NƯỚC NỒI HƠI, CHẨN ĐOÁN VÀ NGĂN NGỪA SỰ CỐ DO NƯỚC NỒI GÂY RA CONTROL THE CRITERIA OF BOILER WATER THEN GIVE OUT THE DIAGNOSIS AND PREVENTION THE TROUBLES**

**ThS. NGUYỄN NGỌC HOÀNG**

*Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam*

#### **Tóm tắt**

Kiểm tra và điều chỉnh chất lượng nước nồi hơi là những công việc rất quan trọng cho nồi hơi tàu thủy. Bài báo này giới thiệu một vài thông số chính của nước nồi hơi mà chúng ta cần phân tích để đưa ra được những kết luận đúng trong xử lý nước nồi hơi và nước cấp. Xử lý nước nồi hơi như chúng ta đã biết là nhằm đạt được những mục đích sau đây:

1. Ngăn ngừa đóng cặn (thiếu ;)
2. Ngăn ngừa ăn mòn (thiếu ;)
3. Ngăn ngừa bùng sôi (thiếu .)

Bài báo sẽ chỉ ra những điểm, những vùng khai thác mà ở đó chúng phải được xem xét cho những mục đích này (thiếu .)

#### **Abstract**

Test and control boiler water quality are the importance works for marine boilers, this article introduce some main parameters of marine boiler water, that we need to analyze. Then we give out the righ decisions in management the boiler water and boiler feed water.

Boiler water treatment is conducted for the following purposes:

1. Prevention of scalling (thiếu ;)
2. Prevention of corrosion (thiếu ;)
3. Prevention of carry-over (thiếu .)

The article will identifies the points or the operation areas that should be considered for each of these items;

## 1. Đặt vấn đề

Sự cố do chất lượng nước cấp và nước nồi hơi thường không đưa đến một hư hỏng ngay tức thì, nhưng nó ảnh hưởng đến hiệu quả khai thác cũng như độ bền và tuổi thọ của nồi hơi. Nếu không được quan tâm đúng mức thì hậu quả do sự cố nước nồi hơi gây ra sẽ thật là khó lường. Vì vậy những nồi hơi hiện đại là có khả năng liên tục điều chỉnh, tự động đo đạc và phân tích một số thông số quan trọng như pH và độ nhiễm điện của nước cấp, nước ngưng và nước nồi hơi. Song song bên cạnh đó thì việc lấy mẫu nước phân tích do con người thực hiện hàng ngày là luôn được chú trọng và những thông số đó là: pH, độ nhiễm điện, độ kiềm P, kiềm M, nồng độ ion clo, nồng độ ion phốt phát và nồng độ ion silic.

## 2. Nội dung

### 2.1. Chỉ số nồng độ ion hydro pH

Nước nguyên chất khi điện phân sẽ tạo ra hydro và ôxít hydro. Ở nhiệt độ tiêu chuẩn (25°C) thì  $[H^+]\cdot[OH^-] = 10^{-14}$  và pH được định nghĩa như sau:

$$pH = \log_{10}[H^+]^{-1} = 14 - \log_{10}[OH^-]^{-1}$$

pH liên quan đến chỉ số nồng độ ion hydro và nó biểu thị đặc tính của nước; tính trung tính, tính axit và tính kiềm ở nhiệt độ 25°C:

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ Nước trung tính } pH = 7$$

$$[H^+] > [OH^-] \quad \text{Nước có tính axit } pH < 7$$

$$[H^+] < [OH^-] \quad \text{Nước có tính kiềm } pH > 7$$

#### *Ảnh hưởng của pH*

Cần phải lưu ý rằng nếu chúng ta điều chỉnh độ pH sai thì các ống và vách nồi hơi không chỉ bị ăn mòn vì axit mà còn bị ăn mòn vì kiềm, ngay cả điều này nhiều người còn hiểu sai. Trên hình 1 là biểu diễn sự liên quan giữa độ pH và gỉ sắt phát sinh do ăn mòn. Ta thấy gỉ sắt là nhỏ nhất khi độ pH trong khoảng từ 10 đến 12, như vậy sự ăn mòn trong nồi hơi có thể ngăn ngừa nếu duy trì độ pH của nước nồi hơi trong khoảng này, với nồi hơi phụ áp suất thấp thì giá trị này là luôn đúng.

Một lớp nước ngưng được hình thành bên trong nồi hơi đang hoạt động, đặc biệt là trong các ống sinh hơi, vì vậy giá trị pH là phải duy trì thấp hơn so với bình thường. Hơn nữa, giá trị pH phải được giảm vì áp suất tăng thì ngăn ngừa kiềm ăn mòn.

Nếu độ pH không duy trì đúng thì ngay cả một lượng nhỏ ôxy hoà tan cũng dẫn đến việc ăn mòn.

#### *Ăn mòn bởi axit:*

Khi nồng độ ion hydro trong nước nồi cao thì độ pH giảm, nước nồi sẽ có tính axit, nó sẽ gây ra việc ăn mòn cục bộ và phát triển thành ăn mòn chung. Điều này xảy ra vì màng nguyên tử hydro (2H) chuyển thành khí hydro (H<sub>2</sub>) và thoát ra theo bề mặt ống thép.

#### *Tính kiềm và sự ăn mòn bởi kiềm:*

Tính kiềm là tiêu chuẩn chỉ thị nồng độ của chất kiềm hoà tan trong nước, kiềm được phân loại thành kiềm P (kiềm chỉ thị mau xanh phenolphthalein) và kiềm M (kiềm đỏ methyl) cả hai trường hợp được hiểu như là độ phần triệu ppm của canxi cacbonat.

Kiểm P thường được dùng để chỉ thị nồng độ của chất mà ở đó pH của nó > 8.3 và được đo bằng lượng hoà tan của axit sulphuric. Nước công nghiệp, nước chưng cất và nước dùng hàng ngày không chứa các chất làm tăng pH cao hơn 8.3 vì vậy kiềm P dùng để xác định lượng hoá chất đưa vào nước nồi hơi

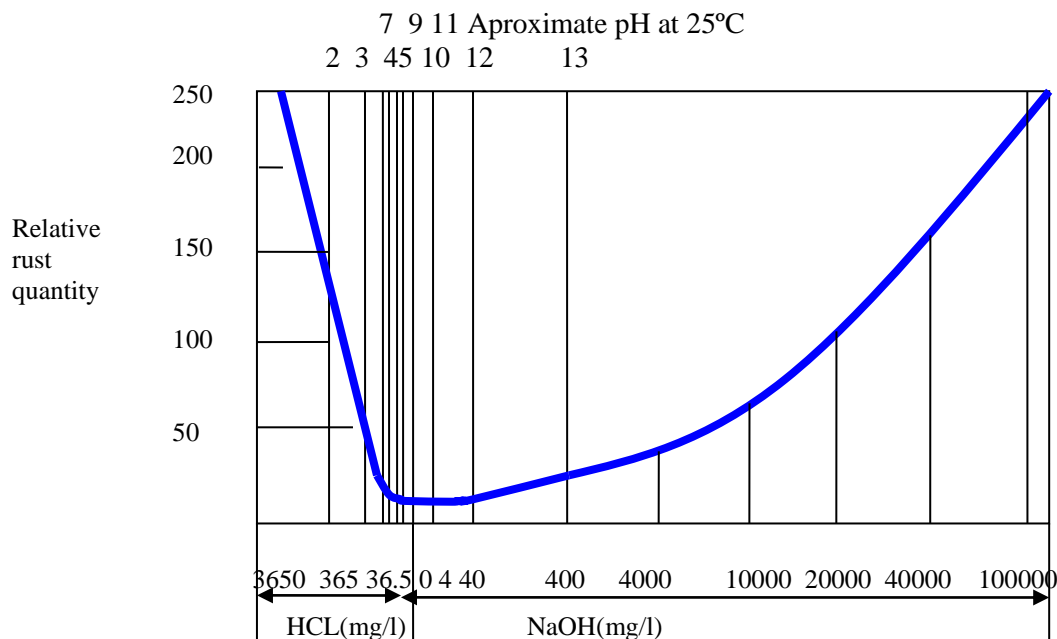
Kiểm M chỉ thị nồng độ kiềm của các chất làm tăng pH trong nước cao hơn 4.8.

Thực tế có một số chất làm giảm pH của nước nồi hơi tới 4.8 hoặc thấp hơn vì vậy kiềm M được qui thành kiềm tổng.

Độ kiềm đặc biệt cao chỉ sự tăng của độ bền trong nước nồi nó có thể dẫn đến tạo bọt, bùng sôi hoặc làm air bơm.

Một sự bất thường trên bề mặt của các ống nồi hơi, sẽ tập trung sự bay hơi của nước nồi hơi ở vùng có tải nhiệt cao, làm tăng nhiệt độ cục bộ bất thường. Nước nồi hơi xung quanh vùng

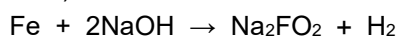
này sẽ ngưng tụ mạnh. Nếu hydroxit natri hiện diện trong nước nồi hơi, nồng độ hydroxit natri(NaOH) tức là nồng độ kiềm sẽ tăng và gây ra sự ăn mòn thép.



**Hình 1. Sự liên quan giữa pH của nước ở 310°C và lượng gỉ sắt của thép các bon thấp (thép non)**

Hiện tượng này được xem là sự ăn mòn kiềm, nó có thể phát triển tương đối nhanh dưới điều kiện thuận lợi và có thể ảnh hưởng trên vùng rộng.

Khi kiềm cô đặc phản ứng với thép ở nhiệt độ nước nồi hơi cao, tạo ra dung dịch ferit natri(Na<sub>2</sub>FO<sub>2</sub>).



Na<sub>2</sub>FO<sub>2</sub> tồn tại ổn định trong dung dịch kiềm, nhưng khi nó tiếp xúc với nước nó lại phân tách thành kiềm tự do(NaOH) do đó làm tăng nồng độ pH của nước. nếu có sự hiện diện của oxy thì sự ăn mòn sẽ phát tác.

Như các bạn đã thấy ở trong hình trên., ăn mòn kiềm sẽ không bao giờ xảy ra ở pH = 12 hoặc thấp hơn. Cần lưu ý ở những nồi hơi áp suất cao và nhiệt độ cao là đặc biệt nhạy cảm với ăn mòn kiềm.

## 2.2. Độ dẫn điện

Độ dẫn điện, được tính bằng mS/m(milisiemens/meter) chỉ độ dẫn điện của nước ở 25 °C.

Nồng độ các electron tự do trong nước là gần như tỷ lệ thuận với độ dẫn điện, vì vậy độ dẫn điện là một hướng thuận tiện để xấp xỉ đúng lượng các chất tan trong nước. Nói cách khác, giống như ion clo, độ nhiễm điện dùng để xác định mức độ nhiễm bẩn của nước nồi hơi.

Qua phân tích trên ta thấy giá trị độ nhiễm điện của nước nồi hơi duy trì ở giá trị càng thấp càng tốt, với nồi hơi áp suất thấp; nồi hơi phụ giá trị này cho phép tới 750 mS/m, nồi hơi áp suất cao trên 1Mpa giá trị này nên nhỏ hơn 200mS/m.

Phương pháp xử lý hiệu quả nhất đối với độ nhiễm điện là “blow out” nước nồi hơi.

## 2.3. Nồng độ ion clo

Nồi hơi tàu thủy làm việc trong môi trường nước biển, nên nguy cơ nhiễm clo từ nước biển là rất cao.

Ion clo sẽ phá hủy lớp coating ngăn cản ăn mòn tráng trên bề mặt kim loại và làm tăng ăn mòn vì vậy nồng độ ion clo phải giữ ở mức càng thấp càng tốt.

Các hợp chất ion clo kết tủa không được tồn tại trong nước nồi hơi. Vì vậy ion clo có thể được đánh giá như làm “phong phú” thêm tiêu chuẩn đánh giá mức độ nhiễm bẩn của nước nồi hơi.

Như vậy, nó được dùng cho phong phú thêm việc điều khiển nước nồi hơi, phục vụ như một tiêu chuẩn để xả nước nồi hơi và đặc biệt dựa vào nồng độ clo để xác định việc xâm nhập của nước biển. Ngày nay để ngăn ngừa ăn mòn phá hoại bởi clo, một số tàu thủy dùng thiết kế mới với bộ làm mát tổng từ một bộ làm mát nước biển trung tâm bao cho cả máy đèn, máy nén, máy điều hoà không khí, máy lạnh và đặc biệt là bầu ngưng nồi hơi, cho nên trên những con tàu đó việc xử lý với nồng độ clo được coi nhẹ đi rất nhiều.

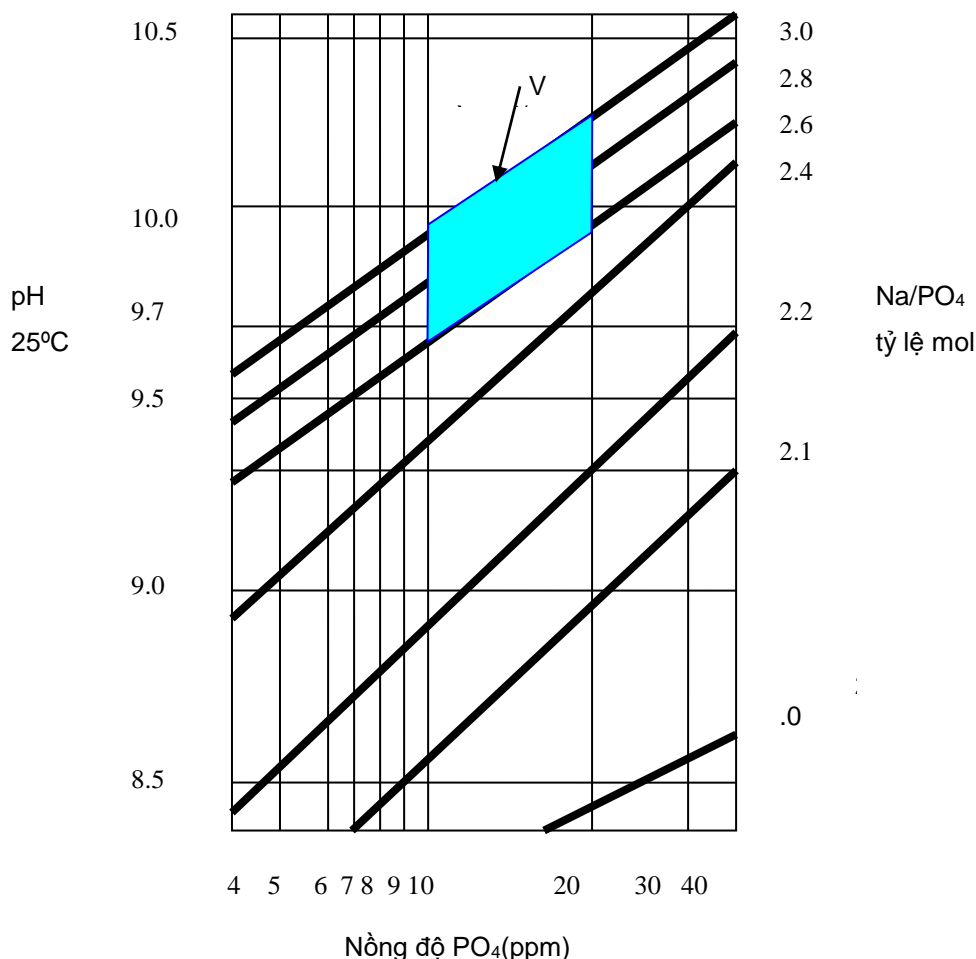
Rõ ràng là việc xử lý với nồng độ clo là cũng giống như xử lý độ nhiễm điện.

#### 2.4. Nồng độ ion photphat

Ion photphat là thực tế không phải được tìm thấy có trong nước mà phải được cấp bổ sung vào nước nồi như là một hợp chất của nước nồi.

Ion photphat cấp vào nước nồi để ngăn cản sự tạo cặn; chúng làm nhiệm vụ này bằng cách kết tủa các thành phần cứng có trong nước như các hợp chất photphat, các photphat ion đồng thời góp phần nâng cao sức đề kháng ăn mòn bằng cách điều chỉnh và giữ độ pH nước nồi hơi.

Photphat natri là ví dụ về chất đệm pH tuyệt vời nhất đến nỗi nếu quá cao về nồng độ sẽ gây ra tăng tạp chất (gây ra sự bay hơi cặn dư) và dẫn đến bùng sôi. Để tránh xảy ra điều này phải cẩn thận kiểm soát và điều chỉnh nồng độ ion photphat ở một mức độ thích hợp.



Hình 2. Sự liên quan giữa pH và PO<sub>4</sub> theo tỷ lệ mol

#### Xử lý photphat

Với nồi hơi thường là nồi hơi chính, được bố trí thiết bị có khả năng khử oxy trong nước cấp, khi đó những ảnh hưởng của độ pH lên ăn mòn được biết là không đáng kể. Chính vì vậy không cần thiết để duy trì pH ở mức cao. Điều này được giải thích như sau: xử lý photphat là quá

---

trình xử lý nước được triển khai riêng để ngăn ngừa kiềm ăn mòn gây bởi phốt phát ion “ẩn chứa”. Xử lý phốt phát được biết như là “xử lý pH thấp” vì nó có thể duy trì pH ở mức thấp.

Chỉ những hoá chất nổi hơi được sử dụng trong xử lý phốt phát là phốt phát natri  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , vì vậy mọi người phải nhận ra mối quan hệ tương tác giữa pH, nồng độ ion phốt phát và  $\text{Na}/\text{PO}_4$  theo tỷ lệ mol. Đó là, nếu tỷ lệ mol và nồng độ ion phốt phát được duy trì đúng thì độ pH cũng được duy trì đúng.

Tỷ lệ mol của nước nổi hơi có thể giảm nhanh do hàng loạt nguyên nhân - ví dụ, khi bị nước biển hoà trộn vào. Phốt phát natri độc lập sẽ không giữ nguyên tỷ lệ mol với mức đúng của nó, do đó nó sẽ được sử dụng cùng với hydroxit natri. Trong trường hợp đó cần chú ý tới độ pH và nồng độ phốt phát ion.

Trên tàu thủy, tỷ lệ mol  $\text{Na}/\text{PO}_4$  là được điều chỉnh trong khoảng 2.6 đến 3.0. Trên hình 2; chỉ ra mối tương quan giữa pH và  $\text{PO}_4$  theo tỷ lệ mol.

Vùng đánh dấu biểu thị mức có thể điều chỉnh xử lý pH thấp để duy trì nồng độ  $\text{PO}_4$  trong khoảng 10 đến 20 trong khi tỷ lệ mol trong khoảng 2.6-3.0. Nếu nồng độ  $\text{PO}_4$  rơi ra ngoài vùng kiểm soát thì có thể đưa nó trở lại bằng cách xả nước nổi hơi và bổ sung hoá chất nổi hơi.

Khi xử lý nước nổi hơi bởi pH thấp, độ pH nước nổi sẽ được xác định tự nhiên khi mà nồng độ ion phốt phát và tỷ lệ mol  $\text{Na}/\text{PO}_4$  là đã được xác định, nói một cách khác độ pH được xác định phụ thuộc theo nồng độ ion phốt phát và tỷ lệ mol  $\text{Na}/\text{PO}_4$  đã fix.

### 3. Kết luận

Việc phân tích các tiêu chuẩn hoá nghiệm nước nổi hơi và chỉ ra những điểm, những vùng khai thác cũng như chiều hướng ảnh hưởng để xử lý nước nổi hơi đạt tiêu chuẩn là việc làm cần thiết cho các kỹ sư khai thác máy tàu thủy và các nhà quản lý tàu thủy nói chung. Với việc giới thiệu tổng quan về một số thông số chính của nước nổi hơi và cách kiểm soát chúng, bài viết đã dẫn chúng ta đến việc kiểm soát nước nổi hơi qua nồng độ của hoá chất xử lý  $\text{Na}/\text{PO}_4$  theo tỷ lệ mol là 2.6 đến 3.0, khi đó thì giá trị các thông số khác được xác lập phụ thuộc theo giá trị này. Đó là cơ sở dễ dàng cho người vận hành và sẽ tính toán được việc giảm giá thành khai thác hệ động lực và tăng độ bền và tuổi thọ cho nồi hơi tàu thủy.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Itami, Nishikawa and Umeda: *“Basic and Practice of Marine Boiler”* 2<sup>nd</sup> Edition, Kaibundou.
- [2] Itami: *“Theory and Practice of Water Quality Management for Marine Boiler”*, Marine Technical College.
- [3] Compiled by Kurita Water Industries Ltd: *“Chemical Handbook”* 3<sup>rd</sup> Edition.
- [4] TS. Nguyễn Hồng Phúc: [2005] *“Hệ động lực hơi nước”*, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.

**Người phản biện: TS. Trần Hồng Hà**

**THẺ LỆ VIẾT BÀI GỬI ĐĂNG  
TẠP CHÍ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI**

1. Tạp chí “Khoa học Công nghệ Hàng hải” đăng các thông tin, phổ biến các định hướng nghiên cứu khoa học và đào tạo của Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, công bố và phổ biến kết quả các công trình nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ thuộc các chuyên ngành đào tạo của Trường, phục vụ các lĩnh vực thuộc ngành Hàng hải mà các thông tin này chưa đăng trên bất kỳ một ấn phẩm nào.

2. Quy định về hình thức trình bày một bài báo gửi đăng trên Tạp chí:

Bài gửi đăng trên Tạp chí phải đánh máy vi tính theo font Unicode (Arial), cỡ chữ 10, in 1 bản gốc dài không quá 4 trang (khổ giấy A<sub>4</sub> 21 x 29,7cm; Lề trái: 3cm; Lề phải: 2,5cm; Trên: 2,7cm; Dưới: 3,3cm) kèm 1 file bài viết hoặc gửi qua Email.

+ Tên bài báo viết bằng tiếng Việt và tiếng Anh (Arial in hoa, đậm cỡ chữ 12);

+ Họ và tên tác giả (Arial in hoa, đậm cỡ chữ 10);

+ Tên đơn vị (Arial thường, đậm, nghiêng cỡ chữ 10);

+ Tóm tắt nội dung bài báo bằng tiếng Việt và tiếng Anh khoảng 100 đến 200 từ phải nêu được nội dung chính, đóng góp mới của công trình (Arial thường, nghiêng cỡ chữ 10);

+ Nội dung bài báo cần có hành văn rõ ràng, súc tích, cách dùng thuật ngữ khoa học và đơn vị đo lường hợp pháp do Nhà nước ban hành hoặc đã dùng thống nhất trong chuyên môn hẹp và cần phải được phân rõ phần, mục, tiểu mục có đánh số thứ tự;

+ Công thức được viết theo Equation Editor, viết rõ theo kí hiệu thông dụng và đánh số thứ tự công thức về phía bên phải. Hình và ảnh minh họa là hình đen trắng, rõ nét và cần được chú thích đầy đủ (font in thường, đậm, nghiêng cỡ chữ 9);

+ Danh mục tài liệu tham khảo được đặt ngay sau phần kết luận của bài báo được ghi theo trình tự: thứ tự tài liệu trong [ ]; Với tài liệu tham khảo là sách thì tên tác giả chữ thường, tên sách chữ nghiêng, nhà xuất bản, năm xuất bản; Với tài liệu tham khảo là Tạp chí thì tên tác giả chữ thường, tên bài chữ nghiêng, tên tạp chí, số tạp chí, năm xuất bản.

+ Bản thảo trên file không đánh số trang.

3. Bài gửi đăng cần được viết cẩn thận, đúng văn phạm (đặc biệt là tiếng Anh), đánh máy rõ ràng và có ý kiến cho phép công bố của đơn vị chủ quản trực tiếp. Bài sẽ được ít nhất một Ủy viên trong Ban Biên tập Tạp chí đọc, góp ý sửa chữa và cho ý kiến có thể công bố trên Tạp chí “Khoa học Công nghệ Hàng hải”.

4. Tạp chí “Khoa học Công nghệ Hàng hải” chỉ đăng các bài đáp ứng các yêu cầu trên. Bài không đăng không trả lại bản thảo cho người gửi.

5. Tác giả có bài được đăng trên Tạp chí “Khoa học Công nghệ Hàng hải” được biểu 01 cuốn Tạp chí đăng bài đó và được hưởng mọi quyền lợi theo qui định.

**Thư góp ý kiến và bài gửi đăng xin gửi theo địa chỉ:**

**Tòa soạn Tạp chí “Khoa học Công nghệ Hàng hải”**

**Phòng KHCN – Trường Đại học Hàng hải VN, 484 Lạch Tray – Ngô Quyền – Hải Phòng**

**Tel: 031.3829111; Email: [tckhcnhh@gmail.com](mailto:tckhcnhh@gmail.com)**

---

***Ghi chú:*** Theo Thông báo số 28/HĐCDGSNN, ký ngày 7/6/2006 của Hội đồng Chức danh Giáo sư Nhà nước có quy định những bài báo đăng trên Tạp chí “Khoa học Công nghệ Hàng hải” của Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, được tính từ 0 đến 0,75 điểm công trình khoa học quy đổi khi xét công nhận các chức danh GS, PGS.

