

ISSN 1859-316X



TẠP CHÍ

KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI

Số 38 - 04/2014

CHÀO MỪNG 58 NĂM THÀNH LẬP TRƯỜNG

01/04/2956 - 01/04/2014

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM
VIETNAM MARITIME UNIVERSITY

ISSN 1859 – 316X

**TẠP CHÍ KHOA HỌC
CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI**

**SỐ 38
04/2014**

TRONG SỐ NÀY

- **TỔNG BIÊN TẬP:**
PGS.TS. L- ơng Công Nhở
- **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
- **THỦ KÝ HỘI ĐỒNG:**
TS. Đặng Công X- ơng

TÒA SOẠN

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

Email: tckhcnhh@gmail.com

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

- 1 Dự đoán nồng độ nox trong khí xả động cơ diesel khi sử dụng nhiên liệu nhũ t- ơng bằng mạng nơron nhân tạo
Predict nox concentration in exhaust gas of marine diesel engine by using neural network 3
TS. TRẦN HỒNG HÀ
Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam
- 2 Giảm thiểu ô nhiễm khí xả của động cơ diesel bằng thiết bị xử lý tĩnh điện
Reduce emission in mairine exhaust gas of diesel engine by electrostatic precipitator 6
ThS. PHẠM TRƯỜNG CHINH
PGS.TS. NGUYỄN HỒNG PHÚC; TS. TRẦN HỒNG HÀ
Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam
- 3 Xác định hàm l- ợng NOx trong khí xả động cơ diesel hanshin 6LU32
Determination of nox in exhaust gas of diesel engine of hanshin 6LU32 9
TS. NGUYỄN TRÍ MINH
Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam
- 4 Tự động hóa tính toán lực căng trong băng đai bằng ph- ơng pháp vòng theo chu vi
The automation of calculation belt tension by round perimeter method 13
PGS. TS. ĐÀO NGỌC BIÊN
Viện KHCS, Trường ĐHHH Việt Nam
- 5 Thiết kế bộ điều khiển thích nghi bền vững cho chuyển động hai chiều của cầu trục
Design of an adaptive robust controller for 2D motion of an overhead crane 17
TS. LÊ ANH TUẤN
Khoa Cơ khí, Trường ĐHHH Việt Nam
- 6 Xây dựng ph- ơng pháp tính toán dung tích chở container trong thiết kế tàu container
Create a method to define the capacity of containers in designing containerships 21
TS. TRẦN NGỌC TÚ
Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH Việt Nam
- 7 Nghiên cứu mối liên hệ giữa mức đảm bảo của biên độ lắc ngang và xác suất lật định mức của tàu
Research the relation between guarantce for amplitude ship rolling and rated capsizes probability of ships 25
GS. TSKH SO-LO-MEN-SEV O.I.
NCS. LÊ THANH BÌNH
Trường Đại học Tổng hợp Kỹ thuật biển Nhi-co-lai-ev
- 8 Thuật toán xác định quỹ đạo và góc tiếp n- ớc của xuống cứu sinh tự rơi
Algorithm for calculating the moving trajectory and water entry angle of free-fall lifeboat 29
TS. ĐỖ QUANG KHẢI
Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH Việt Nam
- 9 Một số ph- ơng pháp hâm nóng nhiên liệu nhằm sử dụng trực tiếp diesel sinh học nguyên chất trên động cơ thủy
Some methods of heating up fuel in order to use directly pure biodiesel/bio-oil in ship engines 33
HOÀNG ANH TUẤN¹, LƯƠNG CÔNG NHỚ¹, LÊ ANH TUẤN²
¹ Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
² Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

10	Nghiên cứu tính toán mô phỏng động cơ diesel sử dụng nhiên liệu dimethyl ether (DME) Simulation study on diesel engine fueled by dimethyl ether (DME) NGUYỄN LAN HUƠNG¹, LƯƠNG CÔNG NHỚ¹ Trường ĐHHH Việt Nam PHẠM HỮU TUYẾN² , Trường Đại học Bách khoa Hà Nội	37
11	Tính toán xác suất độ chính xác an toàn hàng hải trong kênh thông tin của hệ thống thông tin vệ tinh hàng hải inmarsat theo tiêu chuẩn imo Calculating the navigation safety accuracy on information channels of system inmarsat according to requirement imo PGS. TS. PHẠM KỶ QUANG - Viện Đào tạo Sau đại học, Trường ĐHHH Việt Nam	41
12	Nhận dạng nguy cơ trong các hoạt động trên tàu biển Hazard identification in ship operations TS. NGUYỄN KIM PHƯƠNG - Khoa Hàng hải, Trường ĐHHH Việt Nam	44
13	Ảnh hưởng của hoàn lưu khí xả tới các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật của động cơ diesel tàu thủy Effect of exhaust gas recirculation (egr) to economic and technical parameters of diesel engines TS. NGUYỄN HUY HÀO - Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam	48
14	Sự phụ thuộc của độ rộng chùm sóng vào số phần tử và hướng lái tia của hệ anten thẳng ulla The dependence of the beam width on the number of elements and the beam steering of linear antenna array TS. TRẦN XUÂN VIỆT - Khoa Điện-Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam	53
15	Điều khiển tựa phẳng hệ truyền động điện một chiều trên miền thời gian thực Realtime flatness-based control of a dc electrical drive system PGS.TS. TRẦN ANH DŨNG, KS. PHẠM VĂN AN - Khoa Điện-Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam	56
16	Ứng dụng kỹ thuật siêu âm đo độ dày ống nhựa HDPE Application of ultrasonic technic to measure thickness of hdpe pipe PGS.TS. LÊ QUỐC VƯỢNG - Khoa Điện – Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam KS. NGUYỄN VĂN NHÂN - Công ty Cổ phần Nhựa Tiên Phong	60
17	Bộ điều khiển tốc độ mờ cho động cơ diesel - máy phát điện dự phòng A fuzzy logic speed controller for stanby diesel generator TS. HOÀNG ĐỨC TUẤN - Khoa Điện - Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam	64
18	Lựa chọn hướng và tốc độ tàu an toàn trong sóng gió bằng ch- ồng trình bảng tính Selection of direction and safety speed's the vessel in heavy waves by spreadsheet model KS. LƯU NGỌC LONG TS. NGUYỄN MINH ĐỨC - Khoa Hàng hải, Trường ĐHHH Việt Nam	68
19	Nghiên cứu đánh giá các ph- ồng pháp tính toán kích th- ớc luồng và ảnh hưởng của yếu tố ng- ời điều động tàu Research and estimation of design guide for channels and the effect of maneuvering human factor ThS. NGUYỄN XUÂN THỊNH - Khoa Công trình, Trường ĐHHH Việt Nam	71
20	Nghiên cứu ảnh hưởng của chất gia c- ồng organobentonite và ZnO/ZrO₂/Al₂O₃ cỡ hạt nano đến tính chất cơ học của màng phủ nanocomposite nền epoxy Study on effect of organobentonite and zno/zro ₂ /al ₂ o ₃ nanoparticle fillers on mechanical properties of epoxy-based nanocomposite coating NCS. BÙI QUỐC BÌNH - Khoa Công trình, Trường ĐHHH Việt Nam GS. TS Zhong Qingdong - Đại học Thượng Hải, Thượng Hải, Trung Quốc	75
21	Hiện trạng môi trường nước tại một số cảng biển ở khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh và đề xuất các biện pháp giảm thiểu tác động Current status of water environment in some port in Haiphong - Quangninh area and proposing measures to mitigate impacts ThS. BÙI ĐÌNH HOÀN - Bộ môn Kỹ thuật Môi trường, Trường ĐHHH Việt Nam TS. NGÔ KIM ĐÌNH - Vụ Môi trường, Bộ Giao thông Vận tải PGS.TS. TRẦN YÊM - Trung tâm nghiên cứu Tài nguyên và Môi trường, Đại học Quốc gia Hà Nội	79
22	Điều chế và nghiên cứu ứng dụng vật liệu titan biến tính với sắt gắn trên nền diatomit để phân hủy quang xúc tác phẩm nhuộm axit trong môi trường nước Preparation and applied research material iron-doped titania on diatomite to degrade acid yellow dye in aqueous solution ThS. NCS. PHẠM THỊ DƯƠNG - Bộ môn Kỹ thuật Môi trường, Trường ĐHHH Việt Nam PGS.TS. NGUYỄN VĂN NỘI - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội	82
23	Tiết kiệm chi phí sử dụng vốn – một giải pháp quan trọng nâng cao hiệu quả kinh doanh của các doanh nghiệp Minimizing the capital cost – an important solution to raise the business efficiency of enterprises TS. VŨ TRỤ PHI - Khoa Kinh tế, Trường ĐHHH Việt Nam	86
24	Những lưu ý khi lập các chứng từ trong quá trình giao nhận hàng hóa tại cảng biển Notes setting the tallying documents at the seaports TS. ĐẶNG CÔNG XƯỜNG - Phòng KH-CN, Trường ĐHHH Việt Nam	91
25	Xây dựng văn hóa trong ngành vận tải biển Việt Nam Building culture in the shipping industry of Vietnam TS. DƯƠNG VĂN BẢO - Khoa Kinh tế, Trường ĐHHH Việt Nam	94
26	Chính tron tuyến hình tàu thủy bằng phần mềm Solidworks fairing form of ship by software Solidworks ThS. NGUYỄN VINH HẢI - Viện Khoa học cơ sở, Trường ĐHHH Việt Nam	99
27	Xác định trường nhiệt độ trên tầng cánh tuabin bằng phương pháp phần tử hữu hạn Determining temperature field of turbine blades by finite element method TS. NGUYỄN TRUNG KIẾN, KS. VŨ ĐỨC MANH - Học viện Kỹ thuật Quân sự	102

DỰ ĐOÁN NỒNG ĐỘ NO_x TRONG KHÍ XẢ ĐỘNG CƠ DIESEL KHI SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU NHũ TƯƠNG BẰNG MẠNG NƠON NHÂN TẠO

PREDICT NOX CONCENTRATION IN EXHUAST GAS OF MARINE DIESEL ENGINE BY USING NEURAL NETWORK

TS. TRẦN HỒNG HÀ

Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo này giới thiệu phương pháp thực nghiệm và dự báo lý thuyết bằng mạng Neural network về nồng độ NO_x trong khí xả động cơ diesel. Trên cơ sở số liệu thực nghiệm để đưa ra mô hình dự đoán nồng độ NO_x. Kết quả cho thấy nồng độ NO_x trong khí xả của động cơ diesel được dự báo chính xác ở các chế độ tải khác nhau của động cơ khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương.

Abstract

In this paper, I study neural network theory and experiment to predict NO_x concentration of the diesel engine. By using data of experiment to establish a NO_x concentration model, the results showed that NO_x concentraion was predicted exactly in various loads of the engine using emulsion fuel.

Key words: NO_x, Neural network, Emulsion fuel.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, ô nhiễm môi trường không khí đang là vấn đề thời sự nóng bỏng của cả thế giới chứ không phải riêng từng quốc gia nào. Ô nhiễm không khí và các hiện tượng cực đoan khác của nó như mưa axit, mù quang hóa làm suy giảm chất lượng sống của con người, gây bệnh dịch, thiệt hại về kinh tế nặng nề. Đặc biệt, hiện tượng biến đổi khí hậu đang và sẽ đe dọa đến tương lai của loài người. Nguyên nhân chủ yếu của vấn đề này là sự phát thải quá mức các chất khí ô nhiễm như CO₂, CO, SO₂, NO_x, các chất hữu cơ chưa cháy hết, muội than, bụi từ các hoạt động của con người: phát triển công nghiệp với tốc độ cao làm gia tăng việc đốt nhiên liệu hóa thạch, phát triển giao thông vận tải, thương mại, dịch vụ, từ sinh hoạt con người, sử dụng chất độc hại trong sản xuất nông nghiệp. NO_x là họ các oxit nitơ, trong đó NO chiếm đại bộ phận. NO_x được hình thành do nitơ tác dụng với ôxi ở điều kiện nhiệt độ cao (vượt quá 1100°C). Monoxit nitơ (x=1) không nguy hiểm mấy, nhưng nó là cơ sở để tạo ra dioxit nitơ (x=2). Dioxit nitơ là chất khí màu hơi hồng, có mùi, khứu giác có thể phát hiện khi nồng độ của nó trong không khí đạt khoảng 0.12ppm. Dioxit nitơ là chất khó hoà tan, do đó nó có thể theo đường hô hấp đi sâu vào phổi gây viêm phổi và huỷ hoại các tế bào của cơ quan hô hấp. Nạn nhân bị mất ngủ, ho, khó thở. Protosit nitơ N₂O là chất cơ sở tạo ra ôzôn ở hạ tầng khí quyển. Qua sự phân tích các dữ liệu về sự thay đổi thành phần không khí trong những năm gần đây đã cho thấy sự gia tăng rất đáng ngại của các chất ô nhiễm. Nếu không có các biện pháp hạn chế sự gia tăng này một cách kịp thời, những thế hệ tương lai sẽ phải đương đầu với một môi trường sống rất khắc nghiệt. Bảo vệ môi trường không phải chỉ là yêu cầu của từng nước từng khu vực mà nó còn có ý nghĩa trên phạm vi toàn cầu. Tuy theo điều kiện mỗi quốc gia, luật lệ cũng như tiêu chuẩn về ô nhiễm môi trường được áp dụng ở những thời điểm và mức độ khắt khe khác nhau. Từ vấn đề thực tế trên, tác giả nghiên cứu dự đoán nồng độ NO_x trong khí xả của động cơ diesel tàu thủy khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương bằng mạng nơon nhân tạo.

2. Thực nghiệm sử dụng nhiên liệu nhũ tương cho động cơ diesel

Thí nghiệm được tiến hành trên động cơ Diesel loại nhỏ (động cơ bốn thì một xi lanh 14.0kW/2200rpm YANMAR NF19) (hình 1). Động cơ này dùng để nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước hạt nước trong dầu tới quá trình đốt cháy của động cơ. Từ quá trình nghiên cứu trên nhóm nghiên cứu chọn nhiên liệu nhũ tương sử dụng là nhũ tương 5% được tạo ra bằng cách trộn dầu nặng với 5% nước và được khuấy ở 5°C và 80°C, sau đó hoà thêm chất phụ gia (0,5%) vào nhiên liệu để tăng tính ổn định của dầu nhũ tương. Khi thí nghiệm động cơ được điều chỉnh ở các chế độ tải khác nhau 25%, 50%, 75% ở các vòng quay không đổi. Nồng độ các chất ô nhiễm trong khí xả được đo bằng thiết bị phân tích HORIBA PG-250. Thông số NO_x được đo trong khí xả của động cơ ở các chế độ tải khác nhau 25%, 50%, 75% ở vòng quay 2200 vòng/phút. Nếu không

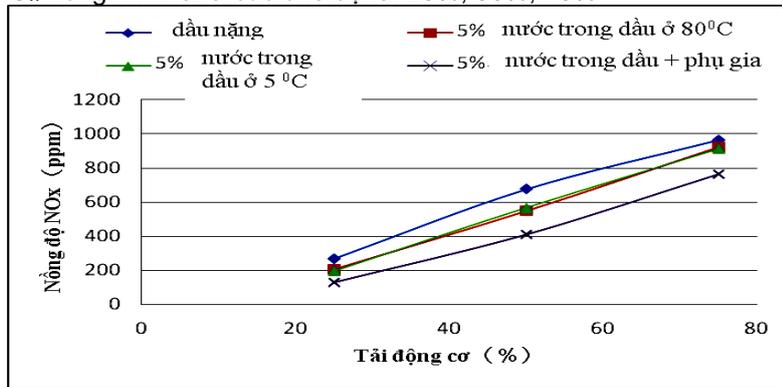
thêm phụ gia vào nhiên liệu nhũ tương, ở chế độ tải thấp và tải trọng cao, động cơ làm việc không ổn định. Việc thêm phụ gia không ảnh hưởng tới tính chất và thành phần của nhiên liệu nhũ tương.



Loại động cơ	Một xy lanh, 4 kỳ
Hãng chế tạo	YANMAR NF 19-SK
Đường kính xi lanh và hành trình piston	φ 110 x 106 mm
Thể tích làm việc	1007 cm ³
Công suất cực đại	14 kW
Tốc độ cực đại	2400 rpm
Công suất định mức	12.6 kW
Tốc độ định mức	2200 rpm

Hình 1. Động cơ diesel YANMAR NF19

Khi thay đổi nhiên liệu từ nhiên liệu nặng sang nhiên liệu nhũ tương để chạy thử động cơ sau đó đo nồng độ NO_x trong khí thải ở các chế độ tải 25%, 50%, 75%



Hình 2. Nồng độ NO_x ở các chế độ tải khác nhau

Kết quả trong hình 2. cho thấy việc giảm rõ rệt hàm lượng NO_x khi thay nhiên liệu nặng bằng nhiên liệu nhũ tương. Nhiên liệu nhũ tương ở 5°C và 80°C cho kết quả nồng độ phát thải NO_x chênh lệch nhau không đáng kể. Kết quả cho thấy, khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương ở 25% tải nồng độ NO_x giảm khoảng 70 ppm (26%), ở 50% tải thì hàm lượng NO_x giảm từ 155-175 ppm (21.5- 24.3%) và tăng tải lên 75%, hàm lượng NO_x giảm từ 34-45 ppm (3.6- 4.7%). Khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương có phụ gia thì nồng độ NO_x giảm đáng kể. Ở 25% tải nồng độ NO_x sẽ giảm từ 40-60 ppm, khi tăng lên đến 50% thì hàm lượng NO_x giảm 50-75 ppm và khi tăng tải lên đến 75% do hàm lượng nhiên liệu cấp vào động cơ nhiều hơn, lượng nước trong nhiên liệu cấp vào buồng đốt nhỏ theo tỷ lệ cấp nhiên liệu làm cho mức độ giảm NO_x thấp hơn so với khi động cơ chạy ở 50% tải.

Nhiên liệu nhũ tương sử dụng trong buồng đốt của động cơ diesel giảm nồng độ NO_x ở các chế độ tải từ 25% đến 75% tải so với nhiên liệu nặng do hai nguyên nhân sau: thứ nhất là các hạt nước trong buồng đốt ở nhiệt độ cao sẽ hấp thụ nhiệt và bay hơi, thứ hai là nhiệt dung riêng của khí trong buồng đốt cũng sẽ tăng lên với hàm lượng nước tăng lên. Hai hiện tượng này dẫn đến hạ thấp nhiệt độ trong buồng đốt. Khi nhiên liệu và nước được phun cùng nhau điều này có nghĩa là nhiệt độ trong vùng hình thành NO_x sẽ giảm, dẫn đến hàm lượng NO_x sẽ giảm.

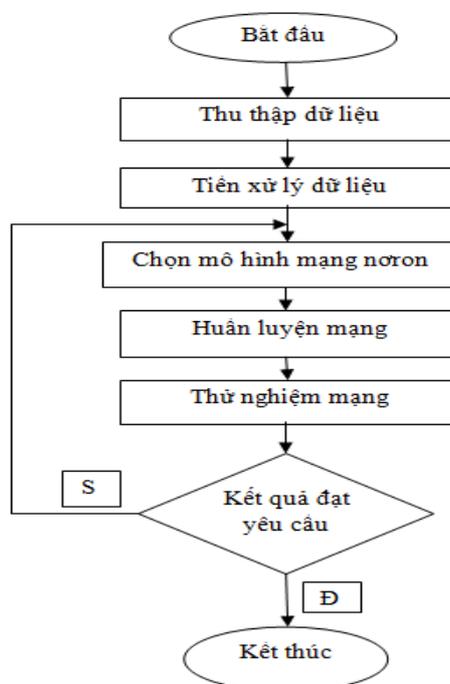
3. Huấn luyện mạng nơron dự đoán nồng độ NO_x trong động cơ tàu thủy

Trong phần này, ta chủ yếu thiết lập thuật toán và sử dụng công cụ Neural NetWork trong Matlab để tiến hành huấn luyện mạng, nhằm tạo ra mối quan hệ xấp xỉ giữa đầu ra là hàm lượng

NO_x và đầu vào là chế độ tải động cơ và hàm lượng nước trong nhiên liệu. Từ đó, ta thiết lập mô hình dự đoán nồng độ NO_x trong động cơ tàu thủy khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương.

3.1. Xây dựng thuật toán

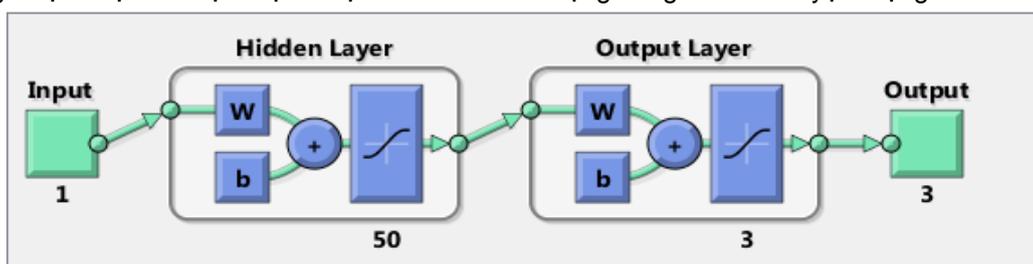
Thuật toán huấn luyện mạng được thể hiện ở hình sau:



Hình 3. Mô hình huấn luyện mạng trí tuệ nhân tạo

3.2. Huấn luyện mạng ANN cho bài toán ước lượng nồng độ NO_x trong khí xả động cơ

Quá trình huấn luyện mạng neuron nhân tạo được thực hiện trên phần mềm Matlab 7 – một phần mềm khả năng quản lý về mảng, trường, ma trận với các hàm hỗ trợ cho việc huấn luyện mạng được chọn để thực hiện thuật toán. Mô hình mạng dùng để huấn luyện mạng như sau:



Hình 4. Mô hình mạng

Mạng được thiết kế với 1 lớp nhập, 2 lớp ẩn và 1 lớp xuất. Số neuron tối ưu được sử dụng để học bản chất của bộ dữ liệu được lựa chọn bằng cách thử ngẫu nhiên và thay đổi số neuron tới khi hiệu quả huấn luyện mạng là cao nhất. Ở nghiên cứu này ta lựa chọn được $N=50$.

Quá trình huấn luyện mạng được thực hiện tuần tự theo các bước sau:

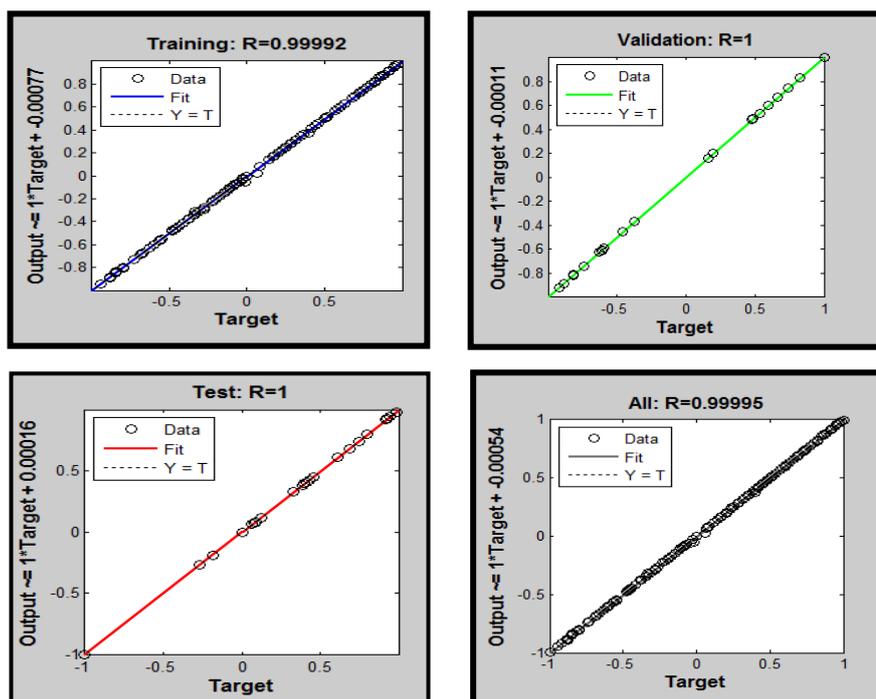
Bước 1: Nhập số liệu đầu vào (input) và số liệu đầu ra (target)

Sau khi khởi động Matlab, ta tiến hành nhập số liệu đầu vào và ra phục vụ cho quá trình huấn luyện mạng. Tập số liệu vào được chia làm 3 phần: 70% sử dụng cho việc học, 15% sử dụng cho việc kiểm định và 15% số liệu còn lại được cố ý làm thất thoát để phục hồi từ mạng.

Bước 2: Thiết kế và tiến hành huấn luyện mạng

Thuật toán được chọn để thiết kế mạng là thuật toán lan truyền ngược Levenberg – Marquardt Back – propagation. Hàm học thích nghi được sử dụng là Learngd (Gradient descent)

weight/bias learning function) (hàm học giảm gradient sử dụng trọng số/ nút bias (định hướng). Việc huấn luyện mạng được kiểm tra bằng kỹ thuật kiểm định thống kê theo MSE (mean square error).



Hình 5. Kết quả huấn luyện mạng của đối tượng

Từ kết quả ta thấy sai số giữa tín hiệu ra của đối tượng và tín hiệu ra của mạng là rất nhỏ (< 0.14). Điều này chứng tỏ mạng học rất hiệu quả.

4. Kết luận

Bài báo đã giới thiệu phương pháp dự sử dụng nhiên liệu nhũ tương là một trong những phương pháp kinh tế và hiệu quả để giảm NOx. Thực nghiệm sử dụng nhiên liệu nhũ tương cho động cơ diesel với hàm lượng nước là 5% thì nồng độ NOx trong khí xả động cơ giảm đi 3-25% .

Huấn luyện được mạng nơron nhân tạo có thể dự đoán được nồng độ NOx trong khí xả khi sử dụng các loại nhiên liệu nhũ tương khác nhau với sai số là 0.04 – 0.14%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Ngọc Chấn (2002), *Ô nhiễm không khí và xử lý khí thải tập 1, 2, 3*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2] Bùi Văn Ga (1999), *Giáo trình ô tô và ô nhiễm môi trường*, NXB Đại học Đà Nẵng.

Người phản biện: PGS.TS. Phạm Hữu Tân

GIẢM THIỂU Ô NHIỄM KHÍ XẢ CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL BẰNG THIẾT BỊ XỬ LÝ TĨNH ĐIỆN REDUCE EMISSION IN MAIRINE EXHAUST GAS OF DIESEL ENGINE BY ELECTROSTATIC PRECIPITATOR

ThS. PHẠM TRƯỜNG CHINH
PGS.TS. NGUYỄN HỒNG PHÚC; TS. TRẦN HỒNG HÀ
Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo này giới thiệu phương pháp xử lý muội trong khí xả của động cơ diesel bằng phương pháp nạp tĩnh điện. Kết quả thực nghiệm cho thấy hiệu quả xử lý muội có thể đạt tới 90% đối với các hạt muội có kích thước nhỏ hơn $1\mu\text{m}$.

Abstract

In this paper, we study method to treat particulate mater in exhaust gas by electrostatic precipitator. The results showed that treatment efficiency of the equipment could be reached to 90 % with PM size $1\mu\text{m}$.

Key words: Diesel engine, electrostatic precipitator, particulate mater.

1. Đặt vấn đề

Theo nguyên lý, quá trình cháy lý tưởng chỉ sinh ra CO_2 , H_2O và N_2 [1]. Nhưng trong thực tế, thì quá trình cháy xảy ra trong buồng cháy của động cơ không lý tưởng như vậy. Quá trình cháy thực tế sinh ra các chất độc nguy hiểm như: NO_x , CO, C_nH_m , SO_2 , và bụi hữu cơ,... Chính những chất này là nguyên nhân gây ra ô nhiễm môi trường. Ô nhiễm được hiểu như sau: “Không khí được coi là ô nhiễm khi thành phần của nó bị thay đổi do có sự hiện diện của các chất lạ gây ra những tác hại mà khoa học chứng minh được hay gây ra sự khó chịu đối với con người khi hít phải”. Để giảm thiểu ô nhiễm do khí xả từ động cơ, chúng ta lắp thêm một thiết bị nạp tĩnh điện phía xả của đường khí xả động cơ. Thiết bị này có tác dụng làm giảm thành phần muối trong khí xả xuống đến mức cho phép.

1. Tác hại của một số chất có trong khí xả động cơ diesel

CO: Là một loại khí ngạt, không màu, vô cùng nguy hiểm [1]. Nó tác dụng với hồng cầu trong máu thành chất hêmô-globin. Chất này ngăn cản sự hấp thụ oxy tiếp của các hồng cầu trong máu, làm cho máu không còn khả năng trở thành máu tươi, gây ngạt cho phổi. Khi nồng độ CO cao thì có thể gây tử vong; Ở mức trung bình sẽ ảnh hưởng đến não. Ở mức độ thấp thì CO gây ra những ảnh hưởng kéo dài như nhức đầu, chóng mặt, buồn nôn,...

NO_x : cụ thể như NO_2 , NO_3 ... là một chất có mùi khét khó chịu màu nâu. Nó đi vào cơ thể qua đường hô hấp, vào phổi, cùng với hơi nước tạo HNO_3 làm sưng, viêm phổi và làm hủy hoại các tế bào của cơ quan hô hấp, nạn nhân sẽ bị mất ngủ, ho, khó thở,...

Bụi hữu cơ: là một chất ô nhiễm đặc biệt quan trọng trong khí xả của động cơ diesel. Nó tồn tại dưới dạng những hạt rắn ngậm các hạt bụi nhiên liệu không cháy kịp. Chúng có đường kính khoảng 0,3mm nên rất dễ xâm nhập vào phổi qua đường hô hấp. Ngoài việc gây cản trở cơ quan hô hấp như bất kỳ một tạp chất hóa học nào khác, bụi hữu cơ còn là nguyên nhân gây bệnh ung thư. Ngoài ra, tổ chức y tế thế giới WHO còn cảnh báo tình trạng vô sinh ở nam giới.

Ngoài những tác hại trên, khói xả từ động cơ còn gây ra những tác hại khác. Theo nghiên cứu của các nhà khoa học châu Âu, ô nhiễm không khí không chỉ gây ảnh hưởng đến phổi, mà còn làm suy yếu chức năng tim và mạch máu, từ đó tăng nguy cơ đau tim và tử vong.

Ngoài những tác hại cho cơ thể người, khí thải từ động cơ còn gây ảnh hưởng xấu đến môi trường, cụ thể như:

Thay đổi nhiệt độ khí quyển: Với tốc độ gia tăng lượng CO_2 trong không khí như hiện nay, người ta dự đoán vào khoảng giữa thế kỷ XXII, nồng độ khí CO_2 trong không khí có thể tăng gấp đôi. Khi đó, theo dự định của các nhà khoa học, nhiệt độ sẽ tăng từ 2-3°C, một phần băng ở Bắc Cực và Nam Cực sẽ tan ra làm tăng chiều cao mực nước biển, làm thay đổi chế độ mưa gió, làm sa mạc hóa trái đất.

Ảnh hưởng đến sinh thái: Sự gia tăng hàm lượng NO_x , đặc biệt là protoxyde nito N_2O có khả năng làm tăng sự hủy hoại lớp ozone ở thượng tầng khí quyển, lớp khí cần thiết để lọc tia cực tím phát ra từ mặt trời. Tia cực tím gây ung thư da và đột biến sinh học, đặc biệt là đột biến tạo ra các vi khuẩn có khả năng làm lây lan các bệnh lạ, có khả năng dẫn tới hủy hoại sự sống của các sinh vật trên trái đất, giống như điều kiện hiện nay trên sao hỏa.

Mặt khác, các chất có tính acide như SO_2 , NO_2 , bị oxy hóa thành acide sulfuric, acide nitric hòa tan trong mưa, tuyết, sương mù,... làm hủy hoại thảm thực vật trên trái đất (mưa acide), và gây ăn mòn các công trình kim loại.

2. Một số giải pháp xử lý khí thải [2]

Nhìn chung, các giải pháp giảm ô nhiễm khí thải có thể chia thành 4 nhóm chính:

+ Nhóm thứ nhất: Tổ chức tốt quá trình cháy nhằm giảm ô nhiễm do các chất như NO_x , CO, HC ngay tại nguồn (trong xy-lanh). Nhóm này bao gồm các biện pháp liên quan đến việc tối ưu hóa kết cấu của các chi tiết, cụm chi tiết và hệ thống có ảnh hưởng đến quá trình cháy.

+ Nhóm thứ hai: Xử lý khí thải. Đây là các biện pháp nhằm đảm bảo hàm lượng các chất độc hại có trong khí thải trước khi thải vào môi trường phải nhỏ hơn giới hạn cho phép đã được quy định trong các điều luật. Có rất nhiều công nghệ khác nhau để xử lý khí thải:

kiểu xúc tác 3 đường (trung hòa 3 thành phần cơ bản trong khí thải là CO, HC và NOx); Bộ lọc PM, Bộ xử lý khí thải kiểu ô-xy hóa dùng cho động cơ diesel, Bộ xử lý NOx kiểu tích lũy,...).

+ Nhóm thứ ba: Sử dụng kết hợp các hệ thống phụ trợ. Để phát huy hiệu quả của hai nhóm giải pháp trên cũng như hạn chế sự phát thải quá mức của động cơ ở một số chế độ làm việc, cần phải sử dụng thêm các hệ thống phụ trợ như: Hệ thống kiểm soát vòng lặp kín (hồi lưu khí thải); hệ thống đảm bảo nhiệt độ khí nạp; hệ thống phun khí (ô-xy) nhằm hỗ trợ phản ứng trên đường thải; hệ thống tự chẩn đoán - OBD (OnBoard Diagnostics)...

+ Nhóm thứ tư: Các giải pháp có liên quan đến nhiên liệu. Nhiên liệu có ảnh hưởng đáng kể đến đặc tính ô nhiễm khí thải của động cơ đốt trong. Có nhiều giải pháp giảm ô nhiễm khí thải có liên quan đến nhiên liệu như: Đảm bảo sự phù hợp giữa động cơ và nhiên liệu (động cơ có tỷ số nén càng cao thì sử dụng xăng có chỉ số octan càng lớn); nâng cao chất lượng nhiên liệu (ít tạp chất và các phụ gia độc hại); sử dụng nhiên liệu xanh, nhiên liệu thay thế; sử dụng phụ gia trong nhiên liệu,....

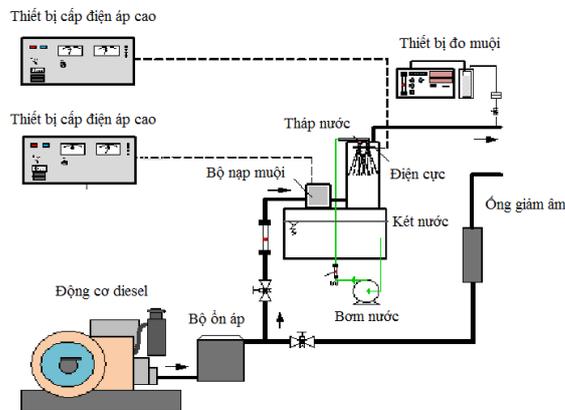
3. Giới thiệu thiết bị xử lý khí thải bằng tĩnh điện

3.1 Sơ đồ thí nghiệm

Động cơ diesel được sử dụng trong thí nghiệm có các đặc điểm như ở bảng 1, khí xả của động cơ chính là nguồn chứa muối gây ô nhiễm cần được xử lý. Hình 1 là sơ đồ thí nghiệm, trong sơ đồ này một tháp nước hình trụ làm bằng vật liệu teflon được thiết kế để xử lý muối trong khí xả bằng phương pháp nạp điện cho nước và muối. Tháp nước được trang bị bộ nạp muối đặt trước tháp nước. Bộ nạp điện cho muối gồm 4 lá cửa làm bằng thép không gỉ được đấu điện thế dương từ bộ cấp nguồn điện thế cao một chiều loại SPELLMAN có thể điều chỉnh điện thế từ 1.0 kV đến 7.5 kV. Các lá cửa này được đặt giữa 5 tấm nhôm, các tấm nhôm được nối tiếp đất. Trong tháp nước, nước được bơm từ két nước bằng một bơm ly tâm tới hai đầu vòi phun có đường kính lỗ 0.5 mm với lưu lượng (0.5÷0.8) lít/phút. Các đầu phun này tạo ra các hạt nước có đường kính (186÷210) μm. Điện cực có đường kính trong 15 mm được đặt quanh mép đầu vòi phun nước và nối với thiết bị cung cấp điện thế cao một chiều có thể điều chỉnh từ (1÷5) kV dùng để nạp điện cho các hạt nước. Các hạt nước được nạp điện âm gom muối trong khí xả và rơi xuống két, nước tương đối sạch ở gần đỉnh két được bơm quay trở lại qua các điện cực để nạp điện và tiếp tục quá trình xử lý muối tiếp theo.

Bảng 1. Đặc tính của động cơ

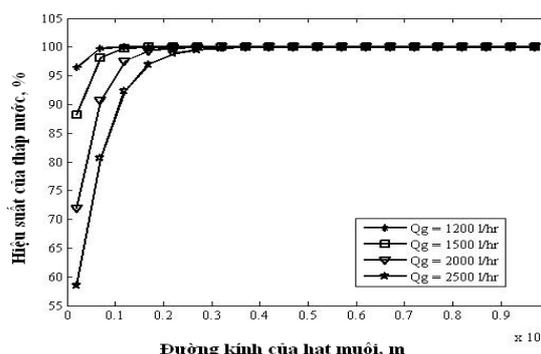
Loại động cơ	Một xy lanh, 4 kỳ
Hãng chế tạo	YANMAR NF 19-SK
Đường kính xi lanh và hành trình piston	φ 110 x 106 mm
Thể tích làm việc	1007 cm ³
Công suất cực đại	14 kW
Tốc độ cực đại	2400 rpm
Công suất định mức	12.6 kW
Tốc độ định mức	2200 rpm



Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm xử lý muối trong khí xả của động cơ diesel

3.2 Kết quả và thảo luận

Hình 2 cho thấy các kết quả khi thay đổi lưu lượng khí xả tới hiệu suất xử lý muối ở lưu lượng nước không đổi 0.8 l/phút. Tháp nước được hoạt động ở hiệu điện thế 7.5 kV để nạp muối và 5 kV để nạp nước. Ở lưu lượng khí xả 1200 lít/giờ, khi kích thước của muối tăng hiệu suất xử lý muối tăng tiến tới cực đại 100% đối với hạt muối kích thước 0.6 μm số Stokes trong cơ cấu va chạm trực tiếp tăng. Mặt khác các hạt muối với kích thước lớn nạp điện tích dễ dàng hơn làm mật độ hạt được nạp điện tăng lên, do đó cơ cấu xử lý muối bằng lực điện tăng lên góp phần làm tăng hiệu suất xử lý muối toàn bộ. Khi lưu lượng khí xả tăng hiệu suất tháp nước giảm chủ yếu phạm vi các hạt muối có kích thước nhỏ từ 0.2 đến 3.5 μm . Ở lưu lượng khí xả 2500 lít/giờ, Hiệu suất xử lý đạt lớn nhất 100% đối với các hạt muối có kích thước lớn hơn 3.5 μm . Như kết quả tính cho thấy khi lưu lượng tăng hiệu suất xử lý muối giảm trong các hạt muối có kích thước nhỏ. Tăng lưu lượng khí xả làm thời gian đi qua tháp nước của các hạt muối giảm xuống, mật độ các hạt muối thay đổi hiệu quả nạp các hạt muối giảm xuống kém hiệu quả làm giảm hiệu suất xử lý muối toàn bộ của tháp nước.



Hình 2. Ảnh hưởng của lưu lượng khí xả đến hiệu suất xử lý muối của tháp nước

4. Kết luận

Bài báo đã giới thiệu phương pháp xử lý muối trong khí xả của động cơ diesel bằng thiết bị xử lý tĩnh điện có hiệu quả cao. Kết quả đạt được khi thực nghiệm cơ cấu xử lý muối bằng lực điện mạnh có thể loại bỏ được các hạt muối có kích thước nhỏ hơn 1 μm với hiệu suất lớn hơn 90%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Ngọc Chấn (2002), *ô nhiễm không khí và xử lý khí thải tập 1, 2, 3*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2] Bùi Văn Ga (1999), *giáo trình ô tô và ô nhiễm môi trường*, NXB Đại học Đà Nẵng.
- [3] Abu Zaid, *Performance of single, direct injection diesel engine using water-fuel emulsion. Enginer conversioin and managerment* 45 (2004); 607-705.
- [4] Kweonha Park, Inseok Kwak, Seungmook Oh. 2004. *The effect of water emulsified fuel on a motorway-bus diesel engine. KSME International Juornal*. 18: 2049-2057.

Phản biện: PGS. TSKH Đỗ Đức Lưu

XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG NO_x TRONG KHÍ XẢ ĐỘNG CƠ DIESEL HANSHIN 6LU32 DETERMINATION OF NO_x IN EXHAUST GAS OF DIESEL ENGINE OF HANSHIN 6LU32

TS. NGUYỄN TRÍ MINH

Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Với mối quan tâm ngày càng tăng về sự phát thải NO_x từ các động cơ diesel, các quy định chặt chẽ về kiểm soát NO_x đang được thực hiện. Để kiểm soát được NO_x phát thải từ động cơ diesel, NO_x hình thành trong động cơ diesel phải được xác định. Bài báo giới thiệu phương pháp xác định hàm lượng NO_x trong khí xả của động cơ diesel Hanshin 6LU32.

Abstract

With growing concerns about NO_x emissions from diesel engines, stricter regulations to control NO_x are being implemented. To control NO_x emissions from diesel engine, NO_x formation in exhaust gas of diesel engine must be determined. This paper gives a method to determine NO_x in exhaust gas of Hanshin 6LU32 diesel engine.

1. Đặt vấn đề

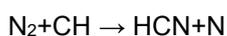
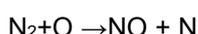
Các hợp chất nguy hại của nitơ được hình thành trong quá trình cháy nhiên liệu của động cơ diesel chủ yếu là oxit nitric (NO) và nitơ dioxit (NO₂), chúng được gọi tắt là NOx. Những khí thải này đi vào trong khí quyển thì phần lớn NO bị oxi hóa thành NO₂ gây ảnh hưởng đến môi trường như mưa axit, hình thành khói quang hóa và ảnh hưởng tới tầng ozon. Thực chất sự hình thành NOx là sự kết hợp giữa N₂ và O₂ có mặt trong hỗn hợp ở nhiệt độ cao (trên 1200°C). Trong quá trình cháy của động cơ diesel, nguồn chính tạo NOx là nitơ phân tử có trong không khí nạp. Nhiên liệu diesel nói chung chứa rất ít nitơ, ảnh hưởng của thành phần nhiên liệu đến hàm lượng NOx trong khí xả là không đáng kể. Hầu hết các tác giả nghiên cứu về sự hình thành NOx trong khí xả của động cơ diesel đều cho rằng trong khoảng thời gian cháy của động cơ diesel thì thông thường chỉ xét động học phản ứng tạo thành NO. Các kết quả còn lại được tính toán thống kê theo kết quả kinh nghiệm.

Để tính toán hàm lượng NO trong khí xả của động cơ diesel, trước tiên ta phải xác định được cơ chế hình thành NOx trong khí xả của động cơ diesel. Sau đây ta đi nghiên cứu cơ chế hình thành NOx trong khí xả của các động cơ diesel.

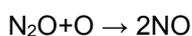
2. Cơ chế hình thành NOx trong khí xả của động cơ diesel

Quá trình cháy trong động cơ diesel thì NOx được hình thành từ hai nguồn: Nitơ phân tử trong không khí và nitơ trong nhiên liệu, trong đó nguồn chủ yếu hình thành NO là từ nitơ trong không khí.

Cơ chế hình thành oxit nitric NO được thể hiện bằng các phương trình phản ứng sau:



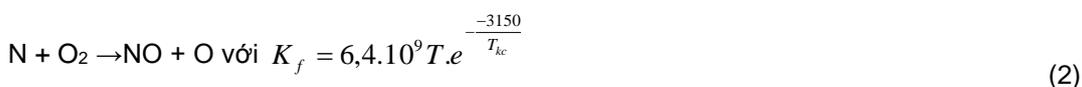
Hình thành theo cơ chế trung gian N₂O:



Phản ứng trực tiếp giữa N₂ và O₂ ở nhiệt độ cao trên 1300°C cũng hình thành NO theo phản ứng sau: $N_2 + O_2 \xrightarrow{T} 2NO$

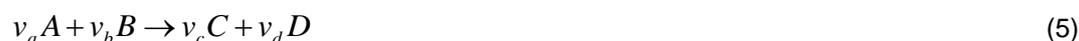
3. Tính toán hàm lượng NO trong khí thải của động cơ diesel Hanshin 6LU32

Từ phương pháp động học phản ứng của Zeldovich ta có các phương trình phản ứng gồm:



Trong đó: K_f, K_b là các hệ số phản ứng.

Xét phương trình tổng quát:



Tốc độ tạo ra một chất ở vế phải, ví dụ chất C được tính như sau:

$$\frac{d[C]}{dt} = K_f [A]^{v_a} [B]^{v_b} - K_b [A]^{v_c} [B]^{v_d} \quad (6)$$

Với giả thiết nồng độ của các chất O, O₂, H, OH, N₂ ở trạng thái cân bằng và nồng độ N, NO được khống chế bởi động học phản ứng.

Ta đặt:

$$\theta = \frac{[NO]}{[NO]_e}; \beta = \frac{[N]}{[N]_e}$$

Với chỉ số e biểu diễn trạng thái cân bằng, áp dụng cho phương trình phản ứng số (1) ta có:

$$\frac{d[NO]}{dt} = -\theta\beta K_{f1}[N]_e[NO]_e + K_b[N_2]_e[O]_e \quad (7)$$

Ở trạng thái cân bằng ta có:

$$K_{f1}[N]_e[NO]_e = K_b[N_2]_e[O]_e = R_1 \quad (8)$$

Suy ra:

$$\frac{d[NO]}{dt} = -\theta\beta R_1 + R_1 \quad (9)$$

Tương tự, áp dụng cho phương trình (2) và (3) ta có:

$$\frac{d[NO]}{dt} = -\theta R_2 + R_2 \quad (10)$$

$$\frac{d[NO]}{dt} = -\theta R_3 + R_3 \quad (11)$$

Tổng hợp 3 phương trình phản ứng (9), (10) và (11) và xét thêm ảnh hưởng của sự thay đổi thể tích sản phẩm cháy V ta có:

$$\frac{1}{V} \frac{d[NO]}{dt} = -\theta(\beta R_1 + R_2 + R_3) + R_1 + \beta(R_2 + R_3) \quad (12)$$

Tương tự với N trong các phản ứng (1), (2), (3) ta có biểu thức xác định tốc độ phản ứng tạo N:

$$\frac{1}{V} \frac{d[N]}{dt} = -\beta(\theta R_1 + R_2 + R_3) + R_1 + \theta(R_2 + R_3) \quad (13)$$

Các phương trình (12) và (13) tồn tại trong một khoảng thời gian hữu hạn mà ở đó tốc độ phản ứng đạt trạng thái cân bằng nhiệt động. Khoảng thời gian này đối với phương trình (13) nhỏ hơn rất nhiều so với phương trình (12). Do vậy, nồng độ N có thể xem là ổn định so với NO nên ta có:

$$-\beta(\theta R_1 + R_2 + R_3) + R_1 + \theta(R_2 + R_3) = 0 \quad (14)$$

Suy ra:

$$\beta = \frac{\theta(R_2 + R_3) + R_1}{\theta R_1 + R_2 + R_3} \quad (15)$$

Thế (15) vào phương trình (12) ta có phương trình tính toán tốc độ tạo NO:

$$\frac{1}{V} \frac{d[NO]}{dt} = 2(1 - \theta^2) \frac{R_1}{\theta \frac{R_1}{R_2 + R_3} + 1} \quad (16)$$

Khi tính toán tốc độ hình thành NO theo góc quay trục khuỷu, phương trình (16) có thể viết dưới dạng sau:

$$\frac{d[NO]}{d\varphi} = \frac{V}{30.n} (1-\theta^2) \frac{R_1}{\theta \frac{R_1}{R_2 + R_3} + 1} \quad (17)$$

Hoặc

$$\frac{d[NO]}{d\varphi} = \frac{RT}{p} \cdot \frac{1}{30.n} \cdot (1-\theta^2) \frac{R_1}{\theta \frac{R_1}{R_2 + R_3} + 1} \quad (18)$$

Trong đó:

V- thể tích của sản phẩm cháy, [cm³];

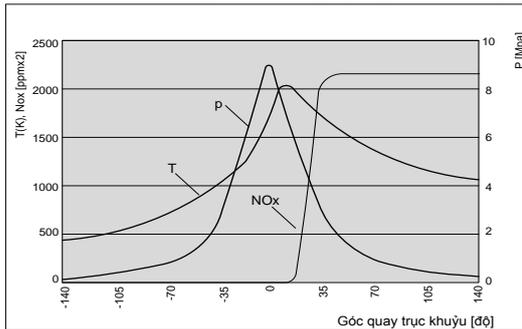
n- tốc độ quay trục khuỷu, [vg/ph];

φ- góc quay trục khuỷu, [độ].

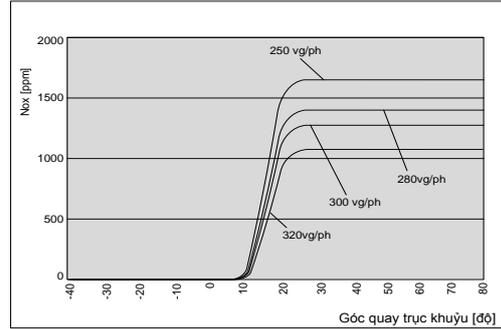
5. Kết quả tính toán và thảo luận

Xét cụ thể cho động cơ Hanshin 6LU32 có áp suất cháy cực đại $p_{max}=12\text{Mpa}$, áp suất nâng kim phun $p_{nkp}=28\text{Mpa}$, vòng quay trục khuỷu định mức $n_n = 340 \text{ vg/ph}$, góc phun sớm $GPS = 11,5^\circ\text{GQTK}$, công suất định mức 1000kWh . Từ các công thức (15),(16),(17),(18), sử dụng phần mềm Matlab để tính toán, xác định hàm lượng NOx trong khí xả của động cơ diesel Hanshin 6LU32 khi thay đổi các biến số đầu vào khác nhau (vòng quay của động cơ khác nhau).

Diễn biến sự thay đổi áp suất, nhiệt độ khí cháy và hàm lượng NOx trong khí xả của động cơ diesel Hanshin 6LU32 được thể hiện trên hình 1. Diễn biến sự hình thành NOx trong khí xả động cơ 6LU32 khi thay đổi vòng quay trục khuỷu được thể hiện trên hình 2.



Hình 1. Diễn biến p, T và hàm lượng NOx trong xilanh động cơ diesel Hanshin 6LU32 ở chế độ $p_{nkp}=28\text{Mpa}$, $GPS=11,5^\circ\text{GQTK}$, $n=320\text{vg/ph}$



Hình 2. Diễn biến hàm lượng NOx theo góc quay trục khuỷu động cơ diesel Hanshin 6LU32 ở chế độ $p_{nkp}=28\text{Mpa}$, $GPS=11,5^\circ\text{GQTK}$

Diễn biến hàm lượng NOx trong khí xả của động cơ diesel Hanshin 6LU32 khi thay đổi số vòng quay động cơ lần lượt là 250vg/ph, 280vg/ph, 300vg/ph và 320vg/ph ứng với $GPS=11,5^\circ\text{GQTK}$, áp suất nâng kim phun $p_{nkp}=28\text{Mpa}$. Theo kết quả tính toán cho thấy, sau điểm chết trên khoảng từ $25 \div 30^\circ\text{GQTK}$ hàm lượng NOx đạt giá trị cực đại và sau đó giữ không đổi, đó chính là hàm lượng NOx trong khí xả của động cơ diesel.

Khi tăng số vòng quay của động cơ diesel, hàm lượng NOx có xu hướng giảm đi rõ rệt. Nguyên nhân được giải thích là do thời gian phản ứng tạo NOx giảm (theo phương trình 16). Trong toàn bộ dải vòng quay trục khuỷu khảo sát thì tốc độ tạo thành NOx lớn nhất tại vòng quay trục khuỷu là 250 vg/ph.

6. Kết luận

Như vậy, việc khai thác động cơ ở các chế độ tải (vòng quay) khác nhau sẽ tạo ra các hàm lượng NOx trong khí xả của động cơ khác nhau. Khi vòng quay trục khuỷu động cơ càng giảm thì tốc độ hình thành NOx càng tăng lên và do đó hàm lượng NOx trong khí xả càng tăng lên.

Đối với các động cơ diesel có trạng thái kỹ thuật không tốt, trong quá trình khai thác phải giảm vòng quay thì hàm lượng NOx trong khí xả của các động cơ này sẽ tăng lên. Để đảm bảo

trong quá trình khai thác hàm lượng NOx trong khí xả của các động cơ này không tăng thì các động cơ này cần thiết phải bảo dưỡng để nâng cao chất lượng làm việc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] GS, TS. Lê Viết Lượng, *Lý thuyết động cơ diesel*, Nhà xuất bản Giáo dục, 2001.
- [2] Nguyễn Văn Bình, Nguyễn Tất Tiến, *Nguyên lý động cơ đốt trong*, NXB giao thông vận tải, 1996
- [3] Bùi Văn Ga, Phạm Xuân Mai, Trần Văn Nam, Trần Thanh Hải Tùng, *Mô hình hóa quá trình cháy trong động cơ đốt trong*, NXB giáo dục, Hà Nội, 1997.
- [4] R. Egnell. *On Zero-dimensional Modelling of Combustion and NOx formation in Diesel Engines*. ISSN: 0282-1990, 2001.
- [5] Heywood, J. B. *Internal Combustion Fundamentals*. McGraw-Hill series in mechanical engineering. 1988.
- [7] Benson, R.S. and Whitehouse, N.D. *Internal Combustion Engines*. Volumes 1 and 2. Pergamon Press. 1979.

Người phản biện: TS. Nguyễn Huy Hào

TỰ ĐỘNG HÓA TÍNH TOÁN LỰC CĂNG TRONG BĂNG ĐAI BẰNG PHƯƠNG PHÁP VÒNG THEO CHU VI THE AUTOMATION OF CALCULATION BELT TENSION BY ROUND PERIMETER METHOD

PGS. TS. ĐÀO NGỌC BIÊN
Viện KHCS, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Trong bài báo này trình bày việc tự động hóa tính toán lực căng trong băng đai bằng phương pháp vòng theo chu vi, đồng thời xây dựng chương trình tính toán tự động dựa trên ngôn ngữ lập trình Delphi.

Abstract

In this article, the automation of calculation belt tension by round perimeter method and the establishment of the program serving it by programming language Delphi are presented.

1. Đặt vấn đề

Tính toán băng đai là công việc thường gặp trong kỹ thuật cơ khí, trong đó tính toán lực căng tại các điểm đặc trưng của nó là một phần quan trọng. Tính toán lực căng trong băng đai nhằm kiểm tra độ bền của băng và tính toán lực kéo cần thiết, từ đó xác định công suất cần thiết của động cơ và chọn động cơ.

Khi tính toán lực căng của băng đai, cần thực hiện một khối lượng tính toán khá lớn, đồng thời phải nhiều lần tra số liệu từ các bảng tiêu chuẩn và vẽ biểu đồ lực căng. Việc tính toán thủ công không những mất thời gian, công sức, mà đôi khi còn bị sai sót, nhầm lẫn. Trong bài báo này trình bày việc tự động hóa tính toán lực căng trong băng đai và xây dựng chương trình tính toán tự động, bằng ngôn ngữ lập trình Delphi.

2. Nội dung tính toán lực căng trong băng đai

Để xác định lực căng tại các điểm đặc trưng của băng đai, người ta sử dụng phương pháp vòng theo chu vi. Dựa vào sơ đồ truyền động của băng đai, nếu gọi S_i là lực căng tại một điểm trên một đoạn của băng đai, nó sẽ bằng tổng lực căng tại điểm cuối S_{i-1} và lực cản $W_{i-1, i}$ của đoạn đó, nghĩa là:

$$S_i = S_{i-1} + W_{i-1, i} \quad (2.1)$$

Như vậy có thể xác định được lực căng tại một điểm đặc trưng bất kỳ của băng đai, nếu biết được lực cản ở từng phần của nó. Với phương pháp này, lực cản chuyển động sẽ được chia nhỏ cho từng đoạn cụ thể với những đặc trưng của đoạn đó về kết cấu, về hình dạng, bố trí... Trên mỗi

đoạn lực cản chuyển động là không đổi. Lực cản của băng đai được tính toán theo các trường hợp sau:

1) Đoạn thẳng ngang có tải và không tải (dùng con lăn đỡ)

$$W_{ct} = (q_v + q_b + q_{cl}^{ct})L_i\omega, \quad (2.2)$$

q_v - trọng lượng đơn vị vữa hàng, kG/m; q_b - trọng lượng đơn vị của băng kG/m; q_{cl}^{ct} - trọng lượng đơn vị của khối lượng phần quay các con lăn nhánh có tải, kG/m; L_i - chiều dài đoạn băng đai đang xét; ω - hệ số cản chuyển động của dây băng trên các con lăn đỡ.

$$W_{kt} = (q_b + q_{cl}^{kt})L_i\omega, \quad (2.3)$$

q_{cl}^{kt} - trọng lượng đơn vị của khối lượng phần quay các con lăn nhánh không tải, kG/m.

2) Đoạn thẳng nghiêng có tải và không tải (dùng con lăn đỡ)

$$W_{ct} = (q_v + q_b + q_{cl}^{ct})L_n\omega \pm (q_v + q_b)H, \quad (2.4)$$

L_n - hình chiếu của đoạn băng lên phương ngang; H - chiều cao nâng hàng; Dấu (+) lấy khi băng chuyển động lên, dấu (-), khi băng chuyển động xuống.

$$W_{kt} = (q_b + q_{cl}^{ct})L_n\omega \pm q_bH. \quad (2.5)$$

3) Đoạn cong qua nhóm con lăn

$$W_{cl} = S_v(\lambda - 1), \quad (2.6)$$

S_v - lực căng của dây băng trước đoạn cong; λ - hệ số tăng lực căng của dây băng do lực cản các con lăn đỡ, $\lambda = e^{\omega\alpha}$, ω - hệ số cản chuyển động của dây băng trên các con lăn đỡ; α - góc ở tâm đoạn cong (radian), $\alpha = 1,06...1,08\text{rad}$.

4) Đoạn cong qua tang trống

$$W_{tg} = S_v(k - 1), \quad (2.7)$$

k - hệ số tăng lực căng của bộ phận kéo do lực cản tại tang quay, phụ thuộc vào góc ôm của băng trên tang: $\alpha = 90^\circ; k_q = 1,03...1,05; \alpha = 180^\circ; k_q = 1,05...1,07$.

5) Lực cản của thiết bị vào tải

$$W_{vt} = W_t + W_m, \quad (2.8)$$

$$W_t - \text{lực cản để truyền cho hàng có tốc độ của bộ phận kéo, } W_t = \frac{Qv}{36}, \text{ kG,} \quad (2.9)$$

Q - năng suất của băng, T/h; v - tốc độ của băng, m/s.

$$W_m = \text{lực cản do thành dẫn hướng của máng vào tải, } W_m = 5l, \quad (2.10)$$

l - chiều dài thành dẫn hướng của máng, m.

6) Lực cản của thiết bị đỡ tải

- Khi đỡ tải qua tang ở cuối băng:

$$W_{dt} = 0; \quad (2.11)$$

- Khi đỡ tải kiểu gạt cố định (Dùng cho vật liệu rời):

$$W_g = (2,7...3,6)q_vB, \text{ B - chiều rộng băng, m;} \quad (2.12)$$

- Khi đỡ tải kiểu gạt di động (Dùng cho vật liệu đơn chiếc):

$$W_g = 0,6G_h, \text{ } G_h - \text{Trọng lượng kiện hàng, kG;} \quad (2.13)$$

- Khi đỡ tải bằng xe con, qua hai tang trống:

$$W_{xc} = (S_{vt} + q_v h)(k_q^2 - 1) + q_v h, \quad (2.14)$$

S_{vt} - lực căng dây băng tại điểm vào thiết bị đỡ tải; h - chiều cao đỡ tải, m.

7) Lực cản của thiết bị làm sạch:

$$W_s = \omega_s B, \quad (2.15)$$

ω_s - hệ số cản của thiết bị làm sạch băng, đối với nạo và gạt $\omega_s = 30...50$ kG/m; đối với bàn chải quay $\omega_s = 15...25$ kG/m.

Sau khi lần lượt xác định lực căng tại các điểm đặc trưng của băng, cuối cùng ta tìm được quan hệ giữa lực căng ở điểm vào tang dẫn S_v và điểm ra tang dẫn S_r : $S_v = S_r + W_{\text{tong}}$, (2.16)

W_{tong} - tổng lực cản trên suốt chiều dài dây băng.

$$\text{Mặt khác, theo O'le, giữa } S_v \text{ và } S_r \text{ có quan hệ: } S_v = S_r e^{\mu\alpha}, \quad (2.17)$$

μ - hệ số bám giữa dây băng và tang dẫn; α - góc ôm giữa dây băng và tang, rad.

Giải hệ phương trình (2.16) và (2.17), ta xác định được S_r và S_v , từ đó xác định được lực căng ở các điểm đặc trưng và vẽ biểu đồ lực căng.

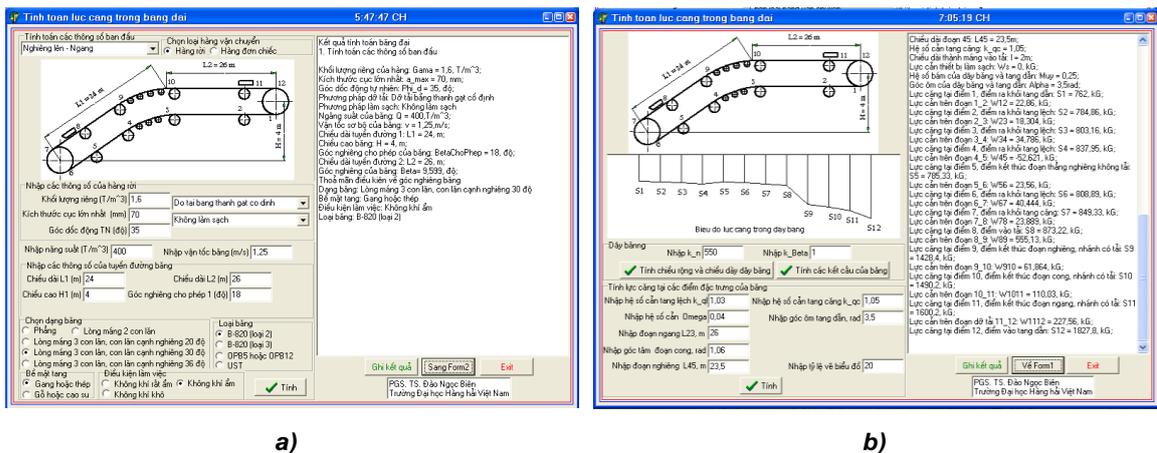
3. Xây dựng chương trình tính toán tự động lực căng

3.1 Xây dựng chương trình

Việc tính toán lực căng trong băng đai có thể được tự động hóa bằng các chương trình, xây dựng dựa trên các ngôn ngữ lập trình hiện đại. Trong số đó, Delphi là ngôn ngữ lập trình hướng đối tượng, mà nền tảng là ngôn ngữ Pascal, có cấu trúc chặt chẽ, logic, rất phù hợp với việc giải các bài toán kỹ thuật. Dùng ngôn ngữ lập trình Delphi có thể xây dựng được chương trình, cho phép không những thực hiện việc tính toán tự động, mà còn cho phép tra bảng tự động các số liệu tiêu chuẩn và vẽ các biểu đồ tự động.

Nội dung tính toán lực căng băng đai gồm: Tính toán các thông số ban đầu (Số đỡ tuyến đường, vật liệu vận chuyển, dạng băng, loại băng, điều kiện làm việc...); Tính toán sơ bộ (Chiều rộng và chiều dày dây băng, các kết cấu của dây băng, hành trình căng băng và các khối lượng đơn vị); Tính lực căng (Tính lực cản tại các đoạn của băng và lực căng tại các điểm đặc trưng). Các nội dung này có thể được tự động hóa nhờ các đối tượng của Delphi như Nhãn (Label), Ô văn bản (Editbox), Danh sách xổ (ComboBox), Ô chọn (RadioButton), Vùng văn bản (Memo)... Để tra các bảng số liệu tiêu chuẩn, dùng các thủ tục ghi và đọc bảng của Delphi. Để vẽ biểu đồ lực căng, dùng phương thức vẽ Canvas của Delphi.

Giao diện của chương trình tính toán tự động lực căng trong băng đai được trình bày trên các hình 3.1,a và 3.1,b.

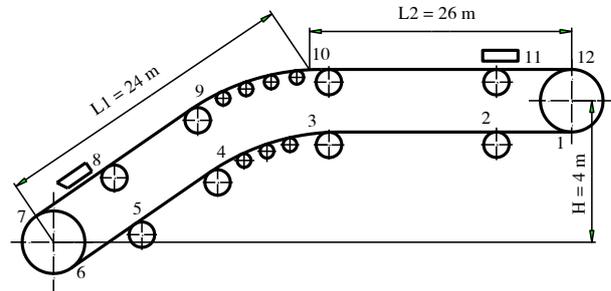


Hình 3.1. Giao diện chương trình tính toán tự động lực căng trong băng đai
a - Form1; b - Form2

3.2. Ví dụ sử dụng chương trình

Tính toán băng đai đặt nghiêng - ngang (hình 3.2), năng suất $Q = 400$ T/h để vận chuyển đá rầm chưa phân loại có khối lượng riêng $\rho = 1,6$ T/m³, kích thước cục lớn nhất $a_{max} = 70$ mm, trong khối lượng toàn bộ hàng chứa 10% loại cục đó.

Chiều dài đoạn băng nghiêng $L_1 = 24$ m, đoạn băng ngang $L_2 = 26$ m, chiều cao nâng hàng $H = 4$ m. Băng đặt trong phòng kín, không gia nhiệt. Hệ truyền động đặt ở cuối đoạn băng ngang. Dỡ tải thực hiện bằng thiết bị gạt đặt trực tiếp trước tang dẫn động



Sử dụng chương trình đã xây dựng được để tính toán, kết quả như sau (Kết quả được lấy từ File kết quả do chương trình ghi lại):

KẾT QUẢ TÍNH TOÁN BĂNG ĐAI

1. Tính toán các thông số ban đầu

Khối lượng riêng của hàng: $\gamma = 1,6$, T/m³; Kích thước cục lớn nhất: $a_{max} = 70$, mm;

Góc dốc động tự nhiên: $\Phi_d = 35$, độ; Phương pháp dỡ tải: Dỡ tải bằng thanh gạt cố định; Phương pháp làm sạch: Không làm sạch; Năng suất của băng: $Q = 400$, T/h; Vận tốc của băng: $v = 1,25$, m/s; Chiều dài tuyến đường 1: $L_1 = 24$, m; Chiều cao băng: $H = 4$, m; Góc nghiêng cho phép của băng: $\beta_{choPhep} = 18$, độ; Chiều dài tuyến đường 2: $L_2 = 26$, m; Góc nghiêng của băng: $\beta = 9,599$, độ; Thỏa mãn điều kiện về góc nghiêng băng; Dạng băng: Lòng máng 3 con lăn, con lăn cạnh nghiêng 30°; Bề mặt tang: Gang hoặc thép; Điều kiện làm việc: Không khí ẩm; Loại băng: B-820 (loại 2);

Hình 3.2. Sơ đồ băng đai

2. Tính toán sơ bộ

2.1 Tính chiều rộng và chiều dày dây băng

Chiều rộng tính toán của dây băng: $B = 0,71832$, m; Chiều rộng băng đai tiêu chuẩn tra bảng được là: $B = 800$ mm; Số lớp màng cốt của băng: $i = 4$; Chiều dày một lớp màng cốt: $\Delta_m = 1,5$, mm; Chiều dày lớp cao su mặt làm việc: $\Delta_l = 3$, mm; Chiều dày lớp cao su mặt không làm việc: $\Delta_k = 1$, mm; Giới hạn bền của lớp màng cốt: $X_{ikmaBen_m} = 55$, kG/cm; Chiều dày dây băng: $\Delta = 10$, mm;

2.2 Tính các kết cấu của dây băng

Hệ số xác định đường kính tang: $a = 125$; Đường kính tang truyền động tính được: $D_{tt} = 500$, mm; Đường kính tiêu chuẩn tang truyền động tra bảng được: $D_{tc} = 500$, mm; Đường kính tang bị động tính được: $D_{bdtt} = 400$, mm; Đường kính tiêu chuẩn của tang bị động tra được: $D_{bd} = 400$, mm; Đường kính tính toán của tang lệch: $D_{lechtt} = 325$, mm; Chiều dài tang truyền động và tang lệch: $L = 950$, mm; Đường kính con lăn: $d_{cl} = 127$, mm; Khoảng cách giữa các con lăn nhánh tải: $l_{clt} = 1,3$, mm; Khoảng cách giữa các con lăn nhánh không tải: $l_{clk} = 2,5$, mm; Khối lượng phần quay của các con lăn nhánh tải là 22, kG; Khối lượng phần quay của các con lăn nhánh không tải là 22, kG.

2.3 Tính hành trình căng băng

Hệ số dẫn dài của dây băng đoạn nghiêng: $k_1 = 0,015$; Hệ số dẫn dài của dây băng đoạn thẳng: $k_2 = 0,01$; Hành trình căng băng: $X = 0,61496$, m.

2.4 Tính các khối lượng đơn vị

Tải trọng riêng của băng: $q_0 = 8,8$, kG/m; Tải trọng riêng của hàng: $q = 88,889$, kG/m; Tải trọng riêng của phần quay các con lăn nhánh tải: $q_{clt} = 16,923$, kG/m; Tải trọng riêng của phần quay các con lăn nhánh không tải: $q_{clk} = 8,8$, kG/m.

3. Tính lực căng trong băng đai

Hệ số cản quay của tang lệch: $k_{ql} = 1,03$; Hệ số cản chuyển động của dây băng trên các con lăn: $\omega = 0,04$; Góc ở tâm đoạn cong: $\alpha = 1,06$ rad; Hệ số lực cản dây băng do lực cản các con lăn đỡ: $k = 1,0433$ rad; Chiều dài đoạn 45: $L_{45} = 23,5$ m; Hệ số cản tang căng: $k_{qc} = 1,05$; Chiều dài thành máng vào tải: $l = 2$ m; Lực cản thiết bị làm sạch: $W_s = 0$, kG; Hệ số bám của dây băng với tang dẫn: $\mu = 0,25$; Góc ôm của dây băng với tang dẫn: $\alpha = 3,5$ rad; Lực căng

tại điểm 1, điểm ra khỏi tang dẫn: $S1 = 762, \text{ kG}$; Lực cản trên đoạn 1_2: $W12 = 22,86, \text{ kG}$; Lực căng tại điểm 2, điểm ra khỏi tang lệch: $S2 = 784,86, \text{ kG}$; Lực căng trên đoạn 2_3: $W23 = 18,304, \text{ kG}$; Lực căng tại điểm 3, điểm ra khỏi tang lệch: $S3 = 803,16, \text{ kG}$; Lực cản trên đoạn 3_4: $W34 = 34,786, \text{ kG}$; Lực căng tại điểm 4, điểm ra khỏi tang lệch: $S4 = 837,95, \text{ kG}$; Lực cản trên đoạn 4_5: $W45 = -52,621, \text{ kG}$; Lực căng tại điểm 5, điểm kết thúc đoạn thẳng nghiêng không tải: $S5 = 785,33, \text{ kG}$; Lực cản trên đoạn 5_6: $W56 = 23,56, \text{ kG}$; Lực căng tại điểm 6, điểm ra khỏi tang lệch: $S6 = 808,89, \text{ kG}$; Lực cản trên đoạn 6_7: $W67 = 40,444, \text{ kG}$; Lực căng tại điểm 7, điểm ra khỏi tang căng: $S7 = 849,33, \text{ kG}$; Lực cản trên đoạn 7_8: $W78 = 23,889, \text{ kG}$; Lực căng tại điểm 8, điểm vào tải: $S8 = 873,22, \text{ kG}$; Lực cản trên đoạn 8_9: $W89 = 555,13, \text{ kG}$; Lực căng tại điểm 9, điểm kết thúc đoạn nghiêng, nhánh có tải: $S9 = 1428,4, \text{ kG}$; Lực cản trên đoạn 9_10: $W910 = 61,864, \text{ kG}$; Lực căng tại điểm 10, điểm kết thúc đoạn cong, nhánh có tải: $S10 = 1490,2, \text{ kG}$; Lực cản trên đoạn 10_11: $W1011 = 110,03, \text{ kG}$; Lực căng tại điểm 11, điểm kết thúc đoạn ngang, nhánh có tải: $S11 = 1600,2, \text{ kG}$; Lực cản trên đoạn đỡ tải 11_12: $W1112 = 227,56, \text{ kG}$; Lực căng tại điểm 12, điểm vào tang dẫn: $S12 = 1827,8, \text{ kG}$.

Kết quả trên hoàn toàn trùng lặp với kết quả tính toán theo phương pháp thủ công, trình bày trong [1], điều này minh chứng cho tính chính xác của chương trình.

4. Kết luận

1. Bài báo đã trình bày tổng quan nội dung tính toán lực căng trong băng đai và việc tự động hóa tính toán bằng các ngôn ngữ lập trình hiện đại.

2. Xây dựng được chương trình, cho phép thực hiện tính toán, tra bảng các số liệu tiêu chuẩn và vẽ biểu đồ lực căng một cách tự động. Chương trình có giao diện thân thiện, dễ sử dụng, thực hiện tính toán nhanh chóng, chính xác, giảm đáng kể thời gian, công sức tính toán và tạo điều kiện lựa chọn kết quả tính toán tối ưu.

3. Chương trình trên có thể được sử dụng trong thực tế tính toán băng đai vận chuyển liên tục và trong công tác giảng dạy, học tập, như một giáo cụ điện tử.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Đức (1997), *Tính toán máy vận chuyển*, Trường ĐHHH Việt Nam
- [2] Phạm Đức (2010), *Máy vận chuyển liên tục*, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, Hà Nội
- [3] Huỳnh Văn Hoàng, Đào Trọng Thường (1975), *Tính toán máy trục*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [4] Nguyễn Văn Hợp, Phạm Thị Nghĩa, Lê Thiện Thành (2000), *Máy trục vận chuyển*, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, Hà Nội.
- [5] Nguyễn Thị Xuân Hương (2009), *Máy vận chuyển liên tục*, Trường ĐHHHVN.
- [6] Đào Trọng Thường (1993), *Máy nâng chuyển*, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.
- [7] Ю. А. Пертен (1984), *Конвейеры*, Изд. "Машиностроение", Ленинград.
- [8] Н. Е. Ромакин (2008), *Машины непрерывного транспорта*, Изд. "Академия", Москва.
- [9] Н. Е. Ромакин (2011), *Конструкция и расчёт конвейеров*, Изд. "Тонкие Наукоёкие Технологии", Старый Оскол .

Phản biện: GS. TS. Lê Viết Lượng

THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI BỀN VỮNG CHO CHUYỂN ĐỘNG HAI CHIỀU CỦA CẦU TRỤC

DESIGN OF AN ADAPTIVE ROBUST CONTROLLER FOR 2D MOTION OF AN OVERHEAD CRANE

TS. LÊ ANH TUẤN

Khoa Cơ khí, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Nghiên cứu này phát triển một bộ điều khiển thích nghi trượt cho cầu trục trong trường hợp không biết khối lượng hàng và các yếu tố cản. Sử dụng hai tín hiệu vào gồm lực kéo xe con và lực nâng hàng, bộ điều khiển cùng lúc thực hiện bốn nhiệm vụ: dẫn động xe con, nâng hàng, giữ nhỏ góc lắc trong quá trình vận chuyển, và triệt tiêu hoàn toàn góc lắc hàng ở đích đến. Chất lượng của bộ điều khiển được kiểm chứng bằng mô phỏng và

thực nghiệm. Kết quả cho thấy bộ điều khiển làm việc tốt và tất cả các đáp ứng đều ổn định tiệm cận.

Abstract

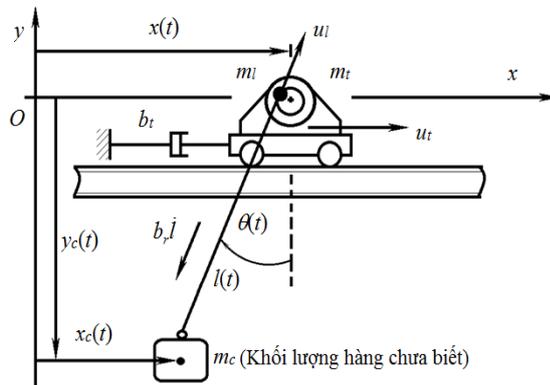
This study develops an adaptive sliding mode controller of an overhead crane in the case of no priori knowledge of the payload mass and damped elements. Using two inputs composed of trolley-driving force and cargo-lifting force, the controller simultaneously executes four duties, including tracking the trolley, hoisting the cargo, keeping the cargo swing small during transient state, and completely eliminating the payload angle at destination. Numerical simulations and experiments are conducted to investigate the quality of the controller. The results show that the controller works well and all system responses are asymptotically stabilized.

Key words: Adaptation mechanism, Lyapunov analysis, sliding mode control, overhead cranes

1. Giới thiệu chung

Cầu trục là thiết bị nâng hạ sử dụng phổ biến trong các nhà xưởng công nghiệp. Các cầu trục ngày nay có tốc độ khai thác cao do yêu cầu tăng năng suất vận chuyển. Điều này có thể dẫn đến sự lắc hàng lớn và sự chuyển động không chính xác của các cơ cấu nếu không có chiến lược điều khiển tốt.

Cho đến nay, đã có nhiều công trình đề xuất các bộ điều khiển cho chuyển động của cầu trục dựa trên các kỹ thuật điều khiển khác nhau từ cổ điển đến hiện đại. Các giải pháp kinh điển để điều khiển cầu trục có thể kể đến như điều khiển phi tuyến [1], tối ưu [2], điều khiển thích nghi [3] và điều khiển bền vững [4]. Gần đây, các phương pháp điều khiển hiện đại đã được áp dụng vào cầu trục như logic mờ [5], mạng nơ-ron [6].



Hình 1. Mô hình vật lý cầu trục

Công trình này xây dựng một bộ điều khiển cho cầu trục bằng cách kết hợp hai kỹ thuật điều khiển gồm điều khiển bền vững SMC (sliding mode control) và điều khiển thích nghi dựa trên mô hình tham chiếu MRAC (model-reference adaptive control). Cấu trúc điều khiển gồm một luật điều khiển trượt và một cơ cấu thích nghi để cập nhật thông tin của các tham số chưa biết hoặc tham số thay đổi như khối lượng mã hàng, các yếu tố cản trong quá trình chuyển động của cần trục. Với hai tín hiệu điều khiển là lực kéo xe con u_t và lực nâng hàng u_l bộ điều khiển sẽ dẫn động chính xác vị trí xe con x , vị trí hàng trên cáp l , giữ nhỏ và triệt tiêu hoàn toàn sự lắc hàng θ ở đích đến của tải.

Cấu trúc bài báo gồm: Mục 1 giới thiệu chung. Mục 2 mô tả sơ lược mô hình toán cầu trục. Mục 3 thiết kế bộ điều khiển gồm luật điều khiển trượt và cơ cấu thích nghi. Mục 4 tiến hành mô phỏng số và nghiên cứu thực nghiệm. Các kết luận được nêu trong mục 5.

2. Mô hình toán

Mô hình vật lý (hình 1) và mô hình toán trong trường hợp cầu trục chuyển động hai chiều được nêu rõ trong công trình [7]. Chuyển động của cầu trục được mô tả bằng ba phương trình vi phân thường, được viết gọn dưới dạng phương trình ma trận:

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

với

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

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, $\mathbf{F} = [u_t \quad u_l \quad 0]^T$ là véc tơ tín hiệu điều khiển gồm hai lực từ động cơ dẫn động, và $\mathbf{q} = [x \quad l \quad \theta]^T$ là véc tơ tọa độ suy rộng gồm ba biến cần điều khiển.

3. Thiết kế bộ điều khiển

Tín hiệu điều khiển \mathbf{q} được chia thành tín hiệu điều khiển trực tiếp $\mathbf{q}_a = [x \quad l]^T$ và tín hiệu điều khiển gián tiếp $q_u = \theta(t)$. Trong thực tế, kích thước và khối lượng hàng nâng m_c thay đổi theo chu kỳ làm việc, phụ thuộc vào loại hàng nâng. Các yếu tố cản b_t và b_r phụ thuộc vào điều kiện thời tiết và môi trường khai thác cần trục. Bộ điều khiển được thiết kế gồm một luật điều khiển SMC và một cơ cấu thích nghi dùng để ước lượng các tham số chưa biết nêu trên.

3.1 Luật điều khiển

Hàng thứ ba của phương trình ma trận (1) mô tả động lực học sự lắc hàng, được viết lại:

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

Thay phương trình (2) vào hàng thứ nhất của (1) và kết hợp với hàng thứ hai, ta được hệ gồm hai phương trình vi phân thường, được viết gọn lại thành một phương trình ma trận:

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

với

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

Xét mặt trượt

$$\mathbf{s} = [s_1 \quad s_2]^T = \dot{\mathbf{e}}_a + \lambda \mathbf{e}_a + \alpha \mathbf{e}_u = (\dot{\mathbf{q}}_a - \dot{\mathbf{q}}_{ad}) + \lambda (\mathbf{q}_a - \mathbf{q}_{ad}) + \alpha q_u \quad (4)$$

với $\mathbf{e}_a = [x - x_d \quad l - l_d]^T$ và $e_u = \theta$ là các sai số tín hiệu, $\lambda = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2)$ và

$\alpha = [\alpha_1 \quad 0]^T$ là các tham số thiết kế.

Luật điều khiển \mathbf{U} vừa được thiết kế có dạng

$$\mathbf{U}_{eq} = \bar{\mathbf{M}}(\mathbf{q}) \left\{ \begin{array}{l} \ddot{\mathbf{q}}_{ad} - 2\lambda(\dot{\mathbf{q}}_a - \dot{\mathbf{q}}_{ad}) - \lambda^T \lambda (\mathbf{q}_a - \mathbf{q}_{ad}) \\ -\alpha \dot{q}_u - \lambda \alpha q_u \end{array} \right\} + \mathbf{B}\dot{\mathbf{q}}_a + \bar{\mathbf{C}}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{q}_u + \bar{\mathbf{G}}(\mathbf{q}) \quad (5)$$

dùng để ổn định phương trình vi phân

$$\dot{\mathbf{s}} + \lambda \mathbf{s} = \mathbf{0} \quad (6)$$

Rõ ràng, mặt trượt mô tả trong (6) ổn định số mũ với mọi λ xác định dương.

3.2 Cơ cấu thích nghi

Cấu trúc thích nghi dùng để ước lượng các tham số chưa biết m_c , b_t và b_r . Các tham số này được biểu diễn bằng tham số ước lượng \hat{m}_c , \hat{b}_t và \hat{b}_r . Khi đó, luật điều khiển thích nghi tương ứng với (5) sẽ là

$$\hat{\mathbf{U}} = \hat{\mathbf{M}}(\mathbf{q}) \left\{ \begin{array}{l} \ddot{\mathbf{q}}_{ad} - 2\lambda(\dot{\mathbf{q}}_a - \dot{\mathbf{q}}_{ad}) - \lambda^T \lambda (\mathbf{q}_a - \mathbf{q}_{ad}) \\ -\alpha \dot{q}_u - \lambda \alpha q_u \end{array} \right\} + \hat{\mathbf{B}}\dot{\mathbf{q}}_a + \hat{\mathbf{C}}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{q}_u + \hat{\mathbf{G}}(\mathbf{q}) \quad (7)$$

Trong đó, các ma trận ước lượng $\hat{\mathbf{M}}, \hat{\mathbf{B}}, \hat{\mathbf{C}}, \hat{\mathbf{G}}$ được xác định bằng cách thay m_c, b_t và b_r bởi \hat{m}_c, \hat{b}_t và \hat{b}_r trong các phần tử của các ma trận $\bar{\mathbf{M}}(\mathbf{q}), \bar{\mathbf{B}}, \bar{\mathbf{C}}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}), \bar{\mathbf{G}}(\mathbf{q})$. Bằng kỹ thuật MRAC, một cơ cấu thích nghi được đề xuất như sau:

$$\dot{\hat{m}}_c = -\gamma_1 (\sin \theta s_1 - s_2) \left\{ (\sin \theta \ddot{x}_r - \ddot{l}_r + l\dot{\theta}^2 + g \cos \theta) + m_c \cos \theta \dot{\theta} \left(1 / (\hat{m}_c - m_c) \right) s_1 \right\} \quad (8)$$

$$\dot{\hat{b}}_t = -\gamma_2 \dot{x} s_1 \quad (9)$$

$$\dot{\hat{b}}_r = -\gamma_3 \dot{l} s_2 \quad (10)$$

với $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ là các hằng dương. \ddot{x}_r và \ddot{l}_r được mô tả bởi

$$\ddot{x}_r = \ddot{x}_d - 2\lambda_1 (\dot{x} - \dot{x}_d) - \lambda_1^2 (x - x_d) - \alpha_1 \dot{\theta} - \lambda_1 \alpha_1 \theta \quad (11)$$

$$\ddot{l}_r = \ddot{l}_d - 2\lambda_2 (\dot{l} - \dot{l}_d) - \lambda_2^2 (l - l_d) \quad (12)$$

3.3 Luật điều khiển thích nghi bền vững

Bằng cách thêm thành phần hàm dấu của mặt trượt vào luật điều khiển thích nghi (7), ta được luật điều khiển thích nghi bền vững

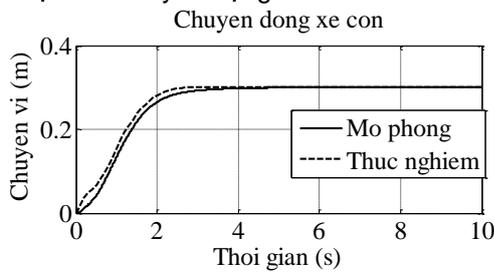
$$\mathbf{U} = \hat{\mathbf{U}} - \mathbf{K} \text{sgn}(\mathbf{s}) \quad (13)$$

4. Mô phỏng và nghiên cứu thực nghiệm

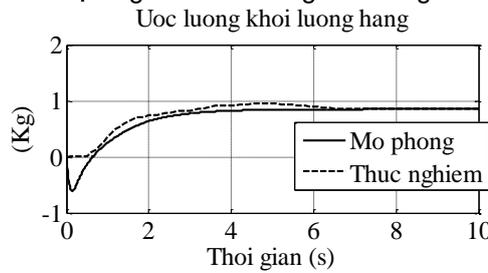
Mô hình toán cầu trục (1) dẫn động bởi luật điều khiển (13) kết hợp với cấu trúc thích nghi (8)-(12) được mô phỏng số trên môi trường MATLAB. Thuật toán điều khiển này cũng được thực nghiệm tiến hành trên cầu trục 3D crane của hãng InTeCo [7]. Các tham số sử dụng cho mô phỏng gồm: $m_t = 5$ kg, $m_l = 2$ kg, và $g = 9.81$ m/s². Khối lượng thực của hàng và các yếu tố cản được giả thiết bằng: $m_c = 0.85$ kg, $b_t = 20$ N.s/m, và $b_r = 50$ N.s/m. Giá trị đầu của các tham số ước lượng $\hat{m}_c(0) = 0$, $\hat{b}_t(0) = \hat{b}_r(0) = 0$ đồng nghĩa với không biết thông tin ban đầu của các tham số này. Các tham số của bộ điều khiển gồm: $\lambda_1 = 1.4$, $\lambda_2 = 0.9$, $\alpha_1 = 4$, $\varepsilon = 0.05$, $\mathbf{K} = \text{diag}(2, 0.1)$, $\gamma_1 = 4$, $\gamma_2 = \gamma_3 = 0.1$. Kết quả mô phỏng và thực nghiệm được thể hiện trên hình 2 và 3. Xe con chuyển động chính xác đến đích 0.3 m. Hàng được hạ từ 0.2 m đến 0.5 m chiều dài cáp. Góc lắc hàng được giữ nhỏ (<3^o) trong suốt quá trình vẫn chuyển và triệt tiêu hoàn toàn ở đích đến. Các tham số ước lượng tiến đến các giá trị cố định khác với giá trị thực. Điều này được lý giải rằng có nhiều giá trị của tham số ước lượng đảm bảo hệ ổn định tiệm cận. Cơ cấu thích nghi không nhất thiết phải chỉ ra giá trị thực của nó, chỉ cần đáp ứng ổn định tiệm cận là đủ.

5. Kết luận

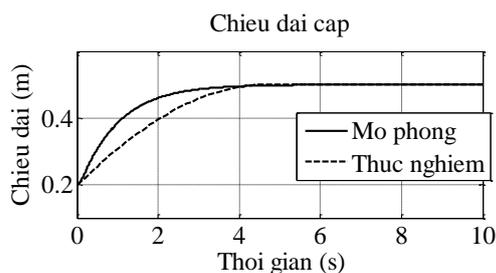
Công trình vừa xây dựng được một bộ điều khiển thích nghi trượt giúp cầu trục chống lắc hàng và hoạt động chính xác. Bộ điều khiển làm việc hiệu quả ngay cả khi không có thông tin của một vài tham số như khối lượng mã hàng, các yếu tố cản. Kết quả mô phỏng và thực nghiệm cho thấy bộ điều khiển ổn định hóa tất cả các đáp ứng của hệ. Mở rộng bài toán điều khiển thích nghi trượt cho chuyển động ba chiều của cầu trục sẽ được nghiên cứu trong các công trình tiếp theo.



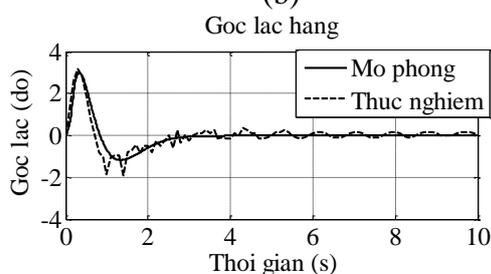
(a)



(a)

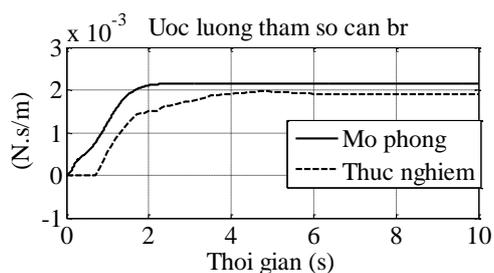


(b)

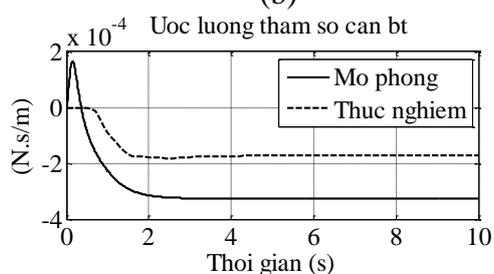


(c)

Hình 2. Đáp ứng của hệ



(b)



(c)

Hình 3. Ước lượng các tham số

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Y. Fang, B. Ma, P. Wang, and X. Zhang, A motion planning-based adaptive control method for an under-actuated crane system, IEEE Transactions on Control Systems Technology, 20 (1) (2012) 241-248.
- [2] Z. Wang, A problem with the LQ control of overhead cranes, Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, 128 (2) (2006) 436-440.
- [3] Y. J. Hua and Y. K. Shine, Adaptive coupling control for overhead crane systems, Mechatronics, 17 (2-3) (2007) 143-152.
- [4] M. A. Karkoub and M. Zribi, Robust control schemes for an overhead crane, Journal of Vibration and Control, 7 (3) (2001) 396-416.
- [5] C. Y. Chang and K. H. Chiang, Fuzzy projection control law and its application to the overhead crane, Mechatronics, 18 (10) (2008) 607-615.
- [6] H. C. Cho, M. S. Fadali, Y. J. Lee, and K. S. Lee, Neural robust control for perturbed crane systems, Journal of Mechanical Science and Technology, 20 (5) (2006) 591-601.
- [7] T. A. Le, G. H. Kim, M. Y. Kim and S. G. Lee, Partial feedback linearization control of overhead cranes with varying cable lengths, International Journal of Precision Engineering And Manufacturing, 13 (4) (2012) 501-507.

Người phản biện: TS. Nguyễn Mạnh Thường

XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN DUNG TÍCH CHỖ CONTAINER TRONG THIẾT KẾ TÀU CONTAINER

CREATE A METHOD TO DEFINE THE CAPACITY OF CONTAINERS IN DESIGNING CONTAINERSHIPS

TS. TRẦN NGỌC TÚ

Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo trình bày phương pháp xác định dung tích chỗ container cho tàu container trong giai đoạn thiết kế ban đầu, trên cơ sở giải quyết các bài toán liên quan đến: xây dựng các nguyên tắc xếp container trong khoang hàng và trên boong, giải phương trình khối lượng và ổn định cho tàu thiết kế.

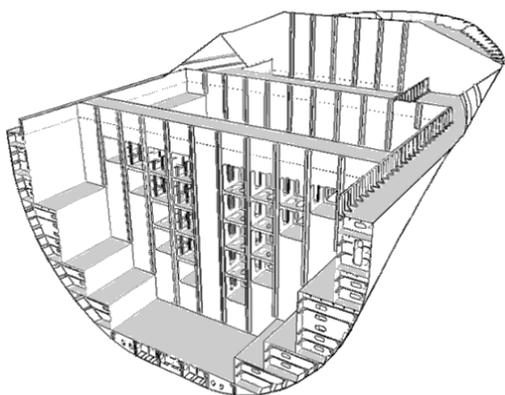
Abstract

This paper presents the method which is used for defining the capacity of containers for containerships, this is created base on solving the relative problems: Create the principle

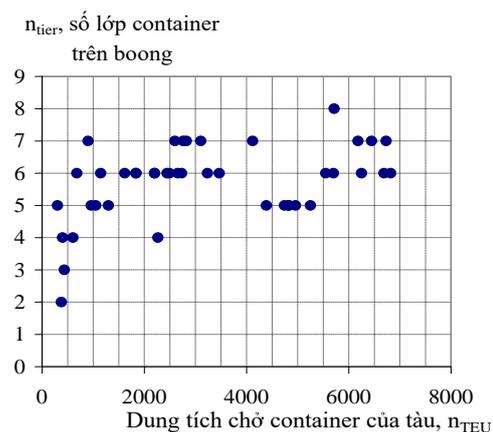
of container arrangement in cargoholds and on deck; mass equation and stability problems.

1. Giới thiệu

Đặc trưng của tàu container là vận chuyển các container có kích thước tiêu chuẩn nên kích thước khoang hàng của tàu container sẽ là bội số của kích thước các container và hình dáng của khoang hàng sẽ có dạng hộp (hình 1). Do vậy, trong quá trình thiết kế tàu container, để có thể xác định được chính xác dung tích chở container của tàu ta cần phải thêm vào bài toán xếp container cho tàu.



Hình 1. Đặc trưng hình dáng khoang hàng tàu container



Hình 2. Quan hệ giữa số lớp container trên boong tàu với dung tích chở container của tàu

Trong bài toán xếp container, số lớp container trong khoang hàng có thể được xác định một cách chính xác từ giới hạn độ sâu khoang hàng (là khoảng cách từ sàn đáy đôi lên đến mặt dưới của nắp hầm hàng). Tuy nhiên, rất khó xác định chính xác số lớp container xếp trên boong bởi không có giới hạn cố định chiều cao xếp hàng trên boong, và theo thống kê thì với dung tích chở container như nhau nhưng số lớp container trên boong ở các tàu khác nhau là khác nhau (hình 2). Như vậy, câu hỏi được đặt ra ở đây là số lớp container ở trên boong tàu và dung tích chở container của tàu sẽ được xác định dựa trên cơ sở nào.

Xuất phát từ những vấn đề nêu trên, trong bài báo này tác giả tập trung đi vào giải quyết các vấn đề có liên quan đến việc xác định dung tích chở container cho tàu dựa trên mối quan hệ với các thông số đặc trưng của tàu. Kết quả nghiên cứu được trình bày trong các phần sau.

2. Xây dựng các nguyên lý xếp container

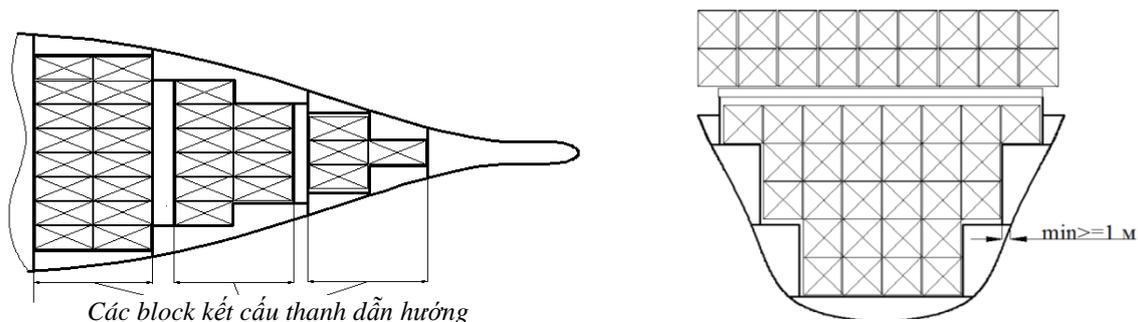
Trên cơ sở nghiên cứu về đặc điểm xếp container trong khoang hàng và trên boong tàu ở các tàu container hiện đại, tác giả [4] đã khái quát được các yêu cầu về mặt xếp container trong khoang hàng và trên boong như sau:

- Cảnh dài của container được xếp dọc theo chiều dài tàu;
- Kích thước khe hở giữa lớp container trên cùng trong khoang với lớp container đầu tiên trên boong là 0,8 m (trên cơ sở tính đến chiều cao của nắp hầm hàng và khe hở giữa lớp container trên cùng trong khoang với nắp hầm hàng);
- Khe hở giữa đường bao của container với đường tuyến hình không được nhỏ hơn 1 m (giá trị này có thể nhỏ hơn, phụ thuộc vào công nghệ hàn tàu của nhà máy);
- Hiệu số dãy container theo chiều rộng tàu giữa hai lớp container liền nhau là một số chẵn;
- Trong một block dẫn hướng thì hiệu số dãy container theo chiều rộng tàu giữa hay ô container 20ft liền kề nhau là một số chẵn;
- Đối với các tàu container có dung tích chở dưới 1000 TEU thì số dãy container trên boong theo chiều rộng tàu sẽ lớn hơn một container so với số dãy container ở lớp trên cùng trong khoang hàng tại cùng một ô [3];

- Đối với các tàu container có dung tích chở trên 1000 TEU thì số dãy container trên boong theo chiều rộng tàu sẽ lớn hơn hai container so với số dãy container ở lớp trên cùng trong khoang hàng tại cùng một ô [3];

- Tại mặt boong trên buồng máy sẽ bố trí thêm các ô container 20ft bổ sung;

Trong quá trình xếp container trên boong, số lớp container trên boong sẽ được xác định sơ bộ dựa trên các số liệu thống kê. Số lớp này sẽ được hiệu chỉnh lại sau khi giải phương trình khối lượng và tính toán ổn định cho tàu.



Hình 3. Nguyên lý xếp container trong khoang hàng

Trong quá trình xếp container trong khoang hàng và trên boong sẽ đồng thời tiến hành việc tính toán tọa độ trọng tâm của khối hàng và dung tích chở container của tàu.

3. Phương trình khối lượng

Đặc trưng của phương trình khối lượng dùng để hiệu chỉnh số lớp container trên boong tàu có dạng như sau:

$$\Delta_m - \left(\sum_i m_i + n'_{con} m_{con} \right) = n''_{con} m_{con} \quad (1)$$

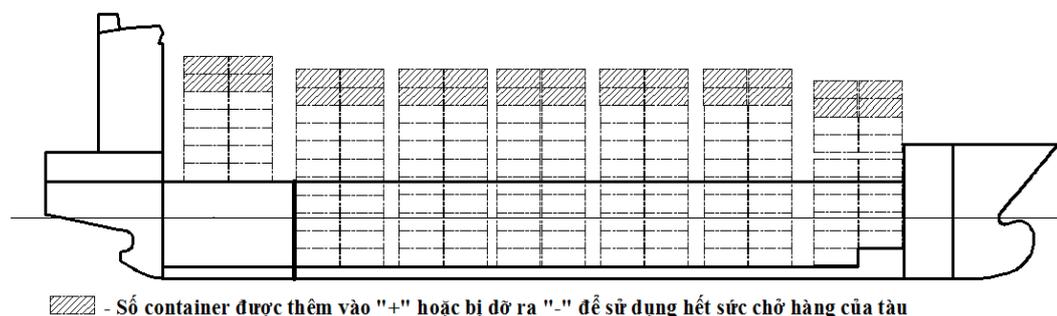
Trong đó: Δ_m – lượng chiếm nước toàn tải của tàu;

$\sum_i m_i$ – tổng tất cả các thành phần khối lượng trên tàu ngoại trừ khối lượng hàng hóa;

m_{con} – khối lượng trung bình của một container 20ft;

n'_{con} – số container trong khoang hàng và trên boong tàu, thu được từ bài toán xếp container ở trên;

n''_{con} – số container được thêm vào “+” hoặc phải dỡ ra “-” để có thể sử dụng được hết khả năng chở hàng của tàu.



Hình 4. Sơ đồ mô tả phương pháp hiệu chỉnh số lớp container trên boong tàu khi giải phương trình khối lượng

Phương trình (1) cho phép người thiết kế hiệu chỉnh được số container mà tàu có thể chuyên chở được xét ở khía cạnh tận dụng hết khả năng chở hàng của tàu. Ở đây ta cũng thấy

ràng, số container mà tàu có thể chuyên chở được sẽ phụ thuộc vào khối lượng trung bình của một container theo nhiệm vụ thư thiết kế.

Sau khi giải phương trình khối lượng, ta sẽ tiến hành tính toán lại số container trên tàu cũng như tọa độ trọng tâm của chúng. Nếu sau khi hiệu chỉnh, số container còn lại trên tàu nhỏ hơn yêu cầu về số container từ nhiệm vụ thư thiết kế thì ta cần phải thay đổi lại phương án kích thước của tàu.

4. Ổn định, phương pháp nhận ballast để đảm bảo ổn định cho tàu

Tàu container với đặc trưng là vận chuyển một phần lớn container ở trên mặt boong (số container được chuyên chở trên boong có thể chiếm 50÷70% tổng số container mà tàu có thể chuyên chở được [1]), làm cho trọng tâm của tàu bị dâng cao, từ đó dẫn đến giá trị chiều cao tâm nghiêng ban đầu của tàu rất nhỏ. Do vậy, xét ở khía cạnh đảm bảo ổn định cho tàu thì cần phải lựa chọn hợp lý tỷ số B/T . Tuy nhiên, nếu tăng tỷ số B/T lên quá cao sẽ gây ảnh hưởng xấu đến nhiều chỉ số kinh tế-kỹ thuật của tàu. Do vậy, một trong những đặc trưng khai thác của tàu container là sử dụng đồng thời hai biện pháp đó là, lựa chọn hợp lý các tỷ số kích thước và sử dụng ballast để đảm bảo ổn định cho tàu. Trong đó khối lượng ballast nhận vào có thể chiếm đến 30% trọng tải của tàu [2].

Việc tiếp nhận ballast vào tàu sẽ được tiến hành nếu ổn định của tàu không thỏa mãn các yêu cầu của Quy phạm. Khi đó ballast sẽ được nhận vào tàu đồng thời với việc dỡ các container ra theo trình tự bắt đầu từ lớp container trên cùng xuống dưới của từng bay container. Việc làm này nhằm mục đích hạ thấp trọng tâm của tàu để đảm bảo tính ổn định cho tàu. Quá trình này sẽ được thực hiện cho đến khi tàu thỏa mãn các yêu cầu về ổn định.

Quá trình nhận ballast được thực hiện theo trình tự sau [4]:

- Ballast được nhận vào tàu đồng thời với việc loại bỏ bớt các container nằm ở các lớp trên cùng cho đến khi thỏa mãn các yêu cầu về ổn định;
- Ballast trước tiên sẽ được nhận vào các kết chứa ballast ở đáy đôi, sau đó sẽ đến các kết ballast ở hai bên mạn kép tàu;
- Khối lượng ballast nhận vào sẽ bằng khối lượng của các container bị dỡ ra.

Trong quá trình nhận ballast cao độ trọng tâm mới của tàu được xác định theo công thức sau:

$$(Z_g)_j = \frac{\sum_i m_i z_i + m_{con} n_{con} z_{con} - m_{con} (n_{con})_j (z_{con})_j + (m_{bl})_j (z_{bl})_j}{\Delta_m} \quad (2)$$

ở đây: m_i, z_i – tất cả các thành phần khối lượng không đổi và cao độ trọng tâm của chúng trong quá trình nhận ballast; n_{con}, z_{con} – số lượng container trên tàu trước quá trình nhận ballast và cao độ trọng tâm của chúng; $(n_{con})_j, (z_{con})_j$ – số lượng container bị dỡ ra trong quá trình nhận ballast và cao độ trọng tâm của chúng; $(m_{bl})_j, (z_{bl})_j$ – số lượng ballast được nhận vào tàu trong quá trình rải ballast và cao độ trọng tâm của chúng.

Sau khi quá trình nhận ballast kết thúc, ta sẽ tiến hành hiệu chỉnh lại số container trên tàu. Nếu số container trên tàu sau hiệu chỉnh thỏa mãn yêu cầu của nhiệm vụ thư thiết kế thì ta sẽ đi tiến hành các bước tính toán tiếp theo, ngược lại ta sẽ phải thay đổi lại phương án kích thước đã chọn.

4. Kết luận

Quá trình nghiên cứu về đặc trưng xác định dung tích chở container khi thiết kế tàu container, bài báo đã đưa ra được các kết quả sau:

- Trên cơ sở nghiên cứu về đặc điểm kiểu kiến trúc-kết cấu của tàu container, tác giả đã đề xuất phương pháp xếp container trong khoang hàng và trên mặt boong, phục vụ cho việc tính toán dung tích chở container cho tàu;
- Đề xuất dạng phương trình khối lượng đặc trưng cho tàu container, phục vụ cho việc hiệu chỉnh dung tích chở container cho tàu xét ở khía cạnh tận dụng hết khả năng chở hàng của tàu;
- Đề xuất phương pháp nhận ballast để đảm bảo ổn định cho tàu khi các điều kiện về ổn định chưa thỏa mãn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Significant Ships of 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008. London, MRINA.
- [2] Бронников А.В. Проектирование судов. Л.: Судостроение, 1991.
Букшев А.В., Чан Нгок Ту. Особенности определения ширины ячеистых контейнеровозов // Морские интеллектуальные технологии. – 2011. – №2(12). – С. 11-20. ISSN 2073-7173.
- [4] Чан Нгок Ту. Обостнование типа малого контейнеровоза для Социалистической Республики Вьетнама: Дис. техн. наук. Санкт-петербургский государственный морской технический университет, 2013.

Người phản biện: PGS.TS. Lê Hồng Bang

**NGHIÊN CỨU MỐI LIÊN HỆ GIỮA MỨC ĐẢM BẢO CỦA BIÊN ĐỘ LẮC
NGANG VÀ XÁC SUẤT LẬT ĐỊNH MỨC CỦA TÀU**
RESEARCH THE RELATION BETWEEN GUARANTCE FOR AMPLITUDE SHIP
ROLLING AND RATED CAPSIZE PIOBABILITY OF SHIPS

**GS. TSKH SO-LO-MEN-SEV O.I.
NCS. LÊ THANH BÌNH**

Trường Đại học Tổng hợp Kỹ thuật biển Nhi-co-lai-ev

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu các biểu thức gần đúng cho phép thiết lập mối quan hệ giữa xác suất lật của tàu và giá trị của biên độ lắc ngang theo quy định của phần lớn các Tổ chức Phân cấp và Đăng tàu thế giới.

Abstract

In this article we propose approximate equations, which conect with each other capsizing probability and roll amplitude, used in classification societies's stability standards.

1. Đặt vấn đề

Theo quy định của quy phạm, tiêu chuẩn ổn định động được kiểm tra thông qua các đặc trưng của lực tác động do sóng và gió. Tác động của gió được xác định thông qua giá trị áp suất gió giả định. Tác động của sóng được xác định thông qua giá trị giả định của biên độ lắc ngang θ_r .

Trước đây, giá trị biên độ lắc ngang θ_r được xác định bằng tính toán quá trình cộng hưởng lắc ngang của tàu trên sóng điều hòa với độ dốc cho trước, [1]. Sau này, biên độ lắc ngang được xác định theo sơ đồ sóng không điều hòa [6] như một đại lượng ngẫu nhiên phân bố theo quy luật phân bố Rayleigh có phương sai là D_θ và được áp dụng cho đến nay trong Quy phạm. Trong khi đó, dù xét đến việc chuyển đổi sang sơ đồ tính theo chế độ sóng không điều hòa, Quy phạm vẫn giữ nguyên các đặc trưng như đối với quá trình lắc ngang trên sóng điều hòa: độ lệch pha 90 độ giữa biên độ lắc ngang của tàu với vận tốc góc và thời điểm xác định tác động của gió giật, khi tàu đạt biên độ lắc lớn nhất. Theo đó, biên độ lắc ngang θ_r được giả định là giá trị lớn nhất mặc dù biên độ lắc ngang của tàu trên sóng không điều hòa được coi là một đại lượng ngẫu nhiên.

Xác suất lật P_0 phụ thuộc vào đặc trưng của tải trọng gió, ảnh hưởng của việc sử dụng phương pháp xác định tải trọng nói trên đến sơ đồ tính toán giá trị xác suất lật thực tế P_0 đã được xét đến trong [16]. Trong trường hợp tổng quát, việc tính toán lý thuyết giá trị P_0 tại một thời điểm ngẫu nhiên bất kỳ của chế độ sóng gió không cần sử dụng khái niệm biên độ lắc ngang giả định mà chỉ cần biết giá trị phương sai của biên độ lắc ngang D_θ , [2,16]. Theo quy luật phân bố Rayleigh:

$$\theta_r = \sqrt{-2 \ln P_0 \cdot D_\theta} = \sqrt{2 \ln N_{c\theta} \cdot D_\theta} = m_\theta \sqrt{D_\theta}$$

Với: $N_{c\theta} = T_{ST} / T_\theta$; T_{ST} – quãng thời gian tính toán bão; T_θ – chu kỳ lắc ngang của tàu; $P_\theta = 1 / N_{c\theta}$ – mức đảm bảo của biên độ lắc ngang của tàu; $N_{c\theta} = 1 / P_\theta$ – số chu kỳ lắc ngang của tàu trong thời gian tác động của chế độ sóng gió ổn định (biên độ lắc ngang không vượt quá θ_r nhiều hơn một lần).

Trong sơ đồ tính toán ổn định của tàu giả thiết rằng $N_{c\theta} = 1!$ Vì vậy giá trị xác suất lật thực tế $P_0 \neq P_0(m_\theta)$. Ở đây, tăng hoặc giảm biên độ lắc ngang k lần sẽ tương ứng với sự thay đổi của mức

giới hạn mà tàu có thể chịu được xấp xỉ $1/\sqrt{k}$ lần, [5]. Các quy định trong Quy phạm đối với ổn định động của tàu trong điều kiện sóng và gió, tựu chung lại là xác suất lật của tàu P_0 không vượt quá một giá trị định mức nào đó $[P_0]$. Yêu cầu này được thể hiện trong Quy phạm thông qua hệ số tiêu chuẩn ổn định thời tiết $K=M_C/M_V$, với M_C và M_V tương ứng là mô-men nghiêng cho phép và mô-men nghiêng do gió. Theo đó, xác suất lật thực tế là $P_0=P_0(K)$ và giá trị xác suất lật định mức $[P_0]=P_0(K=1)$.

Các phương pháp khác nhau để xác định giá trị của m_θ được đề cập đến trong các nghiên cứu [3,5,8,12]. Thực tế, tiêu chuẩn áp dụng cho tàu biển $m_\theta=2,11$ ($P_\theta = 0,108$) [6], với giàn khoan nổi $m_\theta=3$ ($P_\theta = 0,011$) [9]. Nhưng các phương pháp trong các nghiên cứu nói trên vẫn chưa cho phép thiết lập được mối quan hệ rõ ràng, trực tiếp giữa giá trị xác suất lật định mức $[P_0]$ và mức đảm bảo của biên độ lắc ngang P_θ (hay tương tự là giá trị m_θ). Bài toán trên mang ý nghĩa thực tiễn với mục tiêu là luận chứng kinh tế-kỹ thuật xây dựng tiêu chuẩn ổn định của tàu [14,15].

Mục tiêu của nghiên cứu. Mục tiêu nghiên cứu là thiết lập mối quan hệ rõ ràng giữa mức đảm bảo của biên độ lắc ngang của tàu được thiết kế với giá trị xác suất lật định mức của nó và sử dụng làm luận chứng kinh tế-kỹ thuật xác định tiêu chuẩn ổn định cho tàu.

Các kết quả nghiên cứu. Xét ổn định của tàu trong giới hạn một chu kỳ lắc ngang. Quan hệ năng lượng của tàu có dạng như sau, [2,13,16]:

$$E(\theta) = W(\theta); \tag{1}$$

$$E(\theta) = \frac{J_X + \lambda_\theta}{2} \dot{\theta}_{(\theta_i+\theta)}^2; \quad W(\theta) = W_\Sigma(\theta) - \Delta W_1(\theta) - \Delta W_2(\theta);$$

$$W_\Sigma(\theta) = \int_{\theta_i+\theta}^{\theta_{md}} M_h(\varphi) d\varphi = D[d_\theta(\theta_{md}) - d_\theta(\theta_i + \theta)]$$

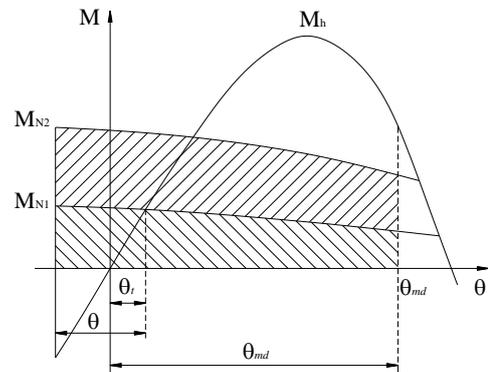
$$\Delta W_1(\theta) = \int_{\theta_i+\theta}^{\theta_{md}} M_{N1}(\varphi) d\varphi; \quad \Delta W_2(\theta) = \int_{\theta_i+\theta}^{\theta_{md}} [M_{N2}(\varphi) - M_{N1}(\varphi)] d\varphi;$$

$$\theta_i : D l_\theta(\theta_i) = M_{N1}(\theta_i); \quad d_\theta(\theta) = \int_0^\theta l_\theta(\varphi) d\varphi$$

Trong đó: $E(\theta), W(\theta)$ – động năng và thế năng của tàu; $W_\Sigma(\theta)$ – tổng dự trữ thế năng; $\Delta W_1(\theta), \Delta W_2(\theta)$ – lượng hiệu chỉnh thế năng do gió tĩnh và gió động; Δ – lượng chiếm nước của tàu; $l_\theta(\varphi), d_\theta(\varphi)$ – tay đòn mô-men hồi phục tĩnh và động tại góc nghiêng φ ; J_X, λ_θ – mô-men quán tính và mô-men quán tính kèm của tàu khi lắc ngang; θ_{md} – góc nghiêng động lớn nhất do gió; θ_r – biên độ lắc ngang của tàu; ω – tần số sóng điều hòa; δ_θ – pha ban đầu.

Trong phần lớn các yêu cầu về tiêu chuẩn ổn định, xét ổn định tàu trong trường hợp tác động của gió giật và giả thiết rằng: không có tác dụng của gió tĩnh ban đầu (hay $M_{N1} = 0$ và $\theta_i = 0$), vận tốc gió giật trong chế độ gió đã định là đại lượng không ngẫu nhiên, độ lệch pha giữa biên độ lắc ngang và biên độ vận tốc góc là một đại lượng xác định và bằng 90 độ, thời điểm tác động của gió giật cũng được xác định và tương ứng với một pha nào đó của chu kỳ lắc ngang của tàu, trạng thái tải trọng là xác định và được chọn là trạng thái bất lợi nhất.

Trong quá trình thiết lập các tiêu chuẩn trên, giả thiết rằng, gió giật luôn tác dụng lên tàu vào thời điểm khi biên độ lắc ngang của tàu đạt giá trị cực đại θ_r , như vậy $\theta = -\theta_r$ và $\dot{\theta} = 0$ (θ lấy dấu dương nếu chiều của nó trùng với hướng tác dụng của gió giật và ngược lại). Trong thực tế các điều kiện trên (gọi chung là tổ hợp X) xuất hiện với xác suất rất nhỏ $P_X(X,K)$. Khi đó, nếu tổ hợp trên trong điều kiện $K = 1$ xảy ra với xác suất bằng 1 (100%) hay $[P_X(X)] = P_X(X,1) = 1$, biểu thức năng lượng (1) có dạng như sau:



Hình 1. Sơ đồ tác động của sóng, gió trong tính toán tiêu chuẩn ổn định động

$$W_\Sigma(-\theta_r) = \Delta W_2(-\theta_r)$$

Giả thiết rằng độ lớn của mô-men nghiêng M_{N2} không phụ thuộc vào góc nghiêng. Khi đó:

$$\Delta[d_{\theta}(\theta_{md}) - d_{\theta}(\theta_r)] = M_{N2}(\theta_{md} + \theta_r), \quad (2)$$

Và điều kiện tất định để tàu bị lật là: $M_{N2} \geq \Delta \frac{d_{\theta}(\theta_{md}) - d_{\theta}(\theta_r)}{\theta_{md} + \theta_r} = \max M_{d\theta}(\theta)$.

Ở đây $M_{d\theta}(\theta)$ là đồ thị mô-men động đề xuất bởi Vaevodin năm 1954, [4]. Với $\theta_r = 0$, điều kiện tất định để tàu bị lật khi thỏa mãn tổ hợp X là $M_{N2} \geq \max M_{C\theta}(\theta)$; $M_{C\theta}(\theta)$ là đồ thị mô-men trung bình.

Giả thiết rằng, đồ thị ổn định tĩnh là tuyến tính trong đoạn $0 < \theta < \theta_r$. Khi đó $d_{\theta}(\theta_r) = 0.5h\theta_r^2$, h – chiều cao tâm nghiêng ban đầu. Biểu thức (2) với $K = 1$ có dạng sau:

$$[\max M_{C\theta}(\theta_{md}) - M_{N2}]\theta_{md} = a\theta_r^2 + b\theta_r, \quad (3)$$

$$a = \frac{\Delta h}{2}; b = M_{N2}.$$

Coi $f_y(y)$ là mật độ xác suất của đại lượng ngẫu nhiên $y = a\theta^2 + b\theta$. Xác suất lật tàu định mức $[P_0(O/X)] = P_0(O/X, K = 1)$, được xác định là xác suất $M_{N2} = \max M_{C\theta}(\theta)$ là xác suất xảy ra trường hợp $[\max M_{C\theta}(\theta_{md}) - M_{N2}]\theta_{md} = a\theta_r^2 + b\theta_r$. Theo đó:

$$[P_0(O/X)] = \int_{[\max M_{C\theta}(\theta_{md}) - M_{N2}]\theta_{md}}^{\infty} f_y(y) dy$$

Ta có đại lượng ngẫu nhiên x , $0 \leq x \leq +\infty$ phân bố theo quy luật phân bố Rayleigh với phương sai D_x thì mật độ xác suất $f_x(x)$ của đại lượng ngẫu nhiên y , $0 \leq y \leq +\infty$, nếu $y(x) = ax^2 + bx$, có dạng như sau [11]:

$$f_y(y) = f_x[x(y)] \frac{dx(y)}{dy} = \frac{\sqrt{4ay + b^2} - b}{2a\sqrt{4ay + b^2} D_x} \exp\left[-\frac{(\sqrt{4ay + b^2} - b)^2}{8a^2 D_x}\right]$$

Trong trường hợp này $x = \theta_r$, $D_x = D_{\theta}$. Thay vào biểu thức trên và biến đổi về dạng không thứ nguyên với: $p = \frac{a}{b} = \frac{\Delta h}{2M_{N2}}$; $q = q(\theta_{md}) = \frac{\Delta d_{\theta}(\theta_{md})}{M_{N2}}$

$$\text{Ta có: } [P_0(O/X)] = \frac{1}{2pD_{\theta}} \int_{q(\theta_{md}) - \theta_{md}}^{\infty} \frac{\sqrt{4py_1 + 1} - 1}{\sqrt{4py_1 + 1}} \exp\left[-\frac{(\sqrt{4py_1 + 1} - 1)^2}{8p^2 D_{\theta}}\right] dy_1 \quad (4)$$

Xác suất lật định mức trên tương ứng với biên độ lắc ngang giả định của tàu θ_r , được xác định là nghiệm của phương trình bậc hai: $a\theta_a^2 + b\theta_a + c = 0$; $c = [M_{N2} - M_{C\theta}(\theta_{md})]\theta_{md}$

$$\text{Dựa vào điều kiện } \theta_r > 0, \text{ ta có: } \theta_r = \frac{\sqrt{b^2 - 4ac} - b}{2a} = \frac{\sqrt{1 - 4p \cdot [\theta_{md} - q(\theta_{md})]} - 1}{2p}$$

$$\text{Theo phân bố Rayleigh: } P_{\theta} = \exp\left(-\frac{\theta_r^2}{2D_{\theta}}\right) = \exp\left[-\frac{(\sqrt{1 - 4p \cdot [\theta_{md} - q(\theta_{md})]} - 1)^2}{8p^2 D_{\theta}}\right] \quad (5)$$

Lưu ý rằng, các biểu thức quan hệ nêu trên chỉ đúng trong trường hợp sóng được coi như là yếu tố phụ so với gió và không thể ứng dụng trong trường hợp $M_{N2} = 0$. Trong trường hợp cuối, cần phải lấy giá trị $K = \sqrt{6}$ [7]. Việc sử dụng các giả thuyết nêu trên tính toán tiêu chuẩn ổn định của tàu theo quy phạm chỉ cho phép chúng ta xác định được xác suất lật giả định của tàu $[P_0(O/X)]$. Việc tính toán xác suất xảy ra tổ hợp điều kiện X là $P(X)$ cũng như xác suất lật của tàu $P_0(O) = [P_0(O/X)] \cdot P_X(X)$ mà theo đó dùng để làm luận chứng kinh tế-kỹ thuật xây dựng tiêu chuẩn ổn định của tàu là không thể thực hiện được. Vì vậy, để giải bài toán này cần thiết phải sử dụng một hệ thống các dữ liệu đầu vào cho phép xác định một cách trực tiếp xác suất lật $P_0(O)$ [16].

Ví dụ: tính toán cho tàu hàng Hữu Nghị chạy hạn chế I có các thông số sau: $L = 66,50$ m; $B = 12,30$ m; $T = 5,20$ m; lượng chiếm nước $\Delta = 3952$ t tương ứng với trạng thái tải trọng 100% hàng 100% dự trữ. Biên độ lắc ngang $\theta_r = 20$ độ, phương sai biên độ lắc ngang $D_{\theta} = 50$ độ². Kết

quả tính theo công thức (4) và (5): $P_0 = 2,01\%$ tương ứng với xác suất lật định mức của tàu $[P_0(O/X)] = 2,77\%$.

2. Kết luận

1. Các biểu thức dùng để kiểm tra ổn định động dựa trên giả thuyết về tính điều hòa của lắc ngang chỉ phù hợp và phản ánh một phần dao động của tàu trên sóng không điều hòa thực tế. Vì vậy, một cách tổng quát chúng không cho phép tính toán chính xác bài toán luận chứng kinh tế-kỹ thuật xây dựng tiêu chuẩn ổn định tàu. Điều này có thể giải thích như sau, trong công thức xác định xác suất lật tàu $P_0(O) = [P_0(O/X)].P_X(X)$ chỉ cho phép xác định xác suất lật giả định $[P_0(O/X)]$ mà không thể xác định $P_X(X)$.

2. Bài toán luận chứng kinh tế-kỹ thuật xây dựng tiêu chuẩn ổn định cần phải xác định xác suất lật $P_0(O)$ nên cần thiết phải sử dụng phương pháp khác không cần phải xác định $P_X(X)$. Một trong các cách đó là sử dụng công thức có trong [16] là bước tiếp theo trong nghiên cứu của các tác giả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Благовещенский, С.Н. “О новых нормах остойчивости для гражданских морских судов”, Труды ЦНИИ морского флота. - Л.: Морской транспорт, 1956. - Вып. 7. –С. 3-21
- [2] Богданов, В.А. *Оценка безопасности плавания судна в условиях ветра и волнения* Судостроение, 1969. - № 1.-С. 6-10
- [3] Ватрушкина, Л.П. “Анализ остойчивости транспортных катамаранов по новым требованиям Речного Регистра РСФС”, Труды ГИИВТ. - Горький: ГИИВТ, 1979. - Вып. 164. - Часть 2.-С. 32-45
- [4] Воеводин, Н.Ф. “Изменение остойчивости судов”, Л.: Судостроение, 1973.- 200 с.
- [5] Волков, Б.Н. “О соотношении между расчётным давлением ветра и условной расчётной амплитудой бортовой качки в основном критерии Норм остойчивости морских судов Регистра Союза ССР”, Научно-технический сборник Регистра СССР. - М. - Л.: Транспорт, 1965.- С. 210-215
- [6] Луговский, В.В. “Новая методика определения условной расчётной амплитуды качки транспортных судов при нормировании остойчивости”, Научно-технический сборник Регистра СССР. - Л.: Морской транспорт, 1963. - С. 3-45
- [7] Некрасов, В.А. “Вероятностные задачи мореходности судов”, Л.:Судостроение,1978.- 304 С.
- [8] Ногид, Л.М. “Проектирование морских судов”, Л.: Судостроение, 1967. 242 с.
- [9] “Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок (ПБУ) и морских стационарных платформ (МСП)”, СПб.: Российский Морской Регистр судоходства, 2001.- 424 С.
- [10] Розенфельд, А.М. “О расчёте предельной ветровой нагрузки судна, испытывающего бортовую качку”, Судостроение, 1964. - № 3.-С.10-13
- [11] “Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций (Под редакцией А.А. Свейникова)”, - М.: Наука, 1970. - 656 С
- [12] Севастьянов, Н.Б. “К обоснованию проекта основных положений по нормированию остойчивости океанских и морских промысловых судов”, Научно-технический сборник Регистра СССР. - М. - Л.: Транспорт, 1965.- С. 39-61
- [13] Семёнов-Тян-Шанский, В.В. “Качка корабля”, Л.: Судостроение, 1969. - 392 с
- [14] Соломенцев, О.И. “Об одной задаче параметрической оптимизации”, Украинский аэрокосмический журнал. - Николаев, 2008. - Вып. 2. - С. 58-76
- [15] Соломенцев, О.И. “Принцип паритета по А.Н. Крылову и нормирование характеристик предельной устойчивости судна”, Украинский аэрокосмический журнал. - Николаев, 2009. - Вып. 3. -С. 57-89
- [16] Соломенцев, О.И. “Постановка задачи технико-экономического обоснования норм остойчивости судов”, Матеріали ІІІ Міжнародної науково-технічної конференції “Інновації в суднобудуванні та океанотехніці”. – Миколаїв: НУК, 2012.-С
- [17] Цой, Л.Г. “Об исследовании вопросов нормирования остойчивости морских судов методами теории вероятностей”, Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. - Л.: Судостроение, 1970.-Вып. 263. - С. 39-52

Người phản biện: PGS.TS. Lê Hồng Bang

**THUẬT TOÁN XÁC ĐỊNH QUỹ ĐẠO VÀ GÓC TIẾP NƯỚC CỦA
XUỒNG CỨU SINH TỰ RƠI**
ALGORITHM FOR CALCULATING THE MOVING TRAJECTORY AND
WATER ENTRY ANGLE OF FREE-FALL LIFEBOAT

TS. ĐỖ QUANG KHÀI
Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo này giới thiệu thuật toán để xác định quỹ đạo và góc tiếp nước của xuồng cứu sinh tự rơi. Quá trình tiếp nước được phân ra thành các giai đoạn chuyển động tịnh tiến dọc trên đà, chuyển động song phẳng quanh mép đà và rơi tự do xuống nước.

Abstract

This paper introduces algorithms to calculating the trajectory and water entry angle of the free-fall lifeboat. Its moving is divided into phases: Sliding along the ramp, the rotation stage and free-fall stage.

1. Mở đầu

Bài báo trước trên số 37-01/2014 đã trình bày mô hình toán quá trình tiếp nước của xuồng cứu sinh. Ở bài này tác giả trình bày thuật toán xác định quỹ đạo và góc tiếp nước của xuồng. Mấu chốt là thuật giải hệ phương trình vi phân xác định quỹ đạo của xuồng tại giai đoạn 2, giai đoạn tàu chuyển động song phẳng ở mép giá trượt của xuồng.

2. Thuật toán

2.1 Giả thiết

- Coi xuồng là một vật rắn chuyển động có khối tâm C
- Xuồng trượt trên giá trượt có con lăn đối xứng, bỏ qua ma sát
- Xuồng có kết cấu đối xứng, mặt phẳng đối xứng dọc của xuồng đi qua khối tâm trùng với mặt phẳng đối xứng của giá trượt của xuồng
- Khối lượng xuồng m
- Mô men quán tính đối với trục đi qua khối tâm và vuông góc với mặt phẳng đối xứng dọc là J
- Chiều dài xuồng là L_x
- Khoảng cách từ trọng tâm đến mép giá trượt là h
- Khoảng cách từ trọng tâm đến đuôi xuồng là a
- Vận tốc ban đầu của xuồng bằng 0
- Góc nghiêng của giá trượt so với phương ngang là α
- Chiều dài của giá trượt là L_d
- Chiều cao từ mép giá trượt đến mặt nước là H
- Vận tốc chuyển động của tàu là u - ngược với hướng chuyển động xuồng.

2.2 Hệ trục tọa độ

Chọn hệ trục tọa độ OXY có gốc tọa độ O tại mép trên của giá trượt. Trục OX có phương nằm ngang, có chiều cùng với hướng chuyển động của xuồng. Trục OY có phương thẳng đứng, chiều hướng xuống dưới.

2.3 Tính toán quỹ đạo và các thông số chuyển động của xuồng

Xây dựng bài toán theo trường hợp tàu chuyển động có vận tốc. Trường hợp tàu đứng yên là trường hợp riêng khi đó $u=0$:

Giai đoạn 1:

Xuồng chuyển động tịnh tiến từ vị trí đặt trên giá trượt, trượt dọc theo giá dưới tác dụng của trọng lực với vận tốc ban đầu bằng 0, kết thúc khi đường tác dụng của trọng lực qua mép giá trượt (chuyển động của cơ hệ có một bậc tự do):

$$\text{Thời gian chuyển động là } \tau_1 \text{ được xác định: } \tau_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot (L_d - h \cdot \text{tg} \alpha - a)}{g \cdot \sin \alpha}} \quad (1)$$

Vận tốc tương đối của xuồng tại một thời điểm t_1 trong giai đoạn 1 được xác định:

$$v_{lr}(t_1) = g \cdot t_1 \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

$$\text{Vận tốc tuyệt đối của xuồng tại thời điểm } t_1: v_{la}(t_1) = \sqrt{v_{lr}^2 \cdot u^2 - 2 \cdot u \cdot v_{lr} \cdot \cos \alpha} \quad (3)$$

$$\text{Quỹ đạo của xuồng tại thời điểm } t_1: \begin{cases} X(t_1) = \left(\frac{g \cdot t_1^2}{2} \cdot \sin \alpha + \alpha \right) \cos \alpha + u \cdot t_1 \\ Y(t_1) = \left(\frac{g \cdot t_1^2}{2} \cdot \sin \alpha + \alpha \right) \sin \alpha \end{cases} \quad (4)$$

Giai đoạn 2:

Giai đoạn 2 bắt đầu khi đường tác dụng của trọng lực qua mép giá trượt, giai đoạn này kết thúc khi đuôi xuồng vượt qua mép giá. Để xác định được quỹ đạo và các thông số chuyển động của xuồng ở giai đoạn này ta phải giải được hệ phương trình vi phân chuyển động của xuồng:

$$\begin{cases} \ddot{s} + h\ddot{\varphi} + u \sin \varphi \cdot \dot{\varphi} - s \cdot \dot{\varphi}^2 = g \cdot \sin \varphi \\ h \cdot \ddot{s} + (h^2 + s^2 + \rho^2) \cdot \ddot{\varphi} + 2 \cdot s \cdot \dot{s} \cdot \dot{\varphi} = g \cdot (s \cdot \cos \varphi + h \sin \varphi) \end{cases} \quad (5)$$

Để giải hệ này đầu tiên ta coi $\ddot{S}, \ddot{\varphi}$ là 2 nghiệm của hệ 2 phương trình hai ẩn số [2], giải ra ta được:

$$\begin{cases} \ddot{s} = \frac{1}{s^2 + \rho^2} [(g \cdot \sin \varphi + s \cdot \dot{\varphi}^2 - u \cdot \sin \varphi \cdot \dot{\varphi}) \cdot (h^2 + \rho^2 + s^2)] \\ \ddot{\varphi} = \frac{1}{s^2 + \rho^2} [g(s \cdot \cos \varphi + h \cdot \sin \varphi) - 2 \cdot s \cdot \dot{s} \cdot \dot{\varphi} - h(g \cdot \sin \varphi + s \cdot \dot{\varphi}^2 - u \cdot \sin \varphi \cdot \dot{\varphi})] \end{cases} \quad (6)$$

Từ đây chia biến thời gian thành các bước đều nhau đủ nhỏ, khi đó $\Delta t \rightarrow 0$ ta có:

$$\dot{S} = \frac{S_2 - S_1}{\Delta t}, \dot{\varphi} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\Delta t}$$

Thay vào từng phương trình của (6) và biến đổi, ta được:

$$\begin{aligned} \dot{s}_1 &= \frac{\Delta t}{s_0^2 + \rho^2} [(g \cdot \sin \varphi_0 + s_0 \cdot \dot{\varphi}_0^2 - u \cdot \sin \varphi_0 \cdot \dot{\varphi}_0) \cdot (h^2 + \rho^2 + s_0^2) \\ &\quad - h \cdot g \cdot (s_0 \cdot \cos \varphi_0 + h \cdot \sin \varphi_0) - 2h \cdot s_0 \cdot \dot{s}_0 \cdot \dot{\varphi}_0] + \dot{s}_0 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} s_2 &= \frac{\Delta^2 t}{s_0^2 + \rho^2} [(g \cdot \sin \varphi_0 + s_0 \cdot \dot{\varphi}_0^2 - u \cdot \sin \varphi_0 \cdot \dot{\varphi}_0) \cdot (h^2 + \rho^2 + s_0^2) \\ &\quad - h \cdot g \cdot (s_0 \cdot \cos \varphi_0 + h \cdot \sin \varphi_0) - 2h \cdot s_0 \cdot \dot{s}_0 \cdot \dot{\varphi}_0] + \dot{s}_0 \cdot \Delta t + s_1 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\dot{\varphi}_1 = \frac{\Delta t}{s_0^2 + \rho^2} [g \cdot (s_0 \cdot \cos \varphi_0 + h \cdot \sin \varphi_0) - 2 \cdot s_0 \cdot \dot{s}_0 \cdot \dot{\varphi}_0] - h \cdot (g \cdot \sin \varphi_0 + s_0 \cdot \dot{\varphi}_0^2 - u \cdot \sin \varphi_0 \cdot \dot{\varphi}_0) + \dot{\varphi}_0 \quad (9)$$

$$\varphi_2 = \frac{\Delta^2 t}{s_0^2 + \rho^2} [g \cdot (s_0 \cdot \cos \varphi_0 + h \cdot \sin \varphi_0) - 2 \cdot s_0 \cdot \dot{s}_0 \cdot \dot{\varphi}_0] - h \cdot (g \cdot \sin \varphi_0 + s_0 \cdot \dot{\varphi}_0^2 - u \cdot \sin \varphi_0 \cdot \dot{\varphi}_0) + \dot{\varphi}_0 \cdot \Delta t + \varphi_1 \quad (10)$$

Ở đây, s_1 và φ_1 tính theo công thức:

$$s_1 = \dot{s}_0 \Delta t + s_0 \quad (11)$$

$$\varphi_1 = \dot{\varphi}_0 \Delta t + \varphi_0 \quad (12)$$

Các điều kiện đầu chuyển động của giai đoạn 2 là:

$$\begin{cases} \dot{s}_0 = v_{ir} - u \cdot \cos \alpha = \sqrt{2 \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot (L_d - h \cdot \operatorname{tg} \alpha - a)} - u \cdot \cos \alpha \\ \dot{\varphi}_0 = 0 \\ s_0 = -h \cdot \operatorname{tg} \alpha \\ \varphi_0 = \alpha \end{cases} \quad (13)$$

$$\text{Quỹ đạo của xuồng được xác định theo công thức: } \begin{cases} x = s \cdot \cos \varphi - u \cdot t \\ y = s \cdot \sin \varphi \end{cases} \quad (14)$$

Giai đoạn 3:

Giai đoạn xuồng rơi tự do xuống nước. Lực tác dụng duy nhất là trọng lực. Để xác định quỹ đạo và góc tiếp nước của xuồng ta chia thời gian thành các mốc đủ nhỏ $t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$. Tại các mốc thời gian ta có thể xác định được vận tốc và quỹ đạo chuyển động của xuồng như sau:

Thành phần vận tốc:

$$\begin{cases} V_{3x}(t_i) = v_{2x} \\ V_{3y}(t_i) = g \cdot t_i + v_{2y} \\ \varphi(t_i) = \omega_2 \cdot t_i + \varphi_2 \end{cases} \quad (15)$$

Quỹ đạo trọng tâm xuồng:

$$\begin{cases} x_c(t_i) = x_c(\tau_2) + v_{2x} \cdot t_i \\ y_c(t_i) = \frac{1}{2} g \cdot \tau^2 + v_{2y} \cdot t_i + y_c(\tau_2) \end{cases} \quad (16)$$

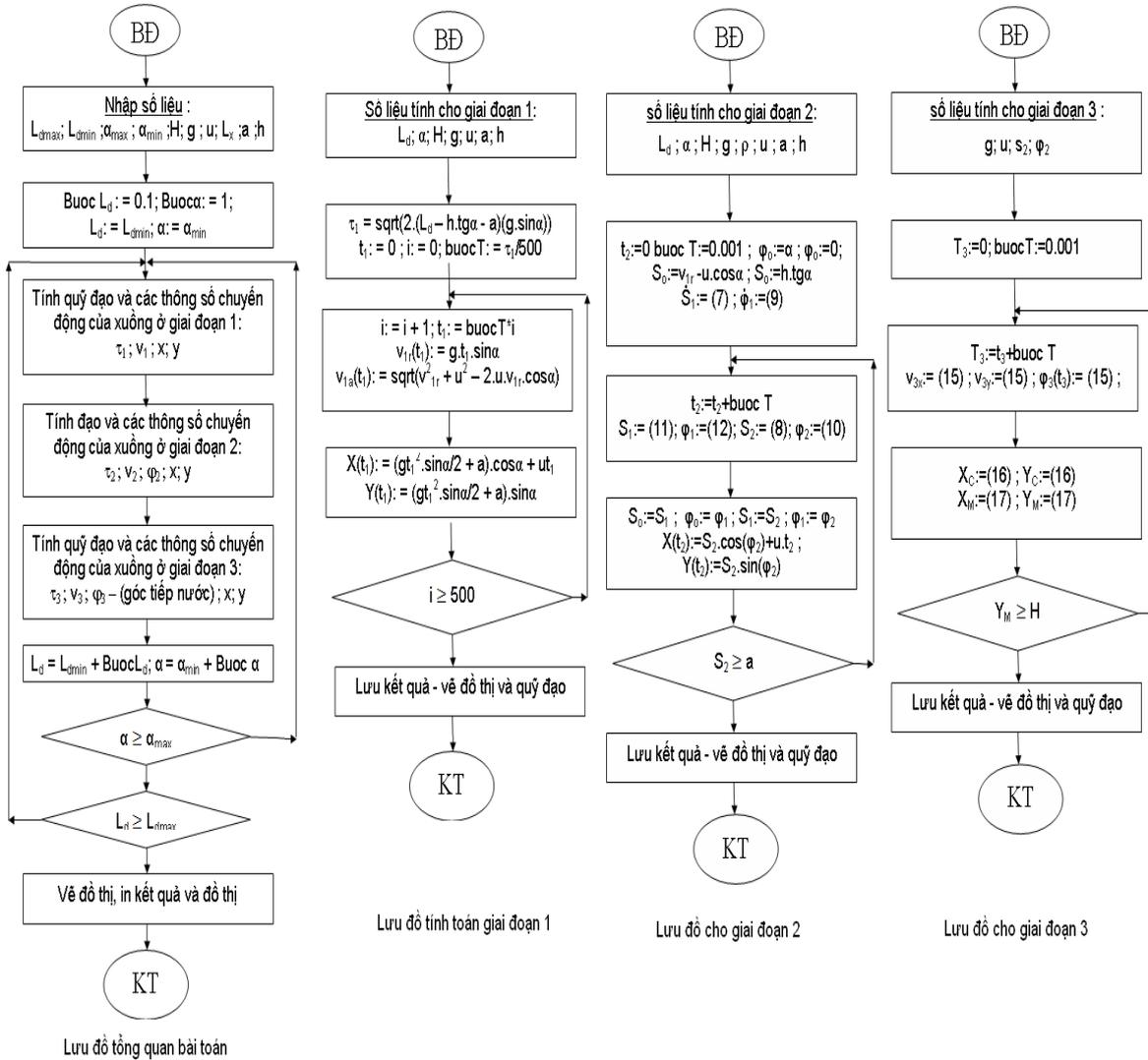
Quỹ đạo mũi xuồng

$$\begin{cases} x_M(t_i) = x_c + (1 + a) \cdot \cos \varphi - h \cdot \sin \varphi \\ y_M(t_i) = y_c + (1 + a) \cdot \cos \varphi - h \cdot \sin \varphi \end{cases} \quad (17)$$

Quá trình 3 kết thúc khi mũi xuồng tiếp nước tức $y_M = H$. Tại thời điểm này thời gian chuyển động của giai đoạn 3 : $\tau_3 = t_n$

Góc tiếp nước của xuồng: $\varphi_{tn} = \varphi(t_n)$.

2.3. Lưu đồ thuật toán



3. Kết quả tính toán

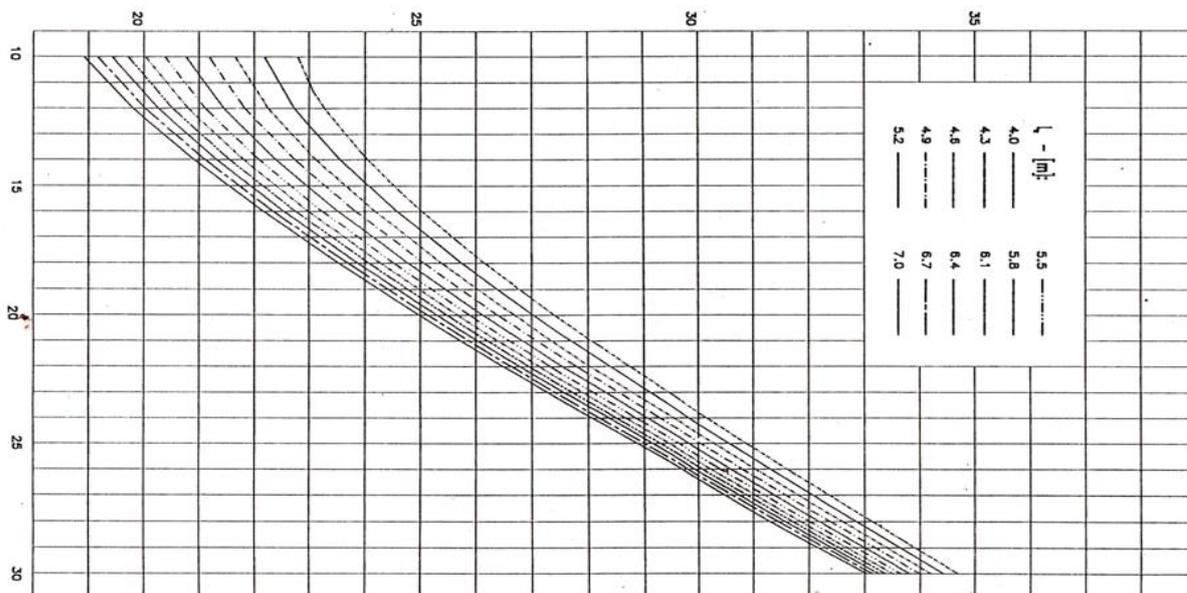
Thuật toán này đã được tác giả lập thành chương trình. Sau đây là kết quả tính áp dụng cho trường hợp cụ thể [2]:

Số liệu đầu:

- | | | | | |
|--|---|-------|---|-------|
| 1. Chiều cao từ mặt nước tới mép đà | : | 7 | – | [m] |
| 2. Chiều dài xuồng | : | 3.85 | – | [m] |
| 3. Khoảng cách từ trọng tâm đến đuôi xuồng | : | 1.95 | – | [m] |
| 4. Khoảng cách từ trọng tâm đến bề mặt đà | : | -0.15 | – | [m] |
| 5. Bán kính quán tính của xuồng | : | 5 | – | [m] |
| 6. Chiều dài nhỏ nhất của đà | : | 4 | – | [m] |
| 7. Chiều dài lớn nhất của đà | : | 7 | – | [m] |
| 8. Góc nghiêng nhỏ nhất của đà | : | 10 | – | [độ] |
| 9. Góc nghiêng lớn nhất của đà | : | 30 | – | [độ] |
| 10. Vận tốc tàu | : | 0 | – | [m/s] |

KẾT QUẢ TÍNH KHẢO SÁT

ĐỒ THỊ QUAN HỆ GIỮA CHIỀU DÀI CỦA ĐÀ, GÓC NGHIẾNG CỦA ĐÀ VỚI GÓC TIẾP NƯỚC CỦA XUỒNG



4. Kết luận

Từ mô hình bài toán, thuật toán giải quyết bài toán được tác giả xây dựng đã được phát triển thành chương trình khảo sát quỹ đạo và xác định góc tiếp nước của xuồng. Chương trình phát triển đã được khẳng định qua các bài toán cụ thể. Chương trình này sẽ được sử dụng trong tính toán nghiên cứu và thiết kế hệ xuồng này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đỗ Quang Khải, "Mô hình toán học quá trình tiếp nước của xuồng cứu sinh", P6-P10, Tạp chí Khoa học – Công nghệ Hàng hải, số 37-012014.
- [2] Đỗ Quang Khải, "Tính toán động lực học quá trình phóng xuồng cứu sinh", Luận văn thạc sĩ khoa học, Trường Đại học Hàng hải, 1998.
- [3] Phạm Thế Phiệt, Nguyễn Đình Hùng, "Cơ học lý thuyết", Trường Đại học Hàng hải, 1990.
- [4] Nguyễn Đình Hùng, Nguyễn Văn Phong, Nguyễn Trung Khang, Nguyễn Tăng Phương, "Khảo sát động lực học quá trình phóng xuồng cứu sinh", Trường Đại học Hàng hải, 1995.

Phản biện: PGS.TS. Lê Hồng Bang

MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP HÂM NÓNG NHIÊN LIỆU NHẪM SỬ DỤNG TRỰC TIẾP DIESEL SINH HỌC NGUYÊN CHẤT TRÊN ĐỘNG CƠ THỦY SOME METHODS OF HEATING UP FUEL IN ORDER TO USE DIRECTLY PURE BIODIESEL/BIO-OIL IN SHIP ENGINES

HOÀNG ANH TUẤN¹, LƯƠNG CÔNG NHỚ¹, LÊ ANH TUẤN²

¹ Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

² Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Tóm tắt

Bài báo trình bày một số phương pháp hâm nóng nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất (biodiesel/bio-oil) nhằm cải thiện nhược điểm của nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất là độ nhớt cao và khả năng bay hơi kém so với nhiên liệu diesel truyền thống.

Các hệ thống sấy nóng nhiên liệu nhờ nhiệt khí thải, hơi nước, dầu nóng hay sấy nóng bằng điện được phân tích về các mặt như kết cấu, khả năng tận dụng năng lượng dư thừa của động cơ và hiệu quả kinh tế. Kết quả nghiên cứu có tác dụng định hướng thiết kế và chế tạo hệ thống sấy nóng nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất sử dụng cho

động cơ thủy nội địa đáp ứng điều kiện vận hành của động cơ và đảm bảo về an toàn cháy nổ.

Từ khoá: Sấy nóng nhiên liệu, diesel sinh học gốc, động cơ thủy.

Abstract

The paper presents some measures for heating up pure biodiesel/bio-oil in order to improve the disadvantages of this fuel such as high viscosity and low volatility compared to those of diesel conventional fuel.

Exhaust, steam, thermal oil and electricity fuel heating system are analyzed in terms of structure, waste heat recovery and economic efficiency. Results of this study are potentials to direct the design and fabrication of a pure biodiesel heating system for ship engines which can meet the operating conditions and safety issues.

Keywords: Fuel heating system, pure biodiesel, ship engine.

1. Đặt vấn đề

Trước tình hình môi trường bị ô nhiễm và đảm bảo an ninh năng lượng cho mỗi quốc gia, việc đa dạng hóa nguồn năng lượng và giảm sự phụ thuộc vào năng lượng hóa thạch là một trong những mục tiêu hàng đầu của các nước. Sử dụng nhiên liệu diesel sinh học trên động cơ diesel truyền thống hiện nay đang nhận được sự quan tâm lớn của các quốc gia vì nhìn chung nhiên liệu diesel sinh học có tính chất tương tự như diesel truyền thống và khi sử dụng, động cơ không cần có những thay đổi nhiều về mặt kết cấu. Tuy nhiên, để có thể sử dụng nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất (biodiesel/bio-oil) trên các phương tiện vận tải thì cần có những biện pháp nhằm cải thiện tính chất của nó như : giảm độ nhớt, nâng cao khả năng bay hơi, hòa trộn cho loại nhiên liệu này. Một trong các biện pháp đó là sử dụng phương pháp sấy nóng biodiesel/bio-oil bằng các phương pháp sấy nóng nhờ nhiệt khí thải, hơi nước, dầu nhiệt hay sấy nóng bằng điện. Kết quả nghiên cứu có tác dụng định hướng thiết kế và chế tạo hệ thống sấy nóng nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất sử dụng cho động cơ thủy nội địa đáp ứng điều kiện vận hành của động cơ và đảm bảo về an toàn cháy nổ.

2. Nội dung

2.1 Tính chất của nhiên liệu diesel sinh học

Nhìn về phương diện hóa học, nhiên liệu diesel sinh học gồm diesel sinh học (biodiesel) và dầu sinh học (bio-oil). Biodiesel là este của axit tự do trong dầu thực vật hay mỡ động vật với methanol. Bio-oil là dầu sinh học thu được khi loại bỏ tạp chất và nước trong dầu thực vật. Tính chất vật lý của nhiên liệu diesel sinh học sẽ quyết định đến khả năng sử dụng vào các mục đích khác nhau và nó được thể hiện ở các chỉ số quan trọng sau :

Chỉ số Cetan: dùng để đánh giá khả năng tự bắt cháy của các loại nhiên liệu diesel. Nếu chỉ số cetan cao quá sẽ gây lãng phí nhiên liệu, nếu quá thấp sẽ dễ gây ra hiện tượng kích nổ.

Điểm đục : là nhiệt độ mà hỗn hợp bắt đầu vẩn đục do có một số chất bắt đầu kết tinh. Điểm đục có ý nghĩa rất quan trọng đối với nhiên liệu diesel sinh học, đặc biệt khi nó được sử dụng ở các nước có nhiệt độ hạ thấp khi mùa đông đến.

Độ nhớt: thể hiện khả năng kháng lại tính chảy của chất lỏng. Độ nhớt của nhiên liệu càng cao càng không có lợi khi sử dụng vì nó làm giảm khả năng phân tán khi được phun vào thiết bị đốt cũng như làm tăng khả năng lắng cặn trong thiết bị. Bên cạnh độ nhớt, sức căng bề mặt của nhiên liệu có ảnh hưởng lớn đến sự phun sương và do đó ảnh hưởng đến quá trình cháy.

Bảng 1. So sánh một số tính chất vật lý của bio-oil, biodiesel và diesel

Loại nhiên liệu	Diesel	Biodiesel	Bio-oil
Chỉ số cetan	40 ÷ 55	48 ÷ 65	37 ÷ 42
Khối lượng riêng (g/cm ³)	0,84	0,884	0,93
Độ nhớt động học ở 40° C (mm ² /s)	1,3 ÷ 4	4 ÷ 6	38 ÷ 50
Điểm đục(°C)	-6 ÷ -3	-2 ÷ 8	10 ÷ 16
Nhiệt trị (kJ/kg)	43800	≈ 40000	≈ 37000

2.2 Một số phương án sấy nóng nhiên liệu diesel sinh học

2.2.1. Sấy nóng nhiên liệu bằng hơi nước

Hệ thống sấy nóng nhiên liệu bằng hơi nước hoạt động an toàn hơn so với phương pháp sấy nóng trực tiếp bằng khí xả, dễ điều chỉnh được nhiệt độ nhiên liệu trước khi cấp vào động cơ, tuy nhiên chi phí cao và thường chỉ áp dụng trên những tàu có trang bị nồi hơi phụ.

Khí xả sau khi ra khỏi động cơ, được đi qua nồi hơi khí xả (nồi hơi khí xả được đặt sau tuabin tăng áp nếu có). Trên động cơ thủy nội địa, thường những tàu mà động cơ chính lớn hơn 3500 cv mới trang bị nồi hơi đốt dầu để hâm sấy nhiên liệu FO. Tuy nhiên, khi chuyển các tàu thủy nội địa sang chạy bằng nhiên liệu diesel sinh học nhất thiết phải bố trí nồi hơi đốt dầu.

Nước sau khi nhận nhiệt ở nồi hơi khí xả, quay về nồi hơi đốt dầu để sinh hơi. Hơi sau khi ra khỏi nồi hơi đốt dầu có thể được qua bộ quá nhiệt để tăng nhiệt độ hơi, sau đó được đưa đến két dự trữ và trực nhật để hâm nhiên liệu diesel sinh học. Tại các két dự trữ và két trực nhật, sau khi nhiên liệu được hâm đến nhiệt độ cần thiết thì sẽ chuyển sang hâm ở chế độ bảo ôn với mục đích duy trì nhiệt độ của nhiên liệu luôn ở trong phạm vi cho phép.

Thông thường, đối với nồi hơi trên tàu thủy, áp suất làm việc từ 5-7 bar (áp suất làm việc có thể thay đổi được). Nồi hơi sẽ đốt tự động, tại áp suất hơi p_{min} nồi hơi sẽ tự động đốt và p_{max} thì quá trình đốt sẽ dừng lại. Để khai thác an toàn và tránh hiện tượng nước đi cùng hơi vào ống hâm thì áp suất hơi vào hệ thống hâm thường là 2,5 bar. Tuy nhiên, khi mở van hơi nên mở từ từ để áp suất và nhiệt độ không tác động đột ngột đến các van một chiều và hệ thống ống hâm. Trong các trường hợp đặc biệt, khi áp suất hơi đạt 1 bar đã có thể mở van hơi chính để hơi đi vào hệ thống làm nóng đều ống hâm.

2.2.2. Sấy nóng nhiên liệu bằng năng lượng khí xả

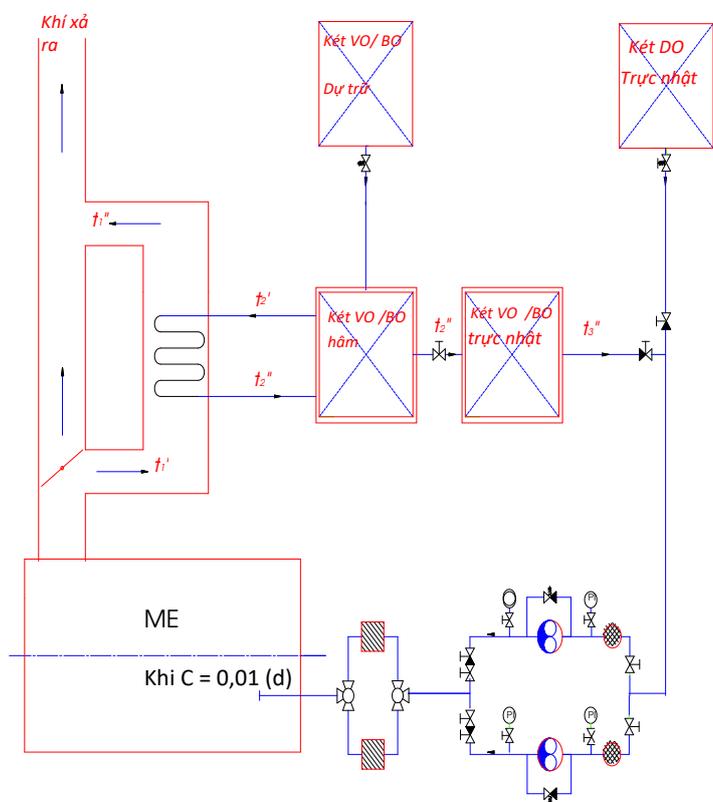
Hệ thống sấy nóng trực tiếp nhiên liệu diesel sinh học có thể được áp dụng trên các tàu nhỏ. Phương pháp này có ưu điểm là hiệu suất tận dụng nhiệt cao, hệ thống đơn giản xong nhược điểm là độ tin cậy không cao, hệ thống chỉ hoạt động được khi động cơ chính hoạt động, gây trở kháng thủy lực trên đường xả nên việc lắp đặt gặp nhiều khó khăn.

Khí xả sau khi ra khỏi động cơ, rồi đưa vào hệ thống sấy nóng trực tiếp nhiên liệu thông qua van By/Pass. Van By/Pass có nhiệm vụ điều chỉnh lưu lượng khí xả vào hệ thống hâm, việc tận dụng năng lượng khí xả cần đảm bảo nhiệt độ của khí xả sau khi ra khỏi hệ thống hâm không được nhỏ hơn 200°C. Nhiên liệu diesel sinh học sau khi được hâm và kiểm tra nhiệt độ phù hợp sẽ chuyển sang két trực nhật để sử dụng trực tiếp cho động cơ. Phương pháp này chỉ được sử dụng khi lưu lượng và nhiệt độ khí xả ổn định, trong trường hợp động cơ khởi động lạnh có thể sử dụng bầu hâm bằng điện để hỗ trợ hoặc sử dụng dầu DO.

2.2.3. Sấy nóng nhiên liệu bằng dầu nhiệt

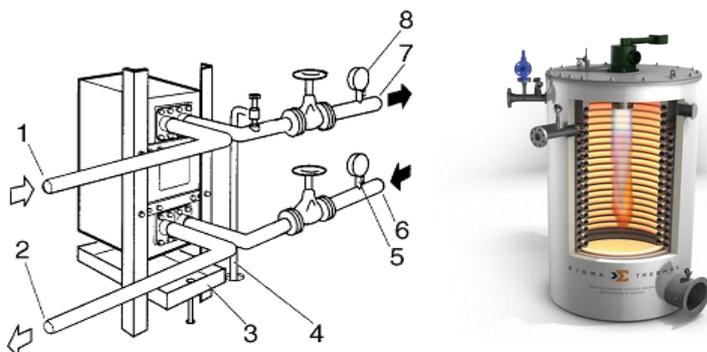
Sấy nhiên liệu diesel sinh học bằng dầu nhiệt có nguyên lý tương tự như hâm bằng hơi nước. Chất công tác cho nồi hơi được thay bằng dầu làm việc ở nhiệt độ cao được gọi tắt là dầu nhiệt (thermal oil).

Hệ thống này không phù hợp với những tàu đang sử dụng vì chi phí hoán cải hệ thống hâm nhiên liệu rất



Hình 1. Hệ thống hâm nhiên liệu trực tiếp bằng khí xả

lớn. Việc sử dụng dầu nhiệt để hâm nhiên liệu đòi hỏi yêu cầu cao và đầu tư ban đầu lớn. Các đường ống, van và bọc cách nhiệt cũng đặc biệt vì dầu nhiệt rất nguy hiểm, trong một số trường hợp đã bị cháy nổ, hỏa hoạn do rò rỉ. Dầu nóng thường chỉ phù hợp với những tàu có không gian hẹp nhưng lại bắt buộc phải hâm dầu cho máy chính, vì hệ thống hâm nhiên liệu bằng dầu nhiệt rất nhỏ gọn, công suất nhỏ. Nhiệt độ của dầu nhiệt ra khỏi “nồi dầu” có thể lên đến 300° C. Tuy nhiên, cần phải nâng từ từ nhiệt độ của dầu nóng để tránh hiện tượng “sốc” nhiệt cho đường ống có thể dẫn đến đứt bulong và mối hàn, do đó để đưa nhiệt độ của dầu lên đến 300°C cần nhiều thời gian.



Hình 2. Sơ đồ, kết cấu bầu hâm nhiên liệu bằng dầu nhiệt của hãng Alfa Laval

3. Đề xuất hệ thống sấy nóng nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất sử dụng cho động cơ thủy nội địa

Đội tàu nội địa tại Việt Nam có số lượng rất lớn với tổng công suất của đội tàu khoảng 7.154.000 mã lực, trong đó số lượng tàu cá lên đến 132.000 tàu, tàu vận tải khoảng 1700 tàu, tàu khách khoảng 200 tàu. Như vậy, với số lượng tàu và công suất trên nếu chuyển dần sang sử dụng nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất sẽ đem lại hiệu quả kinh tế lớn.

Đối với tàu khách hay tàu dịch vụ có thể sử dụng hệ thống hâm nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất bằng điện do yêu cầu về mức độ an toàn cho hành khách là rất cao. Đối với tàu cá ven bờ hay đội tàu sông có thể sử dụng hệ thống hâm nhiên liệu trực tiếp bằng khí xả, phương pháp này có ưu điểm đơn giản, hiệu suất cao song có nhược điểm là độ tin cậy không cao, khó điều chỉnh được nhiệt độ tại các két nhiên liệu và có kết hợp với thiết bị hâm bằng điện để hỗ trợ khởi động lạnh. Đối với tàu vận tải có trang bị nồi hơi có thể sử dụng hệ thống hâm nhiên liệu thông qua hơi nước. Phương pháp này có độ tin cậy cao hơn, dễ điều chỉnh nhiệt độ của hệ thống nhiên liệu trước khi cấp vào động cơ nên có thể được sử dụng trên tàu vận tải có trang bị nồi hơi. Phương pháp hâm nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất bằng dầu nóng có thể được kết hợp với hâm dầu hàng vì hiệu suất nhiệt của phương pháp này là cao nhất. Như vậy, việc hâm nóng nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất nhằm sử dụng trực tiếp trên tàu thủy nội địa sẽ làm đa dạng hoá nguồn nhiên liệu và giảm tải ô nhiễm môi trường.

4. Kết luận

Qua việc phân tích các hệ thống hâm nhiên liệu, có thể cho phép chuyển các đội tàu nội địa sang sử dụng nhiên liệu diesel sinh học mà không cần cải tiến nhiều kết cấu vốn có của hệ thống. Các hệ thống hâm nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất có thể cải thiện tính chất của nhiên liệu như giảm độ nhớt, nâng cao khả năng bay hơi, hòa trộn cho loại nhiên liệu này, qua đó có thể đáp ứng nhu cầu sử dụng nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất trên tàu thủy nội địa không những cho các đội tàu sông, tàu vận tải, máy phát điện trên tàu mà còn cho các loại tàu khách, tàu dịch vụ... nhằm giảm ô nhiễm môi trường nước. Tuy nhiên, cần phải có những thử nghiệm mang tính quy mô và chính sách phù hợp nhằm khuyến khích sử dụng nhiên liệu diesel sinh học nguyên chất trên đội tàu thủy nội địa nói riêng và trên động cơ diesel nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Alfa Laval Marine & Power. Book No 1818091-02V1
- [2] Lương Công Nhữ, Đặng Văn Tuấn, Khai thác hệ động lực tàu thủy, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, 1995
- [3] Le Anh Tuan, et.al. Experimental Findings of Biodiesel Fuels on Engines and on Transport Vehicles: A Case Study in Vietnam, Asia Pacific Automotive Conference APAC15. 2009

[4] Trần Thanh Hải Tùng, Lê Anh Tuấn, Phạm Minh Tuấn, 2010, *Nghiên cứu sử dụng nhiên liệu thay thế trên động cơ diesel*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, Số 21 – 01/2010, p63-69

Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Hồng Phúc

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN MÔ PHÒNG ĐỘNG CƠ DIESEL SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU DIMETHYL ETHER (DME) SIMULATION STUDY ON DIESEL ENGINE FUELED BY DIMETHYL ETHER (DME)

NGUYỄN LAN HƯƠNG¹, LƯƠNG CÔNG NHỚ¹, PHẠM HỮU TUYỀN²

¹Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

²Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Tóm tắt

Dimethyl Ether (DME) là loại nhiên liệu sạch, dễ hóa lỏng và có nhiều đặc điểm phù hợp để sử dụng cho động cơ diesel. Bài báo này thực hiện nghiên cứu tính năng động cơ diesel thông thường khi sử dụng nhiên liệu DME. Tính năng kinh tế, kỹ thuật và phát thải của động cơ khi sử dụng DME được tính toán ở các chế độ ổn định. Kết quả cho thấy với cùng lượng nhiên liệu cấp cho một chu trình, công suất động cơ giảm xuống khi sử dụng DME so với sử dụng diesel. Để đảm bảo công suất động cơ không thay đổi, cần tăng lượng nhiên liệu DME cho một chu trình. Trong trường hợp này, hàm lượng các phát thải độc hại CO, NO_x và đặc biệt là muội than giảm khá rõ rệt.

Abstract

Dimethyl Ether (DME) is a friendly environment fuel, easy to liquefy and suitable for use in diesel engines. This article studies the characteristics of conventional diesel engine fueled by DME. The engine performance and emissions when using DME are considered at steady modes. The results show that with the same fuel mass per cycle, power of DME fueled engine reduces as compared to diesel. To maintain the engine power it is necessary to increase the fuel mass per cycle. In this case, the CO, NO_x, and especially soot reduce quite clearly.

1. Giới thiệu

Các vấn đề như ô nhiễm môi trường, hiệu ứng nhà kính, cạn kiệt nguồn nhiên liệu hóa thạch là những thách thức lớn và cũng là nguồn động lực thúc đẩy phát triển các nhiên liệu thay thế nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Dimethyl Ether là loại nhiên liệu sạch, dễ hóa lỏng và có nhiều đặc điểm phù hợp để sử dụng cho động cơ diesel.

Bài báo này thực hiện xây dựng mô hình động cơ diesel một xylanh AVL 5402 bằng phần mềm AVL Boost và kiểm chứng bằng kết quả thực nghiệm. Tính năng kỹ thuật và phát thải của động cơ diesel khi sử dụng DME được nghiên cứu tính toán ở các chế độ ổn định. Mô phỏng động cơ AVL 5402 bằng phần mềm AVL_BOOST.

2. Cơ sở lý thuyết phần mềm AVL_BOOST

AVL Boost là phần mềm chuyên dụng để nghiên cứu tính toán mô phỏng các quá trình nhiệt động và hình thành phát thải trong động cơ đốt trong. Cơ sở lý thuyết của phần mềm Boost được sử dụng trong nghiên cứu này được trình bày tóm tắt dưới đây

2.1 Phương trình nhiệt động học 1

Định luật nhiệt động học 1 được sử dụng trong phần mềm AVL_BOOST thể hiện mối quan hệ giữa sự biến thiên nội năng hay enthalpy với sự biến thiên của nhiệt và công, được trình bày trong phương trình 1[3].

$$\frac{d(m_c \cdot u)}{dt} = -p_c \cdot \frac{dV}{d\alpha} + \frac{dQ_F}{d\alpha} - \sum \frac{dQ_W}{d\alpha} - h_{BB} \cdot \frac{dm_{BB}}{d\alpha} \quad (1)$$

Trong đó, m_c là khối lượng môi chất bên trong xylanh, u là nội năng, p_c là áp suất bên trong xylanh, V là thể tích xylanh, Q_F là nhiệt lượng của nhiên liệu cung cấp, Q_W là nhiệt lượng tổn thất cho thành vách, h_{BB} là trị số enthalpy, m_{BB} là lượng lọt khí, và α là góc quay trục khuỷu.

2.2 Mô hình cháy

Phần mềm AVL_BOOST sử dụng mô hình cháy AVL MCC cho việc dự đoán các chỉ tiêu của quá trình cháy trong những động cơ phun nhiên liệu trực tiếp và tự cháy. Quá trình giải phóng nhiệt được xác định bởi việc điều chỉnh chất lượng nhiên liệu và mật độ chuyển động rối, thể hiện trong phương trình 2.

$$\frac{dQ}{d\varphi} = C_{Mod} \cdot f_1(M_F, Q) \cdot f_2(k, V) \quad (2)$$

Với $f_1(M_F, Q) = M_F - \frac{Q}{LVC}$ và $f_2(k, V) = \exp(C_{rate} \cdot \frac{\sqrt{k}}{\sqrt[3]{V}})$, trong đó C_{Mod} là mô hình

không đổi [kJ/kg.°TK], C_{rate} là hằng số tốc độ hòa trộn [s], k là mật độ của động năng chuyển động cục bộ [m²/s²], M_F là khối lượng nhiên liệu phun [kg], LVC là nhiệt trị thấp [kJ/kg], Q là sự tỏa nhiệt tích lũy [kJ], V là thể tích xylanh tức thời [m³], φ là góc quay trục khuỷu [°TK].

2.3 Mô hình truyền nhiệt

Quá trình truyền nhiệt từ trong buồng cháy qua thành xylanh và ra ngoài được tính toán dựa vào phương trình truyền nhiệt sau [4].

$$Q_{wi} = A_i \cdot \alpha_i \cdot (T_c - T_{wi}) \quad (3)$$

Trong đó Q_{wi} là nhiệt lượng truyền cho thành xylanh, piston, nắp máy, A_i là diện tích truyền nhiệt piston, xylanh, nắp máy, α_i là hệ số truyền nhiệt, T_c là nhiệt độ môi chất trong xylanh, T_{wi} là nhiệt độ thành vách. Để xác định hệ số truyền nhiệt trong phương trình 3 đối với động cơ diesel, mô hình Woschni 1978 thường được sử dụng để tính [5].

$$\alpha_w = 130 \cdot D^{-0.2} \cdot p_c^{0.8} \cdot T_c^{-0.53} \cdot [C_1 \cdot c_m + C_2 \cdot \frac{V_D \cdot T_{c1}}{p_{c,1} \cdot V_{c,1}} \cdot (p_c - p_{c,0})]^{0.8} \quad (4)$$

Trong đó $C_1 = 2,28 + 0,308 \cdot c_u / cm$, $C_2 = 0,00324$ đối với động cơ phun trực tiếp, D là đường kính xylanh, c_m là tốc độ trung bình của piston, c_u là tốc độ quay, $c_u = \pi \cdot D \cdot n_d / 60$, V_D là thể tích công tác, p_c là áp suất môi chất, $p_{c,0}$ là áp suất khí trời, $T_{c,1}$ là nhiệt độ cuối quá trình nạp, $p_{c,1}$ là áp suất cuối quá trình nạp.

3. Xây dựng mô hình động cơ AVL 5402

Trong nghiên cứu này phần mềm AVL Boost được ứng dụng để tính toán mô phỏng động cơ diesel một xylanh AVL 5402

3.1 Thông số và đặc tính kỹ thuật động cơ AVL 5402

Động cơ AVL 5402 là động cơ diesel 4 kỳ, công suất thiết kế 18 kW ở số vòng quay 4200v/ph. Các thông số kỹ thuật của động cơ AVL 5402 được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật động cơ AVL 5402

TT	Thông số/ kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Thể tích công tác (V_h)	510,7	cm ³
2	Đường kính xylanh (D)	85	mm
3	Hành trình piston (S)	90	mm
4	Tỷ số nén (ϵ)	17,3	-
5	Công suất định mức (N_{e-dm})	18	kw
6	Tốc độ quay ứng với N_{e-dm}	4200	v/ph
7	Mô men xoắn lớn nhất (M_{e-max})	19,4	N.m
8	Góc phun sớm (φ_s)	16- 20	°TK

3.2 Xây dựng mô hình trong phần mềm AVL_BOOST

Mô hình động cơ diesel AVL 5402 được xây dựng trong phần mềm AVL Boost với các phần tử tương ứng mô tả các cụm chi tiết của động cơ. Thông số đầu vào cho mô hình động cơ bao gồm kích thước hình học các chi tiết, điều kiện làm việc, thông số điều khiển quá trình tính. Lượng nhiên liệu cấp cho một chu trình được giữ không đổi, $g_{ct} = 0,0247$ g/chu trình. Một số thông số chính được trình bày ở Bảng 2.

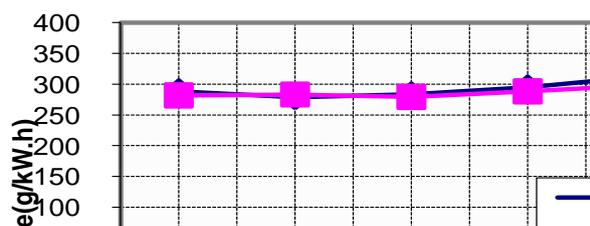
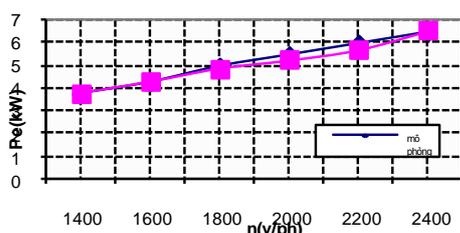
Bảng 2. Thông số chính nhập cho mô hình

TT	Thông số nhập	Giá trị
1	Tốc độ động cơ n (v/ph)	1400-2400
2	Áp suất môi trường p (bar)	1
3	Nhiệt độ môi trường t (°C)	25
4	Chu kỳ tính	50
5	Lượng nhiên liệu chu trình (g/chu trình)	0.0247
6	Bước xuất kết quả	1
7	Nhiệt trị thấp Q (kJ/kgnl)	42800
8	Tỷ lệ A/F	14,7
9	Mô hình cháy	AVL MCC
10	Loại động cơ	4 kỳ

4. Kết quả và thảo luận

4.1 Đánh giá độ tin cậy của mô hình

Hình 1 và hình 2 thể hiện kết quả mô phỏng và thực nghiệm của động cơ AVL 5402. Kết quả cho thấy đường đặc tính công suất và suất tiêu hao nhiên liệu giữa mô phỏng và thực nghiệm là khá tương đồng. Sai lệch lớn nhất về công suất là 4,9 % tại $n = 2200$ v/ph, sai lệch trung bình là 1,9%. Sai lệch lớn nhất về suất tiêu hao nhiên liệu 4,6% tại $n = 2200$ v/ph, sai lệch trung bình là 1,3%. Sự sai lệch này có thể do các nguyên nhân, như sai số phép đo trong thực nghiệm hay một số giả thiết mô phỏng trong mô hình chưa phù hợp với thực nghiệm. Tuy nhiên với các kết quả này đã thể hiện tính tin cậy của mô hình. Như vậy, có thể sử dụng mô hình này để phục vụ cho bước nghiên cứu tiếp theo.

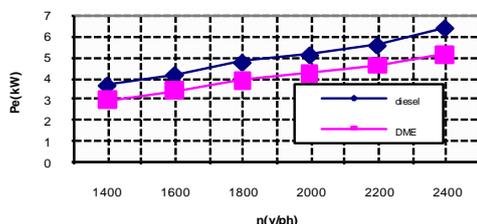


Hình 1,2. Đặc tính công suất, suất tiêu hao nhiên liệu của thực nghiệm và mô phỏng

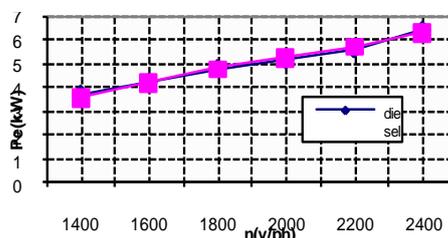
4.2. Đặc tính công suất và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ AVL 5402 khi dùng nhiên liệu Dimethyl ether

4.2.1. Đặc tính công suất và suất tiêu hao nhiên liệu

Đặc tính công suất của động cơ AVL 5402 khi dùng nhiên liệu DME với cùng lượng nhiên liệu chu trình là 0,0247(g/chu trình), công suất của động cơ nhỏ hơn so với khi dùng diesel. Điều này là do nhiệt trị DME thấp hơn so với diesel ($Q_{H_DME} = 28860$ kJ/kgnl, $Q_{H_diesel} = 42800$ kJ/kgnl)(Hình 3)

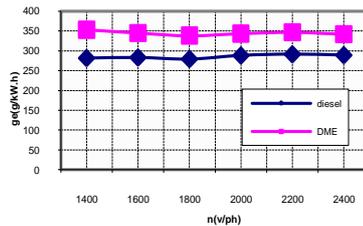


Hình3. Đặc tính công suất của động cơ dùng diesel và DME(0,0247g/cyc)



Hình 4. Đặc tính công suất của động cơ dùng diesel và DME(0,03g/cyc)

Để đảm bảo công suất động cơ không thay đổi cần cung cấp một lượng nhiên liệu lớn hơn. Khi tăng lượng nhiên liệu chu trình là 0,03g/chu trình, tăng 21,5%, kết quả công suất và suất tiêu hao nhiên liệu thể hiện ở Hình 4 và Hình 5

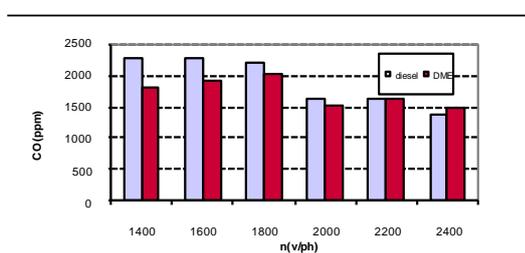


Hình 5. Đặc tính suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ dùng diesel và DME(0,03g/cyc)

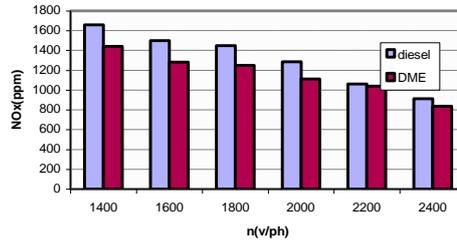
Như vậy khi tăng lượng DME cung cấp cho 1 chu trình lên 21,5%, công suất động cơ được duy trì như khi sử dụng diesel, tuy nhiên suất tiêu hao nhiên liệu tăng tương ứng là 20,6%

4.2.2. Thành phần khí thải độc hại

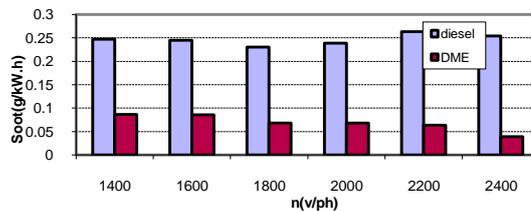
Các thành phần phát thải CO, NO_x và muội than khi sử dụng DME được so sánh với khi sử dụng diesel trong trường hợp cùng công suất động cơ, thể hiện trong hình 6, 7 và 8.



Hình 6. Phát thải CO dùng diesel và DME



Hình 7. Phát thải NOx dùng diesel và DME



Hình 8. Phát thải muội than khi dùng diesel và DME

Kết quả mô phỏng cho thấy khi dùng DME thành phần phát thải thay đổi rất lớn. Hình 6 cho thấy lượng CO phát thải của động cơ AVL 5402 khi dùng DME thấp hơn so với khi dùng diesel tại hầu hết các tốc độ, tại chế độ $n_{đc} = 1400$ v/ph thì lượng CO giảm 19,4%, còn tại $n_{đc} = 2400$ v/ph thì lượng CO tăng 8%, tính trung bình trên toàn dải tốc độ CO giảm 6,6%.

Trên hình 7 cho thấy động cơ AVL 5402 khi dùng DME có lượng phát thải NO_x nhỏ hơn khi dùng diesel, chênh lệch lớn nhất là tại tốc độ vòng quay 1600 v/ph lên đến 14,4%, đây là một ưu điểm của động cơ diesel khi dùng DME đã giảm được phát thải NO_x.

Hình 8 thể hiện khi động cơ dùng DME thành phần phát thải muội than cũng giảm khá nhiều. Cụ thể ở chế độ $n_{đc} = 2200$ v/ph lượng muội than giảm 88,5%, còn tại $n_{đc} = 1400$ v/ph lượng muội than giảm 64,9%, giảm trung bình trên toàn dải tốc độ là 74,1%. Hàm lượng CO và muội than giảm là do trong nhiên liệu DME có chứa thành phần ôxy, giảm hiện tượng thiếu ôxy cục bộ, quá trình cháy triệt để hơn.

5. Kết luận

Nghiên cứu đã thực hiện tính toán mô phỏng đặc tính kỹ thuật và phát thải của động cơ diesel AVL 5402 bằng phần mềm AVL Boost khi sử dụng DME và so sánh với trường hợp sử dụng nhiên liệu diesel thông thường. Kết quả tính toán cho thấy: Với cùng lượng nhiên liệu cung cấp cho một chu trình thì công suất động cơ sẽ giảm trung bình 19%, để đảm bảo công suất động cơ không thay đổi cần cung cấp một lượng nhiên liệu lớn hơn, với động cơ diesel AVL 5402 cần tăng lượng nhiên liệu cung cấp cho một chu trình 21,5%. Khi sử dụng DME, các thành phần phát thải

đều giảm so với khi sử dụng diesel thông thường. Tính trung bình trên toàn dải tốc độ tính toán, CO, NO_x và muội than giảm lần lượt là 6,6%, 10,9% và 74,1%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Users guide- AVL Boost version 2011.1
- [2] G. D'Errico, et al. (2002). "Modeling the Pollutant Emissions from a S.I. Engine", SAE paper No. 2002-01-0006.
- [3] G.Woschni (1967). "A Universally Applicable Equation for the Instantaneous Heat Transfer Coefficient in Internal Combustion Engines". SAE paper No. 6700931.
- [4] DME: An Emerging Global Fuel.
www.methanol.org/Energy/...Fuel/DME-Emerging-Global-Fuel.aspx
- [5] Nguyễn Lan Hương, Lương Công Nhớ, Phạm Hữu Tuyển. "Dimethyl Ether (DME)-Nhiên liệu thay thế sử dụng cho động cơ diesel". Tạp chí Giao thông Vận tải tháng 9- 2012.
- [6] Nguyễn Lan Hương, Lương Công Nhớ, Phạm Hữu Tuyển. "Nghiên cứu hệ thống cung cấp nhiên liệu Dimethyl ether (DME) cho động cơ Diesel". Tạp chí Giao thông Vận tải tháng 3- 2013.

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Hồng Phúc

TÍNH TOÁN XÁC SUẤT ĐỘ CHÍNH XÁC AN TOÀN HÀNG HẢI TRONG KÊNH THÔNG TIN CỦA HỆ THỐNG THÔNG TIN VỆ TINH HÀNG HẢI INMARSAT THEO TIÊU CHUẨN IMO

CALCULATING THE NAVIGATION SAFETY ACCURACY ON INFORMATION CHANNELS OF SYSTEM INMARSAT ACCORDING TO REQUIREMENT IMO

PGS. TS. PHẠM KỶ QUANG

Viện Đào tạo Sau đại học, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo đưa ra kết quả tính toán cụ thể xác suất độ chính xác an toàn hàng hải, theo chỉ tiêu "Hệ số kênh thông tin bảo vệ - $K_{bv-INMARSAT}$ ", trong kênh thông tin của hệ thống thông tin vệ tinh hàng hải INMARSAT, khi có ảnh hưởng của nhiễu vô tuyến loại dải hẹp. Kết quả tính toán hoàn toàn phù hợp tiêu chuẩn theo các nghị quyết A.529(13), A.815(19) và A.953 (23) của Tổ chức Hàng hải Thế giới (IMO).

Abstract

In this article, we introduced the result of the calculating probabilistic accuracy of navigation safety, by using the the factor's protection information channels ($K_{bv-INMARSAT}$) on system INMARSAT under the influence of narrowband noise. This result is in accord with IMO resolutions A.529(13), A.815(19) and A.953 (23).

1. Mô hình hoá hệ số kênh thông tin bảo vệ trong kênh thông tin của hệ thống thông tin vệ tinh hàng hải INMARSAT khi có ảnh hưởng của nhiễu vô tuyến loại dải hẹp.

Đặc điểm ưu việt của hệ thống thông tin vệ tinh hàng hải INMARSAT là góp phần nâng cao an toàn hàng hải và an toàn con người trên biển, đặc biệt trong lĩnh vực thông tin và tìm kiếm và cứu nạn toàn cầu GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety System*) trên biển.

Trong bài báo này, đã sử dụng chỉ tiêu "Hệ số kênh thông tin bảo vệ - $K_{bv-INMARSAT}$ " trong kênh thông tin của hệ thống thông tin vệ tinh hàng hải INMARSAT, khi bị ảnh hưởng của nhiễu vô tuyến loại dải hẹp [2, 3] và yêu cầu về xác suất an toàn hàng hải theo tiêu chuẩn của nghị quyết IMO [4].

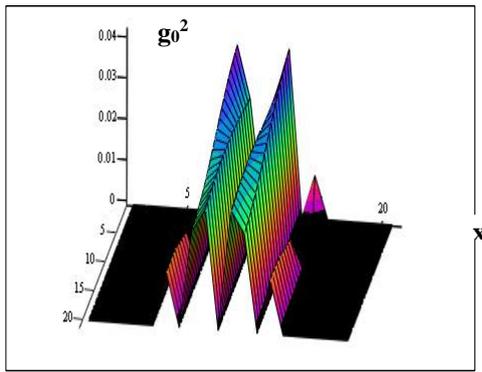
Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, mỗi mã tín hiệu thời gian trong cấu trúc tín hiệu thông tin hàng hải của hệ thống thông tin vệ tinh hàng hải INMARSAT chứa đựng 32 ký tự với chiều dài tương ứng là $\{a_m\}$: 01001000010101110110001111100110. Trường hợp ảnh hưởng của nhiễu vô tuyến loại dải hẹp, thì mối quan hệ nhiễu dải hẹp và tín hiệu thông tin hàng hải của hệ thống INMARSAT, biểu diễn dưới dạng [2, 3]:

$$g_0^2(x, y) = C = \frac{K_{gh}}{h_N^2} = \frac{1}{N^2} \left| \frac{\sin \pi x (y-1)}{\pi} \sum_{n=1}^N \exp j(\psi_n - 2\pi n x) - \frac{\sin \pi x y}{\pi} \exp(-j\pi x) \sum_{n=1}^{N-1} \exp j(\psi_n - 2\pi n x) \right|^2 \quad (1)$$

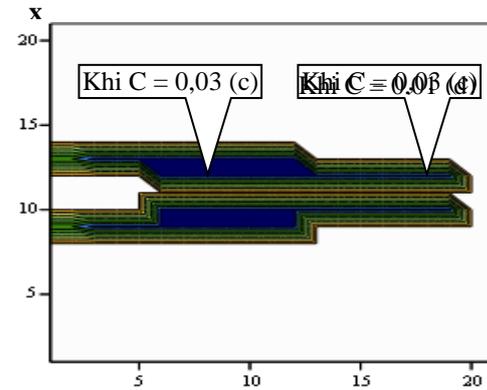
где $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$; $x = \frac{\Delta\Omega}{\omega_0}$; $y = \frac{\Delta t}{T}$; $x \in [-1, 1]$; $y \in [-1, 1]$; $\psi_n = a_n \pi$, $a_n \in \{0, 1\}$ - chiều dài

mã thời gian của tín hiệu thứ n ; K_{gh} - hệ số giới hạn cho phép; h_N^2 - giá trị giới hạn cho phép của năng lượng nhiễu dải hẹp.

Sử dụng phần mềm “MathCad” đối với công thức (1), nhận được kết quả mô hình hóa mối quan hệ nhiễu dải hẹp và tín hiệu (hình 1) và hệ số kênh thông tin bảo vệ, trong 4 trường hợp đặc trưng của INMARSAT (hình 2), cụ thể: $K_{bv-INMARSAT} (a) = 1,00$; $K_{bv-INMARSAT} (b) = 1,00$; $K_{bv-INMARSAT} (c) = 0,88$; $K_{bv-INMARSAT} (d) = 0,76$.



g2r



gp1

Hình 1. Kết quả mô hình hoá nhiễu và tín hiệu

Hình 2. Kết quả mô hình hoá hệ số $K_{bv-INMARSAT}$

Như vậy, khi ảnh hưởng của nhiễu vô tuyến loại dải hẹp trong kênh thông tin của hệ thống thông tin vệ tinh hàng hải INMARSAT, dải biến thiên tối ưu nhất của hệ số $K_{bv-INMARSAT}$ là:

$$0,76 \leq K_{bv-INMARSAT} \leq 1 \quad (2)$$

2. Tính toán xác suất độ chính xác an toàn hàng hải theo hệ số kênh thông tin bảo vệ phù hợp với tiêu chuẩn của Tổ chức hàng hải thế giới IMO

Xác suất an toàn hàng hải (P_{at}) được đánh giá bởi xác suất lưu lượng hành trình của tàu thủy trên mặt nước mà không bị bất kỳ sự trở ngại nào ở trên hay dưới mặt nước. Để tính toán giá trị P_{at} khi tàu hành trình trong các khu vực hàng hải nguy hiểm, sử dụng hàm phân bố tuần hoàn [1]:

$$P_{at} = 1 - \exp\left(-\frac{D}{M}\right) \quad (3)$$

Trong đó: D - khoảng cách ngắn nhất đến điểm nguy hiểm gần nhất (hải lý); M - sai số bình phương trung bình của vị trí tàu (hải lý).

Công thức (3) được dùng để lập bảng toán số 4.18 MT-2000 [5], đối số tra trong bảng là D và M . Mục đích của bảng toán này, một mặt, để tính toán nhanh và thuận tiện giá trị xác suất an toàn hàng hải P_{at} , với đối số đưa vào bảng là D và M , mặt khác, tính toán giá trị sai số bình phương trung bình M của vị trí xác định tàu thủy, khi biết trước giá trị D_{min} theo xác suất P_{at} cho trước.

Ví dụ, khi tàu hành trình trong khu vực nguy hiểm, để có được xác suất an toàn hàng hải $P_{at} = 0,982$, theo bảng toán số 4.18 MT-2000, mối quan hệ giữa các giá trị D và M cho trong bảng 1.

Bảng 1. Mối quan hệ giữa M và D theo bảng toán số 4.18 MT-2000

P _{at} = 0,982					
M	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
D	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0

Trường hợp tàu hành trình trong khu vực hàng hải khó khăn, khu vực hẹp, nông cạn, khu vực phân luồng, khu vực eo, kênh, luồng,... yêu cầu đối với xác suất độ chính xác vị trí xác định tàu thủy (P_{cx}), hay còn gọi là xác suất độ chính xác an toàn hàng hải, theo các nghị quyết A.529(13), A.815(19) và A.953 (23) của Tổ chức hàng hải thế giới IMO [4], được xác định theo chỉ tiêu bằng số là P_{cx} = 0,950.

Trong trường hợp có sự tác động của nhiều dải hẹp trong các kênh thông tin của hệ thống thông tin vệ tinh hàng hải INMARSAT, thì xác suất độ chính xác vị trí xác định tàu thủy không được đảm bảo, đồng thời xác suất an toàn hàng hải cũng sẽ giảm. Như vậy, việc lựa chọn chỉ tiêu đánh giá xác suất độ chính xác vị trí xác định tàu thủy, không chỉ phụ thuộc vào xác suất an toàn hàng hải, mà còn phụ thuộc vào hệ số kênh thông tin bảo vệ. Biểu diễn mối quan hệ giữa các yếu tố này như sau [3]:

$$P_{cx} = P_{at} \times K_{bv-INMARSAT} \tag{4}$$

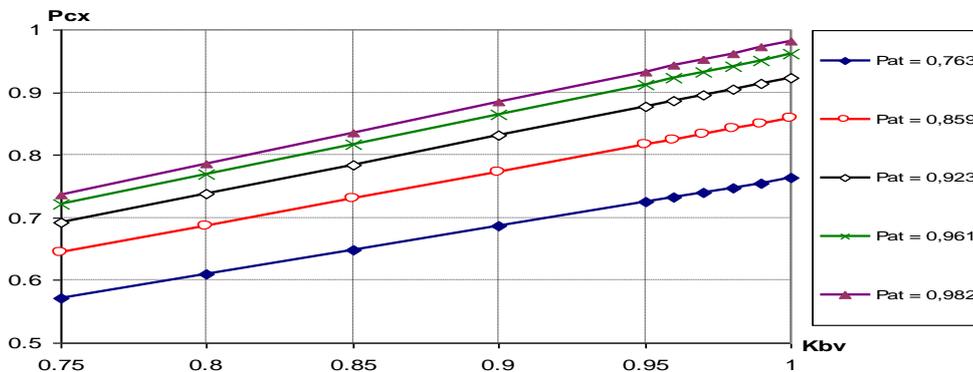
Hoặc có thể biểu diễn dưới dạng hàm số:

$$P_{cx} = f(K_{bv-INMARSAT}) \tag{5}$$

Từ (2), (3) và (4) sử dụng chương trình tính toán “Excel” đưa ra kết quả tính toán cụ thể xác suất độ chính xác vị trí vị trí tàu xác định (bảng 2), trên cơ sở lựa chọn một số giá trị xác suất an toàn hàng hải trong bảng toán số 4.18 MT-2000 [5]. Đồng thời, hình 3 thể hiện đồ thị mối quan hệ giữa $P_{cx} = f(K_{bv-INMARSAT})$ khi biết trước các giá trị xác suất P_{at}.

Bảng 2. Kết quả tính toán xác suất độ chính xác an toàn hàng hải theo hệ số kênh thông tin bảo vệ

Xác suất P _{at}	Hệ số K _{bv-INMARSAT}									
	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
0,763	0,572	0,610	0,649	0,687	0,725	0,732	0,740	0,748	0,755	0,763
0,859	0,644	0,687	0,730	0,773	0,816	0,825	0,833	0,842	0,850	0,859
0,923	0,692	0,738	0,785	0,830	0,877	0,886	0,895	0,905	0,914	0,923
0,961	0,721	0,767	0,817	0,865	0,913	0,923	0,932	0,942	0,951	0,961
0,982	0,737	0,786	0,835	0,884	0,933	0,943	0,953	0,962	0,972	0,982



Hình 3. Đồ thị mối quan hệ $P_{cx} = f(K_{bv-INMARSAT})$ với các giá trị xác suất P_{at} khác nhau

Phân tích kết quả nhận được từ bảng 2 và hình 3, rút ra rằng: Khi biết trước các giá trị xác suất P_{at} , sự phụ thuộc của xác suất độ chính xác an toàn hàng hải P_{cx} vào hệ số $K_{bv-INMARSAT}$ có dạng đồ thị là các đường thẳng. Chẳng hạn, khi tăng hệ số $K_{bv-INMARSAT}$ từ 0,96 đến 0,97 (tức là 1%), giá trị xác suất P_{cx} cũng tăng theo, cụ thể: - Khi $P_{at} = 0,763$, giá trị P_{cx} tăng từ 0,732 đến 0,740, tức là 0,8%;

- Khi $P_{at} = 0,859$, giá trị P_{cx} tăng từ 0,825 đến 0,833, tức là 0,8%;
- Khi $P_{at} = 0,923$, giá trị P_{cx} tăng từ 0,886 đến 0,895, tức là 0,9%;
- Khi $P_{at} = 0,961$, giá trị P_{cx} tăng từ 0,923 đến 0,932, tức là 0,9%;
- Khi $P_{at} = 0,982$, giá trị P_{cx} tăng từ 0,943 đến 0,953, tức là 1,0%.

3. Kết luận

Với kết quả tính toán cụ thể, rút ra rằng: Hệ số $K_{bv-INMARSAT}$ càng lớn ($0,76 \leq K_{bv-INMARSAT} \leq 1$), thì xác suất P_{cx} được nâng cao, như vậy an toàn hàng hải càng được cải thiện. Để đảm bảo xác suất độ chính xác an toàn hàng hải cần phải nâng cao hệ số $K_{bv-INMARSAT}$. Nghĩa là, đảm bảo và nâng cao hiệu quả hoạt động kênh thông tin của hệ thống thông tin vệ tinh hàng hải INMARSAT. Chẳng hạn, khi xác suất an toàn hàng hải $P_{at} = 0,982$, thì hệ số

$$K_{bv-INMARSAT} = \frac{P_{cx}}{P_{at}} = \frac{0,950}{0,982} = 0,967, \text{ nhưng nếu giảm xác suất an toàn hàng hải}$$

$$P_{at} = 0,961, \text{ thì hệ số } K_{bv-INMARSAT} \text{ trong trường hợp này là } K_{bv-INMARSAT} = \frac{P_{cx}}{P_{at}} = \frac{0,950}{0,961} = 0,989.$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] В.И.Дмитриев. *Обеспечение безопасности плавания*. Учебное пособие для вузов водного транспорта. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. - 374с.
- [2] Ю.Г.Вишневский., А.А.Сикарев. *Поля поражения сигналов и электромагнитная защищённость информационных каналов в АСУДС*. - М.: СПб «Судостроение», 2006. - 356 с.
- [3] 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.118.
- [4] Кодекс безопасности мореплавания ИМО. Резолюция ИМО А.529(13)., А.815(19) và А.953(23).
- [5] Сборник мореходных таблиц МТ - 2000. Адм. - СПб.: 2002. - 576 с.

Người phản biện: TS. Trần Văn Lượng

NHẬN DẠNG NGUY CƠ TRONG CÁC HOẠT ĐỘNG TRÊN TÀU BIỂN

HAZARD IDENTIFICATION IN SHIP OPERATIONS

TS. NGUYỄN KIM PHƯƠNG

Khoa Hàng hải, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Nhận dạng nguy cơ là khâu quyết định trong toàn bộ quy trình đánh giá rủi ro trong những hoạt động trên tàu biển. Để có thể nhận dạng được những nguy cơ tiềm ẩn một cách đầy đủ, bài báo khuyến nghị một số phương pháp mang tính kỹ thuật và ứng dụng cao. Những phương pháp này có thể được các sỹ quan hàng hải sử dụng một cách riêng lẻ hoặc kết hợp với nhau để đánh giá một cách toàn diện nhất những rủi ro trước khi bắt đầu và trong khi tiến hành công việc trên tàu biển.

Abstract

Hazard identification is critical step in the process of risk assessment in ships operation. In order to fully recognize the hazards, this paper recommends some technical and applicable methods. These methods should be used independently or together by duty officers to estimate wholly the risks before or during implementing any works on ship.

1. Đặt vấn đề

Trong hoạt động vận tải biển, quản lý và đánh giá rủi ro đã được nghiên cứu, triển khai ở nhiều công ty quản lý và điều hành tàu khắp nơi trên thế giới. Trong thực tiễn triển khai và duy trì hệ thống quản lý an toàn theo Bộ luật Quản lý An toàn, không ít thuyền trưởng, sỹ quan quản lý và thậm chí một số người phụ trách an toàn của các công ty, còn gặp nhiều lúng túng trong việc lập quy trình, hướng dẫn và thực hiện đánh giá rủi ro trong các hoạt động quản lý điều hành tàu.

Đánh giá rủi ro thực chất là kiểm tra một cách cẩn thận trong các hoạt động, công việc trên tàu. Trong khi tiến hành kiểm tra phải nhận biết các biện pháp phòng ngừa sẵn có và quyết định có cần phải có hành động tăng cường hay không. Mục đích là để ngăn chặn hoặc ít nhất giảm thiểu khả năng xảy ra tai nạn và thương tật trên tàu [1].

Việc đánh giá bao gồm đánh giá các rủi ro phát sinh trực tiếp từ các công việc đang được thực hiện (bao gồm những công việc có liên quan đến sức khỏe và vệ sinh, các tác nghiệp thường nhật, tác nghiệp then chốt hoặc việc bảo dưỡng các thiết bị then chốt) và những công việc có tiềm ẩn làm hại đến con người đang làm việc cũng như những người bị ảnh hưởng trực tiếp bởi công việc.

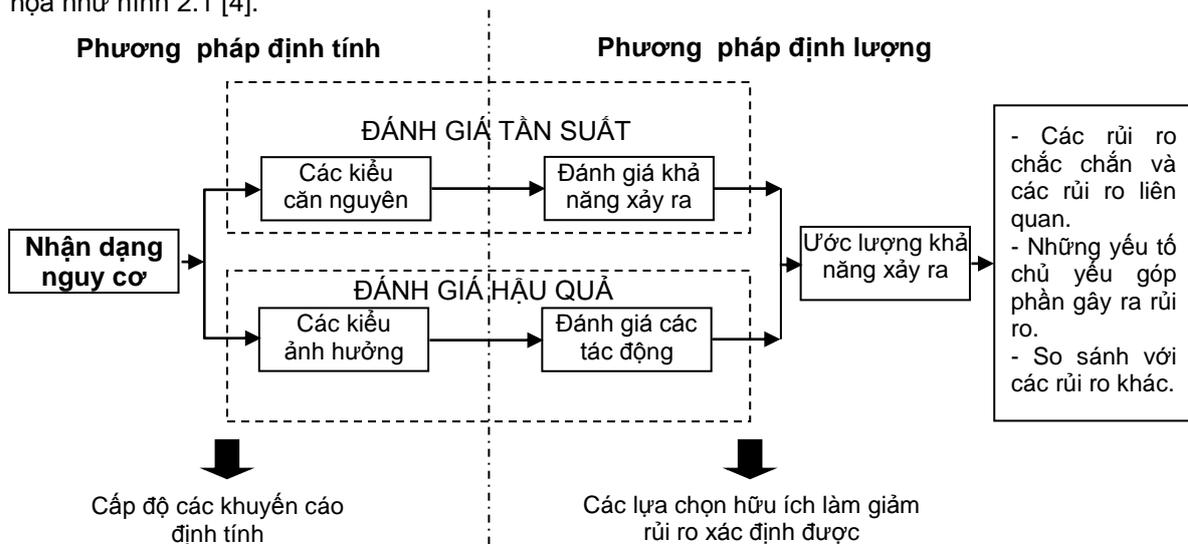
Việc đánh giá cần phải thực hiện cho tất cả các tác nghiệp then chốt trên tàu, các biến đổi có thể của hoàn cảnh. Một tác nghiệp có thể được coi là “công việc thường nhật” với rủi ro nhỏ nhất trong điều kiện bình thường có thể thể hiện rủi ro cao hơn khi điều kiện thay đổi, chẳng hạn điều kiện thời tiết xấu hoặc máy móc bị hư hỏng. Tiến hành đánh giá rủi ro vào lúc thực hiện một tác nghiệp như vậy sẽ giúp xác định các biện pháp phòng ngừa bổ sung cần thiết.

Trong thực tiễn, rủi ro tại nơi làm việc phải được đánh giá trước khi bắt đầu bất kỳ công việc nào. Do vậy, thuyền trưởng và các sỹ quan quản lý trên tàu cần phải có nhận thức đầy đủ về rủi ro và có khả năng đánh giá rủi ro một cách chính xác nhất có thể. Một trong những yếu tố quyết định trong quy trình đánh giá rủi ro, đó là “Nhận dạng các nguy cơ”. Nguy cơ được nhận dạng càng đầy đủ, rõ ràng bao nhiêu thì kết quả đánh giá rủi ro sẽ càng tin cậy, chính xác bấy nhiêu.

2. Quy trình đánh giá rủi ro cơ bản

Việc sử dụng một phương pháp hệ thống để đánh giá các cấp độ rủi ro được gọi là Quy trình đánh giá rủi ro. Quy trình này bao gồm 6 bước cơ bản: Nhận biết các nguy cơ có thể xảy ra; Đánh giá tần suất xảy ra; Đánh giá hậu quả; Đánh giá mức độ rủi ro; Ghi chép lại kết quả đánh giá rủi ro và thực hiện; Rà soát lại quy trình đánh giá rủi ro và cập nhật nếu cần thiết [2,3].

Mức độ thông tin cần thiết để đưa ra một quyết định là rất rộng. Trong một số trường hợp, sau khi nhận biết được các nguy cơ, các phương pháp đánh giá tần suất và hậu quả thích đáng mang tính chất định tính có thể cho phép đánh giá được mức độ rủi ro. Tuy nhiên, ở các trường hợp khác, đòi hỏi các phân tích định lượng phải được thực hiện. Quy trình đánh giá rủi ro được minh họa như hình 2.1 [4].



Hình 2.1. Quy trình đánh giá rủi ro cơ bản

Điều quan trọng nhất quyết định sự thành công của việc phân tích, đánh giá rủi ro đó là phải lựa chọn được phương pháp thích hợp (hoặc biết kết hợp một cách hợp lý các phương pháp với nhau) cho hoàn cảnh hiện tại.

3. Các phương pháp nhận dạng nguy cơ

Việc nhận dạng các nguy cơ là bước đầu tiên và là bước quan trọng nhất bởi vì tất cả các bước sau đó đều phụ thuộc vào nó. Bước này phải được hoàn chỉnh và chính xác, và trong chừng mực có thể được phải được dựa trên quá trình quan sát các hoạt động. Tuy nhiên, việc nhận dạng các nguy cơ không dễ dàng khi nó có thể lần đầu tiên xuất hiện. Tính trọn vẹn và độ chính xác có thể đạt được chỉ khi quy trình mang tính hệ thống. Điều đó buộc tác nghiệp phải có sự huấn luyện và hướng dẫn đầy đủ để đảm bảo rằng nó được thực hiện theo cách kỹ lưỡng và chắc chắn. Các thuật ngữ được sử dụng phải được định nghĩa một cách rõ ràng và quy trình phải được mô tả một cách đầy đủ. Ví dụ: “các nguy cơ – Hazard” phải không được lẫn lộn với “cận rủi ro – Near miss”, “cận rủi ro – Near miss” không được lẫn với “các sự cố - Incidents”, “các sự cố - Incidents” không được lẫn lộn với “các tai nạn – Accidents”, “các tai nạn – Accidents” không được lẫn với “các hậu quả - Consequences”.

Do nguy cơ là nguồn gốc của các biến cố có thể dẫn đến các hậu quả không mong muốn vì vậy những phân tích làm sáng tỏ rủi ro phải được bắt đầu từ hiểu biết về nguy cơ hiện tại. Mặc dù việc nhận diện nguy cơ hiếm khi cung cấp các thông tin trực tiếp cần thiết cho việc đưa ra các quyết định, nhưng nó lại là bước then chốt trong đánh giá rủi ro. Đôi khi việc nhận dạng nguy cơ được thực hiện bằng các kỹ thuật có cấu trúc hệ thống. Nhưng cũng có khi việc nhận diện nguy cơ chỉ là một bước ẩn (khi các nguy cơ đã được nhận biết một cách rõ ràng) chứ không phải được thực hiện một cách có hệ thống. Sau đây là một số phương pháp chung được sử dụng để nhận dạng nguy cơ [4].

3.1 Kỹ thuật nhận dạng nguy cơ (Hazard Identification Technique - HAZID)

HAZID là một thuật ngữ chung được sử dụng để mô tả mục đích thực hiện việc nhận dạng các nguy cơ và kết hợp các biến cố có tiềm năng gây ra hậu quả đáng kể. Ví dụ, HAZID của phương tiện khai thác dầu mỏ ngoài khơi có thể nhận biết được các nguy cơ tiềm ẩn gây hậu quả đối với con người (như thương tật, cái chết), đối với môi trường (tràn dầu và ô nhiễm), đối với tài sản tài chính (mất hoặc giảm sản lượng). Kỹ thuật HAZID có thể áp dụng cho toàn bộ hay một bộ phận của một phương tiện như con tàu hoặc cũng có thể áp dụng để phân tích các quy trình hoạt động. Dựa vào hệ thống được đánh giá và các nguồn lực có sẵn mà quá trình thực hiện một HAZID có thể khác nhau.

Tính đặc thù là hệ thống đánh giá được chia thành các phần có thể quản lý được và một nhóm công tác quản lý thông qua các phiên thảo luận (thường sử dụng danh mục kiểm tra - *Checklist*) để nhận dạng các nguy cơ tiềm ẩn phù hợp với mỗi phần của hệ thống. Quá trình này thường được thực hiện bởi một nhóm có kinh nghiệm trong thiết kế và vận hành phương tiện và các nguy cơ được xem là quan trọng sẽ được ưu tiên đánh giá kỹ hơn. Thực tế trên tàu biển, nhóm này thường bao gồm các sỹ quan quản lý boong, máy.

3.2 Phân tích phạm trù Nhân-quả (What-if Analysis)

Phân tích nhân quả là một cách tiếp cận trí não được sử dụng rộng rãi bằng cách đặt câu hỏi có kết cấu không chặt chẽ nhằm làm rõ các nguy cơ tiềm ẩn có thể là nguyên nhân gây ra các rủi ro hay các vấn đề khi thực hiện hệ thống. Do đó, cần phải đảm bảo rằng các biện pháp thích hợp ngăn chặn các nguy cơ được thực hiện đúng chỗ. Kỹ thuật này phải dựa vào một nhóm các chuyên gia để đưa ra một phương pháp toàn diện có thể áp dụng cho bất kỳ hoạt động hay hệ thống nào.

Phân tích nhân quả đưa ra các mô tả định tính của các vấn đề tiềm ẩn (thể hiện dưới dạng các câu hỏi và biện pháp ứng phó) cũng như danh sách các khuyến cáo nhằm ngăn ngừa các vấn đề. Phân tích nhân quả có thể áp dụng cho hầu hết các loại ứng dụng kiểu phân tích, đặc biệt các loại ứng dụng kiểu phân tích bị chi phối bởi các chuỗi sự kiện đơn giản. Phân tích nhân quả đôi khi được sử dụng độc lập, nhưng hầu hết thường được sử dụng để phụ trợ cho các kỹ thuật khác (đặc biệt là việc phân tích các danh mục kiểm tra).

3.3 Phân tích danh mục kiểm tra (Checklist Analysis)

Phân tích danh mục kiểm tra là sự đánh giá có hệ thống dựa vào các tiêu chuẩn được thiết lập từ trước ở dưới dạng một hay nhiều danh mục kiểm tra. Nó có thể áp dụng cho kiểu phân tích mức cao hoặc chi tiết và được sử dụng chủ yếu để cung cấp thông tin cho việc phỏng vấn, xem

xét lại các tài liệu, kiểm tra hiện trường của hệ thống đang được phân tích. Kỹ thuật này đưa ra danh sách định tính của các quyết định phù hợp và không phù hợp cùng với các khuyến cáo cho việc khắc phục những sự việc không phù hợp. Phân tích danh mục kiểm tra được sử dụng như là phân bổ trợ hoặc không thể thiếu được của các phương pháp khác (đặc biệt là phương pháp phân tích nhân quả) nhằm chú tâm vào các yêu cầu đặc biệt.

3.4 Phân tích nguy cơ và khả năng tác nghiệp (Hazard and Operability Analysis - HAZOP)

Kỹ thuật phân tích HAZOP sử dụng các từ chỉ dẫn đặc biệt để gợi ý cho những người thuộc nhóm giàu kinh nghiệm xác định được các nguy cơ tiềm ẩn hoặc khả năng tác nghiệp liên quan đến các bộ phận của thiết bị hoặc hệ thống. Những từ chỉ dẫn mô tả các sai số tiềm ẩn từ chủ ý thiết kế được tạo ra bằng cách xác định trước tập hợp các tính từ (Ví dụ: cao, thấp,...) để từ đó xác định trước tập hợp các thông số quá trình (Lưu lượng, áp suất, kết cấu,...). Nhóm công tác giàu kinh nghiệm tiến hành thảo luận về hậu quả tiềm ẩn của các sai số này và nếu xác định được vấn đề liên quan phù hợp với hậu quả tiềm ẩn thì họ phải đảm bảo đưa ra được biện pháp bảo vệ giúp ngăn ngừa sai số xảy ra. Kiểu phân tích này chủ yếu đưa ra các kết quả định tính, mặc dù một vài kết quả định lượng đơn giản có thể có. Mục đích sử dụng chính của phương pháp HAZOP là xác định các nguy cơ an toàn và những vấn đề phát sinh trong các hệ thống hoạt động liên tục.

3.5 Phân tích các tác động hư hỏng và các dạng hư hỏng (Failure Modes and Effects Analysis - FMEA)

FMEA là một cách tiếp cận lý luận quy nạp tốt nhất phù hợp cho việc đánh giá phần cứng các hệ thống điện và cơ khí. Kỹ thuật này không phù hợp các vấn đề hàng hải với quy mô rộng như hoạt động của cảng hoặc tính an toàn toàn diện của tàu biển.

Kỹ thuật FMEA được coi như là dạng hư hỏng của mỗi thành phần hệ thống có thể gây ra các vấn đề hoạt động của hệ thống. Kỹ thuật này đảm bảo cho các biện pháp an toàn thích hợp ngăn chặn các nguy cơ được thực hiện kịp thời. Kỹ thuật này có thể áp dụng cho bất kỳ hệ thống xác định nào, nhưng được sử dụng chủ yếu trong việc ra soát các hệ thống cơ khí và điện (như hệ thống cứu hỏa, hệ thống động lực/lái tàu biển). Nó cũng được sử dụng như là cơ sở cho việc tối ưu hóa kế hoạch bảo dưỡng các trang thiết bị bởi vì phương pháp này tập trung một cách có hệ thống trực tiếp vào từng dạng hư hỏng các trang thiết bị. FMEA đưa ra sự mô tả định tính của các vấn đề tiềm ẩn (dạng hư hỏng, nguyên nhân gốc rễ, các tác động và biện pháp an toàn) và cũng thể bao gồm cả việc dự tính các hậu quả và/hoặc tần suất xảy ra của hư hỏng.

3.6 Vai trò của “yếu tố con người”

Trong bất cứ nỗ lực nào để xác định các nguy cơ và đánh giá các rủi ro liên quan đến nguy cơ thì đều phải xem xét mối quan hệ giữa các hoạt động của con người với các hệ thống mà họ vận hành. Vấn đề xây dựng yếu tố con người có thể được kết hợp trong những phương pháp xác định các nguy cơ, đánh giá rủi ro và xác định mức độ tin cậy của các biện pháp an toàn. Ví dụ, các từ chỉ dẫn xác định nguy cơ phải đưa ra được gợi ý cho nhóm đánh giá để cân nhắc việc xây dựng yếu tố con người như sự tiếp cận, các giao diện điều khiển,...

Những người thực hiện việc đánh giá rủi ro cần phải nhận thức được sự tác động của yếu tố con người. Họ phải được huấn luyện để có thể cải thiện khả năng phát hiện sự đóng góp tiềm ẩn của con người trong đánh giá rủi ro. Phân tích rủi ro có thể dễ dàng phát hiện được lỗi tiềm ẩn của con người đối với bất kỳ sự tương tác nào của con người và được coi là một phương thức kiểm soát rủi ro rõ ràng. Tuy nhiên, điều quan trọng để nhận ra vai trò của con người trong đánh giá rủi ro đó chính là khi hành động của con người được ẩn sau việc đánh giá đó.

Vì vậy “Yếu tố con người” được coi là keo dính để gắn chặt việc đánh giá rủi ro theo quan điểm khoa học công nghệ với việc đánh giá rủi ro theo quan điểm quản lý chất lượng toàn diện.

3.7 Một số ví dụ về nhận dạng nguy cơ

Sau đây là một số ví dụ về các nguy cơ đã được nhận dạng bằng cách sử dụng một trong số các phương pháp nhận dạng nguy cơ nêu trên hoặc kết hợp các phương pháp với nhau một cách hợp lý:

Các nguy cơ về hỏa hoạn: Vật liệu dễ cháy, khí gây nổ, hơi gây cháy nổ; Bình xịt, thiết bị phun sơn; Sử dụng không đúng cách các thiết bị pháo hiệu; Hút thuốc lá; Lưu trữ không đúng cách các chất liệu dễ cháy; Thiếu chuyên môn về pháo hiệu; Sử dụng không đúng cách các vật liệu dễ cháy; Thiếu kế hoạch ứng phó đối với các tác động đặc biệt; Sử dụng không đúng cách các chất lỏng dễ cháy; Lưu trữ không đúng cách các chất lỏng dễ cháy; Bao bì chứa chất lỏng dễ cháy không đúng cách; Thông gió không đúng cách; Thiếu thực tiễn về phòng cháy và dập cháy thích hợp; Áp dụng

không đúng quy trình dập cháy, quy trình hàn cắt; Cháy tự phát từ giẻ dầu; Cách ly lửa, tự bốc cháy từ vải bông bị ngấm dầu; Các thiết bị dập lửa và vòi rồng bị cản trở; Không huấn luyện sử dụng các thiết bị chữa cháy; Không đóng được các cửa chặn lửa.

Các nguy cơ về sức khỏe: Mệt mỏi do làm việc kéo dài và làm thêm giờ; Thực phẩm lâu ngày được sử dụng, chứa nhiều vi khuẩn hoặc bị sử dụng nhầm; Lưu giữ thực phẩm không đúng cách, để gần các nguồn nhiệt cao; Dị ứng, đau cơ, mất thị giác; Không áp dụng đúng kĩ thuật lao động; Sử dụng không đúng cách các thiết bị bảo hộ các nhân; Làm việc tại khu vực tiếng ồn có cường độ cao; Làm việc quá nhiều trong thời gian ngắn, áp lực, mệt mỏi; Thiếu thực tiễn sơ cứu ban đầu; Ảnh hưởng của chất kích thích.

Các nguy cơ về làm dây: Dây không được bảo dưỡng, không được thay thế kịp thời, không đúng loại, các mối nối sai, tác động từ tia cực tím, dây bị thối rữa hay bị khô; Khiếm khuyết từ chính các thiết bị làm dây; Thiếu đào tạo về thực tiễn làm dây an toàn.

5. Kết luận

Tất cả công việc đều tiềm ẩn rủi ro. Ở các mức độ khác nhau, rủi ro luôn tồn tại, trong tất cả các hoạt động của con người. Trên tàu, rủi ro cũng tiềm ẩn khắp mọi góc ngách, trong các hoạt động sửa chữa bảo dưỡng, làm hàng, cập rời cầu, trực ca trên biển,... nhất là những điều kiện khắc nghiệt trên biển hoàn toàn khác biệt trên bờ.

Để đánh giá rủi ro hiệu quả, điều quan trọng là phải nhận dạng được những nguy cơ có thể dẫn đến rủi ro. Những báo cáo về tai nạn và tình huống nguy hiểm cần được hết sức coi trọng vì những báo cáo này cung cấp cho chúng ta nền tảng để có thể nghiên cứu về rủi ro của hàng loạt công việc, mà trước hết là nhận dạng những nguy cơ tiềm ẩn một cách đầy đủ và rõ ràng. Trong thực tiễn quản lý an toàn tàu biển, những báo cáo về kiểm tra và đánh giá; tai nạn và tình huống nguy hiểm; phân tích an toàn công việc; các ấn bản báo trước các nguy cơ đã ẩn hành; ghi nhận và đề xuất về công việc của công nhân; dữ liệu về an toàn nguyên vật liệu,... sẽ giúp ta hiểu được sự hiện hữu của các rủi ro và nhận dạng được những nguy cơ trong hàng loạt công việc trên tàu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] *Risk Assessment Guidelines*. Class NK, 10/2009.
- [2] *ISM Risk Management*. Germanischer Lloyd, 03/2010.
- [3] *A Guide to risk assessment in ship operations*. Published: IACS, 2004.
- [4] *Guidance notes on risk assessment applications for the marine and offshore oil and gas industries*. American Bureau of Shipping (ABS), 6/2000.

Người phản biện: TS. Trần Văn Lượng

ẢNH HƯỞNG CỦA HOÀN LƯU KHÍ XẢ TỚI CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ, KỸ THUẬT CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY EFFECT OF EXHAUST GAS RECIRCULATION (EGR) TO ECONOMIC AND TECHNICAL PARAMETERS OF DIESEL ENGINES

TS. NGUYỄN HUY HÀO

Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Hoàn lưu khí xả là một trong những giải pháp nhằm giảm thiểu mức độ phát thải NO_x trong khí xả được áp dụng cho các động cơ diesel cỡ nhỏ. Tuy nhiên, nếu tỷ lệ khí xả hoàn lưu về đường nạp không hợp lý sẽ gây ảnh hưởng xấu đến khả năng làm việc của động cơ. Nội dung bài báo phân tích ảnh hưởng của hoàn lưu khí xả tới các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của động cơ diesel tàu thủy.

Abstract

EGR (Exhaust gas recirculation) is one of the solution that applied for small diesel engines to reduce NO_x emission. However, EGR may badly influence on working ability of the engine if it is not properly calculated. In this article was analyzed the effect of EGR to economic and technical parameters of diesel engines.

1. Đặt vấn đề

Hoàn lưu khí xả tức là đưa một phần khí xả quay trở lại đường nạp của động cơ để hòa trộn với không khí nạp. Khi trong khí nạp của động cơ diesel có một phần khí xả, lượng khí xả này sẽ hoà trộn cùng với không khí và nhiên liệu trong buồng đốt động cơ, sự chiếm chỗ của nó sẽ làm giảm lượng không khí nạp trong buồng đốt và do đó giảm nồng độ oxi cần thiết cho quá trình cháy trong xi lanh động cơ. Chính vì vậy nhiệt độ cực đại của quá trình cháy sẽ giảm, làm giảm tốc độ hình thành NO_x từ quá trình cháy.

Các kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng khi lượng khí xả hoàn lưu về đường nạp động cơ chiếm khoảng 50% lượng khí xả ra khỏi xi lanh động cơ thì nồng độ NO_x trong khí xả có thể giảm tới 80%, nếu kết hợp hoàn lưu khí xả với việc làm ẩm không khí nạp thì nồng độ NO_x trong khí xả còn được giảm thấp nữa.

Tuy nhiên, bên cạnh tác dụng làm giảm nồng độ NO_x thì việc hoàn lưu khí xả về đường nạp sẽ làm tăng nồng độ hydrocarbon (HC), khí CO và muội. Hơn nữa khi lượng khí xả hoàn lưu nhiều sẽ làm giảm lượng oxi trong khí nạp, dẫn đến chất lượng quá trình cháy giảm, làm giảm công suất, hiệu suất, tăng suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ.

Chính vì vậy lượng khí xả hoàn lưu về đường nạp cần phải được tính toán hợp lý để đảm bảo giảm nồng độ NO_x trong khí xả theo yêu cầu nhưng không ảnh hưởng nhiều đến công suất và sự làm việc bình thường của động cơ.

2. Tính toán các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật của động cơ khi thực hiện hoàn lưu khí xả về đường nạp

Để đánh giá ảnh hưởng của hoàn lưu khí xả tới sự làm việc của động cơ diesel chúng ta cần tính toán các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật của động cơ ở các chế độ công tác khác nhau khi tiến hành hoàn lưu khí xả. Tuy nhiên do phạm vi bài báo có hạn nên tác giả chỉ giới thiệu kết quả tính toán các thông số công tác của động cơ ở chế độ định mức với các tỷ lệ khí xả hoàn lưu về đường nạp khác nhau. Việc lựa chọn chế độ tính toán như vậy không làm mất đi tính khoa học, bởi chúng ta biết rằng ở chế độ này lượng khí NO_x sinh ra trong khí xả là nhiều nhất và cần được quan tâm hơn cả.

Nếu gọi k là tỷ lệ khí xả hoàn lưu khi đó k sẽ được biểu diễn bởi tỷ số:

$$k = \frac{Q_{hl}}{Q_{kx}}$$

với: Q_{hl} (kg/h) – lượng khí xả hoàn lưu; Q_{kx} (kg/h) – lượng khí xả do động cơ sản ra trong một giờ. Khi đó:

$$Q_{hl} = kQ_{kx} \text{ (kg/h).}$$

Lượng khí xả do động cơ sinh ra trong một giờ được xác định theo biểu thức:

$$Q_{kx} = G_{nl}(\alpha L_o \mu_k + 1) \text{ (kg/h)}$$

trong đó:

- L_o : lượng không khí lý thuyết cần thiết để đốt cháy hết 1 kg nhiên liệu, L_o được xác định phụ thuộc vào loại nhiên liệu sử dụng (kmol/kg nhiên liệu);
- α : hệ số dư lượng không khí;
- μ_k : Khối lượng phân tử của không khí nạp (kg/kmol);
- G_{nl} : lượng nhiên liệu tiêu thụ cho động cơ trong một giờ (kg/h).

Các thông số cần tính toán:

Các thông số của động cơ cần tính toán bao gồm: suất tiêu hao nhiên liệu chỉ thị; hiệu suất chỉ thị; áp suất chỉ thị bình quân; công suất chỉ thị.

Các kết quả được tính toán cho động cơ diesel 6NVD26A-2 tại Phòng thực hành “Mô phỏng buồng máy” của Khoa Máy tàu biển.

Các thông số kết cấu của động cơ (được cho trong lý lịch máy):

- Kí hiệu động cơ:	6NVD26-A2	- Áp suất có ích bình quân định mức: $P_{eH} = 8.88 \text{ kG/cm}^2$
- Số xilanh:	$i = 6$	- Suất tiêu hao nhiên liệu định mức: $g_{eH} = 165 \text{ g/ml giờ}$
- Đường kính xilanh:	$D = 180 \text{ mm}$	- Suất tiêu hao dầu nhờn: $g_{dn} = 3 \text{ g/ml giờ}$
- Hành trình piston:	$S = 260 \text{ mm}$	- Hệ số nạp: $\eta_n = 0.97$
- Vòng quay định mức:	$n = 750 \text{ v/p}$	- Hệ số dư lượng không khí: $\alpha = 1.65$
- Công suất định mức:	$N_{eH} = 300 \text{ mã lực}$	- Thứ tự nổ của động cơ (chiều tiến): 1-3-5-6-4-2
- Tỷ số nén:	$\epsilon = 14.5$	- Nhiên liệu sử dụng: Dầu DO
- Áp suất cháy cực đại:	$P_z = 73 \text{ kG/cm}^2$	- Khối lượng riêng của nhiên liệu (15°C): 0.8513 g/cm^3
- Hiệu suất cơ giới:	$\eta_m = 91\%$	- Nhiệt trị thấp: 10.000 kcal/kg

Các thông số tính toán ở chế độ định mức (theo các thông số kết cấu):

- Công suất chỉ thị: $N_{iH} = N_{eH}/\eta_m = 300/0.91 = 329 \text{ mã lực}$
- Áp suất chỉ thị bình quân: $P_i = P_{eH}/\eta_m = 8.88/0.91 = 9.75 \text{ kG/cm}^2$
- Hiệu suất có ích: $\eta_{eH} = \frac{632.3}{g_{eH} Q_H} = \frac{632.3}{0.165 \times 10000} = 38.3 \%$
- Hiệu suất chỉ thị: $\eta_{iH} = \eta_e/\eta_m = 0.383/0.91 = 42.1\%$
- Suất tiêu hao nhiên liệu chỉ thị: $g_{iH} = g_{eH} \times \eta_m = 0.165 \times 0.91 = 0.15 \text{ kg/mã lực. giờ}$

Các thông số khai thác của động cơ:

- Đường kính ống nạp: $d_{nap} = 200 \text{ mm}$
- Nhiệt độ môi trường: $T_o = 302 \text{ }^\circ\text{K}$
- Áp suất không khí trước cửa nạp: $P_k = 1.33 \text{ kG/cm}^2$
- Nhiệt độ không khí trước cửa nạp: $T_k = T_o \left(\frac{P_k}{P_o} \right)^{\frac{m-1}{m}} = 302 \left(\frac{1.33}{1.0} \right)^{\frac{2-1}{2}} = 348 \text{ }^\circ\text{K}$
- Áp suất cuối quá trình nạp: $P_a = 0.9 \times 1.33 = 1.2 \text{ kG/cm}^2$
- Hệ số khí sót: $\gamma_r = 0.02$
- Nhiệt độ khí sót: $T_r = 700 \text{ }^\circ\text{K}$
- Nhiệt độ cuối quá trình nạp: $T_a = \frac{T_k + \Delta T_{sn} + \gamma_r T_r}{1 + \gamma_r} = \frac{348 + 10 + 0.02 \times 700}{1.02} = 360 \text{ }^\circ\text{K}$

Các bước tính toán:

Việc tính toán các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của động cơ được tiến hành theo trình tự sau:

B1. Tính lượng nhiên liệu tiêu thụ cho động cơ trong 1 giờ ở chế độ định mức (với giả thiết tiêu thụ nhiên liệu cho động cơ được giữ nguyên ở các chế độ có hoàn lưu khí xả):

$$G_{nl} = g_{eH} \times N_{eH} \text{ (kg/giờ)}$$

B2. Tính lượng khí xả do động cơ sinh ra ở chế độ định mức (coi lượng khí xả là không đổi khi có hoàn lưu):

$$G_{kx} = G_{nl} (\alpha L_o \mu_k + 1) \text{ (kg/giờ)}$$

với: μ_k là khối lượng phân tử của không khí, lấy $\mu_k = 28.97 \text{ kg/kmol}$;

L_o là lượng không khí cần thiết để đốt cháy hoàn toàn 1 kg nhiên liệu, lấy $L_o = 0.495 \text{ kmol/kg}$;

B3. Tính lượng không khí cấp cho động cơ trong 1 giờ ở chế độ định mức:

$$G_{kk} = \alpha L_o \mu_k G_{nl} \text{ (kg/giờ)}$$

B4. Tính lượng khí xả hoàn lưu về đường nạp:

Gọi k (%) là tỷ lệ khí xả hoàn lưu về đường nạp, khi đó lượng khí xả hoàn lưu sẽ là:

$$G_{kx-hl} = kG_{kx} \text{ (kg/giờ)}$$

B5. Tính lượng không khí sạch cấp vào xilanh động cơ khi có hoàn lưu khí xả:

$$G_{kk-hl} = G_{kk} - G_{kx-hl} = G_{kk} - kG_{kx} \text{ (kg/giờ)}$$

B6. Tính hệ số dư lượng không khí khi có hoàn lưu (với giả thiết lượng nhiên liệu cấp G_{nl} không đổi):

$$\alpha_{hl} = \frac{G_{kk-hl}}{L_o \mu_k G_{nl}} = \frac{G_{kk} - kG_{kx}}{L_o \mu_k G_{nl}}$$

B7. Tính khối lượng riêng của không khí nạp:

Gọi P_c , T_c , ρ_c lần lượt là áp suất, nhiệt độ và khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn, khi đó khối lượng riêng của không khí nạp tại điều kiện đang xét được tính:

$$\rho_k = \frac{T_c P_k \rho_c}{T_k P_c} = \frac{273 \times 1.33 \times 1.29}{348 \times 1} = 1.35 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

B8. Tính suất tiêu hao nhiên liệu chỉ thị:

Vì chúng ta đã giả thiết rằng lượng nhiên liệu cấp cho động cơ ở chế độ định mức G_{nl} là không đổi nên khi đó áp suất chỉ thị bình quân của xilanh động cơ được xem như là không đổi, khi đó:

$$g_{i-hl} = \frac{318.4 \eta_n P_k}{\alpha_{hl} L_o T_k P_i}$$

B9. Tính hiệu suất chỉ thị của động cơ:

$$\eta_{i-hl} = \frac{632.3}{g_{i-hl} Q_H} = \frac{632.3}{g_{i-hl} \times 10000}$$

B10. Tính công suất chỉ thị của động cơ:

$$N_{i-hl} = \frac{\eta_{i-hl} \times 49.5 \times 10000}{632.3}$$

Các kết quả tính toán được cho trong Bảng 1

Bảng 1
Kết quả tính toán các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật của động cơ khi thực hiện hoàn lưu khí xả

STT	Tỷ lệ khí xả hoàn lưu k (%)	Hệ số dư lượng không khí α_{hl}	Suất tiêu hao nhiên liệu chỉ thị của động cơ g_{i-hl} (kg/ml giờ)	Hiệu suất chỉ thị của động cơ η_{i-hl}	Công suất chỉ thị của động cơ N_{i-hl} (ml)
1	5	1.563971	0.156379	0.404338	316.5384
2	10	1.477986	0.165477	0.382108	299.1357
3	15	1.392002	0.175698	0.359878	281.7329
4	20	1.306017	0.187266	0.337648	264.3302
5	25	1.220033	0.200464	0.315419	246.9274
6	30	1.134048	0.215663	0.293189	229.5247
7	35	1.048064	0.233356	0.270959	212.1219

3. Kết quả thử nghiệm hoàn lưu khí xả trên động cơ

Để so sánh với kết quả tính toán, tiến hành thực nghiệm trên chính động cơ 6NVD26-A2, kết quả thực nghiệm trong Bảng 2 dưới đây được tiến hành ở các chế độ tải khác nhau của động cơ ứng với tỷ lệ hoàn lưu khí xả là 10%.

Bảng 2
Kết quả thực nghiệm động cơ ở các chế độ tải khác nhau tương ứng với vòng quay định mức n = 750 v/p, khi tỷ lệ hoàn lưu khí xả về đường nạp 10%

	Phụ tải động cơ				
	25%	50%	75%	85%	100%
P _i (kG/cm ²)	2.44	4.88	7.33	8.3	9.76
		4.74	7.11	7.99	9.27
P _z (kG/cm ²)	52.52	57.21	60.4	63.47	67.08
		56.06	58.59	60.93	63.73
N _i (ml)	82.5	165	247.5	280.5	329.67
		160	230.1	270	303.12
NO _x (ppm)	152	170	213	269	346
		129	150	182.9	224.9

So với kết quả thực nghiệm, sai lệch về tính toán lý thuyết công suất chỉ thị của động cơ ở chế độ định mức

$$\Delta N_i = \frac{303.12 - 299.13}{303.12} = 1.32\% \text{ là không đáng kể.}$$

4. Đánh giá ảnh hưởng của hoàn lưu khí xả tới các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật của động cơ

Kết quả tính toán các thông số công tác của động cơ cho thấy, khi thực hiện trích một phần khí xả ra khỏi xilanh động cơ quay trở lại đường nạp nhằm giảm hàm lượng NO_x trong khí xả sẽ làm thay đổi các thông số công tác của động cơ, mức độ thay đổi của các thông số phụ thuộc vào tỷ lệ khí xả hoàn lưu, cụ thể:

- Khi tỷ lệ khí xả hoàn lưu thấp (k = 5%) thì không ảnh hưởng nhiều đến các thông số công tác của động cơ: công suất chỉ thị giảm 3.8%, suất tiêu hao nhiên liệu tăng 4% còn hiệu suất chỉ thị của động cơ giảm 4.2%, tuy nhiên hàm lượng NO_x giảm không nhiều;

- Khi tỷ lệ khí xả hoàn lưu k = 10~15%, công suất chỉ thị của động cơ giảm 9.1~14%, suất tiêu hao nhiên liệu tăng 10.3~17.1% còn hiệu suất chỉ thị của động cơ giảm 9.2~14.5%;

- Khi tỷ lệ khí xả hoàn lưu k = 20~30%, công suất chỉ thị giảm 19.7~30.2%, suất tiêu hao nhiên liệu tăng 24.8~43.8% còn hiệu suất chỉ thị của động cơ giảm 19.8~30.4%;

- Đặc biệt, khi tỷ lệ khí xả hoàn lưu k = 35%, công suất chỉ thị giảm 35.5%, suất tiêu hao nhiên liệu tăng 55.6% còn hiệu suất chỉ thị của động cơ giảm 35.6%;

Như vậy tỷ lệ khí xả hoàn lưu thích hợp nhất nằm trong khoảng từ 10~15%.

5. Kết luận

Giảm nồng độ NO_x trong khí xả bằng cách hoàn lưu một phần khí xả về đường nạp là một giải pháp đúng đắn cho việc kiểm soát nguồn ô nhiễm môi trường từ khí xả các động cơ diesel cỡ nhỏ. Tuy nhiên việc tính toán hoàn lưu khí xả không hợp lý có thể làm ảnh hưởng rất lớn đến sự làm việc bình thường của động cơ.

Các kết quả tính toán trên một động cơ diesel cụ thể đã cho thấy tỷ lệ khí xả hoàn lưu về đường nạp thích hợp nhất là khoảng 10~15%. Với tỷ lệ hoàn lưu này các thông số kinh tế, kỹ thuật của động cơ thay đổi không đáng kể, trong khi đó theo kết quả thử nghiệm thì hàm lượng NO_x được giảm đáng kể (tới 35%).

TAI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TS. Lê Viết Lượng. *Lý thuyết động cơ diesel* – Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội 2000.
- [2] Фомин Ю.Я. и др. *Судовые двигатели внутреннего сгорания*. – Л.: Судостроение, 1989.
- [3] Trung tâm cơ khí động lực, Khoa Cơ khí, Đại học Bách Khoa, Hà Nội. *Các phương pháp và kết quả thực nghiệm đo lưu lượng dòng khí cho động cơ đốt trong*.
- [4] site: <http://ebook.edu.net.vn>

Phản biện: PGS, TS. Nguyễn Hồng Phúc

SỰ PHỤ THUỘC CỦA ĐỘ RỘNG BÚP SÓNG VÀO SỐ PHẦN TỬ VÀ HƯỚNG LÁI TIA CỦA HỆ ANTEN THẲNG ULA

THE DEPENDENCE OF THE BEAM WIDTH ON THE NUMBER OF ELEMENTS AND THE BEAM STEERING OF LINEAR ANTENNA ARRAY

TS. TRẦN XUÂN VIỆT

Khoa Điện-Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Hệ anten thẳng ULA (Uniform Linear Array) là một trong những hệ anten điều khiển giản đồ hướng rất linh hoạt. Bài báo này trình bày mô hình toán của hệ anten thẳng ULA để khảo sát một số đặc tính cơ bản của hệ anten này trong đó có sự phụ thuộc của độ rộng búp sóng vào số phần tử và hướng lái tia.

Abstract

Uniform Linear Array (ULA) is one antenna system directivity control very flexible. This paper presents the mathematical modeling of ULA to study the basic characteristics of the antenna system include the dependence of the beam width on the number of elements and beam steering.

Key words: Uniform Linear Array.

1. Hệ anten ULA

Đối với một hệ anten (nhiều thành phần), việc xử lý tín hiệu kết hợp cho phép khai thác được cả lượng tin tức chứa trong các đặc tính không gian của cả phân bố trường sóng điện từ và của cả phân bố không gian của các thành phần anten, mang lại nhiều ứng dụng thực tế, như [2]:

- Cải thiện một số đặc tính hướng của anten mà hạn chế việc phải tăng kích thước hay số phần tử anten,

- Thiết lập anten với giản đồ hướng thích nghi, có cực đại về phía tín hiệu hữu ích và suy giảm không về các hướng can nhiễu,

- Kiểm soát đồng thời một vùng không gian nhất định (anten nhiều tia),

- Điều khiển giản đồ hướng bằng phương pháp quét điện từ, ...

Các phần tử của một hệ anten có thể được sắp xếp trong không gian theo nhiều dạng hình học khác nhau, như theo một vòng tròn, theo một mặt phẳng hay theo một hình khối..., tuy nhiên thường gặp hơn cả là hệ anten ULA.

Khái niệm hệ anten ULA được sử dụng trong bài báo này bao hàm hai nghĩa:

- Thứ nhất: ULA (Uniform Linear Array) là mạng tuyến tính các phần tử (được sắp xếp trên một trục thẳng), cách đều.

- Thứ hai: ULA (Uniformly excited Linear Array) là mạng tuyến tính các phần tử được kích thích (hoặc cảm ứng) đồng đều, tức là biên độ tín hiệu trên các phần tử là như nhau, chỉ sai khác về pha.

Các nội dung được khảo sát ở đây là một số đặc tính định dạng búp sóng của một hệ anten ULA, với một số giả thiết gần với các ứng dụng trong thực tế, như sau [2], [6]:

- Hướng sóng tới chỉ xét nằm trong mặt phẳng mà giản đồ hướng của từng phần tử là như nhau và là đẳng hướng, tức là góc nghiêng $\theta = \pi/2$, và do đó góc phương vị θ đặc trưng cho hướng sóng tới.

- Không xét tới sự ghép tương hỗ giữa các phần tử.

- Dải thông của tín hiệu là nhỏ so với tần số sóng mang (băng hẹp).

2. Mô hình số liệu

Cấu trúc điển hình của một hệ anten ULA như trên hình 1. Nó bao gồm N phần tử từ 0 đến N-1 được sắp xếp dọc trục ox, cách đều nhau một khoảng bằng d ($\lambda/2$), tức là d được coi là khoảng cách chuẩn hóa (so với $\lambda/2$), chọn gốc tọa độ trùng với vị trí phần tử 0, và hướng dương trên trục ox thể hiện trên hình vẽ. Các phần tử anten là đẳng hướng trong mặt phẳng nằm ngang chứa trục ox.

Hướng sóng tới làm với trục của hệ anten một góc θ . Biểu diễn sự điều chế của mặt sóng đến bởi đường bao phức bằng gốc là $s(t)$. Giả thiết rằng tạp âm ở tất cả các phần tử riêng biệt có cùng độ lớn ở mọi hướng. Chọn phần tử 0 làm chuẩn, sự khác pha của tín hiệu đến phần tử i là:

$$\varphi_i = k_x \cdot d_i = \left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \cos\phi\right) \cdot (i \cdot d) = \pi \cdot i \cdot d \cdot \cos\phi \quad (1)$$

Tín hiệu thu được tại phần tử i của hệ anten ULA là:

$$u_i = As(t) \cdot e^{-j\varphi_i} = As(t) \cdot e^{-j\pi \cdot i \cdot d \cdot \cos\phi} \quad (2)$$

ở đây A là một hệ số tính toán.

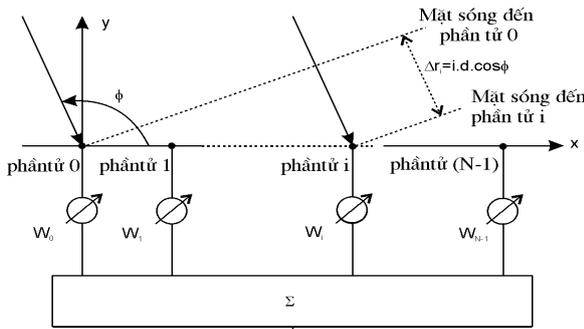
Tín hiệu $z(t)$ ở đầu ra hệ anten là:

$$z(t) = \sum_{i=0}^{N-1} w_i u_i(t) = As(t) \sum_{i=0}^{N-1} w_i e^{-j\pi \cdot i \cdot d \cdot \cos\phi} = As(t) f(\phi) \quad (3)$$

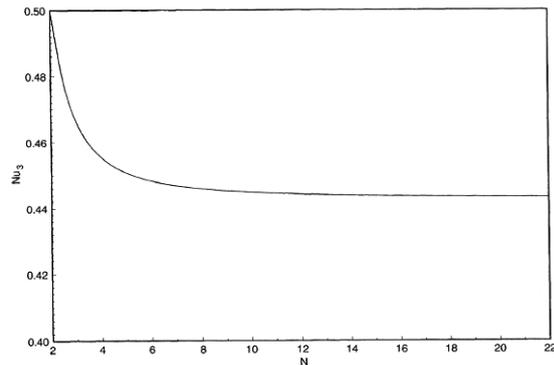
Hàm $f(\phi)$ được gọi là hệ số mạng:

$$f(\phi) = \sum_{i=0}^{N-1} w_i e^{-j\pi \cdot i \cdot d \cdot \cos\phi} \quad (4)$$

Hệ số mạng xác định tỷ số của tín hiệu thu được tại đầu ra của hệ anten $z(t)$, trên tín hiệu $As(t)$, đo được trên phần tử gốc, nó như là hàm của hướng sóng tới DOA (*Direction-Of-Arrival*). Bằng việc điều chỉnh giá trị trọng số, $\{w_i\}$, có thể nhận được giản đồ hướng có cực đại lớn nhất-búp sóng chính theo hướng mong muốn α , gọi là hướng lái tia, đó chính là một trong các chức năng của hệ anten được gọi là định dạng búp sóng (*beamforming*).



Hình 1. Mô hình số liệu hệ anten ULA thu một mặt sóng đến từ hướng ϕ



Hình 2. Sự phụ thuộc của (N_{u3}) vào số phần tử N [2]

Hệ anten như mô tả trên hình 1, có hệ số mạng trong mặt phẳng $\theta = \pi/2$ phụ thuộc vào cấu trúc mạng và đặc biệt là phụ thuộc vào trọng số điều chỉnh, cụ thể là:

$$w_i = e^{j\pi \cdot i \cdot d \cdot \cos\alpha} \quad (5)$$

Khi đó hệ số mạng là:

$$f(\phi, \alpha) = \sum_{i=0}^{N-1} w_i e^{-j\pi \cdot i \cdot d \cdot (\cos\phi - \cos\alpha)} \quad (6)$$

Và có hàm phương hướng chuẩn hóa của hệ anten là :

$$F(\phi, \alpha) = \frac{|f(\phi, \alpha)|}{\max |f(\phi, \alpha)|} = \frac{1}{N} \left| \sum_{i=0}^{N-1} w_i e^{-j\pi \cdot i \cdot d \cdot (\cos\phi - \cos\alpha)} \right| \quad (7)$$

Công thức (7) cho thấy giản đồ hướng của hệ anten có một số đặc điểm như sau:

- $F(\phi, \alpha)$ là hàm chẵn đối với ϕ , nên chỉ cần khảo sát giản đồ hướng của hệ anten với ϕ biến thiên từ 0 đến 180°

- Đối với một hướng lái tia (α) bù với một hướng lái tia khác ($\pi-\alpha$), giá trị $\cos \alpha$ đổi dấu, hoàn toàn không làm thay đổi kết quả khảo sát nếu chọn phần tử chuẩn và hướng trục ox ngược lại.

3. Sự phụ thuộc của độ rộng búp sóng vào N và α

Một trong những ứng dụng quan trọng của hệ anten ULA là tạo búp sóng hẹp và điều khiển quét búp sóng. Hãy khảo sát sự phụ thuộc của độ rộng búp sóng hệ anten ULA vào số phần tử N và hướng lái tia α .

Trong (6), đặt:

$$\varphi = \pi i.d.u(\phi, \alpha) \text{ với } u(\phi, \alpha) = \cos \alpha - \cos \phi \quad (8)$$

Có thể viết lại (6) thành:

$$f(\phi, \alpha) = \sum_{i=0}^{N-1} e^{j.i.\varphi} = \sum_{i=0}^{N-1} w_i e^{j.\pi.i.d.u(\phi, \alpha)} \quad (9)$$

Giá trị $u(\phi, \alpha)$ có thể được coi là đặc trưng hướng chuẩn hóa, trong đó $\cos \phi$ đặc trưng cho hướng lái tia, quyết định bởi các trọng số $\{w_i\}$, còn $\cos \alpha$ đặc trưng cho hướng khảo sát, u đặc trưng cho sự chệch hướng khảo sát so với hướng lái tia.

Biểu thức (9) có dạng một cấp số nhân, số hạng đầu là 1, công bội bằng $e^{j\varphi}$. Có thể tính hàm phương hướng tổ hợp bằng cách tính tổng các số hạng của một cấp số nhân. Tuy nhiên, trong [1], tổng (9) được tính bằng phương pháp hình học véc tơ trong mặt phẳng phức. Khi đó, mỗi số hạng của (9) có thể được biểu diễn bởi một véc tơ đơn vị. Véc tơ thứ nhất ($i=0$) trùng với trục thực ox , còn các véc tơ tiếp theo quay so với trục thực một góc bằng $(i\varphi)$. Nếu $\varphi > 0$ thì hướng quay ngược chiều kim đồng hồ, còn nếu $\varphi < 0$ thì hướng quay thuận chiều kim đồng hồ. Hàm phương hướng chuẩn hóa là [1]:

$$F(u) = \frac{1}{N} \cdot \left| \frac{\sin(N \frac{\varphi}{2})}{\sin(\frac{\varphi}{2})} \right| = \frac{1}{N} \cdot \left| \frac{\sin(N \cdot \frac{1}{2} \cdot d \cdot \pi \cdot u)}{\sin(\frac{1}{2} \cdot d \cdot \pi \cdot u)} \right| \quad (10)$$

Độ rộng búp sóng (ở mức suy giảm nửa công suất) được tính giữa các điểm làm cho $F(u) = -3\text{dB}$ (tức là $\sqrt{0.5}$). Các kết quả tính toán cho thấy có sự phụ thuộc của độ rộng búp sóng nửa công suất ϕ_3 vào hai thông số là N (số phần tử của hệ anten) và hướng lái tia α . Trong [2], đưa ra khái niệm độ rộng búp sóng chuẩn hóa Nu_3 , để tiện khảo sát đặc tính của độ rộng búp sóng của hệ anten ULA, trong đó N là số phần tử của hệ anten, u_3 là giá trị của u tại đó hàm phương hướng chuẩn hóa suy giảm 3 dB. Hình 2 [2] biểu diễn Nu_3 gần như không đổi theo N và bằng 0.4429, ngay cả khi $N=3$ sai số cũng chỉ là 5%, còn khi $N>7$ sai số không quá 1% (hình 2).

Khi N đủ lớn, độ rộng búp sóng được tính gần đúng theo [3]:

$$\phi_3 \approx \frac{0.8858\lambda}{N.l.\sin \alpha} \quad (11)$$

Nếu tính α_3 bằng độ, đổi l là khoảng cách giữa các phần tử thành khoảng cách tương đối so với nửa bước sóng $l = d.(\lambda/2)$ ta có:

$$\phi_3(^{\circ}) \approx \frac{100}{N.d.\sin \alpha} \quad (12)$$

Theo (12), trong một số trường hợp cụ thể (và thường gặp) : $d=1$, $\alpha = \pi/2$, tức là đối với hệ anten ULA có khoảng cách giữa các phần tử bằng nửa bước sóng, ở hướng lái tia vuông góc với trục hệ anten ULA (*Broadside*), ta nhận được công thức tính độ rộng búp sóng rất đơn giản:

$$\phi_3^{(0)} \approx \frac{100}{N} \quad (\text{khi } d=1, \alpha = \pi/2) \quad (13)$$

4. Kết luận

Từ (12) và (13), rút ra kết luận :

- Độ rộng búp sóng của hệ anten thẳng ULA tỷ lệ nghịch với số phần tử N , N càng lớn, khẩu độ anten càng lớn, búp sóng càng hẹp. Đó chính là một trong các ứng dụng của hệ anten ULA. Công thức (12) và (13) tuy là các công thức gần đúng, nhưng có định dạng rất đơn giản khi ứng dụng tính độ rộng búp sóng của hệ anten ULA., đặc biệt ở hướng *Broadside* (hướng $\alpha = \pi/2$).

- Độ rộng búp sóng tỷ lệ nghịch với giá trị sin của hướng lái tia α , ở hướng lái tia $\alpha = \pi/2$, $\sin \alpha = 1$, độ rộng búp sóng hẹp nhất. Ở các hướng lái tia nhỏ, theo (12), độ rộng búp sóng sẽ có giá trị rất lớn, tuy nhiên các kết quả đưa ra trong [3] chưa luận giải được các điểm bất thường này.

- Khi sử dụng hệ anten ULA để tạo búp sóng hẹp và điều khiển hướng lái tia, thì muốn giữ độ rộng búp sóng ở một hướng lái tia α (không quá nhỏ) được như theo hướng lái tia $\alpha = \pi/2$, thì phải tăng số phần tử N bằng đúng số lần suy giảm của giá trị sin α .

- Độ rộng búp sóng tỷ lệ nghịch với khoảng cách giữa các phần tử, khi d tăng, cùng một số lượng phần tử, khẩu độ của hệ anten tăng lên, độ rộng búp sóng hẹp đi. Một số công trình nghiên cứu cho thấy nhận xét như vậy cũng chỉ được chấp nhận trong một phạm vi biến đổi nhất định của giá trị d . Tuy nhiên trong nhiều ứng dụng cụ thể, nếu chọn $d > 1$, tức là khoảng cách giữa các phần tử lớn hơn nửa bước sóng thì dễ gặp giảm độ hướng có xuất hiện nhiều búp sóng, tuy nhiên nếu chọn $d < 1$ tức là làm giảm khẩu độ anten, sẽ làm tăng độ rộng búp sóng chính. Do đó thường chọn $d=1$ (tức là khoảng cách giữa các phần tử thường chọn bằng nửa bước sóng).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phan Anh (2003), *Lý thuyết và kỹ thuật anten*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2] Godara L. C. (2004), *Smart Antennas*, CRC Press.
- [3] Hancen R. C. (1998), *Phased array antennas*, John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Tran Xuan Nam (2003), *Subband adaptive array for mobile communications with application to CDMA systems*, PhD Thesis, The University of Electro-communications, Tokyo.
- [5] Wu J., Sheng W. X. (2002), "Smart Antenna System Implementation based on Digital Beamforming and Software Radio Technologies", *IEEE MTT-S Digest*, pp. 323-326.
- [6] Zhou P. Y., Ingram M. A., Anderson P. D. (1998), "Synthesis of Minimax Sidelobes for Arbitrary Arrays", *IEEE transactions on antennas and propagation*, 46(11), pp. 1759-1760.

Người phản biện: TS. Phạm Văn Phước

ĐIỀU KHIỂN TỰA PHẪNG HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN MỘT CHIỀU TRÊN MIỀN THỜI GIAN THỰC

REALTIME FLATNESS-BASED CONTROL OF A DC ELECTRICAL DRIVE SYSTEM

PGS.TS. TRẦN ANH DŨNG, KS. PHẠM VĂN AN

Khoa Điện-Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo trình bày việc xây dựng mô hình thực nghiệm hệ điều khiển truyền động điện một chiều sử dụng nguyên lý phẳng. Thuật toán điều khiển này được thực hiện trên phần mềm Matlab-Simulink thông qua card ghép nối máy tính PCI – 1711. Bộ điều khiển phẳng với khả năng quan sát tải đã đem lại các chỉ tiêu chất lượng tốt với một đối tượng phi tuyến trong chế độ làm việc không tải cũng như có tải. Các kết quả thực nghiệm thu được chứng tỏ điều khiển phẳng mang lại ưu thế vượt trội về khả năng thiết lập và bám quỹ đạo đặt so với các bộ điều khiển truyền thống.

Abstract

The paper presents about building a DC electrical drive system empirical model using flatness principle. This control algorithm are implemented by Matlab-Simulink software via PCI – 1711 coupling computer card. Flatness-based controller with load observing capability has brought well quality criteria with a nonlinear object in with load and without load working mode. The experimental results obtained demonstrate the flatness control bringing more dominance about ability planning and tracking reference trajectory than traditional controllers.

1. Đặt vấn đề

Cho đến nay động cơ điện một chiều vẫn đóng một vai trò quan trọng trong các ngành công nghiệp bởi khả năng điều khiển dễ dàng. Nhiều lý thuyết điều khiển tuyến tính được áp dụng cho đối tượng này đã đem lại kết quả tốt. Tuy nhiên trong các chế độ quá độ, tính phi tuyến của đối tượng được bộc lộ rõ rệt làm giảm chất lượng điều khiển. Vì vậy, bài báo đặt vấn đề nghiên cứu lý thuyết điều khiển phi tuyến – điều khiển tựa phẳng nhằm nâng cao chất lượng điều khiển trong các chế độ quá độ. Tính phẳng có lợi ích vô cùng to lớn trong việc thiết lập và bám quỹ đạo đặt.

Bố cục của bài báo gồm các phần: phần đầu là khái niệm hệ phẳng và tính phẳng của động cơ điện một chiều; thiết kế các bộ điều khiển dòng điện, tốc độ và bộ quan sát tải; phần cuối là các kết quả thực nghiệm.

2. Khái niệm hệ phẳng

Tính phẳng vi phân là một thuộc tính cấu trúc quan trọng của nhiều hệ thống điều khiển [1]. Xét một hệ thống phi tuyến được biểu diễn bởi phương trình trạng thái (1):

$$\dot{\underline{x}} = \underline{f}(\underline{x}, \underline{u}) \quad (1)$$

Trong đó $\underline{u} = (u_1, \dots, u_m)^T$ là vectơ đầu vào và $\underline{x} = (x_1, \dots, x_n)^T$ là vectơ trạng thái. Hệ thống (1) được gọi là *hệ phẳng* khi và chỉ khi tồn tại một tập hợp m các biến $\underline{y} = (y_1, \dots, y_m)^T$ thỏa mãn 3 tính chất sau:

$$\underline{y} = \underline{h}(\underline{x}, \underline{u}, \dots, \underline{u}^{(\gamma)}). \quad (2)$$

- Mọi biến của biểu thức (1) có thể được biểu thị trong quan hệ của \underline{y} và một số hữu hạn đạo hàm theo thời gian, cụ thể:

$$\underline{x} = \underline{A}(\underline{y}, \dot{\underline{y}}, \dots, \underline{y}^{(\alpha)}); \quad \underline{u} = \underline{B}(\underline{y}, \dot{\underline{y}}, \dots, \underline{y}^{(\beta)}). \quad (3a,b)$$

- Các thành phần của tập biến phẳng là vi phân độc lập, tức là không tồn tại hàm g nào để

$$g(y_1, \dots, y_m) = 0. \quad (4)$$

Như vậy một tập hợp các biến $\underline{y} = (y_1, \dots, y_m)^T$ được gọi là đầu ra phẳng hay đầu ra tuyến tính của hệ thống (1). Có một số lượng đáng kể các mô hình trong thực tế là có tính phẳng: các động cơ điện, cần trục, cầu trục, các khâu điều khiển chuyển động, các lò phản ứng hóa học,...

3. Động cơ điện một chiều kích thích vĩnh cửu (ĐCMC) và tính phẳng

Mô hình toán học của ĐCMC được chỉ ra trong phương trình (5):

$$\begin{cases} \frac{di_a}{dt} = -\frac{1}{T_a} i_a - \frac{60K_e}{2\pi L_a} \omega + \frac{1}{L_a} u_a \\ \frac{d\omega}{dt} = \frac{K_t}{J} i_a - \frac{B_m}{J} \omega - \frac{1}{J} T_L - \frac{1}{J} T_f \end{cases} \quad (5a,b)$$

Trong đó: u_a : điện áp phần ứng; R_a, L_a : điện trở và điện cảm mạch phần ứng; e : sức điện động phần ứng; K_e : hằng số điện áp; K_t : hằng số mômen; J : mômen quán tính; T_e : mômen điện của động cơ; T_L : mômen tải; B_m : hệ số nhớt; T_f : mômen ma sát.

Mô hình (5) của ĐCMC là phẳng với $y = \omega$ là đầu ra phẳng. Chứng minh ĐCMC thỏa mãn tính phẳng bằng cách kiểm tra các điều kiện liên quan. Một tính chất quan trọng của tính phẳng vì phân là các biến trạng thái và biến đầu vào có thể được biểu diễn trực tiếp thông qua tập đầu ra phẳng và 1 số hữu hạn các đạo hàm của chúng. Tính chất này có thể vô cùng hữu ích trong thực nghiệm khi đặt trong quan hệ với các quỹ đạo: từ quỹ đạo của \underline{y} , quỹ đạo của \underline{x} và \underline{u} được suy luận ngay.

4. Thiết kế bộ điều khiển phẳng

4.1 Bộ điều khiển dòng điện

Đầu tiên, ta sẽ xây dựng bộ điều khiển dòng điện. Nhờ vào tính chất 2 của hệ phẳng, ta sẽ sử dụng các biến đầu ra mong muốn để tính toán giá trị tín hiệu ra của bộ điều khiển.

$$U_a = R_a i_a^* + L_a \frac{di_a^*}{dt} + \frac{60}{2\pi} K_e \omega^* \quad (6)$$

Các giá trị có dấu (*) thể hiện các đại lượng đặt. Bộ điều khiển dòng điện ở đây chính là khâu tính toán đại lượng U_a .

4.2 Bộ điều khiển tốc độ

Giả định rằng bộ điều khiển dòng đã đảm bảo hoạt động tốt, có $i_a \rightarrow i_a^*$ đủ nhanh, hệ (5b) có thể được xem như là 1 hệ thống với biến điều khiển i_a^* và nhiễu T_L . Bộ điều khiển tốc độ dựa trên nguyên lý phẳng sẽ là:

$$i_a^* = \frac{J \frac{d\omega^*}{dt} + \hat{T}_L + B_m \omega^* + T_f}{K_t} \quad (7)$$

4.3 Bộ quan sát mômen tải

Dựa trên cấu trúc của bộ điều khiển phẳng tốc độ ta thấy tải là nhiễu đầu vào cần biết, nó được sử dụng để tính toán giá trị đặt của dòng điện phần ứng i_a^* . Do vậy, cần thiết kế một bộ quan sát tải để cung cấp thông tin đầu vào cho bộ điều khiển tốc độ. Giá trị tải quan sát càng bám sát tải thực thì chất lượng điều khiển đem lại càng tăng. Bộ quan sát tải được thực hiện dựa trên sự đo lường tốc độ quay của động cơ.

Ta có hệ phương trình sai lệch quan sát:

$$\begin{cases} \dot{\hat{e}}_\omega = \left(-\frac{B_m}{J} - l_1 \right) \hat{e}_\omega - \frac{1}{J} \hat{e}_{T_L} + \frac{K_t}{J} \hat{e}_{i_a} - \frac{1}{J} \hat{e}_{T_f} \\ \dot{\hat{e}}_{T_L} = -l_2 \hat{e}_\omega \end{cases} \quad (8)$$

Trong đó: $\hat{e}_{i_a} = i_a - \hat{i}_a$: sai lệch quan sát dòng điện phần ứng; $\hat{e}_{T_f} = T_f - \hat{T}_f$: sai lệch quan sát mômen ma sát; $\hat{e}_\omega = \omega - \hat{\omega}$: sai lệch quan sát tốc độ; $\hat{e}_{T_L} = T_L - \hat{T}_L$: sai lệch quan sát mômen tải.

Hệ phương trình sai lệch quan sát có thể được viết lại dưới dạng ma trận như sau:

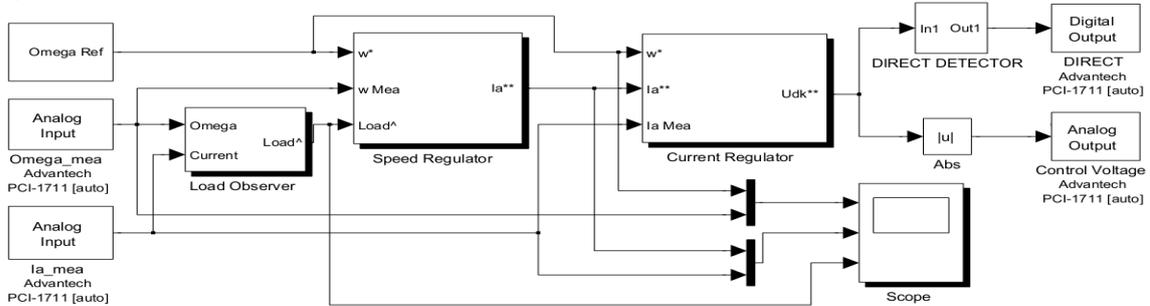
$$\begin{bmatrix} \dot{\hat{e}}_\omega \\ \dot{\hat{e}}_{T_L} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{B_m}{J} - l_1 & -\frac{1}{J} \\ -l_2 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{e}_\omega \\ \hat{e}_{T_L} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{K_t}{J} & -\frac{1}{J} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{e}_{i_a} \\ \hat{e}_{T_f} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Khảo sát tính ổn định theo tiêu chuẩn Routh: hệ thống sẽ ổn định khi và chỉ khi:

$$l_1 > -\frac{B_m}{J}; l_2 < 0.$$

Các bộ điều khiển phẳng có nhiệm vụ tính toán đại lượng điều khiển từ quỹ đạo tín hiệu ra mong muốn. Do vậy khi sử dụng điều khiển phẳng cần sử dụng kết hợp bộ bù sai lệch hoạt động song song nhằm nâng cao độ chính xác.

5. Xây dựng chương trình điều khiển hệ truyền động điện một chiều trên miền thời gian thực



Hình 1. Cấu trúc điều khiển tựa phẳng trong chế độ thời gian thực

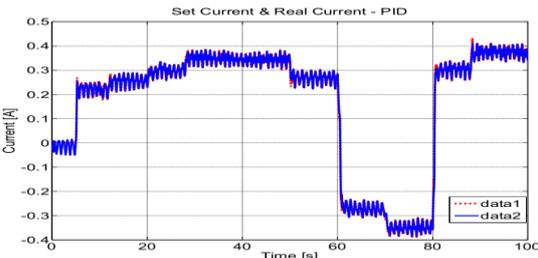
Cấu trúc thực nghiệm điều khiển phẳng cho ĐCMC qua card PCI-1711 được chỉ ra trong hình 1. Tham số ĐCMC như sau: công suất định mức 23W; điện áp định mức 20VDC; dòng điện định mức 1,8A; mô men định mức 0,074Nm; tốc độ định mức 3000v/ph. Tham số bộ điều khiển: $K_p_i=0,01$; $K_i_i=30,97$; $K_p_w=0,0262$; $K_i_w=0,0588$. Tham số bộ quan sát tải: $l_1 = 882,8$; $l_2 = -0,93$.



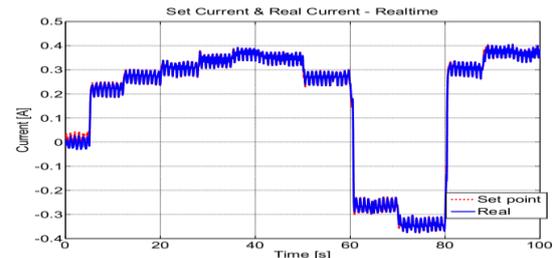
a. Đáp ứng tốc độ đặt và tốc độ thực



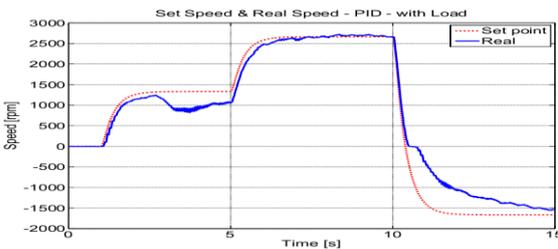
a. Đáp ứng tốc độ đặt và tốc độ thực



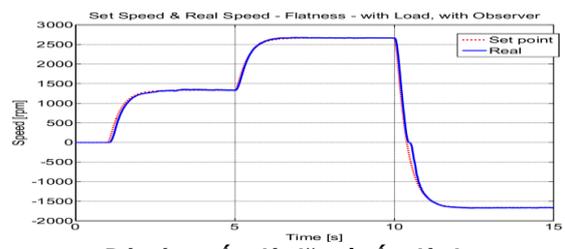
b. Đáp ứng dòng điện đặt và dòng điện thực
Hình 2. Điều khiển PID khi không tải



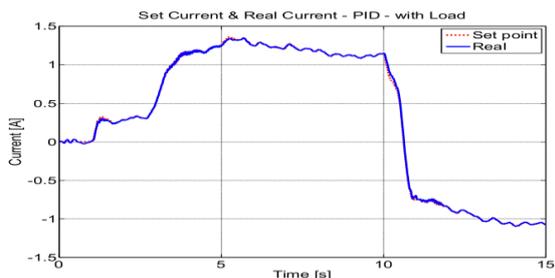
b. Đáp ứng dòng điện đặt và dòng điện thực
Hình 3. Điều khiển tựa phẳng khi không tải



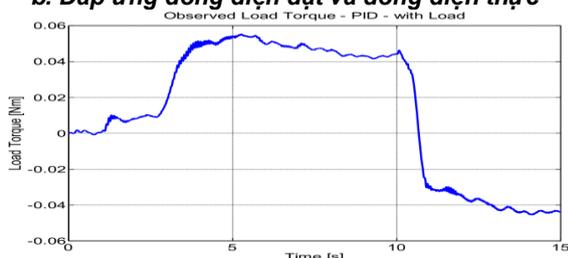
a. Đáp ứng tốc độ đặt và tốc độ thực



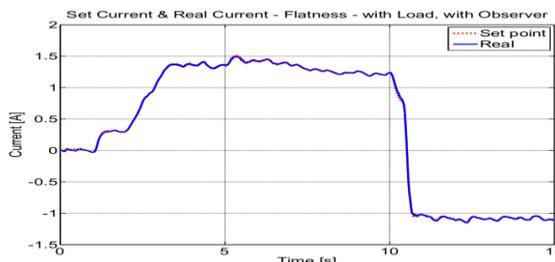
a. Đáp ứng tốc độ đặt và tốc độ thực



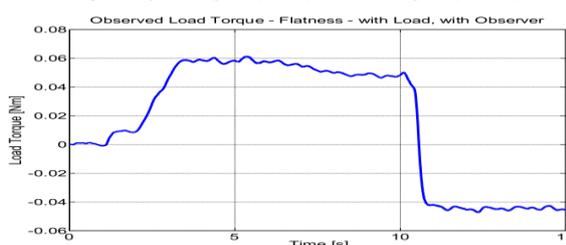
b. Đáp ứng dòng điện đặt và dòng điện thực



c. Đáp ứng tải quan sát được
Hình 4: Điều khiển PID khi có tải



b. Đáp ứng dòng điện đặt và dòng điện thực



c. Đáp ứng tải quan sát được
Hình 5: Điều khiển tựa phẳng khi có tải

Các hình 2, 3, 4 và 5 lần lượt chỉ ra các kết quả thực nghiệm của điều khiển PID và điều khiển phẳng. Các hình 2(a,b), 3(a,b) là kết quả thực nghiệm trong trường hợp động cơ chạy không tải; các hình 4(a,b,c), 5(a,b,c) là kết quả thực nghiệm trong trường hợp động cơ chạy có tải. Sự khác biệt về chất lượng trong 2 phương án điều khiển là không rõ rệt khi động cơ chạy không tải. Tuy nhiên khi chạy có tải, điều khiển phẳng thể hiện ưu điểm vượt trội khi vẫn áp đặt được tốc độ động cơ và dòng điện phản ứng bám sát các quỹ đạo đặt. Điều này cũng cho thấy bộ quan sát tải hoạt động tốt, cung cấp thông tin chính xác và kịp thời của tải cho bộ điều khiển tốc độ.

6. Kết luận

Nguyên lý phẳng được sử dụng trong hệ truyền động điện một chiều đem lại kết quả tốt, chứng tỏ tính đúng đắn của lý thuyết này trong việc điều khiển các đối tượng phi tuyến. Đặc biệt khả năng điều khiển kết hợp thiết lập quỹ đạo đặt giúp cho điều khiển phẳng phù hợp trong các ứng dụng cần bám đầu ra theo một quỹ đạo cho trước, mặc dù cấu trúc điều khiển còn phức tạp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Michel Fliess, Jean Lévine, Philippe Martin, Pierre Rouchon - *Flatness and defect of nonlinear systems: introductory theory and examples* - CAS internal report A-284, January, 1994.
- [2] Ph. Martin - R.M. Murray - P. Rouchon - *Flat systems, equivalence and trajectory generation* - Technical report, April, 2003.
- [3] Jean Lévine - *Flatness based control of some classes of mechanical systems and chemical processes* - CAS École des Mines de Paris, 2005.

Người phản biện: TS. Trần Sinh Biên

ỨNG DỤNG KỸ THUẬT SIÊU ÂM ĐO ĐỘ DÀY ỐNG NHỰA HDPE APPLICATION OF ULTRASONIC TECHNIC TO MEASURE THICKNESS OF HDPE PIPE

PGS.TS. LÊ QUỐC VƯỢNG
Khoa Điện – Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam
KS. NGUYỄN VĂN NHÂN
Công ty Cổ phần Nhựa Tiền Phong

Tóm tắt

Kỹ thuật siêu âm đã được biết đến từ lâu và được ứng dụng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như y học, công nghiệp,... Một ứng dụng mới nữa xin được đề cập đến là dùng siêu âm để đo độ dày và kiểm tra chất lượng sản phẩm trong công nghiệp sản xuất ống nhựa

HDPE tại Công ty Cổ phần Nhựa Tiên Phong. Đây là một công đoạn cực kỳ quan trọng để thực hiện mục tiêu đưa chất lượng sản phẩm đạt được các chuẩn quốc tế.

Abstract

The ultrasonic technicality has been popular for a long time and used in a lot of profession such as medicine, industry... The more new application is using ultrasonic technic to measure the length and check the qualification of the output in the HDPE plastic pipe manufacturing industry at Nhua Tien Phong company. This is an important process to achieve the goal to make outputs have the international quality.

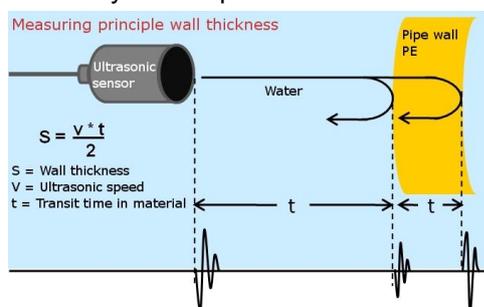
1. Mở đầu

Phương pháp đo độ dày bằng siêu âm là một kỹ thuật kiểm tra không phá hủy mẫu, không cần phải cắt hay phân đoạn, nó thường được sử dụng để đo chiều dày vật liệu từ một bên. Chính vì những ưu điểm trên nên nó đã được ứng dụng để đo độ dày sản phẩm ống nhựa ngay trên dây truyền sản xuất với mục đích khi ra khỏi dây truyền sản phẩm phải đạt đủ các tiêu chuẩn quy định cần thiết.

2. Nguyên lý hoạt động

Siêu âm là sóng âm ở tần số cao vượt qua giới hạn tai người có thể nghe thấy được. Dải tần số siêu âm trong máy kiểm tra thường sử dụng trong khoảng giữa 200kHz và 20 MHz, trong một số thiết bị đặc biệt người ta có thể sử dụng cao tới 200MHz. Dù ở tần số nào sóng âm cũng là các sóng dao động cơ học, nó truyền trong môi trường dẫn âm theo các định luật cơ bản về sóng cơ học. Các máy siêu âm dùng để kiểm tra sản phẩm trên dây truyền đều là máy siêu âm xung, nghĩa là máy phát đi một chùm sóng siêu âm đến vật cần kiểm tra và thu chùm phản xạ về đầu dò để máy tính phân tích và tính toán thời gian di chuyển của chùm siêu âm.

Bộ phận cơ học quan trọng nhất của một máy đo siêu âm là đầu dò, tại đây có một tinh thể áp điện, thường nó là một phiến thạch anh có đường kính khoảng 10mm và có độ dày từ 0,5 đến 1mm tùy theo tần số sử dụng. Phiến thạch anh khi được kích thích một xung điện áp thì nó sẽ co dãn, dao động tạo ra sóng cơ học có tần số siêu âm. Sóng siêu âm phát ra từ đầu dò sẽ truyền vào chi tiết kiểm tra, đập vào bề mặt trong sản phẩm và phản xạ trở lại. Một phần năng lượng sóng phản xạ sẽ quay về đầu dò (lúc này thạch anh đang ở trạng thái nghỉ), tại đây do hiện tượng áp điện ngược, các sóng âm đập vào phiến tinh thể làm nó dao động cơ và tạo ra tín hiệu điện có dạng sóng hình sin và được đưa đến máy tính để phân tích.



Hình 1. Sự phản xạ của sóng siêu âm

Các loại đầu dò:

Đầu dò tiếp xúc: Là loại đầu dò có thể tiếp xúc trực tiếp với chi tiết kiểm tra. Phép đo với đầu dò tiếp xúc thường thực hiện đơn giản nhất và là sự lựa chọn đầu tiên cho các ứng dụng đo chiều dày bằng siêu âm.

Đầu dò trễ: Đầu dò trễ dẫn âm bằng lớp đệm chất dẻo, epoxy hoặc silicon làm lớp đệm giữa đầu dò và chi tiết kiểm tra. Nó dùng để đo vật liệu mỏng vì cần phải tách xung phát ra khỏi xung phản xạ từ mặt đáy. Đầu dò trễ có thể sử dụng như phần tử cách nhiệt, bảo vệ đầu dò nhạy với nhiệt độ khi tiếp xúc với chi tiết nóng. Loại đầu dò này cũng có thể được tạo hình dạng hoặc đường bao để tiếp âm với các mặt cong đột ngột hoặc những vị trí khó tiếp cận.

Đầu dò nhúng: Đầu dò nhúng sử dụng cột nước hoặc bể nước để truyền sóng âm vào chi tiết kiểm tra. Chúng có thể được sử dụng để đo các sản phẩm chuyển động trên dây chuyền, phép đo quét trong trường hợp đo độ dày hay khuyết tật của ống chống giếng khoan dầu khí, v.v...

Đầu dò kép: Đầu dò kép được sử dụng chủ yếu để đo trên các bề mặt thô ráp, đo sự ăn mòn. Các đầu dò phát và thu riêng rẽ được gắn phần trễ nghiêng một góc nhỏ để hội tụ sóng âm ở khoảng cách đã chọn trong chi tiết. Mặc dù phép đo với đầu dò kép đôi khi không được chính xác như các loại đầu dò khác, nhưng chúng thực hiện tốt trong các ứng dụng kiểm tra sự ăn mòn.

3. Các yêu cầu của chùm siêu âm khảo sát

- **Yêu cầu tần số phát siêu âm:** Cần một bước sóng để có thể phát hiện vật thể nhỏ nhất, trước tiên ta tìm tần số để có độ phân giải 1 mm. Sử dụng mối quan hệ $c = \lambda.f$, với $c = 2350\text{m/s}$ là vận tốc âm thanh trong nhựa cứng.

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{2350\text{m/s}}{0.001\text{m}} = 2,35\text{MHz}$$

Như vậy tần số của sóng siêu âm cần có độ phân giải 1mm trong nhựa cứng là 2,35MHz.

- **Yêu cầu chu kỳ lặp của chùm siêu âm (WRP- Wavelet Repetition Period):** Thời gian yêu cầu để truyền một chùm sóng siêu âm và thời gian dành cho nghe tín hiệu dội về được quyết định bằng chu kỳ lặp siêu âm. Nó bằng tỷ lệ nghịch của tần số lặp lại.

$$\text{WRP} = \frac{1}{\text{WRF}}$$

- **WRF (Wavelet Repetition Frequency):** Tần số lặp lại của chùm siêu âm, tần số này phụ thuộc vào độ dày vật khảo sát. Nếu độ dày nhỏ thì ta có thể tăng tần số lặp để tăng tốc độ kiểm tra sản phẩm. Giả sử một chùm siêu âm được phát ra sau 500 μs , thì tần số lặp của nó sẽ là:

$$\text{WRF} = 1/\text{WRP} = 1/500.10^{-6} = 2000\text{ Hz}$$

Vậy tần phát các chùm siêu âm là 2KHz thì thời gian giữa các chùm siêu âm là 500 μs .

- **Yêu cầu về độ dài của một chùm siêu âm (SWL – spatial wavelet length):** Trong thực tế, chùm siêu âm bao gồm một dãy các tần số khác nhau, chiều dài của nó có thể được ước lượng và được gọi là độ dài không gian. Nó được tính từ bước sóng λ và số chu kỳ (n) của tín hiệu kích thích đầu dò:

$$\text{SWL} = \lambda.n$$

Giả thiết rằng đầu dò cần phát siêu âm vào trong nước với chùm siêu âm có 3 chu kỳ và tần số 3 MHz. Ta xác định bước sóng của chùm siêu âm cần phát, với $C = 1480\text{m/s}$ là vận tốc truyền âm trong nước:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{1480\text{m/s}}{3.10^6\text{c/s}} = 4,93.10^{-4}\text{m} = 0,493\text{mm}$$

Với $n = 3$, thì $\text{SWL} = \lambda.n = 0,493\text{mm} \times 3 = 1,479\text{ mm}$, tức là khi phát chùm siêu âm có 3 chu kỳ với tần số 3 MHz thì chiều dài không gian (SWL) của nó là 1,479 mm.

4. Các phương pháp kiểm tra độ dày

Người ta dựa vào các tính chất sau đây của sóng siêu âm để kiểm tra chiều dày và đánh giá chất lượng của sản phẩm:

4.1. Căn cứ vào khoảng thời gian sóng siêu âm truyền qua vách ống và vọng về đầu thu do phản xạ từ bề mặt trong của vách ống, thời gian này vào khoảng vài μs , người ta có thể tính chiều dày S của thành ống bằng công thức sau.

$$S = V \times t / 2$$

Trong đó: S = Chiều dày của ống;

V = Vận tốc truyền âm trong nhựa bằng 2350m/s;

t / 2 = Thời gian sóng siêu âm truyền qua vách ống

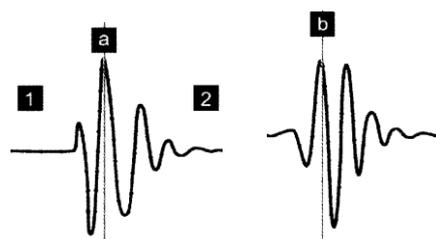
Chú ý: Máy tính sẽ xử lý để bỏ qua thời gian sóng siêu âm truyền trong môi trường dẫn âm là nước với trường hợp đầu dò là loại không bám sát bề mặt ống.

4.2. Căn cứ vào sự đảo pha của sóng siêu âm thu về: Khi vật liệu có độ kháng âm nhỏ gần với vật liệu có kháng âm lớn hơn thì sóng phản xạ từ mặt phân cách giữa hai vật liệu sẽ bị đảo

pha so với sóng thu được từ mặt phân cách với không khí, người ta lợi dụng hiện tượng đảo pha này để kiểm tra độ đồng nhất của vật liệu trên thành ống.

4.3. Để kiểm tra độ lồi lõm bề mặt trong của thành ống người ta sử dụng nhiều đầu dò đặt cùng trên một mặt phẳng và bao quanh thân ống, có thể là từ 4 đến 16 đầu dò, các đầu dò này lần lượt phát sóng siêu âm và nhận sóng phản xạ, máy tính sẽ so sánh về mặt thời gian của chùm phản xạ từ đầu dò này so với thời gian của

chùm phản xạ từ đầu dò bên cạnh để tìm ra độ chênh lệch và từ đó chỉ ra các vị trí lồi lõm ở mặt trong của thành ống. Ứng dụng này cũng chỉ ra độ dày mỏng của thành ống ở cùng một mặt cắt khảo sát.



Hình 2. Sóng siêu âm a đã bị đảo pha so với sóng siêu âm b



Hình 3. Sự dịch vòng phát siêu âm của các đầu dò

Trong hình 3, đầu dò B phát siêu âm trong khi đó thì đầu dò A và C đang ở chế độ thụ động nên nó nhận chùm phản xạ để chuyển thành tín hiệu điện. Chu kỳ hoạt động tiếp theo, đầu dò C lại được kích hoạt phát còn đầu dò B và D thu chùm phản xạ. Lần lượt các chu kỳ hoạt động của đầu dò tạo được một vòng quét siêu âm quanh thân ống.

4.4. Ngoài các phương pháp đánh giá trên người ta còn lợi dụng hiệu ứng Doppler: là sự thay đổi tần số sóng siêu âm khi nó được chiếu vào một vật đang chuyển động. Nhờ sự thay đổi tần số này ta xác định tốc độ dịch chuyển của ống qua đầu dò, tức là tốc độ ra sản phẩm của dây truyền.

5. Những yếu tố cần quan tâm

- *Kích thước và hình dáng:* Khi độ cong của bề mặt càng lớn, hiệu quả truyền âm giữa đầu dò và chi tiết kiểm tra càng giảm, nên khi độ cong tăng lên thì kích thước của đầu dò cần phải giảm đi. Phép đo trên bề mặt cong đột ngột, đặc biệt là mặt lồi, có thể yêu cầu đầu dò trẻ đặc biệt bám sát mặt cần đo hoặc đầu dò nhúng để sự truyền âm đạt được hiệu quả. Đầu dò trẻ hoặc nhúng cũng có thể được sử dụng để đo ở các đường rãnh, lỗ hổng và những khu vực tương tự nhưng sự tiếp cận bị hạn chế.

- *Nhiệt độ:* Đầu dò tiếp xúc thông thường có thể sử dụng trên bề mặt có nhiệt độ tới 50 độ C. Nhưng nếu sử dụng đầu dò tiếp xúc trên vật liệu nóng hơn có thể gây hư hại vĩnh viễn bởi ảnh hưởng của sự giãn nở vì nhiệt. Trong những trường hợp như vậy nên sử dụng đầu dò trẻ với phần trẻ chịu nhiệt, đầu dò nhúng, hoặc đầu dò kép chịu được nhiệt độ cao.

- *Độ chính xác:* Rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo trong ứng dụng nhất định, bao gồm việc chuẩn thiết bị, tính đồng nhất của vận tốc âm trong vật liệu, độ suy giảm và tán xạ âm, độ thô ráp của bề mặt, độ cong bề mặt, sự tiếp xúc và sự không song song của hai mặt phân cách. Tất cả những yếu tố này cần được xem xét khi lựa chọn thiết bị và đầu dò. Với phép hiệu chuẩn đúng, phép đo có thể đạt độ chính xác 0.001 mm. Độ chính xác trong một ứng dụng nhất định có thể xác định tốt nhất thông qua sử dụng mẫu đối chứng đã biết chính xác chiều dày.

6. Kết luận

Như vậy kỹ thuật dò siêu âm là không thể thiếu được trong quá trình sản xuất ống nhựa

HDPE. Để sản xuất được những mét ống đạt tiêu chuẩn quốc tế thì doanh nghiệp luôn phải đổi mới công nghệ mà quan trọng nhất là vấn đề đánh giá chất lượng sản phẩm đầu ra để có được những sản phẩm đáp ứng được nhu cầu kỹ thuật cao phục vụ công nghiệp và dân dụng.

Cần nâng tính tự động hóa lên một cấp mới là máy dò siêu âm sẽ kết nối với vi xử lý của máy chính (máy ép đùn) để tự động điều chỉnh toàn bộ dây truyền sản xuất để sản phẩm ra khuôn không còn những biến động về các kích thước và tiến tới một hệ thống dây truyền tự động hóa hoàn toàn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TS. Nguyễn Đức Thuận, TS. Nguyễn Vũ Sơn, *Cơ sở kỹ thuật siêu âm*, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 2003.
- [2] TS. Nguyễn Đình, *Tim hiểu về siêu âm*, NXB Thời Đại, Hà Nội, 2012.
- [3] ThS. Phan Quốc Phô, ThS. Nguyễn Đức Chiến, *Giáo trình cảm biến*, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 2002.

Người phản biện: TS. Trần Xuân Việt

BỘ ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ MỜ CHO ĐỘNG CƠ DIESEL - MÁY PHÁT ĐIỆN DỰ PHÒNG

A FUZZY LOGIC SPEED CONTROLLER FOR STANBY DIESEL GENERATOR

TS. HOÀNG ĐỨC TUẤN

Khoa Điện - Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Hệ diesel máy phát điện dự phòng là hệ phi tuyến mạnh, phụ tải thay đổi ngẫu nhiên không theo quy luật và dải thay đổi trong phạm vi rộng. Do vậy, vấn đề giữ ổn định tốc độ quay cho động cơ Diesel luôn được đầu tư nghiên cứu để nâng cao chất lượng hệ thống. Bài báo giới thiệu bộ điều khiển tốc độ mờ cho động cơ Diesel máy phát điện dự phòng.

Abstract

Standby diesel generator system is strongly nonlinear system, electrical load changes randomly irregular and change over a wide range. Thus, the problem remained stable rotation speed for diesel engines is always to invest in research to improve the quality of the system. This paper presents a fuzzy logic speed controller for standby diesel generator.

Key words: Standby diesel generator, nonlinear system, a fuzzy logic speed controller.

1. Giới thiệu

Trạm phát điện dự phòng dùng làm nguồn dự phòng cho các công ty, xí nghiệp, các công trình, nhà xưởng, văn phòng, cao ốc, bệnh viện, mạng lưới viễn thông, các khu công nghiệp, khu chế xuất... Máy phát điện của trạm phát điện dự phòng thường là máy phát điện xoay chiều đồng bộ ba pha có bộ tự động điều chỉnh điện áp. Động cơ lai máy phát điện phổ biến là động cơ Diesel, vì dễ dàng trong việc vận hành, sửa chữa, khai thác, cũng như trang bị các hệ thống điều khiển tự động.

Tần số của dòng điện xoay chiều được sinh ra phụ thuộc vào tốc độ quay của động cơ Diesel lai máy phát, mà tần số này phải duy trì ổn định trong quá trình công tác của trạm, vì vậy tốc độ quay của động cơ Diesel cũng phải được duy trì ổn định [1, 3]. Theo quy định, dải thay đổi tốc độ của động cơ diesel trong quá trình quá độ phải nhỏ hơn 5% tốc độ quay định mức và dải thay đổi tốc độ ở chế độ ổn định không vượt quá 2% tốc độ quay định mức. Nhưng do tải của máy phát điện và các nhiễu loạn tác động đến động cơ Diesel thường xuyên thay đổi không theo quy luật. Vì vậy, vấn đề giữ ổn định tốc độ quay cho động cơ Diesel là vấn đề rất quan trọng và đã nhận được sự quan tâm lớn của các nhà khoa học trong và ngoài nước.

Nhiều công trình nghiên cứu về các phương pháp điều khiển tốc độ của động cơ Diesel được công bố [2, 3]. Hầu hết các phương pháp điều khiển tốc độ động cơ diesel hiện nay đang sử dụng là phương pháp điều khiển tương tự truyền thống như bộ điều chỉnh tốc độ với liên hệ ngược cứng, liên hệ ngược mềm.

Hệ diesel máy phát điện dự phòng là hệ phi tuyến mạnh, phụ tải thay đổi ngẫu nhiên không theo quy luật và dải thay đổi trong phạm vi rộng. Vì vậy với các phương pháp điều khiển tốc độ truyền thống chỉ đáp ứng tốt các chỉ tiêu kỹ thuật trong dải thay đổi hẹp xung quanh điểm làm việc của hệ thống. Do đó, cần phải nghiên cứu quá trình quá độ của hệ thống để thiết kế các bộ điều chỉnh tốc độ đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật và nâng cao chất lượng hệ thống.

Bài báo đề cập đến bộ điều tốc động cơ diesel lai máy phát điện dự phòng với liên hệ ngược mềm và bộ điều khiển mờ. Kết quả nghiên cứu được trình bày trong các phần sau.

2. Mô hình toán học của bộ điều tốc và động cơ diesel lai máy phát điện dự phòng

2.1 Mô hình toán học của động cơ Diesel

- Theo [1, 3] mô hình toán của động cơ Diesel như sau:

+ Phương trình cân bằng mômen trên trục động cơ với máy phát điện đồng bộ

$$J \frac{d\omega_s}{dt} = M_D - M_e \quad (1)$$

trong đó: M_D là mô men động cơ sơ cấp (phụ thuộc vào lượng nhiên liệu được cấp); M_e là mô men điện từ của máy phát đồng bộ, mô men cản của Diesel; J là mô men quán tính.

+ Phương trình cân bằng mô men viết ở hệ tương đối ta có:

$$T_a \frac{d\varphi}{dt} + T_g \varphi = \xi - \alpha_N \quad (2)$$

trong đó: $\varphi = \frac{\omega_s - \omega_n}{\omega_n}$ là độ lệch tương đối của vận tốc quay so với giá trị định mức;

ξ là độ lệch tương đối của bộ phận điều chỉnh nhiên liệu so với giá trị định mức;

T_g là hệ số tự cân bằng; α_N là phụ tải của Diesel ở giá trị tương đối; T_a là hằng số thời gian

cơ khí $T_a = J \frac{\omega_n}{M_n}$; ω_n là tốc độ quay định mức; M_n là mô men quay định mức.

- Mô hình toán của phần tử cảm biến tốc độ quay Diesel:

$$T_r^2 \frac{d^2\eta}{dt^2} + T_k \frac{d\eta}{dt} + \delta_n \eta = \varphi \quad (3)$$

trong đó: T_r là hằng số thời gian của phần tử cảm biến tốc độ; η là độ dịch chuyển của van trượt điều khiển; T_k là hằng số thời gian của ma sát nhớt; δ_n là độ không ổn định của bộ điều tốc.

2.3 Mô hình toán học của bộ điều tốc với liên hệ ngược mềm

Theo [1, 3] mô hình toán học của bộ điều tốc liên hệ ngược mềm như sau:

$$T_i \frac{d\varepsilon}{dt} + \varepsilon = \beta_0 T_i \frac{d\xi}{dt} \quad (4)$$

trong đó: T_i là hằng số thời gian của cơ cấu servo; ε là sự dịch chuyển pit tổng bộ giảm chấn so với trạng thái định mức; β_0 là hằng số tỷ lệ.

Với các thông số của động cơ Diesel và bộ điều tốc như sau [2, 3]: $T_a=3$, $T_g=0.9$, $T_r^2 = 1.6 \times 10^{-6}$, $T_k = 7 \times 10^{-4}$, $\delta_n = 0.04$, $T_s=0.02$, $T=0.4$, $\beta_0 = 1.1$.

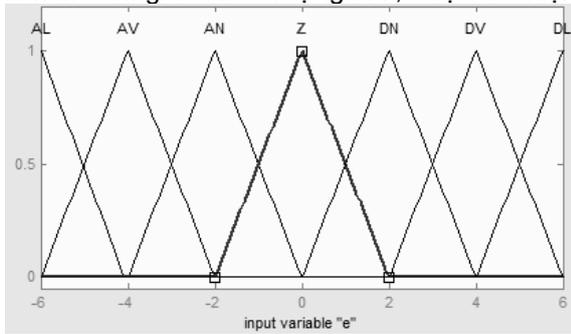
3. Xây dựng bộ điều khiển mờ tốc độ động cơ Diesel lai máy phát điện

Khi các thông số của hệ thống thay đổi thì với các bộ điều chỉnh tốc độ truyền thống có thể gây mất ổn định, vì vậy cần phải xây dựng bộ điều chỉnh tốc độ có thể thích nghi khi các thông số của hệ thống thay đổi. Bộ điều khiển mờ có thể đáp ứng tốt khi mà mô hình đối tượng không rõ ràng, cũng như thông số của hệ thống thay đổi trong dải rộng [4].

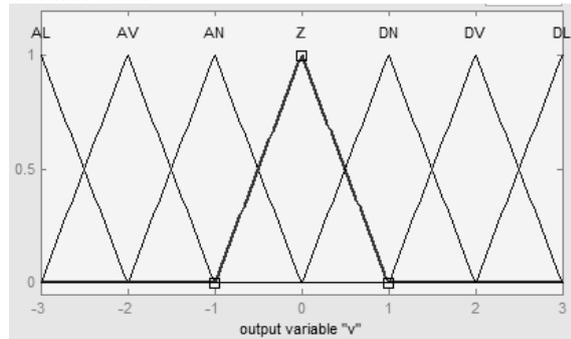
Để xây dựng cấu trúc của bộ điều khiển mờ tốc độ động cơ Diesel lai máy phát điện, sử dụng hai tín hiệu đầu vào là sai lệch tương đối của vận tốc quay so với giá trị định mức (e) và đạo hàm của nó ($\frac{de}{dt}$). Đầu ra của bộ điều khiển mờ là điện áp (v), để điều khiển cơ cấu thực hiện.

3.1 Mờ hóa tín hiệu đầu vào và ra

Dãi thay đổi tín hiệu đầu vào biến đổi từ $[-6, 6]$ và dải thay đổi tín hiệu đầu ra biến đổi từ $[-3, 3]$. Tập mờ đầu vào, ra là $\{AL, AV, AN, Z, DN, DV, DL\}$. Dạng hàm liên thuộc được chọn là hàm tam giác và số lượng là 7, được thể hiện trên hình sau:



Hình 1. Mờ hóa sai lệch đầu vào (e) và ($\frac{de}{dt}$)



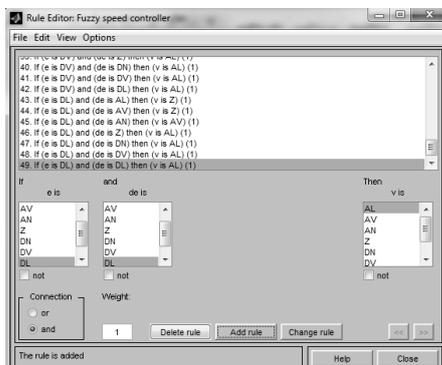
Hình 2. Mờ hóa sai lệch đầu ra (v)

3.2 Xây dựng luật hợp thành

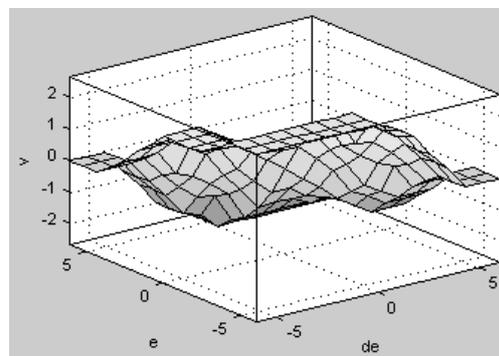
Ta có 2 đầu vào với 7 hàm liên thuộc cho mỗi đầu vào, 7 hàm liên thuộc đầu ra và 2 đầu vào chọn toán tử phép nhân "AND", chọn phương pháp giải mờ là phương pháp trọng tâm, có thể tạo nên 49 luật hợp thành như bảng 1.

Bảng 1. Luật hợp thành của bộ điều khiển mờ

e \ de	AL	AV	AN	Z	DL	DV	DN
AL	DL	DL	DL	DL	DV	Z	Z
AV	DL	DL	DL	DL	DV	Z	Z
AN	DV	DV	DV	DV	Z	AN	AN
Z	DV	DV	DN	Z	AN	AV	AV
DN	DN	DN	Z	AV	AV	AV	AV
DV	Z	Z	AV	AL	AL	AL	AL
DL	Z	Z	AV	AL	AL	AL	AL



Hình 3. Cửa sổ soạn luật cho bộ điều khiển mờ



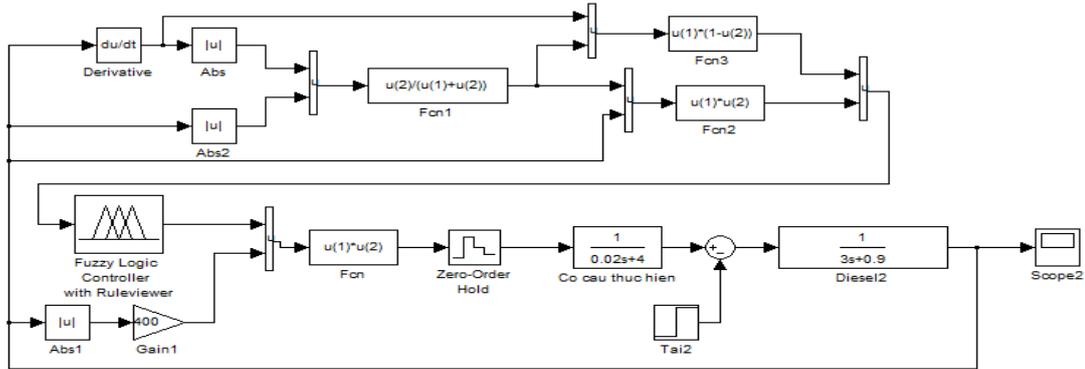
Hình 4. Quan hệ vào ra của bộ điều khiển mờ

3.3 Xây dựng hệ thống với bộ điều khiển mờ tốc độ động cơ Diesel máy phát điện dự phòng

Để tăng hiệu quả thực hiện của bộ điều khiển mờ, thì cần đưa thêm hệ số tỷ lệ đầu vào là t và hệ số tỷ lệ đầu ra là r , được tính như sau:

$$t = \frac{|e|}{(|e| + |de|)}, \quad e = t \times e, \quad de = (1-t) \times de, \quad r = 400 \times |e| \text{ và } v = r \times v \quad (5)$$

Do đó biến đầu vào sai lệch e sẽ trở nên lớn hơn hoặc nhỏ hơn, biến đầu vào sai lệch e và biến đầu ra điện áp v sẽ trở nên rất lớn hoặc rất nhỏ.



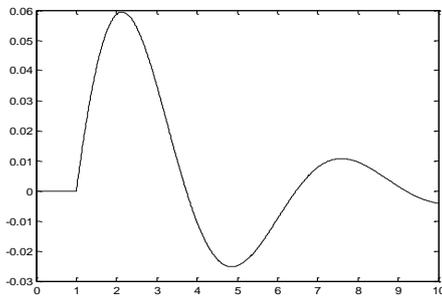
Hình 5. Hệ thống điều khiển tốc độ mờ động cơ Diesel lai máy phát điện dự phòng

3.4 Kết quả nghiên cứu hệ thống điều khiển tốc độ mờ động cơ Diesel lai máy phát điện dự phòng

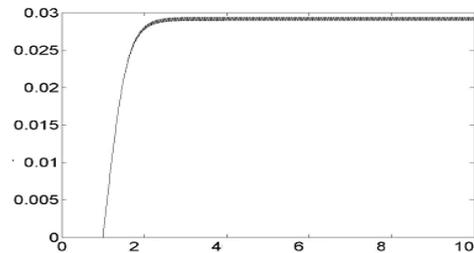
Nghiên cứu khảo sát, so sánh hệ thống điều khiển tốc độ mờ động cơ Diesel với bộ điều khiển liên hệ ngược mềm trong các trường hợp sau:

- Khi $T_a = 10$ và sự thay đổi của tải $\alpha_N = 100\%$ định mức

Đặc tính độ lệch tương đối của vận tốc quay so với giá trị định mức nhận được như sau:

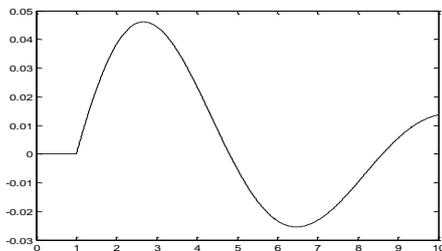


Hình 6. Đặc tính độ lệch tương đối của vận tốc quay so với giá trị định mức với bộ điều khiển tốc cơ liên hệ ngược mềm

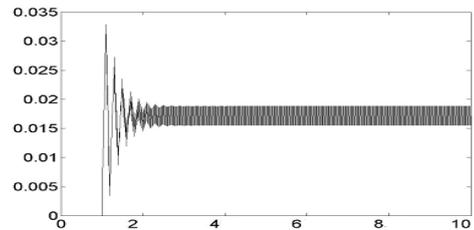


Hình 7. Đặc tính độ lệch tương đối của vận tốc quay so với giá trị định mức với bộ điều khiển tốc độ mờ

- Khi $T_a = 20$ và sự thay đổi của tải $\alpha_N = 100\%$ định mức



Hình 8. Đặc tính độ lệch tương đối của vận tốc quay so với giá trị định mức với bộ điều khiển tốc cơ liên hệ ngược mềm



Hình 9. Đặc tính độ lệch tương đối của vận tốc quay so với giá trị định mức với bộ điều khiển tốc độ mờ

4. Kết luận

Với bộ điều tốc có liên hệ ngược mềm thì độ sai lệch tĩnh của tốc độ lớn hơn 5%, độ quá điều chỉnh lớn hơn 8%, còn với bộ điều khiển mờ thì độ sai lệch tĩnh không vượt quá 2%, độ quá điều chỉnh nhỏ hơn 4%.

Khi trạng thái, thông số của hệ Diesel máy phát điện dự phòng thay đổi thì bộ điều khiển mờ có khả năng thích nghi. Trong trường hợp thông số T_a thay đổi từ 3 đến 20, các thông số khác không thay đổi, thì bộ điều chỉnh tốc độ với liên hệ ngược mềm dao động sau 10(s) vẫn chưa ổn định, bộ điều khiển mờ thì ổn định sau 2(s), vì vậy bộ điều khiển tốc độ mờ có khả năng thích nghi còn bộ điều chỉnh tốc độ với liên hệ ngược mềm chỉ làm việc ổn định trong phạm vi hẹp của sự thay đổi thông số và trạng thái của đối tượng. Việc nghiên cứu bộ điều khiển tốc độ mờ cho Diesel lai máy phát điện dự phòng có ý nghĩa quan trọng trong việc thiết kế, chế tạo bộ điều khiển tốc độ mờ cho động cơ Diesel máy phát điện và nâng cao chất lượng hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] PGS. TSKH Đặng Văn Uy, *Bộ điều chỉnh vòng quay Woodward*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2010.
 [2] B.M. Weedy, B.J. Cory, N. Jenkins, *Electric power systems*, Wiley Press, 2012.
 [3] Gao Guoquan, *The speed regulation system of diesel generator*, People's Jiao Tong Publication, Beijing, 1983
 [4] Kevin M. Passino and Stephen Yurkovich, *Fuzzy Control*, Addison Wesley Longman, Inc. 1998.

Người phản biện: PGS.TS. Trần Anh Dũng

LỰA CHỌN HƯỚNG VÀ TỐC ĐỘ TÀU AN TOÀN TRONG SÓNG GIÓ BẰNG CHƯƠNG TRÌNH BẢNG TÍNH

SELECTION OF DIRECTION AND SAFETY SPEED'S THE VESSEL IN HEAVY WAVES BY SPREADSHEET MODEL

KS. LƯU NGỌC LONG TS. NGUYỄN MINH ĐỨC

Khoa Hàng hải, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Khi tàu hành trình trên biển gặp sóng gió, việc điều động tàu sẽ gặp rất nhiều khó khăn. Lúc này nhiệm vụ của người sỹ quan hàng hải phải lựa chọn hướng đi và tốc độ an toàn cho tàu để tránh hiện tượng lắc cộng hưởng gây nguy hiểm cho tàu. Trong bài báo này nhóm tác giả muốn đưa ra một mô hình bảng tính dựa trên phần mềm tin học có thể trợ giúp cho người hàng hải lựa chọn hướng đi và tốc độ tàu một cách nhanh chóng và chính xác.

Abstract

When running, the ships faced bad weather at sea, the maneuver will met many difficulties. Now, the task of maritime officers must choose the direction and speed safely of the vessel to avoid the shake resonance. In this paper, the authors want to make a spreadsheet model based on computer software which can choose the direction and vessel speed quickly and accurately.

1. Đặt vấn đề

Khi hàng hải trên biển, có rất nhiều các điều kiện ngoại cảnh tác động đến tốc độ cũng như các yếu tố khác của của con tàu. Trong đó lực tác động do sóng gây ra là lớn nhất. Dưới tác động của sóng, tốc độ của tàu thay đổi một cách đáng kể. Nguy hiểm hơn, nếu rơi vào vùng lắc cộng hưởng thì tàu có thể bị lật. Trong lịch sử hàng hải, biểu đồ Remeiz và một số công thức thực nghiệm là cơ sở chính cho người điều khiển tính toán khi điều động tàu. Tuy nhiên vẫn còn một số hạn chế:

- Mức độ thuận tiện chưa cao, đôi khi rất phức tạp và đòi hỏi nhiều thời gian trước khi có thể áp dụng;

- Sai số mắc phải khi tính toán bằng tay hoặc các sai sót do tính toán rất khó kiểm soát.

Những điểm yếu này có thể khắc phục bằng một chương trình bảng tính mang tính chuyên dụng cao hơn, cho ta kết quả nhanh chóng và chính xác hơn.

2. Ảnh hưởng của sóng gió tới con tàu

2.1 Ảnh hưởng va đập sóng gió lên thân vỏ tàu

Khi tàu hành trình nếu gặp sóng gió lớn, vỏ tàu luôn phải chịu sự va đập của sóng dưới một áp lực rất lớn. Áp lực này được xác định theo công thức sau:

$$P_s = 0.1 \tau_s^2, \quad (1)$$

trong đó: P_s - áp lực của sóng, tính bằng tấn/m²; τ_s - chu kỳ dao động của sóng, tính bằng giây.

Ngoài sự ảnh hưởng của sóng đối với vỏ tàu thì sự ảnh hưởng của gió đối với phần nổi của tàu cũng rất đáng kể. Áp lực của gió tác động vào tàu được xác định công thức sau:

$$P_g = P_1 \cdot S_g, \quad (2)$$

trong đó: P_g - áp lực của gió tác dụng vào phần nổi của tàu, tính bằng Kg/ m²; P_1 - áp lực của gió tác dụng lên 1 m², tính bằng Kg/ m²; S_g - diện tích phần nổi, tính bằng m².

Áp lực P_1 được tính theo công thức sau:

$$P_1 = 0,08 (\vartheta_g)^2, \quad (3)$$

trong đó: ϑ_g - vận tốc của gió, tính bằng m/s.

2.2 Tính lắc và các nguy cơ do lắc gây ra

Tính lắc là dao động của tàu quanh vị trí cân bằng ban đầu sau khi chịu ngoại lực tác dụng. Người ta chia lắc tàu ra 3 dạng cơ bản như sau:

Lắc ngang là dao động của tàu quanh trục dọc tàu, vị trí của tàu tại một thời điểm nào đó được xác định bằng góc lắc ngang θ ;

Lắc dọc là dao động của tàu quanh trục ngang tàu, vị trí của tàu tại một thời điểm nào đó được xác định bằng góc lắc dọc ψ ;

Lắc thẳng đứng là dao động tịnh tiến của tàu theo phương thẳng đứng, để xác định vị trí tàu tại một thời điểm nào đó sẽ được đánh giá bằng biến lượng khoảng cách thẳng đứng của cao độ trọng tâm tàu.

Khi tàu hành trình trên biển gặp sóng gió lớn, tàu sẽ lắc ngang, bỏ dọc với chu kỳ dao động của tàu, ký hiệu là τ_t (T_t)

Dao động này xảy ra trên mặt đệm thường xuyên dao động, đó là sự dao động của sóng với chu kỳ sóng biểu kiến là τ_s (T_s)

Sự lắc càng nguy hiểm khi chu kỳ dao động của bản thân tàu bằng hoặc gần bằng chu kỳ dao động của sóng.

Qua tính toán và thực nghiệm người ta thấy rằng:

$$\frac{\tau_t}{\tau_s} = 0.7 \div 1.3 : \text{sẽ gây nguy hiểm cho tàu.}$$

$$\frac{\tau_t}{\tau_s} = 1 : \text{sẽ gây nguy hiểm nhất. Đây chính là hiện tượng cộng hưởng.}$$

Chu kỳ dao động riêng của tàu được xác định theo công thức:

$$\tau_t = \frac{f \cdot B}{\sqrt{h}}, \quad (4)$$

trong đó: f - hệ số riêng của tàu, với tàu hàng thì $f = 0,81$; h - chiều cao tâm nghiêng ngang, tính bằng mét; B - chiều rộng của tàu, tính bằng mét.

Chu kỳ dao động riêng của sóng biểu kiến được tính theo công thức :

$$\tau_s = \frac{\lambda_s}{1,25 \sqrt{\lambda_s \pm 0,514 V_t \sin q}}, \quad (5)$$

trong đó: λ_s - bước sóng, tính bằng mét; V_t - tốc độ tàu, tính bằng m/s; q - góc mạn sóng, tính bằng độ.

Với dấu (+) khi tàu đi ngược sóng, dấu (-) khi tàu đi xuôi sóng.

Từ hai công thức trên ta thấy : B là chiều rộng tàu không đổi, h là chiều cao tâm nghiêng không đổi hoặc thay đổi rất ít, V_t và q có thể thay đổi được.

Như vậy để tránh hiện tượng cộng hưởng ta sẽ thay đổi một trong hai yếu tố V_t hoặc q hay thay đổi cả hai yếu tố sao cho:

$$\frac{\tau_t}{\tau_s} < 0.7 \text{ hoặc } \frac{\tau_t}{\tau_s} > 1.3 \quad (6)$$

Việc lựa chọn hướng đi phụ thuộc rất nhiều vào kinh nghiệm của người điều khiển. Thông thường người điều khiển sẽ lựa chọn hướng đi để sao cho tàu không簸 dọc nhiều và không chịu ảnh hưởng rung giật mạnh của thân tàu. Có nghĩa là việc lựa chọn hướng đi trong nhiều trường hợp là tránh đi xuôi hoặc ngược sóng. Tuy nhiên, để lựa chọn hướng đi không chịu ảnh hưởng của sóng va đập thì hướng đi hợp với hướng sóng phải đảm bảo để tàu không rơi vào tình huống nguy hiểm nhất là lắc cộng hưởng mà hậu quả có thể dẫn tới lật tàu.

Việc lựa chọn hướng đi và tốc độ phải được tính toán để đảm bảo sao cho chu kỳ sóng biểu kiến τ_s và chu kỳ lắc riêng của tàu τ_t không trùng hoặc gần trùng nhau ở giá trị nguy hiểm.

3. Mô hình chương trình lựa chọn hướng đi và tốc độ tàu an toàn

Trên cơ sở thực tế, ta đã có các thông số sau:

H_T : Hướng tàu - Được lấy từ các thiết bị hàng hải;

H_S : Hướng sóng – Đo thực tế hoặc xác định từ đồng hồ đo gió;

V: Vận tốc tàu - Lấy từ tốc độ kế;

τ_s : Chu kỳ sóng biểu kiến - Được xác định bằng cách đếm đỉnh sóng và đo thời gian;

h: Chiều cao thể vữa của tàu (m/s);

f: Hệ số lắc của tàu;

B: Chiều rộng tàu (m).

Từ các thông số trên ta lần lượt xác định các thông số khác với mục đích tính toán giới hạn lắc cộng hưởng:

$$\text{Chu kỳ lắc riêng của tàu: } \tau_t = fB\sqrt{h} \quad (7)$$

$$\text{Góc mạn sóng của tàu: } q = |H_T - (180 + H_S)| \quad (8)$$

Từ đó ta có giới hạn lắc cộng hưởng ứng với chu kỳ sóng biểu kiến τ_s :

$$\tau_{S1} = \tau_t / 1.3 \text{ và } \tau_{S2} = \tau_t / 0.7$$

Mặt khác ta có bước sóng thật:

$$\lambda = \frac{g \cdot \tau^2}{2\pi} \quad (9)$$

Vận tốc sóng thật:

$$c = \frac{g \cdot \tau}{2\pi} \quad (10)$$

Ta có mối quan hệ giữa tốc độ tàu và tốc độ truyền sóng là:

$$V \cdot \tau_s \cdot \cos q = \lambda + c \cdot \tau_s$$

Như vậy, ta sẽ tính được giới hạn cộng hưởng:

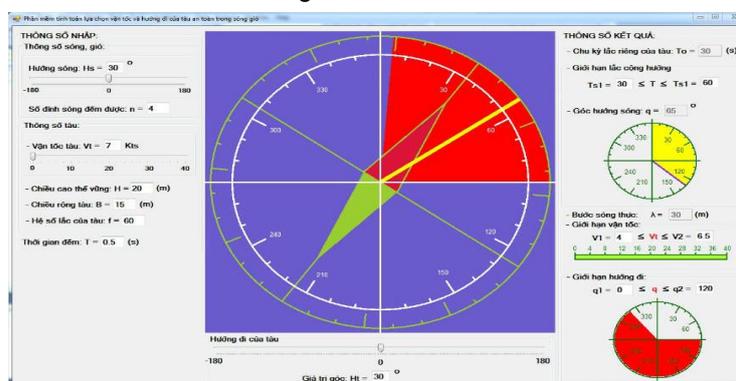
$$\left(\frac{\lambda}{\tau_{S1}} + c \right) / \cos q \geq V \geq \left(\frac{\lambda}{\tau_{S2}} + c \right) / \cos q$$

Với một giá trị của góc q, q chạy từ 0° đến 180° trái phải thì ta có tương ứng hai giá trị của vận tốc V:

$$V_{min} = \left(\frac{\lambda}{\tau_{S2}} + c \right) / \cos q \text{ và } V_{max} = \left(\frac{\lambda}{\tau_{S1}} + c \right) / \cos q$$

Vậy giới hạn ta chọn để tránh vùng cộng hưởng là tàu có vận tốc và góc mạn sóng nằm ngoài giới hạn V_{\min} và V_{\max} .

Trong ví dụ như hình, ta có các thông số đầu vào:



Hình 1. Mô hình chương trình tính toán

- + Hướng tàu $H_T = 30^0$;
- + Hướng sóng $H_S = 90^0$;
- + Vận tốc tàu $V_t = 7$ knots;
- + Chiều cao thể vững của tàu $H = 2.0m$;
- + Chiều rộng tàu $B = 15m$;
- + Hệ số lắc của tàu $f = 6.0$.

Từ đó, thông qua các hệ công thức được lập trình trên phần mềm tin học Visual Basic, chương trình bằng tính đã thể hiện cho ta biết được khoảng cộng hưởng cũng như đưa ra giới hạn hướng đi an toàn và tốc độ an toàn là $V_{\min} = 4$ knots và $V_{\max} = 6,5$ knots.

3. Kết luận

Như vậy với chương trình bằng tính, người sỹ quan hàng hải có thể lựa chọn được một hướng đi và tốc độ an toàn khi tàu hành trình trong điều kiện sóng gió.

Bên cạnh đó, chương trình bằng tính đã hạn chế được những nhược điểm mà các bảng tính, các công thức thực nghiệm trước đây thường dùng. Đó là đã đưa ra một kết quả nhanh hơn, chính xác hơn. Đồng thời khi máy tính được kết nối với các thiết bị hàng hải thì kết quả sẽ luôn tự động cập nhật, giúp cho người sỹ quan hàng hải ít kinh nghiệm đi biển cũng có thể theo dõi thường xuyên và liên tục tình trạng của tàu, tránh được hiện tượng cộng hưởng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] PGS.TS. Nguyễn Đức Ân (2005), *Lý thuyết tàu thủy I, II*, NXB Giao thông Vận tải Hà Nội.
- [2] TS.TTr. Nguyễn Việt Thành (2007), *Điều động tàu*, NXB Khoa học Kỹ thuật Hà Nội.
- [3] Tiểu Văn Kinh (1992), *Hướng dẫn nghiệp vụ hàng hải - Tập 1*, NXB Giao thông Vận tải.
- [4] Phòng Bảo đảm Hàng hải, Bộ tư lệnh Hải Quân nhân dân Việt Nam (1983), *Sổ tay Điều khiển tàu*.

Người phản biện: TS. Trần Văn Lượng

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN KÍCH THƯỚC LƯỜNG VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA YẾU TỐ NGƯỜI ĐIỀU ĐỘNG TÀU RESEARCH AND ESTIMATION OF DESIGN GUIDE FOR CHANNELS AND THE EFFECT OF MANEUVERING HUMAN FACTOR

ThS. NGUYỄN XUÂN THỊNH

Khoa Công trình, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Các tuyến luồng hàng hải Việt Nam là nhân tố cần thiết trong việc định hướng phát triển hệ thống Cảng biển Việt Nam trong việc phát triển nền kinh tế biển. Và mỗi tuyến luồng đều mang những đặc điểm địa hình, địa chất riêng biệt. Do đó việc tính toán thiết kế các tuyến luồng ngoài các lý thuyết tính toán thì yếu tố con người trực tiếp điều động phương

tiện hàng hải cũng đóng một vai trò quan trọng trong việc nâng cao tính an toàn trong hàng hải để đảm bảo hiệu suất khai thác hàng hải sao cho tốt nhất. Trong bài báo này tác giả chỉ đề cập đến các lý thuyết tính toán thiết kế kênh biển và đề xuất nghiên cứu ảnh hưởng của người điều động tàu trên luồng hàng hải phục vụ thiết kế xây dựng giao thông vận tải đường thủy.

Abstract

Vietnam channels are the essential factors of development orientation for Vietnam port system in improving sea economy, and each channel has a separate terrain characteristic. Thus, besides the design guide for channels, the ship maneuvering human factor plays an important role in enhancing navigation safety. As a result, this assists the productiveness of maritime transportation operation superior. The purpose of this article gives a brief about a guide for channels and study promotion of the effect of ship maneuvering human factor for the construction design of water way transportation.

1. Đặt vấn đề

Việc tìm hiểu khả năng đi biển của các phương tiện hàng hải là vô cùng cần thiết và quan trọng, nó có ý nghĩa quyết định tính an toàn và tính kinh tế trong công tác, không những thế nó còn có ý nghĩa làm giảm phóng sức lao động của con người bằng phương pháp tự động hoá và cơ giới hoá. Để đảm bảo an toàn cho tàu khi đi vào luồng, có rất nhiều các tiêu chuẩn lý thuyết tính toán thiết kế luồng như là tiêu chuẩn thiết kế kênh biển 1976, tiêu chuẩn PIANC – IAPH, Approach Channels để phục vụ cho việc thiết kế xây dựng hệ thống luồng giao thông hàng hải sao cho phù hợp nhất. Do vậy trong bài báo này tác giả chỉ đề cập đến các tiêu chuẩn áp dụng thiết kế luồng tàu và đề xuất nghiên cứu yếu tố ảnh hưởng của người điều khiển phục vụ công tác thiết kế xây dựng giao thông đường thủy.

2. Các tiêu chuẩn tính toán thiết kế luồng

2.1 Quy trình thiết kế kênh biển 1976 [1]

Sau khi dựa vào các yếu tố khí tượng thủy hải văn, lưu lượng tàu, các chỉ tiêu kinh tế, lựa chọn tàu tính toán, tốc độ tàu tính toán, chọn vị trí đồ đất. Các thông số cơ bản tính toán thiết kế tuyến luồng như sau:

Đối với kênh chạy tàu một chiều thì chiều rộng chạy tàu B_C tính bằng m xác định theo công thức:

$$B_C = B_{hd} + 2.C_1 + \Delta B \quad (1)$$

Trong đó:

B_{hd} : Chiều rộng dải hoạt động của tàu ở cao độ chiều sâu chạy tàu.

C_1 : Dự phòng chiều rộng giữa dải hoạt động của tàu và mái dốc kênh.

ΔB : Dự phòng chiều rộng cho sa bồi trên kênh.

Chiều rộng dải hoạt động đối với tàu tính toán. Tính bằng m, xác định theo công thức:

$$B_{hd} = L.\sin(\alpha_1 + \alpha_2) + B.\cos(\alpha_1 + \alpha_2) + t.\sin \beta.V_{max} \quad (2)$$

Trong đó trị số $t.\sin \beta$ (t là thời gian tàu chệch hướng luồng, β là góc lệch)

Chiều sâu chạy tàu thực chất và chiều sâu thiết kế H_0 của kênh tính bằng mét, xác định theo các công thức:

$$H_C = T + \sum_{i=0}^3 z_i + H \quad (3)$$

$$H_0 = H_C + z_4 \quad (4)$$

Trong đó:

T : Mớn nước của tàu(m).

$\sum_{i=0}^3 z_i$: Tổng dự phòng chiều sâu chạy tàu (m).

H: Trị số chuyển mực nước tính toán về số không độ sâu (với dấu trừ nếu mực nước tính toán cao hơn và với dấu cộng nếu mực nước tính toán thấp hơn số không độ sâu).

z4: Dự phòng chiều sâu cho sa bồi (m).

Các kích thước cơ bản của luồng tàu được tính toán trên cơ sở các kích thước cơ bản của tàu tính toán cộng thêm các dự trữ an toàn cho chạy tàu; bao gồm: dự trữ an toàn do sóng, gió và dòng chảy, dự trữ về điều kiện chạy tàu (vận tốc, hồ chợ hàng hải, hình dạng luồng), mức độ nguy hiểm của hàng hóa... Xác định các dự trữ này là nội dung chính của các hướng dẫn thiết kế hiện hành. Ở các nước trên thế giới phương pháp tất định chỉ được áp dụng trong giai đoạn thiết kế sơ bộ. Tuy nhiên, do điều kiện về kinh tế và trình độ khoa học kỹ thuật, phương pháp này vẫn đang được sử dụng trong giai đoạn thiết kế chi tiết ở Việt Nam.

2.2 Quy trình thiết kế kênh biển theo PIANC – IAPH [2]

Đối với luồng 1 chiều, chiều rộng đáy luồng W được tính như sau:

$$W = W_{BM} + \sum_{i=1}^n W_i + W_{Br} + W_{Bg} \quad (5)$$

Và đối với luồng 2 chiều:

$$W = 2W_{BM} + 2\sum_{i=1}^n W_i + W_{Br} + W_{Bg} + \sum W_P \quad (6)$$

Trong đó:

W_{BM} : Chiều rộng cần thiết để điều động tàu, là bội số của chiều rộng B của tàu.

W_i : Các chiều rộng dự phòng.

W_{Br}, W_{Bg} : Dự phòng chiều rộng bên phải và bên trái luồng.

$\sum W_P$: Khoảng cách vượt nhau giữa các tàu.

Lực cản động học tới chuyển động của tàu trong điều kiện nước cạn được thể hiện thông qua hệ số Froud là một hệ số không thứ nguyên thể hiện quan hệ giữa chiều sâu luồng và vận tốc tàu.

$$F_{nh} = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (7)$$

V : Vận tốc tàu (m/s).

h : Độ sâu nước mà tại đó nước không bị khuấy động do chuyển động của tàu (m).

g : Gia tốc trọng trường (m/s²).

Squat là hiện tượng tàu chìm mớn nước khi chuyển động và do đó làm giảm độ lớn chân hoa tiêu.

$$Squat(m) = 2.4 \frac{\nabla}{L_{pp}^2} \times \frac{F_{nh}^2}{\sqrt{(1 - F_{nh}^2)}} \quad (8)$$

Trong đó:

∇ : Lượng dẫn nước của tàu = $CB \cdot L_{pp} \cdot B \cdot T$

L_{pp} : Chiều dài tàu trên đường mớn nước (m).

T : Mớn nước tàu (m).

CB : Hệ số béo.

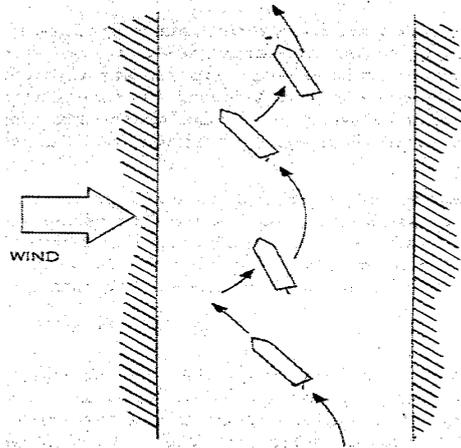
F_{nh} : Hệ số Froude Độ sâu

Theo phương pháp này, các thông số thiết kế của luồng được xác định bằng các công thức thực nghiệm, ngoài ra chiều rộng tàu dựa vào các yếu tố dự phòng theo từng ảnh hưởng khác nhau như dòng chảy ngang, mức độ tin cậy báo hiệu...vv

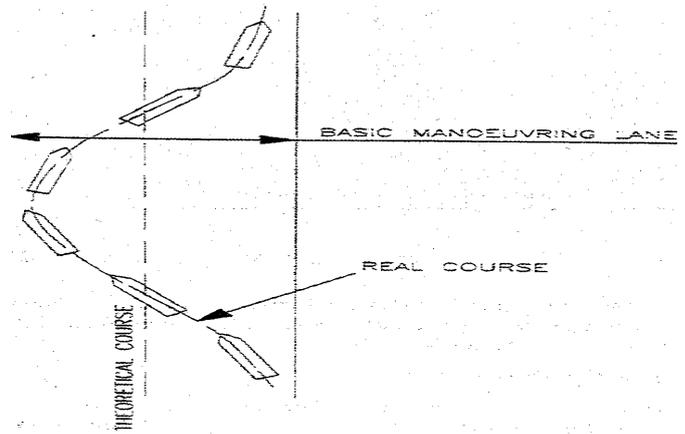
2.3 Ảnh hưởng của người điều khiển tàu [4]

Chuyển động cơ sở của tàu:

Tàu thủy là một công trình kỹ thuật hết sức đặc biệt là phương tiện hoạt động trên môi trường nước. có thể chuyển dịch trên mặt nước, hay ngầm dưới nước,, nó có hai dạng đặc điểm chính là nổi được trên mặt nước (hoặc ngầm dưới nước)



Hình 2. Tàu dưới tác động của gió



Hình 1. Khả năng điều động tàu

Tàu có khả năng điều động theo đúng với lộ trình ứng với tác động của sóng gió dòng chảy tại thời điểm mà nó hành trình (Hình vẽ 1)

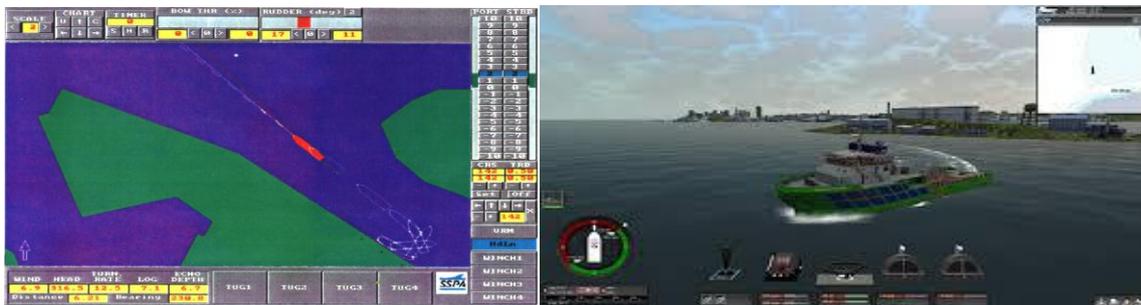
Có thể thấy trên hình vẽ 1 thì khả năng điều động tàu gây lên những ảnh hưởng đáng kể lên bề rộng của tuyến luồng

Ảnh hưởng của con người: Trong mọi trường hợp điều động tàu đi qua các kênh vượt qua các loại điều kiện địa hình, thời tiết khác nhau ví dụ như trong hình vẽ 2 ta thấy tàu được người điều khiển lái tàu trước ảnh hưởng của gió mạn từ bên trái để con tàu đi đúng hướng.

Kinh nghiệm thực tế giúp người điều động tàu biết được cần điều khiển tàu hành hải sao cho phù hợp nhất với từng điều kiện địa hình, điều kiện khí tượng sóng gió dòng chảy trên từng đoạn luồng cụ thể để đưa ra những quyết định điều động an toàn [2].

Ở đây chính người điều khiển dẫn đến những ảnh hưởng lớn tới bề rộng và chiều sâu của tuyến luồng hàng hải đi qua.

Kỹ thuật mô phỏng



Hình 3. Màn hình chương trình mô phỏng PORTSIM

Chương trình mô phỏng giúp cho người điều động tàu dự đoán trước được các tình huống có thể xảy ra trong quá trình điều động, và đặc biệt là giúp cho người thiết kế tuyến luồng đưa thêm vào các thông số tính toán đầy đủ hơn với từng đoạn luồng ứng với mỗi điều kiện địa hình, khí tượng tại mỗi khu vực khác nhau [2].

3. Kết luận

Những nghiên cứu về lý thuyết tính toán kênh biển làm nền tảng cho việc xây dựng quy trình thiết kế kênh biển tại các tuyến luồng hàng hải ở Việt Nam.[1]

Khuyến nghị: Với tình hình hiện nay các tuyến luồng hàng hải còn mỏng cùng với những biến động về khí hậu thời tiết, địa hình địa chất ngày một phức tạp, việc nghiên cứu thiết kế luồng còn chưa đi sâu phân tích yếu tố ảnh hưởng của người điều động. Vậy nên tác giả đề xuất việc nghiên cứu yếu tố ảnh hưởng của người điều động tàu tới mô hình chuyển động của tàu với từng đoạn luồng để tính toán nghiên cứu các thông số chính của luồng như tính toán bề rộng, đoạn cong, chiều sâu chạy tàu là cần thiết với sự phát triển đồng bộ về an toàn hàng hải và định hướng quy hoạch xây dựng hệ thống cảng biển của Việt Nam trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Quy trình thiết kế kênh biển 1976.
- [2] Approach Channels - A Guide for Design,” PTC II-30 Final Report of the Joint Working Group PIANC and IAPH in cooperation with IMPA and IALA, Supplement to Bulletin No 95, June 1997
- [3] Spyrou, K. (1994) “A New Approach for Assessing ship Maneuverability Based on Decisions”
- [4] Hideki Hagiwara “Weather routing of (sail – assisted) motor vessels”
- [5] “IALA Recommendation for a definition of the nominal daytime range of maritime signal lights intended for the guidance of shipping by day”, April 1974.
- [6] “IALA Recommendation E-122 on Categorization and Availability Objectives for Short Range Aids to Navigation”, Edition 1, December 2004.
- [7] www.iala-aism.org

Người phân biện: PGS.TS. Đào Văn Tuấn

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT GIA CƯỜNG ORGANOBENTONITE
VÀ ZnO/ZrO₂/Al₂O₃ CỠ HẠT NANO ĐẾN TÍNH CHẤT CƠ HỌC
CỦA MÀNG PHỦ NANOCOMPOSITE NỀN EPOXY
STUDY ON EFFECT OF ORGANOBENTONITE AND ZnO/ZrO₂/Al₂O₃
NANOPARTICLE FILLERS ON MECHANICAL PROPERTIES
OF EPOXY-BASED NANOCOMPOSITE COATING**

NCS. BÙI QUỐC BÌNH

Khoa Công trình, Trường ĐHHH Việt Nam

GS. TS Zhong Qingdong

Đại học Thượng Hải, Thượng Hải, Trung Quốc

Tóm tắt

Bài báo này giới thiệu khái quát phương pháp và quá trình chế tạo vật liệu nanocomposite nền epoxy sử dụng organobentonite và các ôxít ZnO/ZrO₂/Al₂O₃ cỡ hạt nano làm chất gia cường. Các phương pháp tiêu chuẩn HV, uốn 3 điểm, kéo... được dùng để xác định các chỉ tiêu cơ học đặc trưng của màng phủ vật liệu mới trên nền thép Q235. Kết quả thí nghiệm cho thấy các chất gia cường đã cải thiện đáng kể tính chất cơ học đặc trưng của màng phủ.

Abstract

In this paper, the method and procedure for preparation of epoxy-nanocomposite with organobentonite and ZnO/ZrO₂/Al₂O₃ fillers are introduced generally. Some standard methods such as HV, 3 points bending test, tension test... have been used for characterization of mechanical properties of new material coatings on Q235 steel substrate. The results proved that the mechanical properties of coatings were improved by those fillers effectively.

Keywords: Composite, chất gia cường, epoxy, HV, organobentonite, uốn ba điểm.

1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, việc nghiên cứu chế tạo ra những loại vật liệu mới có nhiều tính năng ưu việt nhằm đáp ứng những yêu cầu, đòi hỏi của các ngành công nghiệp như xây dựng, đóng tàu, công nghệ hàng không vũ trụ, công nghệ quân sự, công nghệ sinh y dược... là một trong những mục tiêu hàng đầu của nhiều chương trình nghiên cứu của các phòng thí nghiệm vật liệu

trên thế giới. Trong đó việc nghiên cứu ứng dụng vật liệu composite là hướng nghiên cứu quan trọng bởi đây là một loại vật liệu có phạm vi ứng dụng vô cùng to lớn và ngày càng được mở rộng. Tuy nhiên vật liệu này cũng có những tính chất hạn chế như: độ bền nhiệt kém, độ cứng, chịu mài mòn, khả năng chịu hóa chất thường không cao [1]. Do đó việc nghiên cứu cải thiện tính chất của loại vật liệu này luôn là một vấn đề cấp thiết và là một hướng nghiên cứu hấp dẫn. Việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ nano và vật liệu composite là một hướng đi chủ yếu của nhiều phòng thí nghiệm vật liệu. Vật liệu nanocomposite nền epoxy trên cơ sở bổ sung chất gia cường organobentonite (nanoclay) là một trong những hướng nghiên cứu như thế. Với việc sử dụng những hạt organobentonite để đưa vào trong mạng epoxy ở kích thước nano, nhiều tính chất của composite đã được cải thiện đáng kể [2-6].

Với mục tiêu tiếp tục cải thiện tính chất cơ học của nanocomposite nền epoxy. Trong phần nghiên cứu này, tác giả tập trung trình bày về quá trình chế tạo epoxy-organobentonite nanocomposites với các hỗn hợp ôxít ZnO - ZrO₂/ZrO₂ - Al₂O₃ cỡ hạt nano được sử dụng đồng thời với organobentonite để làm chất gia cường bằng phương pháp cơ-nhiệt. Các vật liệu mới được sử dụng làm màng phủ có độ dày 55 ± 2 μm cho mẫu nền thép Q235. Tiến hành một số thí nghiệm cơ học và phân tích các kết quả thí nghiệm để đánh giá khả năng cải thiện tính chất cơ học cơ bản của màng phủ sau khi gia cường.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1 Vật liệu

Các thí nghiệm trong nghiên cứu này sử dụng thép Carbon thấp Q235 (tiêu chuẩn GB/T700-2006 – cơ lý tính tương đương với thép kết cấu phổ thông CT3 hay thép cốt bê tông nhóm CI theo TCVN) làm mẫu nền. Epoxy sử dụng loại bisphenol A độ nhớt thấp (700÷1100 mPas), có mã thương phẩm là GCC135, chất đóng rắn sử dụng loại gốc amine có mã thương phẩm là W93, được công ty G.C Chemical, Kunshan, China cung cấp. Organobentonite sử dụng loại TIXOGEL MP100 do công ty Qinghong Trade, Foshan, China cung cấp. Các ôxít kim loại ZnO/ZrO₂/Al₂O₃ cỡ hạt nano được cung cấp bởi công ty Shanghai st-nano, Shanghai, China.

2.2 Trình tự tổng hợp vật liệu nanocomposites nền epoxy

Đầu tiên, cân một lượng epoxy chứa vào cốc thí nghiệm, cốc chứa epoxy được đặt trong một nồi gia nhiệt ở 45°C trong 1h, tiếp đến một lượng organobentonite có tỷ lệ 1.5% tổng trọng lượng của epoxy và chất đóng rắn (1.5% w/w) được thêm vào cốc, sử dụng máy trộn cơ học trộn trong 2 h. Sau đó hỗn hợp được để trong tủ giữ nhiệt ở 45°C trong 6h cho thoát bọt bọt khí. Một lượng tương ứng 1.5% tổng trọng lượng của epoxy và chất đóng rắn hỗn hợp ZnO - ZrO₂ (hoặc ZrO₂ - Al₂O₃) sau khi đã cải tạo bề mặt bằng 3-aminopropyltriethoxy silane (KH550) được phân tán bằng sóng siêu âm trong 30'. Đổ hỗn hợp acetone/ôxít vào cốc chứa hỗn hợp epoxy và organobentonite rồi trộn tiếp trong 2 h. Tiếp tục để trong tủ giữ nhiệt ở 45°C trong 6h cho tự thoát bọt bọt khí, tiếp đến hút chân không trong 2h. Cuối cùng, thêm chất đóng rắn vào hỗn hợp để tạo thành nanocomposites nền epoxy gia cường bằng ZnO - ZrO₂/ZrO₂ - Al₂O₃ và organobentonite. Mẫu thuần epoxy và mẫu chỉ gia cường bằng organobentonite cũng được chế tạo để so sánh. Chi tiết thành phần và ký hiệu mẫu trình bày trong bảng 1.

**Bảng 1. Thành phần và ký hiệu các loại mẫu
(đơn vị tính % tổng trọng lượng epoxy và chất đóng rắn)**

Ký hiệu mẫu	Hàm lượng Organobentonite	Hàm lượng ZrO ₂ nanoparticles	Hàm lượng ZnO nanoparticles	Hàm lượng Al ₂ O ₃ nanoparticles
PE	-	-	-	-
EC	1.5	-	-	-
EBO1	1.5	0.75	0.75	-
EBO2	1.5	0.75	-	0.75

2.3 Chế tạo mẫu vật

Rót vật liệu vừa tổng hợp được vào các khuôn đúc bằng nhựa dẻo để tạo thành các mẫu hình trụ có đường kính 18 mm, độ dày 3 mm làm mẫu vật cho thí nghiệm độ cứng HV... . Màng composite được tạo trên mẫu nền thép Q235 (sau khi đã mài bằng giấy nhám SiC số hiệu 400, rửa

sạch bằng nước máy và thổi khô bằng khí nén) bằng dụng cụ tạo màng wire-beam film applicator. Tất cả các mẫu được bảo quản trong phòng thí nghiệm với điều kiện nhiệt độ $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Sau khi đóng rắn trong điều kiện phòng thí nghiệm 72 h, độ dày màng phủ đạt $55 \pm 2 \mu\text{m}$.

2.4 Phương pháp thí nghiệm

2.4.1 Thí nghiệm độ cứng vi mô

Thí nghiệm độ cứng vi mô HV-test được thực hiện cho mẫu vật hình trụ trên máy MH-3 Everone theo ASTM E384 [7] với tải trọng 0.2 kG, thời gian áp tải là 5".

2.4.2 Thí nghiệm độ bám dính

Xác định độ bám dính của vật liệu với thép nền được thực hiện theo ASTM D3359-08 phương pháp B với bộ cắt QFH [8].

2.4.3 Thí nghiệm uốn ba điểm

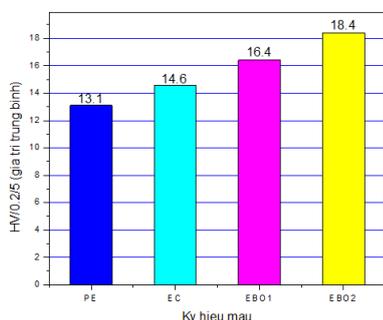
Để đánh giá thêm về độ bám dính với thép nền của vật liệu mới khi chịu uốn, thanh thép Q235 kích thước 150 x 12 x 3 (mm) 1 mặt có màng phủ được uốn 3 điểm trên máy Instron 600DX 135k Universal Testing Machine [11], thí nghiệm với 2 giai đoạn: giai đoạn 1 uốn đến khi độ võng đạt 1/200 thì dừng lại và quan sát màng phủ. Sau đó uốn đến khi đạt góc uốn 90° , quan sát sự bong tách màng phủ. Đặc điểm bề mặt đứt gãy của màng phủ được chụp lại bằng kính hiển vi quang học, độ phóng đại 400 lần.

2.4.4 Thí nghiệm kéo

Thanh thép Q235 kích thước 150 x 12 x 3 (mm) 1 mặt có màng phủ được kéo trên máy Instron 600DX 135k Universal Testing Machine [9]. Theo dõi thời điểm xuất hiện hiện tượng bong tách của màng phủ với thép nền và độ dẫn dài tương đối tương ứng.

3. Kết quả và thảo luận

Kết quả thí nghiệm độ cứng vi mô HV (Vickers' hardness test) được nêu trong hình 1.



Hình 1. Giá trị độ cứng HV của các mẫu

Kết quả thí nghiệm cho thấy nếu chỉ sử dụng organobentonite gia cường, độ cứng HV tăng 11.5%, so với mẫu thuần epoxy PE. Nếu đồng thời bổ sung thêm các hạt ôxít kim loại cỡ nano, độ gia tăng tương ứng là 25% cho mẫu EBO1 và 40.5% cho mẫu EBO2. Kết quả này đã cho thấy các hạt ôxít kim loại cỡ nano đã phân tán tốt vào nền epoxy, kết hợp với các phiến organobentonite tạo ra một hệ thống "cốt" chịu lực làm tăng độ cứng của composite. Nếu chất gia cường có độ cứng lớn (như Al_2O_3) thì hiệu quả gia cường càng cao.

Kết quả thí nghiệm độ bám dính cũng cho thấy nếu chỉ sử dụng organobentonite gia cường,

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm độ bám dính

Ký hiệu mẫu	Cấp bám dính
PE	4B
EC	4B
EBO1	5B
EBO2	5B

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm kéo

Ký hiệu mẫu	Độ dẫn dài tương đối khi xuất hiện bong tách (%)
PE	7.5
EC	8.3
EBO1	12.2
EBO2	13.6



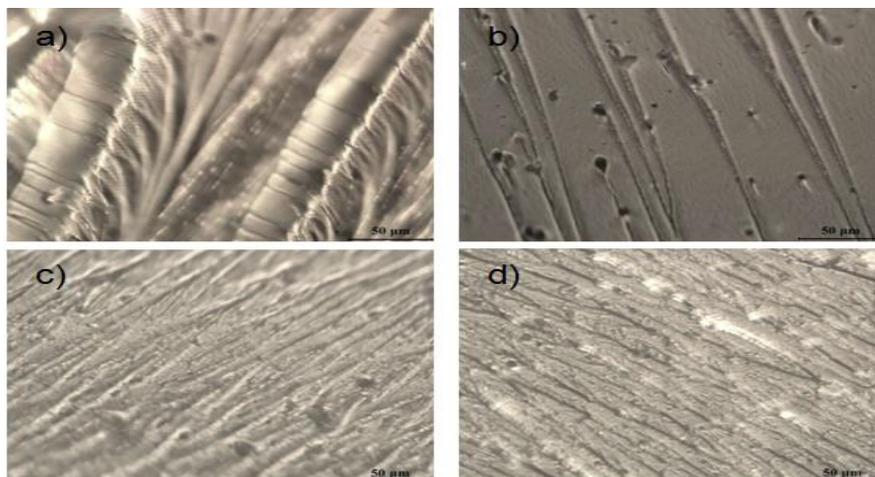
Hình 3. Hiện tượng bong tách màng phủ ở góc uốn 90°

về cơ bản, không cải thiện được độ bám dính một cách đáng kể nhưng nếu bổ sung thêm các hạt nano ôxít kim loại, độ bám dính tăng đến cấp lớn nhất 5B chứng tỏ các loại composite EBO1/2 đều bám dính rất tốt vào thép nền Q235.

Khi tiến hành kéo đến độ võng 1/200, tất cả 4 loại mẫu đều không xuất hiện hiện tượng bong tách. Tiếp tục uốn cong mẫu thử với góc uốn 90°, các màng phủ đều bị bong với mức độ khác nhau như hình 3.

Hình 3 cho thấy màng phủ mẫu PE và EC tách khỏi thanh thép nền, độ tách của mẫu PE lớn nhất. Mẫu EBO1 chớm tách ở đỉnh góc uốn còn mẫu EBO2 chưa xuất hiện hiện tượng bong tách. Kết quả này hoàn toàn tương đồng với kết quả thử HV và độ bám dính. Tương tự, kết quả thí nghiệm kéo trình bày trong bảng 3 cũng cho kết quả tương đồng.

Ảnh chụp bề mặt đứt gãy của các mẫu vật được biểu diễn trên hình 4. Hình ảnh phóng đại cho thấy mẫu epoxy thuần PE bị phá hoại giòn, các liên kết nội tại hình thành trong quá trình đóng rắn với chất đóng rắn khá yếu nên bề mặt đứt vỡ mang hình dáng chuỗi polyme và mịn. Mẫu EC có sự gia cường của organobentonite nên hình thành các liên kết chéo làm tăng khả năng chịu kéo, bề mặt đứt vỡ không liên tục, nhám hơn. Với các mẫu EBO1/2, khi bổ sung thêm thành phần hạt nano ZnO - ZrO₂/ZrO₂ - Al₂O₃, các liên kết chéo được tăng cường mạnh tạo ra một hệ thống "cốt" chịu lực, bề mặt đứt gãy sần sùi thể hiện hình ảnh các liên kết chéo bên trong màng composite.



Hình 4. Bề mặt đứt gãy của mẫu thử chụp bằng kính hiển vi điện tử, độ phóng đại 400 lần: a) mẫu PE, b) mẫu EC, c) mẫu EBO1 và d) mẫu EBO2

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã tổng hợp được 3 loại nanocomposite nền epoxy được gia cường bằng organobentonite và ZnO - ZrO₂/ZrO₂ - Al₂O₃ cỡ hạt nano từ epoxy độ nhớt thấp bằng phương pháp cơ nhiệt. Các thí nghiệm cơ học đã cho kết quả khẳng định hiệu quả gia cường so với mẫu thuần epoxy. Với đặc trưng độ cứng và khả năng bám dính vào nền thép Q235 như vậy, các loại composite EBO1 và EBO2 thích hợp để chế tạo màng sơn bảo hộ cho các loại thép xây dựng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A.Mathiazhagan and Rani Joseph, *Nanotechnology-A New Prospective in Organic Coating - Review*, *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, Vol. 2 , No. 4 , August 2011.
- [2] W. Liu, S. V. Hoa, M. Pugh, *Organoclay-modified high performance epoxy nanocomposites*, *Composites Science and Technology* 65, 307 (2005).
- [3] H. Tan, J. Han, G. Ma, M. Xiao, J. Nie, *Preparation of highly exfoliated epoxy-clay nanocomposites by sol-gel modification*, *Polymer Degradation and Stability* 93, 369 (2008).
- [4] X. Shi, T. A. Nguyen, Z. Suo, Y. Liu, R. Avci, *Effect of nanoparticles on the anticorrosion and mechanical properties of epoxy coating*, *Surface and Coatings Technology* 204, 237 (2009).
- [5] L. Wang, K. Wang, L. Chen, Y. Zhang, C. He, *Preparation, morphology and thermal/mechanical properties of epoxy/nanoclay composite*, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 37, 1890 (2006).

- [6] M. W. Ho, C. Lam, K. Lau, D. H. L. Ng, D. Hui, *Mechanical properties of epoxy-based composites using nanoclays*, Composite Structures 75 (2006).
[7] ASTM E384-11, *Standard Test Method for Knoop and Vickers Hardness of Materials*.
[8] ASTM D3359 – 08, *Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test*.
[9] ASTM E8/E8M-11, *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*.

Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Văn Ngọc

HIỆN TRẠNG MÔI TRƯỜNG NƯỚC TẠI MỘT SỐ CẢNG BIỂN Ở KHU VỰC HẢI PHÒNG - QUẢNG NINH VÀ ĐỀ XUẤT CÁC BIỆN PHÁP GIẢM THIỂU TÁC ĐỘNG
CURRENT STATUS OF WATER ENVIRONMENT IN SOME PORT IN HAIPHONG - QUANGNINH AREA AND PROPOSING MEASURES TO MITIGATE IMPACTS

ThS. BÙI ĐÌNH HOÀN

Bộ môn Kỹ thuật Môi trường, Trường ĐHHH Việt Nam

TS. NGÔ KIM ĐỊNH

Vụ Môi trường, Bộ Giao thông Vận tải

PGS.TS. TRẦN YÊM

Trung tâm nghiên cứu Tài nguyên và Môi trường, Đại học Quốc gia Hà Nội

Tóm tắt

Hải Phòng - Quảng Ninh là khu vực có hoạt động hàng hải khá phát triển. Sự phát triển của hệ thống cảng biển khu vực này mang lại lợi ích to lớn về kinh tế và xã hội nhưng cũng gây ra không ít những tác động đến môi trường, trong đó có môi trường nước. Bài báo này phân tích các nguồn gây tác động và đánh giá hiện trạng môi trường nước mặt tại các cảng khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh. Từ đó đưa ra khuyến nghị về các biện pháp giảm thiểu tác động đến môi trường nước từ hoạt động cảng biển.

Abstract

Hai Phong - Quang Ninh is the area of which maritime activities are high developing. The development of those ports brings great benefits to the economy and the society but also caused considerable impacts on the surrounding environment, including water. This paper analyzes the sources and assesses the environmental impacts on water area of Hai Phong - Quang Ninh port system, then recommends measures to mitigate those impacts.

1. Đặt vấn đề

Hải Phòng - Quảng Ninh là khu vực tập trung nhiều cảng biển, với nhiều loại hình cảng, bến như cảng tổng hợp, cảng container, cảng xăng dầu, các bến cảng chuyên dụng,... Theo quy hoạch cảng biển Việt Nam đến năm 2020, định hướng đến năm 2030 được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt theo Quyết định số 2190/2009/QĐ-TTg ngày 24/12/2009 thì các cảng thuộc khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh thuộc nhóm cảng 1 gồm 02 cụm cảng lớn là cụm cảng biển Hải Phòng và cụm cảng biển Quảng Ninh.

Vùng biển Hải Phòng - Quảng Ninh cũng chứa đựng nhiều nguồn tài nguyên có giá trị lớn về kinh tế và đa dạng sinh học biển. Do đó, việc bảo vệ môi trường, giảm thiểu tác động đến môi trường do các hoạt động kinh tế, trong đó có hoạt động khai thác cảng biển có vai trò quyết định đến việc bảo vệ và khai thác tài nguyên biển của vùng theo hướng đa ngành, đa lĩnh vực.

2. Nguồn gây ô nhiễm môi trường nước từ hoạt động của cảng biển

Nguồn gây ô nhiễm môi trường biển của khu vực Hải Phòng – Quảng Ninh chủ yếu từ hoạt động của cảng biển bao gồm:

Hoạt động xây dựng kết cấu hạ tầng hàng hải và duy tu luồng tàu biển: Xây dựng kết cấu hạ tầng hàng hải bao gồm các hoạt động xây dựng cảng biển, xây dựng và duy tu luồng tàu sẽ gây ra một số tác động tiêu cực đến môi trường nước như gia tăng độ đục, tăng hàm lượng chất rắn lơ lửng, sắt, nhôm, sulfate và một số kim loại nặng trong môi trường nước, sản phẩm của quá trình chuyển hoá kỵ khí các chất hữu cơ như H₂S, NH₃, CH₄, andêhit. Đây là các chất gây ô nhiễm môi trường nước và không khí.

Hoạt động của tàu cập cảng: Chất thải lỏng từ hoạt động của tàu biển bao gồm dầu cặn; nước la canh (chứa dầu, vi sinh vật, một số kim loại nặng,...); nước ballast (chứa hàng ngàn loài vi

sinh vật khác nhau bao gồm vi khuẩn, động vật không xương sống, nang, ấu trùng,...). Riêng tại cụm cảng Hải Phòng – Quảng Ninh, lượng nước ballast các tàu bơm xả khoảng 170.000 đến 360.000 m³/tháng [2].

Chất thải từ hoạt động làm hàng trên cảng: Chất thải từ hoạt động làm hàng trên cảng bao gồm hàng hoá rơi vãi, hư hỏng, vật liệu chèn lót, bao gói,...

Nước thải từ trạm cấp xăng dầu, xưởng sửa chữa bảo trì trang thiết bị, container trên cảng: Nước thải loại này chứa dầu mỡ, kim loại nặng và các chất lơ lửng.

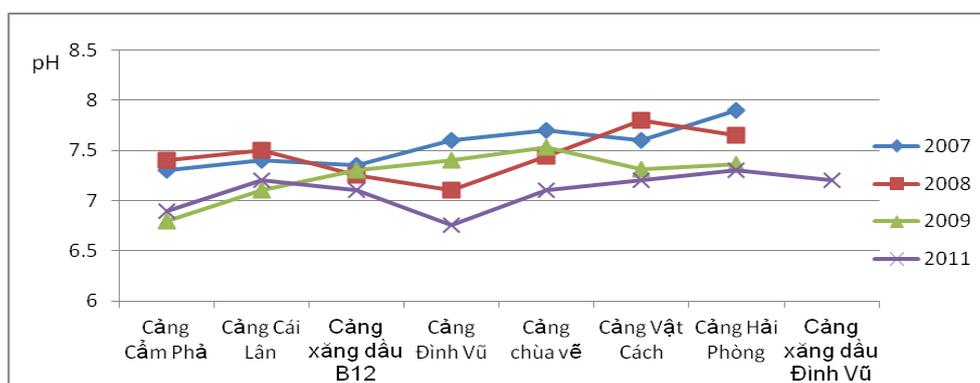
Nước thải sinh hoạt: Nước thải sinh hoạt chứa nhiều vi sinh vật, các hợp chất hữu cơ, các chất dinh dưỡng,...

Nước mưa chảy tràn qua khu vực cảng: Nước mưa chảy tràn qua mặt bằng cảng cuốn theo dầu mỡ, các chất cặn bã, đất, cát, hàng hoá rơi vãi,... xuống thủy vực khu vực cảng.

3. Hiện trạng chất lượng môi trường nước tại một số cảng biển khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh

Trị số pH của nước mặt và nước biển ven bờ tại một số cảng khu vực Quảng Ninh - Hải Phòng

Số liệu quan trắc cho thấy giá trị pH của nước mặt và nước biển ven bờ tại một số cảng khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh tương đối ổn định. Khoảng dao động của pH trong nước mặt và nước biển ven bờ tập trung chủ yếu từ 6,7 đến 8,0, nằm trong giới hạn cho phép theo QCVN 08:2008/BTNMT cột B2 và QCVN 10:2008/BTNMT. Tuy nhiên theo kết quả khảo sát và tham chiếu thì pH có chiều hướng giảm, đặc biệt kết quả khảo sát năm 2011 tại các cảng khu vực Hải Phòng cho thấy pH của nước mặt khu vực các cảng khảo sát giảm rõ rệt so với các năm trước kia.



Hình 1. Biến động pH của nước mặt và nước biển ven bờ tại một số cảng khu vực Hải Phòng – Quảng Ninh [3]

Kết quả trên phản ánh một xu hướng là tại các cụm cảng này, chất lượng nước đang bị ảnh hưởng và chịu tác động của nhiều loại hoạt động phát triển trong vùng:

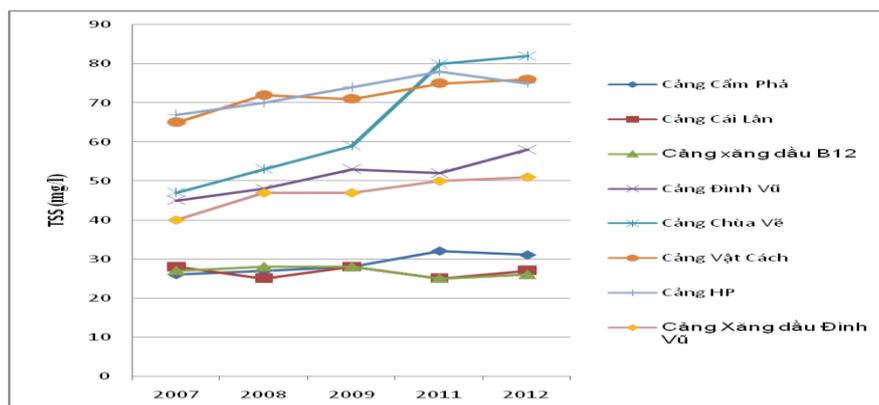
- Phát triển kết cấu hạ tầng hàng hải: làm xáo trộn mạnh các tầng đáy tại chỗ, đưa các yếu tố có tính axit vào nước (hệ quả của quá trình thủy phân các ion kim loại nặng hòa tan, Al³⁺, ...).
- Dòng chảy từ đất liền có pH thấp góp phần làm giảm pH nước biển ven bờ các vùng biển có cửa sông.

Hàm lượng COD, BOD₅ và chất rắn lơ lửng (TSS)

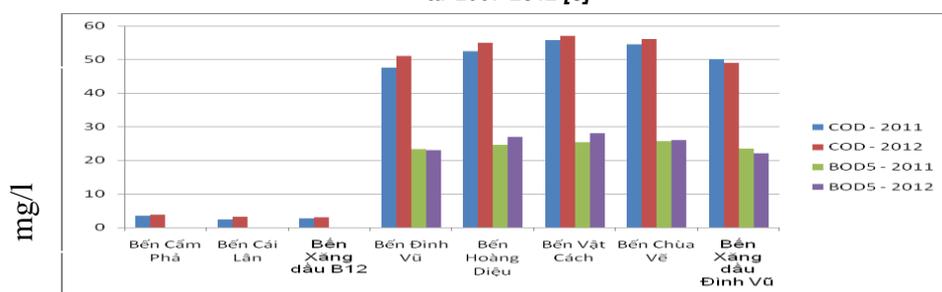
Hoạt động của tàu thuyền, nước thải sinh hoạt, nước mưa chảy tràn là những nguồn phát thải chất ô nhiễm hữu cơ và chất rắn lơ lửng. Nhìn chung hàm lượng COD, BOD₅, TSS tại các cảng biển khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh có xu hướng tăng lên theo các năm.

Các nguồn nước thải từ bờ, các dòng chảy đổ vào vịnh biển qua các lưu vực sông Hồng và sông Thái Bình cùng với việc duy tu nạo vét luồng tàu, việc thay đổi dòng chảy tại các cửa sông khu vực do chỉnh trị luồng đang làm gia tăng thêm các nhân tố này, đặc biệt là TSS.

Các thông số ô nhiễm nguồn nước biển ven bờ như TSS, COD, BOD₅ của khu vực cảng biển Hải Phòng – Quảng Ninh thể hiện trên sơ đồ hình 2, 3, cũng cho thấy khu vực cảng biển Hải Phòng cao hơn khu vực vùng nước cảng biển Quảng Ninh.

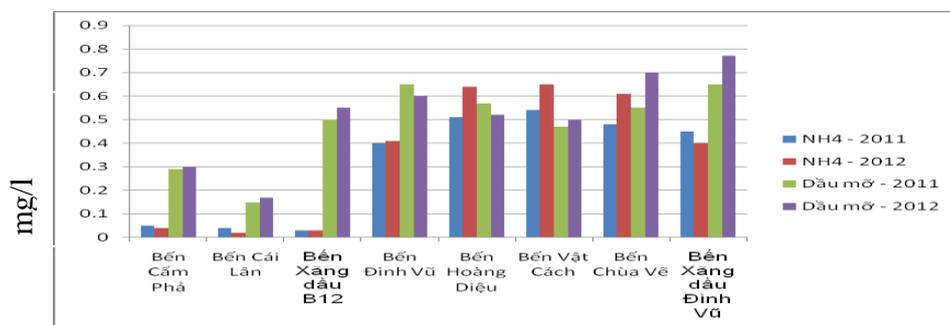


Hình 2. Biến động hàm lượng TSS tại một số cảng khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh từ 2007-2012 [3]



Hình 3. Biểu đồ hàm lượng COD và BOD₅ tại một số cảng khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh trong năm 2011 và 2012 [3]

Hàm lượng N-NH₄⁺ và dầu mỡ



Hình 4 Biểu đồ hàm lượng N-NH₄⁺, dầu mỡ tại một số cảng khu vực Hải Phòng – Quảng Ninh trong năm 2011 và 2012 [3]

So sánh các thông số NH₄⁺ và dầu mỡ tại các bến cảng điển hình trong hai năm 2011 và 2012 cho thấy hầu hết các thông số ô nhiễm đều có dấu hiệu tăng nhẹ. Tuy nhiên để khẳng định xu hướng tăng này là liên tục hay không thì cần có sự so sánh liên tục trong các năm tiếp theo.

4. Các biện pháp quản lý chất lượng môi trường nước tại cảng biển

Để giảm thiểu tác động đến môi trường nước từ hoạt động của các cảng biển khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh cần thực hiện các biện pháp sau đây:

- Xây dựng và từng bước hoàn thiện hệ thống văn bản pháp quy về quản lý môi trường đối với hoạt động kinh tế nói chung và hoạt động của cảng biển nói riêng.
- Tăng cường giám sát việc thực hiện các quy định về bảo vệ môi trường đối với các cảng biển.
- Chú trọng đến các công trình thu gom và xử lý nước thải ngay từ khâu phê duyệt thiết kế các cảng biển.
- Phân định rõ trách nhiệm của cơ quan quản lý môi trường theo ngành và theo lãnh thổ tại các cảng biển.

- Từng bước nghiên cứu triển khai Phụ lục IV của Công ước quốc tế về ngăn ngừa ô nhiễm do tàu gây ra 1973, được sửa đổi bởi Nghị định thư 1978 (MARPOL 73/78).

5. Kết luận

Quá trình khai thác cảng biển không tránh khỏi việc tác động đến môi trường nước. Sự gia tăng về hàm lượng của chất rắn lơ lửng, các hợp chất hữu cơ, dầu mỡ trong nước mặt và nước biển ven bờ khu vực cảng cho thấy tác động của nước thải sinh hoạt, nước mưa chảy tràn và chất thải có chứa dầu tại các cảng khu vực Quảng Ninh - Hải Phòng ngày càng tăng lên. Để giảm thiểu tác động đó, cần phải thực hiện đồng bộ các giải pháp từ khâu quy hoạch cảng, thiết kế xây dựng cảng đến vận hành cảng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ngô Kim Định, Phạm Thị Dương, Cao Thị Thu Trang – 2007, *Chất lượng thủy hoá môi trường biển vùng Hải Phòng - Quảng Ninh từ năm 2002 đến nay*, Tuyển tập các bài báo khoa học, Hội nghị KHCN Môi trường lần thứ nhất – Nhà xuất bản Bách khoa Hà Nội – trang 328-338.
- [2] TS. Chu Mạnh Hùng, ThS. Nguyễn Đức Thuyết, *Thực trạng và giải pháp nâng cao chất lượng môi trường cảng biển*, nguồn: <http://www.giaothongvantai.com.vn/khoa-hoc-doi-song/moi-truong/2013>.
- [3] TS. Khiếu Hữu Triển và nnk, *Điều tra, khảo sát, lập báo cáo tình hình tác động môi trường do hoạt động cảng biển*, Đề án bảo vệ môi trường cấp Bộ Giao thông Vận tải mã số MT113006, Hà Nội 2013.

Người phản biện: TS. Nguyễn Ngọc Khang

ĐIỀU CHẾ VÀ NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG VẬT LIỆU TITAN BIẾN TÍNH VỚI SẮT GẮN TRÊN NỀN DIATOMIT ĐỂ PHÂN HỦY QUANG XÚC TÁC PHẨM VÀNG AXIT TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC

PREPARATION AND APPLIED RESEARCH MATERIAL IRON-DOPED TITANIA ON DIATOMITE TO DEGRADE ACID YELLOW DYE IN AQUEOUS SOLUTION

ThS. NCS. PHẠM THỊ DƯƠNG¹, PGS.TS. NGUYỄN VĂN NỘI²

1- Bộ môn Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

2- Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Tóm tắt

Trong nghiên cứu này, xúc tác quang hóa titania được biến tính với sắt gắn trên nền diatomit với tỷ lệ mol Fe^{3+}/TiO_2 là 2% được điều chế bằng phương pháp sol-gel, sau đó làm khô và nung vật liệu ở 500°C. Vật liệu tổng hợp được kiểm tra hoạt tính xúc tác trong quá trình phân hủy phẩm vàng axit 2R dưới điều kiện chiếu tia UV và ánh sáng khả kiến. Vật liệu xúc tác sau khi tổng hợp được đặc trưng cấu trúc bằng các phương pháp XRD, SEM và phổ hấp thụ UV-VIS. Kết quả cho thấy, vật liệu đạt kích thước hạt nano, có khả năng hấp thụ ánh sáng với bước sóng khoảng 600 nm, tương ứng với năng lượng vùng dẫn đạt 2,07 eV. Vật liệu cũng thể hiện tính chất quang xúc tác rất tốt để phân hủy phẩm vàng axit 2R, hiệu suất phân hủy đạt 94% ở vùng ánh sáng khả kiến.

Abstract

In this work, the photocatalysts iron-doped titania on diatomite ($Fe-TiO_2$ /diatomite) with molar ratio of Fe^{3+}/TiO_2 of 2% were prepared by sol-gel method then dried and calcinated at 500°C. The synthesized material was tested for the degradation of acid yellow 2R dye under ultraviolet and visible light. XRD, SEM and UV-VIS spectroscopy were used to characterize the synthesized material. They also revealed that the nano particle material absorb light with wavelength of about 600 nm corresponding to band gap energy of 2.07 eV. This material also have very good photocatalysts activity to decompose acid yellow 2R dye, efficiency decomposition reached 94% under visible light.

1. Giới thiệu

Hiện nay, nghiên cứu phát triển các chất xúc tác mới ứng dụng trong xử lý nước thải đã nhận được nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học môi trường. Giống như các chất bán dẫn khác, TiO_2 dạng anatas có hoạt tính xúc tác quang do nó có khe năng lượng vùng cấm 3,2 eV tương ứng với bước sóng hấp thụ 388 nm, trong vùng UV [2, 3]. Tuy nhiên, bức xạ UV chỉ chiếm

khoảng 4% ánh sáng mặt trời, hơn nữa việc tạo ra bức xạ UV khá tốn kém mà cần nhiều thiết bị chuyên dụng. Vì vậy tăng khả năng hấp phụ ánh sáng của vật liệu TiO_2 ở vùng có bước sóng dài hơn có thể mang lại một tương lai mới, ứng dụng xúc tác quang hóa tại vùng khả kiến để xử lý ô nhiễm môi trường.

Để tăng cường khả năng xúc tác quang hóa của TiO_2 ở vùng khả kiến, đã có một số công trình nghiên cứu về cấy thêm các nguyên tố khác lên TiO_2 . Việc đưa thêm nguyên tố khác vào xúc tác TiO_2 làm tăng khả năng hấp thụ ánh sáng ở bước sóng dài hơn, có thể tiến tới vùng khả kiến. Đó là do chất thêm vào làm giảm năng lượng vùng cấm của xúc tác. Như vậy các chất đưa vào đã làm biến đổi cấu trúc của TiO_2 . Việc biến tính TiO_2 đã được thực hiện với nhiều kim loại như Co, Cr, Mn, Ni, Cu, Ag,... hay phi kim như N, S, C, ... [4] - [10].

Việc cấy Fe lên TiO_2 đã được thực hiện, Fe pha tạp vào TiO_2 cho phép vùng hấp phụ photon của TiO_2 được mở rộng từ tia tím đối với các bước sóng nhìn thấy cũng như để giảm năng lượng lỗ hổng của nó từ 3,2 eV đến mức năng lượng thấp hơn. Sự pha tạp TiO_2 với các kim loại chuyển tiếp như vậy như Fe, V và Cu làm cho nó hoạt động cao hơn trong chuyển hóa quang hóa [4] - [10]. Điều này được giải thích bởi khả năng các mẫu TiO_2 sau khi được cấy thêm các nguyên tố khác làm giảm giá trị năng lượng khoảng cách các dải phổ và tỷ lệ tái tổ hợp của các cặp điện tử bị cấm ứng bởi ánh sáng mặt trời dưới bức xạ ánh sáng mặt trời so với trong trường hợp tinh khiết TiO_2 từ đó làm tăng khả năng xúc tác quang hóa của chúng.

Vật liệu Fe- TiO_2 có khả năng xúc tác quang hóa cao hơn so với TiO_2 tinh khiết trong quá trình oxy hóa hoàn toàn, tuy nhiên việc thu hồi vật liệu sau quá trình xử lý gặp nhiều khó khăn đặc biệt là khi dùng trong xử lý nước do TiO_2 bong ra tạo thành dung dịch đục. Để khắc phục nhược điểm trên và tăng khả năng phân tán Fe- TiO_2 , cần phải cố định Fe- TiO_2 lên trên giá thể. Một trong những giá thể đã và đang hứa hẹn sẽ đem đến nhiều ứng dụng trong thực tế là Diatomit.

Nghiên cứu trước ([1]) đã tiến hành điều chế vật liệu Fe- TiO_2 /Diatomit ở các tỷ lệ mol $\text{Fe}^{3+}/\text{TiO}_2$ khác nhau và nung vật liệu ở 400°C. Vật liệu Fe- TiO_2 /Diatomit được nghiên cứu như một xúc tác quang hóa để phân hủy phẩm màu trong môi trường nước đang hứa hẹn nhiều triển vọng để ứng dụng trong xử lý nước thải ngành dệt nhuộm. Bài báo này trình bày điều chế Fe- TiO_2 /Diatomit ở tỷ lệ mol $\text{Fe}^{3+}/\text{TiO}_2$ là 2% và vật liệu nung ở 500°C, xác định đặc trưng cấu trúc của vật liệu thông qua phổ nhiễu xạ tia X (XRD) và kính hiển vi điện tử quét (SEM), nghiên cứu ứng dụng Fe- TiO_2 /Diatomit để phân hủy quang xúc tác phẩm màu vàng axit 2R trong môi trường nước.

2. Thực nghiệm

2.1 Nguyên liệu và thiết bị để điều chế vật liệu

- Nguyên liệu sử dụng để điều chế Fe- TiO_2 /Diatomit: Tetraisopropylorthotitanat (TIOT): $\text{Ti}(\text{OC}_3\text{H}_7)_4$ của Merck cùng với sắt (III) nitrat, axit nitric, etanol và diatomite có nguồn gốc từ Hoà Lộc - Phú Yên.

- Nguyên liệu để tạo dung dịch phẩm màu vàng axit 2R trong môi trường nước là thuốc nhuộm vàng axit 2R thương phẩm.

- Thiết bị tạo huyền phù sét: Máy khuấy từ - Trung Quốc.

- Tủ sấy vật liệu ở 105 °C: Tủ sấy Binber - Đức.

- Vật liệu được nung trong lò nung (dung tích 7,2 lít, nhiệt độ 200 °C - 1200°C) - Trung Quốc.

2.2 Điều chế vật liệu Fe- TiO_2 /diatomit

Fe- TiO_2 /diatomite được điều chế bằng phương pháp sol-gel.

- Huyền phù sét 2% được điều chế bằng cách cho 1g Diatomit hòa trong 50 ml nước cất, khuấy liên tục trong vòng 24 giờ (cốc A).

- Lấy 50ml hỗn hợp HNO_3 - etanol (pH = 3) cho vào cốc 100 ml sạch và khô (cốc B), sau đó cho từ từ 3ml TIOT vào dung dịch khuấy cho tan đều. Tiếp đó thêm một lượng $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ theo tỷ lệ đã định (Tỷ lệ $\text{Fe}^{3+}/\text{TiO}_2$ là 2% mol) vào và khuấy trong 90 phút, sol được giữ ở nhiệt độ phòng trong khoảng 5 giờ đến khi sol bắt đầu có dấu hiệu tạo keo.

Tiếp đó nhỏ từ từ dung dịch sol ở cốc B vào huyền phù ở cốc A đồng thời tiến hành khuấy liên tục, sau khi đổ hết dung dịch sol ở cốc B vào huyền phù ở cốc A tiếp tục khuấy dung dịch khoảng 40 giờ. Tiến hành lọc dung dịch thu lấy vật liệu đem đi sấy ở 105 °C cho đến khô thì mang đi nung ở 500 °C trong 1 giờ rồi nghiền thành bột ta thu được vật liệu Fe- TiO_2 /Diatomit.

2.3 Đặc trưng cấu trúc của vật liệu

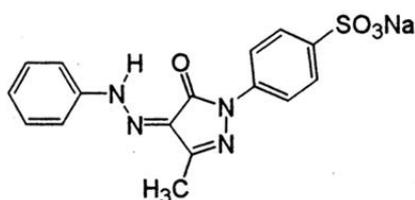
- Phổ nhiễu xạ tia X (XRD) của vật liệu được ghi trên thiết bị HUS-VNU – D8-ADVANCE-BRUKER 5005, với ống phát tia X bằng đồng với bước sóng $K\alpha = 1,5406 \text{ \AA}$, góc quét 2θ tương ứng với mỗi chất, tốc độ quét $0,2^\circ/\text{s}$ tại khoa Hoá học của trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội để xác định pha tinh thể.

- Khảo sát hình ảnh bề mặt của vật liệu bằng phương pháp hiển vi điện tử quét SEM (JEOL JSM-6500F).

- Khoảng bước sóng hấp thụ của mẫu vật liệu và khả năng phân hủy màu của dung dịch phẩm màu được xác định trên thiết bị quang phổ UV-VIS- JASCO.

2.4 Phân hủy quang xúc tác dung dịch phẩm màu vàng axit 2R

Phẩm màu vàng axit 2R được lựa chọn để xác định khả năng phân hủy quang xúc tác của vật liệu.

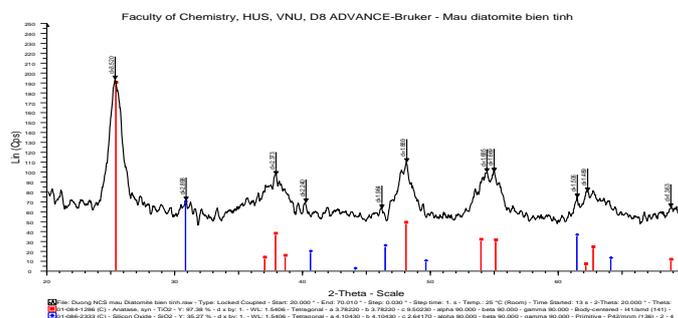


Phẩm acid yellow 2R – 11 (AY2R-11)

Dung dịch AY2R-11 được xử lý bởi vật liệu Fe-TiO₂/Diatomit tổng hợp trong điều kiện tối ưu pH = 4 và nồng độ H₂O₂ là 14,56 mmol/l. Phản ứng được tiến hành với 50 ml dung dịch phẩm màu nồng độ 500 ppm và 0,5 g xúc tác quang trong điều kiện khuấy trộn trong 1 giờ ở cả vùng UV và vùng VIS. Xác định COD và đo phổ UV-VIS của dung dịch thuốc nhuộm trước và sau khi xử lý để đánh giá khả năng phân hủy.

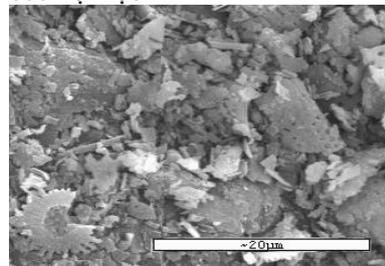
3. Kết quả và thảo luận

3.1 Đặc trưng của vật liệu

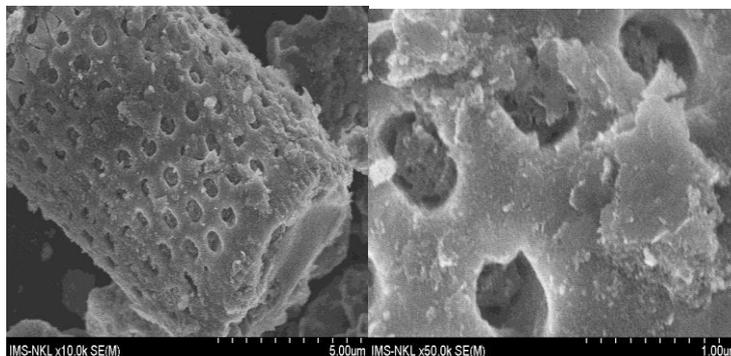


Hình 1. Giản đồ nhiễu xạ tia X với vật liệu Fe-TiO₂/Diatomit

Từ giản đồ nhiễu xạ tia X cho thấy sự xuất hiện pic đặc trưng rõ nét ở $d = 3,520$ tương ứng với sự tồn tại của TiO₂ dạng anatase. Đây là dạng tồn tại của TiO₂ hứa hẹn hoạt tính xúc tác cao của vật liệu.

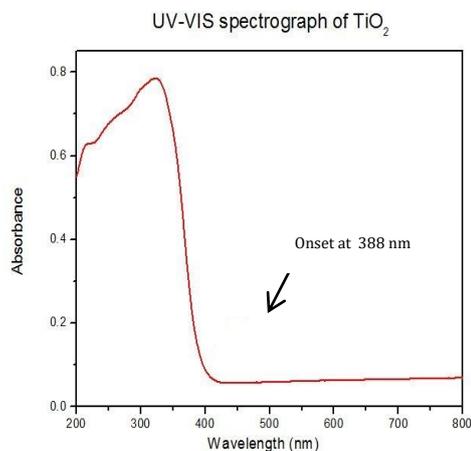


Hình 2. Ảnh SEM của Diatomit [1]

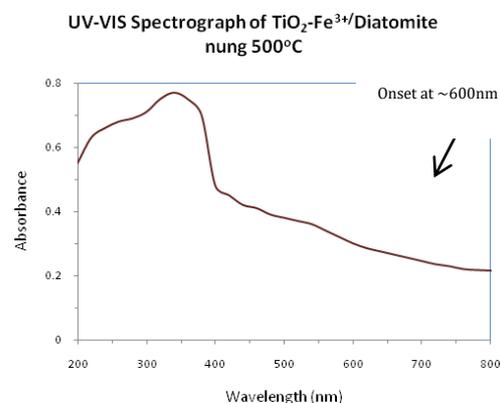


Ảnh hiển vi điện tử quét của mẫu vật liệu cho thấy trên chất mang Diatomit có các mao quản khá đồng đều, cách đều nhau. Bên trong các mao quản được lấp đầy bởi vật liệu được cho là Fe-TiO₂. Vật liệu tổng hợp có kích thước nano.

3.2 Phổ hấp thụ UV-VIS của vật liệu



Hình 4. Phổ UV-VIS của TiO₂ tinh khiết [1]



Hình 5. Phổ UV-VIS của Fe-TiO₂/Diatomite

Trên phổ hấp thụ UV-VIS (hình 4) của TiO₂ dạng anatase nguyên chất cho thấy vật liệu có khe năng lượng vùng cấm 3,2 eV tương ứng với bước sóng hấp thụ 388 nm, trong vùng UV ($E_{bg} = hc/\lambda_{abs}$). Trên phổ hấp thụ UV-VIS (hình 5) của vật liệu tổng hợp cho thấy vùng hấp thụ photon của TiO₂ được mở rộng tới vùng ánh sáng khả kiến ở bước sóng hấp thụ khoảng 600 nm tương ứng với khe năng lượng vùng cấm được giảm về khoảng 2,07 eV. Điều này cho thấy rằng vật liệu tổng hợp có hoạt tính quang xúc tác ở vùng ánh sáng khả kiến.

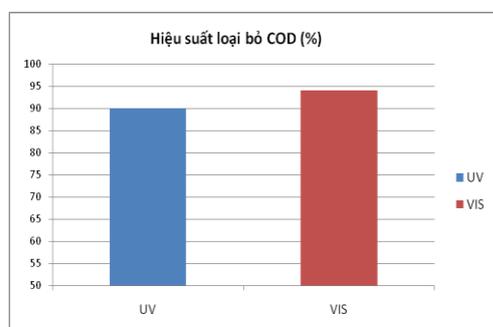
Kết quả xác định phổ hấp thụ UV-VIS của vật liệu tổng hợp nung ở 500°C cũng cho thấy không có sự khác biệt đáng kể nào so với vật liệu tổng hợp nung ở 400°C như trong nghiên cứu trước ([1]).

3.3 Khả năng phân hủy phẩm màu AY2R-11 sử dụng xúc tác quang Fe-TiO₂/diatomit

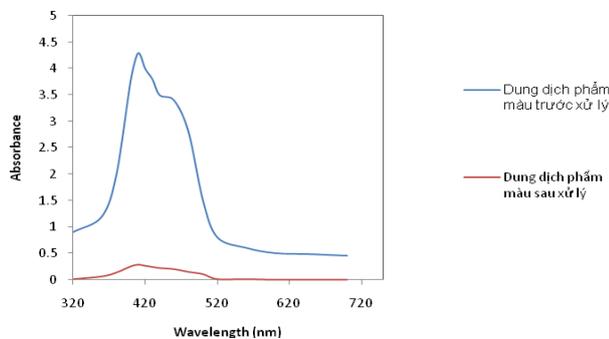
Kết quả nghiên cứu khả năng phân hủy phẩm màu AY2R-11 sử dụng xúc tác quang Fe-TiO₂/diatomit được thể hiện trên hình 6 và hình 7.

Sau 1 giờ xử lý với vật liệu tổng hợp, hoạt tính xúc tác quang của vật liệu dưới ánh sáng nhìn thấy là tương đối cao so với dưới tia cực tím. Hiệu suất loại bỏ COD vùng UV là 90% trong khi ở vùng VIS đạt tới 94%. Điều này cho thấy rằng do mở rộng trong phạm vi hấp thụ của vật liệu, hoạt tính xúc tác của vật liệu tổng hợp được cải thiện tốt.

Kết quả xác định phổ hấp thụ UV-VIS của dung dịch phẩm màu trước và sau khi xử lý cho thấy sự phân hủy màu là rất tốt, xúc tác quang Fe-TiO₂/diatomit có khả năng khoáng hoá gần như hoàn toàn dung dịch phẩm màu AY2R-11 sau 1 giờ ngay ở vùng ánh sáng khả kiến.



Hình 6. Hiệu suất loại bỏ COD



Hình 7. Phổ hấp thụ UV-VIS của dung dịch phẩm màu

4. Kết luận

Xúc tác quang ($\text{TiO}_2\text{-Fe}^{3+}$) gắn trên chất nền diatomite được tổng hợp thành công trong phòng thí nghiệm bằng phương pháp sol-gel, ở nhiệt độ nung 500 °C. Đặc trưng cấu trúc vật liệu cho thấy xác định được TiO_2 ở dạng anatase. Vật liệu tổng hợp có hoạt tính xúc tác cao ở vùng ánh sáng khả kiến. Vật liệu có khả năng xúc tác quang rất tốt để phân hủy phẩm màu vàng axit 2R, cho hiệu suất phân hủy COD đạt tới 94%, khả năng phân hủy màu rất tốt và khả năng khoáng hoá phẩm màu axit 2R cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Pham Thi Duong, Dao Ha Anh, Nguyen Van Noi, *Preparation and characterization of Iron-doped Titania on Diatomite for photocatalytic degradation of disperse yellow dye in aqueous solution*, Trang 241-245, Tạp chí Hoá học, T.49, Số 5AB-2011.
- [2] Jayant Dharma, Aniruddha Pisal, "Simple Method of Measuring the Band Gap Energy Value of TiO_2 in the Powder Form using a UV/Vis/NIR Spectrometer", PerkinElmer, Inc., (2009).
- [3] M. R. Hoffman, S. T. Martin, W. Choi, D. W. Bahnemann, "Environment application of semiconductor photocatalysis", Chem. Rev. 95 (1995), pp 69-96.
- [4] Soonhyun Kim, Seong-Ju Hwang, and Wonyong Choi, "Visible Light Active Platinum-Ion-Doped TiO_2 Photocatalyst", J. Phys. Chem. B, 109 (2005), 24260-24267.
- [5] S. I. Shah, W. Li, C.-P. Huang, O. Jung, and C. Ni, "Study of Nd^{3+} , Pd^{2+} , Pt^{4+} , and Fe^{3+} dopant effect on photo reactivity of TiO_2 nanoparticles", *Proceeding of the National Academy of Science of the United States of America (PNAS)*, April 30, vol. 99 (2002) no. Suppl 2 6482-6486.
- [6] Jiefang Zhu et al., " $\text{Fe}^{3+}\text{-TiO}_2$ photocatalysts prepared by combining sol-gel method with hydrothermal treatment and their characterization", Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 180 (2006), 196-204.
- [7] Hiromi Yamashita et al., "Photocatalytic degradation of organic compounds diluted in water using visible light-responsive metal ion-implanted TiO_2 catalyst: Fe ion-implanted TiO_2 ", Catalysis Today 84 (2003), 191-196.
- [8] Ye Cong et al., "Preparation, photocatalytic activity, and mechanism of nano- TiO_2 co-doped with nitrogen and iron (III)", J. Phys. Chem. C, 111 (2007), 10618-10623.
- [9] R.S. Sonawane, M.K. Dongare., "Sol-gel synthesis of Au/ TiO_2 thin films for photocatalytic degradation of phenol in sunlight", Journal of Molecular Catalysis A: Chemical 243 (2006) 68-76.
- [10] S. Sen et al., "Investigation on sol-gel synthesized Ag-doped TiO_2 cermet thin films", Thin Solid Films 474 (2005) 245-249.

Người phản biện: TS. Ngô Kim Định

TIẾT KIỆM CHI PHÍ SỬ DỤNG VỐN – MỘT GIẢI PHÁP QUAN TRỌNG NÂNG CAO HIỆU QUẢ KINH DOANH CỦA CÁC DOANH NGHIỆP MINIMIZING THE CAPITAL COST – AN IMPORTANT SOLUTION TO RAISE THE BUSINESS EFFICIENCY OF ENTERPRISES

TS. VŨ TRỤ PHI

Khoa Kinh tế, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Trong bài báo này tác giả chỉ ra các khoản chi phí sử dụng vốn và cách xác định các khoản chi phí đó. Nội dung bài báo cũng đề cập việc phân tích bộ phận chi phí sử dụng vốn trong toàn bộ chi phí sản xuất kinh doanh của các doanh nghiệp. Trên cơ sở của việc phân tích đó, tác giả đề xuất một số biện pháp để tiết kiệm chi phí sử dụng vốn để nâng cao hiệu quả kinh doanh của các doanh nghiệp.

Abstract

In this article, the author points out the categories of capital cost and how to calculate them. The content of this article also includes the analysis of the components of capital cost in the total business cost of some enterprises. On the basis of the analysis, the author proposes some solutions for minimizing the capital cost to raise the business efficiency of enterprises.

1. Đặt vấn đề

Chi phí sử dụng vốn là một bộ phận luôn luôn tồn tại trong tổng chi phí sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp. Tuy nhiên, cách khai thác nguồn vốn và sử dụng vốn khác nhau đưa đến quy mô và tỷ trọng khoản chi này lớn nhỏ khác nhau trong tổng chi phí sản xuất kinh doanh đồng thời nó ảnh hưởng đến chỉ tiêu hiệu quả kinh doanh của doanh nghiệp. Vốn cần phải được huy động tối đa để đáp ứng cho nhu cầu sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp nhưng cần phải khai thác các nguồn vốn như thế nào để giảm tối thiểu chi phí sử dụng vốn thì mới đảm bảo mục tiêu nâng cao hiệu quả kinh doanh. Trong thực tế không phải doanh nghiệp nào cũng đã làm tốt việc đó. Có những doanh nghiệp, để phục vụ mục tiêu đầu tư mở rộng sản xuất kinh doanh mà đã sử dụng các nguồn vốn không quan tâm nhiều đến chi phí sử dụng nó. Hậu quả là lợi nhuận từ sản xuất kinh doanh đã không đủ bù đắp chi phí sử dụng vốn, hiệu quả kinh doanh không đạt yêu cầu thậm chí gây ra tình trạng rất căng thẳng về tài chính cho doanh nghiệp. Vì vậy, các nhà quản trị doanh nghiệp cần phải hiểu rõ bản chất các khoản chi phí sử dụng vốn cũng như vận dụng linh hoạt các biện pháp để giảm thiểu chi phí đó.

2. Nội dung phân tích bản chất các khoản chi phí sử dụng vốn

Chi phí sử dụng vốn là khoản chi quan trọng trong tổng chi phí sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp vì ba lý do sau:

Thứ nhất, ảnh hưởng đến lợi nhuận của doanh nghiệp;

Thứ hai, nó là cơ sở để các nhà quản trị tài chính của doanh nghiệp quyết định đúng đắn phương án khai thác nguồn vốn;

Thứ ba, có rất nhiều các quyết định quan trọng của doanh nghiệp có liên quan đến chi phí sử dụng vốn như quan hệ thuê, mượn, quan hệ tái lập quỹ đầu tư, các chính sách về phân phối vốn kinh doanh...

Vì vậy, doanh nghiệp phải xác định được những nguồn vốn cơ bản mà doanh nghiệp khai thác, lượng hóa được chi phí sử dụng đối với mỗi loại, xác định được một cơ cấu nguồn vốn hợp lý nhất. Để làm được điều đó, trước hết cần phân biệt các nguồn vốn khác nhau mà doanh nghiệp có thể khai thác. Theo cách hiểu thông thường, nguồn vốn để doanh nghiệp dùng cho việc hình thành nên các yếu tố đầu vào của quá trình sản xuất kinh doanh gồm: (1) Các khoản nợ; (2) Cổ phần ưu đãi; (3) Lợi nhuận để lại tái đầu tư sản xuất kinh doanh; (4) Phát hành cổ phiếu thường. Mỗi thành phần trên khi sử dụng đều đòi hỏi chi phí và cách lượng hóa chi phí sử dụng chúng cũng khác nhau [1].

Đối với các khoản nợ, trong đó có những khoản nợ phát sinh do quan hệ thanh toán giữa doanh nghiệp và các tổ chức, cá nhân khác như mua chịu vật tư, hàng hóa, tài sản; nợ thuê lao của người lao động; nợ các khoản nộp ngân sách nhà nước... Những khoản nợ đó không cần xác định chi phí vì thực tế cũng không đòi hỏi phải có chi phí để sử dụng chúng. Tuy nhiên, các khoản nợ này chỉ tương xứng với những khoản mà người khác chiếm dụng của doanh nghiệp mà thôi, không thể chỉ có các khoản đó mà đáp ứng được nhu cầu sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp. Doanh nghiệp phải vay ngân hàng hoặc phát hành các chứng chỉ nợ để vay các tổ chức cá nhân khác như phát hành trái phiếu chẳng hạn. Công thức để tính chi phí đơn vị của các khoản nợ như sau:

$$\begin{array}{l} \text{Tỷ suất chi phí lãi} \\ \text{vay(hoặc nợ)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Tỷ suất chi phí lãi vay(hoặc nợ)} \\ \text{chưa tính đến ảnh hưởng của thuế} \\ \text{thu nhập doanh nghiệp} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Mức tiết kiệm thuế Thu} \\ \text{nhập doanh nghiệp do chi} \\ \text{phí lãi vay (hoặc nợ)} \end{array} \quad (1)$$

$$k_n = k_d(1-T)$$

Trong đó: k_d là lãi suất mà doanh nghiệp phải trả cho các khoản nợ (%/k); T là thuế suất thuế thu nhập doanh nghiệp (%). Ví dụ, nếu doanh nghiệp vay vốn ngân hàng, hoặc phát hành trái phiếu với mức lãi suất 20%/năm. Theo quy định hiện hành, thuế suất thuế thu nhập doanh nghiệp là 25%, vậy chi phí sử dụng vốn nợ đơn vị là: $k_n = 20\%(1-0,25) = 15\%/năm$.

Đối với vốn cổ phần ưu đãi, ở đây ta đề cập đến cổ phần mà cổ đông nắm giữ nó được hưởng ưu đãi cổ tức, có nghĩa là cổ đông nhận được mức cổ tức cố định công bố trước. Tỷ suất lợi tức cổ phần trên giá phát hành của cổ phiếu hoặc giá phát hành sau khi đã trừ chi phí phát hành là chi phí đơn vị của nguồn vốn này (k_p).

$$k_p \frac{D_p}{P_n} \quad (2)$$

Trong đó: D_p là cổ tức được chia cho mỗi cổ phần ưu đãi trong 1 năm; P_n là giá bán cổ phiếu ưu đãi cổ tức. Ví dụ: Công ty công trả cổ tức là 1.000 đ/cp cho cổ phiếu ưu đãi cổ tức, nếu công ty bán cổ phiếu với giá là 10.000 đ/cp thì $k_p = 10\%$; nếu chi phí phát hành cổ phiếu đó là 2.000 đ/cp thì:

$$k_p = \frac{1.000}{8.000} = 1,25 = 12,5\%$$

Đối với lợi nhuận không chia, để lại tái đầu tư cho sản xuất kinh doanh, có thể gọi là lợi nhuận tích lũy. Nguồn vốn này tuy doanh nghiệp không phải trả trực tiếp khoản chi phí nào, nhưng đây là phần lợi nhuận đáng ra phải chia cho các cổ đông vậy cổ đông sẽ mất một khoản chi phí cơ hội đối với khoản vốn đó. Chi phí cơ hội đó có thể tính thông qua cổ tức của cổ phần thường mà chủ doanh nghiệp được hưởng (k_s). Xác định chi phí cơ hội cho khoản vốn này là vấn đề tương đối phức tạp. Có thể sử dụng một trong các phương pháp sau: (1) Mô hình CAPM (Capital Asset Pricing Model); (2) So sánh chi phí vốn cổ phần và nợ vay; (3) Mô hình chiết khấu dòng cổ tức (DCF- Discounted cash flow). [1]

Phương pháp phổ biến là dùng mô hình chiết khấu dòng cổ tức (DCF), theo phương pháp này ta có công thức tính mức lãi suất kỳ vọng của cổ đông nắm giữ cổ phần thường như sau:

$$k_p = \frac{D_1}{P_0} + g \quad (3)$$

Trong đó: D_1 là cổ tức cho cổ phần thường ở kỳ thứ 1 (Đồng); P_0 là giá bán cổ phiếu thường ở thời điểm phát hành (Đồng); g là mức tăng trưởng cổ tức hàng năm theo dự tính. Để ước tính g doanh nghiệp phải căn cứ vào diễn biến tăng trưởng cổ tức của doanh nghiệp trong quá khứ cùng với việc phân tích các yếu tố tác động đến lợi nhuận của doanh nghiệp trong tương lai. Ví dụ: Công ty công bố trả cổ tức năm 2014 là 1.000 đ/cp; đồng thời giá bán cổ phiếu của công ty dự kiến là 10.000 đ/cp; dự tính cổ tức sẽ tăng đều hàng năm là 2%/năm. Vậy, chi phí đơn vị của lợi nhuận để lại là:

$$k_p = \frac{1.000}{10.000} + 0,02 = 0,102 = 10,2\%$$

Đối với vốn cổ phần phát hành mới. Chi phí của vốn phát hành cổ phần mới (k_e) cao hơn chi phí của lợi nhuận để lại nói trên. Chi phí này cũng áp dụng mô hình chiết khấu dòng cổ tức để xác định như sau:

$$k_p = \frac{D_1}{P_0(1-F)} + g \quad (4)$$

Trong đó: F là tỷ lệ (%) chi phí phát hành so với giá bán cổ phiếu mới.

Ví dụ: Theo số liệu dự kiến phát hành cổ phiếu như trên, đồng thời dự tính chi phí phát hành cổ phiếu thường là 0,5% giá phát hành. Vậy, chi phí đơn vị của cổ phiếu mới phát hành là:

$$k_s = \frac{1.000}{10.000(1-0,005)} = \frac{1000}{9950} + 0,02 = 0,107 = 10,7 (\%)$$

3. Ứng dụng phương pháp phân tích chi phí sử dụng vốn trong phân tích hiệu quả kinh doanh của một số doanh nghiệp

Việc tính toán các khoản chi phí sử dụng các nguồn vốn khác nhau để doanh nghiệp có thể tập trung khai thác các nguồn có chi phí thấp cũng như duy trì một cơ cấu nguồn vốn có mức chi phí bình quân là thấp. Đây là một biện pháp tài chính quan trọng góp phần nâng cao hiệu quả kinh doanh của doanh nghiệp. Tuy nhiên, trong thực tế, nhiều doanh nghiệp chưa chú trọng vấn đề này, cơ cấu nguồn vốn của họ không hợp lý vì vậy có những doanh nghiệp không tạo được hiệu quả kinh doanh cao, thậm chí còn lâm vào tình trạng rất căng thẳng về tài chính. Để thấy rõ vấn đề này ta hãy đi xem xét số liệu thực tế ở một vài doanh nghiệp.

Công ty Vận tải biển Việt Nam (VOSCO) là một trong những doanh nghiệp hàng đầu về vận tải biển ở nước ta, đó là một doanh nghiệp nhà nước được ưu tiên đầu tư và tạo điều kiện nhiều mặt để tham gia thị trường vận tải biển quốc tế, phục vụ mục tiêu hội nhập vận tải biển Việt Nam

với thế giới. Tuy vậy, trong một số năm gần đây, tình hình tài chính của công ty này đang trở nên rất xấu. Nguyên nhân một mặt là do khủng hoảng chung của thị trường vận tải biển nhưng không chỉ có vậy mà còn một vấn đề rất quan trọng trong quản trị tài chính doanh nghiệp. Công ty đã duy trì một cơ cấu nguồn vốn không hợp lý, kém linh hoạt và gây ra chi phí sử dụng vốn quá lớn. Số liệu ở Bảng 1 cho ta thấy tình hình sử dụng nguồn vốn của công ty bốn năm vừa qua.

Bảng 1. Cơ cấu nguồn vốn của Công ty VTB Việt Nam (VOSCO)

Đơn vị: 10⁹ đồng

CHỈ TIÊU	Năm 2010		Năm 2011		Năm 2012		Năm 2013	
	GT	%	GT	%	GT	%	GT	%
1. Tổng vốn	4,892.0	100.0	5,267.0	100.0	5,072.0	100.0	5,342.0	100.0
2. Tổng nợ	3,324.0	75.3	3,817.0	86.4	3,655.0	82.7	4,107.0	93.0
- Nợ ngắn hạn	746.0	16.9	625.0	14.1	633.0	14.3	748.0	16.9
- Nợ dài hạn	2,578.0	58.4	3,192.0	72.3	3,022.0	68.4	3,359.0	76.0
3. Vốn CSH	1,568.0	35.5	1,450.0	32.8	1,417.0	32.1	1,235.0	28.0
Biểu đồ quan hệ Vốn nợ và vốn CSH								

Nguồn: <http://cafef.vn/thi-truong-chung-khoan.chn>

Qua số liệu ở Bảng 1 ta thấy nổi bật lên tình trạng là nợ dài hạn luôn chiếm tỷ trọng rất cao trong tổng nguồn vốn, càng những năm gần đây tỷ lệ này càng cao. Nợ dài hạn tập trung vào nguồn vốn vay ngân hàng để đầu tư tàu, trong khi đó các nguồn của chủ sở hữu, thường có chi phí sử dụng thấp, lại chiếm tỷ trọng chỉ bằng khoảng 50% so với vốn vay. Hậu quả của cơ cấu vốn đó là một phần gây ra tình trạng tài chính xấu, điều này được chứng minh qua số liệu ở Bảng 2.

Bảng 2. Một số chỉ tiêu tài chính của VOSCO

Đơn vị: 10⁶ đồng

CHỈ TIÊU	Năm 2010	Năm 2011	Năm 2012	Năm 2013
1. LN gộp từ SXKD	374.521,0	278.299,0	281.912,0	-36.685,0
2. Chi phí bán hàng và QLDN	140.701,0	155.530,0	135.694,0	130.956,0
3. LN thuần SXKD	233.820,0	122.769,0	146.218,0	-167.641,0
4. Chi phí lãi vay	126.204,0	181.969,0	152.388,0	164.316,0
5. LN sau trả lãi vay	107.616,0	-59.200,0	-6.170,0	-331.957,0

Nguồn: <http://cafef.vn/thi-truong-chung-khoan.chn>

Số liệu Bảng 2 cho thấy tại năm 2010, lãi thuần từ sản xuất kinh doanh 233, 820 tỷ đồng, sau khi trả lãi vay 126,204 tỷ đồng còn lại 107,616 tỷ đồng. Tỷ lệ vốn nợ ở năm 2010 là 58,4%. Đến năm 2011, nếu cơ cấu vốn nợ dài hạn vẫn duy trì như ở năm 2010 thì chỉ bị lỗ là 3,435 tỷ đồng (122,769 – 126,204), thực tế năm 2011 do tỷ trọng nợ dài hạn tăng lên mức 72,3 %, làm cho tổng số tiền lãi vay phải trả tăng lên mức là 181,969 tỷ đồng, dẫn đến lỗ 59,200 tỷ đồng. Tương tự như vậy, ở năm 2013 mức lỗ cũng trở nên trầm trọng hơn vì liên lãi vay quá lớn.

Nếu tính chi phí sử dụng vốn, tại thời điểm năm 2010, công ty trả cổ tức 800đ/cp, giá phát bán cổ phiếu của công ty năm ở năm này là khoảng 20.000đ/cp, tính ra chi phí sử dụng vốn cổ phần là 4%/năm, mặt khác nếu ta lấy số lãi vay phải trả chia cho số nợ dài hạn, ta được mức chi phí sử dụng vốn nợ bình quân là 4,9%/năm, cao hơn chi phí sử dụng vốn chủ sở hữu. Mặt khác ở những năm từ 2011 trở đi, công ty kinh doanh không có lãi, nếu sử dụng vốn từ phát hành cổ phiếu thì đã không phải chia cổ tức và cũng không phải lo trả nợ vốn gốc, điều đó sẽ làm cho tình hình tài chính của công ty sáng sủa hơn rất nhiều.

Tình trạng tài chính khó khăn tương tự của VOSCO cũng đang hiện diện tại nhiều doanh nghiệp mới được cổ phần hóa thuộc ngành vận tải biển cũng như thuộc các ngành sản xuất kinh doanh khác.

4. Những biện pháp giảm thiểu chi phí sử dụng vốn và nâng cao hiệu quả sử dụng vốn

Để hạn chế những khó khăn tài chính và nâng cao hiệu quả kinh doanh, ngoài rất nhiều những nỗ lực trong việc hoàn thiện quản trị mọi mặt, các doanh nghiệp cần thực hiện những biện pháp giảm thiểu chi phí sử dụng vốn, thiết lập cơ cấu nguồn vốn linh hoạt, để thay đổi đảm bảo phù hợp với từng điều kiện kinh doanh cụ thể của doanh nghiệp. Dưới đây là một số biện pháp để thực hiện mục tiêu đó:

Thứ nhất, cán bộ quản lý tài chính của doanh nghiệp phải nắm chắc phương pháp xác định chi phí sử dụng từng loại nguồn vốn như đã trình bày trên.

Thứ hai, phải duy trì cơ cấu nguồn vốn linh hoạt, để dàng thay đổi cơ cấu nguồn vốn để đạt được mục tiêu đáp ứng đủ vốn cho sản xuất kinh doanh nhưng với chi phí sử dụng vốn hợp lý nhất. Muốn thực hiện điều này, doanh nghiệp cần tạo mối quan hệ thường xuyên và tin cậy với các tổ chức tài chính trung gian. Đối với các doanh nghiệp cổ phần hoặc doanh nghiệp đã cổ phần hóa và niêm yết chứng khoán trên thị trường chứng khoán thì cần luôn luôn quan tâm đến diễn biến giá cổ phiếu của mình trên thị trường, cần phải thường xuyên quảng bá hình ảnh của doanh nghiệp đến công chúng, tạo niềm tin của công chúng vào sự phát triển của doanh nghiệp. Doanh nghiệp chỉ có thể huy động vốn từ phát hành chứng khoán một cách thuận lợi khi chứng khoán của doanh nghiệp có uy tín trên thị trường chứng khoán, được nhiều nhà đầu tư biết đến. Doanh nghiệp cần coi thị trường chứng khoán là nơi để điều chỉnh cơ cấu nguồn vốn.

Thứ ba, doanh nghiệp cần biết điều chỉnh cơ cấu nguồn vốn phù hợp với điều kiện và tình hình thực tế. Những tình huống thường gặp và điều chỉnh cơ cấu nguồn vốn như sau: Trường hợp doanh nghiệp đang kinh doanh thuận lợi, doanh thu, sản phẩm đang được tiêu thụ tốt, lợi nhuận đang gia tăng. Lúc này cần gia tăng quy mô sản xuất kinh doanh một cách nhanh chóng, nhu cầu vốn tăng nhanh. Vậy, cần gia tăng quy mô và tỷ trọng nguồn vốn nợ là hướng khai thác chính trong trường hợp này. Bởi vì, vay, thuê hoặc phát hành trái phiếu lúc này có thể thực hiện rất nhanh, mặt khác mặc dù chi phí sử dụng vốn nợ thường cao nhưng do kinh doanh thuận lợi mà hiệu quả kinh doanh hoàn toàn có khả năng bù đắp chi phí đó dễ dàng. Ngoài ra, chi phí lãi vay hoặc thuê tài chính là khoản chi phí hợp lý để xác định lợi nhuận chịu thuế thu nhập doanh nghiệp, điều đó có nghĩa là sử dụng nguồn này sẽ tiết kiệm thuế thu nhập doanh nghiệp. Nếu phát hành cổ phiếu hay kết nạp thêm cổ đông, kết nạp thêm thành viên mới để huy động thêm vốn trong trường hợp này là khó thực hiện bởi vì cổ đông hoặc các thành viên hiện hữu của doanh nghiệp không dễ dàng chấp nhận sự chia sẻ quyền lợi của họ đang có xu thế gia tăng. Trường hợp ngược lại với trường hợp nói trên là tình huống khó khăn trong sản xuất kinh doanh, nguy cơ mất dần thị trường của sản phẩm, doanh thu, lợi nhuận có chiều hướng sa sút, nhiều chỉ tiêu tài chính không đạt mục tiêu đề ra và đang có xu thế kém dần. Khi đó nhất định phải huy động thêm vốn, ngoài việc điều chỉnh cơ cấu tài sản của công ty, để thực hiện những dự án mới, tung ra những sản phẩm mới. Hướng tăng quy mô và tỷ trọng trong trường hợp này là phải nhanh chóng kết nạp thành viên mới hoặc phát hành thêm cổ phiếu phổ thông tăng quy mô vốn chủ sở hữu. Bằng cách này doanh nghiệp tăng được vốn nhưng chi phí sử dụng vốn thấp và không khó khăn khi thuyết phục các thành viên và cổ đông hiện hữu chấp thuận phương án điều chỉnh cơ cấu nguồn vốn. Nếu kinh doanh đang hoặc sẽ gặp khó khăn thì gánh nặng về chi phí sử dụng vốn sẽ không mắc phải, gánh nặng trả nợ gốc cũng không đè lên vai doanh nghiệp như khi vay vốn. Doanh nghiệp không phải chia lãi cho thành viên hoặc trả cổ tức cho cổ đông khi doanh nghiệp không có lợi nhuận, doanh nghiệp cũng không có trách nhiệm hoàn trả vốn của các thành viên và cổ đông đã góp cho doanh nghiệp. Tuy nhiên, việc phát hành cổ phiếu hay kết nạp thêm thành viên mới phải được thực hiện một cách khẩn trương trước khi tình trạng khó khăn thực sự của doanh nghiệp xuất hiện, trước khi giá cổ phiếu trên thị trường đã giảm sút. Điều này đòi hỏi tính linh hoạt, nhạy bén và năng lực cao về phân tích tài chính, phán đoán tình hình của các nhà quản trị doanh nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] PGS.TS. Nguyễn Văn Nam (2002), *Giáo trình Quản trị Tài chính doanh nghiệp*, NXB Tài chính.

[2] ThS. Đỗ Thiên Tuấn (2010), *Toán tài chính ứng dụng*, NXB Thống kê.

[3] Web site: <http://cafef.vn/thi-truong-chung-khoan.chn>

Người phân biện: PGS.TS. Nguyễn Văn Sơn

NHỮNG LƯU Ý KHI LẬP CÁC CHỨNG TỪ TRONG QUÁ TRÌNH GIAO NHẬN HÀNG HÓA TẠI CẢNG BIỂN NOTES SETTING THE TALLYING DOCUMENTS AT THE SEAPORTS

TS. ĐẶNG CÔNG XƯƠNG

Phòng KH-CN, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Trong quá trình xếp dỡ hàng tại cảng, người giao nhận thường phải lập các loại chứng từ liên quan đến làm hàng như: phơi giao nhận, các báo cáo, biên bản khi xảy ra sự cố.... Tuy nhiên, một số nội dung thể hiện của các chứng từ này thường gây hiểu lầm dẫn đến tranh chấp. Vì vậy, cần phải lưu ý về cách thức lập các chứng từ giao nhận để hiểu đúng bản chất của vụ việc.

Bài báo phân tích những nội dung chính của một số chứng từ quan trọng trong giao nhận hàng hóa ở cảng để lưu ý người giao nhận khi lập các loại chứng từ này.

Abstract

In the handling, tallyer often have to make the documents: tally sheet, daily report, COR, ROROC.... However, some contents of this documents often misunderstood and disputes. So, it is very necessary to make right them.

This paper analyzes the main contents of some important documents in the seaport to note to the tallyer.

1. Nội dung chủ yếu của những chứng từ cần lập trong quá trình giao nhận hàng tại cảng

Chứng từ là những văn bản chính thức hoặc được coi là chính thức chứa đựng các thông tin cần thiết cho việc chứng minh, thông báo các sự kiện hoặc làm cơ sở cho việc lập các giấy tờ văn bản khác.

Chứng từ vận tải là các chứng từ do các bên liên quan trong quá trình vận tải hàng hóa cấp để thông qua đó quá trình vận chuyển, xếp dỡ và giao nhận được tiến hành, đồng thời xác định trách nhiệm của các bên và làm cơ sở cho việc giải quyết các tranh chấp phát sinh.

Trong thực tế, khi giao nhận hàng hóa tại cảng, người kiểm đếm phải lập các chứng từ cần thiết phục vụ công tác giao nhận hàng. Nội dung chủ yếu của một số chứng từ chính bao gồm:

a/ Lệnh giao hàng (Delivery Order – D/O)

Là chứng từ Đại lý ký phát cho người nhận hàng hoặc đại diện của người nhận hàng. Đây là chứng từ làm căn cứ để các bên giao nhận hàng hoá trong các khâu: giao nhận tại tàu; tại kho bãi; giao nhận lên các phương tiện vận tải khác....hoặc giao nhận tại cảng giữa các bên: tàu – cảng – giao nhận – người nhận hàng. Người giao nhận cần biết là số liệu trên D/O phải khớp với số liệu trên B/L gốc.

b/ Phiếu kiểm đếm (Dock Sheet and Tally Sheet)

Dock Sheet là một loại phiếu kiểm đếm tại cầu tàu trên đó ghi rõ số lượng hàng hóa đã được giao nhận tại cầu.

Tally Sheet là phiếu kiểm đếm hàng hóa đã xếp lên tàu do nhân viên kiểm đếm chịu trách nhiệm ghi chép. Chứng từ này thường gọi là *Phơi kiểm đếm* và ghi rõ số lượng, khối lượng từng mã hàng. Cuối mỗi ngày, trên cơ sở số liệu các *Phơi* này, lập nên *Daily Report*.

c/ Bản liệt kê thời gian làm hàng (Statement of fact - SOF)

Là bản liệt kê thời gian của tàu hoạt động tại cảng từ khi tàu đến địa điểm đón hoa tiêu, vào cảng làm hàng đến khi tàu ra khỏi cảng. SOF thường được lập theo bảng với các cột thể hiện rõ thời gian của tàu tại cảng cùng các ca xếp/dỡ và thời iết của từng ca, ngày ở cảng liên quan đến có hay không làm hàng. Đây là chứng từ để làm căn cứ lập *Time sheet* nhằm tính thưởng phạt thời gian giải phóng tàu.

Ví dụ lập bản SOF như sau:

STATEMENT OF FACTS ON Discharging

M/v: _____ **Port** _____
Cargo discharged: _____ **Commenced Discharging:** _____
Arrived pilot station: _____ **N.O.R tendered:** _____
Free pratique received: _____ **Completed Discharging:** _____
Cargo stowaged in _____ :

DATE	WEEK'S DAY	HOURS WORKED		RECORDS.
		FRO M	TO	
1	2	3	4	5
14-Apr	FRI	2225	Arrival Haiphong Pilot station.
		2225	1330	Waiting high tide
15-Apr	SAT	1330	1800	P.O.B & proceed to Dinhvu port
		1800	1830	Waiting inward clearance – free pratique received
16-Apr	SUN	1830	2400	Commence dis & Dis 02 gangs by ships Gears
		0000	0030	No work-changing gangs
17-Apr	MON	0030	0300	Resume Dis & Dis 02 gangs by ship's Gear
		0300	0400	Dis 02 gangs to work by Shore Cranes
		0400	0630	No work – No Barges
		0630	1130	Resume Dis & Dis 02 gangs by 02ship's Gear & 01ShoreCrane
		1130	1230	No work
		1230	1730	Resume Dis & Dis 02 gangs by ship's Gear & 01 Shore Crane
		1730	1830	No work
		1830	2330	Resume Dis & Dis 01 gangs by ship's Gear & 01 Shore Crane
17-Apr	MON	2330	0030	No work
		0030	0600	Resume Dis & Dis 01 gangs by ship's Gear & 01 Shore Crane
		0600	1200	Dis 02 gangs to work by Shore Cranes.
		1200	1400	Dis 01 gang to work by Shore Crane & Complete Disch
		1400	1430	Sign docs
		1430		P.O.B and Sailing.

RECEIVER

AGENT

THE MASTER

Người giao nhận thay mặt người nhận hàng phải kiểm tra thực tế thời gian làm hàng thông qua các Tally sheet, sổ máng mở, sổ giờ hoặc ngày tàu ngừng làm hàng và lý do (thời tiết hay hỏng máy...). Đây là căn cứ để tính thưởng phạt ngày tàu làm hàng và do số tiền phạt ngày tàu khá lớn, nên nêu không chi tiết sẽ dễ gây tranh cãi.

d/ Biên bản kết toán nhận hàng với tàu (Report on receipt of cargo - ROROC)

Sau khi hoàn thành việc dỡ hàng, nhân viên giao nhận cùng với đại diện của tàu ký một biên bản xác nhận hàng đã được giao nhận gọi là biên bản kết toán nhận hàng với tàu. ROROC được lập trên cơ sở của các tờ phơi giao nhận hàng (tally sheet). Nó được dùng làm cơ sở để lập biên lai thuyền phó khi tàu nhận hàng; Chứng minh sự thừa thiếu hàng so với vận đơn khi tàu giao hàng... Trên cơ sở đó, nó có thể làm căn cứ khiếu nại hãng tàu hay người bán hàng.

e/ Phiếu thiếu hàng (Certificate of shortlanded cargo- CSC)

Khi hoàn thành việc dỡ hàng nhập khẩu, nếu số lượng hàng hóa trên ROROC chênh lệch so với bản lược khai hàng hóa thì người nhận hàng phải yêu cầu lập biên bản hàng thừa thiếu. Như vậy CSC là một biên bản được lập ra trên cơ sở của bản ROROC và bản lược khai hàng hóa. Nó có nội dung: tên tàu, số hiệu chuyển đi, số vận đơn, số lượng kiện hàng ghi trên vận đơn, ký mã hiệu hàng hóa, số lượng kiện thực nhận, số lượng hàng thừa, thiếu...

Ví dụ về lập ROROC: Cảng nhận hàng từ tàu lô sắt theo 03 vận đơn như sau:

- Vận đơn 01: 213 bó sắt lòng máng (channer steel) + Trọng lượng: 959.00 MT
- Vận đơn 02: 1130 bó sắt tròn (round steel bar) + Trọng lượng: 5500 MT
- Vận đơn 03: 100 kiện sắt lá (steel sheets) + Trọng lượng: 500.00 MT

Hàng hóa Cảng thực nhận:

- Vận đơn 01 = 213 bó sắt lòng máng với đường kính khác nhau
- Vận đơn 02 = 1126 bó sắt tròn
- Vận đơn 03 = 100 kiện sắt lá với kích cỡ: (3^{mm} x 1250^{mm} x 6000^{mm})

Người giao nhận phải ghi đầy đủ theo cột thực nhận, bắt luận là số liệu về trọng lượng, số kiện hay kích thước hàng có trùng khớp với thực khai hay không.

As the Manifest					Actually received	
Port of Loading	From B/L	To B/L	Qualyty	Weight	Qualyty	Remarks
HAIPHONG	01		213	959.000	213	bdls, channer steel, with size deamater differrent
	02		1130	5.500	1126	bdls of round steel bar
	03		100	500.000	100	pkgs of steel sheet with size (3 ^{mm} x 1250 ^{mm} x 6000 ^{mm})

f/ Biên bản xác nhận hàng xếp không đúng vận đơn và sơ đồ xếp hàng:

Khi mở hầm hàng và trong quá trình dỡ hàng, người nhận hàng hoặc nhân viên ty kho hàng của cảng theo dõi phát hiện những kiện hàng xếp không theo đúng vận đơn, không đúng sơ đồ xếp hàng, sẽ cùng đại diện của tàu lập biên bản xác nhận giữa hai bên về tình trạng đó của hàng hóa gọi là biên bản hàng xếp không theo đúng vận đơn, không đúng với sơ đồ xếp hàng. Biên bản này là chứng từ trong bộ chứng từ khiếu nại tàu do xếp hàng không đúng với sơ đồ quy định.

g/ Giấy chứng nhận hàng hư hỏng đổ vỡ (Cargo outturn report- COR).

Trong quá trình xếp dỡ hàng hóa, nếu thấy hàng bị hư hỏng đổ vỡ thì các bên liên quan gồm (cảng, tàu, công ty giao nhận, kho hàng) phải cùng nhau lập một biên bản về tình trạng hư hỏng đó của hàng hóa gọi là COR. Nó là chứng từ quan trọng trong bộ chứng từ khiếu nại hãng tàu hoặc cảng.

Ví dụ lập COR: Giao nhận xe ô tô bị va đập, bẹp mép, tróc sơn

- Vận đơn: KHP_01 - Chủ hàng: Viettrancimex Hanoi
- Loại hàng: ô tô tải (truck car) - Số lượng: 01 chiếc
- Hiện trạng hàng hóa: ô tô zin 130 vỏ cabin, bẹp và thủng dài 5 cm bị tróc sơn.

HĐVT B/L N°	Ký mã hiệu, số liệu Marks and number	Loại hàng Description	Số lượng Quantity	Tình trạng hàng hóa Aspect of cargo
KHP_01	Viettrancime Hanoi	Truck car	01 pcs	On inspecting the cargo on deck we have found. The cabin broken, dented and hold length 5cm only, scratches pamt

h/ Biên bản hàng bị đổ vỡ mất mát ở kho cảng

Khi nhận hàng ở kho cảng, nếu thấy hàng hóa bị hư hỏng, đổ vỡ ... thì đại diện của chủ hàng yêu cầu lập biên bản về tình trạng đó của hàng hóa. Biên bản này được lập với sự có mặt của các bên như: hải quan, bảo hiểm, cảng, đại diện của chủ hàng. Nó được dùng để khiếu nại cảng, công ty bảo hiểm.

2. Kết luận

Qua một số nội dung chứng từ lập trong quá trình giao nhận hàng hóa tại cảng và những phát sinh dễ gây hiểu lầm và xảy ra tranh chấp từ các chi tiết trong chứng từ, người giao nhận cần phải kiểm tra đầy đủ thông tin trước khi lập. Xin lưu ý rằng, người giao nhận là người thực hiện theo ủy thác của người gửi/ người nhận hoặc người vận chuyển nên để giữ uy tín, tránh hiểu lầm phát sinh tranh chấp không đáng có, người giao nhận cần trung thực để hoàn thành nhiệm vụ được ủy thác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Các tài liệu về khai thác tàu biển, giao nhận hàng hóa tại cảng – Đại học Hàng hải Việt Nam

[2] Các mẫu chứng từ của các cảng

Người phân biệt: TS. Nguyễn Hữu Hùng

XÂY DỰNG VĂN HÓA TRONG NGÀNH VẬN TẢI BIỂN VIỆT NAM **BUILDING CULTURE IN THE SHIPPING INDUSTRY OF VIETNAM**

TS. DƯƠNG VĂN BẠO

Khoa Kinh tế, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Trong bối cảnh suy thoái kinh tế, các ngành công nghiệp nói chung và ngành vận tải biển nói riêng đang gặp nhiều khó khăn trong hoạt động kinh doanh. Ngoài những nỗ lực trong quản lý kinh doanh khai thác tàu thì việc xây dựng những giá trị văn hóa, một hình ảnh thân thiện, một tác phong làm việc chuyên nghiệp gắn liền với công chúng sẽ không chỉ phục hồi mà còn phát triển một cách bền vững ngành vận tải biển Việt Nam trong tương lai.

Abstract

In the context of economic recession, in general, the industry and maritime transport sector, specially is facing many difficulties in shipping business. In addition to the efforts in shipping business and management, the building cultural values, a friendly image, a professional working style will not only recover, but also to develop shipping industry of Vietnam sustainably in the future.

1. Mở đầu

Một trong những ưu điểm nổi bật của nền kinh tế thị trường là tạo ra sự cạnh tranh lành mạnh, qua đó nâng cao được chất lượng sản phẩm phục vụ tối đa lợi ích người tiêu dùng với giá cả hợp lý. Bên cạnh những ưu điểm đó, nền kinh tế thị trường cũng có nhiều khuyết tật. Vì lợi nhuận mà một số doanh nghiệp đã bất chấp những chuẩn mực đạo đức, coi rẻ quyền lợi của khách hàng, xã hội, môi trường gây nên những phản ứng dữ dội trong dư luận trong khi các quy định của pháp luật chưa đủ mạnh để điều chỉnh những vấn đề này.

Các doanh nghiệp vận tải biển Việt Nam hiện đang gặp nhiều khó khăn do khủng hoảng kinh tế thế giới gây ra, ngoài nỗ lực duy trì sản xuất tạo lợi nhuận cho doanh nghiệp và xã hội, ngành vận tải biển Việt Nam cần phải xây dựng được một hình ảnh thân thiện, một phong cách phục vụ có trách nhiệm. Đó chính là giá trị riêng không chỉ đối với một doanh nghiệp mà còn cả đối với ngành vận tải biển Việt Nam; Đó chính là yếu tố văn hóa trong hoạt động kinh doanh của doanh nghiệp.

2. Nội dung

2.1 Văn hóa là gì?

Văn hóa là tổng thể sống động các hoạt động sáng tạo của cá nhân và cộng đồng trong quá khứ và hiện tại hình thành nên hệ thống các giá trị, truyền thống, thị hiếu qua đó xác định đặc tính riêng của mỗi dân tộc. Văn hóa trong các doanh nghiệp sản xuất kinh doanh nói chung, và doanh nghiệp vận tải biển nói riêng, nó cũng là sự sáng tạo của người lao động ngành vận tải biển tạo ra trên cơ sở phát huy những giá trị trong quá khứ và hiện tại, trải qua quá trình chọn lọc trong thực tiễn sản xuất mà hình thành những giá trị, cốt cách riêng của ngành vận tải biển.

Văn hóa nói chung và văn hóa trong ngành vận tải biển nói riêng có một số đặc điểm sau;

- Văn hoá doanh nghiệp liên quan đến nhận thức, nó được thể hiện qua nhận thức của các thành viên trong ngành vận tải biển, ở các vị trí công việc cũng như trình độ nhận thức của mỗi người tại mỗi vị trí công việc trên từng con tàu hoạt động trên các tuyến vận chuyển.

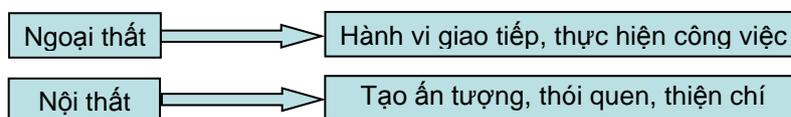
- Văn hoá doanh nghiệp có tính thực chứng. Qua đặc điểm này nó mô tả hệ thống các giá trị văn hóa không chỉ của một quốc gia mà còn cả với công ty vận tải biển, tạo ra nét đặc trưng riêng cho mỗi công ty vận tải biển.

Trong xu thế sản xuất kinh doanh hiện đại, các doanh nghiệp phải tập trung nguồn lực tạo ra lợi nhuận, nhưng bên cạnh đó văn hóa doanh nghiệp vừa là bản sắc của mỗi doanh nghiệp vừa là nguồn lực có tính hữu hình tham gia vào quá trình sản xuất tạo ra sản phẩm. Khi hình ảnh của một doanh nghiệp, một sản phẩm in đậm vào tâm trí người tiêu dùng, khi đó những giá trị đó là nguồn lực chất lượng cao tạo ra sự phát triển bền vững đối với doanh nghiệp.

2.2 Biểu hiện của văn hóa

Mặc dù văn hóa doanh nghiệp mang tính vô hình, song nó cũng được biểu hiện ra ngoài dưới hình thức trực quan và phi trực quan.

Những biểu hiện trực quan về văn hóa của doanh nghiệp vận tải biển thể hiện qua các kiểu kiến trúc đặc trưng, nội thất, ngoại thất [7].



Hình. Các biểu hiện của văn hóa

Những biểu hiện ngoại thất, nội thất được biểu hiện ra ngoài như trụ sở của công ty, trang phục của nhân viên. Điều này sẽ tạo ra niềm tin, tính tin cậy với khách hàng. Các sự kiện được chuẩn bị một cách chu đáo, công phu cũng tạo nên những giá trị văn hóa của doanh nghiệp. Một trong những hình ảnh tạo ra ấn tượng sâu sắc với khách hàng, hiện nay các doanh nghiệp đang xây dựng và vun đắp đó là biểu tượng thương hiệu của doanh nghiệp. Biểu tượng là hình ảnh giúp khách hàng nhận biết được doanh nghiệp một cách dễ dàng, nó để lại ấn tượng sâu sắc đối với khách hàng.

Một dạng biểu hiện khác của văn hóa đó chính là cách cư xử và thái độ của nhân viên đối với khách hàng. Thái độ ân cần, chia sẻ của nhân viên đối với khách hàng là biểu hiện cấp độ cao và nhất quán về văn hóa của doanh nghiệp. Sự thẳng thắn, cởi mở của nhân viên đối với khách hàng sẽ làm cho những mặc cảm, khoảng cách giữa nhà cung cấp với khách hàng giảm đi. Sự thân thiện và chia sẻ này củng cố mối quan hệ bền chặt giữa khách hàng và người cung cấp dịch vụ.

3. Các mô hình văn hóa doanh nghiệp

Có nhiều mô hình văn hóa khác nhau có thể vận dụng vào các doanh nghiệp nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động sản xuất của doanh nghiệp. Tuy vậy, hai mô hình văn hóa, Mô hình văn hóa của Quinn/McGrath và mô hình văn hóa của Harrison/Handy là phù hợp với đặc điểm của hoạt động sản xuất vận tải biển hơn cả [6].

3.1 Mô hình văn hóa của Quinn/McGrath

Theo mô hình này có 4 dạng văn hóa

- Văn hoá thị trường là mô hình văn hóa mà triết lý của nó theo đuổi mục tiêu năng suất và hiệu quả. Ở dạng mô hình văn hóa này, hiệu quả của công việc được đặt lên hàng đầu, lấy kết quả và hiệu quả của công việc làm thước đo giá trị văn hóa của mỗi cá nhân trong tổ chức. Dạng văn hóa này có tính thực dụng cao, thích hợp với những công việc có tính độc lập, phân công nhiệm vụ và gắn nghĩa vụ đối với từng cá nhân phải cụ thể và rõ ràng. Để đạt được tính hiệu quả theo dạng văn hóa này, mỗi cá nhân trong tổ chức phải xác định được mục tiêu và tính tự giác trong công việc dưới sự điều khiển thống nhất của người đứng đầu của tổ chức đó [6].

- Văn hoá triết lý là dạng văn hóa mà nó dựa trên cơ sở uy tín và sự hợp tác giữa các thành viên trong nhóm, đồng thời nó phát huy cao độ tính tự chủ, sáng tạo của mỗi thành viên trong nhóm. Đây là phong cách làm việc hiện đại trên tinh thần hợp tác chặt chẽ giữa các thành viên trong nhóm. Để duy trì được dạng văn hóa làm việc này, người lãnh đạo nhóm phải có uy tín và là người chịu trách nhiệm cao nhất, duy trì mọi hoạt động của các thành viên trong nhóm [6].

- Văn hoá đồng thuận đề cao tinh thần tập thể, mục tiêu là tình thân ái, đoàn kết giúp đỡ lẫn nhau trong quá trình làm việc nhằm đạt được mục tiêu chung là hoàn thành công việc đúng quy định. Sự đồng thuận của các thành viên trong tổ chức được đặt lên hàng đầu, đặc biệt đối với doanh nghiệp có sứ mạng, mục tiêu chiến lược rõ ràng đòi hỏi sự nhất quán từ lãnh đạo tới nhân viên. Dạng văn hóa này không chỉ thích ứng với các thành viên trong các doanh nghiệp vận tải biển mà còn phù hợp với các dạng doanh nghiệp khác [6].

- Văn hoá thứ bậc là dạng văn hóa mà trong đó quyền hạn được giao phó cho người có trách nhiệm trên cơ sở quyền lực được phân công và tuân thủ nguyên tắc “có trên có dưới”. Cấp dưới phải tôn trọng cấp trên, người ít tuổi phải tôn trọng người cao tuổi. Mọi quyết định của người đứng đầu đưa ra phải được cấp dưới, những người thực hiện, phải chấp hành trên cơ sở tin tưởng tuyệt đối và tuân thủ với tính tổ chức và kỷ luật cao [6].

3.2 Mô hình văn hoá doanh nghiệp của Harrison/Handy.

Mô hình này có 4 dạng văn hóa cơ bản, đó là:

- Văn hóa quyền lực nghĩa là chỉ có một trung tâm quyền lực duy nhất. Từ đây mọi mệnh lệnh được phát ra, nó chi phối và ảnh hưởng tới mọi cá nhân trong tổ chức. Dạng văn hóa này thích hợp với những công việc đòi hỏi sự nhất quán và dứt khoát, đặc biệt trong những tình huống cấp bách [6].

- Văn hoá vai trò được phản ánh qua cơ chế hành chính. Theo dạng văn hóa này, mỗi đơn vị được hình thành theo một tổ chức riêng theo một cơ chế nhất định. Mỗi cá nhân trong bộ máy đảm nhận một vai trò nhất định và thông qua các cá nhân đó bộc lộ được bản chất của doanh nghiệp.

- Văn hoá công việc được sử dụng khi mọi thành viên tập trung vào hoàn thành công việc, lấy công việc làm thước đo giá trị của mỗi thành viên trong tổ chức [6].

- Văn hoá cá nhân xuất hiện khi nhóm người quyết định tự tổ chức thành một tập thể, cá nhân đóng vai trò là người chủ xưởng, người lãnh đạo. Các tổ chức, đơn vị này thường chịu ảnh hưởng về đạo đức, văn hóa của người lãnh đạo, người đứng đầu của tổ chức đó [6].

Các mô hình văn hóa trên được vận dụng vào thực tế, đặc biệt đối với các nước châu Á được phản ánh qua bốn kiểu văn hóa, đó là:

- Văn hóa gia đình nghĩa là các thành viên trong tổ chức có mối quan hệ và cư xử như trong một gia đình. Vai trò quyết định và dẫn dắt tổ chức đó là người “cha”, người đứng đầu của tổ chức;

- Văn hóa phân tầng nghĩa là trong tổ chức, các thành viên được phân tầng như viên kim cương, đỉnh viên kim cương là người đứng đầu tổ chức, các thành viên được sắp xếp theo từng bộ phận, công việc dưới sự chỉ đạo thống nhất của người đứng đầu;

- Văn hóa làm việc nhóm nghĩa là trong tổ chức, mục tiêu chiến lược của đơn vị được xác định rõ ràng và quán triệt tới từng thành viên. Mỗi thành viên có thể phối hợp với nhau để thực hiện mục tiêu chung một cách có hiệu quả nhất;

- Đề cao và coi trọng vai trò cá nhân, coi chất lượng nguồn nhân lực là nhân tố then chốt. Để đạt được mục tiêu này, con người trong tổ chức luôn được đào tạo và hoàn thiện nhằm giải phóng tư duy và sự sáng tạo của mỗi cá nhân để hoàn thành mục tiêu công việc.

Các dạng văn hóa trên thể hiện mối liên hệ giữa con người với con người và giữa con người với doanh nghiệp và công việc. Thực tế, các dạng văn hóa trên thường đan xen lẫn nhau, hoặc bao hàm lẫn nhau với từng mô hình văn hóa thống trị. Sự phân chia trên rất hữu dụng để tìm hiểu và đánh giá về nhận thức, sự thay đổi, giải quyết mâu thuẫn, thưởng công, khích lệ người lao động đối với mỗi doanh nghiệp.

4. Vai trò của văn hóa doanh nghiệp

Cùng với các nguồn lực khác như tiền vốn, nhân lực, giá trị đạo đức văn hóa của doanh nghiệp còn đóng vai trò quan trọng và tham gia tích cực vào quá trình sản xuất tạo ra sản phẩm. Khác với các nguồn lực hữu hình, đạo đức, văn hóa là nguồn lực vô hình tham gia vào quá trình sản xuất tạo nên sự phát triển bền vững đối với doanh nghiệp.

Ngày nay, trong bối cảnh hội nhập quốc tế ngày càng sâu, rộng các doanh nghiệp ngày càng chú trọng nhiều đến yếu tố đạo đức, văn hoá trong kinh doanh vì:

- Lý do khách quan: Do hội nhập quốc tế, một số nền văn hoá và bản sắc dân tộc bị mất hoặc bị đồng hoá. Điều này đe dọa nghiêm trọng tới sự tồn tại của các nền văn hóa cũng như các giá trị bản sắc riêng của mỗi dân tộc. Các quốc gia, đặc biệt là những nước giàu truyền thống văn

hóa như Việt Nam, đang đề cao những giá trị văn hóa riêng của dân tộc nhằm tạo thế cân bằng đối với xã hội [3];

- Lý do chủ quan: Do mặt trái của nền kinh tế thị trường, nhiều doanh nghiệp đã chạy theo lợi nhuận mà bất chấp và có những hành xử phi văn hoá, không có đạo đức bị người tiêu dùng tẩy chay dẫn đến thất bại và không có chỗ đứng trên thị trường trong và ngoài nước [4].

Trong thế giới phẳng hiện nay, yếu tố kỹ thuật, công nghệ không còn là rào cản cho sự tồn tại và phát triển của các doanh nghiệp nữa. Chính yếu tố đạo đức văn hóa đã và đang đóng góp tích cực, tạo ra uy tín và thương hiệu mạnh đối với mỗi doanh nghiệp và là nhân tố quan trọng cho sự phát triển bền vững của doanh nghiệp trên thị trường quốc tế.

5. Vận tải biển và đặc thù của vận tải biển

Vận tải biển là ngành sản xuất độc lập và đặc biệt. Tính đặc biệt của vận tải biển thể hiện ở chỗ:

- Ngành vận tải biển hoạt động có tính độc lập trên biển, xa đất liền, xa môi trường sống của cộng đồng. Trên các phương tiện vận tải biển, khi hoạt động xa đất liền, đội ngũ sĩ quan, thuyền viên đề chung sống trên một con tàu, cùng thực hiện một nhiệm vụ chung đó là đưa con tàu tới cảng đích một cách nhanh chóng và an toàn nhất [2].

- Hoạt động của thủy thủ, thuyền viên mang tính tự giác, tính trách nhiệm cao, được phân công cụ thể, rõ ràng tới từng chức danh trên mỗi con tàu. Do điều kiện làm việc khắc nghiệt, nguy hiểm nên yêu cầu về tính kỷ luật, tính chính xác và tính trung thực đối với thủy thủ thuyền viên rất cao trong quá trình hoạt động của con tàu.

- Trong ngành vận tải biển, các cán bộ, nhân viên, thủy thủ thuyền viên thường tiếp xúc với nhiều nền văn hóa khác nhau nên việc gìn giữ và phát huy bản sắc văn hóa của dân tộc, của cộng đồng là vô cùng quan trọng. Đây là nhân tố làm khác biệt hóa giữa lao động Việt Nam với các nước, đó là tính cần cù, thông minh, sáng tạo của dân tộc Việt.

6. Xây dựng văn hóa, tạo dựng hình ảnh văn hóa trong ngành vận tải biển Việt Nam

Nguyên tắc trong việc xây dựng văn hóa doanh nghiệp là, trước hết, lãnh đạo, người đứng đầu các đơn vị phải là tấm gương về văn hóa và cũng là người chịu trách nhiệm quan trọng trong việc xây dựng hệ thống giá trị văn hóa cho đơn vị, doanh nghiệp mình. Tuy lãnh đạo có vai trò quyết định trong xây dựng văn hóa doanh nghiệp, nhưng nền văn hóa trong mỗi doanh nghiệp phải do mọi thành viên tạo dựng nên. Văn hóa doanh nghiệp phải hướng về con người, và phải phù hợp với điều kiện bên trong, bên ngoài doanh nghiệp [5].

Nghị quyết Trung ương 5 khóa VIII về xây dựng và phát triển nền văn hóa Việt Nam tiên tiến, đậm đà bản sắc dân tộc, tiếp thu tinh hoa văn hóa thế giới; ngăn chặn và hạn chế ảnh hưởng tiêu cực của sản phẩm lai căng, độc hại trong thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa và hội nhập quốc tế; góp phần hình thành hệ giá trị chuẩn mực văn hóa của con người Việt Nam, nói chung và ngành vận tải biển nói riêng [1], [4].

Trải qua hơn 20 năm mở cửa và hội nhập quốc tế, nền kinh tế Việt Nam đã đạt được nhiều thành tựu mới đáng khích lệ. Song song với những thành tựu kinh tế, nền văn hóa Việt Nam cũng tiếp thu được nhiều giá trị, tinh hoa văn hóa của nhân loại phục vụ đắc lực cho cuộc sống. Ngành vận tải biển đã tiếp cận được với quốc tế trên cả hai bình diện; kỹ năng làm việc và văn hóa ứng xử trong công việc. Nhiều hợp đồng, quan hệ kinh tế cũng như tinh thần thái độ làm việc chuyên nghiệp của thuyền viên Việt Nam được đánh giá cao. Tuy vậy, xét dưới khía cạnh văn hóa, ngành vận tải biển Việt Nam còn nhiều hạn chế [8].

- Ý thức tổ chức kỷ luật và chấp hành luật pháp còn hạn chế, thậm chí có thuyền viên không chỉ vi phạm quy chế làm việc trên tàu mà còn vi phạm cả luật pháp của nước sở tại và đã dẫn tới những hậu quả đáng tiếc. Nhiều hợp đồng vận chuyển, giao nhận còn bị chậm, bị vi phạm nhưng không được giải thích, chia xẻ một cách thỏa đáng;

- Ý chí và nghị lực vươn lên, đặc biệt trong những lúc khó khăn, gian khổ còn chưa cao. Nhiều cán bộ quản lý, thuyền trưởng có trình độ, thâm niên trong công tác đã không duy trì được công việc, thậm chí bỏ nghề ngay cả khi trình độ và kinh nghiệm đang ở đỉnh cao;

- Tinh thần hợp tác, ý thức trách nhiệm với tập thể, cộng đồng còn chưa cao. Một số trường hợp còn đặt lợi ích cá nhân lên trên lợi ích tập thể, lợi ích quốc gia nên dẫn tới trường hợp tham

những, làm thất thoát và gây thiệt hại đối tài sản của nhà nước, ảnh hưởng không nhỏ tới uy tín của ngành và quốc gia đối với đối tác quốc tế.

Nguyên nhân cơ bản dẫn tới tình trạng trên là do tư duy của nền kinh tế bao cấp vẫn còn ảnh hưởng nặng nề đối với một bộ phận không nhỏ cán bộ thuyền viên trong ngành. Công tác đào tạo, giáo dục về văn hóa trong hoạt động sản xuất kinh doanh chưa được chú trọng một cách thỏa đáng. Mặt khác, quá trình mở cửa và hội nhập diễn ra rất nhanh và ngày càng sâu, rộng nên những mặt trái của nền kinh tế thị trường có cơ hội lây lan, nảy nở khi mà ý thức và trình độ của cán bộ, thuyền viên trong ngành chưa được trang bị đầy đủ.

Nhằm phát huy những giá trị văn hóa truyền thống của dân tộc, của ngành hàng hải Việt Nam trong những năm qua cũng như tiếp thu những giá trị văn hóa tiên tiến của nhân loại để xây dựng nên những giá trị văn hóa đối với ngành vận tải biển Việt Nam trong những năm tới, ngành hàng hải cần triển khai đồng bộ đối với cả doanh nghiệp và các cơ sở đào tạo làm tốt các biện pháp sau:

- Tuyên truyền sâu, rộng tới mọi đối tượng và làm nổi bật được những giá trị truyền thống của ngành hàng hải. Trong cuộc kháng chiến chống Mỹ, mặc dù đất nước còn nghèo, các trang thiết bị hiện đại chưa có nhưng các chiến sĩ trên những con tàu không số vẫn vượt hàng ngàn hải lý, ngay trước mũi kẻ thù để vận chuyển hàng trăm ngàn tấn vũ khí, khí tài phục vụ cho chiến trường miền Nam đánh Mỹ. Có thể nói, đây là một sự sáng tạo có một không hai trên thế giới mà ngay chính kẻ thù cũng phải khâm phục.

- Trong xây dựng và phát triển kinh tế đất nước, ngành vận tải biển hầu như đi lên từ con số không. Bằng sự sự thông minh, sáng tạo trong quản lý kinh tế, đội ngũ các nhà quản lý, sĩ quan thuyền viên Việt Nam, đã xây dựng được một đội tàu vận chuyển hàng hóa hùng mạnh lên tới hàng triệu tấn trọng tải bằng các biện pháp vay, thuê của đối tác. Điều này không phải quốc gia nào cũng có thể làm được.

- Xây dựng tác phong làm việc công nghiệp, có ý thức chấp hành nội quy, quy chế làm việc, tôn trọng và nghiêm chỉnh chấp hành luật pháp không chỉ đối với nước ta mà còn đối với cả các nước sở tại, nơi cán bộ, thuyền viên đang làm việc hoặc có quan hệ đối tác.

- Xây dựng tinh thần đoàn kết hữu nghị không chỉ đối với cán bộ, thuyền viên Việt Nam với nhau mà còn cả đối với đối tác nước ngoài, những người cùng cộng tác trong công việc nhằm tạo dựng nên hình ảnh con người Việt Nam gần gũi, thân thiện;

- Luôn gìn giữ và phát huy những giá trị văn hóa của Việt Nam, một dân tộc anh hùng trong đấu tranh bảo vệ tổ quốc, cần cù, thông minh và sáng tạo trong lao động đồng thời tiếp thu những giá trị tinh hoa văn hóa của nhân loại như ý thức trách nhiệm đối với công việc, sự giúp đỡ và chia sẻ những khó khăn trong lao động và đặc biệt là tinh thần tự giác và thái độ cầu thị trên tinh thần hợp tác, hai bên cùng có lợi.

Để làm được những điều trên, doanh nghiệp cùng với nhà trường cần thường xuyên giáo dục, đào tạo không chỉ đối với nhân viên, thuyền viên mà còn đối với cả các cán bộ quản lý, các nhà quản trị cấp cao. Hơn ai hết, các nhà quản trị, người lãnh đạo phải là tấm gương để dẫn dắt, định hướng cho toàn thể cán bộ, thuyền viên noi theo.

7. Kết luận

Văn hóa là những giá trị cốt lõi, là hình ảnh của một doanh nghiệp in đậm trong tâm trí người tiêu dùng. Văn hóa còn được xem là nguồn lực tạo ra sản phẩm có chất lượng cao và là nhân tố quan trọng giúp doanh nghiệp phát triển một cách bền vững trong điều kiện nền kinh tế thị trường đang cạnh tranh khốc liệt như hiện nay. Ngành vận tải biển Việt Nam đã hội nhập từ khá sớm mang theo không những đặc trưng của văn hóa Việt Nam mà còn phải xây dựng một hình ảnh, một giá trị văn hóa riêng, biến những giá trị văn hóa đó thành sản phẩm có tính đặc thù của Việt Nam. Để xây dựng thành công những giá trị văn hóa ngành vận tải biển và trở thành nét đặc thù riêng của Việt Nam cần phải có sự phối hợp chặt chẽ giữa nhà trường và doanh nghiệp, trên cơ sở phát huy những giá trị truyền thống của dân tộc, của ngành vận tải biển đồng thời tiếp thu những giá trị văn hóa tiên tiến của thế giới được người đứng đầu các đơn vị, doanh nghiệp quan tâm xây đắp, chắc chắn ngành vận tải biển Việt Nam sẽ vượt qua được sóng gió và có chỗ đứng vững chắc trên thị trường quốc tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ban TT-VHTU (2001), *Văn hoá và kinh doanh*, Nhà xuất bản Lao động, Hà Nội.
- [2] PGS.TS Phạm Văn Cường (2013), *Quản lý và khai thác đội tàu*, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, Hà Nội.
- [3] Đỗ Minh Cường (2007), *Văn hoá kinh doanh và triết lý kinh doanh*, Nhà xuất bản Chính trị Quốc gia, Hà Nội.
- [4] Lý luận văn hoá và đường lối văn hoá của Đảng cộng sản Việt Nam, Nhà xuất bản Chính trị quốc gia, 2005
- [5] Phạm Xuân Nam (2008), *Văn hoá và kinh doanh*, Nhà xuất bản Khoa học Xã hội, Hà Nội.
- [6] PGS. TS Nguyễn Mạnh Quân (2009), *Đạo đức kinh doanh và Văn hoá doanh nghiệp*, NXB Đại học Kinh tế Quốc dân, Hà Nội.
- [7] GS. VS Trần Ngọc Thêm (2006), *Văn hoá doanh nghiệp*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
<http://baodientu.chinhphu.vn/Tin-noi-bat/Tong-ket-15-nam-thuc-hien-Nghi-quyet-TU-ve-van-hoa/191062.vgp>

Người phản biện: TS. Vũ Trụ Phi; TS. Nguyễn Hữu Hùng

CHỈNH TRON TUYẾN HÌNH TÀU THỦY BẰNG PHẦN MỀM SOLIDWORKS FAIRING FORM OF SHIP BY SOFTWARE SOLIDWORKS

ThS. NGUYỄN VĨNH HẢI

Viện Khoa học cơ sở, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Trong bài báo này đã nghiên cứu ứng dụng phần mềm Solidworks trong việc chỉnh tron tuyến hình tàu thủy. Các kết quả đạt được đó là tuyến hình được chỉnh tron và có thể xuất ra các dữ liệu để phục vụ quá trình gia công, từ các kết quả đạt được cho ta thấy việc áp dụng công nghệ tin học trong việc chỉnh tron tuyến hình cho ta nhiều thành tựu, giúp giảm nhân công, tăng năng suất lao động, tăng chất lượng sản phẩm, giúp đẩy mạnh quá trình tự động hóa trong đóng tàu.

Abstract

This newspaper had researched about solidwork software's application in the fairing form of ship and able to export data to support for process. The achievement is showed application information in fairing form, helping reduce workforce, increasing effect of works and quality of product, helping to speed up automatic in ship – building.

Keywords: Fairing form, Solidworks

1. Giới thiệu

Chỉnh tron tuyến hình là quá trình rất quan trọng trong quá trình đóng tàu, Hiện nay với sự phát triển của công nghệ thông tin quá trình chỉnh tron tuyến hình ít thực hiện trên sàn phóng dạng mà chuyển sang chỉnh tron trên máy tính, điều đó sẽ làm giảm nhân công, tăng năng suất lao động.

Với sự phát triển của công nghệ thông tin, rất nhiều các phần mềm đóng tàu được đưa vào Việt Nam, như Autoship, Maxsurf, Deftship, Rhino, Nupas – Cadmatic, Napa, Shipconstructor..., trong đó các phần mềm chuyên về thiết kế công nghệ là Shipconstructor, Nupas – Cadmatic, các phần mềm này có khả năng thiết kế công nghệ rất tốt, tuy nhiên khả năng chỉnh tron của các phần mềm này không cao do vậy người ta thường dùng kết hợp phần mềm thiết kế công nghệ này với phần mềm thiết kế khác, ví dụ như thường kết hợp Maxsurf với Shipconstructor, Nupas với Cadmatic [5] [6] [7] [8] [9]. Trong quá trình sử dụng tôi thấy Solidwork là một trong phần mềm có khả năng tạo lại mặt rất nhanh và khả năng chỉnh tron thông minh [4]. Do vậy tôi đề xuất có thể dùng kết hợp Solidwork với phần mềm công nghệ đóng tàu trong thiết kế công nghệ.

2. Chỉnh tron tuyến hình theo phương pháp truyền thống

Số liệu ban đầu về con tàu mà nhà máy đóng tàu nhận được thường là bản vẽ tuyến hình và bản trị số tuyến hình thiết kế hoặc một mô hình vỏ tàu do các phần mềm thiết kế kỹ thuật tạo ra. Theo những dữ liệu thiết kế ban đầu đó, thiết kế thi công phải tạo ra được một mặt cong vỏ tàu làm cơ sở cho việc đóng vỏ tàu sau này. Mặt cong vỏ phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

Các đường hình lý thuyết, bán kính hông, bán kính mũi ... phải sát nhất với trị số thiết kế (sai lệch thường không quá 10 mm) [3].

Mặt cong phải trơn nghĩa là biến thiên độ cong trên toàn mặt phải đều đặn không có các vùng gãy khúc hoặc cong đột ngột, các đường hình thực (đường sườn, đường nước, đường cắt dọc) phải là những đường cong trơn. [3]

Sau khi có bản vẽ tuyến hình, người thực hiện sẽ tiến hành vẽ các đường sườn, đường nước, đường cắt dọc đó trên sàn phồng dạng, sử dụng các lát gỗ để làm đường vẽ các đường cong, và việc kiểm tra độ cong trơn được thực hiện bằng mắt, do vậy công việc này đòi hỏi người thực hiện phải có kinh nghiệm cao và nó không phù hợp với đóng tàu hiện đại, đóng tàu đòi hỏi quá trình chuyên môn hóa cao và đóng tàu lớn.

Nhược điểm của phương pháp này đó là: Sai số lớn, đòi hỏi người thực hiện phải có tay nghề cao và kinh nghiệm, chi phí về công lớn, tốn diện tích làm việc và không thể tự động hóa trong gia công chế tạo chi tiết.

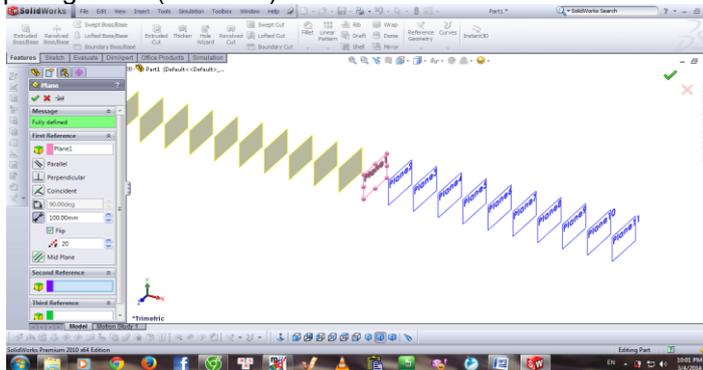
3. Ứng dụng phần mềm Solidwork trong chỉnh trơn tuyến hình tàu thủy

Khác với chỉnh trơn theo phương pháp truyền thống chỉnh trơn bằng phần mềm bắt đầu bằng việc mô hình hóa lại mặt vỏ tàu thủy thành một mặt 3D, sau đó tùy thuộc từng phần mềm mà ta chỉnh trơn các đường sườn, đường nước, đường cắt dọc. Việc chỉnh trơn bằng phần mềm sẽ cho kết quả nhanh hơn bởi các phần mềm đều được trang bị công cụ kiểm tra độ trơn đường cong. Các phần mềm như Shipconstructor, Autoship... khi chỉnh trơn ta đều phải chỉnh trơn trên các đường sườn, đường nước, đường cắt dọc. Chỉnh trơn bằng phần mềm sẽ làm tăng năng suất lao động do tuyến hình được chỉnh trơn sẽ được sử dụng để tạo ra các bản vẽ công nghệ và có thể đến cả quá trình sản xuất.

Để chỉnh trơn tuyến hình tàu thủy bằng phần mềm Solidwork ta thực hiện theo các bước dưới đây.

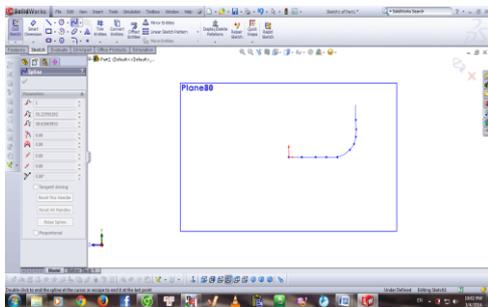
3.1 Vẽ các đường sườn và chỉnh trơn các đường sườn

Để thực hiện ta dùng các lệnh: lệnh tạo mặt  Plane ; Lệnh vẽ đường cong bậc cao  Spline
Vẽ các đường sườn trong solidwork (spline)
Tạo các mặt phẳng sườn (hình 3.1.)

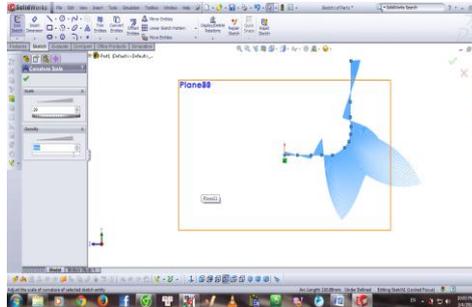


Hình 3.1. Tạo các mặt phẳng sườn

Vẽ các đường sườn (hình 3.2) và chỉnh trơn đường sườn (hình 3.3). Chỉnh trơn đường sườn trong solidwork được hỗ trợ bởi công cụ kiểm tra độ trơn (sơ đồ lông nhím).

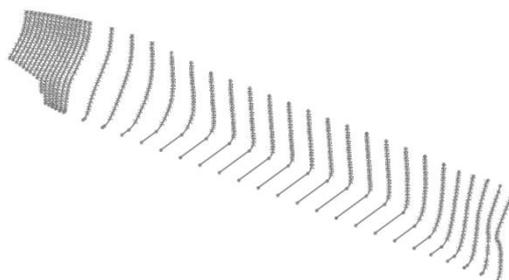


Hình 3.2. Vẽ đường sườn



Hình 3.3. Chỉnh trơn đường sườn

Lần lượt vẽ các đường sườn còn lại ta thu được các đường sườn như trên hình 3.4



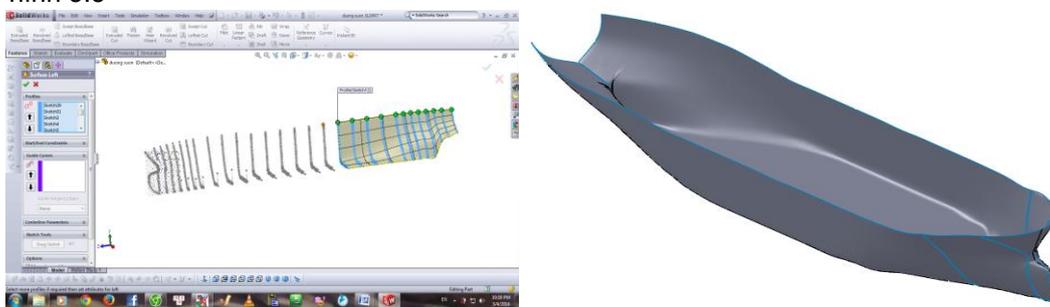
Hình 3.4. Các đường sườn của tuyến hình tàu thủy

Mặt khác, nếu ta có các đường sườn có sẵn ta hoàn toàn có thể nhập các đường sườn có sẵn vào phần mềm Solidworks thông qua công cụ import các file có định dạng

3.2 Tạo mặt vỏ tàu thủy

Để tạo mặt ta dùng lệnh tạo mặt loft

Sau khi vẽ được các đường sườn lý thuyết ta tiến hành tạo mặt tàu thủy, bằng cách sử dụng các công cụ tạo mặt cong từ các đường sườn đã vẽ từ trước ta tạo được mặt vỏ tàu thủy như hình 3.5



Hình 3.5. Tạo mặt vỏ tàu thủy từ các đường sườn đã vẽ

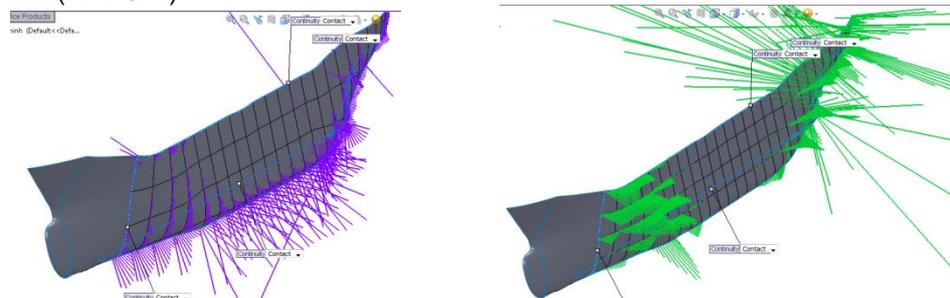
3.3. Kiểm tra độ trơn của bề mặt vỏ tàu thủy

Kiểm tra bằng phổ màu (Hình 3.6.)



Hình 3.6. Kiểm tra độ trơn của bề mặt vỏ tàu thủy bằng phổ màu

Kiểm tra bằng sơ đồ lông nhím trên mô hình 3D, Solidwork cung các công cụ kiểm tra độ trơn bằng sơ đồ lông nhím giúp người thực hiện vừa tiến hành chỉnh trơn vừa kiểm tra được độ trơn của tuyến hình (hình 3.7.)

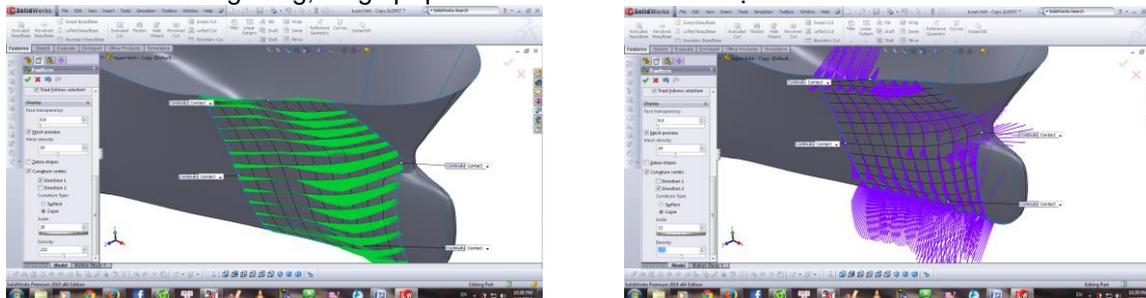


Hình 3.7. Kiểm tra độ trơn bằng sơ đồ lông nhím

3.4 Chỉnh trơn trên mô hình 3D

Đây chính là điểm khác biệt của phần mềm so với các phần mềm thiết kế khác, với khả năng chỉnh trơn ngay trên mô hình 3D sẽ giúp quá trình chỉnh trơn nhanh hơn. (hình 3.8)

Mặt khác với khả năng tự động tạo thêm các đường sườn, đường nước phụ, khả năng thêm điểm trên các đường cong, sẽ giúp quá trình chỉnh trơn linh hoạt hơn.



Hình 3.8. Chỉnh trơn trên mô hình 3D

Tuyến hình sau khi được chỉnh trơn có thể xuất sang định dạng IGES, để có thể sử dụng trong các phần mềm thiết kế công nghệ tàu thủy

So sánh thời gian phóng dạng trên sản phóng với thời gian phóng dạng trên phần mềm Solidworks thì khi chỉnh trơn trên phần mềm với còn tàu dầu 4500 DWT ta mất 2 tuần làm việc với một kỹ sư, còn nếu thực hiện trên sản phóng thì mất đến 1 tháng làm việc với 3 người làm việc [1], như vậy nếu trình trơn bằng phần mềm sẽ giảm nhân công đi 78,4%

4. Kết luận

Với sự phát triển lớn mạnh của công nghiệp đóng tàu nước ta, những nhược điểm của phương pháp phóng dạng kể trên cần được loại bỏ để có thể tự động hóa nhiều hơn trong đóng tàu, vì vậy sử dụng các phần mềm trong chỉnh trơn tuyến hình là một yêu cầu cấp thiết, với việc ứng dụng Solidwork trong chỉnh trơn tuyến hình sẽ giảm thời gian, tăng năng suất lao động, nhằm giảm giá thành sản phẩm nâng cao khả năng cạnh tranh của đóng tàu Việt Nam

Bài báo đã chỉ ra được những ưu điểm khi sử dụng phần mềm Solidwork sẽ giảm thời gian chỉnh trơn tàu thủy đến 78,4% so với chỉnh trơn trên sản phóng dạng

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hướng dẫn giám sát hiện trường phần thân tàu, Cục Đăng kiểm Việt Nam, Hà Nội, 2005.
- [2] Quy phạm phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép, Cục Đăng kiểm Việt Nam, Hà Nội, 2003.
- [3] ISCS, Shipbuilding and Repair Quality Standard, 1999.
- [4] www.Solidworks.com
- [5] www.Formsys.com
- [6] www.Deftship.com
- [7] www.Shipconstrutor.com
- [8] www.Autoship.com
- [9] www.Rhino3d.com

Người phản biện: TS. Hoàng Mạnh Cường

XÁC ĐỊNH TRƯỜNG NHIỆT ĐỘ TRÊN TẦNG CÁNH TUABIN BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN DETERMINING TEMPERATURE FIELD OF TURBINE BLADES BY FINITE ELEMENT METHOD

TS. NGUYỄN TRUNG KIẾN
KS. VŨ ĐỨC MẠNH
Học viện Kỹ thuật Quân sự

Tóm tắt

Trường nhiệt độ tầng cánh tua bin có vai trò quan trọng trong quá trình thiết kế động cơ tua bin khí, là cơ sở để tính toán và tổ chức làm mát cho tầng cánh tua bin, xác định trường ứng suất cơ nhiệt, tính toán độ bền và xác định tuổi thọ của tầng cánh. Bài báo

trình bày một phương pháp mới xác định trường nhiệt độ của tầng cánh động cơ tua bin khí - phương pháp phần tử hữu hạn được tích hợp trong phần mềm ANSYS Workbench.

Abstracts

Temperature field of turbine stage plays an important role in the design of gas turbine engine. This is the basis for calculating cooling regime of turbine stage, determining the thermomechanical stresses and the durability of the turbine stage. This paper presents a new method for determining the temperature field of turbine stage of gas turbine engine - the finite element method, integrated into the ANSYS Workbench.

1. Đặt vấn đề

Một trong những biện pháp hiệu quả để nâng cao hiệu suất của động cơ tua bin khí là tăng nhiệt độ ban đầu của khí cháy trước tua bin khí. Đối với các động cơ tua bin khí thế hệ mới, nhiệt độ ban đầu của khí cháy có thể lên tới 1600÷1800K. Việc tăng nhiệt độ ban đầu của khí cháy sẽ làm giảm tuổi thọ của cánh tua bin, nhất là các tầng cánh tua bin cao áp. Chính vì vậy, một trong những bài toán quan trọng đặt ra khi thiết kế động cơ tua bin khí là xác định trường ứng suất cơ nhiệt của các chi tiết của động cơ, trong đó có cánh tua bin. Để có thể xác định được trường ứng suất cơ nhiệt, cần xác định được trường nhiệt độ của các chi tiết.

Trong trường hợp chung, để xác định trường nhiệt độ của các chi tiết có làm mát (ví dụ cánh tua bin) chúng ta cần phải giải bài toán truyền nhiệt trong không gian không tĩnh tại. Việc giải bài toán truyền nhiệt bằng phương pháp giải tích chặt chẽ rất phức tạp, chính vì vậy trong thực tế người ta thường sử dụng các phương pháp giải tích gần đúng.

Bằng các phương pháp giải gần đúng truyền thống chỉ tính toán được các thông số đầu vào và đầu ra của tầng cánh, còn thông số trong tầng cánh được xác định bằng cách lấy giá trị trung bình. Điều này không thể hiện được hết bản chất quá trình chảy của dòng khí. Nhờ sự phát triển của máy tính và phương pháp số, ta có thể mô phỏng sự biến thiên các thông số trong quá trình này sát với thực tế. Phương pháp số mô phỏng dòng chảy có thể chia làm 3 loại: phương pháp tích phân, phương pháp sai số nhỏ nhất và phương pháp phần tử hữu hạn. Trong bài báo này, để tính toán xác định trường nhiệt độ của tầng cánh tua bin, nhóm tác giả sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn và sử dụng công cụ CFX được tích hợp trong bộ phần mềm ANSYS Workbench.

2. Cơ sở lý thuyết tính toán trường nhiệt độ tầng cánh tua bin

Để tính toán trường nhiệt độ của tầng cánh tua bin, trước hết ta phải giải bài toán khí động lực học vì các thông số nhiệt độ, áp suất, khối lượng riêng của khí liên hệ chặt chẽ với nhau theo phương trình trạng thái khí:

$$p = \rho RT, \quad (1)$$

trong đó p - áp suất; R - hằng số riêng của khí; T - nhiệt độ.

Các thông số khí động lực học được tìm ra bằng cách giải hệ phương trình sau [2]:

1) Phương trình liên tục (phương trình bảo toàn khối lượng):

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho W) = 0; \quad (2)$$

2) Phương trình bảo toàn động lượng:

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \text{div}(\rho u W) + \frac{\partial p}{\partial x} = 0; \quad (3)$$

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \text{div}(\rho v W) + \frac{\partial p}{\partial y} = 0; \quad (4)$$

3) Phương trình bảo toàn năng lượng toàn phần

$$\frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \text{div}(\rho E W) + \text{div}(p W) = 0. \quad (5)$$

Các ký hiệu sử dụng trong các phương trình (2) ÷ (5): E - năng lượng toàn phần $E = c_p \cdot T^* = c_p \cdot T + W^2 / 2$; W - vecto vận tốc; u, v - vận tốc thành phần theo các trục x (dọc theo trục động cơ), y (theo hướng kính); t - thời gian; c_p - nhiệt dung riêng đẳng áp của khí.

Dòng khí chảy trong tầng tuabin ngoài việc cấp năng lượng để quay tua bin còn truyền một phần nhiệt lượng ra môi trường xung quanh qua vỏ ngoài động cơ, qua đĩa rotor và khí làm mát. Quá trình mất mát nhiệt lượng này xảy ra ở lớp biên của dòng khí với cánh công tác và vỏ.

Từ các phương trình trên và lý thuyết truyền nhiệt ta có thể viết các phương trình chuyển động, phương trình liên tục và phương trình năng lượng ở lớp biên dưới dạng sau:

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial x} - \rho v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu \frac{\partial u}{\partial y} \right); \quad (6)$$

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0; \quad (7)$$

$$c_p \rho u \frac{\partial T^*}{\partial x} + c_p \rho v \frac{\partial T^*}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T^*}{\partial y} \right). \quad (8)$$

Trong đó, phương trình (8) thường được viết dưới dạng:

$$c_p \rho u \frac{\partial T^*}{\partial x} + c_p \rho v \frac{\partial T^*}{\partial y} = \frac{\partial q}{\partial y}, \quad (9)$$

ở đây μ, λ - hệ số độ nhớt động lực học và hệ số dẫn nhiệt của dòng khí; q - mật độ nhiệt của dòng khí.

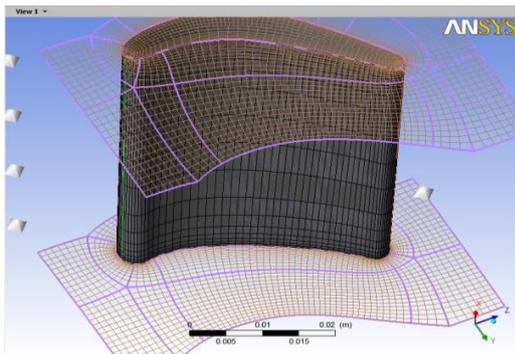
3. Xây dựng mô hình tính toán trên công cụ CFX

1) Mô phỏng dòng khí chảy trong tầng tua bin là việc rất phức tạp. Những bước công việc của quá trình mô phỏng như sau:

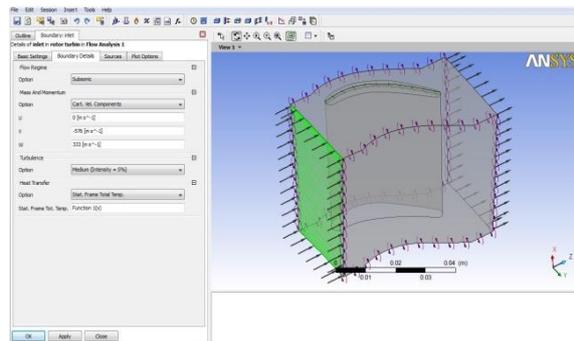
2) Xây dựng mô hình 3D cánh tua bin, các bước cụ thể được trình bày trong [1].

3) Nhập mô hình 3D đã xây dựng vào công cụ TurboGrid, khai báo để tạo ra các biên: đầu vào, đầu ra của dòng khí, bước của cánh công tác, chân cánh công tác, vỏ ngoài tầng tua bin, khe hở hướng kính giữa cánh công tác và vỏ, sau đó chia lưới cánh và không gian xung quanh cánh công tác (xem Hình 1).

Mô hình được chia lưới sẽ kết xuất sang phần thiết lập mô hình (Setup) của CFX. Tại đây ta khai báo thông số đầu vào của khí như vận tốc, nhiệt độ, áp suất, khối lượng mol và các điều kiện biên khác. Sau khi thiết lập xong dữ liệu của mô hình, CFX tiến hành bước giải bài toán khí động lực học và truyền nhiệt. Kết quả các thông số khí và trường nhiệt độ sẽ thu được ở phần kết quả (Results) (xem Hình 2).



Hình 1. Mô hình chia lưới 3D của cánh công tác và không gian xung quanh



Hình 2. Nhập dữ liệu đầu vào trong phần Setup CFX

4. Ví dụ và kết quả tính toán

Trong khuôn khổ bài báo này, nhóm tác giả thực hiện tính toán trường nhiệt độ cho tầng tua bin cao áp thứ nhất động cơ hàng không PS-90 của Liên bang Nga. Các số liệu ban đầu phục vụ cho việc tính toán được cho trong Bảng 1, Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 1. Bảng số liệu ban đầu

TT	Các thông số cơ bản	Ký hiệu	Đơn vị đo	Giá trị
1	Bán kính đĩa rotor	R	mm	296
2	Chiều dài cánh công tác	l	mm	53
3	Số lượng cánh công tác	Z_{PK}	Chiếc	72
4	Số lượng cánh phun	Z_{CA}	Chiếc	37
5	Số vòng quay định mức	n	vòng/phút	11.882

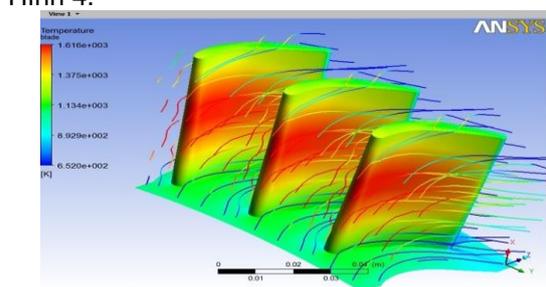
Bảng 2. Thông số hình học 3 mặt cắt cơ bản của cánh công tác

TT	Tên gọi	Ký hiệu	Đơn vị đo	Giá trị tại mặt cắt chân	Giá trị tại mặt cắt giữa	Giá trị tại mặt cắt đỉnh
1	Góc hình học đầu vào	$\beta_{1,t}$	Độ	66,6	71,7	76,7
2	Góc hình học đầu ra	$\beta_{2,t}$	Độ	40,7	39,5	38,4
3	Dây cung biên dạng	b	mm	37	39	39
4	Bước cánh	t	mm	25,4	27,7	30,0
5	Bán kính mép đầu vào	R_1	mm	2,7	2,3	2,1
6	Bán kính mép đầu ra	R_2	mm	1,8	1,7	1,5

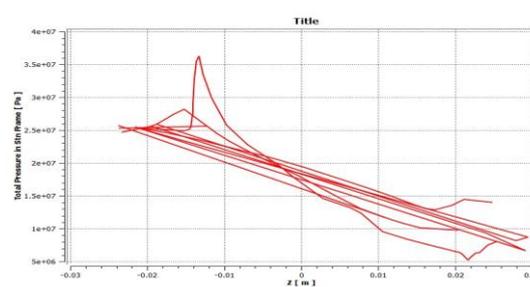
Bảng 3. Thông số khí đầu vào cánh công tác

TT	Các thông số khí	Ký hiệu	Đơn vị đo	Giá trị
1	Nhiệt độ toàn phần trung bình sau buồng đốt	T_T^*	K	1640
2	Áp suất tĩnh trung bình sau buồng đốt	P_1	Pa	2.170.581
3	Áp suất tĩnh trung bình sau cánh công tác cao áp thứ nhất	P_2	Pa	1.381.367
4	Vận tốc tuyệt đối của khí theo chiều trục	C_a	m/s	333
5	Vận tốc tuyệt đối của khí theo chiều quay	u	m/s	576

Công cụ CFX trong phần mềm ANSYS cho phép tính toán tất cả các thông số khí chảy trong tầng tua bin. Trong bài báo này, nhóm tác giả tập trung vào xác định trường nhiệt độ trên mặt cánh công tác và sự biến thiên nhiệt độ của dòng khí chảy qua.

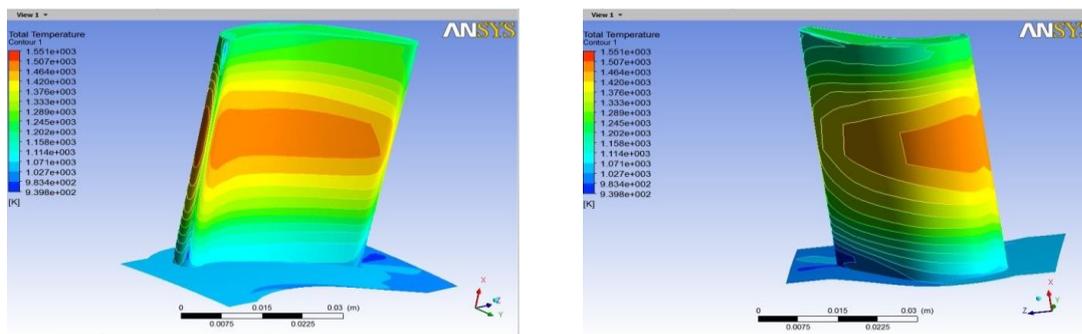


Hình 3. Trường nhiệt độ cánh công tác và sự biến thiên của dòng khí qua tầng tua bin



Hình 4. Sự suy giảm nhiệt độ toàn phần theo chiều dọc trục

Trường nhiệt độ trên bề mặt cánh công tác được biểu diễn cụ thể hơn trên Hình 5.



a) Mặt bụng của cánh công tác

b) Mặt lưng của cánh công tác

Hình 5. Trường nhiệt độ trên bề mặt cánh công tác

Các kết quả mô phỏng này hoàn toàn phù hợp với kết quả tính toán lý thuyết trường nhiệt độ của tầng tua bin [5], [8].

5. Kết luận

- Việc sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn được tích hợp trong phần mềm tính toán hiện đại ANSYS cho phép ta có thể giải được bài toán xác định trường ứng suất cơ nhiệt của các chi tiết động cơ, kể cả các chi tiết có hình dáng phức tạp được chảy bao bằng các dòng khí không tĩnh tại.

- Kết quả xác định trường nhiệt độ trong tầng cánh tuabin bằng phương pháp PTHH cho ta cái nhìn trực quan về sự phân bố nhiệt độ trong tầng cánh tua bin cao áp động cơ tua bin khí.

- Kết quả này có thể sử dụng khi tính toán thiết kế hệ thống làm mát tầng cánh tuabin, khi giải bài toán xác định ứng suất cơ nhiệt cánh công tác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Trung Kiên, Vũ Đức Mạnh. *Khảo sát dao động riêng của cánh công tác động cơ tuabin khí bằng phương pháp phần tử hữu hạn*, Tuyển tập công trình khoa học Hội nghị Cơ khí toàn quốc lần thứ 3 năm 2013.
- [2] Августинович В.Г., Шмотин Ю.Н. и др (2005). Численное моделирование нестационарных явлений в газотурбинных двигателях, Машиностроение, Москва.
- [3] Емин О.Н., Карасев В.Н., Ржавин Ю.А. (2003). Выбор параметров и газодинамический расчет осевых компрессоров и турбин авиационных ГТД. МАИ, «Дипак», Москва.
- [4] Нихамкин М.А., Зальцман М.М. (1997). Конструкция основных узлов двигателя ПС-90А: Учеб. пособие/ Перм.гос.техн.ун-т, Пермь.
- [5] Хронин Д.В. (1989) Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей, Машиностроение, Москва.
- [6] О.В. Батулин, Д.А. Колмакова, В.Н. Матвеев, Г.М. Попов, Л.С. Шаблий Исследование рабочего процесса в ступени осевой турбины с помощью универсального программного комплекса Ansys CFX: метод. указания / сост. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. - 100 с.: ил.
- [7] В.И. Локай, М.Н. Бодунов, В.В. Жуйков, А.В.Щукин (1985) Теплопередача в охлаждаемых деталях газотурбинных двигателей летательных аппаратов, Машиностроение, Москва.
- [8] В.Г. Нестеренко, А.М. Любатуров (1991) Атлас схемо-конструктивных решений узлов ВРД к учебному пособию по курсовому проектированию “Проектирование и расчет ВРД”, МАИ, Москва.

Người phân biệt: PGS.TS. Lê Văn Điềm

**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 A₄ 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

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.

