

ISSN 1859-316X



TẠP CHÍ

KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI

JOURNAL OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY

Số 60 - 11/2019

**CHÀO MỪNG
NGÀY NHÀ GIÁO VIỆT NAM 20/11/2019**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM
VIETNAM MARITIME UNIVERSITY**

ISSN 1859 - 316X

**TẠP CHÍ KHOA HỌC
CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI**
JOURNAL OF MARINE SCIENCE
AND TECHNOLOGY

SỐ 60
11/2019

- **TỔNG BIÊN TẬP:**
PGS.TS. Phạm Xuân Dương
- **PHÓ TỔNG BIÊN TẬP:**
TS. Nguyễn Khắc Khiêm
- **HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP:**
GS.TS. Lương Công Nhỏ
PGS.TS. Nguyễn Viết Thành
TS. Nguyễn Mạnh Cường
PGS.TS. Đỗ Quang Khải
PGS.TS. Lê Văn Diễm
PGS.TS. Đào Văn Tuấn
TS. Nguyễn Trí Minh
PGS.TS. Trần Anh Dũng
TS. Nguyễn Hữu Tuấn
PGS.TS. Đặng Công Xưởng
PGS.TS. Vũ Trụ Phi
TS. Phạm Văn Minh
ThS. Hoàng Thị Ngọc Diệp
PGS.TS. Lê Văn Học
PGS.TSKH. Đỗ Đức Lưu
PGS.TS. Trần Văn Lượng
- THỦ KÝ HỘI ĐỒNG:**
TS. Nguyễn Thanh Sơn

TÒA SOẠN

P. 206B - Nhà A1
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
484 Lạch Tray - Hải Phòng
Email: jmst@vimaru.edu.vn
Giấy phép xuất bản số
1350/GP-BTTTT cấp ngày 30/07/2012

TRONG SỐ NÀY

KHOA HỌC - KỸ THUẬT

- 1** **ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ BIẾN DẠNG CỦA PHÉP CHIẾU HẢI ĐỒ
MERCATOR TỚI CÔNG TÁC DẪN TÀU AN TOÀN**
THE EFFECT OF DISTORTION OF MERCATOR PROJECTION CHART
ON SAFE NAVIGATION 5
NGUYỄN THÁI DƯƠNG
Khoa Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email liên hệ: nguyenthaiduong@vimaru.edu.vn
- 2** **NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG DẪN ĐƯỜNG THEO ĐỊNH VỊ THỦY ÂM
TRỢ GIÚP HỆ THỐNG DẪN ĐƯỜNG QUẢN TÍNH**
THE APPLICATION OF THE ACOUSTIC POSITIONING SYSTEM TO
AID THE INERTIAL NAVIGATION SYSTEM 10
NGUYỄN QUANG HUY^{1*}, NGUYỄN VIỆT THÀNH²,
PHẠM XUÂN DƯƠNG³
¹NCS Ngành Khoa học Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
²Trung tâm Huấn luyện thuyền viên, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
³Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
*Email liên hệ: huyhanghai@vimaru.edu.vn
- 3** **NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH THỜI GIAN CỦA CHU KỶ BẢO TRÌ XÉC MĂNG
PHÙ HỢP CHO ĐỘNG CƠ DIESEL- IVECO N40 ENT M25 TRANG BỊ TRÊN
TÀU HẢI QUÂN HQ888 Ở ĐIỀU KIỆN KHAI THÁC CỦA VIỆT NAM**
RESEARCH ON DEFINING REPLACEMENT PERIOD OF PISTON
RINGS OF DIESEL ENGINE- IVECO N40 ENT M25 ON HQ888 NAVY 15
SHIP AT VIETNAM'S CLIMATE ENVIRONMENT
TRƯƠNG VĂN ĐẠO
Khoa Máy Tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email liên hệ: truongvandao@vimaru.edu.vn
- 4** **ỨNG DỤNG MÁY PHÁT ĐIỆN NHIỆT - ĐIỆN ĐỂ KHAI THÁC
NHIỆT NĂNG KHÍ XẢ CỦA ĐỘNG CƠ CHÍNH TRÊN TÀU THỦY
DỰ ÁN RSD 49**
APPLICATION OF THERMO - ELECTRIC GENERATORS TO RECOVER
THE WASTE HEAT OF EXHAUST GAS FROM MAIN ENGINE OF 19
PROJECT RSD 49 VESSEL
BÙI HỒNG VŨ*, NGUYỄN VĂN HOÀN, TRẦN XUÂN THẾ
Viện Cơ khí, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
*Email liên hệ: vubh@vimaru.edu.vn
- 5** **CHẨN ĐOÁN TRẠNG THÁI KỸ THUẬT ĐỘNG CƠ Ô TÔ BẰNG DỮ LIỆU
ĐÁP ỨNG VỀ NHIÊN LIỆU CỦA ĐỘNG CƠ VÀ THUẬT TOÁN K-
NEAREST NEIGHBOR**
AUTOMOTIVE ENGINE DIAGNOSTICS USING FUEL TRIM DATA AND K- 23
NEAREST NEIGHBOR ALGORITHM
TRẦN XUÂN THẾ
Viện Cơ khí, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email liên hệ: thetx.vck@vimaru.edu.vn
- 6** **ẢNH HƯỞNG KẾT CẤU KHUNG ĐẾN TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA MÁY XÚC
MỘT GẦU**
STUDYING THE EFFECT OF CHASSIS STRUCTURE TO THE 28
STABILITY OF THE SINGLE BUCKET EXCAVATOR
LÊ THỊ MINH PHƯƠNG
Viện Cơ khí, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email liên hệ: phuonglmtvck@vimaru.edu.vn
- 7** **ĐIỀU KHIỂN HỒI TIẾP PHI TUYẾN XE HAI BÁNH TỰ CÂN BẰNG DI
CHUYỂN TRÊN MẶT PHẪNG NGHIÊNG**
NONLINEAR FEEDBACK CONTROL OF TWO-WHEELED SELF- 32
BALANCING ROBOT MOVING ON THE SLOPE
NGUYỄN ĐÌNH KHIÊM, HOÀNG MẠNH CƯỜNG*,
NGUYỄN HOÀNG HẢI
Viện Cơ khí, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
*Email liên hệ: cuonghm@vimaru.edu.vn

-
- 8** **NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN CỦA TÀU CÁ BẰNG VIỆC SỬ DỤNG SOLIDWORKS SIMULATION**
A STUDY OF STRENGTH OF FISHING VESSEL BY USING SOLIDWORKS SIMULATION **ĐÀM VĂN TÙNG** 36
NCS Khoa đóng tàu và công nghệ đại dương,
Trường Đại học Tổng hợp Liên bang Viễn Đông, LB Nga
Email liên hệ: damvantung@mail.ru
-
- 9** **NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ, BÁN KÍNH CHÀY VÀ LỰC CHẠM PHÔI ĐẾN LỰC TẠO HÌNH KHI UỐN CHI TIẾT HÌNH CHỮ U THÉP TẤM SS400 BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN**
STUDY ON THE EFFECTS OF TEMPERATURE, PUNCH RADIUS AND BLANK HOLDER FORCE ON FORMING FORCE DURING U-BENDING SS400 STEEL PLATE BY FINITE ELEMENT METHOD **VƯƠNG GIA HẢI^{1,2*}, NGUYỄN THỊ HỒNG MINH¹, NGUYỄN ĐỨC TOÀN¹** 40
¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội
²Trường Đại học Hải Phòng, Số 171 Phan Đăng Lưu, Kiến An, Hải Phòng
Email liên hệ: vuonghai84@gmail.com
-
- 10** **ĐỀ XUẤT CÁC BIỆN PHÁP PHÒNG NGỪA VÀ ỨNG PHÓ SỰ CỐ HÓA CHẤT CHO CÁC CẢNG CONTAINER TẠI KHU VỰC HẢI PHÒNG - QUẢNG NINH**
THE PROPOSED MEASURES TO PREVENT AND RESPOND TO CHEMICAL INCIDENTS FOR CONTAINER SEAPORTS IN HAI PHONG - QUANG NINH **TRẦN ANH TUẤN** 46
Viện Môi trường, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email liên hệ: tuanta@vimaru.edu.vn
-
- 11** **TỔNG HỢP VẬT LIỆU NANO OXIT SẮT BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN HỦY NHIỆT GEL Fe³⁺ VỚI POLYVINYL ANCOL (PVA) VÀ KHẢO SÁT KHẢ NĂNG TÁCH LOẠI MỘT SỐ KIM LOẠI NẶNG (Pb, Cd) RA KHỎI MÔI TRƯỜNG NƯỚC**
SYNTHESIS OF NANO IRON OXIDE MATERIAL BY Fe³⁺/POLYVINYL ANCOL (PVA) GEL CALCINATION METHOD AND SURVEY ON THE REMOVAL POSSIBILITY OF HEAVY METALS (Pb, Cd) FROM WATER ENVIRONMENT **PHẠM THỊ DƯƠNG*, ĐINH THỊ THÚY HẰNG** 51
Viện Môi trường, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
*Email liên hệ: duongpt.vmt@vimaru.edu.vn
-
- 12** **XÁC ĐỊNH ĐỈNH TƯƠNG QUAN CỦA HAI PHƯƠNG THỨC TRUYỀN DẪN SỐ BẰNG GÓC SỬ DỤNG SỐNG MANG KIỂU ĐIỀU CHẾ PHA XUNG VÀ KIỂU SỐNG CON GỎI**
THE DETERMINATION OF CORRELATIVE PEAK OF TWO BASEBAND DIGITAL TRANSMISSION METHODS USING THE PULSE PHASE MODULATION TYPE AND WAVELETS PACKET TYPE **LÊ QUỐC VƯỢNG** 58
Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email liên hệ: vuonglq.ddt@vimaru.edu.vn
-
- 13** **ĐỀ XUẤT BỘ ĐIỀU KHIỂN FUZZY- PD CHO THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV - UNMANNED AERIAL VEHICLE)**
DESIGN OF FUZZY - PD CONTROLLER FOR UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) **ĐỖ KHẮC TIỆP** 63
Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email liên hệ: Dokhactiep@vimaru.edu.vn
-
- 14** **NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN HỆ SỐ PHÂN BỐ NGANG ĐỐI VỚI DẦM TRONG CỦA CẦU DẦM SUPER T CÓ CHIỀU CAO DẦM NẸM NGOÀI PHẠM VI TIÊU CHUẨN CHO PHÉP**
ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION FACTOR PER LANE IN INTERIOR BEAMS UNDER LIVE LOADS OF SUPER T GIRDER BRIDGES WITH THE BEAM'S DEPTH OVERSIZED **TRẦN NGỌC AN** 68
Khoa Công trình, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email liên hệ: antn.ctt@vimaru.edu.vn
-
- 15** **THIẾT KẾ MÔ HÌNH MẠNG NƠ' RON NHÂN CHẬP CHO BÀI TOÁN NHẬN DẠNG GIỚI TÍNH TỪ ẢNH MẶT NGƯỜI**
DESIGNING A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR GENDER IDENTIFICATION FROM FACIAL IMAGES **NGUYỄN HỮU TUÂN*, NGUYỄN VĂN THỦY** 72
Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
*Email liên hệ: huu-tuan.nguyen@vimaru.edu.vn
-
- 16** **KINH TẾ - XÃ HỘI**
VÙNG HOẠT ĐỘNG TỐI ƯU CHO ĐỘI TÀU HÀNG KHÔ TỔNG HỢP CỦA VIỆT NAM
OPTIMAL OPERATION AREAS FOR VIETNAMESE GENERAL CARGO FLEET **NGUYỄN HỮU HÙNG*, HỒ THỊ THU LAN** 76
Khoa Kinh tế, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
*Email liên hệ: huuhung@vimaru.edu.vn
-

- 17** **CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ VÀ SỰ HÀI LÒNG CỦA KHÁCH HÀNG TRONG THƯƠNG MẠI ĐIỆN TỬ VIỆT NAM**
E-SERVICE QUALITY AND CUSTOMER SATISFACTION IN VIETNAM'S E-COMMERCE
NGUYỄN THỊ HOA 81
Khoa Quản trị - Tài chính, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email liên hệ: hoanguyen@vamaru.edu.vn
-
- 18** **THỰC TRẠNG VÀ CÁC GIẢI PHÁP CẢI THIỆN MÔI TRƯỜNG ĐẦU TƯ TRỰC TIẾP NƯỚC NGOÀI TẠI VIỆT NAM**
SITUATION AND SOLUTIONS TO IMPROVE THE ENVIRONMENT FOR FOREIGN DIRECT INVESTMENT IN VIETNAM
NGUYỄN THỊ THU HƯƠNG 86
Khoa Kinh tế, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email liên hệ: huongntt.ktb@vamaru.edu.vn
-
- 19** **VỀ MÔ HÌNH CÂN BẰNG NASH-COURNOT CHO THỊ TRƯỜNG SẢN XUẤT ĐIỆN PHÂN BIỆT**
THE DIFFERENTIATED NASH-COURNOT EQUILIBRIUM MODEL FOR ELECTRICITY PRODUCTION MARKET
VŨ TUẤN ANH 92
Khoa Cơ sở Cơ bản, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email liên hệ: anhvt246@vamaru.edu.vn
-
- 20** **ĐẠO LUẬT Ô NHIỄM DẦU CỦA MỸ VÀ LIÊN HỆ TỚI VIỆT NAM**
OIL POLLUTION ACT OF USA AND REFERENCE TO VIETNAM SITUATIONS
PHẠM VĂN TÂN 97
Trung Tâm Huấn luyện thuyền viên, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email liên hệ: phamvantan@vamaru.edu.vn
-

KHOA HỌC - KỸ THUẬT

ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ BIẾN DẠNG CỦA PHÉP CHIẾU HẢI ĐỒ MERCATOR TỚI CÔNG TÁC DẪN TÀU AN TOÀN

THE EFFECT OF DISTORTION OF MERCATOR PROJECTION CHART ON SAFE NAVIGATION

NGUYỄN THÁI DƯƠNG

Khoa Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: nguyenthaiduong@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Hải đồ đi biển là một tài liệu quan trọng phục vụ công tác dẫn tàu an toàn. Nhiều phép chiếu được sử dụng để xây dựng hải đồ với các ứng dụng khác nhau trong hàng hải. Trong số đó, chỉ có duy nhất phép chiếu Mercator thỏa mãn các yêu cầu cơ bản của hải đồ đi biển. Vì thế, hầu hết hải đồ đi biển đang được sử dụng trên tàu hiện nay là hải đồ Mercator. Tuy nhiên, hải đồ Mercator có hạn chế là độ biến dạng tăng dần về hai cực của trái đất. Điều này dẫn đến việc phải sử dụng một số phép chiếu khác để xây dựng hải đồ đi biển thay thế hải đồ Mercator tại một số khu vực có độ biến dạng lớn. Bài báo tập trung nghiên cứu mức độ biến dạng của phép chiếu Mercator và ảnh hưởng của nó tới công tác dẫn tàu an toàn.

Từ khóa: Phép chiếu Mercator, độ biến dạng của hải đồ, độ chính xác yêu cầu.

Abstract

Nautical charts are important document for safety navigation. There are many map projections used to build charts with different applications in navigation. It is common knowledge that only the Mercator projection satisfies the basic requirements of the nautical chart. Therefore, today, most of the sea charts being used on ships are Mercator charts. However, the increasing distortion to the poles of the earth is the weak point of Mercator charts. Thus, it is necessary to find out the other projections instead of Mercator charts in the areas with large distortion. The aim of this research is to focus on the distortion of Mercator projection and its effect on safe navigation.

Keywords: Mercator projection, chart distortion, required accuracy.

1. Đặt vấn đề

Không có quy định chính thức của Tổ chức hàng hải Quốc tế về giá trị tỷ lệ xích cụ thể đối với hải đồ đi biển nhưng trên thực tế, hải đồ đi biển được dùng để dẫn tàu thường có tỷ lệ xích không nhỏ hơn 1:500.000, bao gồm 3 loại cơ bản sau: hải đồ cảng, dùng cho tàu chạy luồng ra vào cảng, ra vào cầu, tỷ lệ xích $\geq 1:50.000$; hải đồ tiếp cận, dùng cho tàu nhập bờ, vào khu neo đậu, chạy eo, kênh hẹp, tỷ lệ xích từ 1: 50.000 ÷ 1: 150.000; hải đồ hàng hải, dùng cho tàu chạy dọc theo tuyến hàng hải dự tính, tỷ lệ xích từ 1:150.000 ÷ 1:500.000 [1]. Hải đồ đi biển đang sử dụng phổ biến trên tàu là hải đồ Mercator. Do hạn chế của hải đồ Mercator, một số vùng biển, phép chiếu Gnomonic được sử dụng để xây dựng hải đồ đi biển (Hình 1). Việc thay thế hải đồ đi biển Mercator bằng hải đồ Gnomonic xuất phát từ hai vấn đề cơ bản sau:

Độ biến dạng của phép chiếu Mercator: Phép chiếu Mercator thỏa mãn các yêu cầu cơ bản của hải đồ đi biển. Tuy nhiên, nhược điểm của phép chiếu là độ biến dạng lớn dần về hai cực của trái đất. Độ biến dạng này có thể ảnh hưởng tới an toàn hàng hải khi sử dụng hải đồ Mercator để dẫn tàu ở vùng biển có vĩ độ cao tới giới hạn nhất định.

Hải đồ Gnomonic là một phương án thay thế hải đồ Mercator: Khu vực vĩ độ mà phép chiếu Mercator có độ biến dạng lớn, hải đồ Gnomonic được sử dụng. Tuy nhiên, phép chiếu Gnomonic không thỏa mãn các yêu cầu của hải đồ đi biển. Do vậy, cần phải xác định cơ sở lý thuyết và thực tiễn của việc sử dụng phép chiếu Gnomonic để xây dựng hải đồ đi biển. Mặt khác, sĩ quan hàng hải trên tàu cần xác định được điều kiện sử dụng hải đồ Gnomonic dẫn tàu an toàn.

Trong khuôn khổ bài báo, tác giả tập trung nghiên cứu vấn đề thứ nhất, đó là mức độ biến dạng của phép chiếu hải đồ Mercator và ảnh hưởng của nó tới công tác dẫn tàu an toàn. Vấn đề thứ hai là xác định cơ sở lý thuyết và thực tiễn khi sử dụng hải đồ Gnomonic thay thế hải đồ Mercator để dẫn tàu sẽ đề cập trong các nghiên cứu tiếp theo.

2. Yêu cầu cơ bản của hải đồ đi biển

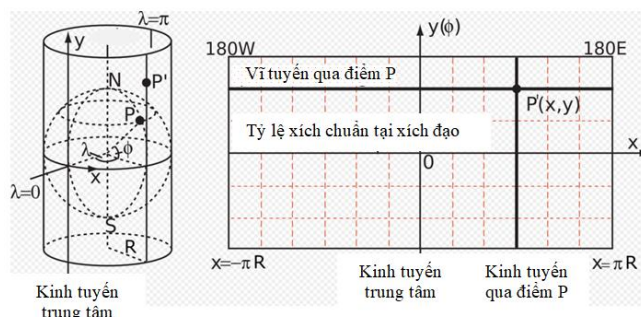
Lập kế hoạch và thực hiện chuyến đi biển, sĩ quan hàng hải cần thực hiện trên hải đồ một số nghiệp vụ sau: lập tuyến hàng hải dự tính; đo đạc, kẻ vẽ phương vị và khoảng cách tới mục tiêu; thao tác đường vị trí để xác định vị trí tàu;... Do vậy, phép chiếu hải đồ cần thỏa mãn các yêu cầu cơ bản sau [2]:

Đường hằng hướng trên hải đồ là đường thẳng: trên biển, đường hằng hướng cắt kinh tuyến dưới các góc bằng nhau, đó chính là đường dẫn tàu. Tàu luôn được điều khiển theo một hướng đi la bàn nhất định, khi đó, trọng tâm tàu sẽ dịch chuyển trên đường hằng hướng. Vì vậy, đường hằng hướng trên hải đồ phải là đường thẳng để người đi biển có thể thao tác tuyến hàng hải dự tính, đo đạc hướng và quãng đường tàu chạy trên tuyến đường đã định.

Phép chiếu phải đẳng giác: nếu phép chiếu không đẳng giác, góc thực tế trên bề mặt trái đất không bằng góc tương ứng trên hải đồ, điều này có nghĩa, người đi biển không thể thao tác chính xác hướng đi của tàu hay phương vị tới mục tiêu trên hải đồ.

3. Phép chiếu Mercator

Phép chiếu Mercator là phép hình trụ đẳng giác, cho hình trụ tiếp xúc với bề mặt trái đất tại xích đạo, trục hình trụ trùng với trục trái đất, tâm chiếu là tâm trái đất. Chiếu toàn bộ các điểm trên bề mặt trái đất lên mặt trụ, trải mặt trụ theo đường sinh, kết quả nhận được mặt phẳng chiếu (hải đồ) phản ánh toàn bộ bề mặt trái đất (Hình 1).



Hình 1. Phép chiếu Mercator thường

Phép chiếu Mercator là phép duy nhất thỏa mãn các yêu cầu của hải đồ đi biển. Đặc điểm của các đường cơ bản phục vụ công tác dẫn tàu trên hải đồ Mercator như sau [3]:

- Đường kinh tuyến là các đường thẳng song song cách đều nhau;
- Đường vĩ tuyến là các đường thẳng song song, cách nhau theo hiệu vĩ độ tiến và vuông góc với kinh tuyến;
- Đường hằng hướng là đường thẳng;
- Cung vòng lớn là đường cong có bề lõm quay về xích đạo.

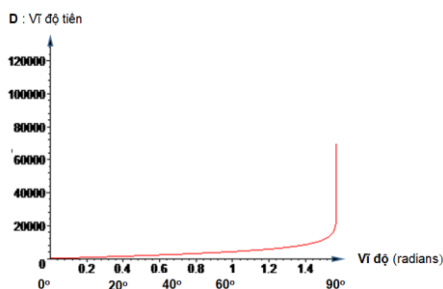
4. Độ tăng tỉ lệ xích dọc theo kinh tuyến của phép chiếu Mercator

Thỏa mãn yêu cầu cơ bản của hải đồ đi biển, phép chiếu Mercator có độ biến dạng nhất định, càng gần cực trái đất, độ biến dạng càng lớn. Đối với điều kiện đẳng giác, cung kinh tuyến trên bề mặt trái đất được kéo dài theo vĩ độ tiến trên hải đồ, giá trị vĩ độ tiến được xác định theo công thức:

$$D = 7929,915 \cdot \log_{10} \left\{ \left[\tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right) \times \left(\frac{1-e \sin \varphi}{1+e \sin \varphi}\right)^{\frac{e}{2}} \right] \right\} \quad (1)$$

Trong đó: D: vĩ độ tiến; φ : vĩ độ tương ứng; e: độ lệch tâm của ellipsoid.

Độ tăng tỉ lệ xích dọc theo kinh tuyến, biểu diễn dưới dạng đồ thị (Hình 2).



Hình 2. Đồ thị biến thiên của vĩ độ tiến

Trường hợp áp dụng mô hình trái đất là ellipsoid quốc tế WGS - 84, với các thông số: bán trục lớn $a = 3.443,918$ hải lý, bán trục nhỏ $b = 3.432,372$ hải lý, tính toán giá trị và độ tăng vĩ độ tiến (IF = MP/LAT) tại các vĩ độ khác nhau cho kết quả như sau (Bảng 1):

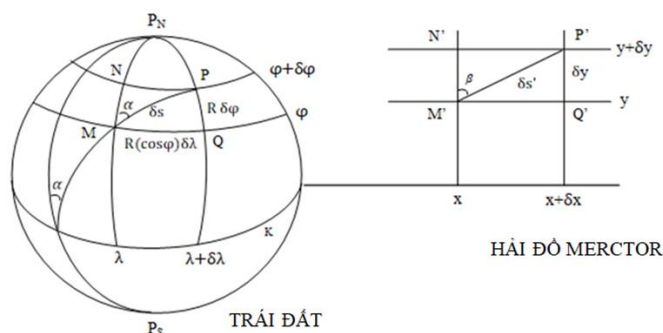
Bảng 1. Độ tăng vĩ độ tiến tại các vĩ độ khác nhau

Latitude	Meridional Parts (MP)	Increasing Factor
0°	0	-
10°	600,15	1,00
20°	1219,45	1,02
28°	1743,48	1,04
30°	1880,23	1,05
40°	2612,57	1,09
50°	3463,03	1,15
60°	4415,50	1,25
70°	5454,92	1,42
80°	6567,48	1,74
85°	10760,93	2,11
89°	16305,71	3,05
89°5	18692,92	3,48
89°8	21848,57	4,06
89°9	24235,71	4,49
90°0	128543,35	23,80

5. Độ tăng tỷ lệ xích theo hướng bất kỳ của hải đồ Mercator

Vĩ độ tiến kéo dài thể hiện độ biến dạng dọc theo kinh tuyến. Để phép chiếu thỏa mãn điều kiện đẳng giác, các đường vĩ tuyến cũng kéo dài theo xích đạo, điều này dẫn đến độ tăng tỷ lệ xích của hải đồ Mercator.

Xét một khu vực vô cùng bé lân cận vị trí $M(\varphi, \lambda)$ trên bề mặt trái đất là MNPQ, trên mặt phẳng chiếu trở thành M'N'P'Q' (Hình 3).



Hình 3. Độ tăng tỷ lệ xích trên hải đồ Mercator

Trên hải đồ Mercator, đường kinh tuyến song song và vuông góc với xích đạo nên khoảng cách dọc vĩ tuyến tính theo công thức $x = R(\lambda - \lambda_0)$ và $\delta x = R \delta \lambda$, ta có:

Hệ số tỷ lệ xích dọc theo kinh tuyến:

$$m_{(\varphi)} = \frac{M'N'}{MN} = \frac{\delta y}{R \delta \varphi} = \frac{y'(\varphi)}{R} \quad (2)$$

Hệ số tỷ lệ xích dọc theo vĩ tuyến:

$$p_{(\varphi)} = \frac{M'Q'}{MQ} = \frac{\delta x}{R \cos \delta \varphi} = \sec \varphi \quad (3)$$

Thỏa mãn điều kiện đẳng giác, hệ số tỷ lệ xích SF trên các hướng là như nhau:

$$SF = \frac{M'P'}{MP} = \frac{\delta s}{\delta s} = m_{(\varphi)} = \frac{M'N'}{MN} = p_{(\varphi)} = \frac{M'Q'}{MQ} = \sec \varphi \quad (4)$$

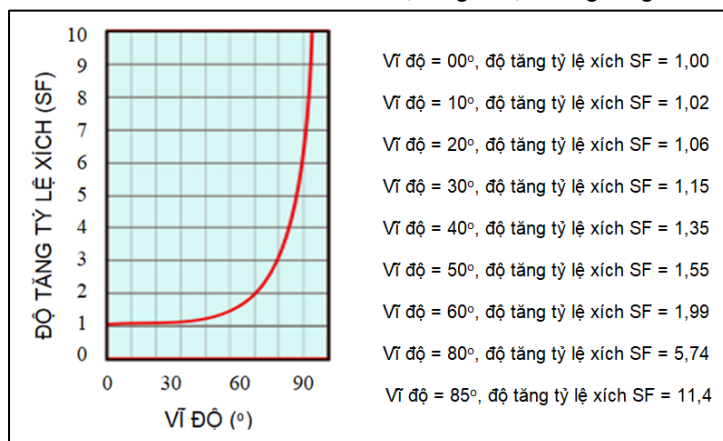
Trong đó:

- SF: hệ số tỷ lệ xích;
- R: bán kính trái đất;

- λ_0 : kinh tuyến gốc trong hệ tọa độ địa dư;
 - $\delta\varphi, \delta\lambda$: số gia vĩ độ và kinh độ của vô cùng bé lân cận vị trí $M(\varphi, \lambda)$ trên bề mặt trái đất;
 - $\delta x, \delta y$: giá trị tương ứng của số gia vĩ độ $\delta\varphi$ và số gia kinh độ $\delta\lambda$ trên hải đồ Mercator.
- Trường hợp mô hình trái đất là ellipsoid, hệ số tỉ lệ xích là:

$$SF = \sec\varphi \sqrt{1 - e^2 \sin^2\varphi} \quad (5)$$

Độ tăng tỉ lệ xích trên hải đồ Mercator có đồ thị và giá trị tương ứng như sau (Hình 4):



Hình 4. Độ tăng tỉ lệ xích của phép chiếu Mercator

6. Ảnh hưởng của độ biến dạng trên hải đồ Mercator tới an toàn hàng hải

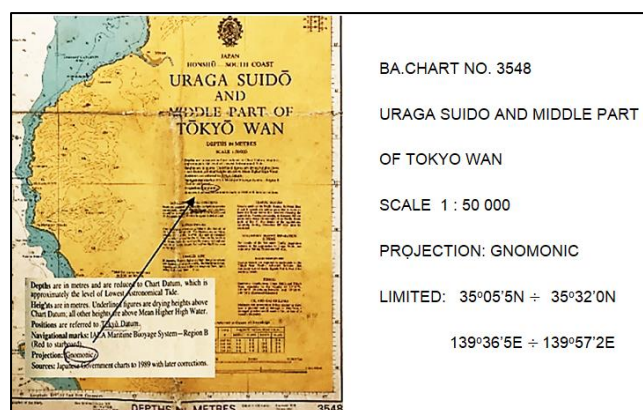
Mức độ biến dạng trên hải đồ Mercator bao gồm: biến dạng dọc theo kinh tuyến, biến dạng ngang theo vĩ tuyến và biến dạng theo hướng bất kỳ. Độ tăng tỉ lệ xích dọc theo kinh tuyến (Bảng 1) cho biết mức độ biến dạng (sai số) về khoảng cách trên hải đồ Mercator. Theo nghị quyết A.529 (13) [4] của Tổ chức hàng hải Quốc tế, độ chính xác yêu cầu đối với vị trí tàu xác định không vượt quá 4% khoảng cách tới điểm nguy hiểm gần nhất hoặc 4 hải lý, lấy giá trị lớn hơn. Đối sánh với Bảng 1 và tham chiếu Hình 4 để tính toán hệ số tăng tỉ lệ xích, trên cơ sở đó đánh giá sai số khoảng cách khi xác định diện tích xác suất chứa vị trí tàu có thỏa mãn điều kiện của nghị quyết hay không?

Vùng biển có vĩ độ $\varphi \leq 28^\circ$, hệ số tỉ lệ IF $< 1,04$ (4%), điều kiện này đáp ứng yêu cầu của nghị quyết A.529 (13) khi xác định diện tích xác suất chứa vị trí tàu.

Vùng biển có vĩ độ $\varphi \geq 28^\circ$, hệ số tỉ lệ IF $> 1,04$ (4%), điều kiện này không đáp ứng yêu cầu của nghị quyết A.529 (13).

Vùng vĩ độ cao $\varphi \geq 60^\circ$, hệ số tỉ lệ IF $> 1,25$, đặc biệt là từ vĩ độ 85° trở lên, biến dạng cực lớn IF = $2,11 \div 23,80$. Do vậy, khu vực này được xác định là hàng hải vùng cực, thường sử dụng phép chiếu phối cảnh phương vị để xây dựng hải đồ đi biển [5]. Áp dụng phương pháp dẫn tàu theo hướng dẫn trong nghị quyết A1024 (26) của Tổ chức hàng hải Quốc tế [6].

Vùng biển có $\varphi = 28^\circ \div 60^\circ$, độ biến dạng lớn, hệ số IF = $1,04$ (4%) $\div 1,26$ (26%). Tùy thuộc khu vực tàu hoạt động, độ biến dạng này có thể ảnh hưởng tới an toàn hàng hải. Do vậy, trong một số trường hợp, cơ quan bảo đảm an toàn hàng hải xây dựng hải đồ đi biển bằng phép chiếu Gnomonic (Hình 5).



Hình 5. Hải đồ Gnomonic BA. 3548

7. Kết luận

Trong bài báo, tác giả đã nghiên cứu mức độ biến dạng của phép chiếu Mercator và ảnh hưởng của nó tới công tác dẫn tàu. Kết quả nghiên cứu cho thấy những hạn chế của phép chiếu Mercator khi sử dụng ở vùng vĩ độ trung bình và vĩ độ cao. Trường hợp độ biến dạng của phép chiếu Mercator ảnh hưởng tới an toàn hàng hải, một phương án được áp dụng là sử dụng phép chiếu Gnomonic xây dựng hải đồ đi biển. Trong các nghiên cứu tiếp theo, tác giả sẽ phân tích cơ sở lý thuyết và thực tiễn của việc thay thế hải đồ đi biển Mercator bằng hải đồ Gnomonic; phương pháp thao tác tuyến hàng hải dự tính, xác định vị trí tàu khi đường hằng hướng là đường cong và phép chiếu không đẳng giác trên hải đồ Gnomonic (ví dụ hải đồ gnomonic BA. 3548).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1] Adam Weintrit. *Reliability of navigational charts and confidence in the bathymetric data presented*. Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin, 2019.
- [2] *Admiralty manual of navigation*. London her majesty's stationery office, 1987.
- [3] Karen Veize. *Mercator's projection: A comparative and analysis of rhumb line and great circles*. Whitman College, 2013.
- [4] IMO. Resolution A. 529 (13). *Accuracy standards for navigation*, 1983.
- [5] Daniel Daners. *The Mercator and stereographical projections and many in between*. The University of Sydney Australia, 2016.
- [6] IMO. Resolution A. 1024 (26). *Guideline for ships operating in polar water*, 2009.

Ngày nhận bài:	17/9/2019
Ngày nhận bản sửa:	23/10/2019
Ngày duyệt đăng:	14/11/2019

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG DẪN ĐƯỜNG THEO ĐỊNH VỊ THỦY ÂM TRỢ GIÚP HỆ THỐNG DẪN ĐƯỜNG QUÁN TÍNH THE APPLICATION OF THE ACOUSTIC POSITIONING SYSTEM TO AID THE INERTIAL NAVIGATION SYSTEM

NGUYỄN QUANG HUY^{1*}, NGUYỄN VIỆT THÀNH², PHẠM XUÂN DƯƠNG³

¹NCS Ngành Khoa học Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

²Trung tâm Huấn luyện thuyền viên, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

³Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: huyhanghai@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Đối với các phương tiện ngầm, khi hành trình ngầm dưới nước chủ yếu dùng hệ thống dẫn đường quán tính để xác định vị trí, phục vụ mục đích dẫn đường. Ưu điểm của hệ thống dẫn đường quán tính là hoạt động tự trị, không cần các nguồn thông tin tham khảo bên ngoài. Tuy nhiên, sau một thời gian, tích lũy sai số của hệ thống dẫn đường quán tính lớn dần và không đủ độ tin cậy để dẫn đường và cần cập nhật lại vị trí. Bài báo đề xuất phương án xây dựng các trạm phát thủy âm phục vụ định vị phương tiện ngầm, từ đó cung cấp thông tin vị trí cho hệ thống dẫn đường quán tính để nâng cao chất lượng dẫn đường của hệ thống dẫn đường quán tính.

Từ khóa: Thiết bị ngầm, hệ thống quán tính, trạm thủy âm.

Abstract

During the submerging phase of operation, underwater vehicles rely mostly on inertial navigation system (INS) for positioning and navigating. The advantages of an INS are its autonomy and its independence from any other external sources of reference information. However, after a period of time, the accumulated error of the inertial navigation system tends to grow significantly and needs updating. This study focuses on a plan of constructing an acoustics station network for enhancing the position accuracy of underwater vehicles.

Keywords: Underwater vehicles, INS, acoustics stations.

1. Giới thiệu

Hệ thống dẫn đường vệ tinh GPS (Global Position System) của Mỹ hiện nay được sử dụng rộng rãi cho nhiều mục đích khác nhau, như ứng dụng trên các thiết bị di động, hoặc hỗ trợ định vị trong quá trình hoạt động cho các thiết bị như: Tàu mặt nước, máy bay, tên lửa, bom hành trình, hay thiết bị bay không người lái,... Đối với hệ thống GPS, tín hiệu vô tuyến được thu phát bởi các vệ tinh GPS, ngoài ra GPS còn có các hệ thống khác có thể làm việc ở mọi địa điểm và góc độ trên bề mặt Trái đất, tuy nhiên chúng không thể xuyên qua bề mặt nước.

Đặc thù hoạt động của phương tiện ngầm là hoạt động dưới mặt nước, do đó chúng cần có phương pháp dẫn đường riêng. Hệ thống dẫn đường quán tính INS (Inertial Navigation System) đáp ứng được yêu cầu đó với việc hoạt động tự trị, không cần nguồn tham khảo thông tin bên ngoài. Sau khi được cung cấp vị trí đầu tiên, nhờ các cảm biến con quay và gia tốc kế, nó liên tục cung cấp các thông tin phục vụ dẫn đường cho phương tiện ngầm như hướng đi, vận tốc, vị trí và tư thế của phương tiện. Tuy nhiên, theo thời gian do sự trôi con quay và thuật toán của hệ thống dẫn đường quán tính là tích phân 2 lần nên dẫn đến sai số lớn và phải cập nhật lại vị trí ban đầu [4]. Bản chất của hệ thống dẫn đường quán tính là dẫn đường dự tính, do đó nó cần sử dụng một phương pháp quan trắc hiệu quả để cập nhật và bù trừ các sai lệch. Hiện nay có rất nhiều phương án kết hợp để giảm sai số cho hệ thống dẫn đường quán tính như kết hợp INS/ GPS, INS/ DVL (kết hợp giữa hệ thống dẫn đường quán tính và máy tính đường tuyệt đối),... Phương án kết hợp giữa INS/ GPS được đánh giá là hiệu quả nhất hiện nay. Tuy nhiên khi phương tiện ngầm hành trình ngầm dưới nước, chúng không thể nhận tín hiệu từ hệ thống GPS.

Do vậy, để các tàu ngầm hoặc các thiết bị ngầm sử dụng được tín hiệu GPS cho dẫn đường hoặc định vị thì cần thiết phải nhô lên khỏi mặt nước theo chu kỳ hoặc ở những thời điểm cần thiết. Việc này có thể là bình thường đối với các tàu ngầm hoặc thiết bị ngầm phục vụ nghiên cứu trong các lĩnh vực dân sự, còn đối với các tàu ngầm hoặc thiết bị ngầm quân sự điều này lại là không thể, bởi vì việc đảm bảo yếu tố bí mật, bất ngờ, hoặc yếu tố an toàn trong tác chiến,... Vì vậy, vấn đề đặt ra đối với các nhà khoa học là cần phải nghiên cứu, thiết kế, chế tạo Hệ thống định vị cho dẫn đường trong lòng đại dương là điều cấp thiết trong chiến tranh hiện đại. Hệ thống định vị thủy âm được nghiên cứu và phát triển từ những năm 1960 tại Mỹ. Hệ thống này ra đời đã đóng một vai trò quan trọng trong việc xác định vị trí cho các thiết bị dưới nước và trong các công trình dầu khí ngoài khơi.

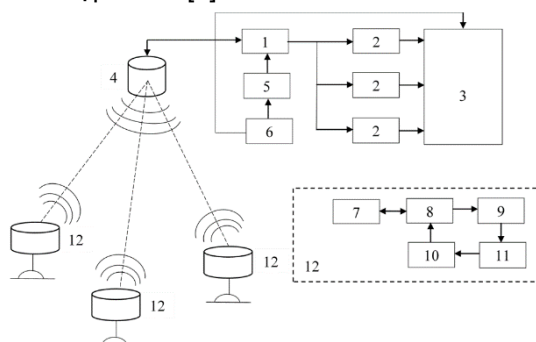
Do có những ưu điểm quan trọng về mặt kỹ thuật nên người ta đã đưa hệ thống định vị thủy âm ứng dụng trong lĩnh vực quân sự.

2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống dẫn đường thủy âm

Về cơ bản, hệ thống này được nghiên cứu thiết kế chế tạo bao gồm các nguồn phát và thu sóng âm bán kính hoạt động lớn, được bố trí ở những vị trí cụ thể trong lòng đại dương. Mỗi thiết bị ngầm sử dụng trong Hệ thống này cần phải trang bị đầy đủ thiết bị thu phát tương tự như thiết bị thu phát tín hiệu GPS. Khi này hệ thống sẽ xử lý tín hiệu từ một số nguồn phát dao động âm nhất định và cho phép xác định chính xác vị trí tức thời, độ sâu và tốc độ chuyển động của thiết bị ngầm đó. Vấn đề đặt ra đối với các nhà khoa học là tín hiệu sóng âm ở trong môi trường nước sẽ nhiều hơn so với sóng vô tuyến của hệ thống GPS, tuy nhiên các nhà khoa học sẽ có phương án xử lý trừ khử nhiễu để việc dẫn đường bằng định vị thủy âm đạt độ chính xác cao.

Định vị thủy âm dựa trên cơ sở các nguyên lý của thủy âm học. Các hệ thống dẫn đường này có thể là: các máy đo tốc độ thủy âm có thể bảo đảm đo tốc độ của tàu tương đối với đáy biển; các hệ thống xác định chính xác vị trí của các đối tượng trong đại dương, dựa trên cơ sở sử dụng các hải đăng thủy âm (phao tiêu thủy âm); các hệ thống đo độ sâu cho phép xác định vị trí của đối tượng theo các đặc trưng của địa hình đáy đại dương,...

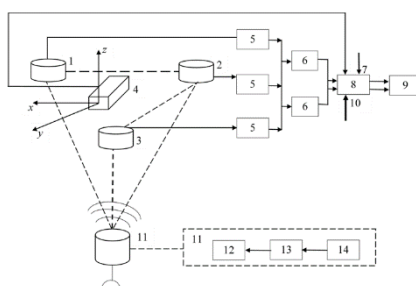
Các hệ thống dẫn đường với các đài mồi thủy âm (các transponder và responder) đặt ở đáy biển để xác định tọa độ của các đối tượng nổi trên mặt và ngầm dưới nước. Các đài mồi thủy âm là cơ cấu độc lập, tự động phát tín hiệu vào môi trường nước xung quanh khi thu được tín hiệu yêu cầu hoặc theo chương trình đã lập trước [1].



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc của hệ thống dẫn đường thủy âm với đường đáy cơ sở

1- Bộ chuyển mạch thu - phát; 2- Bộ khuếch đại kênh thu; 3- Máy đếm các khoảng cách và bộ tính toán các tọa độ; 4- Ăng ten thu-phát trên khoang; 5- Bộ khuếch đại công suất; 6- Máy phát chủ; 7- Ăng ten thu-phát; 8- Bộ chuyển mạch thu-phát; 9- Khuếch đại thu; 10- Máy phát; 11- Bộ giải mã; 12- Các đài mồi thủy âm.

Định vị thủy âm có thể cung cấp vị trí chính xác với độ ổn định cao trong một khu vực giới hạn, có thể phát triển và ứng dụng ở khoảng cách xa ngoài khơi. Hệ thống định vị thủy âm đo khoảng cách và hướng đến mồi tín hiệu được đặt dưới đáy biển hoặc đặt trên ROV (Remotely Operated Vehicle - thiết bị được vận hành từ xa) và cá kéo. Độ chính xác đạt được phụ thuộc vào kỹ thuật sử dụng, khoảng cách và điều kiện môi trường. Độ chính xác dao động trong khoảng từ vài mét đến dm. Định vị thủy âm góp phần quan trọng trong việc hỗ trợ, hiệu chỉnh hệ thống dẫn đường quán tính để cung cấp vị trí tàu chính xác hơn [1].



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc hệ thống với đáy cơ sở ngắn và đài mồi thủy âm

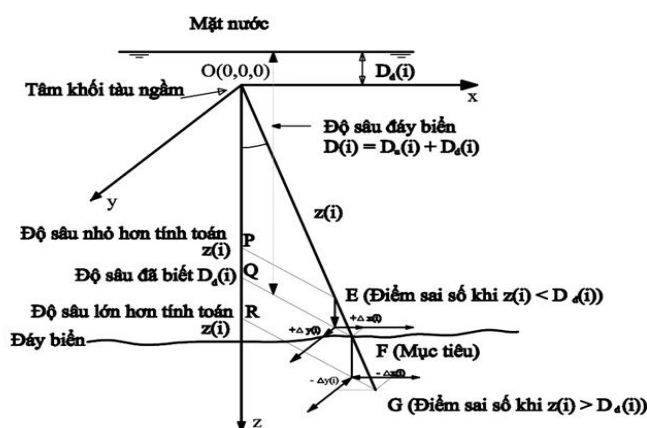
1, 2, 3- Các máy thu; 4- Cảm biến định hướng thẳng đứng của tàu; 5- Các kênh thu; 6- Các bộ biến đổi khoảng cách thời gian thành điện áp hoặc mã; 7- Đưa vào các số liệu về sự dịch chuyển của máy thu; 8- Bộ tính toán và biến đổi các tọa độ; 9- Bộ hiển thị; 10- Đưa vào các số liệu về sự dịch chuyển của đài mồi thủy âm tương đối với điểm chuẩn trên đáy đất và độ sâu đặt của nó; 11- Đài mồi thủy âm; 12- Ăng ten phát; 13- Khuếch đại công suất; 14- Máy phát chủ.

3. Xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu phục vụ định vị, dẫn đường cho tàu ngầm bằng phương pháp định vị thủy âm

Xây dựng cơ sở dữ liệu hải dương, cho phép lưu trữ thông tin thu thập được từ các điểm khảo sát yếu tố hải dương trên biển. Các nguồn số liệu này sau khi xử lý được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu, đây là nguồn dữ liệu được sử dụng để tính toán sự ảnh hưởng của yếu tố môi trường nước biển đến tác nghiệp vị trí của tàu ngầm. Cơ sở dữ liệu hải dương cho phép lưu trữ thông tin với số lượng lớn và thuận tiện trong công tác truy vấn dữ liệu.

Xây dựng phần mềm ứng dụng kết hợp công nghệ GIS tính toán vị trí của tàu và mô phỏng trực quan quá trình chuyển động của tàu ngầm trong lòng biển trên nền hải đồ điện tử. Quá trình tính toán phần mềm được kết nối với cơ sở dữ liệu hải dương để tính toán sự ảnh hưởng của yếu tố môi trường.

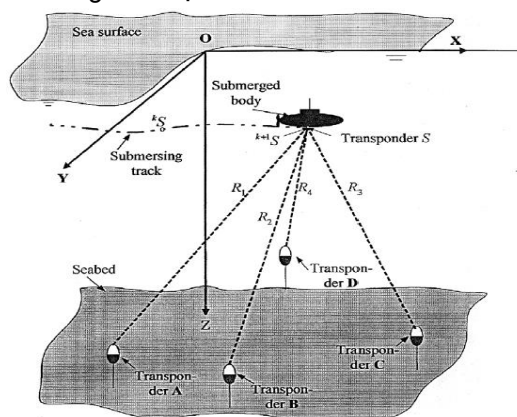
Để phục vụ định vị dẫn đường cho tàu bằng phương pháp định vị thủy âm, yêu cầu cần xây dựng hệ thống các trạm phát tín hiệu sóng âm dưới lòng biển. Trong cơ sở dữ liệu cho phép lưu trữ thông tin các trạm phát sóng âm và thường xuyên được cập nhật khi có thông tin thay đổi. Các thông số của trạm thủy âm sẽ là cơ sở để tính toán khoảng cách từ trạm phát sóng đến điểm thu sóng trên tàu, từ đó xác định được vị trí của tàu. Tương tự như các hệ thống "POSYDON" của Mỹ [5] và hệ thống "Positioner" của Nga [6], tàu ngầm thu được tín hiệu vị trí từ 3 trạm phát thủy âm trở lên sẽ xác định được vị trí quan trắc, từ đó đồng chỉnh hệ thống dẫn đường quán tính, nâng cao độ chính xác dẫn đường. Hệ thống này có chức năng tương tự các trạm DGPS được lắp trên bờ để hiệu chỉnh vị trí tàu theo GPS.



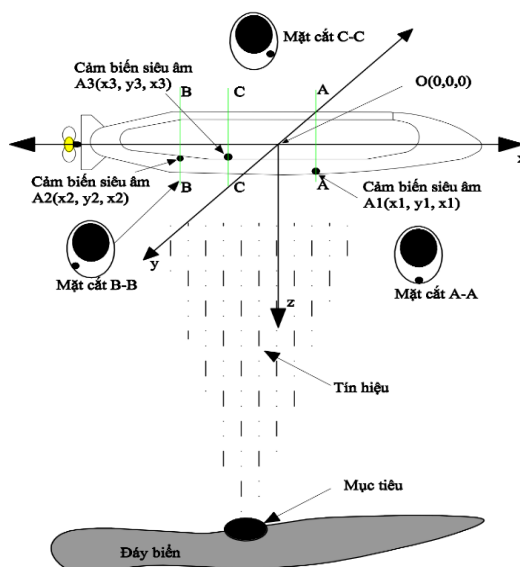
Hình 3. Sự lan truyền âm trong nước

Cơ sở dữ liệu được tổ chức và thu thập sẽ cho phép lưu trữ giá trị vận tốc truyền âm thanh trong môi trường nước biển. Vận tốc âm thanh tại các điểm khảo sát sẽ được lưu trữ theo các tầng nước tiêu chuẩn. Trong quá trình tính toán tùy thuộc vào tầng nước hoạt động của tàu mà sử dụng các nguồn dữ liệu cho phù hợp.

Từ bảng thông tin về các trạm thủy âm trong cơ sở dữ liệu hải dương xác định thông tin vận tốc âm của từng trạm thủy âm đã được khảo sát trước đó. Các trạm thủy âm có thể được bố trí như Hình 4, các máy thu âm trên tàu ngầm được bố trí như Hình 5.



Hình 4. Sơ đồ bố trí trạm thủy âm phục vụ định vị phương tiện ngầm [2]



Hình 5. Bố trí các máy thu âm trên tàu ngầm

Giá trị vận tốc âm trung bình của đường truyền được xác định là giá trị trung bình của vận tốc âm tại vị trí hiện tại của tàu và trạm thủy âm phát tín hiệu đến.

$$V_{tb} = (V_{trạm} + V_{tàu})/2 \quad (1)$$

Sau khi tính được giá trị vận tốc âm trung bình tại mỗi đường truyền chúng ta dễ dàng tính được khoảng cách từ các trạm thủy âm đến tàu.

Trong danh sách đó chúng ta chọn ra 3 trạm có khoảng cách gần tàu nhất để sử dụng tính toán vị trí hiện tại của tàu.

Giả sử tọa độ hiện tại của tàu là $P(\varphi, \lambda, h)$ ta sử dụng công thức:

$$(\varphi - \varphi_{Ti})^2 + (\lambda - \lambda_{Ti})^2 + (h - h_{Ti})^2 = d_i^2 \quad (i) \quad (2)$$

Trong đó: $\varphi_{Ti}, \lambda_{Ti}, h_{Ti}$ là tọa độ của trạm thủy âm thứ i ;
 d_i là khoảng cách từ trạm thủy âm thứ i đến tàu.

Từ ít nhất 3 phương trình trở lên ta xác định được hệ phương trình bậc 3 với 3 ẩn số là: φ, λ, h . Giải ma trận bậc 3 ta thu được φ, λ, h đây là tọa độ sơ bộ của tàu. Sử dụng bộ lọc Kalman để hiệu chỉnh tọa độ tàu.

Thời gian giữa 2 lần tính toán của tàu là:

$$\Delta t = k+1t - kt \quad (3)$$

Vì khoảng thời gian là rất ngắn ta coi quãng đường di chuyển là một đường thẳng do vậy quãng đường đi được có thể xác định theo công thức:

$$d_s = v_s(k_t)\Delta t + \frac{1}{2} \cdot \frac{v_s(k_{t+1}) - v_s(k_t)}{dt} (\Delta t)^2 \quad (4)$$

Quãng đường đi được có thể tính theo công thức tọa độ:

$$dm = [(k+1\varphi_m - k\varphi_m)^2 + (k+1\lambda_m - k\lambda_m)^2 + (k+1h_m - kh_m)^2]^{1/2} \quad (5)$$

Giải bài toán cho đến khi thỏa mãn công thức sau:

$$\varepsilon = \frac{|d_m - d_s|}{d_s} < \delta \quad (6)$$

Trong đó, δ là giá trị hội tụ, thông thường là 0.0001 [2]. Ta tính được giá trị tọa độ của tàu φ, λ, h sau hiệu chỉnh và từ đó cập nhật cho hệ thống dẫn đường quán tính.

4. Kết luận

Như vậy, định vị thủy âm có thể cung cấp vị trí chính xác với độ ổn định cao trong một khu vực giới hạn, có thể phát triển và ứng dụng ở khoảng cách xa ngoài khơi. Hệ thống định vị thủy âm đo khoảng cách và hướng đến mồi tín hiệu được đặt dưới đáy biển hoặc đặt trên ROV (Remotely operated vehicle - thiết bị được vận hành từ xa) và cá kéo. Độ chính xác đạt được phụ thuộc vào kỹ

thuật sử dụng, khoảng cách và điều kiện môi trường. Độ chính xác dao động trong khoảng từ vài mét đến dm. Định vị thủy âm góp phần quan trọng trong việc hỗ trợ, hiệu chỉnh hệ thống dẫn đường quán tính để cung cấp vị trí tàu chính xác hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Quân chủng Hải quân. *Các phương tiện dẫn đường thủy âm*. 2015.
- [2] Wen-Hui Cheng. *A study of increasing the precision of navigation position for submerged body*. 2003.
- [3] Wen-Hui Cheng & Jhih-Syue Jhou. *Real-Time Adjustment Underwater Positioning System for Submarines*. Marine Geodesy. 2010.
- [4] Nguyễn Việt Thành, Nguyễn Quang Huy. *Hệ thống dẫn đường quán tính*. Tạp chí Khoa học công nghệ Hàng hải. Số 23, tr. 107. 2010.
- [5] <https://www.darpa.mil/program/positioning-system-for-deep-ocean-navigation>, truy cập ngày 31/5/2019.

Ngày nhận bài:	30/6/2019
Ngày nhận bản sửa:	08/7/2019
Ngày duyệt đăng:	10/7/2019

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH THỜI GIAN CỦA CHU KỲ BẢO TRÌ XÉC MĂNG
PHÙ HỢP CHO ĐỘNG CƠ DIESEL- IVECO N40 ENT M25 TRANG BỊ
TRÊN TÀU HẢI QUÂN HQ888 Ở ĐIỀU KIỆN KHAI THÁC CỦA VIỆT NAM**
RESEARCH ON DEFINING REPLACEMENT PERIOD OF PISTON RINGS OF
DIESEL ENGINE- IVECO N40 ENT M25 ON HQ888 NAVY SHIP AT VIETNAM'S
CLIMATE ENVIRONMENT

TRƯƠNG VĂN ĐẠO

Khoa Máy Tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: truongvandao@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Hiện tại chúng ta đã đóng được một số tàu biển hiện đại phục vụ cho Quân chủng Hải quân. Tuy nhiên, rất nhiều trang thiết bị lắp đặt trên tàu vẫn phải nhập ngoại, hơn thế quy trình khai thác bảo trì các trang thiết bị hệ động lực còn nhiều bất cập chưa phù hợp với điều kiện khai thác của vùng biển đảo Việt Nam, dẫn đến việc khai thác tàu kém hiệu quả, tính cơ động và an toàn không cao. Do vậy, việc nghiên cứu các phương pháp, chiến lược bảo trì phù hợp, nhằm đem lại hiệu quả kinh tế, độ tin cậy cho các trang thiết bị trên các tàu Hải quân là rất cần thiết. Trong phạm vi nội dung bài báo tác giả xây dựng phương pháp thiết lập thời gian của chu kỳ bảo trì phù hợp cho xéc măng động cơ diesel máy xuồng tàu Hải quân HQ888 khi khai thác tại vùng biển Việt Nam.

Từ khóa: Thời gian của chu kỳ bảo trì xéc măng.

Abstract

Currently we have built a number of modern vessels serving the Navy. However, many types of equipment installed on the ship still have to be imported, moreover, the process of operating and maintaining equipment systems has many shortcomings that are not suitable with the operating conditions of the Vietnamese island waters. As a result, the operation of ships is ineffective, mobility and safety are not high. Therefore, it is necessary to study appropriate methods and maintenance strategies to bring economic efficiency and reliability to the navy vessels. Within the content of the article, the author builds a method to set up running hours to replace piston rings for HQ888 navy diesel engine when operating in Vietnamese waters.

Keywords: Running hours for replacing piston rings.

1. Đặt vấn đề

Động cơ IVECO N40 ENT M25 được lắp đặt để lái chân vịt cho xuồng công tác HQ888. Với nhiệm vụ trắc địa vùng thềm lục địa dọc bờ biển Việt Nam, mỗi ngày xuồng công tác thường hoạt động liên tục trong khoảng 10 giờ trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt của vùng biển Việt Nam. Động cơ máy xuồng phải hoạt động liên tục trong các trạng thái làm việc chuyển tiếp: khởi động, không tải, quá tải. Đây cũng chính là các trạng thái xảy ra các quá trình mài mòn, ăn mòn mạnh nhất cho các chi tiết của động cơ dẫn đến cường độ mài mòn các chi tiết động cơ tăng cao.

Mặt khác nước ta thuộc vùng khí hậu nhiệt đới ẩm, với các đặc điểm cơ bản là nóng ẩm kéo dài. Nhiệt độ cao và kéo dài thường xuyên từ 25-30°C (chiếm 50% số ngày trong năm). Độ ẩm cao và kéo dài $\varphi = 80-90\%$ (chiếm 50% số ngày trong năm). Một năm có 199 ngày nhiệt đới (ngày có 12 giờ nhiệt độ không khí cao hơn 20°C và độ ẩm cao hơn 80%). Đây cũng là yếu tố tác động làm tăng việc mài mòn của các chi tiết động cơ. Do vậy, thời gian của chu kỳ bảo trì theo nhà chế tạo không phù hợp, cần phải thiết lập lại cho phù hợp với điều kiện khai thác hiện tại ở Việt Nam.

Trong ngành Hàng hải, đặc biệt là lĩnh vực Hải quân, thì tính cơ động phải đặt lên hàng đầu, do vậy việc sửa chữa sự cố làm dừng máy cũng như ngưng trệ hoạt động của tàu sẽ dẫn đến những tổn thất lớn, thậm chí còn ảnh hưởng đến an toàn của thuyền viên và con tàu. Do đó, mục tiêu của bảo trì là giữ cho động cơ, thiết bị luôn hoạt động ổn định theo kế hoạch, thiết bị luôn sẵn sàng hoạt động để nâng cao tính chiến đấu cũng như sự an toàn cho mỗi chuyến hành hải của tàu. Để đạt được mục tiêu này, bảo trì cần phải thực hiện những công việc sau:

- Xác định độ tin cậy, khả năng bảo trì tối ưu, các yếu tố này nên được thiết kế vào trong từng thiết bị để chu kỳ làm việc là lớn nhất;
- Thực hiện phân tích các dạng tác động và khả năng tới hạn của hư hỏng để xác định những

bộ phận cần được tập trung để xác định chu kỳ bảo dưỡng phù hợp;

- Xây dựng một hệ thống báo cáo về hư hỏng và bảo trì để thu thập một cách khoa học những dữ liệu về độ tin cậy và khả năng bảo trì cần thiết;
- Xác định phân phối các thời gian của chu kỳ bảo trì phòng ngừa, giá trị trung bình và thời gian thay đổi của chúng;
- Định lượng được khả năng sẵn sàng của thiết bị và cực đại hoá thời gian thiết bị vận hành ổn định, giảm chi phí cho hoạt động khai thác, vận hành.

2. Cơ sở lý thuyết thiết lập thời gian của chu kỳ bảo trì chi tiết máy

Trạng thái kỹ thuật của động cơ trong quá trình khai thác do sự hao mòn nên dần dần bị thay đổi: công suất động cơ giảm, suất tiêu hao nhiên liệu và dầu bôi trơn tăng lên, mức ồn và độ rung động tăng. Thông thường sự hao mòn của các chi tiết động cơ mang đặc tính quy luật. Cần hiểu biết các quy luật này để tổ chức khai thác, bảo dưỡng phù hợp để nâng cao tuổi thọ của động cơ. Sự hao mòn là quá trình thay đổi dần dần các kích thước, độ kín, trọng lượng và các tính chất của vật liệu các chi tiết, dẫn đến tình trạng kỹ thuật của động cơ kém đi.

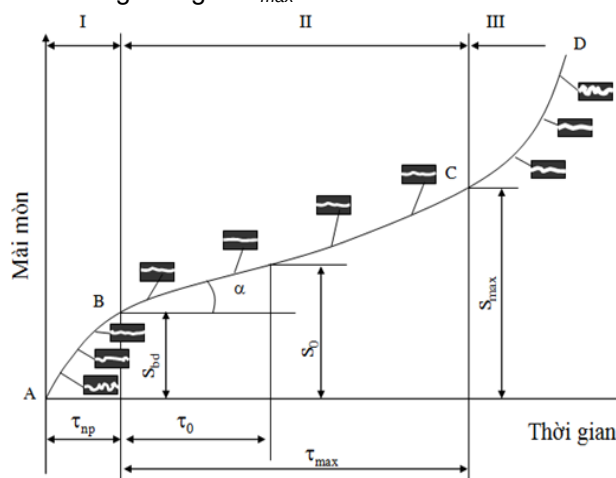
Dựa vào các nguyên nhân phát sinh, ta phân chia hao mòn thành: mòn cơ học, mòn do ăn mòn và mòn xâm thực. Trong các nguyên nhân trên thì mài mòn giữa các chi tiết máy là chủ yếu. Các chi tiết mối ghép của các động cơ, cơ cấu khí chuyển động sẽ xuất hiện lực ma sát và gây nên mài mòn. Kết quả sau một thời gian hoạt động, kích thước của chi tiết sẽ thay đổi tăng khe hở lắp ghép. Mục tiêu để giảm độ mài mòn chi tiết của động cơ là một trong những vấn đề quan trọng, để tăng tuổi thọ của chi tiết và giảm chi phí trong sửa chữa. Do vậy, chất lượng của bề mặt ma sát là một trong những yếu tố nâng cao tính chống mài mòn của chi tiết.

Quá trình nghiên cứu sự làm việc của các cặp chi tiết máy ma sát khác nhau đã xác lập được đặc tính mài mòn của chi tiết theo thời gian được thể hiện trên Hình 1 [1]. Trên đồ thị quá trình mài mòn thể hiện theo 3 giai đoạn:

Trên đồ thị giai đoạn (I) - đoạn AB thời gian tương ứng là τ_{np} , được đặc trưng bởi tốc độ mài mòn nhanh, giai đoạn này gọi là giai đoạn chạy rà. Ở giai đoạn này, đặc điểm trên các bề mặt ma sát của các vật liệu chi tiết khi gia công thô vẫn còn những mấp mô nhỏ, khi bề mặt chi tiết chuyển động tương đối với nhau sẽ làm cho tốc độ mài mòn nhanh. Giai đoạn này kết thúc khi tốc độ mài mòn giảm và ổn định, khi đó khe hở của cặp chi tiết hình thành là S_{bd} gọi là khe hở ban đầu của giai đoạn làm việc ổn định.

Tiếp theo là giai đoạn làm việc an toàn của cặp chi tiết (II) - đoạn BC. Trong giai đoạn này ma sát của cặp chi tiết giảm do bề mặt của chi tiết đã bóng hơn, điều kiện bôi trơn tốt hơn do vậy tốc độ mài mòn ổn định và tuyến tính theo thời gian. Theo thời gian khe hở giữa cặp chi tiết tăng dần cho đến khi đạt đến giá trị S_{max} là khe hở giới hạn cho phép tại điểm C trên đồ thị.

Sau điểm C cường độ mài mòn tăng là do khe hở giữa các chi tiết lắp ghép lớn, điều kiện bôi trơn kém, lớp kim loại chống mài mòn đã hết sẽ đưa tới giai đoạn thứ ba (III). Ở giai đoạn này sự làm việc của bộ đôi ma sát sẽ kém hiệu quả gọi là giai đoạn mài mòn tăng tốc, phải tiến hành sửa chữa bộ đôi ma sát và các cơ cấu để đảm bảo an toàn cho động cơ. Do vậy, chu kỳ sửa chữa cần phải thiết lập cho chi tiết là khoảng thời gian τ_{max} từ điểm B đến điểm C trên đồ thị.



Hình 1. Đồ thị mài mòn của chi tiết theo thời gian

Hình 1 biểu diễn mối quan hệ giữa độ mài mòn và thời gian làm việc của chi tiết máy, từ đồ thị có thể tính được giá trị thời gian làm việc an toàn lớn nhất của chi tiết máy τ_{max} như sau:

$$\tau_{max} = \frac{S_{max} - S_{bd}}{tg\alpha} \quad [h] \quad (1)$$

Trong đó:

S_{max} - độ mài mòn lớn nhất cho phép (mm);

S_{bd} - độ mài mòn ban đầu của cặp chi tiết sau chạy rà (mm);

$tg\alpha$ - đại lượng đặc trưng cho cường độ mài mòn.

Thông thường giá trị khe hở cho phép lớn nhất S_{max} của mỗi cặp chi tiết máy sẽ được nhà chế tạo cho sẵn trong hồ sơ thiết kế máy, giá trị S_{max} phụ thuộc vào kích thước, số vòng quay và chủng loại động cơ khác nhau.

Nếu τ_0 là số giờ hoạt động sau khi chạy rà và S_0 là độ mòn tương ứng trong thời gian đó, thì độ mài mòn trong thời gian τ_0 được đặc trưng bằng độ tăng khe hở là:

$$i_0 = S_0 - S_{bd} \quad (2)$$

Giá trị $tg\alpha$ có thể xác định bằng thực nghiệm

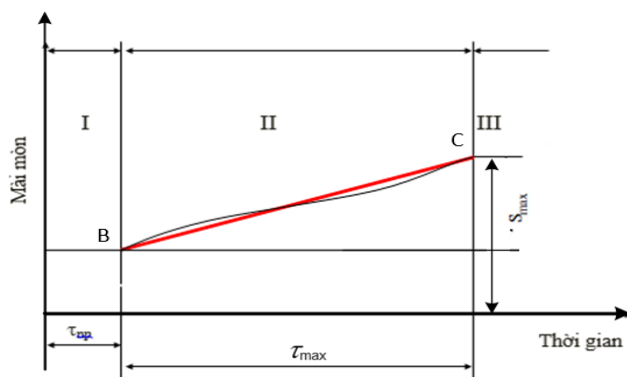
$$tg\alpha = \frac{i_0}{\tau_0} = \frac{S_0 - S_{bd}}{\tau_0} \quad (3)$$

Từ biểu thức (1) thay giá trị $tg\alpha$ ta tính được thời gian làm việc lớn nhất của cặp là τ_{max} đây là thời gian của chu kỳ bảo dưỡng chi tiết máy.

3. Thiết lập thời gian của chu kỳ bảo trì xéc măng phù hợp cho động cơ diesel máy tàu Hải quân HQ888 trong điều kiện khai thác của Việt Nam

Trên cơ sở lý thuyết mài mòn, mỗi bộ đôi ma sát khác nhau trong quá trình làm việc đều bị mài mòn theo một quy luật, và đã được xây dựng thành đặc tính mài mòn của chi tiết theo thời gian như trên Hình 1. Đồ thị đã phân chia đặc tính thành 3 giai đoạn cơ bản, tất cả các chi tiết coi như đã trải qua giai đoạn chạy rà và chuyển sang giai đoạn II là giai đoạn khai thác bình thường, theo thời gian các giá trị khe hở sẽ tăng lên và tiến dần đến giai đoạn III. Nhiệm vụ của người khai thác là làm sao duy trì được các giá trị khe hở nằm trong giai đoạn II và phải biết được khi nào giá trị khe hở này tiệm cận giai đoạn III. Từ cơ sở trên, tác giả sẽ tách đồ thị mài mòn và tính toán cho cặp ma sát trên giai đoạn II như trên Hình 2.

Số liệu tại điểm B (kết thúc giai đoạn chạy rà): giá trị này được lấy trong cuốn (test record) của tàu khi chạy thử hoặc giá trị đo lần đầu tiên do nhà chế tạo cung cấp tuy nhiên, giá trị này không phải lúc nào người khai thác cũng có thể có được. Vì vậy, để đơn giản cho việc tuyến tính hóa ta chỉ cần tịnh tiến trục hoành (thời gian) lên điểm B và coi như giá trị đo sau chạy rà là giá trị chuẩn và chưa bị mài mòn. Số liệu tại điểm C (bắt đầu giai đoạn mài mòn tăng tốc): khe hở giới hạn lớn nhất cho phép.



Hình 2. Tuyến tính hóa giai đoạn 2 của đồ thị mài mòn

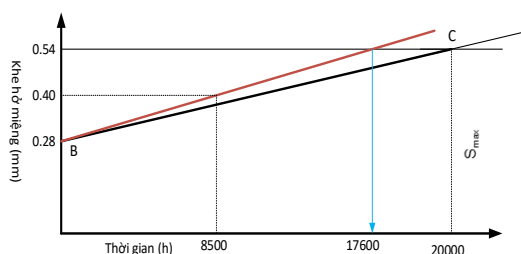
Số liệu tính toán: là các giá trị đo thực tế trong quá trình sửa chữa và bảo dưỡng sau 8500 giờ làm việc của động cơ. Do động cơ có 4 xilanh và mỗi phép đo được thực hiện tại nhiều vị trí khác nhau, việc lựa chọn giá trị đại diện dựa trên nguyên tắc, các giá trị có nguy cơ tiến gần đến giá

trị giới hạn cho phép để tăng hệ số an toàn và khả năng làm việc tin cậy cho các chi tiết. Các số liệu đo được thể hiện trên Bảng 1.

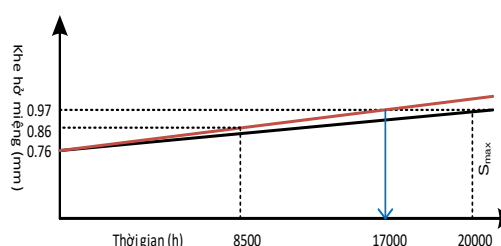
Bảng 1. Các thông số kỹ thuật của xéc măng động cơ IVECO N40 ENT M25 sau 8500 giờ

Xéc măng	Khe hở miệng sau 8500h (mm)				Khe hở miệng tiêu chuẩn (mm)	Khe hở miệng giới hạn (mm)	Thời gian của chu kỳ bảo trì theo thiết kế (h)	
	Cyl N°1	Cyl N°2	Cyl N°3	Cyl N°4				
1 st ring	0,40	0,39	0,39	0,39	0,28	0,54	20.000	
2 nd ring	0,86	0,86	0,87	0,85	0,76	0,97	20.000	
3 rd ring	0,85	0,84	0,86	0,87	0,76	0,97	20.000	

Căn cứ vào bảng số liệu đo, giá trị chuẩn, giá trị lớn nhất của khe hở miệng và thời gian của chu kỳ bảo trì theo thiết kế ta tuyến tính hóa đồ thị mài mòn cho các xéc măng số 1 của động cơ ta được đồ thị Hình 3. Kết quả nhận được là thời gian của chu kỳ bảo trì cho các xéc măng số 1 là 17.600 giờ.



Hình 3. Tuyến tính hóa đồ thị mài mòn cho xéc măng số 1



Hình 4. Tuyến tính hóa đồ thị mài mòn cho xéc măng số 2 và số 3

Căn cứ vào bảng số liệu đo, giá trị chuẩn, giá trị lớn nhất của khe hở miệng và thời gian của chu kỳ bảo trì theo thiết kế ta tuyến tính hóa đồ thị mài mòn cho các xéc măng số 2 và số 3 ta được đồ thị Hình 4. Kết quả nhận được là thời gian của chu kỳ bảo trì cho các xéc măng số 2 và số 3 là 17.000 giờ.

Kết quả thiết lập cho thấy với bộ xéc măng số 1 thời gian của chu kỳ bảo trì là 17.600 giờ, bộ xéc măng số 2 và số 3 là 17.000 giờ. Vậy để tăng độ tin cậy cho động cơ thì ta chọn thời gian của chu kỳ bảo trì cho bộ xéc măng của động cơ là 17.000 giờ.

4. Kết luận

Bằng việc nghiên cứu lý thuyết mài mòn của các cặp chi tiết máy và dựa vào đồ thị mài mòn của chúng theo thời gian, tác giả đã thiết lập được thời gian của chu kỳ bảo trì phù hợp với điều kiện khai thác ở Việt Nam, cho bộ xéc măng của động cơ diesel IVECO N40 ENT M25 trang bị trên máy xuồng tàu HQ888 là 17.000 giờ. Trong khi đó, theo thiết kế của nhà chế tạo thì thời gian của chu kỳ bảo trì cho xéc măng là 20.000 giờ. Với kết quả trên sẽ làm cơ sở để giúp cho chủ tàu xây dựng kế hoạch bảo trì động cơ hợp lý với điều kiện khai thác ở vùng biển Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] ThS. Võ Đình Phi, Th.S Nguyễn Bá Mười, ThS. Nguyễn Xuân Hùng, *Tổ chức và công nghệ sửa chữa tàu thủy*, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, 2004.
- [2] Phạm Ngọc Tuấn, *Quản lý bảo trì công nghiệp*, NXB Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2004.
- [3] IVECO MOTOR, *Installation Directive-N40-ENT-M25_N60-ENT-M37-40-P3D64N001E*, 2006.

Ngày nhận bài: 19/9/2019
 Ngày nhận bản sửa: 27/10/2019
 Ngày duyệt đăng: 14/11/2019

**ỨNG DỤNG MÁY PHÁT ĐIỆN NHIỆT - ĐIỆN ĐỂ KHAI THÁC NHIỆT NĂNG
KHÍ XẢ CỦA ĐỘNG CƠ CHÍNH TRÊN TÀU THỦY DỰ ÁN RSD 49**
**APPLICATION OF THERMO - ELECTRIC GENERATORS TO RECOVER
THE WASTE HEAT OF EXHAUST GAS FROM MAIN ENGINE
OF PROJECT RSD 49 VESSEL**

BÙI HỒNG VŨ*, NGUYỄN VĂN HOÀN, TRẦN XUÂN THẾ

Viện Cơ khí, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

**Email liên hệ: vubh@vimaru.edu.vn*

Tóm tắt

Những tiến bộ gần đây trong việc phát triển các vật liệu và hệ thống nhiệt - điện đã thúc đẩy việc ứng dụng máy phát điện nhiệt - điện trong thực tiễn. Tuy nhiên, máy phát điện nhiệt - điện chưa được ứng dụng rộng rãi đặc biệt là trên các phương tiện vận tải biển. Trong bài báo này, tác giả đề xuất ứng dụng máy phát điện nhiệt - điện để khai thác nhiệt năng của khí xả từ động cơ chính trên tàu thủy dự án RSD 49 như một giải pháp để nâng cao hiệu quả khai thác năng lượng trên tàu thủy, đồng thời đưa ra phương pháp tính toán và đánh giá sự hiệu quả của giải pháp này.

Từ khóa: Máy phát điện nhiệt - điện, hiệu ứng nhiệt - điện.

Abstract

Recent advances in the development of thermoelectric materials and systems have promoted the application of thermoelectric generators in practice. However, thermoelectric generators are not widely used, especially on marine transport. In this paper, the author proposes the application of thermoelectric generators to recover the waste heat of exhaust gas from RSD 49 project's main engine as a solution to improve the thermal efficiency of the ship's propulsion plant, at the same time, provide a method to calculate and evaluate the effectiveness of this solution.

Keywords: Thermoelectric generator, thermoelectric effect.

1. Đặt vấn đề

Để cải thiện các chỉ số kỹ thuật và kinh tế của động cơ đốt trong thì tối ưu quá trình sử dụng các nguồn năng lượng thứ cấp trong quá trình khai thác là một trong những giải pháp hiệu quả nhất. Ngoài những giải pháp truyền thống như sử dụng nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả, tăng áp cho động cơ bằng tuabin khí xả,... còn có thể sử dụng hiệu ứng nhiệt - điện để chuyển đổi năng lượng của nhiệt khí xả từ động cơ đốt trong thành năng lượng điện. Nhờ những tiến bộ gần đây trong việc phát triển các vật liệu và hệ thống nhiệt - điện, việc ứng dụng máy phát điện nhiệt - điện trong khai thác năng lượng của động cơ đốt trong đã được tính đến.

Ưu điểm của máy phát điện nhiệt - điện là tuổi thọ khá cao, không có bộ phận chuyển động, hoạt động không gây tiếng ồn và rung động, thân thiện với môi trường, tính linh hoạt đối với các phương pháp cung cấp và loại bỏ nhiệt, đặc biệt là khả năng thu hồi năng lượng nhiệt từ khí xả. Tuy nhiên, điểm bất lợi của máy phát điện nhiệt - điện là hiệu quả khá thấp (1 - 10%).

Trong bài báo này, tác giả đề xuất ứng dụng máy phát điện nhiệt - điện để khai thác nhiệt năng của khí xả từ động cơ chính trên tàu thủy dự án RSD 49. Tiến hành phân tích cấu trúc của máy phát điện nhiệt - điện và các phương pháp cải thiện hiệu quả của thiết bị. Tiến hành phân tích cấu trúc máy phát điện nhiệt - điện để nêu rõ cấu tạo cơ bản và nguyên lý hoạt động của thiết bị. Khảo sát tình hình ứng dụng trong thực tiễn của máy phát điện nhiệt - điện, đồng thời điểm qua các nghiên cứu có liên quan tới thiết bị để lựa chọn cấu trúc thiết bị phù hợp với quá trình tính toán. Chỉ ra các đặc điểm cơ bản của tàu thủy dự án RSD 49 để đưa ra các vị trí lắp đặt máy phát điện nhiệt - điện. Đưa ra phương pháp tính toán các thông số của máy phát điện nhiệt - điện và tiến hành tính toán các thông số của thiết bị khi vận hành song song cùng động cơ chính ở các vị trí lắp đặt khác nhau. Dựa vào kết quả thu được sẽ tiến hành so sánh, phân tích và đưa ra kết luận.

2. Tổng quan về máy phát điện nhiệt - điện

Việc sử dụng máy phát điện nhiệt - điện rất đa dạng: từ việc cung cấp năng lượng cho tàu vũ trụ, cung cấp điện cho các thiết bị trên đường ống dẫn dầu và khí đốt cũng như thiết bị định vị trên tàu, đến máy phát điện gia dụng đơn giản như là một bộ phận trong lò đốt củi, lò sưởi và nồi hơi sưởi ấm.

Hiện nay, có ba hiệu ứng nhiệt - điện đã được biết đến: Thomson, Seebeck và Peltier. Nguyên tắc hoạt động của máy phát điện nhiệt - điện là dựa trên hiệu ứng Seebeck. Theo Hình 1, trong mạch kín bao gồm các phần tử nhiệt - điện loại n- và p- mắc nối tiếp nhau, ở các nhiệt độ khác nhau tại các điểm tiếp xúc sẽ phát sinh một lực điện động. Nếu có sự chênh lệch nhiệt độ dọc theo dây dẫn, thì các electron ở mặt nóng có được năng lượng và tốc độ cao hơn ở mặt lạnh. Trong các chất bán dẫn, mật độ của các electron dẫn điện sẽ tăng theo nhiệt độ. Kết quả là sẽ xuất hiện một dòng điện dịch chuyển từ mặt nóng đến mặt lạnh và điện tích âm sẽ được tích lũy ở mặt lạnh, và điện tích dương được hình thành ở mặt nóng. Trong máy phát điện nhiệt - điện hiện đại sử dụng rất nhiều các chất bán dẫn khác nhau dựa trên các hợp kim của tellurium, bismuth, selen và các nguyên tố khác. Hiệu quả của vật liệu nhiệt - điện tỷ lệ thuận với hệ số dẫn điện của hợp chất được sử dụng và tỷ lệ nghịch với độ dẫn nhiệt của nó, do đó nhiệm vụ nghiên cứu chính trong lĩnh vực nhiệt - điện là tìm kiếm vật liệu bán dẫn tối ưu [3].

Độ lớn xấp xỉ của giá trị nhiệt - điện động thu được chỉ phụ thuộc vào vật liệu của dây dẫn và nhiệt độ của các tiếp điểm nóng (T_1) và lạnh (T_2).

Trong phạm vi giá trị nhiệt - điện động rất nhỏ, điện thế E có thể được coi là tỷ lệ thuận với độ chênh lệch nhiệt độ:

$$E = (a_{s1} - a_{s2})\Delta T, V \quad (1)$$

Trong đó: $\Delta T = T_1 - T_2$; $a_{s1,2}$ là hệ số Seebeck của dây dẫn 1,2 (V/K).

Trong các mô-đun nhiệt - điện, các dây dẫn có độ dẫn điện khác nhau (n- và p-) được sử dụng, có hệ số Seebeck có giá trị tuyệt đối bằng nhau. Biểu thức (1) có thể được chuyển đổi thành dạng sau:

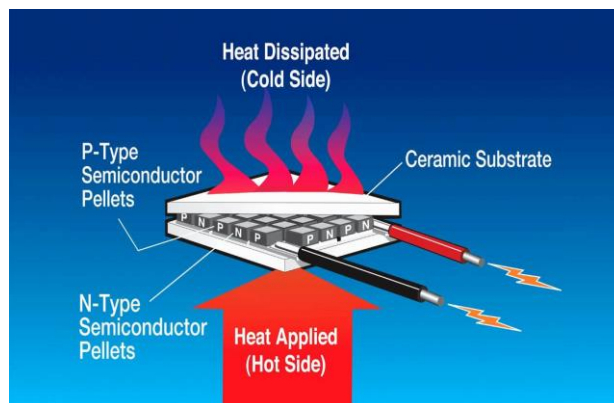
$$E = 2a_s\Delta T, V \quad (2)$$

Trong đó a_s là giá trị tuyệt đối trung bình của hệ số Seebeck cho dây dẫn n- và p- (V/K).

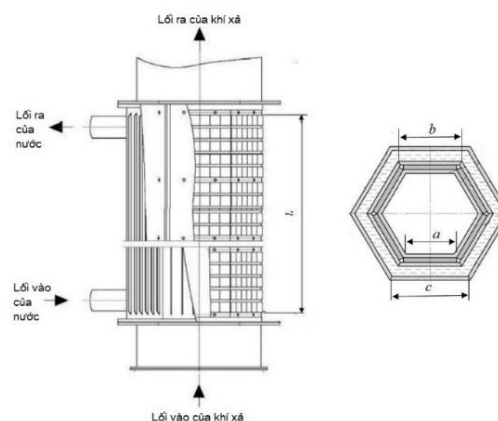
3. Lựa chọn máy phát điện nhiệt - điện để ứng dụng trên tàu thủy dự án RSD 49

Trong [1], các tác giả đã thực hiện một loạt các nghiên cứu lý thuyết, tính toán cho các tàu hoạt động trong vùng Volga-Caspian để thu được các thông số thực tế của máy phát điện nhiệt - điện. Các đặc điểm của máy phát điện nhiệt - điện đã được tính toán cho một số tàu của khu vực Volga-Caspian có tính đến các chi tiết cụ thể của các chế độ hoạt động của động cơ. Tùy thuộc vào thiết kế, công suất đầu ra thay đổi từ 10,78kW đến 97,02kW. Các tác giả đã đề xuất thiết kế cấu tạo của máy phát điện nhiệt - điện để khai thác nhiệt năng từ khí xả, tiến hành các thử nghiệm toàn diện trên động cơ diesel 3NVD24. Theo Hình 2, máy phát điện nhiệt - điện được xây dựng trong hệ thống khí xả của động cơ 3NVD24, nơi công chất mang nhiệt độ cao là khí xả của động cơ, và công chất mang nhiệt độ thấp là nước và nước này có thể được tiếp tục sử dụng vào các nhu cầu khác.

Máy phát điện nhiệt - điện trên có cấu trúc đơn giản, dễ chế tạo cũng như lắp đặt, chi phí chế tạo không lớn, quá trình hoạt động không quá phức tạp rất phù hợp với việc lắp đặt trên tàu thủy. Tất cả các thông số kỹ thuật của thiết bị cũng đã được tính toán, xác định và trải qua kiểm nghiệm thực tế, chứng minh được tính an toàn và hiệu quả vận hành của thiết bị. Tuy vẫn còn tồn tại một nhược điểm là hiệu suất còn thấp nhưng thiết bị này vẫn có những tính ưu việt và hoàn toàn phù hợp với việc ứng dụng trên tàu thủy để tối ưu hóa quá trình khai thác năng lượng trên tàu. Thiết bị này được lựa chọn sử dụng trong nghiên cứu này để xây dựng cấu trúc và tính toán các thông số



Hình 1. Sơ đồ biểu diễn sự xuất hiện của hiệu ứng Seebeck trong một mô-đun nhiệt - điện



Hình 2. Cấu trúc của máy phát điện nhiệt - điện

của máy phát điện nhiệt - điện trong quá trình khai thác nhiệt năng khí xả của động cơ chính trên tàu thủy dự án RSD 49.

4. Kết quả tính toán

4.1. Những đặc điểm chính của tàu thủy dự án RSD 49

Theo phân loại được Cục Kỹ thuật Hàng hải Nga thông qua, các tàu của dự án RSD49 là Volgo-Don Max, nghĩa là chúng có lượng giãn nước và kích thước tối đa cho kênh tàu Volga-Don. Nhà máy đóng tàu Nevsky đang xây dựng cho Công ty Vận tải Tây Bắc một loạt 10 tàu như vậy. Dòng tàu này có thể được sử dụng để vận chuyển hàng hóa số lượng lớn nói chung như gỗ, ngũ cốc, hàng hóa công kênh và nguy hiểm trong giao thông quốc tế.

Bảng 1. Đặc tính kỹ thuật chính của tàu thủy dự án RSD 49

STT	Đặc tính	Giá trị
1	Chiều dài tối đa, m	139,95
	Khoảng cách giữa các đường vuông góc, m	135,74
	Chiều rộng, m	16,50
	Chiều cao mạn tàu, m	6,00
2	Độ chìm tàu, m (trên biển/trên sông)	4,70/3,60
3	Lượng giãn nước, t (trên biển/trên sông)	7.143/4.507
4	Tầm hoạt động, dặm	4.000
5	Khối lượng khoang chứa hàng hóa, m ³	10.921
6	Số lượng khoang chứa	3
7	Thể tích thùng chứa nước dằn tàu, m ³	3.959
8	Lớp đăng ký Hàng hải Nga	KM ⚙ Ice2 R2 AUT1-C
9	Công suất và loại động cơ chính, kW	2.1200 (WARTSILA 6L20)
10	Động cơ phụ, kW	2.292
11	Động cơ dự phòng, kW	90
12	Tốc độ, hải lý (với độ chìm tàu 4,7m và 85% công suất động cơ chính)	11,5

Thành phần hệ thống khí xả của động cơ chính Wartsila 6L20 trên tàu thủy dự án RSD 49 bao gồm: một đường ống xả có đường kính trong 420 mm và đường kính ngoài 600 mm, ống co giãn nhiệt và nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả AALBORG UNEX P-2.

Bảng 2. Thông số kỹ thuật hệ thống khí xả của động cơ Wartsila 6L20

Hệ thống xả		
Công suất xả ở 100% tải	kg/s	2,57
Công suất xả ở 85% tải	kg/s	2,25
Công suất xả ở 75% tải	kg/s	1,95
Nhiệt độ khí xả sau tuabin tăng áp ở 100% tải	°C	305
Nhiệt độ khí xả sau tuabin tăng áp ở 85% tải	°C	295
Nhiệt độ khí xả sau tuabin tăng áp ở 75% tải	°C	305
Đường kính trong của ống xả	mm	420
Đường kính ngoài của ống xả	mm	600

Máy phát điện nhiệt - điện được khuyến nghị lắp đặt theo phương thẳng đứng, nên có thể chọn 2 vị trí để lắp đặt: sau động cơ và sau nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả. Tính toán được thực hiện cho máy phát điện nhiệt - điện ở mức 75%, 85% và 100% tải của động cơ. Các thông số như công suất của máy phát điện nhiệt - điện (P), cường độ dòng điện và hiệu điện thế ở đầu ra (I, U), công suất xả sau thiết bị (G), nhiệt độ của khí xả (t_x) và của nước (t_n) sau thiết bị, hiệu suất của thiết bị (η), vận tốc dòng khí xả sau thiết bị (ϑ) đều được xác định.

4.2. Kết quả tính toán các thông số của máy phát điện nhiệt - điện khi được lắp đặt sau động cơ chính

Máy phát điện nhiệt - điện được lắp đặt ngay phía sau động cơ chính (sau tuabin tăng áp của động cơ). Phương pháp tính toán các thông số của máy phát điện nhiệt - điện dựa trên các phương pháp đã biết đến để tính toán các thiết bị nhiệt - điện và bộ trao đổi nhiệt được mô tả trong [1,2]. Kết quả tính toán quá trình làm việc đồng thời của động cơ chính và máy phát điện nhiệt - điện được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Các thông số máy phát điện nhiệt - điện khi lắp đặt sau động cơ chính

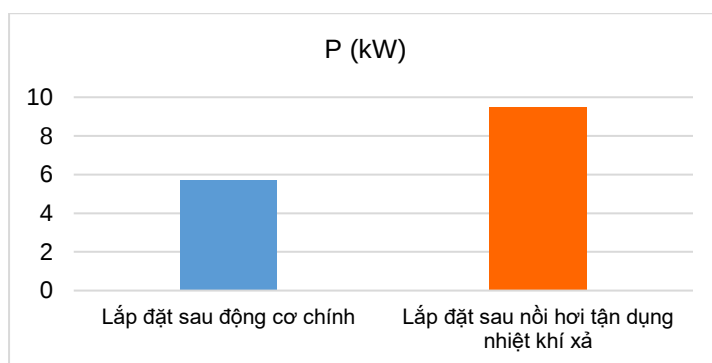
N_e (%)	P (kW)	I (A)	U (V)	G (kg/s)	t_x (°C)	t_n (°C)
75	5.5	16.2	341	1.95	243	38
85	5.4	16.1	336	2.25	242	38
100	5.7	16.4	349	2.57	256	38

4.3. Kết quả tính toán của máy phát điện nhiệt - điện khi được lắp đặt sau nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả

Việc tính toán được thực hiện cho chế độ hoạt động định mức của động cơ chính khi lắp đặt máy phát điện nhiệt - điện sau nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả. Phương pháp tính toán các thông số của máy phát điện nhiệt - điện dựa trên các phương pháp đã biết đến để tính toán các thiết bị nhiệt - điện và bộ trao đổi nhiệt được mô tả trong [1,2]. Kết quả tính toán quá trình làm việc đồng thời giữa động cơ chính, nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả và máy phát điện nhiệt - điện được trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4. Các thông số máy phát điện nhiệt - điện khi lắp đặt sau nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả

N_e (%)	P (kW)	I (A)	U (V)	G (kg/s)	t_x (°C)	t_n (°C)
100	9.5	44.5	212	2.57	100	26



Hình 3. So sánh công suất của máy phát điện nhiệt - điện khi được lắp đặt ở các vị trí khác nhau

5. Kết luận

Dựa trên kết quả tính toán có thể kết luận: Việc ứng dụng máy phát điện nhiệt - điện trên tàu thủy dự án RSD 49 là hoàn toàn khả thi. Kết quả tính toán vận tốc dòng khí xả sau khi di chuyển qua máy phát điện nhiệt - điện cho thấy, vận tốc dòng khí xả giảm đi không đáng kể so với vận tốc khí xả trước khi đi vào máy phát điện nhiệt - điện (tối đa khoảng 6%). Do đó có thể kết luận rằng, việc lắp đặt máy phát điện nhiệt - điện trên đường xả của động cơ sẽ không làm tăng phản áp quá nhiều trên đường xả và không ảnh hưởng nhiều tới công suất phát ra của động cơ. Máy phát điện nhiệt - điện khi được ứng dụng trên tàu thủy dự án RSD 49 có thể tạo ra thêm nguồn năng lượng điện đáng kể (công suất tối đa 9.5kW) để phục vụ cho các hoạt động trên tàu, nâng cao hiệu quả khai thác năng lượng trên tàu và góp phần vào việc bảo vệ môi trường. So sánh công suất của máy phát điện nhiệt - điện khi lắp đặt ở các vị trí khác nhau cho thấy máy phát điện nhiệt - điện cho ra các thông số tối ưu hơn khi được lắp đặt phía sau nồi hơi tận dụng nhiệt khí xả của tàu. Đây là cơ sở để lựa chọn vị trí lắp đặt tối ưu cho máy phát điện nhiệt - điện trên tàu thủy dự án RSD 49. Tuy nhiên hiệu suất của máy phát điện nhiệt - điện còn tương đối thấp (tối đa khoảng 3,97%), cần tiếp tục nghiên cứu cải tiến để nâng cao hiệu suất trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Нгуен К. Д. Утилизация теплоты отработавших газов судовых дизелей в термоэлектрических генераторах: диссертация кандидата технических наук: 05.08.05/НгуенКонгДоан, Астрахань, 2012.- 163с.
- [2] Халыков К. Р. Повышение эффективности утилизационных комплексов при использовании термоэлектрических генераторов: диссертация кандидата технических наук: 05.08.05/ХалыковКамильРафаэльевич, Астрахань, 2014.- 122 с.
- [3] Internet resource: <https://nplus1.ru/news/2016/11/24/termopainting>.

Ngày nhận bài: 06/5/2019
 Ngày nhận bản sửa: 11/5/2019
 Ngày duyệt đăng: 18/5/2019

CHẨN ĐOÁN TRẠNG THÁI KỸ THUẬT ĐỘNG CƠ Ô TÔ BẰNG DỮ LIỆU ĐÁP ỨNG VỀ NHIÊN LIỆU CỦA ĐỘNG CƠ VÀ THUẬT TOÁN K-NEAREST NEIGHBOR

AUTOMOTIVE ENGINE DIAGNOSTICS USING FUEL TRIM DATA AND K-NEAREST NEIGHBOR ALGORITHM

TRẦN XUÂN THẾ

Viện Cơ khí, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: thetx.vck@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Với sự phát triển của khoa học công nghệ, các hệ thống trên ô tô hiện nay đang được nâng cấp và ngày một trở nên phức tạp. Cùng với đó, việc chẩn đoán các sai lệch và hư hỏng của động cơ cũng như các hệ thống trên ô tô đòi hỏi các phương pháp chẩn đoán mới thay vì dựa vào kinh nghiệm của các kỹ thuật viên. Bài báo đi xây dựng mô hình chẩn đoán trạng thái kỹ thuật của động cơ ô tô bằng dữ liệu Fuel Trims của 300 mẫu dữ liệu xe thu thập được, dựa trên thuật toán K-nearest Neighbor (KNN). Bài báo đã xây dựng được mô hình và tiến hành kiểm nghiệm trên tập dữ liệu kiểm tra và đạt độ chính xác cao nhất là 87%. Căn cứ vào kết quả mô hình đã thể hiện được mối quan hệ giữa các thông số đầu vào bao gồm độ tuổi, giới tính người điều khiển chính, khu vực xe hoạt động chính, quãng đường xe chạy với chỉ số LTFT, giá trị để đánh giá trạng thái kỹ thuật của động cơ.

Từ khóa: Chẩn đoán ô tô, fuel trim, học có giám sát, K-nearest neighbor.

Abstract

Technology and science have been revolutionized recently. As a result, the systems on the car are increasingly complicated than it were the past. Thus, it requires new methods to diagnostic the engine and automotive systems' technical status, rather than depending on the experience of technicians. In this article, I aim to build a model to diagnostic engine status based on Fuel Trims data collected from 300 car samples and using K-nearest Neighbor (KNN) to train this data. The model was successfully built and got the highest accuracy is 87%. The model illustrated the relationship between input data that include age, gender of drivers, the using location of the cars, the mileage of the cars and LTFT index - the index to evaluate the technical status of car engines.

Keywords: Vehicle diagnostic, Fuel trim, Supervised Learning, K-nearest neighbor.

1. Giới thiệu vấn đề nghiên cứu

Hiện nay, các hãng ô tô đang đầu tư phát triển rất nhiều phần mềm, thiết bị chẩn đoán chuyên hãng với độ chính xác và hiệu quả tương đối cao. Ví dụ như phần mềm Techstream của Toyota, Dịch vụ dữ liệu toàn cầu (GDS) của Hyundai, hay Dịch vụ dữ liệu của Honda (HDS),... cũng như các ứng dụng chẩn đoán cá nhân, có thể cài đặt trên điện thoại. Những phần mềm này, cung cấp cho người sử dụng rất nhiều dữ liệu về các hệ thống trên ô tô, qua đó hỗ trợ kỹ thuật viên rất nhiều trong quá trình chẩn đoán và sửa chữa các hư hỏng của ô tô.

Tuy nhiên, các dữ liệu trên chỉ có thể phục vụ cho những kỹ thuật viên, người có kiến thức chuyên ngành về ô tô do tính phức tạp của chúng. Với việc dữ liệu về trạng thái kỹ thuật của ô tô có thể liên tục được cập nhật hàng giờ bởi hàng triệu người dùng ô tô trên thế giới. Nguồn dữ liệu này sẽ là rất lớn và cần được khai phá để phục vụ rộng hơn cho không chỉ các kỹ thuật viên ô tô mà còn người sử dụng xe trên toàn cầu.

Một số nghiên cứu đã áp dụng Machine Learning để phân tích dữ liệu thu thập được trong quá trình vận hành của ô tô. Xác định đặc điểm điều khiển ô tô của người điều khiển qua đó phân cụm đặc tính người điều khiển và đưa ra các hệ thống tối ưu phù hợp với điều khiển của người lái [1]. Dựa vào các từ ngữ trong miêu tả lỗi của khách hàng, gợi ý ra mã chẩn đoán sự cố (DTC) tương ứng, dựa trên sử dụng các thuật toán về xử lý ngôn ngữ tự nhiên [2]. Xây dựng server để thu thập dữ liệu của các hệ thống ô tô, sử dụng Machine Learning để đưa ra gợi ý bảo dưỡng theo tình trạng thực tế của xe trước khi hư hỏng xảy ra [3]. Chẩn đoán trạng thái động cơ ô tô bằng phân tích âm thanh sử dụng thuật toán trí tuệ nhân tạo (ANN) và phân loại theo phân phối xác suất Bayes (NBC) của Machine Learning [4].

Trong những dữ liệu quan trọng giúp chẩn đoán trạng thái kỹ thuật động cơ ô tô, Fuel Trims có thể nói là dữ liệu quan trọng nhất. Fuel Trim là sự điều chỉnh nhiên liệu bù thêm hoặc giảm bớt đi

của ECU ô tô nhằm giúp cho tỉ lệ không khí, nhiên liệu (tỉ lệ A/F) nạp vào động cơ luôn ở tỉ lệ lý tưởng là 14,7:1 [5]. Nếu tỷ lệ trên giảm đi hoặc tăng lên, đều gây ra tình trạng hao phí nhiên liệu và các nguy cơ gây các hư hỏng tới các hệ thống liên quan trên ô tô. Qua đó, có thể nói đáp ứng nhiên liệu của động cơ (Fuel trim - FT) là các thông số phản ánh tình trạng hoạt động của động cơ một cách định lượng và hiệu quả.

Đáp ứng nhiên liệu của động cơ về bản chất là thông số ghi lại sự thay đổi về tỉ lệ không khí, nhiên liệu trong quá trình động cơ hoạt động, nếu tỉ lệ không khí nhiên liệu luôn duy trì ở mức tốt nhất 14,7:1, giá trị của đáp ứng nhiên liệu của động cơ bằng 0. Giá trị này tăng lên khi hỗn hợp không khí nhiên liệu ở tình trạng nghèo, tức là tỉ lệ không khí, nhiên liệu tăng lên, do có nhiều hơn không khí được nạp vào so với bình thường, hoặc ít hơn nhiên liệu được phun so với trạng thái bình thường của động cơ, nguyên nhân có thể do một số hư hỏng trong hệ thống nhiên liệu, ví dụ như bơm nhiên liệu hay vòi phun,... Ngược lại, giá trị đáp ứng nhiên liệu của động cơ giảm đi khi hỗn hợp không khí nhiên liệu ở tình trạng giàu, có ít không khí được nạp hơn trạng thái bình thường của động cơ, hoặc có nhiều nhiên liệu được phun hơn so với trạng thái bình thường của động cơ.

Có hai loại dữ liệu đáp ứng nhiên liệu của động cơ bao gồm đáp ứng nhiên liệu của động cơ trong ngắn hạn (Short term fuel trim - STFT) ghi lại các hiệu chỉnh nhiên liệu của động cơ trong ngắn hạn cập nhật liên tục theo các trạng thái của động cơ sau một vài giây một lần. STFT có khả năng thay đổi để đáp ứng với các trạng thái mới của động cơ. Dữ liệu đáp ứng nhiên liệu của động cơ thứ hai là đáp ứng nhiên liệu của động cơ trong dài hạn (Long term fuel trim - LTFT) dữ liệu này theo dõi tình trạng động cơ trong dài hạn, trong khi STFT có thể thay đổi theo các trạng thái mới của động cơ bao gồm cả các sai lệch trong quá trình làm việc của động cơ, LTFT sẽ theo dõi các thay đổi của STFT và đưa ra đánh giá về tình trạng thực tế của động cơ ở thời điểm hiện tại. Do đó, LTFT thường có ý nghĩa hơn trong chẩn đoán động cơ ô tô. Về giá trị, nếu các giá trị đáp ứng nhiên liệu của động cơ của ô tô trong khoảng từ -8% đến 8% là bình thường, từ 8% - 20% là vùng nguy cơ cao động cơ sẽ xuất hiện sai lệch trong hoạt động, từ 20% - 25% là vùng sai lệch, ECU sẽ thiết lập các mã lỗi để cảnh báo sai lệch này trong hoạt động của động cơ.

Hiện nay, giá trị của Fuel Trims được sử dụng rộng rãi trong công tác chẩn đoán của các kỹ thuật viên ô tô, giá trị này thu được bằng việc sử dụng các phần mềm, thiết bị chẩn đoán như đã đề cập ở trên. Do đó, việc xác định nhanh chóng trạng thái kỹ thuật động cơ đối với người sử dụng xe đôi khi rất khó khăn và tốn kém thời gian hoặc người sử dụng ô tô cần đầu tư mua các thiết bị chẩn đoán cần tay có thể kết nối với các thiết bị di động, điều này là tương đối lãng phí và không quá cần thiết đối với người sử dụng cá nhân.

Do đó, nghiên cứu này nhằm xây dựng một phương pháp chẩn đoán mới, sử dụng các thuật toán của Machine Learning để xây dựng các mô hình dự đoán tình trạng kỹ thuật của động cơ ô tô dựa trên các dữ liệu dễ dàng xác định từ người sử dụng ô tô bao gồm thông tin về tuổi tác, giới tính, vị trí địa lý ô tô thường được sử dụng, quãng đường ô tô đã đi. Với sự hỗ trợ của các thiết bị, và phần mềm chẩn đoán ô tô hiện nay, giá trị về Long Term Fuel Trim của các xe được điều tra dữ liệu sẽ được sử dụng để làm nhãn phân loại cho tình trạng kỹ thuật hiện tại của động cơ. Do dữ liệu dùng để huấn luyện mô hình đã lựa chọn được LTFT làm nhãn do đó bài toán xây dựng mô hình sẽ là bài toán học có giám sát (supervised learning) của Machine Learning.

Các phần tiếp theo của bài báo sẽ trình bày các nội dung sau, phần 2 của bài báo sẽ đi trình bày về phương pháp nghiên cứu bao gồm cách thu thập, xử lý và chuẩn hóa dữ liệu, các thuật toán Machine Learning được sử dụng để phân tích trong dữ liệu, phần 3 bài báo sẽ trình bày kết quả kiểm tra các mô hình được xây dựng, phần 4 sẽ đưa ra một số bàn luận xung quanh vấn đề nghiên cứu.

2. Phương pháp xây dựng và phân tích bộ dữ liệu

Nghiên cứu được thiết kế thông qua thu thập thông tin của 300 chủ xe Kia Morning, loại xe phổ biến nhất tại Việt Nam năm sản xuất từ 2014 cho đến 2016. Dữ liệu được thu thập tại cả khu vực thành thị và ngoại thành Hải Phòng, một trong 4 thành phố lớn nhất của Việt Nam, trong điều kiện thời tiết không mưa, trong hai tháng mùa khô tại Việt Nam là tháng 12 và tháng 1. Nhiệt độ trung bình trong hai tháng này là 20°C, nhiệt độ cao nhất 25°C, thấp nhất 16°C.

Đối tượng điều tra được lựa chọn ngẫu nhiên qua chương trình chẩn đoán ô tô miễn phí mà nghiên cứu cung cấp để thu thập dữ liệu nhanh hơn. Thông qua cân đối giữa thời gian huấn luyện dữ liệu và đặc tính của thông số chúng tôi quyết định thu thập 300 mẫu dữ liệu cho nghiên cứu.

Thiết bị được sử dụng là thiết bị chẩn đoán ô tô Gscan, model 2.0, phiên bản phần mềm quốc tế 2018, nơi sản xuất tại Hàn Quốc.

Việc đo lường được tiến hành ở chế độ không tải (sau khởi động) sau khi động cơ đã được làm nóng năm phút. Kết quả lần đo đầu tiên được loại bỏ, kết quả cuối cùng là trung bình cộng giá trị LTFT của xe ở hai lần đo tiếp theo, mỗi lần đo cách nhau ba phút.

Giá trị LTFT là giá trị hiển thị trên máy chẩn đoán Gscan 2 trong phần kiểm tra thông số của động cơ. Cơ sở xác định giá trị LTFT dựa trên dữ liệu thực tế thu thập được từ cảm biến tỉ lệ không khí nhiên liệu A/F, so với giá trị LTFT được lập trình sẵn trong bản đồ sử dụng nhiên liệu của ô tô tại các vòng quay và tải của động cơ qua đó tính toán ra giá trị LTFT theo đơn vị phần trăm.

Một bộ câu hỏi cũng được thiết kế để thu thập dữ liệu liên quan đến các yếu tố sử dụng xe bao gồm tuổi của người điều khiển xe chính, giới tính của người điều khiển xe chính, khu vực sử dụng xe phổ biến, quãng đường sử dụng xe. Đây là những dữ liệu đơn giản, dễ xác định cho đối tượng sử dụng của mô hình chẩn đoán là người sử dụng xe ô tô, không phải là kỹ thuật viên hay người có kiến thức chuyên ngành về ô tô.

Bảng 1. Dữ liệu của các quan sát trong tập dữ liệu khảo sát trước chuẩn hóa

Mã số	Tuổi người sử dụng xe chính (tuổi)	Giới tính người sử dụng xe chính	Khu vực sử dụng xe	Quãng đường xe chạy (Km)	Giá trị LTFT khảo sát được (%)
001	26	Nam	Thành phố	27.701	21
002	40	Nam	Ngoại thành	20.115	1
003	30	Nữ	Thành phố	21.613	1
004	33	Nữ	Ngoại thành	21.288	10

Dữ liệu sau khi được thu thập sẽ được chuẩn hóa về dạng số, đối với thông tin về giới tính, giới tính Nam sẽ tương ứng với 1, nữ tương ứng với 0; đối với thông tin về khu vực sử dụng xe, khu vực thành phố được quy ước là 1, ngoại thành là 0 và xe sử dụng ở cả hai khu vực trên được quy ước ghi 2.

Đối với dữ liệu LTFT được xác định là nhãn của dữ liệu, để phân loại tình trạng động cơ. Đối với các thuật toán Classification (Phân loại) như KNN, giá trị LTFT được phân ra thành 3 classes (nhóm). Nhóm 0 tương ứng với giá trị tuyệt đối của LTFT < 8%, đại diện cho động cơ xe làm việc bình thường. Nhóm 1 tương ứng với giá trị tuyệt đối của LTFT trong khoảng từ 9% đến 19%, đại diện cho động cơ xe đang có sai số và khả năng cao sẽ gặp hư hỏng. Nhóm 2 tương ứng với giá trị tuyệt đối của LTFT trên 20%, đại diện cho tình trạng động cơ đang gặp sự cố, làm việc không tốt hoặc không làm việc [5]. Sau khi được chuẩn hóa, dữ liệu trong Bảng 1 sẽ tương ứng với dữ liệu trong Bảng 2 sau.

Bảng 2. Dữ liệu của các quan sát trong tập dữ liệu khảo sát sau chuẩn hóa

Mã số	Tuổi người sử dụng xe chính (tuổi)	Giới tính người sử dụng xe chính	Khu vực sử dụng xe	Quãng đường xe chạy (Km)	Giá trị LTFT khảo sát được (%)
001	26	1	1	27.701	2
002	40	1	0	20.115	0
003	30	0	1	21.613	0
004	33	0	0	21.288	1

Tập dữ liệu bao gồm 300 mẫu thu được, sẽ được chia thành 2 tập, tập thứ nhất là tập huấn luyện (training set) dùng để xây dựng mô hình bao gồm 70% dữ liệu (210 mẫu), tập thứ 2 là tập kiểm tra dùng để kiểm tra tính chính xác của mô hình xây dựng bao gồm 30% dữ liệu (90 mẫu).

Với việc dữ liệu được gán nhãn bởi thông số LTFT, các thuật toán học có giám sát (Supervised learning) của Machine Learning sẽ được sử dụng. Sau khi cân nhắc đặc điểm dữ liệu, cũng như đặc điểm của các thuật toán học có giám sát, tác giả sử dụng thuật toán K-nearest Neighbor (KNN) để huấn luyện dữ liệu trong tập huấn luyện. Thông số đầu vào của thuật toán là các thông tin trong bộ dữ liệu huấn luyện bao gồm độ tuổi, giới tính người điều khiển chính, khu vực xe hoạt động chính, quãng đường xe chạy là những thông số khảo sát, cùng với đó đầu vào của thuật toán còn bao gồm cả dữ liệu về LTFT dùng làm nhãn để thể hiện trạng thái của động cơ. Các đầu vào này sẽ tạo ra đầu ra là một không gian dữ liệu mà ở đó, tất cả các điểm dữ liệu (xác định bởi 5 thông số trên) đều đã thể hiện tình trạng động cơ bình thường, có nguy cơ hư hỏng hay đang gặp hư hỏng. Dựa vào không gian dữ liệu huấn luyện này, khi đưa các dữ liệu cần kiểm tra (chưa có nhãn, chưa thể hiện

thông tin về tình trạng động cơ) vào, mô hình sẽ căn cứ vào k điểm gần nhất với dữ liệu cần kiểm tra để xác định nhãn cho dữ liệu này (số k sẽ được xác định sau khi chạy mô hình với nhiều giá trị k khác nhau để xác định được giá trị k phù hợp nhất cho bộ dữ liệu và được thể hiện trong Hình 1 dưới đây).

Thuật toán sẽ cho ra kết quả dự đoán về nhóm mà dữ liệu đó thuộc vào tương ứng với LTFT nhóm 0, 1 hay 2.

Một số thuật toán học có giám sát khác cũng có thể được sử dụng như trí tuệ nhân tạo (ANN) và phân loại theo phân phối xác suất Bayes (NBC). Tuy nhiên, so với hai thuật toán trên thuật toán KNN có lợi thế về mặt tốc độ huấn luyện dữ liệu nhanh, không tốn tài nguyên khi huấn luyện dữ liệu và phù hợp cho bài toán có số lượng dữ liệu nhỏ. Đối với thuật toán ANN, thuật toán này thường cho độ chính xác cao với các dữ liệu lớn, cấu trúc mô hình ANN là tương đối phức tạp, do đó mất nhiều thời gian và tài nguyên để huấn luyện mô hình. Thuật toán NBC là thuật toán thiên về sử dụng xác suất có tốc độ huấn luyện nhanh nên rất phù hợp với bài toán có dữ liệu lớn, NBC đặc biệt thích hợp với các bài toán về xử lý ngôn ngữ tự nhiên [6].

Thuật toán được huấn luyện và kiểm tra bằng phần mềm Anaconda, dựa trên ngôn ngữ lập trình Python.

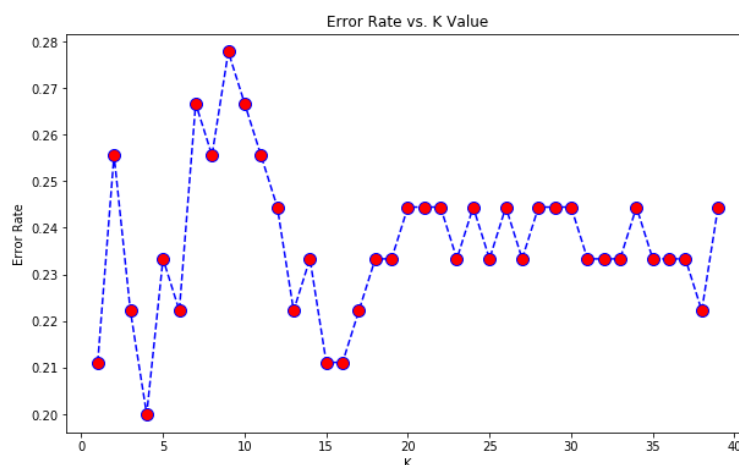
Bản chất của thuật toán KNN là tương đối đơn giản, thuật toán xác định k điểm gần nhất với điểm dữ liệu đang xét trong không gian dữ liệu như đã đề cập tới ở trên, dựa theo khoảng cách E-cơ-lit trong không gian hai chiều, hay giá trị về khoảng cách trong không gian véc tơ (được kí hiệu là Norm 2). Công thức cụ thể như sau:

$$d(q, p) = d(p, q) = \sqrt{(q_1^2 - p_1^2) + (q_2^2 - p_2^2) + \dots + (q_n^2 - p_n^2)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i^2 - p_i^2)} \quad (1)$$

Trong đó:

- $d(q, p)$ và $d(p, q)$ là khoảng cách giữa điểm dữ liệu đang xét với các điểm dữ liệu gần nó nhất trong không gian huấn luyện.
- q_i, p_i là giá trị tọa độ điểm thứ i của mô hình.

3. Kết quả xây dựng và kiểm tra mô hình xây dựng bằng thuật toán K-nearest Neighbor (KNN)



Hình 1. Mối liên hệ giữa sai số dự đoán với các giá trị của k khi xây dựng mô hình bằng thuật toán KNN

Bảng 3. Kết quả kiểm nghiệm thuật toán KNN cho 90 dữ liệu trong tập kiểm tra tại k = 4

Tổng số: 90	Dự đoán là 0	Dự đoán là 1	Dự đoán là 2
Nhãn 0	55 (87%)	8 (13%)	0 (0%)
Nhãn 1	5 (31%)	16 (69%)	0 (0%)
Nhãn 2	2 (33%)	4 (66%)	0 (0%)

Trên tập kiểm tra bao gồm 90 mẫu dữ liệu, kết quả dự đoán cho nhóm có nhãn LTFT bằng 0 xe bình thường đạt độ chính xác 87%, 13% kết quả nhóm này bị dự đoán nhầm sang nhãn 1. Độ chính xác dự đoán cho nhóm có nhãn 1 thấp hơn với chỉ 69%, 31% kết quả của nhóm này bị dự đoán nhầm sang nhóm 0. Kết quả dự đoán cho nhóm nhãn 2 chưa chính xác, do số lượng dữ liệu được dẫn nhãn này trong bộ dữ liệu quá nhỏ. Đối với việc thực hiện các vòng lặp của thuật toán,

giá trị k là số điểm dữ liệu gần nhất lấy làm căn cứ để xác định nhóm cho dữ liệu cần kiểm tra. Ta nhận thấy, bộ dữ liệu với 300 mẫu dữ liệu là tương đối nhỏ. Do đó thuật toán sẽ cho kết quả chính xác hơn nếu giá trị k nhỏ. Nếu số k lớn sẽ dẫn tới việc đan xen các điểm dữ liệu làm căn cứ phân lớp cho dữ liệu kiểm tra dẫn tới độ chính xác giảm xuống.

4. Kết luận

Nguồn dữ liệu về trạng thái kỹ thuật của ô tô cũng như động cơ ô tô đang được cập nhật hàng ngày. Việc khai thác nguồn dữ liệu này để đưa ra các dự đoán về trạng thái kỹ thuật của ô tô là rất cấp thiết. Bài báo đã sử dụng thuật toán K-nearest Neighbor (KNN) là một thuật toán phân loại đơn giản và hiệu quả cho bài toán phân loại nhiều nhóm dữ liệu. Mô hình của bài báo có thể được áp dụng trong thực tiễn một cách nhanh chóng thông qua tích hợp vào ứng dụng trên điện thoại cá nhân, có thể giúp người điều khiển xe có những gợi ý về tình trạng kỹ thuật của động cơ trên ô tô của họ, qua đó đảm bảo tính an toàn trong quá trình điều khiển và sử dụng ô tô, cũng như giúp người điều khiển xe sớm có kế hoạch bảo dưỡng cho xe của mình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] C. Barreto, *A Machine Learning Approach Based on Automotive Engine Data Clustering for Driver Usage Profiling Classification*, Halmstad University Press, 2014.
- [2] M. Yi Lu, *Vehicle Fault Diagnostics Using Text Mining*, *Vehicle Engineering Structure and Machine Learning*, International Journal of Intelligent Information Systems, 2015.
- [3] U. Shafi, *Vehicle Remote Health Monitoring and Prognostic Maintenance System*, Journal of Advanced Transportation, 2018.
- [4] C. Barreto, *A Machine Learning Approach Based on Automotive Engine Data Clustering for Driver Usage Profiling Classification*, Australian Information Security Management Conference, 2013.
- [5] Internet Resource: <http://greencar.vn/dong-co-xang/fuel-trim-la-gi-hieu-ve-su-dieu-chinh-nhien-lieu-cua-dong-co-o-to/>.
- [6] H. Trevo, *The Elements Of Statistical Learning Second Edition*, Springer, 2018.

Ngày nhận bài:	09/5/2019
Ngày nhận bản sửa:	16/5/2019
Ngày duyệt đăng:	22/5/2019

ẢNH HƯỞNG KẾT CẤU KHUNG ĐẾN TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA MÁY XÚC MỘT GẦU

STUDYING THE EFFECT OF CHASSIS STRUCTURE TO THE STABILITY OF THE SINGLE BUCKET EXCAVATOR

LÊ THỊ MINH PHƯƠNG

Viện Cơ khí, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: phuongltmvck@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Khi khai thác, vận hành máy xúc một gầu có thể xảy ra trường hợp sự cố mất ổn định gây lật máy khi di chuyển, đó là một trong các sự cố gây ra các tai nạn nguy hiểm và chiếm một tỷ lệ khá lớn khi khai thác máy. Tai nạn xảy ra do sự cố này có nhiều nguyên nhân như trình độ người vận hành, ý thức chấp hành công tác an toàn lao động, thực trạng địa hình nơi khai thác, tình trạng kỹ thuật và kết cấu của máy móc - thiết bị; trong đó kết cấu khung máy có ảnh hưởng rất lớn đến tính ổn định của máy. Bài viết này đề cập tới ảnh hưởng của các dạng kết cấu khung máy đến tính ổn định chống lật của máy xúc một gầu theo phương ngang khi di chuyển trên đường vòng.

Từ khóa: Máy xúc một gầu, ổn định, kết cấu khung hàn cứng, kết cấu khung khớp bản lề.

Abstract

When exploiting, operating a single bucket excavator may occur in the event of an instability that causes the machine to overturn when moving, which is one of the incidents that cause dangerous accidents and accounts for a large proportion when operate the machine. At the accident caused by this incident, there are many causes: such as the operator's level, the sense of compliance with labor safety, the reality of the terrain at the mining site, the technical status and structure of the machine - device; in which the frame structure has a great influence on the stability of the machine. This article deals with the effect of the frame structure types on the excavator's anti-roll stability of a horizontal bucket when moving around the loop.

Keywords: A single bucket excavator, stability, rigid welded frame structure, hinged frame structure.

1. Đặt vấn đề

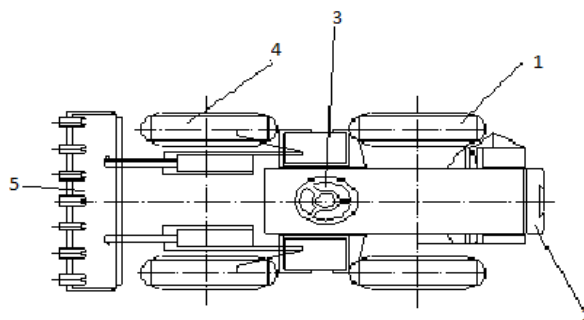
Đối với máy xúc một gầu, thông thường làm việc ở những địa hình phức tạp, đồi núi, nghiêng, dốc, bến bãi khai khoáng, làm việc trên nền đất tạm, đất yếu, ... Công dụng của máy xúc là dùng để bốc đất, đá, than ... nên nó thường phải làm việc trong điều kiện địa hình phức tạp, phụ tải thay đổi thường xuyên và đột ngột. Tuy nhiên các sự cố, tai nạn xảy ra khi sử dụng máy móc, thiết bị trong quá trình thi công nói chung và máy xúc một gầu rất đa dạng và chiếm tỷ lệ khá cao trên tổng số tai nạn lao động. Đặc biệt, sự cố mất ổn định gây lật thiết bị khi khai thác, vận hành máy xúc một gầu. Nếu kết cấu máy không hợp lý, không đảm bảo trong quá trình khai thác, vận hành sẽ xảy ra sự cố mất ổn định gây lật có thể gây ra những tai nạn rất nguy hiểm đối với người và phương tiện thiết bị. Xuất phát từ những lý do trên, tác giả tiến hành nghiên cứu các dạng kết cấu khung máy ảnh hưởng đến tính ổn định của máy xúc một gầu, để từ đó lựa chọn kết cấu máy cho phù hợp với thực tế khai thác nhằm đảm bảo an toàn cho người và thiết bị mà vẫn cho hiệu suất lao động cao. Nghiên cứu ảnh hưởng của kết cấu khung máy đến tính ổn định của máy xúc một gầu có ý nghĩa quan trọng trong việc tính toán, lựa chọn các bộ phận của hệ thống truyền động của máy xúc một gầu. Tuy nhiên, trong phạm vi bài báo này chỉ đề cập tới ảnh hưởng của các dạng kết cấu khung máy đến tính ổn định chống lật của máy xúc một gầu theo phương ngang khi di chuyển trên đường vòng.

2. Kết cấu khung của máy nâng một gầu

Ở các máy xúc một gầu chia ra hai loại chính của kết cấu khung: Khung hàn cứng (khung của máy kết cấu thành một khối để lắp thiết bị công tác máy) và khung có khớp bản lề (trường hợp này khung của máy xúc một gầu được thực hiện ở dạng 2 bán khung: Nửa khung lắp thiết bị công tác và nửa bố trí thiết bị động lực - động cơ đốt trong) [1], [2], [3], [6].

Máy xúc một gầu với kết cấu khung hàn cứng

Máy xúc một gầu với kết cấu khung hàn cứng (Hình 1) được sử dụng khá phổ biến, do khối lượng kim loại nhỏ, kết cấu và chế tạo đơn giản, giá thành rẻ. Ở loại này, khung của máy được chế tạo thành khối cứng bằng phương pháp hàn, các thiết bị được lắp trên cùng một kết cấu khung này.

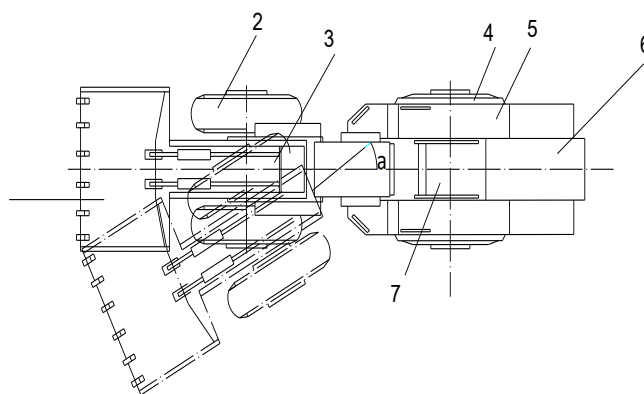


Hình 1. Máy xúc một gầu đỡ tải phía trước với khung cứng

1,4- Bánh xe cầu sau, cầu trước 2- Khung máy 3- Vô lăng điều khiển 5- Gầu

Máy xúc một gầu với kết cấu khung khớp bản lề

Máy xúc một gầu với khung có khớp bản lề có kết cấu như (Hình 2), gồm hai nửa khung số 3 và 5 được liên kết với nhau nhờ hai trụ đứng tạo thành khớp bản lề, loại này thường áp dụng với máy xúc có sức nâng lớn hơn 2 tấn.



Hình 2. Máy xúc một gầu đỡ tải phía trước với khung có khớp bản lề

1- gầu; 2,4- cầu trước, cầu sau; 3,5- nửa khung trước và nửa sau; 6,7- buồng máy

Nhờ có kết cấu khớp bản lề mà việc xoay trở của xe rất thuận lợi, ít bị cản trở bởi địa hình chật hẹp. Thiết bị bốc dỡ hàng không bằng cách di chuyển xe trên diện tích làm việc, mà bằng cách quay cần 90 độ về hai phía, trên đó lắp đặt thiết bị của xe. Kết quả đã làm giảm đáng kể kích thước diện tích làm việc. Tuy nhiên tải trọng tương đối so với trục đứng của khớp nối và từ lực đẩy trong suốt quá trình di chuyển của xe, đây cũng là yếu tố gây mất ổn định của xe.

3. Điều kiện ổn định của máy nâng 1 gầu

Khi làm việc, máy xúc một gầu có thể xảy ra trường hợp mất ổn định gây lật máy. Điều kiện đảm bảo ổn định chống lật của máy được đánh giá theo hệ số ổn định k_{od} [4], [5]:

$$k_{od} = \frac{M_g}{M_l} \quad (1)$$

Trong đó:

M_g - mô men giữ của máy;

M_l - mô men gây lật máy;

Các mô men này lấy đối với trục lật của máy.

Theo quy định, hệ số ổn định của máy nâng 1 gầu $k_{od} \geq 1,15$.

4. Ảnh hưởng của kết cấu khung đến tính năng chống lật của máy

4.1. Đối với máy xúc một gầu có khung cứng

Đối với trường hợp khung cứng khi máy quay vòng (Hình 3): ở trường hợp này, đường lật là đường AB.

Lực ly tâm là lực gây lật máy được xác định:

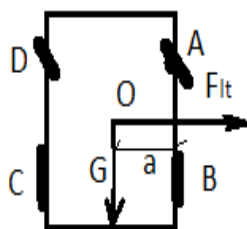
$$F_{lt} = G.h$$

Từ sơ đồ Hình 3 ta có: mô men giữ:

$$M_g = G.a$$

(2)

Với a là trọng tâm của máy tới đường lật.

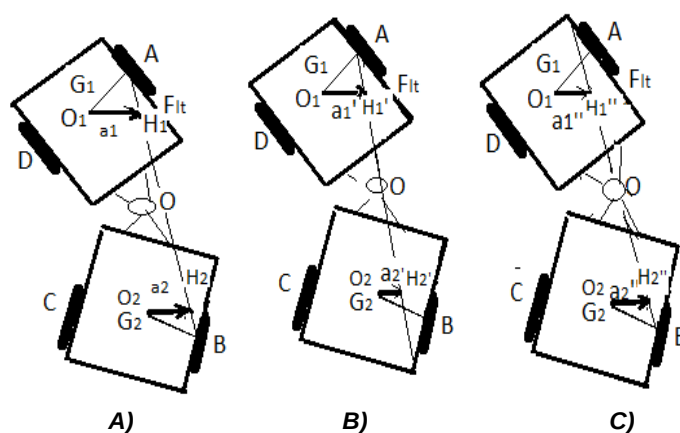


Hình 3. Sơ đồ tính ổn định với khung cứng

4.2. Đối với máy xúc một gầu với khung có khớp

Ta xét trường hợp khi máy quay vòng, có thể xảy ra 3 trường hợp máy bị mất ổn định gây lật với các trục lật khác nhau:

- A- Trục lật qua hai bánh xe A và B (Hình 4A);
- B- Trục lật qua bánh xe A và khớp O (Hình 4B);
- C- Trục lật qua bánh xe B và khớp O (Hình 4C).



Hình 4. Sơ đồ tính ổn định với khung có khớp

- Trường hợp 1: Trục lật qua 2 bánh xe AB (Hình 4A): Cạnh lật là cạnh AB nên ta có:

Tam giác O_2H_2B vuông tại H_2 do đó: $a_2 < O_2B = a$.

Tam giác O_1H_1A vuông tại H_1 ta có: $a_1 < O_1A = a$

Suy ra, mô men giữ: $M_{g1} = G_1 \cdot a_1 + G_2 \cdot a_2 < M_g$ (3)

- Trường hợp 2: Trục lật qua bánh xe A và khớp O (Hình 4B).

Cạnh lật là cạnh AO nên ta có:

Tam giác $O_2H'_2B$ vuông tại H'_2 do đó: $a'_2 < O_2B = a$

Tam giác $O_1H'_1A$ vuông tại H'_1 ta có: $a'_1 < O_1B = a$

Suy ra, mô men giữ: $M_{g'1} = G_1 \cdot a'_1 + G_2 \cdot a'_2 < M_g$ (4)

- Trường hợp 3: Trục lật qua bánh xe B và khớp O (Hình 4C).

Cạnh lật là cạnh BO nên ta có:

Tam giác $O_2H''_2B$ vuông tại H''_2 do đó: $a''_2 < O_2B = a$

Tam giác $O_1H''_1A$ vuông tại H''_1 ta có: $a''_1 < O_1B = a$

Suy ra, mô men giữ: $M_{g''1} = G_1 \cdot a''_1 + G_2 \cdot a''_2 < M_g$ (5)

Đánh giá các trường hợp và từ các biểu thức (2), (3), (4), (5) xét cho trường hợp máy xúc một gầu khi quay vòng ta thấy: các giá trị mô men giữ M_{g1} , M'_{g1} , M''_{g1} ở cả ba trường hợp của máy xúc có khung với khớp luôn nhỏ hơn M_g của máy xúc một gầu với khung cứng (với máy xúc cùng kích thước và trọng lượng).

Bài toán: Xác định ảnh hưởng của kết cấu khung máy đến tính ổn định của máy xúc một gầu. Xét cho hai máy xúc cùng thông số có kết cấu khung hàn cứng và máy xúc có kết cấu khung khớp bản lề, với các số liệu sau:

Trọng lượng xe 5T, kích thước tổng thể: 8.480 x 2.710 x 2.985 (mm); vận tốc di chuyển: 4,5km/h; Cơ sở máy: 2.500mm. Tọa độ trọng tâm đến đường lật: $a = 1.355$ mm.

* Máy xúc 1: Máy xúc có kết cấu khung cứng có: trọng lượng xe $G = 5T = 50.000N$.

Khi đó theo (2) Mô men giữ của xe: $M_g = G \cdot a = 50.000 \times 1,355 = 67.750N.m$.

* Máy xúc 2: Máy xúc có kết cấu khung khớp bản lề gồm hai nửa khung với trọng lượng hai nửa:

$$G_1 = 2T = 20.000N, G_2 = 3T = 30.000N;$$

- Xét trường hợp 1: trục lật qua 2 bánh xe: $a_1 = 936mm$, $a_2 = 876mm$.

Theo (3) mô men giữ:

$$M_{g1} = G_1 \cdot a_1 + G_2 \cdot a_2 = (20.000 \times 0,936) + (30.000 \times 0,876) = 45.000 N.m < M_g$$

- Xét trường hợp 2: trục lật qua bánh xe A và khớp bản lề, ta có: $a_1' = 910 mm$, $a_2' = 730mm$.

Theo (4) mô men giữ:

$$M_{g1'} = G_1 \cdot a_1' + G_2 \cdot a_2' = (20.000 \times 0,910) + (30.000 \times 0,730) = 40100N.m < M_g$$

- Xét trường hợp 3: trục lật qua bánh xe B và khớp bản lề, ta có: $a_1'' = 880 mm$, $a_2'' = 900mm$.

Theo (5) mô men giữ:

$$M_{g1''} = G_1 \cdot a_1'' + G_2 \cdot a_2'' = (20.000 \times 0,880) + (30.000 \times 0,900) = 44600N.m < M_g$$

4. Kết luận

Theo kết quả bài toán trên cho thấy:

Đối với hai máy xúc một gầu có cùng thông số kỹ thuật thì mô men giữ của cả 3 trường hợp của máy xúc một gầu với kết cấu khung khớp M_{g1} , $M_{g1'}$, $M_{g1''}$ đều nhỏ hơn mô men giữ M_g của máy xúc một gầu kết cấu khung hàn cứng. Do đó, máy xúc có kết cấu khung cứng cho độ ổn định tốt hơn so với kết cấu khung khớp bản lề. Tuy nhiên, đây chỉ là một trường hợp nhỏ mà với phạm vi bài báo này tác giả đề cập đến, trong thực tế máy xúc hoạt động còn có nhiều trường hợp phức tạp gây mất ổn định cần nghiên cứu tính toán cụ thể, mà tác giả đang triển khai trong công trình nghiên cứu khoa học sắp tới.

Máy xúc một gầu có kết cấu khung cứng tính ổn định của xe sẽ tốt, song rất bất tiện cho việc quay trở về phải xoay cả kết cấu xe, phạm vi làm việc sẽ bị hạn chế, cần phải có không gian lớn, chỉ phù hợp với máy có tải trọng nhỏ.

Để khắc phục tình trạng trên người ta sử dụng máy xúc với kết cấu khung có khớp bản lề, khớp này sẽ liên kết hai nửa khung máy với nhau, mang lại nhiều tiện ích cho thiết bị, như việc quay trở máy rất dễ dàng, làm việc linh động kể cả với địa hình trật hẹp. Kết cấu khung có khớp bản lề được sử dụng hầu hết cho các xe nâng có tải trọng lớn hơn 2 tấn. Tuy nhiên vì khung xe có kết cấu bởi hai nửa liên kết với nhau qua khớp nên tính ổn định của xe thấp hơn so với kết cấu khung cứng, do vậy cần có giải pháp tăng tính ổn định cho xe có kết cấu khung khớp bản lề.

Tác giả đề xuất hai giải pháp tăng tính ổn định cho máy đó là:

- Một là khi thiết kế thiết bị phải tính toán để hạ thấp trọng tâm máy;

- Hai là cho khối lượng tập trung trục dọc, tăng khối lượng vào giữa kết cấu: thứ nhất, khi thiết kế thiết bị phải tính toán để hạ thấp trọng tâm máy vì khi hạ thấp trọng tâm thì cánh tay đòn lực quán tính đến trục lật nhỏ đi, làm giảm mô men lật M_l , do đó hệ số ổn định K_{od} sẽ tăng lên; thứ hai là cho khối lượng tập trung trục dọc, tăng khối lượng vào giữa kết cấu: đòn trọng lượng vào giữa là tăng cánh tay đòn mômen giữ M_g , thì K_{od} sẽ tăng, tăng tính ổn định cho xe.

Có thể tăng khối lượng cho dầm ở khoảng giữa 2 bánh xe trước - sau, cũng tăng mômen giữ nhưng sẽ tăng lực cản chuyển động dẫn tới tăng công suất. Trong cả 2 biện pháp này, có thể làm giảm tính vượt qua chướng ngại vật vì trọng tâm máy bị hạ thấp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Yển, Bùi Minh Hiền. *Thiết bị nâng chuyển*. NXB Đà Nẵng, 2017.
- [2] Trần Xuân Hiền. *Máy xúc thủy lực*. NXB Khoa học Kỹ thuật, 2014.
- [3] TCVN 4244-2005. *Thiết bị nâng - thiết kế, chế tạo và kiểm tra kỹ thuật*. Hà Nội, 2005.
- [4] Trương Quốc Thành, Phạm Quang Dũng. *Máy và thiết bị nâng*. NXB Khoa học Kỹ thuật, 2004.
- [5] Дукелский А.И. *Портовые грузоподъемные машин*. "Транспорт". М, 1970.
- [6] Гохберг М.М. *Металлические конструкции подъяено- Транспортных машин*. "Машиностроение". Л, 1976.

Ngày nhận bài: 26/3/2019

Ngày nhận bản sửa lần 01: 11/4/2019

Ngày nhận bản sửa lần 02: 26/4/2019

Ngày duyệt đăng: 02/5/2019

ĐIỀU KHIỂN HỒI TIẾP PHI TUYẾN XE HAI BÁNH TỰ CÂN BẰNG DI CHUYỂN TRÊN MẶT PHẶNG NGHIÊNG

NONLINEAR FEEDBACK CONTROL OF TWO-WHEELED SELF-BALANCING ROBOT MOVING ON THE SLOPE

NGUYỄN ĐÌNH KHIÊM, HOÀNG MẠNH CƯỜNG*, NGUYỄN HOÀNG HẢI

Viện Cơ khí, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: cuonghm@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Trong bài báo này, tập trung xây dựng mô hình động lực học và thiết kế quy luật điều khiển cho xe hai bánh khi di chuyển trên mặt phẳng nghiêng. Việc xây dựng phương trình động lực học được thực hiện bằng phương pháp Lagrange. Phương trình vi phân thu được là cơ sở để thiết kế quy luật điều khiển. Các kết quả tính toán cho thấy tính hiệu quả của bộ điều khiển.

Từ khóa: Động lực học, điều khiển, phương trình Lagrange, hồi tiếp, hồi tiếp phi tuyến.

Abstract

This paper focuses on establishing dynamic model and control design for two-wheeled self-balancing car running on slope. First, the motion equation of the system is obtained by using Lagrange II formulation. The differential equations of motion of the robot play a vital role in designing controller. In this paper, results demonstrate how effective controller is.

Keywords: Dynamics, control, Lagrange, feedback, nonlinear feedback.

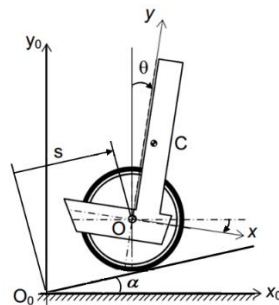
1. Mở đầu

Xe hai bánh tự cân bằng, được sử dụng rất phổ biến để di chuyển trong một phạm vi gần, như trong các phân xưởng nhà máy, trong siêu thị hay trong các khu du lịch nghỉ dưỡng,... Từ khi phát minh, loại xe này đã được nhiều nhà khoa học quan tâm. Việc nghiên cứu về động lực học và thiết kế quy luật điều khiển cho xe đã được đề cập trong rất nhiều các công trình [2, 3, 4, 5, 6, 7], tuy nhiên trong phần lớn các công trình đã công bố, chủ yếu tập trung vào việc nghiên cứu khi xe di chuyển trên mặt phẳng ngang, còn với việc xe di chuyển trên mặt phẳng nghiêng còn ít được đề cập đến.

Trong bài báo này, nghiên cứu thiết lập phương trình động lực học khi xe di chuyển trên mặt phẳng nghiêng và thiết kế quy luật điều khiển hồi tiếp dựa trên phương trình vi phân phi tuyến nhằm mục tiêu bánh xe chuyển động đều mà thân xe không bị mất ổn định.

2. Thiết lập phương trình vi phân chuyển động

Mô hình cơ học của xe hai bánh kiểu con lắc ngược được cho như trên Hình 1, trong đó bánh xe được xem là vật rắn đồng chất có khối lượng m_1 , bán kính r , mô men quán tính của bánh xe đối với khối tâm O của nó là J_1 , chịu tác dụng của ngẫu lực M_{dk} do động cơ gắn trên thân xe gây ra. Thân xe là vật rắn có khối lượng m_2 , mô men quán tính của thân xe đối với khối tâm C của nó là J_2 , tọa độ của khối tâm C đối với hệ trục Oxy là $(x_C = a, y_C = b)$. Gọi M_l là ngẫu lực ma sát cản lăn giữa bánh xe và mặt đường, M_o là ngẫu lực cản do ma sát tại các ổ trục. Khi di chuyển trên mặt phẳng nghiêng, hệ có hai bậc tự do. Gọi $q = [\varphi, \theta]^T$ là vectơ tọa độ suy rộng của xe, φ là góc quay của bánh xe, θ là góc nghiêng của thân xe so với phương thẳng đứng.



Hình 1. Mô hình cơ học của xe hai bánh kiểu con lắc ngược

Áp dụng phương trình Lagrange loại II [1, 2], ta thu được hệ phương trình vi phân mô tả chuyển động của xe hai bánh dạng con lắc ngược có dạng như sau:

$$\begin{cases} (J_1 + m_1 r^2 + m_2 r^2) \ddot{\varphi} - m_2 r \ddot{\theta} [a \sin(\theta + \alpha) - b \cos(\theta + \alpha)] \\ \quad - m_2 r \dot{\theta}^2 [a \cos(\theta + \alpha) + b \sin(\theta + \alpha)] = -(m_1 + m_2) g r \sin \alpha + M_{dk} - M_l - M_o \\ (J_2 + m_2 a^2 + m_2 b^2) \ddot{\theta} - m_2 r \ddot{\varphi} [a \sin(\theta + \alpha) - b \cos(\theta + \alpha)] \\ \quad = m_2 g (a \cos \theta + b \sin \theta) - M_{dk} + M_o \end{cases} \quad (1)$$

Dựa trên hệ phương trình (1), ta đi thiết kế quy luật điều khiển đối với xe nhằm đạt được mục tiêu, xe di chuyển lên dốc với vận tốc không đổi và góc nghiêng $\theta = 0$.

3. Thiết kế quy luật điều khiển

Do ảnh hưởng của ma sát cản lăn và ma sát tại các ổ trục là nhỏ, để đơn giản, ta bỏ qua các ma sát này ($M_l = M_o = 0$), sau đây, ta đi thiết kế quy luật điều khiển đối với M_{dk} , để cho xe chuyển động ổn định lên dốc hoặc xuống dốc với vận tốc $v = \text{const}$ và $\theta = 0$.

Xét hệ phương trình (1), ta đặt:

$$C_1 = (J_1 + m_1 r^2 + m_2 r^2), \quad C_2 = (J_2 + m_2 a^2 + m_2 b^2), \quad C_3 = (m_1 + m_2) g r \sin \alpha$$

$$h_1(\theta) = m_2 r [a \sin(\theta + \alpha) - b \cos(\theta + \alpha)], \quad h_2(\theta) = m_2 r [a \cos(\theta + \alpha) + b \sin(\theta + \alpha)]$$

$$h_3(\theta) = m_2 g (a \cos \theta + b \sin \theta), \quad u = M_{dk}$$

Khi đó hệ hai phương trình trên được viết lại như sau:

$$\begin{cases} C_1 \ddot{\theta} - h_1(\theta) \ddot{\theta} - h_2(\theta) \dot{\theta}^2 = -C_3 + u \\ C_2 \ddot{\theta} - h_1(\theta) \ddot{\theta} = h_3(\theta) - u \end{cases} \quad (2)$$

Từ phương trình thứ nhất của (2), ta suy ra:

$$\ddot{\theta} = \frac{1}{C_1} [h_1(\theta) \ddot{\theta} + h_2(\theta) \dot{\theta}^2 - C_3 + u] \quad (3)$$

Thay (3) vào phương trình thứ 2 của (2), ta được:

$$C_2 \ddot{\theta} - h_1(\theta) \frac{1}{C_1} [h_1(\theta) \ddot{\theta} + h_2(\theta) \dot{\theta}^2 - C_3 + u] = h_3(\theta) - u$$

$$\Leftrightarrow [C_1 C_2 - h_1^2(\theta)] \ddot{\theta} = [h_1(\theta) - C_1] u + h_1(\theta) h_2(\theta) \dot{\theta}^2 + C_1 h_3(\theta) - h_1(\theta) C_3 \quad (4)$$

Ta đặt:

$$\Delta_1 = C_1 C_2 - h_1^2(\theta), \quad \Delta_2 = h_1(\theta) - C_1, \quad \Delta_3 = h_1(\theta) h_2(\theta) \dot{\theta}^2 + C_1 h_3(\theta) - h_1(\theta) C_3$$

Với $\Delta_1 \neq 0$, từ (4) ta suy ra được:

$$\ddot{\theta} = \frac{\Delta_2}{\Delta_1} u + \frac{\Delta_3}{\Delta_1} \quad (5)$$

Gọi θ_d là giá trị mong muốn đạt được của θ : $\theta \rightarrow \theta_d$, $\dot{\theta} \rightarrow 0$, $\ddot{\theta} \rightarrow 0$, ta đặt:

$$e = \theta - \theta_d \Rightarrow \dot{e} = \dot{\theta}, \quad \ddot{e} = \ddot{\theta}$$

$$\Rightarrow \ddot{e} = \frac{\Delta_2}{\Delta_1} u + \frac{\Delta_3}{\Delta_1} \quad (6)$$

Để e , $\dot{e}$, $\ddot{e} \rightarrow 0$, theo phương pháp phản hồi tuyến tính hóa, ta có:

$$\ddot{e} = -K_p e - K_d \dot{e} \quad (7)$$

Với K_p , K_d là các hằng số dương. Thay (7) vào (6), ta được:

$$\frac{\Delta_2}{\Delta_1} u + \frac{\Delta_3}{\Delta_1} = -K_p e - K_d \dot{e} \quad (8)$$

Từ đó ta suy ra:

$$u = \frac{\Delta_1 [-K_p e - K_d \dot{e}] - \Delta_3}{\Delta_2} \quad (9)$$

$$\Leftrightarrow u = \frac{\Delta_1 [-K_p (\theta - \theta_d) - K_d \dot{\theta}] - \Delta_3}{\Delta_2} \quad (10)$$

Sau đây, sẽ chứng minh rằng với tín hiệu điều khiển (10) hệ thống sẽ ổn định.

Ta dễ thấy hệ (7) là hệ tuyến tính nên nghiệm của nó có dạng:

$$e(t) = k_1 e^{-\lambda_1 t} + k_2 e^{-\lambda_2 t} \quad (11)$$

Với k_1, k_2 là hằng số, $\lambda_1 > 0$, $\lambda_2 > 0$ và $-\lambda_1, -\lambda_2$ là nghiệm của phương trình đặc trưng:

$$\lambda^2 + K_d \lambda + K_p = 0 \quad (12)$$

Để đơn giản cho việc chứng minh, ta có thể chọn K_p, K_d sao cho λ_1, λ_2 là những số thực (vì hệ ổn định nên $-\lambda_1 < 0, -\lambda_2 < 0$ suy ra $\lambda_1 > 0, \lambda_2 > 0$).

Vì thế $\dot{e}(t), \ddot{e}(t)$ đều hội tụ về 0 dưới dạng hàm mũ, dẫn đến $\dot{\theta}(t) = \dot{e}(t), \ddot{\theta}(t) = \ddot{e}(t)$ cũng hội tụ về 0 với dạng hàm mũ. Mặt khác thay tín hiệu điều khiển (10) vào (13), ta được:

$$\ddot{\varphi} = \frac{1}{C_1 \Delta_2} [h_1^2 \ddot{\theta} - C_1 h_1 \ddot{\theta} - C_1 h_2 \dot{\theta}^2 + C_1 (C_3 - h_3) + (C_1 C_2 - h_1^2)(-K_p e - K_d \dot{e})] \quad (13)$$

Để tìm chặn trên của $|\ddot{\varphi}(t)|$ ta cần chú ý mấy vấn đề sau:

+ Để tồn tại $u(t)$, thì: $|\Delta_2| > \varepsilon_2 > 0$.

+ Người ta đã chứng minh được:

$$|a \cos \theta + b \sin \theta| \leq \sqrt{a^2 + b^2}; |a \sin(\theta + \alpha) - b \cos(\theta + \alpha)| \leq \sqrt{a^2 + b^2} \quad (14)$$

Từ đó ta có thể tìm chặn trên của $h_1(\theta)$, $h_2(\theta)$ có dạng:

$$|h_1(\theta)| \leq m_2 r \sqrt{a^2 + b^2} = H_1 > 0; |h_2(\theta)| \leq m_2 r \sqrt{a^2 + b^2} = H_1 > 0 \quad (15)$$

+ Để tìm chặn trên của $h_3(\theta)$ ta làm như sau: Theo cách đặt $\theta = \theta_d + e$, Do θ_d là góc ở vị trí cân bằng nên nó phải thỏa mãn phương trình:

$$m_2 g(a \cos \theta_d + b \sin \theta_d) = (m_1 + m_2) g r \sin \alpha = C_3 \quad (16)$$

Từ đó ta suy ra:

$$h_3 = m_2 g(a \cos \theta_d + b \sin \theta_d) \cos e + m_2 g(-a \sin \theta_d + b \cos \theta_d) \sin e \quad (17)$$

Đặt:

$$C_3 = m_2 g(a \cos \theta_d + b \sin \theta_d) \cos e; C_4 = m_2 g(-a \sin \theta_d + b \cos \theta_d) \sin e \quad (18)$$

Để thấy C_3 , C_4 là các hằng số, vậy:

$$C_1(C_3 - h_3) = C_1[C_3 - C_3 \cos e - C_4 \sin e] = C_1[2C_3 \sin^2(e/2) - C_4 \sin e] \quad (19)$$

Chú ý rằng: $\sin x < |x|$, $|a + b| \leq |a| + |b|$, khi đó ta có:

$$|C_1(C_3 - h_3)| \leq |2C_1 C_3 \sin^2(e/2)| + |C_4 \sin e| \leq C_1 C_3 |e| + C_4 |e| \quad (20)$$

Với những chú ý trên, từ phương trình (13) ta suy ra:

$$|\ddot{\varphi}| \leq \frac{1}{C_1 \varepsilon_2} [|h_1|^2 |\ddot{\theta}| + C_1 |h_1| |\ddot{\theta}| + C_1 |h_2| |\dot{\theta}|^2 + |C_1(C_3 - h_3)| + (|C_1 C_2| + |h_1|^2)(|K_p| |e| + |K_d| |\dot{e}|)] \quad (21)$$

$$\Leftrightarrow |\ddot{\varphi}| \leq \frac{1}{C_1 \varepsilon_2} [H_1^2 |\ddot{\theta}| + C_1 H_1 |\ddot{\theta}| + C_1 H_1 |\dot{\theta}|^2 + C_1 C_3 |e|^2 + C_4 |e| + (C_1 C_2 + H_1^2)(|K_p| |e| + |K_d| |\dot{e}|)] \quad (22)$$

Với $\ddot{\theta} = \ddot{e}$; $\dot{\theta} = \dot{e}$ nên ta có:

$$|\ddot{\varphi}| \leq \frac{1}{C_1 \varepsilon_2} [H_1^2 |\ddot{e}| + C_1 H_1 |\ddot{e}| + C_1 H_1 |\dot{e}|^2 + C_1 C_3 |e|^2 + C_4 |e| + (C_1 C_2 + H_1^2)(|K_p| |e| + |K_d| |\dot{e}|)] \quad (23)$$

Do $e(t)$ hội tụ về 0 theo hàm mũ, $\dot{e}(t)$, $\ddot{e}(t)$ cũng hội tụ về 0 theo hàm mũ. Nên luôn tồn tại R , $\bar{\lambda} > 0$ sao cho:

$$|e(t)| < R e^{-\bar{\lambda} t}, |\dot{e}(t)| < R e^{-\bar{\lambda} t}, |\ddot{e}(t)| < R e^{-\bar{\lambda} t} \Rightarrow |\dot{e}|^2 \leq R^2 e^{-2\bar{\lambda} t}; |e|^2 \leq R^2 e^{-2\bar{\lambda} t} \quad (24)$$

Vế phải của (24) sẽ bị chặn bởi 1 hàm có dạng $M e^{-\bar{\lambda} t}$, với M đủ lớn và $\bar{\lambda}$ chọn giá trị thích hợp:

$$|\ddot{\varphi}(t)| \leq M e^{-\bar{\lambda} t} \Rightarrow \lim_{t \rightarrow \infty} |\ddot{\varphi}(t)| \leq \lim_{t \rightarrow \infty} M e^{-\bar{\lambda} t} = 0 \quad (25)$$

Từ đó ta có:

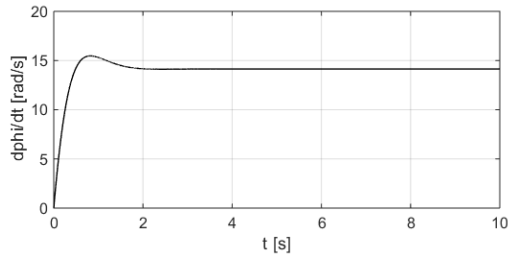
$$|\dot{\varphi}(t)| = \left| \int_0^t \ddot{\varphi}(\tau) d\tau \right| \leq \int_0^t |\ddot{\varphi}(\tau)| d\tau \leq \int_0^t M e^{-\bar{\lambda} \tau} d\tau = -\frac{1}{\bar{\lambda}} M e^{-\bar{\lambda} \tau} \Big|_0^t = \frac{M}{\bar{\lambda}} - \frac{M}{\bar{\lambda}} e^{-\bar{\lambda} t} \quad (26)$$

Nên $\dot{\varphi}(t)$ luôn bị chặn, tức là tích phân $\int_0^\infty |\ddot{\varphi}(\tau)| d\tau$ luôn hữu hạn (đây là điều cần chứng minh).

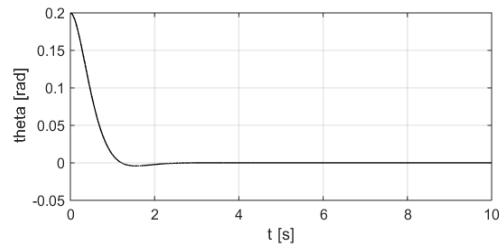
4. Các kết quả mô phỏng

Để tính toán số, giá trị các tham số của hệ được cho như sau: $g = 9,81(\text{m/s}^2)$; $m_1 = 0,51(\text{kg})$; $J_1 = 5,1 \cdot 10^{-4}(\text{kg} \cdot \text{m}^2)$; $r = 0,062(\text{m})$; $m_2 = 9,01(\text{kg})$; $J_2 = 0,228(\text{kg} \cdot \text{m}^2)$; $a = 0(\text{m})$; $b = 0,7(\text{m})$; $\alpha = 15^\circ$; $\theta_d = 1,392^\circ$; $K_p = 10$; $K_d = 5$.

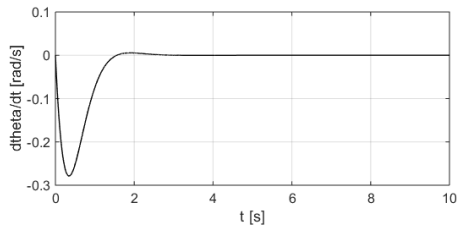
Với các số liệu cho như trên sau khi tính toán, ta được một số kết quả mô phỏng cho trên các Hình 2, 3, 4, 5, 6, 7. Từ Hình 2, 3, 4, ta thấy khi xe di chuyển trên mặt phẳng nằm ngang ta có thể điều khiển để xe chuyển động với vận tốc không đổi và thân xe ổn định ở vị trí thẳng đứng ($\theta = 0$). Nhưng khi xe di chuyển trên mặt phẳng nghiêng, từ các Hình 5, 6, 7, ta thấy, muốn vận tốc của xe không đổi thì thân xe phải nghiêng một góc $\theta_d = 1,39^\circ$.



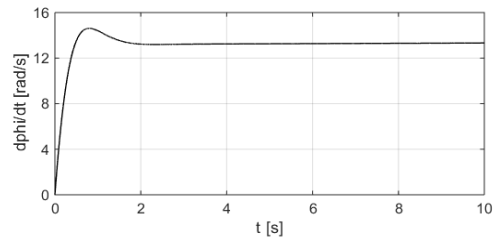
Hình 2. Vận tốc quay của bánh xe khi xe di chuyển trên mặt phẳng ngang



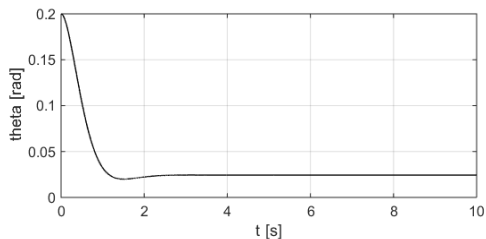
Hình 3. Góc lắc của thân xe khi xe di chuyển trên mặt phẳng ngang



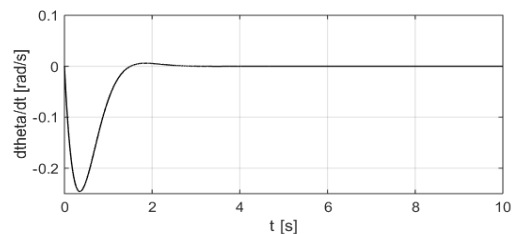
Hình 4. Vận tốc lắc của thân xe khi xe di chuyển trên mặt phẳng ngang



Hình 5. Vận tốc quay của bánh xe khi xe di chuyển trên mặt phẳng nghiêng



Hình 6. Góc lắc của thân xe khi xe di chuyển trên mặt phẳng nghiêng



Hình 7. Vận tốc lắc của thân xe khi xe di chuyển trên mặt phẳng nghiêng

5. Kết luận

Trong bài báo này, đã nghiên cứu động lực học và thiết kế quy luật điều khiển cho xe hai bánh kiểu con lắc ngược di chuyển trên mặt phẳng nghiêng. Từ các kết quả tính toán cho thấy, xe hoạt động ổn định với quy luật điều khiển đã đưa ra, tuy nhiên, để xe di chuyển với vận tốc không đổi trên mặt phẳng nghiêng thì thân xe phải nghiêng một góc θ_d không đổi nào đó, tùy thuộc vào kết cấu thân xe.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Khang, "Động lực học hệ nhiều vật", NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2007.
- [2] Nguyễn Quang Hoàng, "Thiết kế điều khiển trượt cho robot di động kiểu con lắc ngược tự cân bằng", Tuyển tập công trình khoa học Hội nghị Cơ học toàn quốc 4.2009, tr. 272-281, 2009.
- [3] Nguyễn Văn Sơn, "Xây dựng mô hình con lắc ngược dạng quay trên Simulink của MATLAB", Tạp chí Đại học Thủ Dầu Một, số 6 (25) - 2015, tr. 48-56, 2015.
- [4] Robert Grepl, "Balancing Wheeled Robot: Effective Modelling Sensory Processing and Simplified Control", Engineering MECHANICS, Vol. 16, 2009, No. 2, pp.141-154, 2009.
- [5] Modestus Oliver Asali, Ferry Hadary, Bomo Wibowo Sanjaya, "Modeling, Simulation, and Optimal Control for Two-Wheeled Self-Balancing Robot", International Journal of Electrical Computer Engineering, Vol. 7, No. 4, August 2017, pp. 2008-2017, 2017.
- [6] Hau-Shiue Juang and Kai-Yew Lum, "Design and Control of a Two-Wheel Self-Balancing Robot using the Arduino Microcontroller Board", 2013 10th IEEE International Conference on Control and Automation, Hangzhou, China, June 12-14, 2013, pp. 634-639, 2013.
- [7] A. N. K. Nasir, M. A. Ahmad, R. M. T. Raja Ismail, "The Control of a Highly Nonlinear Two-Wheels Balancing Robot: A Comparative Assessment between LQR and PID-PID Control Schemes", International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering, Vol. 4, No10, 2010, pp. 942-947, 2010.

Ngày nhận bài: 23/4/2019
 Ngày nhận bản sửa: 14/5/2019
 Ngày duyệt đăng: 20/5/2019

**NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN CỦA TÀU CÁ
BẰNG VIỆC SỬ DỤNG SOLIDWORKS SIMULATION
A STUDY OF STRENGTH OF FISHING VESSEL
BY USING SOLIDWORKS SIMULATION**

ĐÀM VĂN TÙNG

*NCS Khoa Đóng tàu và Công nghệ đại dương,
Trường Đại học Tổng hợp Liên bang Viễn Đông, LB Nga
Email liên hệ: damvantung@mail.ru*

Tóm tắt

Việc sử dụng và áp dụng các hệ thống tự động kết hợp với các chương trình phân tích kỹ thuật vào trong quá trình thiết kế là một trong những cách nhằm rút ngắn thời gian thiết kế, tiết kiệm chi phí sản xuất và nâng cao chất lượng sản phẩm tạo ra. Trong đó, các phương pháp số cho phép chúng ta: đánh giá toàn bộ độ bền kết cấu của sản phẩm; xác định các thành phần của kết cấu làm giảm độ an toàn hoạt động của sản phẩm; thực hiện những thay đổi cần thiết để đạt được kết cấu với độ bền theo yêu cầu cũng như là tối ưu hóa kết cấu của sản phẩm. Trong bài viết này, tác giả đã thực hiện một nghiên cứu về trạng thái ứng suất - biến dạng của kết cấu thân tàu cá vỏ thép (project 70133) bằng việc sử dụng Solidworks Simulation.

Từ khóa: Tàu cá, độ bền của kết cấu thân tàu, trạng thái ứng suất-biến dạng, phân tích kỹ thuật, mô hình 3D.

Abstract

One of the ways to reduce the design time, economize to produce and improve the quality of the product is the utilization and application automated systems and engineering analysis. In which, numerical methods allow us to: assess the structural strength of the product; determine which structural elements of structure will reduce the operational reliability of the product; make the necessary changes to achieve the structure with the required strength as well as the structural optimization of the product. In this study, by using Solidworks Simulation, a study of stress-deformation state of the hull structure of fishing vessel (project 70133) was carried out.

Keywords: Fishing vessel, strength of hull structures, stress-deformation state, engineering analysis, 3D models.

1. Đặt vấn đề

Trong quá trình thiết kế sản phẩm kỹ thuật thì các thành phần kết cấu của sản phẩm phải được kiểm định thông qua giai đoạn phân tích kỹ thuật nhằm đảm bảo về độ bền, tính công nghệ và các tính chất khác dưới sự tác động của cơ và nhiệt dựa theo các tiêu chuẩn liên quan đến chỉ số chất lượng sản phẩm. Phân tích kỹ thuật được thực hiện bằng cách sử dụng các chương trình thuộc hệ thống CAE (Computer-Aided engineering) kết hợp với các ứng dụng chuẩn bị dữ liệu và tính toán các phương án nhằm tạo điều kiện cho sự lựa chọn tối ưu nhất về hiệu quả của kết cấu sản phẩm [1].

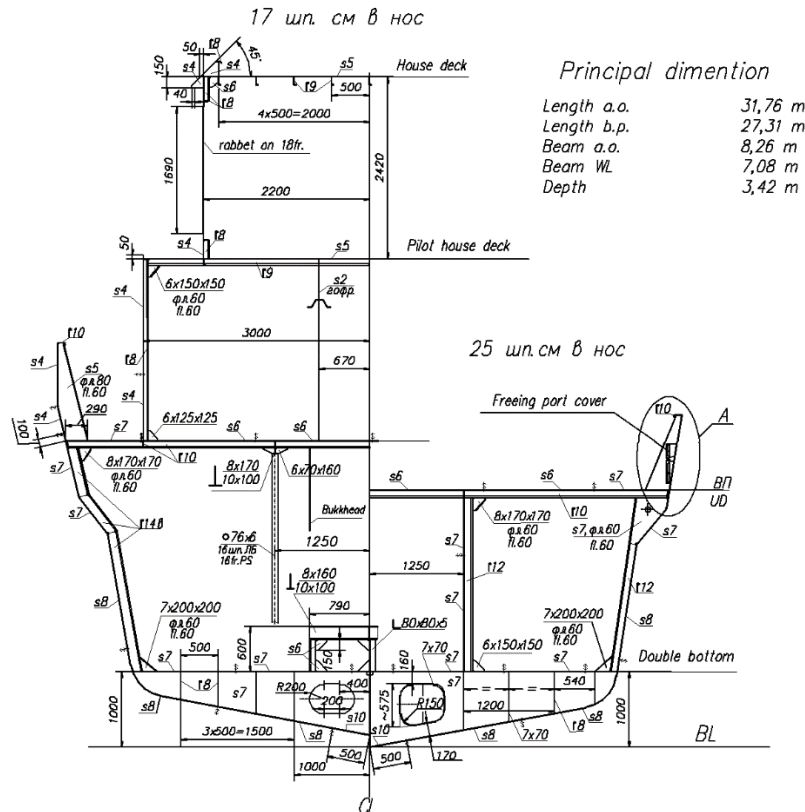
Solidworks Simulation là một hệ thống phân tích thiết kế kỹ thuật đầy đủ, cung cấp một giải pháp toàn diện cho các kiểu phân tích về ứng suất - biến dạng. Solidworks simulation rút ngắn thời gian tạo ra sản phẩm và công sức trong việc tìm kiếm giải pháp tối ưu. Trong kỹ thuật đóng tàu, Solidworks Simulation cho phép thực hiện phân tích độ bền ngang, xác định trạng thái ứng suất - biến dạng và giải quyết bài toán tối ưu hóa về độ bền của kết cấu thân tàu. Dựa trên những tiêu chuẩn theo ứng suất cho phép chúng ta có thể tránh được những phá hủy do ứng suất lớn cũng như tiết kiệm được nguyên liệu tại những vị trí có ứng suất nhỏ.

Bởi vậy, trong bài viết này Solidworks simulation được đề xuất sử dụng cho việc xác định trạng thái ứng suất - biến dạng của kết cấu thân tàu cá (project 70133) tại khu vực khoang hàng.

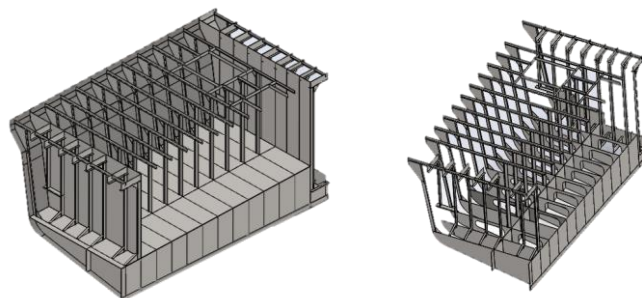
2. Thiết lập mô hình

Tàu có hệ thống ngang với khoảng sườn là 540mm. Sườn thường và xà ngang boong thường được làm từ thép mỏng. Hầm hàng của tàu được chia làm 3 khoang theo chiều rộng với 2 vách dọc. Các vách dọc và vách ngang được gia cường bởi các nẹp đứng. Khoang hàng có chiều dài $l = 5,94m$. Vật liệu đóng tàu là thép cấp A có giá trị giới hạn chảy dẻo $R_{eH} = 235MPa$.

Mô hình 3D của tàu được xây dựng dựa vào bản vẽ kết cấu và bản vẽ bố trí chung của tàu cá vỏ thép 70133 và được tham số hóa các kích thước nhằm phục vụ cho bài toán tối ưu hóa sau này [2].



Hình 1. Kết cấu mặt cắt ngang tàu cá 70133



Hình 2. Mô hình 3D thân tàu tại khu vực hầm hàng

3. Tính toán và kết quả nghiên cứu

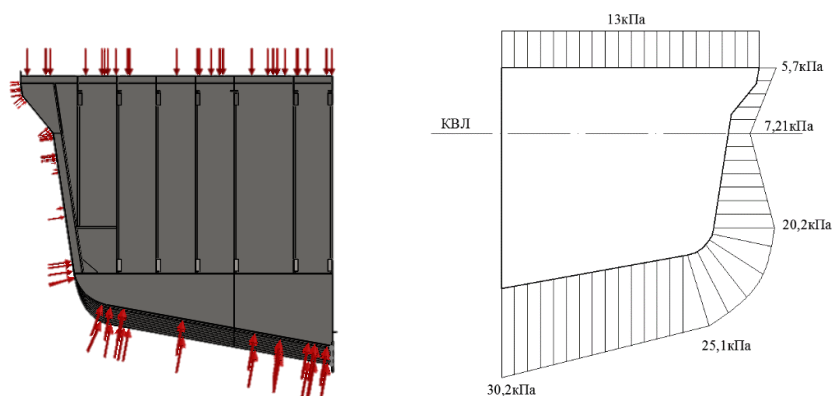
Solidworks Simulation cung cấp khả năng đánh giá độ bền của kết cấu dựa trên những tiêu chí về độ bền đối với vật liệu dẻo (kim loại chịu uốn). Giá trị ứng suất của kết cấu được tính theo tiêu chuẩn Von Mises (ứng suất Von Mises). Theo đó, vật liệu sẽ bị phá hủy tại vị trí mà ở đó ứng suất Von Mises vượt quá giới hạn chảy (ứng suất cho phép) [3]. Trong bài nghiên cứu này, ứng suất cho phép được sử dụng là giá trị giới hạn chảy dẻo của vật liệu đóng tàu ($R_{eH}=235\text{MPa}$).

Tải trọng: Tải trọng tác dụng lên đáy tàu và mạn tàu được xác định theo Mục 1.3.2.1 thuộc đăng kiểm RS (Russian maritime register of shipping) [4].

Theo mục 3.7.3.2 thuộc đăng kiểm RS [4], tải trọng tác dụng lên boong tàu cá được xác định theo công thức (1).

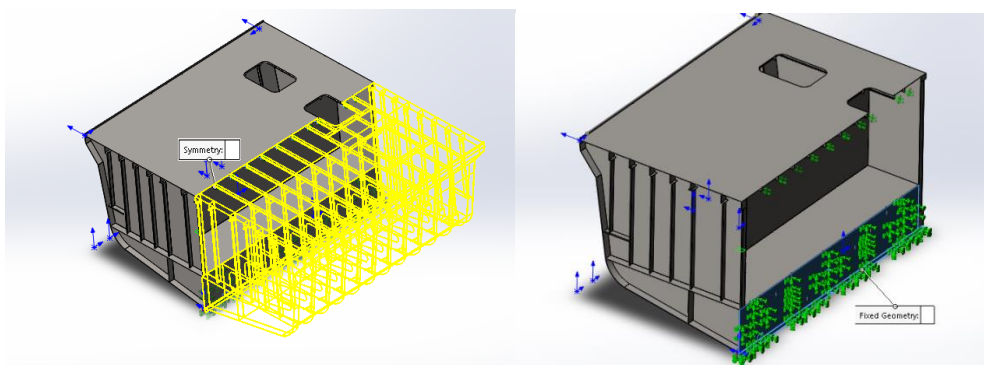
$$P = 15 \cdot \frac{G}{S_n} + \frac{m}{S_n} + P_n = 15 \cdot \frac{3,8}{48,3} + \frac{5}{48,3} + 11,275 = 12,56\text{kPa} \quad (1)$$

Trong đó: G - khối lượng của các thiết bị trên boong (cần cẩu, tời, dây, lưới...), T ;
 m - khối lượng hàng hóa trên boong sau 1 lần kéo lưới, T ;
 $P_n = d \cdot h = 10,250 \cdot 1,1 = 11,275\text{kPa}$ - áp suất nước biển tác dụng lên boong trong trường hợp bão gió (h - chiều cao thành tàu, m).



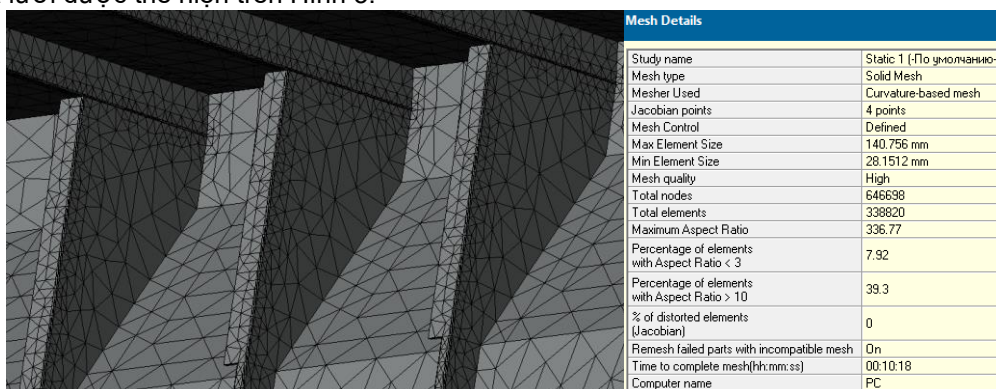
Hình 3. Sơ đồ tải trọng tác dụng lên vỏ tàu

Điều kiện biên: Kết cấu của thân tàu được tạo ra bởi liên kết chặt chẽ giữa vỏ tàu và hệ thống khung dầm nhằm đảm bảo độ bền, tính ổn định và độ an toàn của thân tàu dưới tác dụng của ngoại lực [5]. Mô hình thân tàu trong bài nghiên cứu này được tính toán với sơ đồ dầm: chiều dài chỉ có một nửa mạn trái, được gán liên kết đối xứng tại mặt phẳng đối xứng của boong tàu và liên kết ngàm tại mặt phẳng đối xứng thuộc vị trí sống chính đáy của tàu.



Hình 4. Sơ đồ điều kiện biên của thân tàu

Lưới: Chia lưới là bước quan trọng trong việc phân tích độ bền kết cấu. Thời gian tính toán và độ chính xác của nghiên cứu phụ thuộc vào kích thước và các tùy chọn của việc chia lưới. Trong bài nghiên cứu này lưới được chia dựa trên độ cong (curvature - based mesh). Lưới và các thông số của lưới được thể hiện trên Hình 5.



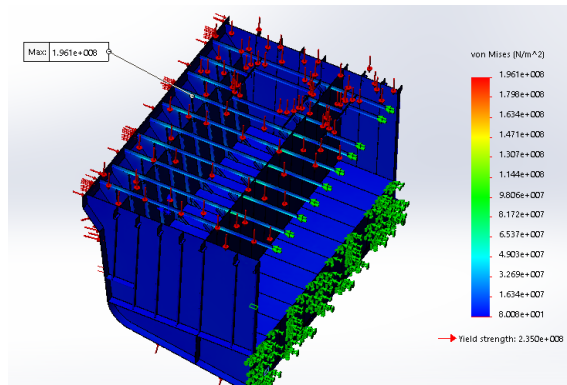
Hình 5. Lưới và các thông số của lưới

Kết quả nghiên cứu:

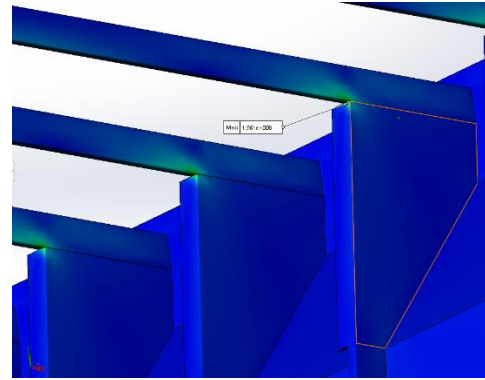
Kết quả nghiên cứu trạng thái ứng suất - biến dạng của thân tàu cá 70133 được thể hiện trên các Hình 6, 7 và 8, theo đó:

+ Ứng suất cực đại của thân tàu xuất hiện tại vị trí liên kết giữa sườn và xà ngang của boong (FR.27) và đạt giá trị $\sigma_{\max} = 196\text{MPa}$ ($< R_{eH}$).

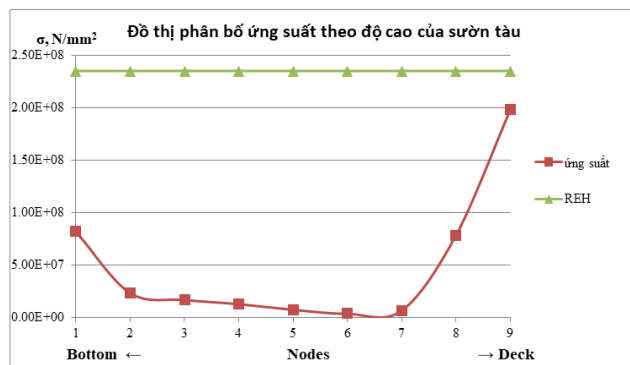
+ Giá trị chuyển vị cực đại đạt giá trị 1,592mm, xuất hiện tại vị trí giữa hai sườn số 21 và 22 thuộc mặt phẳng đối xứng của tàu.



Hình 6. Đồ thị phân bố ứng suất và vị trí xuất hiện ứng suất cực đại của thân tàu



Hình 8. Đồ thị phân bố chuyển vị của thân tàu dưới tác dụng của ngoại lực



Hình 7. Đồ thị phân bố ứng suất theo độ cao của sườn tàu (FR. 27)

4. Kết luận

Thông qua kết quả của bài nghiên cứu cho thấy, dưới tác dụng của các tải trọng được quy định theo đăng kiểm thì độ bền của kết cấu thân tàu được đảm bảo với hệ số an toàn nhận được là $k = 1,2$.

Từ kết quả nhận được, đã đưa ra một đề xuất cho việc giải quyết bài toán tối ưu hóa về độ bền của kết cấu thân tàu nhằm giảm khối lượng kết cấu thân tàu và chi phí đóng tàu. Đề xuất này sẽ được tác giả tập trung nghiên cứu và bổ sung trong thời gian tới.

Từ những hình ảnh và số liệu của bài nghiên cứu (ứng suất, chuyển vị) đã cho thấy được những ưu điểm của việc áp dụng Solidworks Simulation vào trong các giai đoạn đầu của quá trình phân tích kỹ thuật và thiết kế tàu thủy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bugaev V.G. CAD/CAM/CAE-system. Computer-aided design of ships/Tutorial. - Vladivostok, Publishing house FESTU, pp. 48-276, 2008.
- [2] Fishing vessel Project 70133, Poseidon-Zvezda Co.,Ltd, Vladivostok.
- [3] Bugaev V.G., Van Tung D., Domashevskaya Y.R. Research the strength of the decking overlap of the fishing vessel for Vietnam. Lecture Notes in Mechanical Engineering, PartF3, pp. 701-707, 2018.
- [4] Rules for the Classification and Construction of ships. Russian Maritime Register of Shipping. Part 2. Hull. St. Petersburg, pp. 19-209, 2018.
- [5] V.V. Novikov Architecture ships: (Design and strength): Monograph /VV Novikov, GP Turmov. - Vladivostok: Publishing house FEFU, pp. 68-276, 2012.

Ngày nhận bài: 12/8/2019
 Ngày nhận bản sửa: 22/8/2019
 Ngày duyệt đăng: 17/9/2019

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ, BÁN KÍNH CHÀY VÀ LỰC CHẶN PHÔI ĐẾN LỰC TẠO HÌNH KHI UỐN CHI TIẾT HÌNH CHỮ U THÉP TẤM SS400 BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN

STUDY ON THE EFFECTS OF TEMPERATURE, PUNCH RADIUS AND BLANK HOLDER FORCE ON FORMING FORCE DURING U-BENDING SS400 STEEL PLATE BY FINITE ELEMENT METHOD

VƯƠNG GIA HẢI^{1,2*}, NGUYỄN THỊ HỒNG MINH¹, NGUYỄN ĐỨC TOÀN¹

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội

²Trường Đại học Hải Phòng, Số 171 Phan Đăng Lưu, Kiến An, Hải Phòng

Email liên hệ: vuonghai84@gmail.com

Tóm tắt

Biến dạng tạo hình kim loại tấm là một phương pháp gia công cơ bản trong lĩnh vực cơ khí. Trong đó, gia công biến dạng uốn là một phương pháp gia công phổ biến được ứng dụng rộng rãi để tạo hình các chi tiết làm từ tấm kim loại như: công nghiệp hàng không, đóng tàu, ô tô,... Khi biến dạng tạo hình uốn tấm kim loại, lực tạo hình là thông số rất quan trọng cần được xác định để đảm bảo khả năng đủ tải của thiết bị gia công. Giá trị lực này sẽ thay đổi tùy theo điều kiện gia công khác nhau, dạng chi tiết khác nhau, vật liệu được dùng để gia công,... Bài báo này nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ nung phôi, bán kính chày uốn và lực chặn phôi đến lực uốn khi tạo hình chữ U cho vật liệu thép tấm SS400 bằng phương pháp phần tử hữu hạn.

Từ khóa: Nhiệt độ nung phôi, thép tấm SS400, Taguchi, gia công biến dạng uốn.

Abstract

Sheet metal forming process is a basic deformation method in the mechanical field. In particular, bending deformation processing is a universal processing method which is widely used to form sheet metal parts such as aviation industry, shipbuilding, automotive and so on. During sheet metal bending process, the forming force is a very important output parameter that needs to be determined to ensure the load capacity of a machining equipment. This forming force magnitude will vary according to machining conditions, Geometric shapes of products, sheet materials, etc. This study examines the influence of technological and geometric parameters such as: workpiece temperature, punch radius and blankholder force to bending force when forming U-shape of SS400 sheet material.

Keywords: Workpiece temperature SS400 steel sheet, Taguchi, bending process.

1. Mở đầu

Hiện nay thép tấm đã và đang được sử dụng rất rộng rãi trong gia công kết cấu thép và tàu thuyền. Có rất nhiều công nghệ gia công khác nhau được ứng dụng trong gia công tấm như: Cắt gọt, hàn, lóc, uốn, sán,... [1], [2]. Trong các sản phẩm làm từ thép tấm thì các chi tiết có biên dạng cong được gia công bằng công nghệ uốn chiếm một tỷ trọng khá lớn. Lực tạo hình các chi tiết được gia công bằng phương pháp uốn thường chịu ảnh hưởng rất lớn từ các thông số công nghệ như: Bán kính chày uốn, lực chặn phôi, chiều dày chi tiết, vận tốc chày uốn, nhiệt độ gia nhiệt khi uốn,... Việc xác định được một bộ các thông số công nghệ phù hợp là hết sức cần thiết, nó có thể giúp cho nhà sản xuất tiết kiệm tối đa được chi phí sản xuất mà vẫn đem lại hiệu quả kinh tế cao. Để xác định được ảnh hưởng của các thông số công nghệ đó, hiện nay nhiều nghiên cứu đã áp dụng phương pháp Taguchi [3], [4], [5] và đã đem lại hiệu quả rất tốt.

Trong nghiên cứu này, phương pháp quy hoạch Taguchi đã được sử dụng nhằm khảo sát ảnh hưởng của các thông số công nghệ như: Nhiệt độ nung phôi, bán kính chày uốn và lực chặn phôi đến lực tạo hình khi uốn chi tiết hình chữ U làm từ thép tấm SS400. Với mục đích chính là giảm lực tạo hình khi uốn, nghiên cứu này sử dụng phần mềm Abaqus để mô phỏng các thí nghiệm uốn theo ba cấp độ cho mỗi yếu tố thông qua mảng trực giao Taguchi L9 (3^3)[6].

2. Vật liệu và mô hình vật liệu

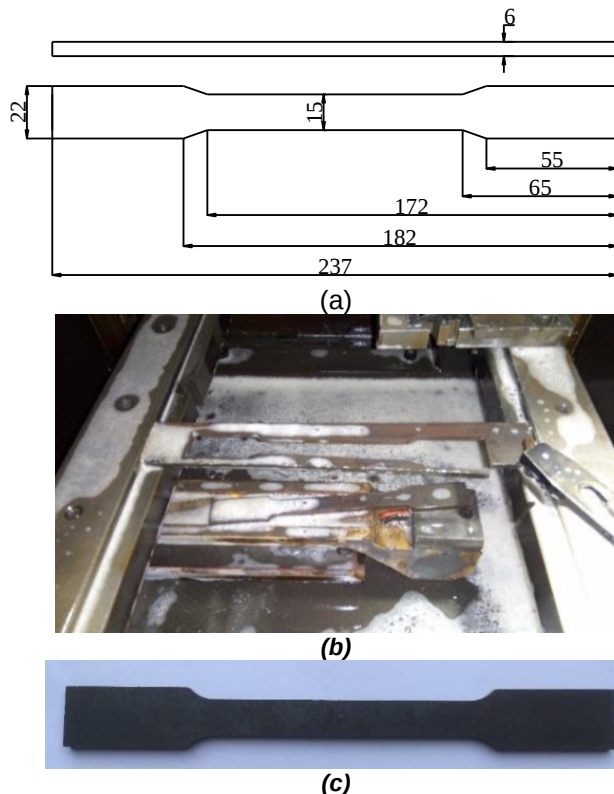
2.1. Thiết lập thí nghiệm cơ bản

Thí nghiệm này xác định các hệ số cơ bản trong mô hình vật liệu Voce's [9] để làm đầu vào cho thí nghiệm mô phỏng xác định lực uốn tạo hình. Vật liệu được sử dụng cho nghiên cứu này là thép tấm SS400, theo tiêu chuẩn JISG 3101[7] có thành phần hóa học như Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hóa học thép SS400

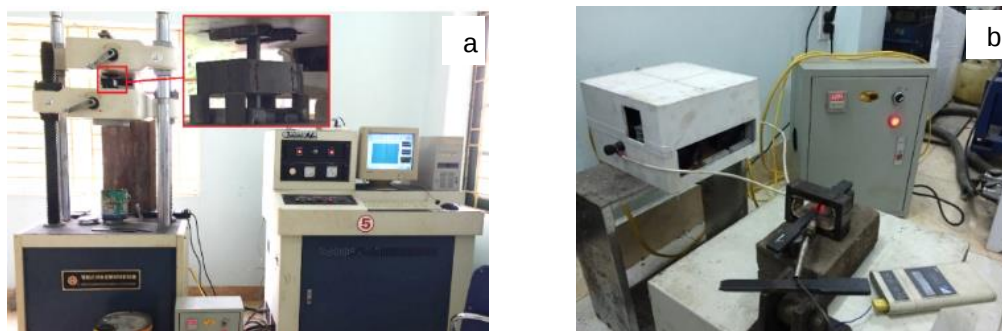
C	Si	Mn	P	S	Cr
0,19-0,21	0,05-0,17	0,4-0,6	0,04	0,05	≤0,3

Trong nghiên cứu này cơ tính của vật liệu sẽ được xác định ở các điều kiện nhiệt độ khác nhau là: nhiệt độ phòng (32°C), 300°C và 600°C. Các mẫu thử kéo được gia công bằng cắt dây theo hướng cán của tấm thép dày 6 mm. Sau khi cắt dây mẫu thử kéo được xử lý qua bằng giấy giáp. Kích thước mẫu thử kéo theo tiêu chuẩn của nhà nước TCVN 197-85(197-2000) [8], mẫu có kích thước và hình dạng như Hình 1 (a). Hình 1 (b) và (c) tương ứng là mẫu thử kéo khi gia công cắt dây CNC và sau xử lý bề mặt bằng giấy ráp.



Hình 1. Mẫu thử kéo thiết kế (a), gia công trên máy cắt dây CNC (b) và sau xử lý bề mặt (c)

Thử nghiệm kéo cho các mẫu được thực hiện tại các điều kiện nhiệt độ khác nhau trên máy kéo nén Hung Ta H-200A (Hình 2a). Để xác định nhiệt độ của các mẫu khi kéo, quan hệ phụ thuộc giữa thời gian gia nhiệt và nhiệt độ được tiến hành trước khi kéo (Hình 2b). Kết quả phụ thuộc giữa thời gian và nhiệt độ gia nhiệt cho 8 mẫu được thể hiện trong Hình 3 cho thấy mức độ ổn định của thời gian gia nhiệt đến nhiệt độ phơi sau khi nung. Quá trình thử kéo có gia nhiệt và gá đặt bộ gia nhiệt trên thiết bị được thể hiện trong Hình 2a.



Hình 2. Hệ thống thử kéo có gia nhiệt (a), Thiết bị gia nhiệt (b)

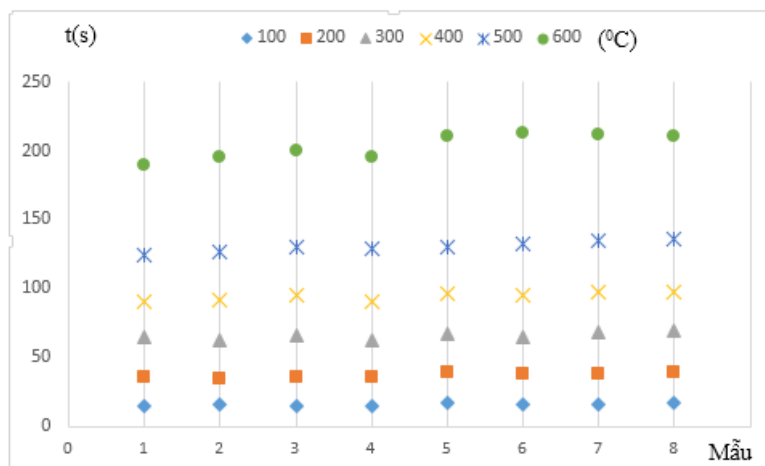
2.2. Nhận dạng các thông số của mô hình vật liệu

Kết quả thực nghiệm thử kéo ở các điều kiện nhiệt độ khác nhau được thể hiện trong Hình 4. Để nhận dạng các thông số của mô hình vật liệu tương thích phù hợp với các dữ liệu sau khi thử kéo theo quy luật hóa bền của Voce's [9], các đường cong ứng suất - biến dạng công thức (1) được sử dụng. Phần mềm Excel 2013 với công cụ SOLVER dựa trên phương pháp tổng bình phương sai lệch nhỏ nhất để tìm ra các hệ số của phương trình (1) được trình bày trong Bảng 2. Các hệ

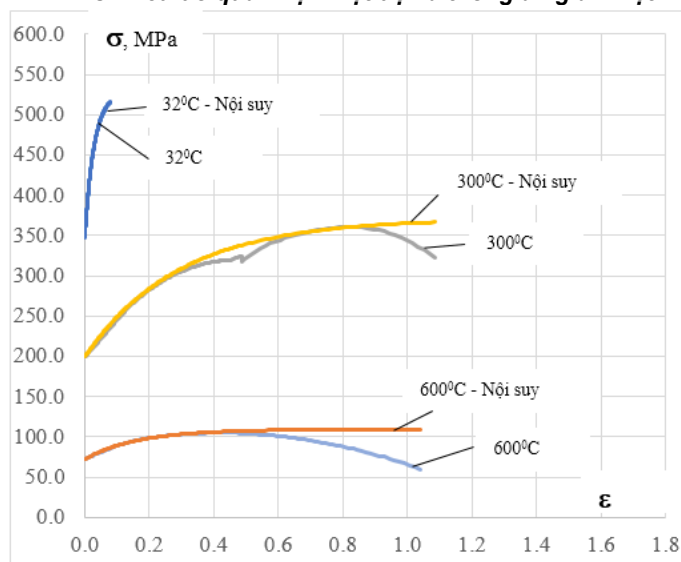
số thu được sẽ được sử dụng để khai báo trong mô hình vật liệu đầu vào khi thực hiện các mô phỏng số bằng phần mềm Abaqus.

$$\bar{\sigma} = \sigma_Y + A(1 - \exp(-B\varepsilon_{eq}^{pl})) \quad (1)$$

Trong đó: σ_Y là giới hạn chảy, A và B là các tham số hóa bền vật liệu, $\bar{\sigma}$ là ứng suất tương đương, ε_{eq}^{pl} là biến dạng tương đương. Các tham số khác sử dụng cho mô phỏng dự đoán lực tạo hình uốn ở các điều kiện khác nhau được thể hiện trong Bảng 3.



Hình 3. Biểu đồ quan hệ nhiệt độ và thời gian gia nhiệt



Hình 4. Biểu đồ ứng suất - biến dạng tại các nhiệt độ khác nhau cho các tấm vật mẫu

Bảng 2. Các tham số hóa bền vật liệu ở các mức nhiệt độ khác nhau theo quy luật Voce's

Nhiệt độ (°C)	σ_Y	A	B
32	348	188,86	28,3293
300	199,3	171,56	3,452
600	72,43	36,89	6,0145

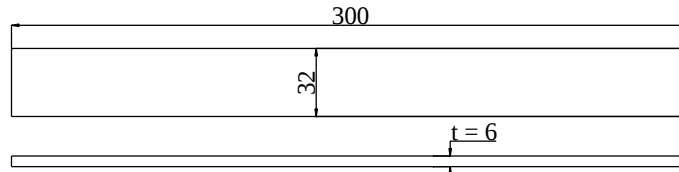
Bảng 3. Các tham số thuộc tính vật liệu dùng cho mô phỏng số

Thông số	Nhiệt độ (°C)	Tốc độ uốn (mm/s)	Độ dày phôi (mm)	Hệ số Poisson's	Khối lượng riêng (kg/m³)	Hệ số mô đun đàn hồi (MPa)
Các mức	32	1	6	0,3	7.850	213.000
	300	1	6	0,3	7.850	184.410
	600	1	6	0,3	7.850	107.640

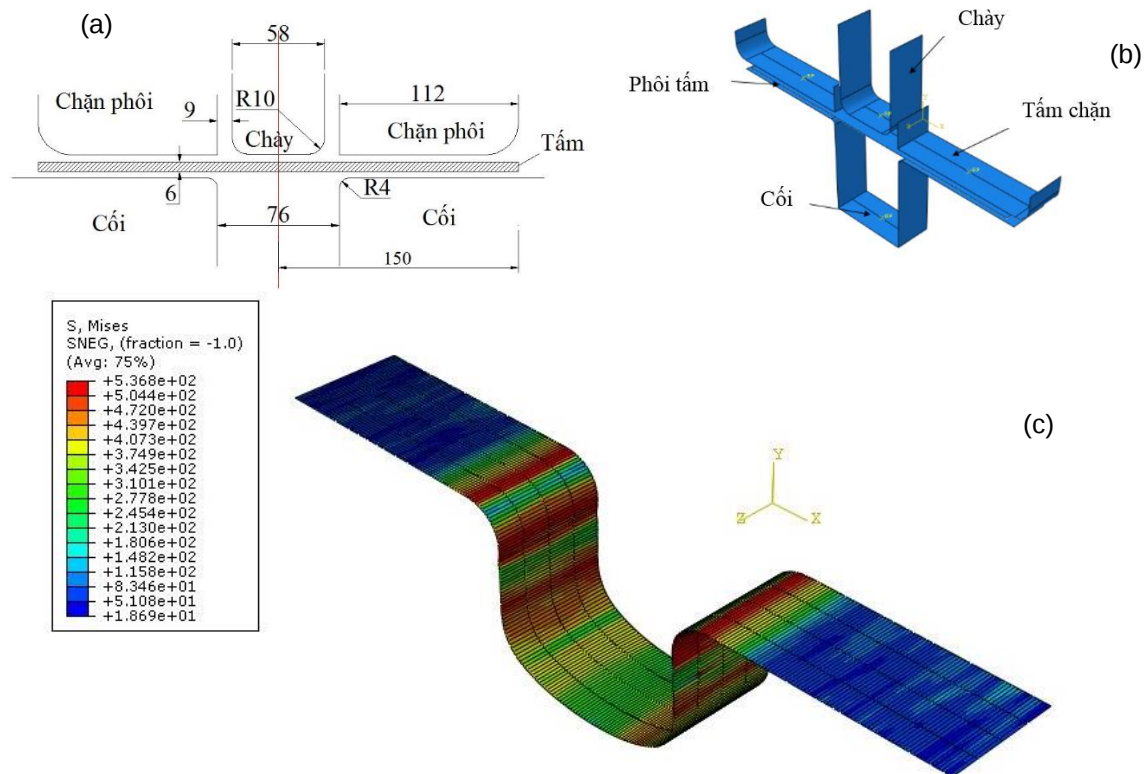
3. Mô phỏng quy hoạch theo mảng trực giao Taguchi

3.1. Mô hình phần tử hữu hạn

Mô hình thí nghiệm uốn chi tiết hình chữ U (Hình 6a,b), trong đó chày, cối và tấm chặn được mô phỏng bằng các yếu tố bề mặt cứng R3D4 và các yếu tố vỏ S4R được sử dụng cho các tấm. Trong mô hình mô phỏng này, các yếu tố kích thước trung bình của tấm là 300mm (chiều dài) x 32 mm (chiều rộng) Hình 5. Khe hở giữa chày và cối là 9mm, tấm mô phỏng dày $t=6\text{mm}$.



Hình 5. Chi tiết dùng trong mô phỏng



Hình 6. Mô hình phần tử hữu hạn uốn chi tiết chữ U dạng 2D (a), dạng 3D (b), chi tiết sau khi mô phỏng (c)

Để dự đoán ảnh hưởng của nhiệt độ, bán kính chày uốn và lực chặn phôi đến lực tạo hình khi uốn tấm SS400, các dữ liệu đã thu được từ kết quả thí nghiệm kéo và tính toán trên được sử dụng làm dữ liệu đầu vào cho quá trình mô phỏng số bằng phương pháp phần tử hữu hạn qua phần mềm (ABAQUS/Explicit). Mô hình biến dạng tạo hình uốn được thể hiện như trong Hình 6c. Khi mô phỏng, khuôn dưới được cố định và khuôn trên chỉ có thể di chuyển theo phương thẳng đứng. Hệ số ma sát được mô hình hóa bằng cách sử dụng luật ma sát Coulomb. Để mô phỏng đàn hồi sau quá trình biến dạng tạo hình, quá trình biến dạng chữ U đầu tiên thực hiện theo hai bước với Abaqus/Explicit. Lực trên tấm chặn đã được áp dụng trong bước đầu tiên của việc phân tích. Các lực đẩy của chày được tăng lên đều để giảm thiểu hiệu ứng quán tính. Trong bước thứ hai của việc phân tích chày di chuyển xuống 55mm theo phương thẳng đứng (phương Y). Phân tích đàn hồi sau biến dạng tạo hình sau đó đã được mô phỏng với Abaqus/Standard. Các kết quả từ sự hình thành mô phỏng trong Abaqus/Explicit được nhập vào Abaqus/Standard, và một phân tích tĩnh tính toán đàn hồi ngược. Trong bước này một trạng thái ứng suất nhân tạo làm cân bằng trạng thái ứng suất nhập vào được áp dụng tự động bởi Abaqus/Standard và dần dần bị loại bỏ trong các bước. Sự thay đổi hình dạng sản phẩm thu được vào cuối của bước là đàn hồi sau biến dạng tạo hình.

3.2. Quy hoạch theo mảng trực giao Taguchi

Mục đích của nghiên cứu này là điều chỉnh các thông số đầu vào để kiểm soát thông số đầu ra theo mong muốn. Do đó, phương pháp Taguchi đã được lựa chọn sử dụng cho phép tối thiểu các thí nghiệm cần thiết để nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số lên một đặc tính đầu ra và nhanh chóng điều chỉnh các thông số đầu vào tiến đến tối ưu nhanh nhất giá trị đầu ra [6].

Nghiên cứu này khảo sát ảnh hưởng của các tham số: Nhiệt độ nung phôi ($^{\circ}\text{C}$), bán kính chày uốn (mm) và lực chặn của phôi (N) đến lực tạo hình khi uốn có gia nhiệt. Bộ ba thông số được lựa chọn với ba mức giá trị khác nhau được cho trong Bảng 4. Tỷ lệ nhiễu S/N được lựa chọn theo điều kiện nhỏ hơn thì tốt hơn phương trình (2).

$$S/N = -10\log_{10}(\text{MSD}) \quad (2)$$

$$\text{MSD} = \frac{(y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_n^2)}{n} \quad (3)$$

Trong đó MSD là độ lệch bình phương trung bình so với giá trị đích của đặc tính chất lượng; $y_1, y_2, \dots, y_n$, n là kết quả đo và số thí nghiệm tương ứng.

Sau khi thiết lập các điều kiện cho mô phỏng các thí nghiệm tương ứng, nghiên cứu đã tiến hành mô phỏng 9 thí nghiệm. Kết quả đo đặc cho 9 mẫu thí nghiệm mô phỏng theo Taguchi L9 (3^3) được cho trong Bảng 5. Ảnh hưởng của các tham số: Nhiệt độ ($A(T)$), bán kính chày ($B(R_{ch})$) và lực chặn phôi ($C(F)$) đến lực uốn được tính toán và phân tích phương sai (Anova) như trong Bảng 6.

Bảng 4. Các thông số công nghệ dùng cho mô phỏng

TT	Thông số	Các mức		
		Mức 1	Mức 2	Mức 3
1	T- Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) (A)	32	300	600
2	R_{ch} - Bán kính chày (mm) (B)	10	18	26
3	F - Lực chặn phôi (N) (C)	12.000	18.000	24.000

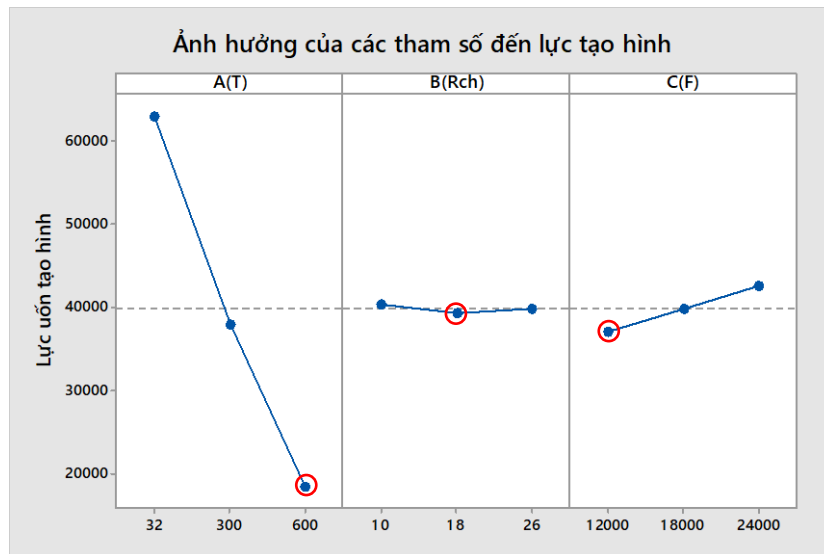
Bảng 5. Kết quả đo và tỷ số S/N theo L9

STT	A(T)	B(R_{ch})	C(F)	P_{MP} (N)	S/N _{MP}
1	32	10	12.000	60.138,2	-95,583
2	32	18	18.000	62.315,3	-95,8919
3	32	26	24.000	66.267,8	-96,4261
4	300	10	18.000	38.948,3	-91,8098
5	300	18	24.000	39.480,3	-91,9276
6	300	26	12.000	35.046,1	-90,8928
7	600	10	24.000	21.691,2	-86,7257
8	600	18	12.000	15.859,6	-84,0058
9	600	26	18.000	17.999,9	-85,1054

Bảng 6. Phân tích ANOVA cho ảnh hưởng của các tham số

Tham số	Giá trị S/N trung bình ở các mức			Tổng bình phương	Phân bố
	1	2	3		
A (T)	-95,97	-91,54	-85,28*	173,045	97,33
B (R_{ch})	-91,37	-90,61*	-90,81	0,943	0,53
C (F)	-90,16*	-90,94	-91,69	3,523	1,98
Err.				0,283	0,16
Tổng				177,794	100

Nghiên cứu này tiến hành xử lý số liệu thực nghiệm bằng phần mềm MINITAB17. Với 3 thông số nhiệt độ nung phôi $A(T)$, bán kính chày $B(R_{ch})$ và lực chặn phôi $C(F)$. Mỗi một thông số sẽ có 3 mức tác động như sau: Nhiệt độ (32°C , 300°C , 600°C); Bán kính chày (10mm, 18mm, 26mm); Lực chặn phôi (12.000N, 18.000N, 24.000N). Phần mềm này cho phép lựa chọn quy hoạch Taguchi L9 (3^3) với 9 thí nghiệm mô phỏng (Bảng 5) như là một quy hoạch chuẩn. Phân tích phương sai Anova (bảng 6) cho ta kết quả như sau: Ảnh hưởng của nhiệt độ tới lực uốn chiếm 97,33%, ảnh hưởng của bán kính chày là 0,53%, ảnh hưởng của lực chặn phôi là 1,98% và 0,16% nhiễu. Kết quả này cho ta hai nhận xét quan trọng như sau: (1) Khi xét các yếu tố ảnh hưởng tới lực uốn ($A(T)$, $B(R_{ch})$, $C(F)$) thì ảnh hưởng của nhiễu đến kết quả là rất nhỏ (chỉ 0,16%). (2) Ảnh hưởng của nhiệt độ tới lực uốn là lớn nhất (chiếm 97,33%), tức là ảnh hưởng của hai thông số còn lại ($B(R_{ch})$, $C(F)$) rất nhỏ và hầu như không làm thay đổi giá trị lực uốn, trong khi nhiệt độ càng lớn thì giá trị lực uốn càng nhỏ đi. Điều này cũng hoàn toàn đúng với lý thuyết và kiểm nghiệm trong thực tế.



Hình 7. Ảnh hưởng của các tham số đến lực uốn

Sau khi xây dựng mô phỏng theo quy hoạch Taguchi L9 (3^3), ta thu được kết quả (Hình 7). Ứng với kết quả này theo công thức (3) xét theo các yếu tố đơn lẻ ta thấy rằng: Giá trị nhiệt độ $A(T) = 600^\circ\text{C}$ sẽ có lực uốn nhỏ nhất; giá trị bán kính $B(R_{ch}) = 18\text{mm}$ sẽ cho giá trị lực uốn nhỏ nhất và giá trị lực chặn phôi $C(F) = 12.000\text{N}$ lực uốn sẽ nhỏ nhất. Do vậy bộ thông số lựa chọn theo các thông số $A(T)$, $B(R_{ch})$ và $C(F)$ đưa ra (9 thông số) là: $(A(T), B(R_{ch}) \text{ và } C(F)) = (600^\circ\text{C}, 18\text{mm}, 12.000\text{N})$. Đây là bộ thông số tối ưu thu được từ 9 thông số đưa ra (thí nghiệm số 8 trong Bảng 5).

4. Kết luận

Nghiên cứu đã tiến hành xây dựng một hệ thống thử kéo có gia nhiệt và thực nghiệm kéo mẫu thép tấm SS400 tại ba điều kiện nhiệt độ khác nhau (32°C , 300°C , 600°C). Đã xây dựng được biểu đồ so sánh ứng suất - biến dạng tại ba điều kiện nhiệt độ khác nhau (Hình 4). Xây dựng mô phỏng thực nghiệm Taguchi L9 (3^3) với các thông số công nghệ: nhiệt độ nung phôi, bán kính chày, lực chặn phôi thay đổi đã được tiến hành để đánh giá ảnh hưởng của các tham số đầu vào đến lực tạo hình khi uốn chữ U bằng phương pháp phần tử hữu hạn. Kết quả mô phỏng và phân tích số liệu đã chỉ ra rằng điều kiện gia công: nhiệt độ nung phôi 600°C , bán kính chày 18mm và lực chặn phôi là 12.000N sẽ cho giá trị lực tạo hình uốn là nhỏ nhất $P = 15.859,6\text{N}$. Phân tích Anova cho thấy rằng trong ba tham số công nghệ $A(T)$, $B(R_{ch})$ và $C(F)$ thì tham số $A(T)$ có ảnh hưởng lớn nhất tới lực tạo hình (97,33%), hai tham số còn lại có ảnh hưởng nhỏ hầu như không đáng kể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. J. H. Z. Marciniak, J.L. Ducan, *Mechanics of Sheet Metal Forming*. 2002.
- [2] N. M. Đăng, '*Công nghệ tạo hình kim loại tấm*'. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 2006.
- [3] K. Li and Q. Kh, '*Áp dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm trong nghiên cứu chế tạo vật liệu Blend ba cấu tử trên cơ sở Nbr - Pvc - Cr*', vol. 49, no. 6, pp. 39-45, 2011.
- [4] B. Ng and V. Hoàng, '*Effect of feed rate, toolpath and step over on geometric accuracy of freeform surface when 3 axis CNC milling*', vol. 9, no. May, pp. 576-584, 2018.
- [5] N. Duc-Toan, Y. Seung-Han, J. Dong-Won, B. Tien-Long, and K. Young-Suk, '*A study on material modeling to predict spring-back in V-bending of AZ31 magnesium alloy sheet at various temperatures*', *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 62, no. 5-8, pp. 551-562, 2012.
- [6] G. Taguchi, *On-line quality control during production*, 1981 (Japan Standard Association, Tokyo).
- [7] G. Jis and G. Jis, '*JIS G3101 SS400 steel plate sheet for general purpose structural steels*', pp. 86011881.
- [8] M. M.-T. T. P. 1-2. TCVN 197: 2002, 'TCVN 197'.
- [9] E. Voce, '*The relationship between stress and strain for homogeneous deformation*', *J Inst Met*, 1948.

Ngày nhận bài: 21/8/2019
 Ngày nhận bản sửa: 24/9/2019
 Ngày duyệt đăng: 29/10/2019

ĐỀ XUẤT CÁC BIỆN PHÁP PHÒNG NGỪA VÀ ỨNG PHÓ SỰ CỐ HÓA CHẤT CHO CÁC CẢNG CONTAINER TẠI KHU VỰC HẢI PHÒNG - QUẢNG NINH

THE PROPOSED MEASURES TO PREVENT AND RESPOND TO CHEMICAL INCIDENTS FOR CONTAINER TERMINALS IN HAI PHONG - QUANG NINH

TRẦN ANH TUẤN

Viện Môi trường, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: tuanta@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Trong những năm gần đây, những sự cố liên quan đến hàng nguy hiểm vận chuyển bằng container tại cảng biển Việt Nam nói chung và khu vực cảng biển Hải Phòng - Quảng Ninh xảy ra thường xuyên hơn (từ 1-2 vụ/năm). Mặc dù chưa gây tổn thất lớn về con người và môi trường nhưng công tác phòng ngừa và ứng phó sự cố bộc lộ nhiều yếu kém đặc biệt là các sự cố liên quan đến hóa chất độc. Nguyên nhân là tại các cảng container chưa có kế hoạch phòng ngừa và ứng phó sự cố liên quan đến hóa chất trong quá trình bốc xếp và lưu giữ hàng nguy hiểm - chất độc hại tại cảng. Bài báo này đề xuất các biện pháp phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất cho các cảng container tại khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh trên cơ sở tích hợp với kế hoạch phòng ngừa và ứng phó sự cố cháy nổ, tràn dầu đã được xây dựng tại các cảng.

Từ khóa: Hàng nguy hiểm - chất độc hại; sự cố hóa chất; cảng biển; phòng ngừa và ứng phó sự cố.

Abstract

In recent years, dangerous goods incidents by containers vessels have happened in Vietnamese seaports in general and Hai Phong - Quang Ninh seaport area in particular more frequently (from 1-2 cases per year). Although it has not caused great damage to people and the environment, the prevention and response of incidents reveals many weaknesses and especially related to toxic chemicals. The reason is that the container ports have not had contingency plans to prevent and respond to chemicals incidents during loading/ unloading and storing dangerous goods - hazardous chemicals at ports. This paper proposes measures to prevent and respond to chemical incidents to container terminals in Hai Phong - Quang Ninh area with the integration into port's existing emergency plans against fire and oil spill incidents.

Keywords: Dangerous goods - hazardous chemical; chemical incident, seaport; incident prevention and response.

1. Mở đầu

Hoạt động vận chuyển hàng nguy hiểm - chất độc hại (HNH-CDH) tiềm ẩn nguy cơ cao xảy ra các sự cố gây thiệt hại nghiêm trọng về con người và môi trường. Phần lớn các loại hàng hóa chất độc hại được vận chuyển bằng đường thủy dưới hình thức hàng chở xô hay hàng container. Nhiều tai nạn liên quan đến hàng hóa chất độc hại trong quá trình vận chuyển trên biển và tại các cảng gây suy thoái môi trường nghiêm trọng đã được ghi nhận trong các hệ thống thống kê tai nạn hàng hải của cơ quan An toàn hàng hải Châu Âu [1]. Tại Việt Nam một vài sự cố liên quan đến HNH-CDH vận chuyển bằng container tại cảng biển khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh cũng đã được ghi nhận trong báo cáo tình hình tai nạn hàng hải của Cục Hàng hải (từ 1-2 vụ/năm), mặc dù chưa gây hậu quả nghiêm trọng về môi trường nhưng cũng đã bộc lộ những yếu kém trong công tác phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất [2]. Theo số liệu khảo sát tại các cảng container do khối lượng hàng hóa chất độc hại bốc xếp không thường xuyên và không xác định cụ thể loại hóa chất nên hầu hết các cảng chưa xây dựng kế hoạch phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất [3]. Do vậy, việc nghiên cứu đề xuất các biện pháp phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất cho cảng container là rất cần thiết để giúp các cảng này giảm thiểu thấp nhất nguy cơ ô nhiễm môi trường trong hoạt động bốc xếp và lưu giữ HNH - CDH tại cảng.

2. Hiện trạng công tác bốc xếp HNH-CDH tại các cảng container

Theo số liệu khảo sát của Dự án “Đánh giá thực trạng và xây dựng quy trình kiểm soát sự cố rủi ro môi trường đối với hàng nguy hiểm tại các cảng biển Việt Nam. Áp dụng thử nghiệm tại khu vực cảng Hải Phòng” do Trường Đại học Hàng hải Việt Nam thực hiện năm 2017-2018 cho thấy tại một số bến container khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh như Bến Tân Vũ, Bến Đình Vũ (Hải Phòng), Bến Cái Lân (Quảng Ninh) tỷ lệ HNH-CDH trên tổng lượng hàng container từ 1,05% - 1,25% đối với các bến tại khu vực Hải Phòng; 0,45% - 0,65% đối với các bến tại Quảng Ninh. So với các khu vực

khác trong cả nước thì tỷ lệ HNH-CDH tại cảng container khu vực Hải Phòng tương đương với các cảng container tại Thành phố Hồ Chí Minh, Bà Rịa - Vũng Tàu, tỷ lệ HNH-CDH tại cảng container Quảng Ninh tương đương với các cảng container tại khu vực Đà Nẵng, Đồng Nai.

Tại các cảng đều không tiến hành đóng hay mở container hàng nguy hiểm tại khu vực cảng biển mà chỉ tiếp nhận và giao các container đã được đóng hoàn chỉnh.

Tại các cảng container bốc xếp hàng nguy hiểm đều có khu vực dành riêng để lưu giữ hàng nguy hiểm, tách biệt với các hàng hóa khác, tuy nhiên khu vực lưu giữ hàng nguy hiểm phương tiện bốc xếp hàng nguy hiểm cũng không khác với khu vực lưu giữ các hàng hóa thông thường.

Theo thống kê của Cảng vụ Hàng hải Hải Phòng và Quảng Ninh từ năm 2013 đến 2017 tại khu vực cảng biển Hải Phòng - Quảng Ninh xảy ra 21 vụ tai nạn Hàng hải trong đó các vụ tai nạn liên quan đến HNH-CDH chiếm 7/21 (33%) số vụ tai nạn, trong đó cao nhất là cháy nổ 3/21 (14%) số vụ tai nạn, đổ tràn hóa chất 2/21 (9,5%) số vụ tai nạn, tràn dầu 2/21 (9,5%) số vụ tai nạn và số vụ tai nạn liên quan đến HNH-CDH trung bình mỗi năm là 1,4 vụ/năm [3].

3. Đánh giá công tác phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất tại các cảng container khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh

Qua một số sự cố liên quan đến HNH - CDH xảy ra trong những năm vừa qua và khảo sát thực tế tại một số cảng container tại khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh có thể đánh giá công tác phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất tại cảng container khu vực này như sau:

* Về xây dựng quy trình, kế hoạch phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất

Việt Nam chưa ban hành quy định và hướng dẫn chi tiết việc tuân thủ các quy định về ngăn ngừa ô nhiễm do chuyên chở bằng đường biển các chất độc hại trong bao gói của Phụ lục III của công ước MARPOL 73/78 nên tại các cảng biển nói chung và cảng container nói riêng chưa được áp dụng đầy đủ các quy định này trong quá trình lưu giữ, bốc xếp và kiểm soát hàng hóa bốc xếp tại cảng [4].

Việc xác định đối tượng phải lập kế hoạch ứng phó sự cố hóa chất theo quy định của Luật hóa chất và các văn bản hướng dẫn thi hành đối với các cảng xếp dỡ hàng container chưa rõ ràng nên hầu hết các cảng này đều chưa xây dựng kế hoạch ứng phó sự cố hóa chất trình cơ quan thẩm quyền phê duyệt.

Do tỷ lệ HNH-CDH thông qua các cảng container không lớn so với các hàng hóa thông thường nên nhiều cảng chưa xây dựng quy trình xếp dỡ riêng cho loại hàng này, chỉ một số cảng có ban hành tài liệu hướng dẫn nội bộ về hướng dẫn an toàn trong bốc xếp, lưu kho hàng nguy hiểm dựa trên các hướng dẫn của IMO và các quy định của pháp luật Việt Nam (cảng Hải Phòng, cảng Đình Vũ, Tân Cảng Đình Vũ...) [3].

* Về các biện pháp phòng ngừa sự cố

Tại các cảng container đã xây dựng các biện pháp phòng ngừa sự cố cháy nổ, tràn dầu chưa có biện pháp phòng ngừa sự cố liên quan đến hóa chất.

Người công nhân tiếp xúc với hàng nguy hiểm độc hại chưa được đào tạo, tập huấn bài bản về quy trình bốc xếp HNH-CDH, các biện pháp đảm bảo an toàn khi tiếp xúc với loại hàng này...

* Về quy trình và thiết bị ứng phó sự cố

Các cảng đều chưa có quy trình ứng phó sự cố hóa chất và chưa đầu tư thiết bị ứng phó với sự cố hóa chất.

Người lao động tại cảng chưa được tập huấn các kỹ năng và biện pháp ứng phó với sự cố liên quan đến HNH-CDH.

Tại các khu vực cảng biển Hải Phòng - Quảng Ninh chưa có đơn vị chuyên nghiệp có đầy đủ chức năng, các trang thiết bị chuyên dụng và nhân lực ứng phó với sự cố hóa chất.

4. Đề xuất các biện pháp phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất cho các cảng container tại khu vực cảng biển Hải Phòng - Quảng Ninh

4.1. Căn cứ pháp lý của kế hoạch phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất cho cảng

Trong các văn bản pháp luật của Việt Nam có liên quan như: Bộ Luật Hàng hải năm 2015, Luật Bảo vệ môi trường năm 2015, Luật Biển năm 2012 và các văn bản hướng dẫn đều có những quy định về trách nhiệm đảm bảo an toàn, phòng ngừa, ứng phó sự cố và bảo vệ môi trường trong quá trình vận chuyển, bốc xếp và lưu giữ hàng hóa tại các cảng biển [5].

Theo quy chế ứng phó sự cố hóa chất độc hại được ban hành theo quyết định số 26/2016/QĐ-TTg ngày 01/7/2016 quy định các cơ sở có hoạt động sản xuất, kinh doanh, cất giữ, bảo quản, vận chuyển, sử dụng hóa chất độc cần xây dựng kế hoạch phòng ngừa ứng phó sự cố hóa chất.

Tại các cảng bốc xếp hàng container nếu chưa đủ cơ sở để xác định thuộc đối tượng phải xây dựng kế hoạch phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất trình cơ quan có thẩm quyền phê duyệt theo quy định của pháp luật thì các cảng có bốc xếp HNH-CĐH cũng cần xây dựng các biện pháp phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất trên cơ sở tích hợp với các kế hoạch phòng ngừa và ứng phó sự cố cháy nổ, tràn dầu đã được xây dựng tại các cảng biển.

4.2. Các biện pháp phòng ngừa sự cố hóa chất

4.2.1. Xây dựng quy trình kiểm soát hàng nguy hiểm tại cảng

Để phòng ngừa các nguy cơ gây mất an toàn lao động cũng như gây ô nhiễm môi trường trong quá trình bốc xếp và lưu giữ HNH-CĐH các cảng container phải xây dựng quy trình kiểm soát hàng nguy hiểm bao gồm các bước sau:

Bảng 1. Quy trình kiểm soát HNH-CĐH tại cảng biển [3]

Bước thực hiện	Nội dung thực hiện	Nội dung kiểm soát	Đơn vị kiểm soát
1	Cung cấp, tiếp nhận và xử lý thông tin về hàng nguy hiểm	- Yêu cầu xếp dỡ của chủ hàng. - Danh sách hàng nguy hiểm. - Khả năng đáp ứng của cảng.	- Hãng tàu, chủ tàu. - Đơn vị khai thác cảng. - Cảng vụ.
2	Lập kế hoạch xếp dỡ	- Thời gian xếp dỡ. - Quy định xếp dỡ. - Phương tiện xếp dỡ, vận chuyển, lưu giữ. - Vị trí lưu giữ.	- Các đơn vị chuyên môn của cảng.
3	Thực hiện kế hoạch xếp dỡ và bảo quản hàng hóa tại cảng	- Tình trạng hàng hóa. - Quy trình bốc dỡ. - Phương tiện bốc dỡ, vận chuyển. - Vị trí lưu giữ. - Các thiết bị an toàn, phòng ngừa và ứng phó sự cố tại cảng. - Điều kiện thời tiết.	- Thủy thủ tàu. - Lái xe hàng. - Các đơn vị chuyên môn của cảng.
4	Bàn giao khách hàng, chủ tàu	- Tình trạng hàng hóa. - Danh sách hàng hóa.	- Các đơn vị chuyên môn của cảng. - Chủ hàng, chủ tàu.

Các nội dung cần quan tâm trong kế hoạch kiểm soát HNH-CĐH của Cảng

- Tiếp nhận và xử lý thông tin về HNH-CĐH với chủ hàng:

Bộ phận chức năng của cảng tiếp nhận thông tin của hãng tàu hay chủ hàng kiểm tra tên hàng, đối chiếu với các quy định về phân loại hàng nguy hiểm, quy tắc vận chuyển hàng nguy hiểm bằng đường biển (IMDG code) và các quy định có liên quan của Việt Nam xem cảng có đủ điều kiện để tiếp nhận hàng nguy hiểm theo yêu cầu hay không, nếu không đủ điều kiện thì từ chối nhận hàng.

- Kế hoạch bốc xếp và lưu giữ HNH-CĐH:

Căn cứ trên danh sách hàng nguy hiểm và các yêu cầu bốc xếp, bộ phận chuyên môn của cảng lên kế hoạch và phương án bốc xếp trên bảng kế hoạch sản xuất bao gồm: Thời gian thực hiện, bố trí phương tiện bốc xếp, vận chuyển, vị trí và điều kiện bảo quản, các yêu cầu về an toàn phòng ngừa và ứng phó sự cố. Thông báo đến các bộ phận chuyên môn của cảng để thực hiện.

- Kiểm soát quá trình bốc xếp và lưu giữ HNH-CĐH tại cảng:

Trước khi triển khai bốc xếp HNH-CĐH các thông tin về hàng hóa và tình trạng hàng hóa, điều kiện của phương tiện tiếp nhận phải được kiểm tra để đảm bảo sự chính xác với thông tin ban đầu.

Tất cả bộ phận tham gia bốc xếp phải thường xuyên kiểm tra tình trạng hàng nguy hiểm trong quá trình bốc xếp nếu có bất thường phải thông báo cho các bộ phận chức năng để xử lý kịp thời.

Các bộ phận an toàn, phòng ngừa và ứng phó sự cố của cảng phải bố trí cán bộ trực tiếp tại khu vực xếp dỡ để xử lý tình huống khẩn cấp.

Trong quá trình lưu giữ HNH-CĐH tại cảng các điều kiện an toàn như cách ly với khu vực lưu giữ hàng hóa khác, biển báo khu vực lưu giữ và các điều kiện khác theo yêu cầu của từng loại hàng phải được đảm bảo và thường xuyên kiểm tra [5].

- Kế hoạch phối hợp với các đơn vị có liên quan trong kiểm soát hàng nguy hiểm tại cảng.

Các đơn vị có trách nhiệm kiểm soát HNH-CĐH tại cảng bao gồm chủ hàng, cảng vụ Hàng hải và đơn vị khai thác cảng. Các đơn vị này phải được cung cấp, trao đổi thông tin HNH-CĐH đến và rời cảng, các thông tin về yêu cầu điều kiện bốc xếp, lưu giữ HNH-CĐH, thông tin về khả năng đáp ứng các điều kiện an toàn trong quá trình bốc dỡ và lưu giữ HNH-CĐH tại cảng [6].

4.2.2. Xây dựng các biện pháp an toàn

- Các cảng cần xây dựng hướng dẫn về quy trình xếp dỡ và bảo quản HNH-CĐH theo đúng hướng dẫn của bộ luật quốc tế về vận chuyển hàng nguy hiểm bằng đường biển và các quy định của pháp luật Việt Nam;

- Xây dựng hướng dẫn về công tác ngăn ngừa ô nhiễm, an toàn lao động và phòng ngừa các sự cố liên quan đến HNH-CĐH của cảng;

- Tổ chức huấn luyện, đào tạo các kiến thức liên quan đến hàng nguy hiểm và các yêu cầu an toàn trong quá trình xếp dỡ, vận chuyển và lưu giữ hàng nguy hiểm cho người lao động trực tiếp tham gia sản xuất.

- Thường xuyên tổ chức diễn tập ứng phó các sự cố liên quan đến hàng nguy hiểm tại cảng như cháy nổ, đổ tràn hóa chất độc, tràn dầu,...

- Phối hợp với chính quyền địa phương và các cơ quan chức năng thành lập ban chỉ huy thống nhất trong việc lập phương án xử lý sự cố và tổ chức diễn tập để đảm bảo hiệu quả ứng cứu khi có sự cố [6].

- Khu vực lưu giữ HNH-CĐH cần được kiểm tra thường xuyên về độ an toàn như: an toàn điện, khoảng cách an toàn với các đối tượng xung quanh, các nguồn gây nguy hiểm gần khu vực lưu giữ [5].

- Đầu tư cơ sở hạ tầng và trang thiết bị đảm bảo đáp ứng yêu cầu của phụ lục III Công ước Marpol 73/78 về ngăn ngừa ô nhiễm do chuyên chở bằng đường biển chất độc hại trong bao gói và các quy định của pháp luật Việt Nam về bảo vệ môi trường.

4.3. Kế hoạch ứng phó sự cố hóa chất

Căn cứ vào hướng dẫn xây dựng kế hoạch phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất của Bộ Công thương, Kế hoạch ứng phó sự cố hóa chất của cảng container cần bao gồm các nội dung chính sau:

1/ Xây dựng kịch bản các sự cố và phân cấp sự cố

Căn cứ vào chủng loại HNH-CĐH bốc xếp và lưu giữ tại cảng sẽ xây dựng các kịch bản của sự cố và cấp độ của các sự cố. Đối với cảng container thì các sự cố đối với HNH-CĐH thường được chia thành hai loại là:

- Cháy nổ kèm theo phát tán chất độc hại vào môi trường đất, nước và không khí;

- Đổ tràn, rò rỉ hóa chất độc (không kèm theo cháy nổ).

Do đặc điểm HNH-CĐH vận chuyển bằng container thường không tập trung tại cảng với khối lượng lớn nên cấp độ sự cố chỉ xảy ra với một trong hai cấp là:

- Cấp cơ sở: Sự cố xảy ra trong phạm vi do cảng quản lý, nằm trong năng lực ứng phó tại chỗ của cảng;

- Cấp địa phương: Sự cố xảy ra trong phạm vi do cảng quản lý, vượt quá năng lực ứng phó tại chỗ của cảng.

2/ Xác định các đối tượng cần ưu tiên bảo vệ

Đối với mỗi loại sự cố và đặc điểm của cảng cần xác định các đối tượng sẽ chịu tác động và đưa ra các mức độ ưu tiên trong quá trình ứng phó sự cố. Các đối tượng cần ưu tiên bao gồm: Con người, môi trường, hệ sinh thái nhạy cảm và tài sản.

3/ Các quy trình và biện pháp ứng phó

Các quy trình cần xây dựng bao gồm: Quy trình thông báo sự cố; quy trình xác định cấp sự cố; quy trình phối hợp với các đơn vị chức năng trong quá trình ứng phó.

Các biện pháp ứng phó tại chỗ bao gồm: biện pháp cách ly khu vực sự cố; biện pháp khống chế sự cố trong phạm vi năng lực của cảng; biện pháp bảo vệ các đối tượng nhạy cảm trong khu vực.

4/ Năng lực ứng phó sự cố

- Các cảng đều đã có hệ thống tổ chức điều hành ứng phó sự cố trong hoạt động của cảng như: cháy nổ hay tràn dầu,... do vậy có thể tích hợp thêm chức năng ứng phó sự cố hóa chất vào hệ thống tổ chức này.

- Nhân lực ứng phó sự cố hóa chất cũng chính là nhân lực đã được xây dựng để ứng phó các sự cố khác trong hoạt động của cảng, tuy nhiên cần diễn tập, trang bị thêm các kỹ năng và kiến thức liên quan đến ứng phó sự cố hóa chất.

- Cơ sở vật chất, trang thiết bị ứng phó sự cố: ngoài các trang thiết bị đã được đầu tư để ứng phó sự cố cháy nổ và tràn dầu, các cảng cần đầu tư thêm một số trang thiết bị chuyên dụng phục vụ cho quá trình ứng phó sự cố hóa chất như: mũ bảo hộ phòng độc, quần áo bảo hộ chống hóa chất ăn mòn, găng tay, khẩu trang, ủng chống hóa chất ăn mòn, các dụng cụ thu gom, lưu giữ tạm thời hóa chất đổ tràn,... Các cảng có thể ký hợp đồng với đơn vị cung cấp dịch vụ ứng cứu để cung cấp các thiết bị này khi sự cố xảy ra.

5/ Các biện pháp làm sạch, phục hồi môi trường và bồi thường thiệt hại sau sự cố

Các biện pháp làm sạch, phục hồi môi trường được thực hiện trên nguyên tắc hạn chế thấp nhất hóa chất phát tán vào môi trường, thu gom triệt để hóa chất đã phát tán ra ngoài để đem đi xử lý theo đúng quy định về chất thải nguy hại. Những đối tượng bị ảnh hưởng bởi sự cố cũng cần được theo dõi để có những biện pháp xử lý phù hợp như cây trồng, vật nuôi, sinh vật tự nhiên. Các thiệt hại cần được thống kê và bồi thường theo các quy định của pháp luật [6].

5. Kết luận

Hoạt động bốc xếp và lưu giữ HNH-CĐH tại các cảng container tiềm ẩn ít rủi ro hơn so với hoạt động bốc xếp và lưu giữ HNH-CĐH tại các cảng hàng lỏng chờ xô, chính vì vậy các cảng container chưa quan tâm nhiều đến công tác phòng ngừa và ứng phó với sự cố hóa chất trong hoạt động bốc xếp hàng hóa của mình. Các kết quả khảo sát cho thấy các cảng container tại khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh đều chưa xây dựng kế hoạch phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất. Việc xây dựng các giải pháp phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất cho các cảng bốc xếp và lưu giữ HNH-CĐH dạng hàng container là cần thiết và phù hợp với các công ước quốc tế về hàng hải và luật pháp của Việt Nam. Kế hoạch phòng ngừa và ứng phó sự cố hóa chất có thể tích hợp với kế hoạch phòng ngừa và ứng phó sự cố cháy nổ, tràn dầu đã được xây dựng tại cảng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] EMSA *The Pollution Preparedness & Response activities of the European Maritime Safety Agency - Reports*, 2014.
- [2] Cục Hàng hải Việt Nam, *Báo cáo tình hình tai nạn hàng hải từ năm 2015 đến 2018* (2018).
- [3] Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, *Báo cáo tổng kết nhiệm vụ môi trường “Đánh giá thực trạng và xây dựng quy trình kiểm soát sự cố rủi ro môi trường đối với hàng nguy hiểm tại các cảng biển Việt Nam. Áp dụng thử nghiệm tại khu vực cảng Hải Phòng”*, 2018.
- [4] Trần Anh Tuấn, Bùi Đình Hoàn, Phạm Thị Dương, *Sự cần thiết xây dựng kế hoạch tổng thể phòng ngừa và ứng phó sự cố môi trường (OPRE) trong hoạt động hàng hải*, Tạp chí Khoa học công nghệ Hàng hải, tr. 78-82, số 49-1/2017, 2017.
- [5] Đỗ Thanh Bái. *Quản lý rủi ro môi trường liên quan đến hóa chất*, Bản tin Chính sách Tài nguyên - Môi trường - Phát triển bền vững, tr. 18-20, số 22 - Quý II/2016, 2016.
- [6] Ngô Kim Định, Bùi Đình Hoàn. *Kiểm soát và quản lý môi trường biển*, NXB Giao thông Vận tải, 2014.

Ngày nhận bài: 23/03/2019
 Ngày nhận bản sửa: 09/04/2019
 Ngày duyệt đăng: 16/04/2019

TỔNG HỢP VẬT LIỆU NANO OXIT SẮT BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN HỦY NHIỆT GEL Fe^{3+} VỚI POLYVINYL ANCOL (PVA) VÀ KHẢO SÁT KHẢ NĂNG TÁCH LOẠI MỘT SỐ KIM LOẠI NẶNG (Pb, Cd) RA KHỎI MÔI TRƯỜNG NƯỚC

SYNTHESIS OF NANO IRON OXIDE MATERIAL BY Fe^{3+} /POLYVINYL ANCOL (PVA) GEL CALCINATION METHOD AND SURVEY ON THE REMOVAL POSSIBILITY OF HEAVY METALS (Pb, Cd) FROM WATER ENVIRONMENT

PHẠM THỊ DƯƠNG*, ĐINH THỊ THÚY HẰNG

Viện Môi trường, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: duongpt.vmt@vamaru.edu.vn

Tóm tắt

Trong công trình này, nano oxit sắt được tổng hợp bằng phương pháp phân hủy nhiệt gel Fe^{3+} /PVA. Đặc trưng cấu trúc vật liệu được xác định bằng giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD) với pic đặc trưng rõ nét nhất xuất hiện tại góc $2\theta = 33,2^\circ$ và $35,7^\circ$ cho thấy sự tồn tại của nano oxit sắt với kích thước trung bình 25 nm, phương pháp Brunauer, Emmett, Teillor (BET) cho thấy diện tích bề mặt riêng của vật liệu đạt $47,317 \text{ m}^2/\text{g}$; phân tích nhiệt trọng lượng (TGA) cho thấy sự tạo pha tinh thể $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ xảy ra trong vùng nhiệt độ trên 400°C ; phương pháp kính hiển vi điện tử quét (SEM) cho thấy vật liệu có kích thước nano với các mao quản phân bố khá đồng đều. Vật liệu tổng hợp được nghiên cứu khảo sát khả năng loại bỏ một số kim loại nặng (Pb, Cd) ra khỏi môi trường nước. Kết quả chỉ ra rằng vật liệu tổng hợp có khả năng loại bỏ Pb rất tốt trong khi việc loại bỏ Cd ra khỏi môi trường nước thì kém hiệu quả hơn. Hiệu suất xử lý Pb có thể đạt 99,9% trong khi hiệu suất xử lý Cd chỉ đạt 67,7%.

Từ khóa: Nano oxit sắt, Polyvinyl Ancol (PVA), kim loại nặng.

Abstract

In this work, nano iron oxide was synthesized by Fe^{3+} /PVA gel calcination method. Material structure characteristics were determined by the diagram of X-ray diffraction (XRD) with the appearance of typical peaks at $2\theta = 33.2^\circ$ and 35.7° and the average size of nanoparticles at 25 nm, Brunauer - Emmett - Teillor method (BET) with the specific surface area at $47.317 \text{ m}^2/\text{g}$; thermogravimetric analysis (TGA) method with the crystallization of $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ at above 400°C ; scanning electron microscope (SEM) method with the presence of nanoparticles and their fairly uniform distribution. The synthesized material was applied to study the removal possibility of some heavy metals (Pb, Cd) from the water environment. The results showed that fabricated material has high removal ability towards Pb, while removing Cd from the water environment is less effective. The performance can reach 99.9% for the removal of Pb while only 67.7% is for Cd.

Keywords: Iron oxide nanoparticles, polyvinyl ancol (PVA), heavy metal.

1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây hướng nghiên cứu chế tạo nano sắt và ứng dụng trong xử lý môi trường được nhiều nhà khoa học đặc biệt quan tâm. Nano oxit sắt được tổng hợp bằng nhiều cách khác nhau: phương pháp đồng kết tủa (coprecipitation), phương pháp vi nhũ (microemulsion), phương pháp thủy nhiệt (hydrothermal), phương pháp lắng đọng điện hóa (electrochemical deposition) và phương pháp phân hủy nhiệt (thermal decomposition),... Wei-Xian Zhang là một trong những nhà khoa học đi đầu trong lĩnh vực nghiên cứu tổng hợp nano sắt và ứng dụng để xử lý các hợp chất clo hữu cơ như: TCE, PCBs, CCl_4 ,... Ông cũng đã thành công trong việc xử lý các dẫn xuất clo của etylen bằng nano sắt và xử lý các hợp chất clo hữu cơ bằng nano sắt phủ kim loại [4], [7]. Chengyin Fu và cộng sự đã có nghiên cứu tổng hợp và ứng dụng nano oxit sắt từ (Fe_3O_4) vào lĩnh vực y sinh [3]. Diana Kostyukova và Yong Hee Chung đã có nghiên cứu tổng hợp nano oxit sắt bằng phương pháp phân hủy nhiệt sử dụng dung môi Isobutanol và đi từ tiền chất FeCl_2 , thu được $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ kích thước trong khoảng 11 - 22 (nm) [5]. Mohan Lal và S.R.Verma đã có nghiên cứu tổng hợp và xác định đặc trưng cấu trúc vật liệu bằng phương pháp đồng kết tủa sử dụng PVA thu được vật liệu kích thước khoảng 20 nm [6]. Zuolian Cheng và cộng sự cũng có nghiên cứu tổng hợp và xác định đặc trưng cấu trúc vật liệu, ứng dụng xử lý kim loại nặng trong nước thải. Trong nghiên cứu này nhóm tác giả sử dụng phương pháp đồng kết tủa để tổng hợp vật liệu vì thế vật liệu thu được là ở dạng $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ [8].

Tại Việt Nam, đã có một số nghiên cứu tổng hợp nano oxit sắt và ứng dụng trong xử lý môi trường như xử lý Cr, Pb cho hiệu quả nhất định [1], [2].

Ứng dụng nano oxit sắt trong xử lý môi trường còn rất nhiều tiềm năng nghiên cứu mở rộng và phát triển. Trong nghiên cứu này, chúng tôi phối hợp với Viện khoa học Vật liệu, Viện Hàn Lâm Khoa học Việt Nam tiến hành tổng hợp nano oxit sắt bằng phương pháp phân hủy nhiệt gel Fe^{3+} /PVA đi từ dung môi PVA, sử dụng $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ và xác định đặc trưng cấu trúc vật liệu bằng các phương pháp hóa lý hiện đại. Vật liệu sau tổng hợp được nghiên cứu khảo sát khả năng ứng dụng để loại bỏ một số kim loại (Pb, Cd) ra khỏi môi trường nước.

2. Thực nghiệm

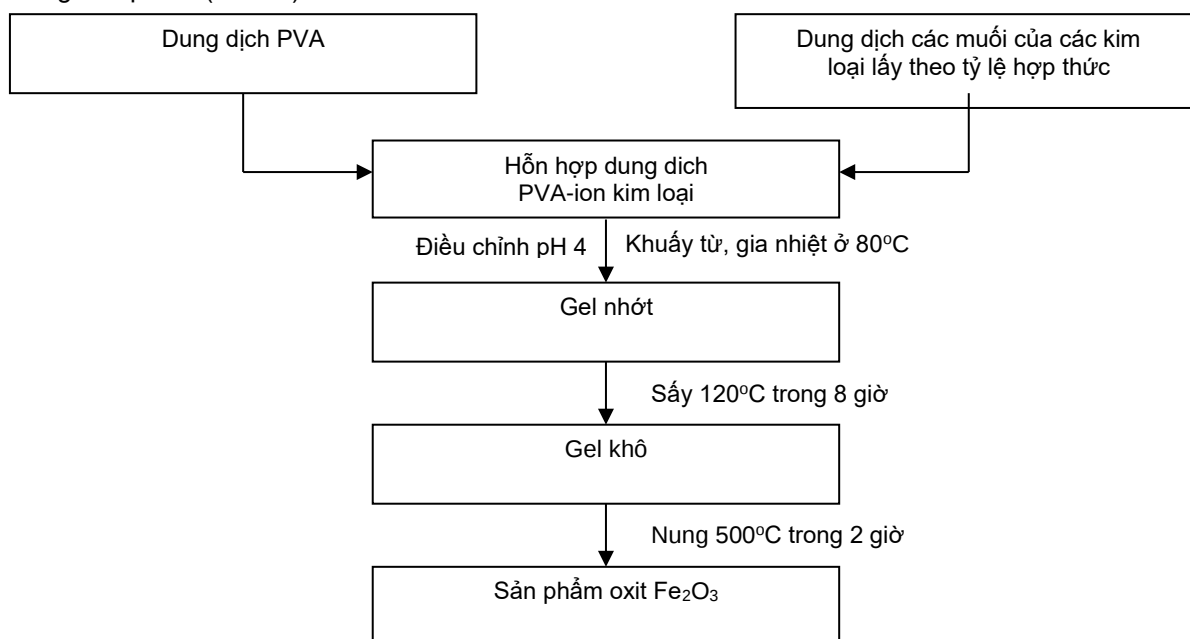
2.1. Hóa chất và thiết bị sử dụng trong nghiên cứu

- $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, NH_4OH , CH_3COOH , Polyvinyl alcol, HNO_3 , NaOH có độ sạch phân tích (loại PA);
- Dung dịch chuẩn Pb, Cd (Merck);
- Máy khuấy từ: PROLABO C-100;
- Máy đo pH: pH24 hãng Aqualytic - Đức;
- Thiết bị ICP- MS 7800 hãng Agilent.

2.2. Tiến hành thực nghiệm

2.2.1. Chế tạo vật liệu nano oxit sắt bằng phương pháp phân hủy nhiệt gel Fe^{3+} /PVA

Nguyên liệu ban đầu để tạo gel là dung dịch muối $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ở dạng tinh khiết phân tích. PVA được hòa tan vào nước cất tạo dung dịch PVA 5%. Dung dịch muối $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 1M được lấy theo tỷ lệ hợp thức (với tỷ lệ mol Fe^{3+} /PVA=1/3), được khuấy trộn với dung dịch PVA và điều chỉnh pH của hỗn hợp bằng NH_3 , axit axetic về pH4. Quá trình gia nhiệt được thực hiện trên máy khuấy từ ở 80°C cho tới khi hỗn hợp tạo gel. Gel có độ nhớt cao, trong suốt được sấy khô tạo thành khối xốp, bông. Vật liệu này đem xác định giản đồ phân tích nhiệt TGA để xác định nhiệt độ nung phù hợp rồi đem nung ở nhiệt độ thích hợp thu được bột mịn. Quá trình tổng hợp gồm các bước tạo gel, sấy gel, nung sản phẩm (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ chế tạo mẫu oxit Fe_2O_3 bằng phương pháp phân hủy nhiệt gel Fe^{3+} /PVA

2.2.2. Nghiên cứu đặc trưng cấu trúc của vật liệu

Giản đồ phân tích nhiệt TGA để xác định nhiệt độ nung thích hợp được đo tại Viện Khoa học Vật Liệu, Viện Hàn lâm Khoa học Việt Nam.

Giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD) được xác định trên thiết bị D8 Advancer - Bruker, 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 $0,03^\circ/\text{s}$ tại Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) của mẫu vật liệu được chụp trên thiết bị Scanning Microscopy độ phóng đại 200.000 lần tại Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học - Công nghệ Việt Nam.

Diện tích bề mặt vật liệu được xác định bằng phương pháp đẳng nhiệt hấp phụ - giải hấp phụ (BET) trên thiết bị Autosorb iQ Station 1 tại Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học - Công nghệ Việt Nam.

2.2.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất xử lý

Lấy lần lượt 50 ml dung dịch các kim loại (Pb, Cd) nồng độ 1 mg/L có pH = 6,8 cho vào 2 cốc thủy tinh dung tích 250 ml, thêm vào mỗi cốc 0,25 g vật liệu nano oxit sắt, khuấy ở tốc độ không đổi trên máy khuấy từ trong 10 phút. Lọc lấy dung dịch đem phân tích hàm lượng kim loại còn lại trong dung dịch.

Tiến hành các thí nghiệm tương tự ở các thời gian khác nhau: 20, 30, 60, 120, 180, 240, 300 phút.

2.2.4. Nghiên cứu ảnh hưởng của pH đến hiệu quả xử lý

Chuẩn bị các dung dịch kim loại (Pb, Cd) nồng độ 1 mg/L ở các pH khác nhau: 3, 4, 5, 6, 7, 8 (điều chỉnh pH bằng dung dịch HNO₃ hoặc NaOH loại PA).

Lấy lần lượt 50 ml dung dịch các kim loại (Pb, Cd) nồng độ 1 mg/L ở các pH trên cho vào 2 cốc thủy tinh dung tích 250 ml, thêm vào mỗi cốc 0,25 g vật liệu nano oxit sắt, khuấy ở tốc độ không đổi trên máy khuấy từ trong 60 phút. Lọc lấy dung dịch đem phân tích hàm lượng kim loại còn lại trong dung dịch.

2.2.5. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ kim loại ban đầu

Lấy lần lượt 50 ml dung dịch các kim loại (Pb, Cd) ở các nồng độ khác nhau: 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1 mg/L đã điều chỉnh pH về 5 cho vào các cốc thủy tinh dung tích 250 ml, thêm vào mỗi cốc 0,25 g vật liệu nano oxit sắt, khuấy ở tốc độ không đổi trên máy khuấy từ trong 60 phút. Lọc lấy dung dịch đem phân tích hàm lượng kim loại còn lại trong dung dịch.

2.2.6. Nghiên cứu ảnh hưởng của lượng vật liệu

Lấy lần lượt 50 ml dung dịch các kim loại (Pb, Cd) nồng độ 1 mg/L ở các pH = 5 cho vào 2 cốc thủy tinh dung tích 250 ml, thêm vào mỗi cốc 0,1 g vật liệu nano oxit sắt, khuấy ở tốc độ không đổi trên máy khuấy từ trong 60 phút. Lọc lấy dung dịch đem phân tích hàm lượng kim loại còn lại trong dung dịch. Tiến hành thí nghiệm tương tự ở các lượng vật liệu khác nhau: 0,1g; 0,25g; 0,5g.

Hàm lượng kim loại (Pb, Cd) trong dung dịch được xác định bằng phương pháp ICP-MS trên thiết bị của Viện Môi trường, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.

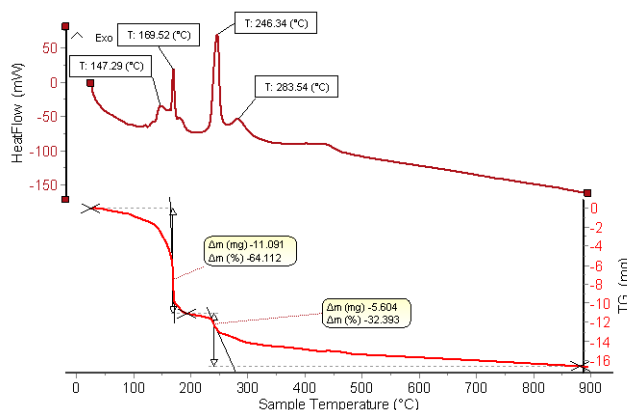
Hiệu suất xử lý kim loại được đánh giá thông qua đại lượng phần trăm kim loại được tách loại ra khỏi môi trường nước.

$$H = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100 (\%) \quad (1)$$

3. Kết quả thực nghiệm

3.1. Kết quả khảo sát đặc trưng cấu trúc của vật liệu

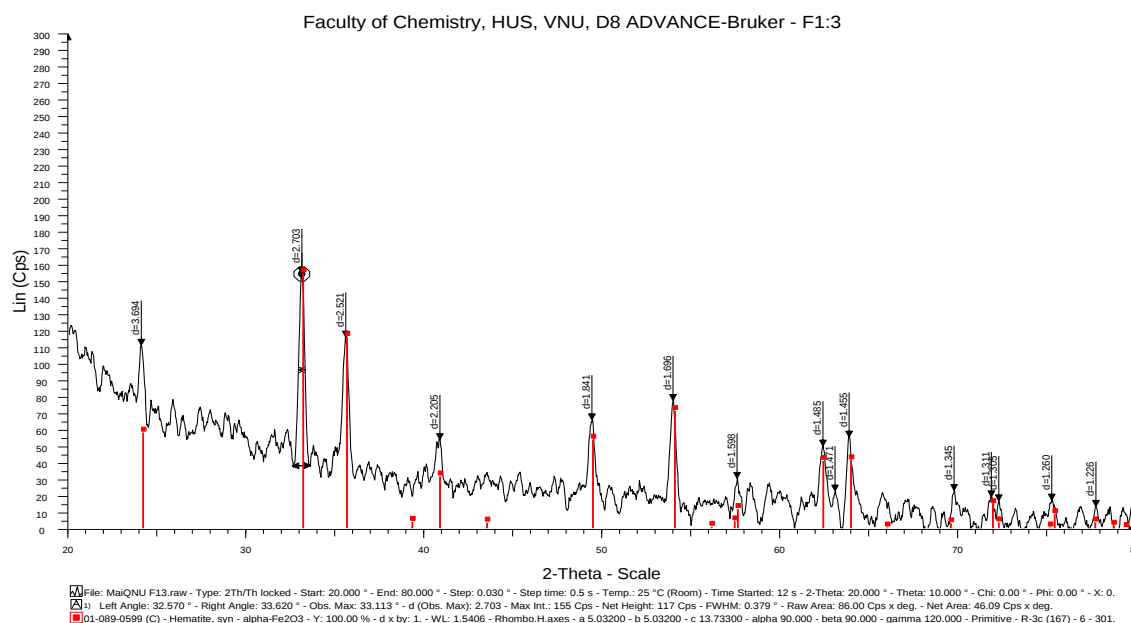
3.1.1. Giải đồ TGA của gel Fe³⁺/PVA sau khi sấy khô



Hình 2. Giải đồ TGA của gel Fe³⁺/PVA sau khi sấy khô

Giải đồ phân tích nhiệt của gel sau khi sấy khô được chỉ ra ở Hình 2. Kết quả cho thấy, ở khoảng nhiệt độ nhỏ hơn 240°C có sự giảm 64,11% về khối lượng do quá trình mất nước kết tinh, phân hủy một phần gốc nitrat và PVA. Trong khoảng nhiệt độ từ 240-400°C có sự giảm 32,39% khối lượng là do sự phân hủy PVA và gốc nitrat còn lại. Trên 400°C đường TGA hầu như nằm ngang chứng tỏ sự tạo pha tinh thể α -Fe₂O₃ xảy ra trong vùng nhiệt độ này. Dựa trên giải đồ phân tích nhiệt chúng tôi tiến hành nung mẫu vật liệu ở 500°C để phục vụ nghiên cứu tiếp theo.

3.1.2. Giải đồ XRD của mẫu vật liệu



Hình 3. Giải đồ XRD của mẫu vật liệu

Giải đồ XRD cho thấy tồn tại các pic đặc trưng tại góc $2\theta = 24,1^\circ; 33,2^\circ; 35,7^\circ; 40,8^\circ; 49,3^\circ; 54,1^\circ$ của mẫu vật liệu tương ứng với sự tồn tại của đơn pha $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Trong đó, pic đặc trưng rõ nét nhất tại góc $2\theta = 33,2^\circ$ và $35,7^\circ$.

Theo phương trình Scherrer:

$$\bar{r} = \frac{0,89 \lambda}{\beta \cdot \cos \theta} \quad (2)$$

Trong đó:

$\bar{r}$: kích thước hạt trung bình;

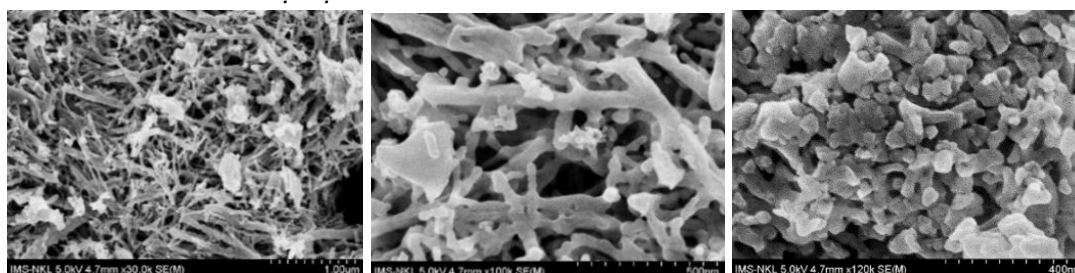
λ : bước sóng cuvet bằng đồng ($\lambda = 1,5406\text{\AA}$);

β : độ rộng nửa vạch phổ cực đại;

θ : góc nhiễu xạ.

Từ kết quả phân tích XRD xác định được đường kính trung bình tính theo phương trình Scherrer là 25nm.

3.1.3. Ảnh SEM của mẫu vật liệu



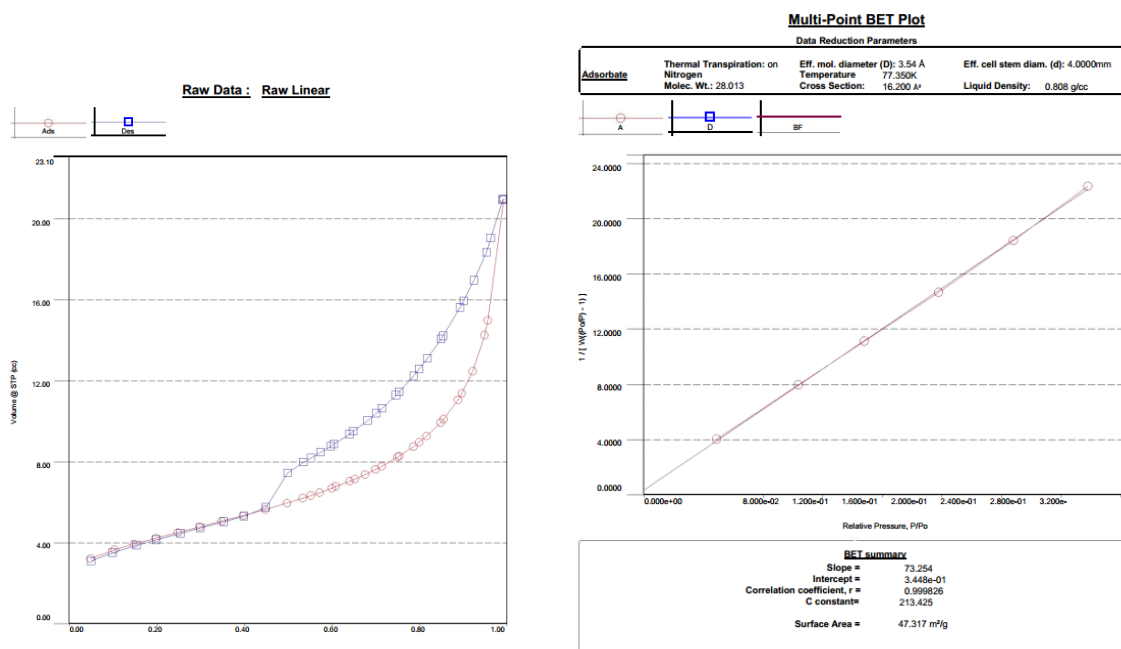
Hình 4. Ảnh SEM của mẫu vật liệu

Ảnh SEM cho thấy trên bề mặt vật liệu có các mao quản phân bố khá đồng đều. Vật liệu tổng hợp có kích thước nano cỡ khoảng 20 - 50 (nm).

3.1.4. Đồ thị BET của mẫu vật liệu

Kết quả cho thấy vật liệu có dạng mao quản trung bình, hệ thống mao quản đồng đều, diện tích bề mặt riêng của vật liệu $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ đo được theo phương pháp BET là $47,317\text{m}^2/\text{g}$.

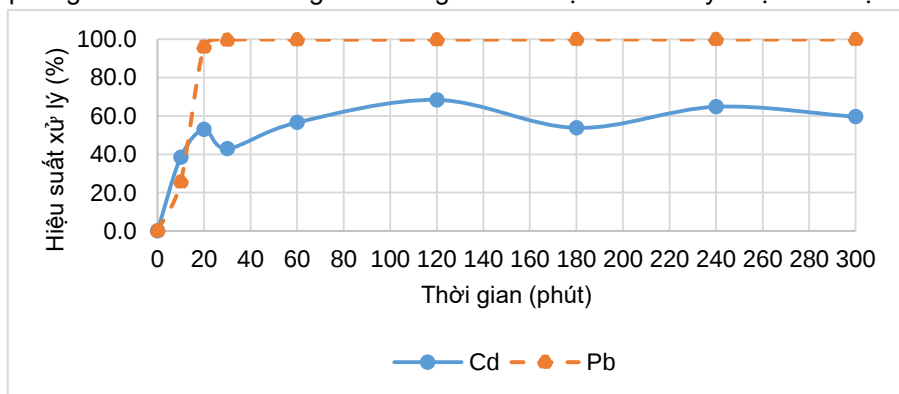
Với những đặc trưng trên của vật liệu cho thấy vật liệu tổng hợp được là nano oxit sắt dạng $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, kích thước trung bình 25nm, diện tích bề mặt riêng của vật liệu tương đối lớn ($47,317\text{m}^2/\text{g}$), hứa hẹn khả năng xử lý các chất ô nhiễm trong môi trường.



Hình 5. Đồ thị BET của mẫu vật liệu

3.2. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất xử lý

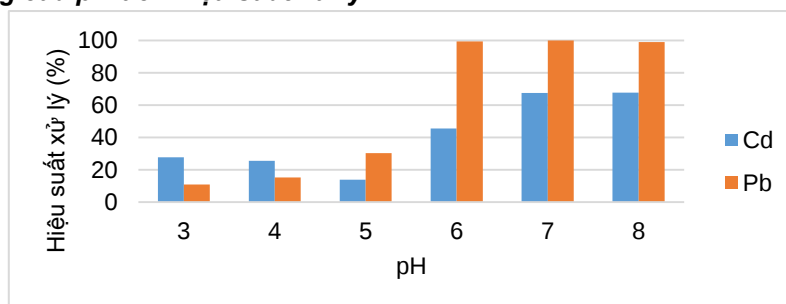
Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất xử lý được thể hiện trên Hình 6.



Hình 6. Ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất xử lý

Kết quả cho thấy hiệu suất xử lý tăng nhanh trong khoảng thời gian từ 10 đến 60 phút. Sau 60 phút hiệu suất xử lý gần như không thay đổi và duy trì ở hiệu suất 99,9% đối với Pb; dao động từ 53,8% đến 68,4% đối với Cd. Kết quả cũng cho thấy vật liệu có khả năng xử lý kim loại Pb tốt hơn so với Cd trong môi trường nước.

3.3. Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất xử lý



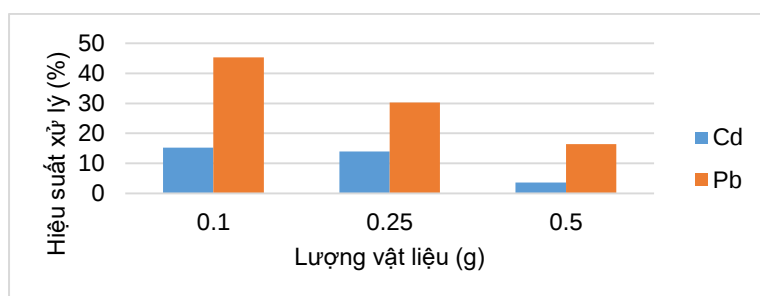
Hình 7. Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất xử lý

Hiệu suất xử lý Cd giảm dần khi pH tăng từ 3 đến 5 và hiệu suất xử lý tăng dần khi pH tăng từ 5 đến 8. pH thích hợp cho quá trình xử lý nằm trong khoảng 6-8. Ở pH = 8 hiệu suất xử lý đạt tối đa là 67,7%.

Hiệu suất xử lý Pb tăng dần từ pH = 3 đến pH = 6. pH thích hợp cho quá trình xử lý cũng nằm trong vùng axit yếu, trung tính và kiềm yếu (pH từ 6 đến 8). Hiệu suất xử lý tối đa là 99,9% tại pH = 7. Hiệu suất xử lý Pb khá cao tuy nhiên hoàn toàn không phải do hiện tượng tạo hydroxit kim loại. Bởi lẽ, ở 20°C độ hòa tan của $Pb(OH)_2$ đạt 0,0155 g/100mL; của $Cd(OH)_2$ đạt 0,026 g/100 mL trong khi nghiên cứu tiến hành ở vùng nồng độ thấp 1 mg/L vì vậy Pb và Cd đều tồn tại dưới dạng cation kim loại tự do Pb^{2+} và Cd^{2+} .

3.4. Ảnh hưởng của lượng vật liệu đến hiệu suất xử lý

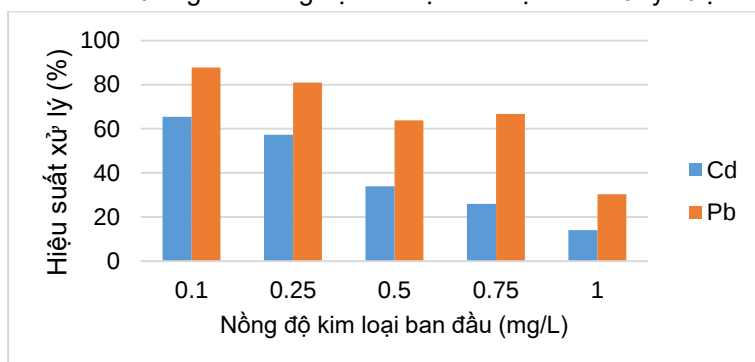
Ở pH = 5, thời gian xử lý 60 phút thì hiệu suất xử lý phụ thuộc vào lượng vật liệu. Sự phụ thuộc này theo tỷ lệ nghịch trong khoảng nghiên cứu.



Hình 8. Ảnh hưởng của lượng vật liệu đến hiệu suất xử lý

3.5. Ảnh hưởng của nồng độ kim loại ban đầu đến hiệu suất xử lý

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nồng độ kim loại đến hiệu suất xử lý được thể hiện trên Hình 9.



Hình 9. Ảnh hưởng của nồng độ kim loại đến hiệu suất xử lý

Ở pH = 5, thời gian xử lý 60 phút, lượng vật liệu sử dụng 0,25 g thì khi tăng nồng độ kim loại ban đầu từ 0,1 mg/L đến 1 mg/L, hiệu suất xử lý cả Pb và Cd đều giảm. Điều này cho thấy, ở nồng độ thấp của các kim loại trong môi trường nước khả năng xử lý các kim loại là tốt hơn.

4. Kết luận

Vật liệu oxit sắt tổng hợp bằng phương pháp phân hủy nhiệt gel Fe^{3+} /PVA là vật liệu mao quản trung bình, đơn pha $\alpha - Fe_2O_3$, có kích thước nano với đường kính trung bình 25 nm, diện tích bề mặt riêng 47,317 m²/g. Vật liệu có khả năng xử lý các kim loại Pb và Cd trong môi trường nước, tuy nhiên khả năng xử lý Pb tốt hơn Cd. Thời gian xử lý thích hợp là 60 phút, pH thích hợp từ 6-8 đối với cả 2 kim loại. pH tối ưu cho xử lý Pb là 7 và Cd là 8. Hiệu suất xử lý phụ thuộc vào lượng vật liệu theo tỷ lệ nghịch trong khoảng nghiên cứu. Khi các kim loại (Pb và Cd) ban đầu ở nồng độ thấp hơn thì hiệu quả xử lý tốt hơn. Hiệu suất xử lý đạt tối đa 99,9% đối với Pb và 67,7% đối với Cd.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Thị Thùy Dương, *Nghiên cứu ứng dụng sắt nano trong xử lý nước ô nhiễm crom và chì*, Luận văn Thạc sĩ, Mã số: 60.85.02, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, 2012.
- [2] Hồ Thị Tuyết Trinh, Mai Thanh Tâm, Hà Thúc Huy, *Tổng hợp vật liệu hạt nano oxit sắt từ trên nền graphene*, Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, Tập 18, Số 3T, 2015.
- [3] Chengyin Fu, Nuggeballi M., *Magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis and applications*, Bioinspired, Biomimetic and Nanobiomaterials, Vol 1, pp. 229-244, 2012.

- [4] Chuan-Bao Wang, and Wei-xian Zhang, *Synthesizing Nanoscale Iron Particles for Rapid and Complete Dechlorination of TCE and PCBs*, Environ. Sci. Technol., 1997, 31 (7), pp.2154-2156 - DOI: 10.1021/es970039c.
- [5] Diana Kostyukova and Yong Hee Chung, *Synthesis of Iron Oxide Nanoparticles Using Isobutanol*, Journal of Nanomaterials, ID 4982675, 2016
- [6] Mohan Lal và S.R.Verma, *Synthesis and characterization of Poly Vinyl Alcohol Functionalized Iron Oxide Nanoparticles*, Macromolecular Symposia, Dec 2017.
- [7] Wei-xian Zhang, *Nanoscale Iron Particles for Environmental Remediation*, Journal of Nanoparticle Research5: pp.323-332, 2003.
- [8] Zuolian Cheng, Annie Lai Kuan Tan, Yong Tao, Danshan, Kok Eng Ting and Xi Jiang Yin, *Synthesis and characterization of Iron Oxide Nanoparticles and Applications in the removal of heavy Metals from Industrial Wastewater*, International Journal of Photoenergy, ID 608298, 2012.

Ngày nhận bài:	04/4/2019
Ngày nhận bản sửa lần 01:	18/4/2019
Ngày nhận bản sửa lần 02:	26/4/2019
Ngày duyệt đăng:	06/5/2019

**XÁC ĐỊNH ĐỈNH TƯƠNG QUAN CỦA HAI PHƯƠNG THỨC
TRUYỀN DẪN SỐ BẰNG GỐC SỬ DỤNG SÓNG MANG
KIỂU ĐIỀU CHẾ PHA XUNG VÀ KIỂU SÓNG CON GÓI**
DETERMINATION OF CORRELATIVE PEAK
OF TWO BASEBAND DIGITAL TRANSMISSION METHODS
USING THE PULSE PHASE MODULATION TYPE AND WAVELETS PACKET TYPE

LÊ QUỐC VƯỢNG

Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: vuonglq.ddt@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Trong bài viết này, đầu tiên tác giả khảo sát sự biến thiên của hàm tự tương quan theo thời gian của các sóng mang bằng phương pháp giải tích để khẳng định tại thời điểm lấy mẫu đã đạt được độ tương quan cực đại. Tiếp theo, bằng phương pháp đại số tuyến tính, tác giả xác định độ tương quan chéo giữa tất cả các sóng mang để chứng minh độ tương quan cực đại đó chính là một trong các đỉnh tương quan. Cuối cùng, nhằm làm rõ ý nghĩa quyết định của các đỉnh tương quan, tác giả xây dựng các chương trình mô phỏng xác định đặc tính xác suất lỗi theo tỷ số tín trên tạp (SNR) để đánh giá hiệu quả của các hệ thống truyền dẫn số bằng gốc tương ứng với hai phương thức sử dụng sóng mang kiểu điều chế pha xung và kiểu sóng con gói.

Từ khóa: Hàm tự tương quan, độ tương quan cực đại, tương quan chéo, đỉnh tương quan.

Abstract

At this article, firstly the author examines the variation of the autocorrelation function over time of carrier waves by analytical method to confirm the maximum correlation at the time of sampling. Next, by linear algebra method, the author determines the cross correlation between all carrier waves to prove that the maximum correlation is one of the correlative peaks. Finally, in order to clarify the decisive sense of the correlative peaks, the author built simulation programs to determine the error probability characteristics following signal to noise ratio (SNR) to evaluate the effectiveness of the baseband digital transmission systems according to two methods of using carrier waves as the pulse phase modulation type and the wavelets packet type.

Keywords: Autocorrelation function, maximum correlation, cross correlation, correlative peak.

1. Đặt vấn đề

Vấn đề xác định chính xác thời điểm lấy mẫu trong máy thu tối ưu tính tương quan của một hệ thống truyền dẫn số bằng gốc có ý nghĩa quyết định đối với quá trình tách tín hiệu có lỗi hay không nói riêng và đối với chất lượng, hiệu quả của cả hệ thống đó nói chung. Thời điểm lấy mẫu tín hiệu tương quan thường được chọn để thỏa mãn một số điều kiện mà quan trọng nhất trong đó là: 1) Phải đảm bảo độ tự tương quan là cực đại; 2) Sự chênh lệch độ tự tương quan cực đại so với độ tương quan chéo cực đại cũng phải là lớn nhất, gọi là *đỉnh tương quan*. Như vậy, xác định thời điểm lấy mẫu sao cho đúng đỉnh tương quan bằng cách khảo sát sự biến thiên của hàm tự tương quan đồng thời với việc đánh giá độ tương quan chéo giữa tất cả các sóng mang là công việc khá phức tạp.

Ngoài việc khảo sát xác định đỉnh tương quan của hệ thống truyền dẫn số bằng gốc sử dụng tập các sóng mang kiểu điều chế pha xung (Pulse Phase Modulation - PPM), trong bài viết cũng thực hiện tương tự đối với tập các sóng mang kiểu sóng con gói (Wavelets Packet - WP). Trong [1, 2] đề xuất sử dụng và đưa ra thuật toán tạo tập các sóng mang kiểu WP trong hệ thống truyền dẫn số bằng gốc. Chưa có tài liệu nào thực hiện các phân tích, đánh giá chi tiết hơn quá trình truyền dẫn với kiểu sóng mang này. Việc đồng thời khảo sát xác định đỉnh tương quan của 2 hệ thống truyền dẫn số bằng gốc sử dụng các sóng mang kiểu PPM và kiểu WP có ý nghĩa so sánh giữa 2 giải pháp truyền dẫn.

Trong một số tài liệu nghiên cứu về truyền dẫn số bằng gốc, ví dụ [3, 4, 5], còn có một số hạn chế: Không thấy sự khác biệt giữa 2 giải pháp truyền dẫn sử dụng các sóng mang kiểu PPM và kiểu WP; Chương trình mô phỏng không thể hiện quá trình mã hóa dạng sóng; Tác động của nhiễu lên các sóng mang trên kênh truyền dẫn không được rõ ràng. Trong phạm vi bài viết này sẽ trình bày 2 chương trình mô phỏng khắc phục những hạn chế nêu trên về 2 hệ thống truyền dẫn số bằng gốc sử dụng các sóng mang kiểu PPM và kiểu WP cho tín hiệu số dạng symbol 2 bit. Bằng cách tương

tự áp dụng thuật toán mô phỏng, độc giả quan tâm có thể phát triển chương trình truyền dẫn đối với các tín hiệu số dạng symbol nhiều bit hơn.

2. Khảo sát hàm tự tương quan

Xét tập sóng mang cho các symbol k bit gồm $M = 2^k$ sóng mang, trong đó 1 sóng mang bất kỳ thứ n (Với $n = 0 \div (M-1)$) ký hiệu là $s_n(t)$.

Theo [4] hàm tương quan của 2 sóng mang $s_n(t)$, $s_m(t)$ (Với $n, m = 0 \div (M-1)$) được định nghĩa:

$$y_{nm}(t) = \int_0^t s_n(\tau) \cdot s_m(\tau) d\tau = \int_0^t p_{nm}(\tau) d\tau \quad (1)$$

Trong đó: $p_{nm}(t) = s_n(t) \cdot s_m(t)$ – Hàm **tích chéo** (Cross Product) là tín hiệu đầu ra bộ nhân.

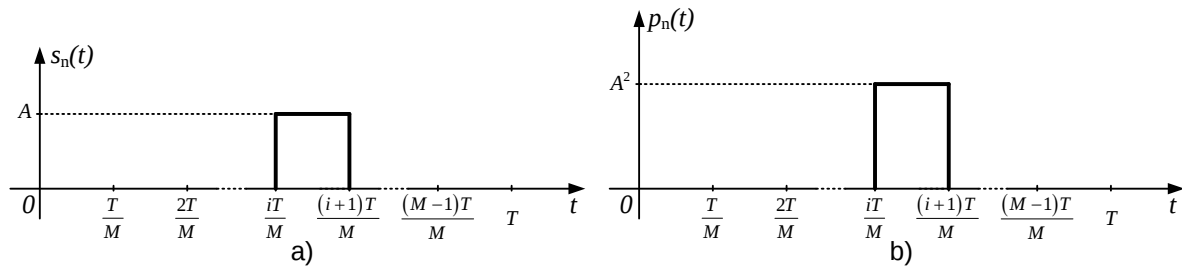
Và hàm tự tương quan của sóng mang $s_n(t)$ ký hiệu $y_n(t)$ được tính bằng:

$$y_n(t) = y_{nn}(t) = \int_0^t s_n(\tau) \cdot s_n(\tau) d\tau = \int_0^t s_n^2(\tau) d\tau = \int_0^t p_n(\tau) d\tau \quad (2)$$

Trong đó: $p_n(t) = s_n^2(t)$ - Gọi là hàm **bình phương**.

a) Sóng mang kiểu điều chế pha xung (PPM)

Sóng mang $s_n(t)$ kiểu điều chế pha xung (PPM) còn gọi là kiểu trực giao đồng năng lượng (Hình 1a). Trên hình: A - Biên độ xung, T - Thời gian symbol = $k \cdot T_b$ (Với T_b - Thời gian 1 bit), i - Khoảng xung nhịp i . Khi đó hàm bình phương $p_n(t)$ có dạng hình 1b.



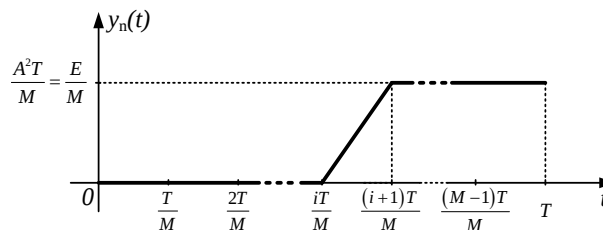
Hình 1. Sóng mang $s_n(t)$ kiểu PPM (a) và hàm bình phương $p_n(t)$ tương ứng (b)

Khảo sát tích phân (2) trên 3 khoảng thời gian và đi đến kết quả là:

- + Khoảng 1: $0 \leq t \leq iT/M$: $y_n(t) \equiv 0$;
- + Khoảng 2: $iT/M \leq t \leq (i+1)T/M$: $y_n(t) = A^2(t - iT/M)$;
- + Khoảng 3: $(i+1)T/M \leq t \leq T$: $y_n(t) \equiv A^2T/M = E/M$;

$$\text{Trong đó ta có: } y_n(T) = \frac{A^2T}{M} = \frac{E}{M} \quad (3)$$

Đồ thị biểu diễn sự biến thiên của hàm tự tương quan $y_n(t)$ như Hình 2.

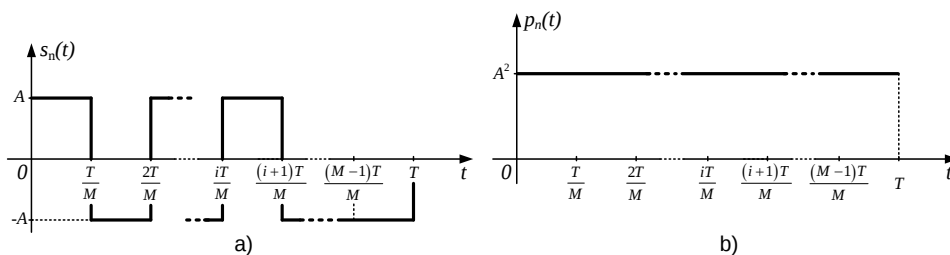


Hình 2. Đồ thị hàm tự tương quan $y_n(t)$ tương ứng sóng mang $s_n(t)$ kiểu PPM

b) Sóng mang kiểu sóng con gói (WP)

Sóng mang $s_n(t)$ kiểu sóng con gói (WP) là trường hợp đặc biệt của kiểu điều chế tần số xung (PFM - Pulse Frequency Modulation) [1, 2, 6, 7]. WP khác biệt hẳn so với PFM là nó chỉ cần tần số nhịp cao nhất là M/T (Bằng với giải pháp PPM trên) còn PFM yêu cầu lên đến $2^{(M-1)}/T$.

Trên Hình 3a là ví dụ 1 sóng mang bất kỳ $s_n(t)$ của tập sóng mang kiểu WP và Hình 3b là hàm bình phương $p_n(t) \equiv A^2$ tương ứng của nó.



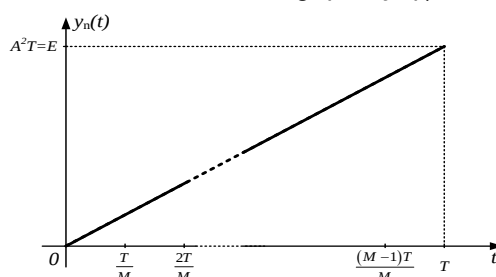
Hình 3. Sóng mang $s_n(t)$ của tập sóng mang kiểu WP (a) và hàm bình phương $p_n(t)$ tương ứng (b)

Từ Hình 3b, hàm tự tương quan $y_n(t)$ của các sóng mang kiểu WP theo (2) có dạng:

$$y_n(t) = \int_0^t p_i(\tau) d\tau = \int_0^t A^2 d\tau = A^2(t-0) = A^2t$$

$$\text{và } y_n(T) = A^2T = E \quad (4)$$

Đồ thị biểu diễn sự biến thiên của hàm tự tương quan $y_n(t)$ như Hình 4.



Hình 4. Đồ thị hàm tự tương quan $y_n(t)$ tương ứng sóng mang $s_n(t)$ kiểu WP

c) Nhận xét

Từ (3), (4) và các Hình 2, 4 ta có một số nhận xét: 1) Thống nhất việc thực hiện lấy mẫu tại thời điểm $t=T$ sẽ nhận được giá trị cực đại của hàm tự tương quan đối với tất cả các trường hợp PPM hoặc WP; 2) Định tương quan kiểu PPM phụ thuộc và tỷ lệ nghịch với số lượng sóng mang M ; 3) Định tương quan kiểu PPM nhỏ hơn M lần so với kiểu WP.

3. Xác định tương quan chéo và định tương quan

Xác định giá trị tương quan chéo là tính toán $M^2/2$ giá trị tích phân (1) với $t=T$ (Thời điểm thống nhất lấy mẫu trên) mà không mất tính tổng quát có thể giả thiết $T=1$ - là tích phân xác định, cho ra $y_{nm}(T) = y_{nm}$. Để thực hiện được đơn giản, ta có thể xây dựng một số khái niệm đại số như sau.

Biểu diễn mỗi sóng mang $s_n(t)$ dưới dạng một vectơ $s_n = A \cdot [a_{ni}]$, trong đó phần tử a_{ni} là biên độ xung có thể có 1 trong các giá trị 1, 0, -1 tại khoảng xung nhịp i . Khi đó: 1) Tập $M = 2^k$ sóng mang được biểu diễn bằng ma trận S : $S = [s_0; s_1; \dots; s_n; \dots; s_{(M-1)}]$; 2) Tích phân xác định dạng (1) được thay bằng tích vectơ: $y_{nm} = s_n \cdot s_m^T$ (T - Ký hiệu chuyển vị) và tương tự (2) trở thành: $y_n = y_{nn} = s_n \cdot s_n^T$; 3) Ma trận tương quan $Y = [y_{nm}]$ được xác định: $Y = S \cdot S^T / M$ chứa tất cả các giá trị tự tương quan (cực đại) là các phần tử nằm trên đường chéo chính và tương quan chéo (tại $t = T$) là các phần tử còn lại.

a) Sóng mang kiểu PPM

Tập M sóng mang kiểu PPM biểu diễn bằng ma trận S_{PPM} như sau:

$$S_{PPM} = A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}_{M \times M} = A \cdot I$$

Trong đó, I là ma trận đơn vị. Khi đó ma trận tương quan Y_{PPM} có kết quả là:

$$Y_{PPM} = \frac{S_{PPM} \cdot S_{PPM}^T}{M} = \frac{(A \cdot I) \cdot (A \cdot I)^T}{M} = \frac{A^2}{M} \cdot I = \frac{E}{M} \cdot I \quad (5)$$

Nghĩa là, tất cả các tương quan chéo y_{nm} ($n \neq m$) tại $t = T$ đều bằng 0 còn cực đại tự tương quan y_n bằng E/M nên nó chính là các đỉnh tương quan đối với sóng mang kiểu PPM.

b) Sóng mang kiểu WP

Tập 4 vecto sóng mang kiểu WP (Truyền dẫn symbol 2 bit): $s_0 = [1 \ 1 \ 1 \ 1]$; $s_1 = [1 \ 1 \ -1 \ -1]$; $s_2 = [1 \ -1 \ 1 \ -1]$; $s_3 = [1 \ -1 \ -1 \ 1]$ hợp thành ma trận S_{4-WP} .

Tập 8 vecto sóng mang kiểu WP (Truyền dẫn symbol 3 bit):

$s_0 = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$; $s_1 = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1 \ -1]$; $s_2 = [1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1]$; $s_3 = [1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1]$;
 $s_4 = [1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1]$; $s_5 = [1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1]$; $s_6 = [1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1]$; $s_7 = [1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1]$;

Hợp thành ma trận S_{8-WP} .

Tổng quát hóa, tập M sóng mang kiểu WP (Truyền dẫn symbol k bit) biểu diễn bằng ma trận S_{M-WP} được trình bày trong [2]. Nếu để ý là, ngoài dòng đầu tiên tương ứng s_0 , các dòng còn lại đều có số lượng phần tử 1 và số lượng phần tử -1 đều bằng nhau và bằng $M/2$ thì ma trận tương quan Y_{WP} có kết quả là:

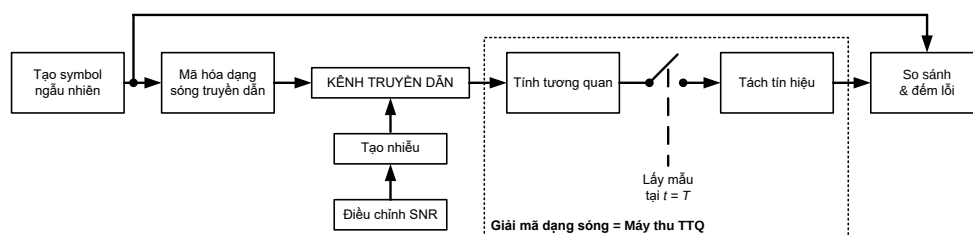
$$Y_{WP} = \frac{S_{M-WP} \cdot S_{M-WP}^T}{M} = \frac{A^2}{M} \cdot (M \cdot I) = A^2 \cdot I = E \cdot I \quad (6)$$

Nghĩa là, tất cả các tương quan chéo y_{nm} ($n \neq m$) tại $t = T$ đều bằng 0 còn cực đại tự tương quan y_n bằng E nên nó chính là các đỉnh tương quan đối với sóng mang kiểu WP.

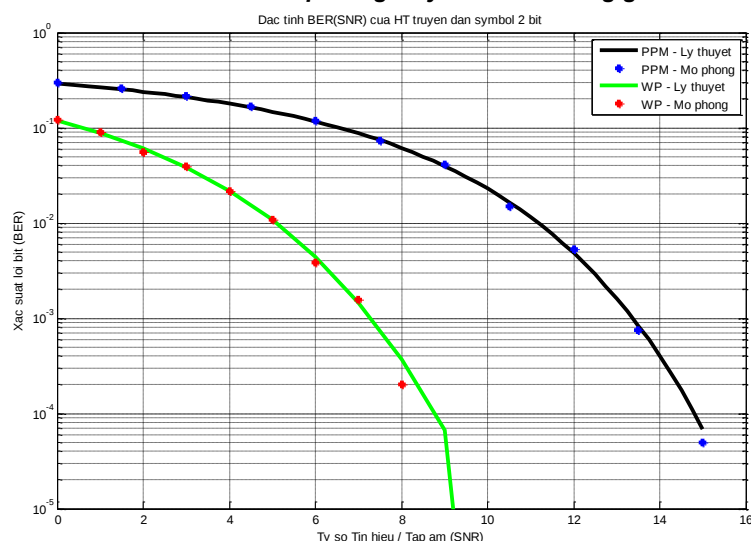
4. Mô phỏng đánh giá hệ thống truyền dẫn số bằng gốc kiểu PPM và kiểu WP

Mô hình Monte-Carlo hệ thống truyền dẫn số bằng gốc trình bày trên Hình 5 với số lượng symbol mô phỏng trong chương trình là $N = 10^4$ và kênh truyền dẫn là nhiễu Gaussian trắng cộng.

Kết quả đặc tính xác suất lỗi theo SNR cho cả 2 hệ thống truyền dẫn symbol 2 bit kiểu PPM và kiểu WP được trình bày chung trên Hình 6.



Hình 5. Mô hình hệ thống truyền dẫn số bằng gốc



Hình 6. Đặc tính xác suất lỗi bit theo tỷ số tín trên tạp

Đặc tính BER lý thuyết của hệ thống truyền dẫn kiểu PPM symbol 2 bit được nội suy ra là:

$$P_2 = Q\left(\frac{0.3 \times 10^{SNR[dB]}}{8.9}\right)$$

Trong đó [3]:

$$Q(a) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_a^{\infty} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx$$

Từ các đặc tính xác suất lỗi lý thuyết và mô phỏng đối với 2 hệ thống truyền dẫn symbol 2 bit kiểu PPM và WP trên Hình 6 cho thấy: Do đỉnh tương quan của kiểu WP bằng E trong khi đỉnh tương quan của kiểu PPM bằng $E/M = E/4$ - giảm đi 4 lần, nên với cùng mức SNR, xác suất lỗi bit của hệ thống truyền dẫn kiểu PPM lớn hơn kiểu WP. Điều này được thể hiện là các đặc tính lỗi mô phỏng và lý thuyết của cách truyền dẫn kiểu PPM nằm phía trên đối với cách truyền dẫn kiểu WP.

5. Kết luận

Tổng quát hóa, đối với hệ thống truyền dẫn kiểu PPM khi số lượng bit trong symbol k tăng lên (> 2), $M = 2^k$ tăng theo, dẫn tới giá trị của đỉnh tương quan bằng E/M giảm và kết quả là đặc tính xác suất lỗi dần *nâng cao lên trên*. Ngược lại, đối với hệ thống truyền dẫn kiểu WP khi k tăng (> 2), M tăng, giá trị đỉnh tương quan không thay đổi nhưng số lượng xung nhịp tăng lên kéo theo độ tin cậy truyền thông tăng [4, 5] và xác suất lỗi giảm làm cho các đặc tính xác suất lỗi dần *hạ thấp xuống dưới*.

Như vậy, với cùng giá trị SNR: Hệ thống truyền dẫn bằng gốc kiểu PPM có xác suất lỗi bit nhỏ nhất khi $k = 2$ (Còn xác suất lỗi càng tăng lên khi k tăng > 2), nhưng xác suất lỗi bit này vẫn lớn hơn so đối với hệ thống truyền dẫn bằng gốc kiểu WP cũng khi $k = 2$ và đặc biệt hơn là khi k càng tăng > 2 thì xác suất lỗi bit càng giảm nhỏ đi hơn nữa.

Trên thực tế, người ta thực hiện truyền dẫn theo symbol là để có xác suất lỗi bit càng nhỏ khi k tăng lên. Vậy hệ thống truyền dẫn bằng gốc kiểu WP là thỏa mãn điều kiện này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Quốc Vượng, "Using Wavelets in Baseband Digital Transmission", Báo cáo và bài đăng trong Kỷ yếu hội nghị ATC-09 (2009 International Conference on Advanced Technologies for Communications) tại Hải Phòng ngày 12-14 tháng 10 năm 2009, tr. 54-57, 2009.
- [2] Lê Quốc Vượng, "Sóng con gói - Một dạng sóng mang nhiều chiều sử dụng trong truyền dẫn số bằng gốc có hiệu quả cao", Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, số 21 - 1/2010, tr. 13-17, 2010.
- [3] J. G. Proakis, M. Salehi, *Contemporary Communication System using MATLAB*, Brooks/Cole Publishing Company, Northeastern University, Canada, 2000.
- [4] J. G. Proakis, M. Salehi, *Communication Systems Engineering*, Upper Saddle River, Prentice Hall, Inc., USA, 1994.
- [5] J. G. Proakis, *Digital Communication* (3rd ed), McGraw-Hill, New York, USA, 1995.
- [6] Gilbert Strang, Truong Nguyen, *Wavelets and Filter Banks*, Wellesley - Cambridge Press, Wellesley MA, USA, 1996.
- [7] Martin Vetterli, Jelena Kovacevic, *Wavelets and Subband Coding*, Prentice Hall PTR, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1995.

Ngày nhận bài: 30/9/2019
 Ngày nhận bản sửa: 30/10/2019
 Ngày duyệt đăng: 14/11/2019

ĐỀ XUẤT BỘ ĐIỀU KHIỂN FUZZY- PD CHO THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV - UNMANNED AERIAL VEHICLE)

DESIGN OF FUZZY - PD CONTROLLER FOR UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE)

ĐỖ KHẮC TIỆP

Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: dokhactiep@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Trong những năm gần đây thiết bị bay không người lái được nghiên cứu và phát triển rất mạnh mẽ, các nghiên cứu về mô hình hóa và điều khiển UAV đã được tăng lên nhanh chóng. Bài báo trình bày về mô hình toán học của máy bay bốn cánh (quadcopter) được mô tả bằng cách sử dụng các phương trình Euler-Newton. Bài báo trình bày về vấn đề điều khiển bay ổn định và điều khiển bám quỹ đạo đặt cho UAV sử dụng bộ điều khiển PID truyền thống và bộ điều khiển mờ lai Fuzzy - PD. Trong bài báo này Matlab/Simulink cũng được sử dụng để mô phỏng hoạt động của UAV, các đặc tính thu được sau khi mô phỏng được sử dụng để kiểm tra, phân tích và so sánh hoạt động của bộ điều khiển truyền thống PID với bộ điều khiển mờ lai Fuzzy-PD. Từ kết quả nghiên cứu cho thấy cả hai bộ điều khiển PID và Fuzzy-PD đều có thể thực hiện được việc điều khiển UAV tuy nhiên bộ điều khiển mờ lai Fuzzy-PD thực hiện việc điều khiển nhanh chóng và chính xác hơn.

Từ khóa: Thiết bị bay không người lái, điều khiển logic mờ, điều khiển PID, Matlab/Simulink.

Abstract

The studies on UAV modeling and control have been increased rapidly recently. This paper presents the modeling of the quadcopter will be described by using Euler-Newton equations. In order to stable the quadcopter and control the attitude of that, classical PID controller and a fuzzy system that adjust the PD controller gains, have been designed. Matlab Simulink has been used to test, analyze and compare the performance of the controllers in simulations. This study showed that although, both of the classical PID and the Fuzzy - PD controllers, can control the system properly, the second controller performed better than the classical PID controller.

Keywords: UAV, fuzzy controller, PID controller, Matlab/Simulink.

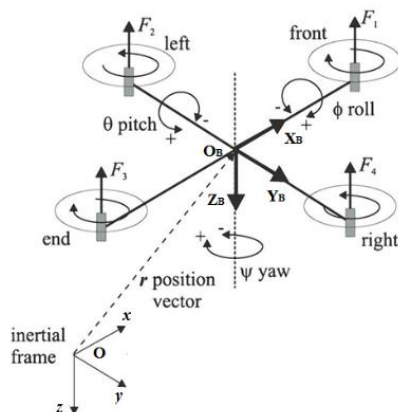
1. Giới thiệu

Bài báo trình bày thuật toán điều khiển F-PID để ổn định độ cao và bám quỹ đạo của máy bay không người lái (UAV) [1, 2]. Hoạt động của UAV thường không ổn định do chịu tác động của nhiều yếu tố bên ngoài và việc thực hiện điều khiển độ cao cũng như điều khiển bám quỹ đạo đặt đóng một vai trò rất quan trọng. Chính vì vậy tác giả đề xuất thuật toán điều khiển độ cao và bám quỹ đạo của UAV sử dụng bộ điều khiển F-PID, tức là sử dụng bộ điều khiển mờ để cập nhật trực tuyến các tham số của bộ điều khiển PID. Cách tiếp cận này biến bộ điều khiển PID thông thường thành bộ điều khiển PID động (các hệ số K_P , K_I , K_D được cập nhật liên tục nhờ bộ điều khiển mờ). Thuật toán mờ lai thích nghi mới này và bộ điều khiển PID được mô phỏng trên Matlab/Simulink. Các kết quả thu được từ cả hai bộ điều khiển sau khi tiến hành mô phỏng được so sánh với nhau để người đọc có thể nhận thấy được sự khác nhau khi áp dụng hai bộ điều khiển này trên UAV.

2. Mô hình động học của máy bay không người lái

Để tìm hiểu về mô hình động học của UAV trước tiên ta tiến hành xác định các hệ tọa độ sẽ được sử dụng. Trên Hình 1 ta có hệ tọa độ Oxyz là hệ tọa độ toàn cục (earth reference frame) được cố định tại 1 vị trí trên mặt đất. $O_B X_B Y_B Z_B$ là hệ tọa độ cục bộ (body reference frame) được gắn tại trung tâm của UAV với trục X_B hướng về động cơ số 1 (Front motor), trục Y_B hướng về động cơ số 4 (Right motor), trục Z_B hướng xuống đất.

Một UAV thường bao gồm các chuyển động: chuyển động lên/xuống (attitude), chuyển động quanh trục x - roll movement, chuyển động quanh trục y- pitch movement và chuyển động quanh trục z- yaw movement. Bằng cách thay đổi tốc độ của các động cơ ta có thể tạo ra được các chuyển động của UAV.



Hình 1. Cấu hình và các hệ tọa độ của UAV

Mô hình động học của UAV được mô tả thông qua biểu thức Newton - Euler. Phương trình động học có thể được biểu diễn như sau [4-5]:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} p_n \\ p_e \\ -h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_\psi c_\theta & s_\phi c_\psi s_\theta - c_\phi s_\psi & c_\phi c_\psi s_\theta + s_\phi s_\psi \\ s_\psi s_\theta & s_\phi s_\psi s_\theta + c_\phi c_\psi & c_\phi s_\psi s_\theta - s_\phi c_\psi \\ s_\theta & -c_\phi s_\psi & -c_\phi c_\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} \dot{u} \\ \dot{v} \\ \dot{w} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} rv - qw \\ pw - ru \\ qu - pv \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -gs_\theta \\ gc_\theta s_\phi \\ gc_\theta c_\phi \end{bmatrix} + \frac{1}{m} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -F \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} \dot{p} \\ \dot{q} \\ \dot{r} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{J_y - J_z}{J_x} qr \\ \frac{J_z - J_x}{J_y} pr \\ \frac{J_x - J_y}{J_z} pq \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{J_x} \tau_\phi \\ \frac{1}{J_y} \tau_\theta \\ \frac{1}{J_z} \tau_\psi \end{bmatrix} \quad (3)$$

Trong đó: p_n - vị trí tại cực Bắc của UAV trong hệ tọa độ trái đất;
 p_e - vị trí tại cực Nam của UAV trong hệ tọa độ trái đất;
 h - độ cao của UAV trong hệ tọa độ trái đất;
 u, v, w - lần lượt là vận tốc của UAV dọc theo trục x, trục y, trục z;
 ϕ, θ, ψ - lần lượt là góc quay quanh trục x (Roll angle), góc quay quanh trục y (Pitch angle), góc quay quanh trục z (Yaw angle);
 p, q, r - lần lượt là vận tốc quay quanh trục x, trục y, trục z;
 g - gia tốc trọng trường;
 c - cosin; s - sin.

3. Thiết kế bộ điều khiển Fuzzy - PD cho UAV

Bộ điều khiển PD có hàm truyền dạng:

$$G(s) = K_p + s \cdot K_d \quad (4)$$

Với K_p và K_d là hệ số của khâu khuếch đại và khâu vi phân; s là toán tử Laplace. Bộ điều khiển mờ (FLC) Tagaki- Sugeno thực hiện điều chỉnh trực tuyến các hệ số của bộ điều khiển PD [2]. Bộ điều khiển mờ lai với đầu vào là các sai số 'e' của các góc quay và vi phân của sai số 'ce', quá trình này được sử dụng để xác định thông số của bộ điều khiển. Phép biến đổi tuyến tính được sử dụng cho phép xác định tham số K_p, K_d của bộ điều khiển PD theo công thức:

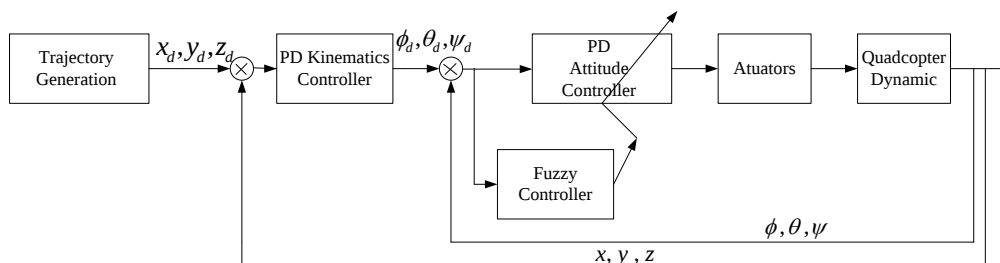
$$K_d = (K_{dmax} - K_{dmin})K'_d + K_{dmin} \quad (5)$$

$$K_p = (K_{pmax} - K_{pmin})K'_p + K_{pmin} \quad (6)$$

Với $[K_{pmin}; K_{pmax}]$ và $[K_{dmin}; K_{dmax}]$ được xác định trong dải giá trị tương ứng của:

$$K_P = [1 \div 4] \text{ và } K_D = [1 \div 10].$$

Bộ điều khiển mờ được sử dụng trong nghiên cứu này dựa trên quy tắc mờ Tagaki- Sugeno. Quy tắc điển hình trong quy tắc mờ Sugeno có dạng: 'If Input 1 = x and Input 2 = y, then Output is z = ax + by + c'.



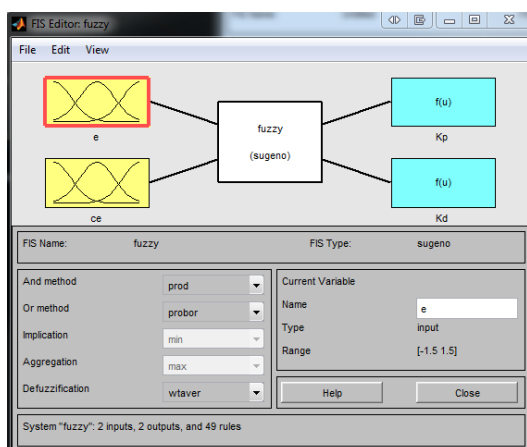
Hình 2. Sơ đồ khối của bộ điều khiển Fuzzy - PD cho UAVs

Cấu trúc của bộ điều khiển Fuzzy - PD cho UAV được mô tả trên Hình 2, ban đầu khối tạo quỹ đạo sẽ thiết lập một quỹ đạo đặt theo các tham số của người điều khiển, sau đó bộ điều khiển sẽ thực hiện điều khiển UAV bay theo quỹ đạo đã được đặt trước.

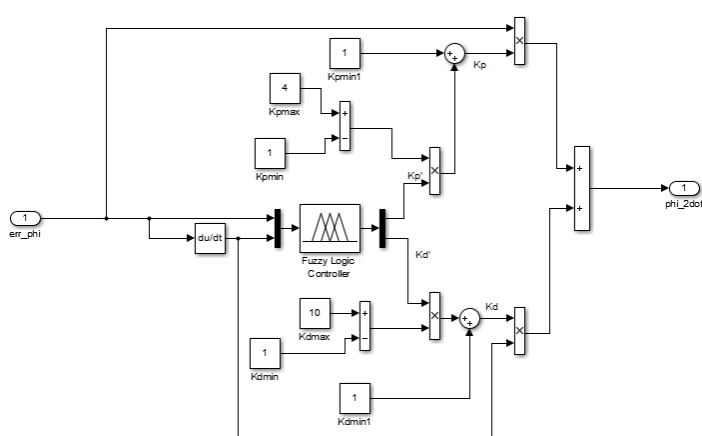
Bộ điều khiển mờ lai Fuzzy - PD với đầu vào là sai lệch 'e' và vi phân sai lệch 'ce' với 7 giá trị của tập mờ có mối quan hệ theo Bảng 1, trong đó: Z(Zero), NS(Negative Small), NM(Negative Medium), NB(Negative Big), PB(Positive Big), PM(Positive Medium), PS(Positive Small). Đầu ra của bộ điều khiển bao gồm 4 giá trị: B(big), M(Medium), S(Small), Z(zero).

Bảng 1. Bảng quy tắc mờ cho K_P / K_D

e/ce	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB
NB	B/B	B/B	B/B	B/B	B/B	B/B	B/B
NM	S/M	B/M	B/B	B/B	B/B	B/M	S/M
NS	S/S	S/M	B/M	B/B	B/M	B/M	S/S
Z	S/Z	S/S	B/M	B/B	S/M	S/S	S/Z
PS	S/S	S/M	B/M	B/B	B/M	S/M	S/S
PM	S/M	B/M	B/B	B/B	B/B	B/M	S/M
PB	B/B	B/B	B/B	B/B	B/B	B/B	B/B



Hình 3. Cấu trúc của bộ điều khiển Fuzzy trong Matlab



Hình 4. Bộ điều khiển mờ lai (F-PD) cho góc Φ

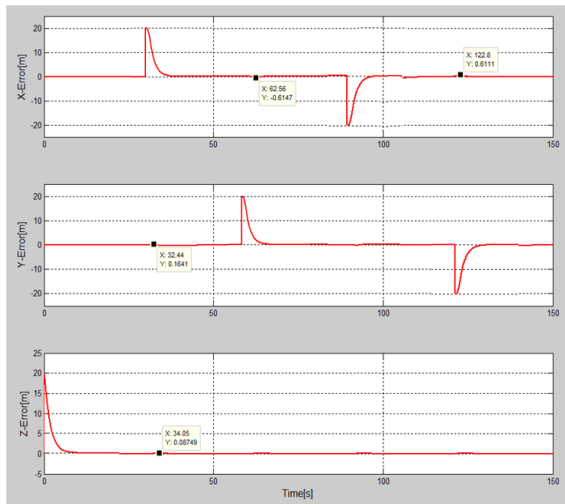
Hình 4 mô tả cấu trúc của bộ điều khiển Fuzzy - PD cho góc Φ của UAV, bộ điều khiển cho góc θ, ψ cũng có cấu trúc tương tự.

4. Kết quả mô phỏng

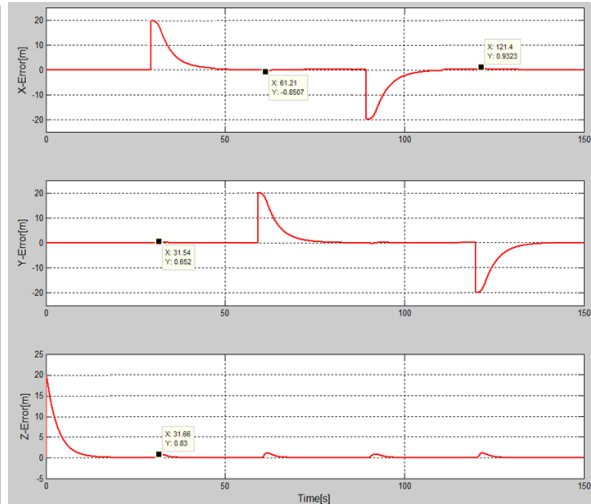
Để tiến hành kiểm nghiệm và đánh giá bộ điều khiển F-PD được đề xuất tác giả tiến hành mô phỏng UAV thực hiện hoạt động bám quỹ đạo đặt sử dụng phần mềm Matlab/Simulink với UAV có các thông số cho trước được trình bày trong Bảng 2 [4-5].

Bảng 2. Thông số của UAV

Parameter Thông số	Giá trị	Đơn vị
Khối lượng UAV (m)	9,8	kg
Gia tốc trọng trường (g)	1	m/s^2
Độ dài cánh của UAV (l)	0,24	m
Quán tính quay (J_z)	104×10^{-6}	kgm^2
Quán tính quanh trục x (J_{xx})	$8,1 \times 10^{-3}$	kgm^2
Quán tính quanh trục y (J_{yy})	$8,1 \times 10^{-3}$	kgm^2
Quán tính quanh trục z (J_{zz})	$14,2 \times 10^{-3}$	kgm^2

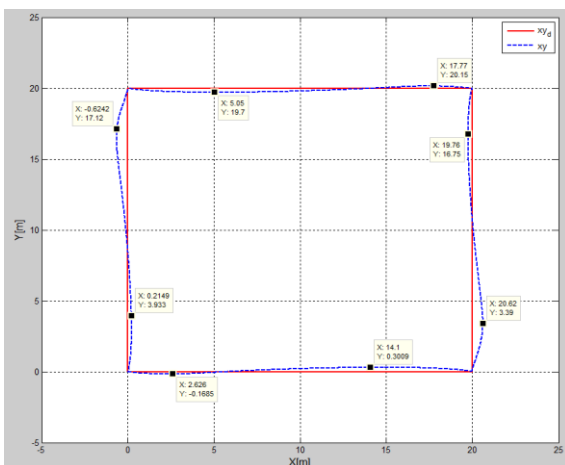


Hình 5. Sai lệch vị trí của UAV với bộ điều khiển Fuzzy - PD

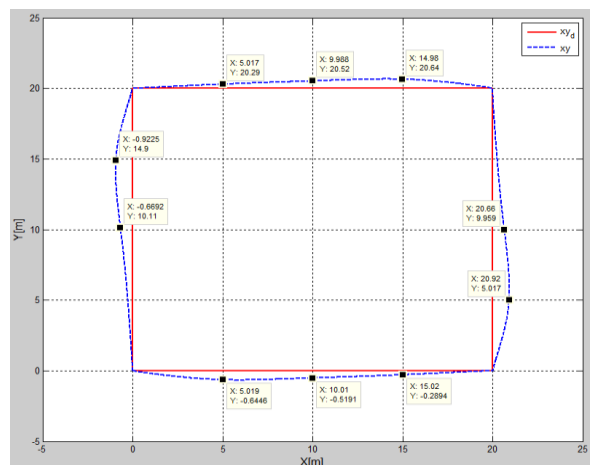


Hình 6. Sai lệch vị trí của UAV với bộ điều khiển PD

Hình 5 và Hình 6 mô tả sai lệch bám quỹ đạo của UAV ứng với bộ điều khiển Fuzzy - PD và bộ điều khiển PD truyền thống. Từ các hình vẽ trên ta thấy sai lệch bám quỹ đạo của UAV với bộ điều khiển Fuzzy - PD nhỏ hơn so với sai lệch bám quỹ đạo của UAV với bộ điều khiển PD truyền thống. Căn bậc 2 của trung bình bình phương (RMS - Root Mean Square) sai lệch bám quỹ đạo của UAV với bộ điều khiển Fuzzy - PD là 2,49(m) trong khi đó RMS sai lệch bám quỹ đạo của UAV với bộ PD là 3,03(m).



Hình 7. Mô phỏng bám quỹ đạo đặt của UAV với bộ điều khiển Fuzzy - PD



Hình 8. Mô phỏng bám quỹ đạo đặt của UAV với bộ điều khiển PD

Kết quả mô phỏng hoạt động của UAV thực hiện bám quỹ đạo đặt với bộ điều khiển Fuzzy - PD và bộ điều khiển PD truyền thống được mô tả trên Hình 7, 8. Từ Hình 7 và Hình 8 chúng ta nhận thấy rằng UAV với bộ điều khiển Fuzzy - PD thực hiện bám quỹ đạo đặt trước với độ chính xác cao hơn so với bộ điều khiển PD truyền thống.

Từ kết quả mô phỏng chúng ta có thể thấy, UAV với bộ điều khiển Fuzzy - PD hoạt động hiệu quả hơn bộ điều khiển PD truyền thống. Nói cách khác UAV khi áp dụng bộ điều khiển Fuzzy - PD thực hiện bay bám quỹ đạo đặt trước chính xác hơn trường hợp UAV với bộ PD truyền thống.

5. Kết luận

Bài báo đã trình bày được mô hình toán học của UAV, đồng thời xây dựng thành công bộ điều khiển mờ lai Fuzzy - PD áp dụng cho UAV trong chế độ bay theo quỹ đạo đặt trước. Việc áp dụng bộ điều khiển Fuzzy - PD cho phép UAV hoạt động một cách rất linh hoạt và hiệu quả với độ chính xác tương đối cao. Kết quả mô phỏng hoạt động của UAV thực hiện bám quỹ đạo với bộ điều khiển PD và bộ điều khiển Fuzzy - PD được tiến hành trên Matlab/Simulink.

Bộ điều khiển Fuzzy là phi tuyến chính vì vậy mà nó rất phù hợp cho việc điều khiển hệ thống phi tuyến như UAV. Từ kết quả của phần mô phỏng ta thấy rằng UAV với bộ điều khiển mờ lai Fuzzy - PD hoạt động với độ chính xác cao hơn so với bộ điều khiển PD truyền thống. Ưu điểm lớn nhất của bộ điều khiển Fuzzy - PD đó là giúp cho UAV thực hiện bám chính xác quỹ đạo đã được đặt trước, quá điều chỉnh trong quá trình thực hiện bám quỹ đạo nhỏ hơn nhiều so với bộ điều khiển PD truyền thống. Từ các kết quả mô phỏng ta thấy rằng bộ điều khiển mờ lai (F-PD) được đề xuất trong bài báo này hoàn toàn có thể áp dụng cho UAV với các quỹ đạo chuyển động phức tạp với độ chính xác cao hơn so với các bộ điều khiển truyền thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hazry Desa, S.Faiz Ahmed, A. Zul Azfar, *Adaptive HybridControl Algorithm Design for Attitude Stabilization of Quadrotor (UAV)*, Archives Des Sciences Vol 66, No. 2, Feb 2013, University Malaysia Perlis, Malaysia, 2013.
- [2] Zhao, Z., Tomizuka, M., and Isaka, S., *Fuzzy gain scheduling of PID controllers*, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 23(5), pp.1392-1398, 1993.
- [3] L. Reznik, *Fuzzy Controllers Handbook*, 1997.
- [4] E. H. Fung, Y. Wong, Y. Ma, C. M. Yuen, and W. Wong, *Smart hanger dynamic modeling and fuzzy control design*, *International Journal of Control, Automation, and Systems*, Vol. 9, No. 4, pp.691-700, 2011.
- [5] Do Khac Tiep, Ki-Nam Lee, Dae-Yeong Im, Bongwoo Kwak and Young-Jae Ryoo, *Design of Fuzzy - PID Controller for Path Tracking of Mobile Robot with Differential Drive*, *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, Vol.18, No.3, pp.220-228, September 2018.

Ngày nhận bài:	23/9/2019
Ngày nhận bản sửa:	18/10/2019
Ngày duyệt đăng:	15/11/2019

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN HỆ SỐ PHÂN BỐ NGANG ĐỐI VỚI DẦM TRONG CỦA CẦU DẦM SUPER T CÓ CHIỀU CAO DẦM NẸM NGOÀI PHẠM VI TIÊU CHUẨN CHO PHÉP

ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION FACTOR PER LANE IN INTERIOR BEAMS UNDER LIVE LOADS OF SUPER T GIRDER BRIDGES WITH THE BEAM'S DEPTH OVERSIZED

TRẦN NGỌC AN

Khoa Công trình, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: antn.ctt@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Bài báo trình bày việc nghiên cứu tính toán hệ số phân bố ngang đối với dầm trong của cầu dầm Super T có chiều cao dầm nằm ngoài phạm vi Tiêu chuẩn cho phép tính theo bảng tra. Phần cuối bài báo, mô hình cầu Cao Lãnh được phân tích và tính toán.

Từ khóa: Hệ số phân bố ngang, cầu dầm Super T, chiều cao dầm nằm ngoài phạm vi tiêu chuẩn cho phép.

Abstract

This paper presents calculation of distribution of live loads per lane in interior beams of Super T girder bridges with the beam's depth out of Standard. In addition to this, the Cao Lanh bridge is analysed and calculated.

Keywords: Distribution of live loads per lane, Super T girder bridges, the beam's depth out of standard.

1. Giới thiệu chung

Cầu dầm Super T được áp dụng ngày càng nhiều đối với dự án cầu lớn tại Việt Nam, với các ưu điểm: tiết kiệm chi phí, hình dáng đẹp, an toàn trong thi công, tính ổn định và hiệu quả kết cấu cao,... Một số dự án tiêu biểu sử dụng kết cấu dầm Super T như: phần cầu dẫn của các cầu Mỹ Thuận, cầu Rạch Miễu, cầu Cần Thơ, cầu Cao Lãnh, cầu An Đông,...

Theo Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22 TCN 272-05, việc tính toán hệ số phân bố ngang (HSPBN) momen và lực cắt theo các bảng 4.6.2.2.2a-1 và 4.6.2.2.3a-1 đối với dầm trong của cầu dầm Super T chỉ áp dụng khi chiều cao dầm trong phạm vi $450\text{mm} \leq d \leq 1.700\text{mm}$. Trong trường hợp chiều cao dầm nằm ngoài phạm vi này, tiêu chuẩn 22 TCN 272-05 không chỉ rõ cách tính HSPBN theo cách nào mà chỉ đề xuất nếu khoảng cách giữa hai dầm chủ $S > 3.500\text{mm}$ thì sử dụng phương pháp đòn bẩy.

Trong nội dung bài báo này, tác giả trình bày các cách tính HSPBN khác nhau đối với cầu dầm Super T có chiều cao dầm lớn dựa trên các tài liệu chuyên ngành, phần cuối bài báo, mô hình cầu Cao Lãnh được phân tích tính toán và so sánh với kết quả tính theo mô hình không gian bằng phương pháp phần tử hữu hạn.

2. Mô hình tính cầu dầm Super T có chiều cao dầm lớn

Đối với cầu dầm Super T có chiều cao dầm lớn, có hai phương án chính để tính nội lực:

- Xét mô hình toàn cầu và sử dụng các phần mềm chuyên dụng để tính nội lực.
- Xét mô hình dầm đơn và tính nội lực cho riêng từng dầm. Trong đó, HSPBN hoặc vẫn được sử dụng theo các bảng tính 4.6.2.2.2a-1 và 4.6.2.2.3a-1 trong Tiêu chuẩn 22 TCN 272-05 [5] hoặc được tính theo phương pháp đòn bẩy [4].

2.1. Hệ số phân bố ngang tính theo 22 TCN 272-05

Hệ số phân bố ngang momen và lực cắt đối với dầm trong của cầu dầm Super T theo các bảng 4.6.2.2.2a-1 và 4.6.2.2.3a-1 được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Tính hệ số phân bố ngang momen và lực cắt cho dầm trong của cầu dầm Super T [1]

HSPBN	Một làn thiết kế chịu tải	Hai hoặc hơn hai làn thiết kế chịu tải
Momen	$(S/910)^{0,35} (Sd/L^2)^{0,25}$	$(S/1900)^{0,6} (Sd/L^2)^{0,125}$
Lực cắt	$(S/3050)^{0,6} (d/L)^{0,1}$	$(S/2250)^{0,8} (Sd/L^2)^{0,1}$

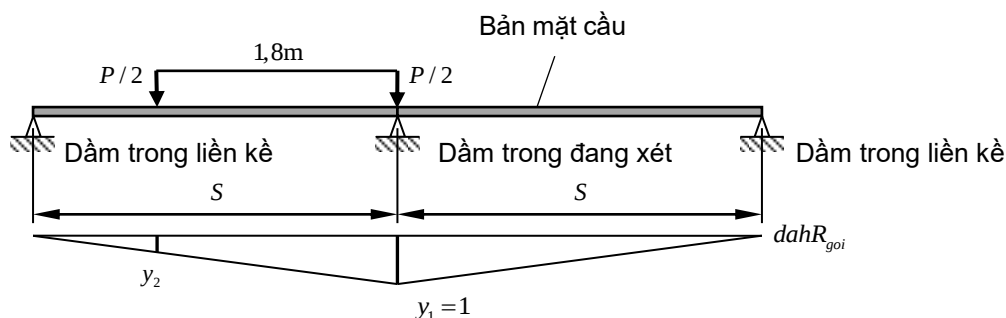
với: S là khoảng cách giữa hai dầm chủ, d là chiều cao dầm Super T, L là chiều dài nhịp tính toán.

2.2. Hệ số phân bố ngang tính theo phương pháp đòn bẩy

Theo phương pháp đòn bẩy, giả thiết rằng bản mặt cầu được tựa lên trên các gối tại vị trí các dầm dọc. Độ cứng bản mặt được cầu được xem = 0 (coi như bị cắt rời) tại vị trí các gối (trừ vị trí dầm biên).

Như vậy, khi đặt tải lên đoạn kết cấu ngang gối lên 2 dầm dọc chủ nào thì chỉ 2 dầm dọc chủ đó tham gia chịu lực theo nguyên tắc đòn bẩy nghĩa là tính theo nguyên tắc tính phản lực gối của dầm giản đơn [3].

a. Trường hợp xếp tải 1 làn:

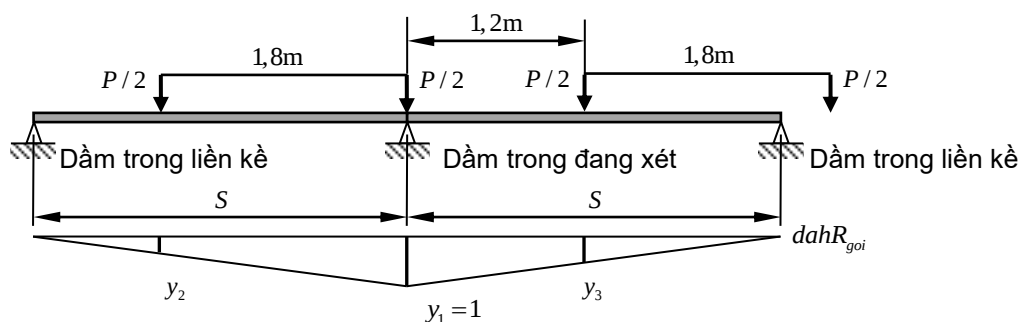


Hình 1. Xếp tải một làn

HSPBN khi tính cho xếp tải 1 làn (chung cho lực cắt và momen).

$$mg = m(1/2)(y_1 + y_2) \text{ (với hệ số làn xe } m = 1,2)$$

b. Trường hợp xếp tải 2 làn:



Hình 2. Xếp tải hai làn

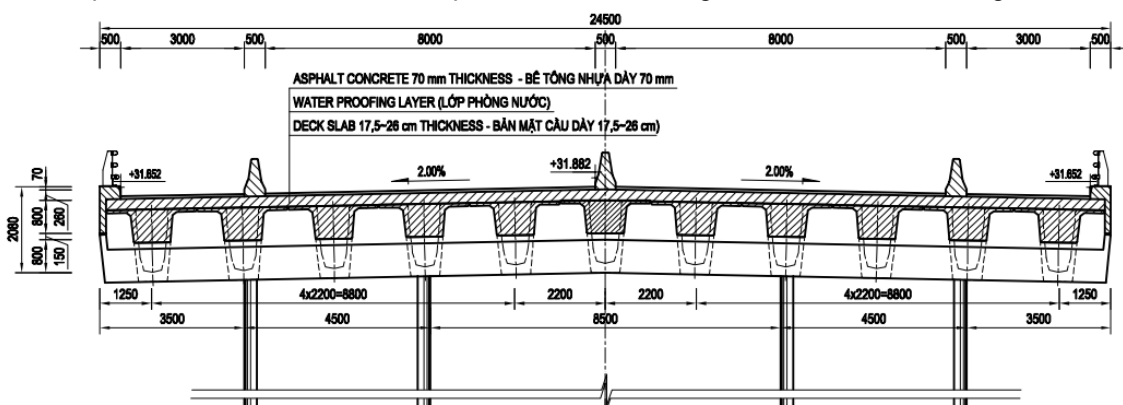
HSPBN khi tính cho xếp tải 2 làn (chung cho lực cắt và momen):

$$mg = m(1/2)(y_1 + y_2 + y_3) \text{ (với hệ số làn xe } m = 1)$$

3. Tính toán HSPBN đối với dầm trong của cầu dẫn cầu Cao Lãnh

Trong mục này, HSPBN của dầm trong cầu dẫn cầu Cao Lãnh sẽ được tính toán theo 2 phương án đã trình bày trong Mục 2 và so sánh với kết quả tính theo mô hình không gian.

Một số các thông số của cầu Cao Lãnh: khoảng cách giữa hai dầm chủ $S = 2,2$ m; chiều cao dầm Super T $d = 1,75$ m; chiều dài nhịp $L_n = 38,3$ m; khoảng cách đầu dầm đến tim gối $a = 0,35$ m.



Hình 3. Mặt cắt ngang cầu dẫn của cầu Cao Lãnh [7]

Sử dụng phần mềm Midas 2011, mô hình hóa dầm Super T dưới dạng mặt cắt liên hợp giữa phần dầm Super T phía dưới và bản mặt cầu hữu hiệu phía trên.

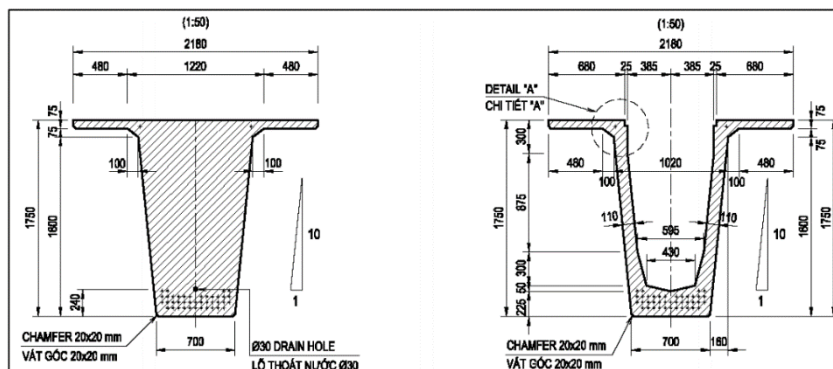
Theo tiêu chuẩn 22 TCN 272-05, modul đàn hồi được xác định theo công thức:

$$E = 0.043 \times \gamma_C^{1.5} \times \sqrt{f'_C}$$

Với γ_C là khối lượng riêng của bê tông tính theo kg/m³ và f'_C là giá trị tuyệt đối cường độ chịu nén danh định của bê tông tính bằng MPa, E trong công thức trên được tính theo đơn vị MPa.

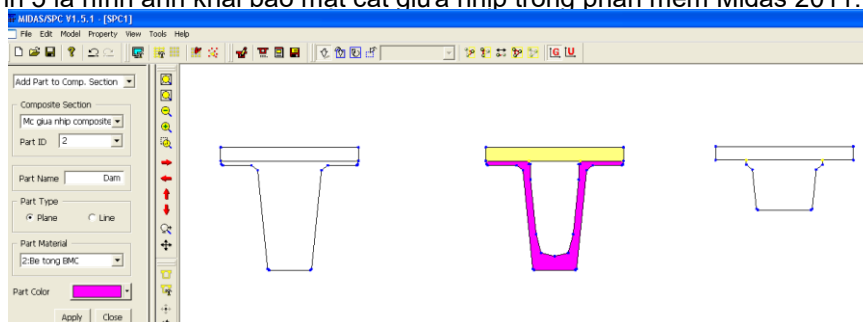
Theo tài liệu [7], với bê tông đầm có $f'_C = 50$ MPa, bê tông bản mặt cầu $f'_C = 35$ MPa, ta có modul đàn hồi của bê tông đầm và bê tông bản mặt cầu lần lượt là:

$E_b = 38006989,49$ kN/m² và $E_s = 31798928,83$ kN/m²



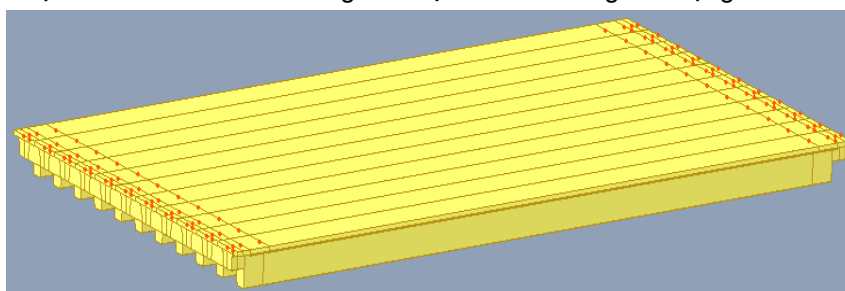
Hình 4. Mặt cắt ngang đầm Super T [7]

Khởi tạo mặt cắt composite bằng cách vào Model / Section / Composite Section / Generate. Tạo tên các mặt cắt với số Parts: 2. Khai báo các parts của các mặt cắt bằng cách vào Model / Section / Composite Section / Add Parts. Mục Part ID: 1, chọn vùng bản mặt cầu với vật liệu khai báo là bê tông bản mặt cầu. Mục Part ID: 2, chọn vùng đầm Super T với vật liệu khai báo là bê tông đầm. Trên Hình 5 là hình ảnh khai báo mặt cắt giữa nhịp trong phần mềm Midas 2011.



Hình 5. Khai báo mặt cắt giữa nhịp đầm Super T trong Midas 2011

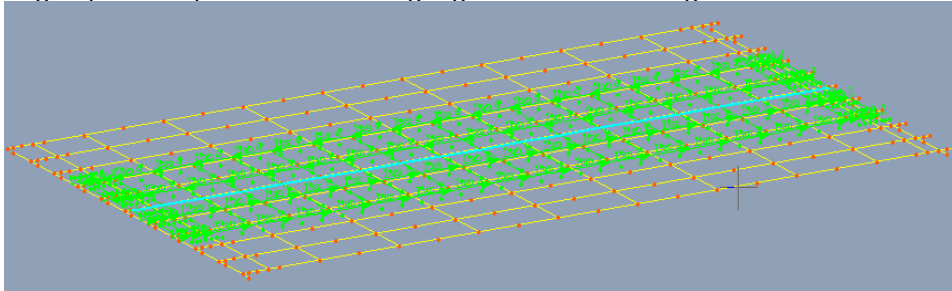
Phần nhịp của cầu dẫn cầu Cao Lãnh được mô hình hóa trong phần mềm Midas như trên Hình 5. Liên kết tại hai đầu đầm là liên kết gối cố định và liên kết gối di động.



Hình 6. Mô hình hóa kết cấu nhịp cầu dẫn cầu Cao Lãnh trong phần mềm Midas 2011

Do đầm Super T không có đầm ngang trung gian nên để tạo sự làm việc chung giữa các đầm Super T, khởi tạo các phần tử liên kết ngang có chiều cao bằng chiều cao của bản mặt cầu với modul đàn hồi của bản mặt cầu đã tính được ở trên.

Khai báo các làn xe (4 làn) với chú ý, mục Vehicular Load Distribution chọn Cross beam, với Cross beams group là các phần tử liên kết ngang có chiều cao bằng chiều cao của bản mặt cầu (Hình 7).



Hình 7. Khai báo các làn xe

Momen M_y và lực cắt V lớn nhất do hoạt tải HL93 (xe 3 trục + làn) gây ra trên một dầm tại mặt cắt giữa nhịp và mặt cắt gối theo trạng thái giới hạn cường độ I khi tính theo mô hình không gian trong phần mềm Midas lần lượt là 3926,5kNm và 547,75kN. Sử dụng nguyên tắc xếp tải lên đường ảnh hưởng, xác định được momen M_y và lực cắt V do hoạt tải HL93 gây ra trên mặt cắt toàn cầu tại giữa nhịp và tại gối lần lượt là 8712,37kNm và 963,22kN. Như vậy, HSPBN cho momen và lực cắt, tính theo mô hình toàn cầu sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn (phần mềm Midas) lần lượt là $mg_M = 0,451$ và $mg_V = 0,569$.

Các kết quả tính hệ số phân bố ngang cho dầm trong của cầu dầm Super T và so sánh với kết quả tính theo mô hình không gian (sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn bằng phần mềm Midas) được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Tính HSPBN momen và lực cắt cho dầm trong của nhịp dẫn cầu Cao Lãnh

Phương pháp tính	HSPBN momen	Sai số so với mô hình không gian (%)	HSPBN lực cắt	Sai số so với mô hình không gian (%)
Công thức thực nghiệm	0,522	+15,74	0,605	+6,33
Phương pháp đòn bẩy	0,818	+81,37	0,818	+43,76

4. Kết luận

Việc tính toán HSPBN cho dầm trong của cầu dầm Super T có chiều cao dầm lớn ($d > 1700\text{mm}$) chưa được hướng dẫn rõ ràng trong Tiêu chuẩn 22 TCN 272-05. Thông qua việc tính toán HSPBN cho dầm trong của nhịp dẫn cầu Cao Lãnh, nhận thấy nếu tính HSPBN theo công thức thực nghiệm trong 22 TCN 272-05 và theo phương pháp đòn bẩy đều cho kết quả thiên về an toàn nhưng tính theo công thức thực nghiệm trong 22 TCN 272-05 sẽ cho kết quả sát hơn, trong khi đó tính theo phương pháp đòn bẩy sẽ cho sai số kết quả là khá lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Giao thông vận tải. *Tiêu chuẩn kỹ thuật công trình giao thông (tập VIII) - Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22 TCN272-05*. NXB Giao thông vận tải, 2005.
- [2] Lê Đình Tâm. *Cầu bê tông cốt thép trên đường ô tô*. NXB Xây dựng, 2005.
- [3] Nguyễn Viết Trung, Hoàng Hà, Nguyễn Ngọc Long. *Cầu bê tông cốt thép (Thiết kế theo Tiêu chuẩn 22 TCN-272-05)*. NXB Giao thông vận tải, 2007.
- [4] Nguyễn Viết Trung, Nguyễn Trọng Nghĩa. *Thiết kế kết cấu nhịp cầu dầm Super T theo tiêu chuẩn 22 TCN 272-05*. NXB Xây dựng, 2015.
- [5] Phạm Văn Thoan, Nguyễn Quý Thành, Nguyễn Trường Toán, Nguyễn Thanh Sang, Nguyễn Mạnh Hà. *Ví dụ thiết kế kết cấu nhịp cầu bê tông cốt thép trên đường ô tô theo 22 TCN 272-05 (Tập 1)*. NXB Xây dựng, 2014.
- [6] Ngô Đăng Quang, Trần Ngọc Linh, Bùi Công Độ, Nguyễn Trọng Nghĩa. *Mô hình hóa và phân tích kết cấu cầu với Midas/Civil (Tập 1)*. NXB Xây dựng, 2013.
- [7] Brian Barwick (Project Manager) *Cao Lãnh Bridge Design Report - Volume VI - Drawings*. Wilbur Smith Associates, Inc., WSP Finland Limite & Yooshin Engineering Corporation.

Ngày nhận bài: 23/4/2019

Ngày nhận bản sửa: 08/5/2019

Ngày duyệt đăng: 14/5/2019

THIẾT KẾ MÔ HÌNH MẠNG NƠI NHÂN CHẬP CHO BÀI TOÁN NHẬN DẠNG GIỚI TÍNH TỪ ẢNH MẶT NGƯỜI

DESIGNING A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR GENDER IDENTIFICATION FROM FACIAL IMAGES

NGUYỄN HỮU TUÂN*, NGUYỄN VĂN THỦY

Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: huu-tuan.nguyen@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Giới tính là một trong những thông tin quan trọng và có ích có thể xác định từ ảnh mặt người. Các kỹ thuật áp dụng cho bài toán nhận dạng giới tính được công bố gần đây đều dựa trên các phương pháp học sâu và cho các kết quả cao hơn so với cách tiếp cận truyền thống dựa trên các đặc trưng cục bộ được trích chọn từ các thuật toán trích chọn đặc trưng từ ảnh. Trong bài báo này, nhóm tác giả tập trung vào việc thiết kế một mô hình mạng nơ-ron nhân chấp và kết hợp với việc áp dụng các kỹ thuật tăng cường dữ liệu để đưa ra một hệ thống giải quyết bài toán. Kết quả thực nghiệm thu được trên tập dữ liệu ảnh mặt người công cộng LFW cho thấy hệ thống đề xuất đạt được tỉ lệ chính xác cao (97,5%) và tương đương với các hệ thống đã được công bố.

Từ khóa: Nhận dạng giới tính, học sâu, mạng nơ-ron nhân chấp, tăng cường dữ liệu, LFW.

Abstract

Gender is among the most important and useful information that can be identified from human facial images. Recent techniques for gender classification problem have been mostly based on deep learning methods and have gained higher results than conventional approaches which are relied on local features extracted from input pictures. In this paper, we focus on building a convolutional neural network and combine several data augmentation methods to build up a gender classification system. Obtained experimental results upon public face image database LFW show that our system achieves high accuracies (97.5%) and is compared with published works in the literature.

Keywords: Gender classification, deep learning, convolutional neural network, data augmentation, LFW.

1. Giới thiệu

Trong số các dữ liệu sinh trắc học của một con người, hình ảnh khuôn mặt là nguồn dữ liệu hữu ích nhất vì từ đó có thể xác định được nhiều thông tin quan trọng liên quan như danh tính, giới tính, độ tuổi, cảm xúc, dân tộc, độ hấp dẫn. Thông tin giới tính từ ảnh mặt người là một thông tin được quan tâm nhiều bởi các nhà khoa học và các công ty công nghiệp vì từ đó có thể xác định được xu hướng tiêu dùng, loại hình dịch vụ cần cung cấp cho khách hàng và xây dựng các hệ thống tương tác người máy. Một hệ thống nhận dạng giới tính dựa trên ảnh mặt người thường gồm các bước sau: 1 - phát hiện vùng ảnh mặt người trong ảnh input, 2 - tiền xử lý, 3 - trích chọn đặc trưng, 4 - học để giảm số chiều và loại bỏ các thông tin dư thừa, 5 - phân lớp, trong đó kết quả output của bước trước là dữ liệu input của bước sau. Các cách tiếp cận cũ thường dựa chủ yếu vào thuật toán trích chọn đặc trưng được dùng ở bước 3. Gần đây, các hệ thống nhận dạng giới tính mới công bố có sự dịch chuyển sang sử dụng các kỹ thuật học sâu dựa trên các mạng nơ-ron phức tạp, sử dụng số lượng ảnh huấn luyện lớn, đòi hỏi thời gian tính toán huấn luyện lâu nhưng cho kết quả tốt hơn so với các hệ thống dựa trên kỹ thuật trích chọn đặc trưng cục bộ.

Học sâu (Deep learning) là một lĩnh vực con của lĩnh vực học máy (machine learning) với các mô hình toán học gọi là mạng nơ-ron (neural network) có cấu trúc được xây dựng dựa trên sự mô phỏng cấu trúc và chức năng của bộ não con người. Khái niệm mạng nơ-ron không phải là một khái niệm mới mà đã được đề xuất từ năm 1959 [1]. Tuy nhiên các mạng nơ-ron thời kỳ đầu (còn được gọi là các mạng nơ-ron truyền thống hoặc nông - shallow) có cấu trúc đơn giản với 2-3 lớp ẩn nằm giữa lớp input và output có những hạn chế cố hữu: do cấu trúc đơn giản nên sức mạnh của mạng không lớn, độ chính xác khi áp dụng vào các bài toán nhận dạng với dữ liệu có tính đa dạng không cao, không tận dụng được nguồn dữ liệu lớn để cải tiến sức mạnh của mạng. Mạng học sâu (deep neural network) là một mở rộng của mạng nơ-ron truyền thống với nhiều lớp ẩn phức tạp ở giữa lớp input và output, sử dụng các hàm biến đổi phi tuyến cho việc trích chọn đặc trưng và biến đổi các đặc trưng, trong đó kết quả output của lớp trước sẽ là dữ liệu input cho lớp sau. Do cấu trúc phức tạp nên mạng học sâu không có cấu trúc kết nối đầy đủ cho tất cả các lớp ẩn. Các mạng học sâu

sử dụng các kỹ thuật học có giám sát và không có giám sát cho các bài toán phân lớp. Sức mạnh của mạng học sâu so với mạng nơ ron truyền thống có được là do cấu trúc của mạng cho phép chúng có thể học và trích chọn được các biểu diễn đặc trưng của dữ liệu đầu vào ở nhiều mức khác nhau. Có nhiều mô hình mạng học sâu khác nhau và chúng thích hợp cho các bài toán khác nhau nhưng trong nội dung của bài báo này, chúng tôi tập trung vào mạng nơ ron nhân chập (Convolutional neural network) vì đây là mô hình mạng phù hợp nhất với các bài toán nhận dạng hình ảnh nói chung và bài toán nhận dạng giới tính nói riêng.

Cấu trúc các phần tiếp theo của bài toán bao gồm: phần 2 trình bày về một số nghiên cứu liên quan, phần 3 trình bày về hệ thống đề xuất và các kỹ thuật tăng cường dữ liệu được sử dụng, phần 4 trình bày về kết quả thực nghiệm trên cơ sở dữ liệu ảnh LFW, cuối cùng là phần kết luận.

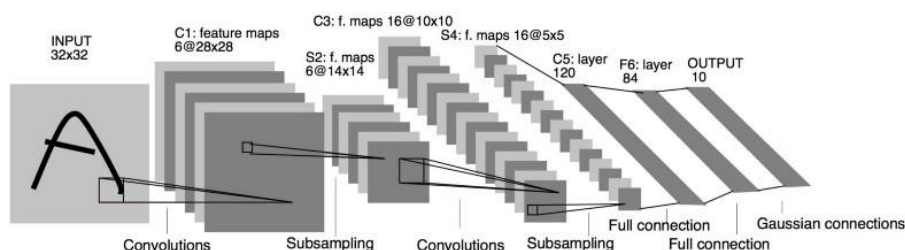
2. Các nghiên cứu liên quan

Các hệ thống nhận dạng giới tính truyền thống thường dựa trên các phương pháp trích chọn đặc trưng cục bộ, chẳng hạn như các công bố [2], [3], [4]. Tuy nhiên gần đây các đề xuất mới dần chuyển sang sử dụng các tiếp cận dựa trên các mạng học sâu. Trong [5], các tác giả đã sử dụng một mạng nhân chập cho cả hai bài toán nhận dạng tuổi và giới tính với kết quả tốt hơn so với các tiếp cận truyền thống. Eidinger và các cộng sự [6] đã xây dựng một mô hình dựa trên mạng tin sâu (deep belief network) để nhận dạng các ảnh ở các điều kiện phức tạp. Cũng dựa trên mạng tin sâu, một công trình khác phải kể đến do Zhang và các cộng sự đề xuất trong [7]. Lao và các cộng sự [8] đã dựa trên mạng học sâu với các kỹ thuật và đặc trưng cục bộ để nhận dạng giới tính. Nói chung so với cách tiếp cận truyền thống cách tiếp cận dựa trên mạng học sâu có các ưu điểm sau: độ chính xác cao hơn đặc biệt là khi làm việc với các ảnh có điều kiện phức tạp, đa dạng về ánh sáng, độ mờ, cảm xúc, che khuất. Bên cạnh đó, các mạng học sâu cũng sử dụng được hết nguồn dữ liệu ảnh có số lượng và kích thước lớn. Ngược lại các hệ thống dựa trên học sâu cũng có một số yêu cầu: cần dữ liệu lớn để huấn luyện mô hình mạng, cần có phần cứng đặc thù đủ mạnh để thực hiện việc huấn luyện (các hệ thống có chip GPU chuyên dụng với bộ nhớ lớn) và thời gian huấn luyện lâu (từ vài giờ, cho tới vài ngày hoặc thậm chí vài tuần).

3. Thiết kế mô hình mạng nơ ron nhân chập và áp dụng các kỹ thuật tăng cường dữ liệu cho bài toán nhận dạng giới tính

3.1. Mô hình mạng nơ ron nhân chập đề xuất

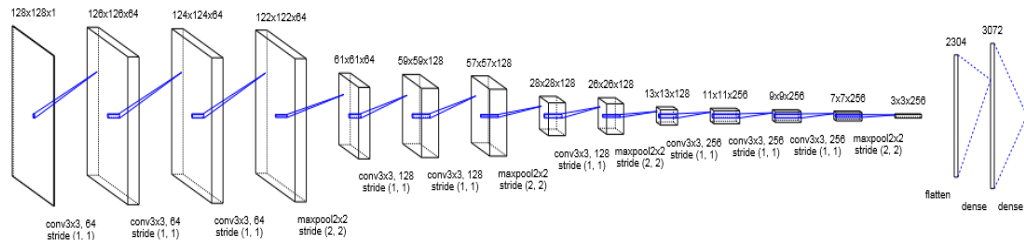
Mạng nơ ron học sâu khi sử dụng cho bài toán nhận dạng giới tính dựa trên ảnh mặt người sẽ thực hiện 3 công việc tương ứng với 3 bước trong hệ thống nhận dạng như đã đề cập ở phần 1: trích chọn đặc trưng, học và phân lớp. Do đó, độ chính xác của hệ thống hoàn toàn phụ thuộc vào sức mạnh của mạng nơ ron sử dụng. Các thành phần của một mạng nơ ron nhân chập (Hình 1) gồm có: lớp input, lớp nhân chập (convolution), lớp tổng hợp đặc trưng (pooling), lớp dropout, lớp output. Lớp input gồm các dữ liệu từ ảnh input đưa vào mạng, lớp output là lớp có số nút tương ứng với số nhãn đầu ra, trong bài toán nhận dạng giới tính là 2 nút. Lớp input được kết nối đầy đủ với lớp ẩn đầu tiên của mạng, còn lớp ẩn cuối cùng của mạng (nằm trước lớp output) sẽ kết nối với lớp output.



Hình 1. Mô hình mạng nhân chập đề xuất bởi LeCun và các cộng sự [9]

Các thành phần của mạng nơ ron nhân chập có vai trò khác nhau. Lớp nhân chập đóng vai trò là các bộ lọc với mục đích sinh ra các ma trận đặc trưng (feature map) từ dữ liệu input nhận được từ lớp trước. Lớp tổng hợp (pooling) thực hiện việc chọn lọc và giữ lại các đặc trưng quan trọng nhất. Việc chọn lọc là cần thiết vì mỗi mạng sử dụng nhiều nhân khác nhau và sẽ sinh ra số ma trận đặc trưng rất lớn, nếu giữ nguyên sẽ nâng chi phí tính toán lên rất lớn một cách không cần thiết. Riêng lớp dropout mới được bổ sung trong các mô hình gần đây [10] và thường được dùng sau mỗi khối (block) gồm lớp nhân chập và lớp tổng hợp dựa trên một quan sát là mạng sẽ mạnh hơn nếu một phần ngẫu nhiên của mỗi block được bỏ ra ngoài quá trình học (giống như một giám đốc có n trợ lý nhưng luôn chỉ dùng khoảng 80% số trợ lý để nếu có ai đó nghỉ thì hệ thống vẫn hoạt động tốt).

Mô hình chúng tôi đề xuất cho bài toán nhận dạng giới tính từ ảnh mặt người có cấu trúc như trong Hình 2 bên dưới.



Hình 2. Mô hình mạng nơ ron nhân chập đề xuất cho bài toán nhận dạng giới tính

Có thể thấy trên Hình 2 mô hình đề xuất của chúng tôi gồm 8 khối chính, mỗi khối gồm lần lượt 64, 64, 128, 128, 128, 256, 256, 256 bộ nhân chập. Các lớp tổng hợp sử dụng hàm max (maxpooling) lần lượt được sử dụng sau mỗi khối nhân chập. Các lớp dropout với tỉ lệ 0,5 được sử dụng sau hàm tổng hợp của mỗi khối. Tổng số tham số của mô hình mạng là hơn 40 triệu.

3.2. Kỹ thuật tăng cường dữ liệu

Bên cạnh vai trò chủ đạo của mô hình mạng sử dụng cho mỗi hệ thống nhận dạng giới tính dựa trên ảnh mặt đối với độ chính xác của hệ thống, một yếu tố cũng rất quan trọng nữa là dữ liệu. Thông thường khi chưa đạt tới ngưỡng, các hệ thống sẽ càng chính xác hơn nếu dữ liệu học của nó càng nhiều. Tuy nhiên đối với bài toán nhận dạng hình ảnh, số dữ liệu ảnh cho hệ thống học thường quá ít (ví dụ cơ sở dữ liệu LFW [11] chỉ có 13.233 bức ảnh) do đó cần các kỹ thuật tăng cường số lượng ảnh để tránh hiện tượng quá khớp (overfitting) và cải thiện hiệu năng của mạng. Trong bài báo này chúng tôi sử dụng 5 kỹ thuật xử lý ảnh (Hình 3) để sinh 5 ảnh từ 1 ảnh input và do đó tổng số ảnh huấn luyện sẽ là $6 \cdot N$ với N là số ảnh huấn luyện. Các kỹ thuật cụ thể gồm có: cân bằng histogram, xoay, dịch, cắt xén (shear), lấy đối xứng.



Hình 3. Ảnh mặt người và một số kỹ thuật tăng cường dữ liệu

4. Kết quả thực nghiệm và phân tích

Cơ sở dữ liệu LFW

Để đánh giá độ chính xác của mô hình đề xuất chúng tôi sử dụng cơ sở dữ liệu ảnh công cộng LFW theo giao thức chuẩn được đề xuất bởi Dago và các cộng sự [12]. Tập ảnh LFW gồm 13.233 ảnh được chia thành 5 tập con với số lượng ảnh xấp xỉ nhau (xem chi tiết trong [12]) để thực hiện 5 lần thử nghiệm, mỗi lần thử nghiệm 4 tập con được dùng làm tập huấn luyện cho mô hình, tập con còn lại được dùng làm tập test và kết quả được lấy là trung bình cộng của 5 lần chạy.

Kết quả thực nghiệm

Bảng 1. Kết quả thực nghiệm trên cơ sở dữ liệu LFW so sánh với một số công bố khác

Phương pháp	Độ chính xác (%)	Số ảnh sử dụng để thử nghiệm
[8]	95,6	13.233
[3]	95,6	13.233
Phương pháp đề xuất - không có tăng cường dữ liệu	95,7	13.233
[13]	96,9	13.233
[14]	97,3	13.233
Phương pháp đề xuất - có tăng cường dữ liệu	97,5	13.233

Kết quả thực nghiệm của hệ thống đề xuất được trình bày trong Bảng 1 sau 100 epoch cho mỗi lần huấn luyện. Dựa vào Bảng 1 chúng ta thấy rõ việc sử dụng kết hợp các kỹ thuật tăng cường dữ liệu cho kết quả tốt hơn hẳn (độ chính xác tăng từ 95,7% lên 97,5%), điều này là do các kỹ thuật tăng cường dữ liệu một mặt tăng số lượng ảnh huấn luyện, mặt khác tăng độ đa dạng của các ảnh

được huấn luyện nên mạng sẽ mạnh hơn và cho kết quả cao hơn. Kết luận quan trọng thứ 2 là kết quả của hệ thống do chúng tôi đề xuất cao hơn một số phương pháp được công bố gần đây. Điều này chứng tỏ mô hình mạng nơ ron nhân chấp do chúng tôi đề xuất hiệu quả cho bài toán nhận dạng giới tính từ ảnh mặt người.

5. Kết luận

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã nghiên cứu và đề xuất một mô hình mạng nơ ron học sâu sử dụng các bộ lọc nhân chấp áp dụng cho bài toán nhận dạng giới tính từ ảnh mặt người. Các kỹ thuật xử lý ảnh khác nhau cũng được áp dụng cho việc tăng cường dữ liệu huấn luyện cho mô hình. Hệ thống đề xuất đã được thử nghiệm với cơ sở dữ liệu ảnh mặt người công cộng LFW theo giao thức chuẩn. Việc so sánh với các cách tiếp cận khác cho thấy hệ thống đề xuất khá hiệu quả và kỹ thuật tăng cường dữ liệu đóng vai trò quan trọng trong việc tăng cường sức mạnh cho mạng nơ ron nhân chấp. Trong tương lai các tác giả mong muốn thử nghiệm hệ thống đề xuất cho các bài toán khác có liên quan tới nhận dạng mặt như nhận dạng cảm xúc, độ tuổi. Một hướng khác mà nhóm tác giả rất quan tâm là sử dụng thêm các kỹ thuật tăng cường dữ liệu để nâng cao độ chính xác của hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] X. Liu, B. V. K. V. Kumar, Y. Ge, C. Yang, J. You, and P. Jia, "Normalized face image generation with perceptron generative adversarial networks," in *2018 IEEE 4th International Conference on Identity, Security, and Behavior Analysis (ISBA)*, pp. 1-8, 2018.
- [2] A. R. Ardakany and A. M. Jula, "Gender Recognition Based On Edge Histogram," *Int. J. Comput. Theory Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 127-130, 2012.
- [3] A. M. Mirza, M. Hussain, H. Almuzaini, G. Muhammad, H. Aboalsamh, and G. Bebis, "Gender Recognition Using Fusion of Local and Global Facial Features," in *Advances in Visual Computing*, Springer, pp. 493-502, 2013.
- [4] H. Moeini, K. Faez, and A. Moeini, "Real-world gender classification via local Gabor binary pattern and three-dimensional face reconstruction by generic elastic model," *IET Image Process.*, vol. 9, no. 8, pp. 690-698, Aug. 2015.
- [5] G. Levi and T. Hassner, "Age and gender classification using convolutional neural networks," in *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*, pp. 34-42, 2015.
- [6] E. Eiding, R. Enbar, and T. Hassner, "Age and Gender Estimation of Unfiltered Faces," *IEEE Trans. Inf. Forensics Secur.*, vol. 9, no. 12, pp. 2170-2179, Dec. 2014.
- [7] K. Zhang, L. Tan, Z. Li, and Y. Qiao, "Gender and Smile Classification Using Deep Convolutional Neural Networks," pp. 739-743, 2016.
- [8] Z. Liao, S. Petridis, and M. Pantic, "Local Deep Neural Networks for Age and Gender Classification," *ArXiv Prepr. ArXiv170308497*, 2017.
- [9] Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner, "Gradient-based learning applied to document recognition," *Proc. IEEE*, vol. 86, no. 11, pp. 2278-2324, 1998.
- [10] N. Srivastava, G. Hinton, A. Krizhevsky, I. Sutskever, and R. Salakhutdinov, "Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting," *J. Mach. Learn. Res.*, vol. 15, pp. 1929-1958, 2014.
- [11] G. B. Huang, M. Mattar, T. Berg, E. Learned-Miller, and others, "Labeled Faces in the Wild: A Database for Studying Face Recognition in Unconstrained Environments," 2008.
- [12] P. Dago-Casas, D. González-Jiménez, L. L. Yu, and J. L. Alba-Castro, "Single-and cross-database benchmarks for gender classification under unconstrained settings," in *Computer vision workshops (ICCV Workshops), 2011 IEEE international conference on*, pp. 2152-2159, 2011.
- [13] S. Jia and N. Cristianini, "Learning to classify gender from four million images," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 58, pp. 35-41, Jun. 2015.
- [14] J. Mansanet, A. Albiol, and R. Paredes, "Local Deep Neural Networks for gender recognition," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 70, pp. 80-86, Jan. 2016.

Ngày nhận bài: 24/4/2019
 Ngày nhận bản sửa: 09/5/2019
 Ngày duyệt đăng: 13/5/2019

KINH TẾ - XÃ HỘI

VÙNG HOẠT ĐỘNG TỐI ƯU CHO ĐỘI TÀU HÀNG KHÔ TỔNG HỢP CỦA VIỆT NAM

OPTIMAL OPERATION AREAS FOR VIETNAMESE GENERAL CARGO FLEET

NGUYỄN HỮU HÙNG*, HỒ THỊ THU LAN

Khoa Kinh tế, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: huuhung@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu phương pháp phân vùng hoạt động khai thác tối ưu trong công tác tổ chức vận tải biển dựa trên nguyên lý cực tiểu chi phí đơn vị sản phẩm vận tải nhằm hỗ trợ các doanh nghiệp vận tải biển điều phối các cỡ tàu vào các tuyến vận chuyển một cách hợp lý, góp phần nâng cao hiệu quả kinh doanh khai thác đội tàu hàng khô tổng hợp cho các chủ tàu của Việt Nam trong thị trường vận tải tàu chuyển cạnh tranh tự do.

Từ khóa: Tàu hàng khô tổng hợp, chi phí đơn vị vận tải, cỡ tàu tối ưu, vùng hoạt động tối ưu.

Abstract

The article introduces the methods of zoning optimally effective exploitation areas in organising maritime transport based on the principle of minimising Transport Unit cost in order to support maritime transport firms to manipulate different sizes of vessels for lines appropriately and effectively, contributing to boosting the business efficiency of exploiting General cargo Fleet for Vietnamese owners in spot market.

Keywords: General cargo ships, unit cost, optimal ship size, effective exploitation areas.

1. Đặt vấn đề

Thị trường kinh doanh dịch vụ vận tải tàu hàng khô tổng hợp trên thế giới chủ yếu là thị trường vận tải tàu chuyển, đây là thị trường hoàn toàn tự do (trừ thị trường vận tải nội địa của một số quốc gia, trong đó có Việt Nam theo Bộ luật Hàng hải Việt Nam 2015 và Nghị định 160/2016/NĐ-CP Về điều kiện kinh doanh vận tải biển, kinh doanh dịch vụ đại lý tàu biển và dịch vụ lai dắt tàu biển) với sự tham gia của các chủ tàu của các nước có quy mô và trình độ khác nhau, tạo ra cuộc cạnh tranh thực sự khốc liệt. Các chủ tàu sẽ điều phối các tàu của mình thực hiện các nhu cầu vận tải trên bất kỳ tuyến nào đến bất kỳ đâu trên thế giới nếu xét thấy đảm bảo mục tiêu an toàn hàng hải và hiệu quả kinh tế.

Trong kinh doanh vận tải tàu hàng khô tổng hợp, việc thỏa mãn hai mục tiêu nêu trên không hoàn toàn dễ dàng khi mà thị trường không ổn định, chịu tác động của các yếu tố chi phí đầu vào theo thời gian. Thực tế, nhiều chủ tàu của Việt Nam đã gặp khó khăn trong việc khai thác đội tàu hàng khô tổng hợp trong thời gian qua mà nguyên nhân cơ bản là do việc phân bổ tàu vào các tuyến chưa thực sự khoa học, các tàu cỡ nhỏ và lạc hậu vẫn phải đi xa trong khi các tàu cỡ lớn, hiện đại lại đi quá gần.

Hiện nay các nghiên cứu trên thế giới và ở Việt Nam chủ yếu tập trung vào lĩnh vực vận tải container, còn nghiên cứu về vận tải tàu hàng khô tổng hợp thì hầu như coi nhẹ. Ở Việt Nam, chưa có các nghiên cứu công bố chỉ ra cỡ tàu nào cụ thể hoạt động khai thác trong vùng nào là tối ưu, chỉ có công bố nhu cầu tàu hàng khô tổng hợp theo quy mô và cỡ trên các tuyến chính trong Quyết định 1517/2014-QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch phát triển vận biển Việt Nam đến năm 2020, định hướng đến năm 2030...

Vì vậy, việc nghiên cứu tìm ra các vùng hoạt động tối ưu cho các cỡ tàu hàng khô tổng hợp của chủ tàu Việt Nam là rất hữu ích, góp phần nâng cao hiệu suất khai thác và hiệu quả kinh doanh cho họ trong những điều kiện nhất định theo từng giai đoạn, cụ thể từ 2020 đến 2025.

2. Nội dung chủ yếu

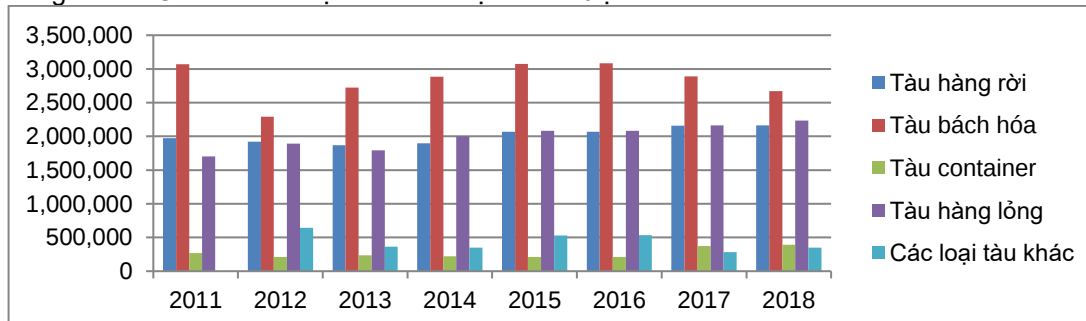
2.1. Năng lực đội tàu hiện tại và định hướng phát triển đến năm 2030

2.1.1. Năng lực đội tàu hiện tại

Tàu hàng khô tổng hợp: Theo đăng kiểm Việt Nam và đăng ký tàu biển Việt Nam, tàu hàng khô tổng hợp được xếp vào nhóm loại tàu bách hóa (General Cargo Ship). Loại tàu này được thiết kế và sử dụng để chuyên chở tất cả các loại hàng khô có bao gói riêng hoặc không có bao gói riêng.

Đội tàu hàng khô tổng hợp thế giới có xu hướng giảm theo thời gian. Theo thống kê hàng năm của UNCTAD về vận tải biển (Review of Maritime Transport) cho thấy quy mô đội tàu này giảm từ 108,9 Triệu DWT vào đầu năm 2011 (chiếm 8% tổng DWT đội tàu thế giới) xuống còn 74,8 Triệu DWT vào cuối năm 2018, (chiếm khoảng gần 4% tổng DWT của đội tàu thế giới) [5].

Đội tàu hàng khô tổng hợp của Việt Nam (VN) cũng có những biến động về tổng trọng tải trong cơ cấu đội tàu biển VN, giảm nhẹ từ hơn 3,06 triệu DWT năm 2011 xuống còn 2,67 triệu DWT vào cuối năm 2018, chiếm hơn 37% tổng trọng tải đội tàu biển Việt Nam [1]. So với đội tàu biển thế giới thì tỷ trọng tàu bách hóa của Việt Nam quá cao so với các loại tàu khác trong xu hướng chung của thế giới (gấp hơn 9 lần so với thế giới). Theo các báo cáo thống kê của ngành Hàng hải Việt Nam hàng năm thì đội tàu này đang hoạt động kém hiệu quả, cần phải thay đổi cả về lượng và chất trong thời gian tới. Cơ cấu các loại tàu biển Việt Nam được chỉ ra ở Hình 1.



(Nguồn: Cục Hàng hải Việt Nam - Báo cáo tổng kết hàng năm)

Hình 1. Cơ cấu đội tàu biển Việt Nam giai đoạn từ 2011 đến 2018

2.1.2. Định hướng phát triển về cỡ tàu hàng khô tổng hợp của Việt Nam đến năm 2030 [2]

a. Tuyến quốc tế

Đối với hàng bách hóa, tổng hợp: Sử dụng tàu trọng tải 5 ÷ 50 ngàn DWT, trong đó:

- Đi/đến các nước Đông Nam Á, Châu Á, sử dụng tàu 10 ÷ 20 ngàn DWT;
- Đi/đến các nước Châu Phi, Châu Âu, Châu Mỹ, dùng tàu 30 ÷ 50 ngàn DWT.

b. Tuyến trong nước

Đối với hàng rời, bách hóa tổng hợp: Sử dụng cỡ tàu trọng tải 1.000 ÷ 10.000DWT.

Với định hướng phát triển đội tàu hàng khô tổng hợp như trên của chính phủ Việt Nam đến năm 2030, nhưng thực tế chưa có chủ tàu nào của Việt Nam đặt đóng loại tàu này đến cỡ 20.000DWT, đang dừng lại ở cỡ xấp xỉ 15.000DWT. Xu hướng khai thác cỡ tàu của loại này còn kéo dài đến năm 2025. Đội tàu hàng khô tổng hợp của VINALINES hiện đang khai thác các cỡ 6.500DWT, 7.500DWT, 8.750DWT, 12.500DWT, 13.200DWT và 14.500DWT [3].

2.2. Vùng hoạt động tối ưu cho các cỡ tàu hàng khô tổng hợp theo mục tiêu cực tiểu chi phí đơn vị sản lượng vận tải

2.2.1. Nguyên lý

Trong cùng một vùng hoạt động, cỡ tàu tối ưu về mặt khai thác là cỡ tàu có chi phí đơn vị nhỏ nhất theo sản lượng vận tải.

2.2.2. Thiết lập dữ liệu tính toán

Dựa vào nguyên lý trên, để lựa chọn vùng hoạt động tối ưu cho các cỡ tàu khi khai thác trên các vùng có tầm cự ly khác nhau, cần lập bảng Ma trận chi phí của các cỡ tàu trên các tuyến với các tham số tính toán như sau: Các cỡ tàu (DWT_i), Hệ số sử dụng trọng tải toàn bộ của tàu (α), Cự ly vận chuyển (L_j) hay Vùng hoạt động, tốc độ khai thác (V_i), Thời gian khai thác của tàu theo các tác nghiệp chạy (T_c) và đỗ (T_đ), Năng suất làm hàng tại cảng (P_i), Chi phí cố định ngày tàu (Fixed cost), các chi phí phát sinh trong khi thực hiện chuyến đi (Voyage costs) liên quan đến nhiên liệu ngày chạy, ngày đỗ, chi phí sử dụng cầu bến và phí, lệ phí cảng biển.

Chi phí đơn vị của tàu gồm chi phí đơn vị tính cho 1 Tấn và cho 1 Tấn - Hải lý hàng được vận chuyển trên mỗi vùng khai thác nhất định trong điều kiện hàng hải như nhau.

Chi phí đơn vị của tàu cho 1 Tấn hàng vận chuyển được tính theo công thức sau đây [4]:

$$UC_T = \frac{\sum C}{Q}; \quad (\text{USD/Tấn}) \quad (1)$$

Chi phí đơn vị của tàu cho 1 Tấn hàng trên 1 Hải lý (Tấn luân chuyển) được tính theo công thức sau đây:

$$UC_{TNM} = \frac{\sum C}{QL}; \quad (\text{USD/Tấn - Hải Lý}) \quad (2)$$

Trong công thức (1) và (2):

UC_T là chi phí đơn vị vận chuyển cho 1 Tấn hàng (USD/Tấn);

UC_{TNM} : chi phí đơn vị vận chuyển cho 1 Tấn hàng trên 1 Hải lý (USD/Tấn - Hải lý);

$\sum C$ là tổng chi phí khai thác của tàu trong vùng j (USD);

Q là tổng sản lượng hàng hóa vận chuyển của tàu trong chuyến đi (Tấn);

QL là tổng lượng luân chuyển hàng hóa của tàu trong chuyến đi (Tấn - Hải lý);

(Chuyến đơn giản: $QL=Q*L$)

Tổng chi phí khai thác của tàu được xác định như sau:

$$\sum C = (T_c + T_d) * C_{CB} + T_c * C_{nlc} + T_d * C_{nld} + T_d * DWT * C_{cầu tàu} + R_{lệ phí cảng}; \text{ (USD)} \quad (3)$$

Trong đó:

T_c là tổng thời gian tàu chạy (ngày);

T_d là tổng thời gian tàu đỗ trong chuyến đi (ngày);

DWT là trọng tải toàn bộ của tàu (Tấn);

C_{CB} là chi phí cố định ngày tàu (gán với C_0); (USD/ngày);

C_{nlc} là chi phí nhiên liệu ngày tàu chạy (gán với C_1); (USD/ngày);

C_{nld} là chi phí nhiên liệu ngày tàu đỗ (gán với C_2); (USD/ngày);

$C_{cầu tàu}$ là chi phí tàu phải trả cho việc sử dụng cầu tàu/khu neo (gán với C_3) (USD/ngày);

$R_{lệ phí cảng}$ là lệ phí cảng cho cả chuyến đi (gán với R_4 , chỉ tính theo cỡ tàu và không phụ thuộc thời gian tàu đỗ); (USD/chuyến).

Gán các đại lượng C_0, C_1, C_2, C_3 và R_4 vào công thức 1.2 ta được:

$$\sum C = (T_c + T_d) * C_0 + (T_c * C_1) + (T_d * C_2) + (T_d * DWT * C_3) + R_4; \text{ (USD)} \quad (4)$$

$$\text{Với: } T_c = \frac{L}{V}; \text{ (Ngày); và } T_d = \frac{2 * Q}{P} = \frac{2 * \alpha * DWT}{P}; \text{ (ngày)}$$

Trong đó:

Q là khối lượng hàng hóa mà tàu i vận chuyển được trong chuyến đi (Tấn);

(Đối với các tàu hàng khô tổng hợp trong hình thức kinh doanh vận tải chuyển thì các chuyến đi mang tính phổ biến là chuyến đi một chiều, do vậy khối lượng hàng hóa được tính là $Q = \alpha * DWT$);

L là khoảng cách vận chuyển (vùng hoạt động) của tàu i (Hải lý);

V là tốc độ khai thác của tàu (Hải lý/ngày);

α là hệ số lợi dụng trọng tải toàn bộ (DWT) của tàu, hệ số này phụ thuộc mức dự trữ chuyển đi của tàu nhiều hay ít. Chuyến đi càng xa thì hệ số này càng giảm. Hệ số này lấy theo thực tế tính toán của các cỡ tàu theo các vùng hoạt động, là tỷ số giữa trọng tải thực chở hàng và trọng tải toàn bộ. Trọng tải thực chở của tàu (Deadweight Cargo Capacity) là hiệu số giữa DWT và các thành phần trọng lượng cần thiết khác mà tàu mang theo trong chuyến đi như: Nhiên liệu, nước ngọt, lương thực thực phẩm (chỉ tính đủ cho từng chuyến đi đơn giản một chiều có tính thêm đến dự trữ tối thiểu từ 15% đến 20%), thuyền viên,...

P là năng suất bình quân bốc và dỡ hàng tại các cảng trong chuyến đi (Tấn/ngày).

Thay T_c và T_d vào công thức (4) ta có:

$$\sum C = \left(\frac{L_j}{V_i} + \frac{2 * \alpha * DWT}{P} \right) * C_0 + \left(\frac{L_j}{V_i} \right) * C_1 + \left(\frac{2 * \alpha * DWT}{P} \right) * C_2 + \left(\frac{2 * \alpha * DWT^2}{P} \right) * C_3 + R_4; \text{ (USD); (5)}$$

2.2.3. Tính toán chi phí đơn vị theo các phương án cỡ tàu và vùng hoạt động

Để tìm ra được cỡ tàu tối ưu trên các vùng khai thác khác nhau, chúng ta lập Ma trận tính toán cho các phương án bố trí tàu với các cỡ tàu tương đương với một số tàu hiện thời của Tổng công ty Hàng hải Việt Nam (Vinalines) đang được khai thác bởi các công ty thành viên.

Chọn mẫu tàu tính toán ứng với đội tàu hiện tại gồm 5 cỡ từ 6.500DWT đến 14.500DWT với các tham số tính toán như mô tả trong Bảng 1.

Bảng 1. Các tham số tính toán cỡ tàu tối ưu

Cỡ tàu (DWT)	6.500	7.500	9.000	12.500	14.500
Tốc độ (Hải lý/h)	12	12,5	13	13,5	14
Chi phí cố định ngày (USD/ngày), (C_0)	3.000	3.500	4.000	4.600	5.000
Dầu FO chạy (T/ngày)	8,5	9,3	10	11	12
Dầu DO chạy (T/ngày)	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Dầu DO đỗ làm hàng (T/ngày)	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5

Chi phí nhiên liệu chạy (USD/ngày), (C1) (C1=Đơn giá nlc * suất tiêu hao/ngày)	3.840	4.270	4.660	5.225	5.680
Chi phí nhiên liệu đổ (USD/ngày), (C2) (C2=Đơn giá nld * suất tiêu hao/ngày)	825	990	1.100	1.210	1.375
*Phí cầu tàu (USD/DWT - ngày đổ), (C3)	0,0131	0,0131	0,0131	0,0131	0,0131
*Các khoản lệ phí cảng (trọng tải, bảo đảm hàng hải, hoa tiêu, lai dắt,...), (R4)	3,484	4,029	4,421	6,399	6,526

Nguồn: Thống kê đội tàu của Vinalines

*Thông tư 01/2016-BTC quy định về Biểu mức thu Phí, Lệ phí Hàng hải.

Việc tính toán và kết quả tính các chi phí theo các tác nghiệp chính của cỡ tàu 6.500DWT được chỉ ra ở Bảng 2, dựa vào công thức (5), với năng suất làm hàng tại các cảng tính ở mức bình quân là 2.000 tấn/ngày kể cả ngày lễ và chủ nhật (Loading/Discharge Rate: 2.000MT Per WWD-SHINC).

Bảng 2. Chi phí của tàu 6500 DWT theo các vùng hoạt động (Li)

DWT (1)	Li (Hải lý) (2)	Vkt (3)	α (4)	Các chi phí (USD)					Tổng chi (USD) =(5+6+7+8+9) (10)
				Cố định Co(L.P+2. α .DWT.V) V.P (5)	Nhiên liệu chạy (L.C ₁) V (6)	Nhiên liệu đổ C ₂ .2. α .DWT P (7)	Cầu tàu 2. α .DWT ² .C ₃ P (8)	Lệ phí cảng R ₄ (9)	
6.500	500	288	0,99	26.147,56	7.031,25	5.791,50	547,94	3.484	43.002,25
	1.000	288	0,98	31.495,11	14.062,50	5.733,00	542,41	3.484	55.317,02
	1.500	288	0,97	36.842,67	21.093,75	5.674,50	536,87	3.484	67.631,79
	2.000	288	0,96	42.190,22	28.125,00	5.616,00	531,34	3.484	79.946,56
	2.500	288	0,95	47.537,78	35.156,25	5.557,50	525,80	3.484	92.261,33
	3.000	288	0,94	52.885,33	42.187,50	5.499,00	520,27	3.484	104.576,10
	3.500	288	0,93	58.232,89	49.218,75	5.440,50	514,73	3.484	116.890,87

Các cỡ tàu khác cũng tính tương tự theo các tham số của từng cỡ được lấy từ Bảng 1 và kết quả tính toán theo bảng ma trận định dạng từ cột (1) đến cột (10) giống như trong Bảng 2.

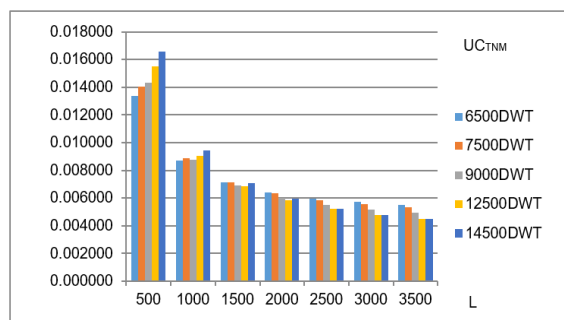
Thông qua kết quả tính toán tổng chi phí cùng với việc sử dụng các giá trị của các tham số α , DWT, Li, chi phí đơn vị của từng cỡ tàu trên các vùng hoạt động được chỉ ra ở Bảng 3.

Bảng 3. Chi phí đơn vị của các cỡ tàu tính theo Tấn (UC_T) và Tấn - Hải lý (UC_{TNM})

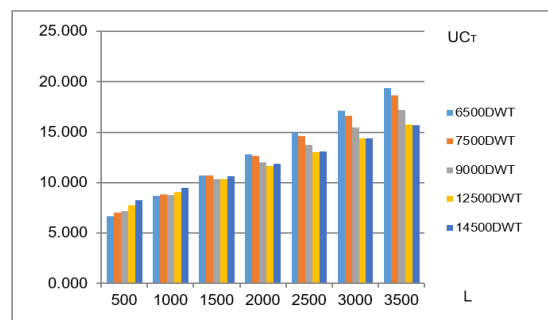
L (Hải lý)	6500 DWT		7500 DWT		9000 DWT		12500 DWT		14500DWT	
	UC _T	UC _{TNM}	UC _T	UC _{TNM}	UC _T	UC _{TNM}	UC _T	UC _{TNM}	UC _T	UC _{TNM}
500	6,68	13,37	7,02	14,04	7,17	14,33	7,4	15,49	8,28	16,57
1.000	8,68	8,68	8,86	8,86	8,76	8,76	9,02	9,02	9,45	9,45
1.500	10,73	7,15	10,73	7,16	10,38	6,92	10,31	6,88	10,65	7,10
2.000	12,81	6,41	12,65	6,33	12,04	6,02	11,64	5,82	11,86	5,93
2.500	14,94	5,98	14,61	5,84	13,73	5,49	12,99	5,20	13,11	5,24
3.000	17,12	5,71	16,61	5,54	15,46	5,15	14,38	4,79	14,37	4,79
3.500	19,34	5,52	18,65	5,33	17,22	4,92	15,79	4,51	15,67	4,48

Đơn vị tính của UC_T tính bằng USD/Tấn, của UC_{TNM} bằng 10⁻³USD/Tấn-Hải lý

Từ kết quả tính toán ở Bảng 3, để nhìn rõ hơn cỡ tàu tối ưu theo các khoảng cách (vùng) vận chuyển, chúng ta chuyển qua đồ thị Hình 2 và Hình 3.



Hình 2. Chi phí đơn vị các cỡ tàu theo Tấn - Hải lý



Hình 3. Chi phí đơn vị các cỡ tàu theo Tấn

2.2.4. Vùng hoạt động khai thác tối ưu cho đội tàu hàng khô tổng hợp của Việt Nam

Trên vùng hoạt động có khoảng cách từ 500 hải lý đến 1.000 hải lý thì tàu cỡ 6.500DWT là tối ưu với chi phí đơn vị tính theo tấn và theo tấn - hải lý đều nhỏ nhất so với các cỡ khác trong vùng đó. Ngoài ra tàu cỡ 7.500DWT trên vùng này cũng có chi phí tối ưu hơn so với 3 cỡ còn lại.

Trên vùng hoạt động có khoảng cách trên 1.000 đến 2.000 hải lý thì tàu cỡ 9.000DWT có chi phí đơn vị theo tấn nhỏ nhất. Vùng từ trên 2.000 đến 3.000 hải lý thì tàu cỡ 12.500DWT tối ưu so với 14.500DWT, nhưng vùng từ hơn 3.000 hải lý đến 5.000 hải lý [4] thì tàu 14.500DWT tối ưu nhất. Các vùng hoạt động tối ưu cho các cỡ tàu được chỉ ra ở Bảng 4.

Kết hợp với phần mềm Netpas Distance đo khoảng cách giữa các cảng biển thế giới, các vùng hoạt động tối ưu cho các cỡ tàu được chỉ ra ở Bảng 4.

Bảng 4. Các cỡ tàu hàng khô tối ưu của Việt Nam theo các vùng hoạt động khai thác

TT	Tuyến vận tải	Khoảng cách (Hải lý)	Mặt hàng chủ yếu	Cỡ tàu (DWT)
1	Cần Thơ - Miền Trung Miền Bắc - Hồ Chí Minh Hồ Chí Minh - Philippine	500 đến 1.000*	Gạo bao, Bách hóa, Vật liệu xây dựng	6.500 7.500 9.000*
2	Miền Bắc - Cần Thơ Hồ Chí Minh - Indonesia/ Nam Á Hồ Chí Minh - Trung Quốc/ Hàn Quốc	Trên 1.000 đến 2.000	Bách hóa, Gạo bao, Xi măng bao, Vật liệu xây dựng	12.500 9.000
3	HCM - Đông Bắc Châu Phi HCM - Nhật Bản, Triều Tiên	Trên 2.000 đến 3.000	Gạo bao, Vật liệu xây dựng, Sắt thép	12.500 14.500
4	HCM - Trung Đông, Nam Phi Tuyến chở thuê nước ngoài	Trên 3.000 đến 5.000	Gạo bao, Sắt thép, Lâm sản	14.500

3. Kết luận

Việc tính toán chi phí đơn vị cho các hàng khô tổng hợp cỡ tàu theo các vùng hoạt động khác nhau thông qua các công thức và các bước tính được giới thiệu ở trên là đảm bảo tính khoa học ứng dụng trong lĩnh vực vận tải biển và đủ độ tin cậy. Kết quả tính toán phù hợp với bối cảnh thực tế hiện nay và trong tương lai gần. Việc phân vùng hoạt động tối ưu cho các cỡ tàu phù hợp nguyên lý lợi thế nhờ quy mô vận tải. Kết quả phân vùng này có thể dùng để tham khảo áp dụng cho đội tàu hàng khô tổng hợp của Vinalines và một số chủ tàu khác trong giai đoạn từ năm 2020 đến năm 2025. Cụ thể:

- Trong điều kiện thị trường ổn định, khi nhận được một đơn hàng (Cargo Offer) có khoảng cách giữa hai cảng bốc và dỡ hàng nằm ngoài vùng hoạt động trong Bảng 4 thì các chủ tàu có thể cân nhắc và bỏ qua cơ hội đó để đón nhận một cơ hội khác tốt hơn, tránh vội vàng ra quyết định dẫn đến hiệu quả kinh doanh thấp hơn và vô tình tạo ra sự cạnh tranh khốc liệt theo kiểu “Lấn Vùng” của các cỡ tàu. Nguyên lý vận hành của thị trường vận tải biển là “*Mỗi cỡ tàu có một thị trường riêng, có giá cả riêng tương ứng với kích cỡ của các lô hàng*”;

- Trong trường hợp đang khai thác các cỡ tàu trên các tuyến chạy theo các hợp đồng kiểu C.O.A (Contract Of Affreightment - Hợp đồng thuê khoán vận tải các lô hàng lớn) có vùng hoạt động nằm ngoài Bảng 4 thì các chủ tàu có thể cân nhắc tái cấu trúc cỡ tàu phù hợp vào đúng vùng hoạt động tối ưu để đem lại hiệu quả cao hơn khi giá cả của hợp đồng C.O.A đã cố định theo thời gian.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Cục Hàng hải Việt Nam. *Thống kê đội tàu biển Việt Nam từ 2011 đến năm 2018*, 2019.
- [2] Quyết định 1517/2014/QĐ-TTg. *Phê duyệt Quy hoạch phát triển vận tải biển đến 2020 và định hướng đến năm 2030*.
- [3] Tổng công ty Hàng hải Việt Nam. *Thống kê đội tàu biển Vinalines*, 2019.
- [4] Martin Stoford. *Maritime Economics*, 2008.
- [5] UNCTAD, *Review of Maritime Transport*, 2018.

Ngày nhận bài: 03/10/2019

Ngày nhận bản sửa: 27/10/2019

Ngày duyệt đăng: 15/11/2019

CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ VÀ SỰ HÀI LÒNG CỦA KHÁCH HÀNG TRONG THƯƠNG MẠI ĐIỆN TỬ VIỆT NAM E-SERVICE QUALITY AND CUSTOMER SATISFACTION IN VIETNAM'S E-COMMERCE

NGUYỄN THỊ HOA

Khoa Quản trị - Tài chính, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: hoanguyen@vamaru.edu.vn

Tóm tắt

Bài báo này nhằm mục đích kiểm tra mối quan hệ giữa chất lượng dịch vụ điện tử của các trang bán hàng điện tử tại Việt Nam và sự hài lòng của khách hàng. Phân tích hồi quy được sử dụng để khẳng định mối liên hệ này. Dữ liệu được thu thập từ 584 khách hàng của bốn trang thương mại điện tử lớn tại Việt Nam, bao gồm: adayroi.com, lazada.com, shopee.vn và tiki.vn. Thay cho yếu tố hữu hình (cơ sở vật chất), hệ thống kỹ thuật công nghệ thông tin là một nhân tố của chất lượng dịch vụ điện tử. Thêm vào đó, sự hoàn thành đơn hàng (thỏa thuận và giao hàng) vốn không phải là nhân tố chủ chốt nhất tạo nên chất lượng dịch vụ truyền thống, nhưng lại là yếu tố ảnh hưởng mạnh mẽ đến sự hài lòng của khách hàng trong thương mại điện tử. Từ đó, nghiên cứu đưa ra giải pháp quản lý cho các trang thương mại điện tử Việt Nam.

Từ khóa: Chất lượng dịch vụ điện tử, sự hài lòng khách hàng.

Abstract

The aim of this paper is to examine the relationship between e-service quality of e-commerce sites and customer satisfaction in Vietnam. The regression analysis is used to confirm this positive association. Data was gathered from 584 customers of the four most widespread online shopping sites in Vietnam (adayroi.com, lazada.com, shopee.vn, and tiki.vn). Instead of tangibles in traditional service quality, the technical system is one of the dimension of e-service quality. In addition, order fulfilment which is not the vital dimension in traditional service has strong impact on customer satisfaction in e-service. Managerial solutions have been drawn from the research results.

Keywords: E-service quality, customer satisfaction.

1. Giới thiệu

Mối quan hệ giữa chất lượng dịch vụ và sự hài lòng của khách hàng đã được khẳng định trong nhiều nghiên cứu về thương mại và dịch vụ truyền thống. Tuy nhiên, nghiên cứu về chất lượng dịch vụ trong lĩnh vực thương mại điện tử, với những khác biệt so với thương mại truyền thống vẫn còn khá ít nghiên cứu định lượng tại Việt Nam. Nghiên cứu này nhằm kiểm chứng: các nhân tố của chất lượng dịch vụ có thực sự ảnh hưởng đến sự hài lòng khách hàng của các trang thương mại điện tử tại Việt Nam.

2. Tổng quan về chất lượng dịch vụ điện tử

Chất lượng dịch vụ truyền thống, vốn ám chỉ trải nghiệm của các khách hàng không sử dụng Internet, là sự so sánh giữa kì vọng khách hàng và thực tế đối với dịch vụ được cung cấp bởi nhà cung cấp [4, 9, 19]. Mặt khác, chất lượng dịch vụ điện tử được xác định là những điều kiện mà một trang web có thể tạo ra, giúp những giao dịch mua sắm trực tuyến và giao hàng một cách hiệu quả [18].

Trong số các mô hình liên quan đến đánh giá chất lượng dịch vụ được cung cấp bởi một trang web, tác giả nhận thấy mô hình etailQ [17] được xây dựng bởi Wolfinbarger và Gilly và E-S-Qual [13] của Parasuraman và cộng sự, là tương đối phù hợp để đánh giá chất lượng dịch vụ điện tử vì các lý do sau: (a) Hai mô hình này xem xét toàn bộ quá trình cung cấp dịch vụ từ khi bắt đầu đến khi kết thúc. Vì thế hai mô hình này đã đánh giá sự hoàn thành dịch vụ là một khía cạnh của chất lượng dịch vụ. Trong khi nhiều mô hình khác chỉ tập trung vào tương tác giữa con người và trang web; (b) Các mô hình này được thiết kế phù hợp để đánh giá giao dịch mua hàng trực tuyến. Chính các tác giả đề xuất mô hình đã thử nghiệm mô hình dựa trên phản hồi của người mua thực sự, những người có đủ tư cách để đánh giá chất lượng dịch vụ sau khi đã hoàn thành giao dịch. Trong khi nhiều mô hình khác thử nghiệm mô hình qua đánh giá của khách hàng giả định; (c) Hai mô hình này đã được kiểm chứng bởi một số nghiên cứu định lượng trên thế giới và các thang đo chất lượng dịch vụ đã được chứng minh tính hiệu quả.

Theo Wolfinbarger và Gilly, chất lượng dịch vụ bán lẻ điện tử được đánh giá qua bốn nhân tố: *Thiết kế trang web* (Website design); *Sự hoàn thành hay sự tin cậy* (Fulfillment/reliability); *Bảo mật hay Quyền riêng tư* (Security/Privacy) và *Chăm sóc khách hàng* (Customer service). Theo Parasuraman và cộng sự, chất lượng dịch vụ điện tử gồm 7 nhân tố (thường xuyên và không thường

xuên): *Tính hiệu quả* (Efficiency); *Sự sẵn sàng của hệ thống* (System Availability); *Sự hoàn thành dịch vụ* (Fulfillment); *Quyền riêng tư* (Privacy), *Sự đáp ứng* (Responsiveness); *Sự bồi thường* (Compensation) và *Liên lạc* (Contact). Tuy nhiên các mô hình này không thể được giữ nguyên và kiểm chứng tại thị trường thương mại điện tử Việt Nam vì một số lý do sau: *Bồi thường* (Compensation) và *Quyền riêng tư* (Privacy) được coi là một trong những nhân tố của chất lượng dịch vụ điện tử, nhưng ở thị trường Việt Nam: (1) khách hàng tại Việt Nam không được cam kết bồi thường trong nhiều trường hợp, chẳng hạn hàng bị giao trễ, hoặc đã chốt đơn hàng điện tử nhưng người bán không giao hàng; (2) Cũng tại Việt Nam, khi khách hàng muốn trả lại hàng, nhân viên giao hàng thường sẽ không đến tận nhà nhận lại mà khách hàng phải tự mang hàng đến giao cho đơn vị vận chuyển để trả lại người bán; (3) Phần lớn khách hàng mua hàng tại trang thương mại điện tử Việt Nam sử dụng hình thức thanh toán khi nhận hàng (COD/cash on delivery) thay vì dùng thẻ tín dụng. Nên việc bảo mật thông tin thẻ tín dụng, bảo mật thông tin tài chính cá nhân là yếu tố không được xem xét khi đánh giá chất lượng dịch vụ điện tử tại Việt Nam. Tóm lại chất lượng dịch vụ điện tử tại Việt Nam có thể được kiểm chứng theo một cách khác, mà không phải là giữ nguyên hai mô hình nêu trên.

Nếu căn cứ trên hai mô hình này, tác giả nhận thấy chất lượng dịch vụ có thể được phân chia thành các giai đoạn: (i) tìm hiểu thông tin; (ii) hoàn thành giao dịch và (iii) giai đoạn sau bán hàng. Tương ứng với ba giai đoạn là ba nhân tố của chất lượng dịch vụ điện tử, bao gồm: (i) Hệ thống kỹ thuật; (ii) Sự hoàn tất đơn hàng và (iii) Chăm sóc sau bán hàng.

Hệ thống kỹ thuật (KT): liên quan đến tốc độ truyền tải thông tin, cách thức tổ chức nói chung của trang web, và sự dễ dàng thao tác và tương tác. Cụ thể, nhân tố này hướng đến sự dễ dàng truy cập và tốc độ truy cập, xử lý giao dịch tại một trang bán hàng trực tuyến; các tính năng mang tính kỹ thuật của trang thương mại điện tử đó [13]; và sự sẵn sàng và chi tiết của thông tin [17]. Nhân tố này tương ứng với Thiết kế trang web (etailQ), Tính hiệu quả và Sự sẵn sàng của hệ thống (E-S-QUAL).

Sự hoàn tất đơn hàng (HT): được giải thích là hoàn thành các cam kết và thỏa thuận một cách chính xác trên khía cạnh: sự sẵn có hàng hóa và việc giao hàng [13]. Nhân tố này không được xem là nhân tố thống trị trong chất lượng dịch vụ truyền thống, nhưng lại đặc biệt quan trọng đối với dịch vụ thương mại điện tử. Nhân tố tương tự cũng xuất hiện trong cả hai mô hình E-S-QUAL và etailQ.

Chăm sóc sau bán hàng (CS): chính là những hỗ trợ của trang thương mại điện tử sau khi mỗi giao dịch được thực hiện, chẳng hạn bảo vệ thông tin của khách hàng: thông tin cá nhân và thông tin giao dịch nhằm tránh những rủi ro tài chính; và cách xử lý các vấn đề rắc rối khách hàng gặp phải sau khi mua hàng. Nhân tố này tương ứng với Chăm sóc khách hàng (etailQ); Sự đáp ứng, Liên lạc và một phần của Quyền riêng tư (E-S-QUAL).

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Mô hình và các mệnh đề nghiên cứu

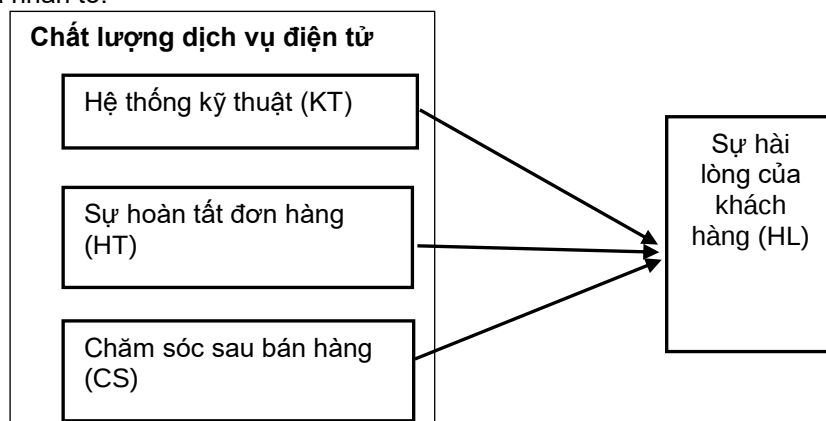
Trong nghiên cứu này, tác giả đã đưa ra mô hình nghiên cứu mà xác định chất lượng dịch vụ điện tử như một thang đo đa nhân tố.

Các giả thuyết nghiên cứu được đề xuất và thực hiện, bao gồm:

Giả thuyết 1: Hệ thống kỹ thuật có tác động tích cực tới sự hài lòng của khách hàng.

Giả thuyết 2: Sự hoàn tất đơn hàng có tác động tích cực tới sự hài lòng của khách hàng.

Giả thuyết 3: Chăm sóc sau bán hàng có tác động tích cực tới sự hài lòng của khách hàng.



Nguồn: trình bày bởi tác giả

Hình 1. Mô hình nghiên cứu

3.2. Thu thập dữ liệu

Bảng hỏi cho nghiên cứu này được xây dựng dựa trên các câu hỏi từ hai mô hình gốc etailQ và E-S-Qual. Người trả lời đánh giá từng câu hỏi dựa trên thang Likert từ 1 đến 5, trong đó 1 = Hoàn

toàn đồng ý, 2 = Đồng ý, 3 = Không có ý kiến, 4 = Đồng ý, 5 = Hoàn toàn không đồng ý. Người trả lời là những khách hàng thực sự đã thực hiện ít nhất ba giao dịch tại một trong các web thương mại điện tử: adayroi.com, lazada.com, shopee.vn và tiki.vn. Những trang thương mại điện tử được lựa chọn là những trang phổ biến nhất tại Việt Nam không chỉ về số lượng người tham gia giao dịch và cả doanh thu giao dịch lớn [10].

Tác giả đã nhận được 584 trả lời hợp lệ (adayroi.com: 105 phiếu hợp lệ, lazada.com: 186 phiếu hợp lệ; shopee.vn: 155 phiếu hợp lệ và tiki.vn: 138 phiếu hợp lệ). Phần lớn người trả lời phỏng vấn là những khách hàng trẻ hơn 40 tuổi với 59% là nam giới, 41% là nữ giới.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Kiểm định thang đo

Tác giả dùng phần mềm SPSS20.0 để phân tích nhân tố khám phá và phần mềm AMOS 20.0 để phân tích nhân tố khẳng định, nhằm kiểm tra tính đa nhân tố của thang đo. Thang đo được xác định gồm 3 nhân tố và 22 biến quan sát độc lập.

Bảng 1. Các nhân tố của chất lượng dịch vụ điện tử

Hệ thống kỹ thuật	Mô hình/tài liệu tham khảo
Dễ dàng di chuyển trong trang web	E-S-Qual
Tốc độ tải thông tin	E-S-Qual
Dễ dàng sử dụng	E-S-Qual
Sắp xếp, tổ chức tốt	E-S-Qual
Dễ dàng quản lý giao dịch	E-S-Qual
Dễ dàng tìm thông tin cần	E-S-Qual
Thông tin được sắp xếp khoa học, hợp lý	E-S-Qual
Sự hoàn tất giao dịch	
Nhận được đúng loại hàng đã đặt mua	etailQ
Hàng hóa nhận được giống như thông tin mô tả trên trang thương mại điện tử	etailQ
Khung thời gian giao hàng hợp lý	E-S-Qual
Hàng được giao nhanh chóng sau khi đặt	E-S-Qual
Trung thực về quyền lợi và ưu đãi cho khách hàng	E-S-Qual
Hàng được giao đúng thời gian cam kết	etailQ
Chăm sóc sau bán hàng	
Bảo vệ thông tin cá nhân về thái độ, hành vi mua hàng	E-S-Qual
Không chia sẻ thông tin cá nhân với các trang bán hàng khác	E-S-Qual
Tính năng bảo mật đầy đủ	etailQ
Bảo mật thông tin giao dịch	E-S-Qual
Các lựa chọn tiện lợi khi trả lại hàng	E-S-Qual
Xử lý việc trả lại hàng tốt	E-S-Qual
Những bảo đảm cho người mua sau khi mua hàng	E-S-Qual
Có chỉ dẫn khách hàng khi giao dịch không thành công	E-S-Qual
Quan tâm đến vấn đề của khách hàng sau giao dịch	etailQ
Sự hài lòng của khách hàng	
Hài lòng với nhà cung cấp hàng trên trang thương mại điện tử	[8]
Hài lòng với trải nghiệm mua sắm trực tuyến	[8]
Sẽ tiếp tục tiến hành các giao dịch trong tương lai	[13]
Là sự lựa chọn đầu tiên khi có giao dịch tương lai	[13]

Nguồn: kết quả phân tích nhân tố bằng phần mềm SPSS và AMOS

- Chỉ số tin cậy Cronbach's alpha lớn hơn 0,930, và chỉ số tin cậy của từng biến quan sát cũng lớn hơn 0,7, trên mức yêu cầu [12].

- Phân tích nhân tố khẳng định:

Trong thử nghiệm Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) and Barlett's, hệ số KMO của thang đo chất lượng dịch vụ dao động trong khoảng 0,605 - 0,782, lớn hơn 0,5. Rõ ràng là chỉ số KMO chỉ cần nằm trong khoảng $0 < \text{KMO} < 1$ và càng lớn càng tốt [2, 14]. Mô hình có giá trị kiểm định Chi bình phương bằng 9249,3 và $p = 0,000$.

Giá trị Eigen của từng thang đo CS, KT và HT lần lượt là 11,951; 1,532; và 1,143, tất cả đều lớn hơn 1. Phương sai trích của từng thang đo CS, KT và HT có giá trị lớn hơn 50%, cụ thể dao động trong khoảng 54,32% đến 66,48%.

Kết quả của kiểm định KMO và Bartlett và giá trị Eigen cho thấy áp dụng phân tích nhân tố thích hợp trong nghiên cứu này.

• Phân tích tương quan giữa sự hài lòng khách hàng với các nhân tố của chất lượng dịch vụ cho thấy hệ số tương quan Pearson 0,680 đến 0,766. Vì vậy tác giả đã thực hiện thêm kiểm định đa cộng tuyến khi phân tích hồi quy. Tuy nhiên, hệ số phóng đại phương sai VIF (Variance Inflation Factor) nhỏ hơn 2 và có thể khẳng định mức độ đa cộng tuyến không quá nghiêm trọng [3, 5].

Các kiểm tra định lượng cho thấy mức độ đáng tin cậy và hợp lý của thang đo chất lượng dịch vụ điện tử.

4.2. Kiểm định giả thuyết

Phương trình hồi quy tuyến tính được xây dựng như sau: $HL = 0,326 + 0,138 KT + 0,358 HT + 0,431 CS$. Theo phân tích hồi quy, giá trị R^2 bằng 68,5% cho thấy mức độ giải thích của mô hình tương đối tốt về mối liên hệ giữa ba nhân tố của chất lượng dịch vụ điện tử và sự hài lòng của khách hàng. Như vậy giả thuyết 1, 2 và 3 được chấp nhận. Xem xét chỉ số beta và mức độ ý nghĩa của mỗi nhân tố, cho thấy cả ba nhân tố đều có ảnh hưởng mạnh đến sự hài lòng của khách hàng. Nhân tố có ảnh hưởng mạnh nhất là *Chăm sóc sau bán hàng* với chỉ số beta 0,431; trong khi *Sự hoàn tất giao dịch* cũng có ảnh hưởng không hề nhỏ với chỉ số beta 0,358. *Hệ thống kỹ thuật* chỉ có ảnh hưởng nhẹ đến sự hài lòng của khách hàng (beta = 0,138). Kết quả phân tích hồi quy đã giúp khẳng định mô hình nghiên cứu được đưa ra.

Bảng 2. Ma trận xoay

Biến độc lập	Nhân tố		
	1	2	3
CS1	0,767		
CS2	0,740		
CS3	0,709		
CS4	0,690		
CS5	0,678		
CS6	0,678		
CS7	0,640		
CS8	0,627		
CS9	0,605		
KT1		0,782	
KT2		0,780	
KT3		0,749	
KT4		0,743	
KT5		0,681	
KT6		0,659	
KT7		0,606	
HT1			0,764
HT2			0,723
HT3			0,706
HT4			0,691
HT5			0,687
HT6			0,671

Nguồn: xử lý bằng phần mềm SPSS

4.3. Thảo luận

Nghiên cứu này đã khẳng định ba nhân tố của chất lượng dịch vụ điện tử: *Hệ thống kỹ thuật*, *Sự hoàn tất giao dịch* và *Chăm sóc sau bán hàng*. Trong đó đặc biệt hai nhân tố: *Chăm sóc sau bán hàng* và *Sự hoàn tất giao dịch* có ảnh hưởng lớn đối với sự hài lòng của khách hàng. *Chăm sóc sau bán hàng* ám chỉ việc bảo vệ thông tin cá nhân của khách hàng: thái độ và thói quen mua hàng, thông tin địa chỉ nhận hàng; khiến cho khách hàng có niềm tin về sự an toàn khi giao dịch điện tử; cung cấp cho khách hàng các lựa chọn trả hàng thuận tiện và sẵn sàng giải quyết các vấn đề của khách hàng. *Sự hoàn tất giao dịch* chủ yếu liên quan đến tốc độ, khoảng thời gian, và sự chính xác của thỏa thuận mua bán và việc giao hàng. Vì vậy các trang thương mại điện tử tại Việt Nam nên đầu tư vào các nhân tố này. Một số nghiên cứu trong quá khứ cũng khẳng định *sự hoàn tất giao dịch* chính là nhân tố có sức ảnh hưởng lớn đến sự hài lòng của khách hàng [1, 8, 11, 13].

Phân tích hồi quy cho thấy chất lượng hệ thống kỹ thuật có ít ảnh hưởng đối với sự hài lòng của khách hàng và ít ảnh hưởng hơn hai nhân tố còn lại. Kết quả này có thể được giải thích như sau: Khách hàng ngày nay có thể dễ dàng thực hiện giao dịch mua hàng trực tuyến 24/7 thông qua các ứng dụng trên điện thoại thông minh hay sử dụng một máy tính thông thường, nhờ vào sự phát triển của công nghệ thông tin tại Việt Nam. Thêm nữa, các nhà đầu tư nước ngoài đầu tư vào các trang thương mại điện tử lazada.com, shopee.vn và tiki.vn không chỉ mang theo dòng vốn mà còn mang theo cả nền tảng công nghệ mà họ đã sử dụng ở các thị trường khác [7, 15, 16]. Một lý do khác là lực lượng lao động tại Việt Nam được đánh giá có nền tảng giáo dục tốt và thích ứng công nghệ tốt [6]. Vì vậy, yếu tố công nghệ và kỹ thuật không phải là một rào cản phát triển thị trường thương mại điện tử tại Việt Nam.

5. Kết luận

Nghiên cứu này đã khẳng định rằng mối quan hệ truyền thống giữa chất lượng dịch vụ và sự hài lòng của khách hàng vẫn tiếp tục tồn tại trong nền tảng thương mại điện tử. Tăng chất lượng dịch vụ cũng làm tăng sự hài lòng của khách hàng. Đối với thương mại điện tử, các đơn vị cung cấp dịch vụ cần chú trọng nhiều vào sự hoàn tất giao dịch và chăm sóc khách hàng sau giao dịch.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hans H. Bauer và cộng sự, *eTransQual: Cách tiếp cận dựa trên quy trình giao dịch để nắm bắt chất lượng dịch vụ trong mua sắm trực tuyến*, Tạp chí Journal of Business Research, Số 59 (7), tr. 866-875, 2006.
- [2] Cerny, C., và Kaiser, H., *Một nghiên cứu về hệ số KMO (measure of sampling adequacy) trong ma trận tương quan phân tích nhân tố*, Tạp chí Multivariate Behavioral Research, Số 12 (1), tr. 43-47, 1977.
- [3] Gómez R. S. và cộng sự, *Chuẩn đoán đa cộng tuyến được áp dụng trong tính toán hệ số phóng đại phương sai*, Tạp chí Journal of Applied Statistics, Số 43, Tập 10, tr. 1831-1849, 2016.
- [4] Christian Grönroos, *Quản trị và marketing chiến lược trong lĩnh vực dịch vụ*, Nhà xuất bản Swedish School of Economics and Business Administration, Helsingfors, 1982.
- [5] Hair, J. và cộng sự, *Phân tích dữ liệu đa biến*, NXB Pearson Prentice-Hall, 2010.
- [6] Casey Hynes, *Ví di động và giới trẻ am hiểu công nghệ thúc đẩy tăng trưởng thương mại điện tử tại Việt Nam*, 2018, xem tại <https://www.forbes.com/sites/chynes/2018/03/25/mobile-wallets-and-tech-savvy-youth-driving-e-commerce-growth-in-vietnam/#596706be5fa8> (truy cập ngày 08/4/2019).
- [7] Việt Nam News, *Tổng giám đốc điều hành của Lazada nói rằng: Lazada đi đầu trong thương mại điện tử tại Việt Nam*, 2014, xem tại http://bizhub.vn/business-insight/lazada-at-the-forefront-of-vn-e-commerce-says-ceo_8739.html (xem ngày 08/4/2019).
- [8] Lee, G., và Lin, H., *Nhận thức của khách hàng về chất lượng dịch vụ điện tử trong mua sắm trực tuyến*, tạp chí International Journal of Retail & Distribution Management, Số 33 (2), tr. 161-176, 2005.
- [9] Lewis, R. C., và Booms, B. H., *Các khía cạnh marketing của chất lượng dịch vụ*, Hội thảo Các quan điểm mới nổi về Marketing dịch vụ, Nhà xuất bản AMA, tr. 99-107, 1983.
- [10] VNmedia, *Bảng xếp hạng top 50 doanh nghiệp thương mại điện tử Việt*, 2018. xem tại <http://www.vnmedia.vn/cong-nghe/201803/bang-xep-hang-top-50-doanh-nghiep-thuong-mai-dien-tu-viet-597842/> (truy cập ngày 08/4/2019).
- [11] Amrul Asraf Mohd-Any, *Nhận thức của người trẻ về chất lượng dịch vụ trực tuyến*, Tạp chí International Journal of Electronic Marketing and Retailing, Số 2, Tập 7, tr. 91-114, 2016.
- [12] Nunnally, J., và Bernstein, I., *Lý thuyết tâm lý học*, NXB McGraw-Hill, New York, 1994.
- [13] Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Malhotra, A., *E-S-QUAL: Một thang đo nhiều yếu tố để đánh giá chất lượng dịch vụ điện tử*, Tạp chí Journal of Service Research, Số 3, Tập 7, tr. 213-233, 2005.
- [14] Pett, M. A. và cộng sự, *Hiểu về phân tích nhân tố*, Nhà xuất bản SAGE Publications, Inc, 2003.
- [15] Reuters, *JD.com mở rộng sự hiện diện tại Đông Nam Á qua cách đầu tư vào Tiki.vn của Việt Nam*, 2018, xem tại <https://www.reuters.com/article/us-jd-com-tiki-vn-funding/jd-com-widens-southeast-asia-presence-by-investing-in-vietnams-tiki-vn-idUSKBN1F5075>, truy cập 08/4/2019
- [16] VIR., *Shopee đặt mục tiêu mở rộng dấu chân tại thị trường thương mại điện tử Việt Nam*, 2017, xem tại <http://www.vir.com.vn/shopee-aims-to-expand-its-footprint-in-vietnams-e-commerce-market-51198.html> (truy cập ngày 08/4/2019).
- [17] Wolfenbarger, M., và Gilly, M. C., *eTailQ: Đa phương hóa, đo lường và dự đoán chất lượng dịch vụ bán lẻ*, Tạp chí Journal of Retailing, Số 79 (3), tr. 183-198, 2003.
- [18] Zeithaml, V. A. và cộng sự, *Chất lượng dịch vụ cung cấp qua các trang web: Đánh giá về các kiến thức tồn tại*, Tạp chí Journal of the Academy of Marketing Science, Số 30 (4), tr. 362-375, 2002.
- [19] Zeithaml, V. A., và Berry, L. L., *Mô hình khái niệm về chất lượng dịch vụ và ý nghĩa của nó đối với nghiên cứu tương lai (SERVQUAL)*, Tạp chí The Journal of Marketing, Số 49 (4), tr. 41-50, 1985.

Ngày nhận bài: 08/4/2019

Ngày nhận bản sửa: 08/5/2019

Ngày duyệt đăng: 20/5/2019

THỰC TRẠNG VÀ CÁC GIẢI PHÁP CẢI THIỆN MÔI TRƯỜNG ĐẦU TƯ TRỰC TIẾP NƯỚC NGOÀI TẠI VIỆT NAM

SITUATION AND SOLUTIONS TO IMPROVE THE ENVIRONMENT FOR FOREIGN DIRECT INVESTMENT IN VIETNAM

NGUYỄN THỊ THU HƯƠNG

Khoa Kinh tế, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: huongntt.ktb@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Lượng vốn FDI vào Việt Nam liên tục tăng trong những năm qua, nhưng so với một số quốc gia khác trong cùng khu vực Đông Nam Á như Singapore, Indonesia hay Malaysia thì Việt Nam vẫn còn thấp hơn rất nhiều. Bài viết vận dụng phương pháp nghiên cứu thống kê, phân tích, tổng hợp để xem xét các vấn đề trong môi trường đầu tư của Việt Nam trong tương quan với một số quốc gia khác cùng khu vực, từ đó đề xuất một số giải pháp để cải thiện môi trường đầu tư của Việt Nam.

Từ khóa: Môi trường đầu tư, Đông Nam Á, FDI.

Abstract

Although FDI of Vietnam has continuously increased, it is much lower than some countries in Asian such as Singapore, Indonesia, Malaysia,... The article uses analytical, statistical research methodologies to compare elements in investment environment of Vietnam with other countries in Asian and propose some solutions to improve Vietnam's investment environment.

Keywords: Investment environment, ASEAN, FDI.

1. Đặt vấn đề

Nguồn vốn đầu tư trực tiếp từ nước ngoài FDI giữ một vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế của Việt Nam trong những năm qua. Đây là một nhân tố quan trọng góp phần hình thành nên các khu công nghiệp, khu chế xuất; đa dạng hóa các chủng loại hàng hóa và thị trường trong xuất nhập khẩu; giải quyết vấn đề về việc làm cho nhiều người lao động; giúp quan hệ đối ngoại của Việt Nam với các quốc gia khác trong và ngoài khu vực được mở rộng,... Theo thống kê của Ngân hàng thế giới (WB), Việt Nam là một quốc gia có tốc độ thu hút FDI lớn trong khu vực. Trong giai đoạn 2012-2018, vốn FDI vào Việt Nam tăng trung bình 11,6%/năm. Tuy nhiên, lượng vốn FDI vào Việt Nam chỉ bằng khoảng 1/7 Singapore trong khi diện tích đất đai của Singapore chỉ bằng khoảng 1/470 Việt Nam [4].

Thu hút FDI là một vấn đề đã được nhiều tác giả nghiên cứu. Tiêu biểu như: nghiên cứu "Các nhân tố quyết định dòng vốn FDI ở các nước châu Á" do Nguyễn Minh Tiến và Nguyễn Văn Bồn hoàn thành vào năm 2014 trên cơ sở số liệu trong giai đoạn 1990-2011 về FDI của 11 quốc gia châu Á đã đưa ra kết luận rằng độ mở thương mại, lao động và quy mô thị trường là các nhân tố quyết định dòng vốn FDI, tuy nhiên chưa nghiên cứu được các yếu tố khác của môi trường đầu tư như vấn đề về môi trường chính trị xã hội hay thủ tục về hành chính; tương tự, nghiên cứu "Đầu tư trực tiếp nước ngoài: một số vấn đề về thực trạng và giải pháp" của Viện nghiên cứu quản lý kinh tế trung ương năm 2017 đã chỉ ra rằng các nhà đầu tư nước ngoài khi ra quyết định đầu tư sẽ xem xét một số yếu tố của môi trường đầu tư như sự ổn định về chính trị và kinh tế vĩ mô, thủ tục hành chính, cơ sở hạ tầng, nguồn nhân lực, thể chế và bài viết mới chỉ dừng lại ở việc tìm ra các yếu tố này mà chưa nghiên cứu thực trạng các yếu tố này ở Việt Nam như thế nào. Hơn nữa, chưa có một nghiên cứu nào nghiên cứu một cách tổng thể về môi trường đầu tư của Việt Nam trong tương quan với các quốc gia khác cùng khu vực. Theo UNCTAD: "môi trường đầu tư bao gồm các yếu tố sau: môi trường chính trị xã hội, môi trường pháp lý và hành chính, môi trường kinh tế, môi trường cơ sở hạ tầng và môi trường lao động". Bài viết sẽ phân tích các yếu tố trên của môi trường đầu tư của Việt Nam trong tương quan với một số quốc gia khác cùng khu vực, từ đó đề xuất một số giải pháp để cải thiện môi trường đầu tư của Việt Nam.

2. Môi trường đầu tư tại Việt Nam

Thứ nhất, môi trường chính trị xã hội

Về thể chế nhà nước, Đông Nam Á là một khu vực khá đa dạng về thể chế chính trị giữa các quốc gia. Ví dụ như chế độ xã hội chủ nghĩa tồn tại ở Việt Nam với Đảng cầm quyền và quốc hội là cơ quan lập pháp trong khi đó Singapore lại theo chế độ cộng hòa nghị viện, Malaysia theo chế độ quân chủ lập hiến. Thể chế chính trị là một yếu tố tối quan trọng của mỗi quốc gia, không dễ dàng thay đổi và không chỉ phục vụ cho mục đích kinh tế mà cả chính trị, xã hội, an toàn, an ninh quốc gia. Vì vậy tác giả tạm không nghiên cứu hình thức thể chế nào là phù hợp để phát triển kinh tế, tuy nhiên chúng ta có thể xem xét hiệu quả hoạt động của thể chế chính trị thông qua một chỉ số chung

đang được sử dụng trên toàn thế giới do Diễn đàn Kinh tế Thế giới (WEF) đưa ra trên cơ sở các số liệu thống kê cũng như các số liệu thu thập được từ việc khảo sát các doanh nghiệp đến từ các quốc gia khác nhau trên thế giới. Dưới đây là xếp hạng thể chế của một số nước trong khu vực Đông Nam Á.

Bảng 1. Xếp hạng thể chế của Việt Nam trong tương quan với một số quốc gia khác cùng khu vực giai đoạn 2013 - 2018

Quốc gia	Thứ hạng					
	2013 (144 nước)	2014 (148 nước)	2015 (144 nước)	2016 (140 nước)	2017 (138 nước)	2018 (137 nước)
Việt Nam	88	97	91	84	82	79
Singapore	2	2	3	2	2	2
Malaysia	28	28	19	22	26	27
Indonesia	71	66	52	54	56	47
Philippines	93	78	66	76	91	94
Thái Lan	76	77	83	81	84	78

Nguồn: Tổng hợp từ các báo cáo năng lực cạnh tranh toàn cầu của WEF giai đoạn 2012- 2018

Bảng 1 cho thấy trong suốt giai đoạn nghiên cứu, mặc dù chỉ số môi trường thể chế của Việt Nam đang tiến triển theo hướng tích cực nhưng vẫn ở mức thấp hơn rất nhiều so với một số nước khác trong cùng khu vực Đông Nam Á như Singapore hay Malaysia. Theo Phí Mạnh Hồng (2017), tại Việt Nam sự phát triển các thể chế thị trường theo các nguyên tắc chung của một nền kinh tế đang phát triển hiện đại vẫn chưa hoàn thành. Tại Việt Nam, nhà nước vẫn can thiệp vào việc sử dụng các yếu tố sản xuất và quyết định mức thu nhập cơ bản cho người lao động chứ không để cho thị trường tự điều chỉnh, dẫn đến thị trường bị méo mó.

Về mức độ tham nhũng của các quốc gia được Tổ chức minh bạch quốc tế (TI) xếp hạng thông qua chỉ số cảm nhận tham nhũng trong khu vực công (CPI)

Bảng 2. Thứ hạng chỉ số cảm nhận tham nhũng của Việt Nam trong tương quan với một số quốc gia khác cùng khu vực giai đoạn 2013-2018

Quốc gia	Thứ hạng					
	2013 (144 nước)	2014 (148 nước)	2015 (144 nước)	2016 (140 nước)	2017 (138 nước)	2018 (137 nước)
Việt Nam	122	115	118	111	113	107
Singapore	6	6	5	7	7	6
Malaysia	53	52	51	53	55	62
Indonesia	88	102	85	76	101	96
Philippines	118	114	107	88	90	96
Thái Lan	105	94	85	95	101	111

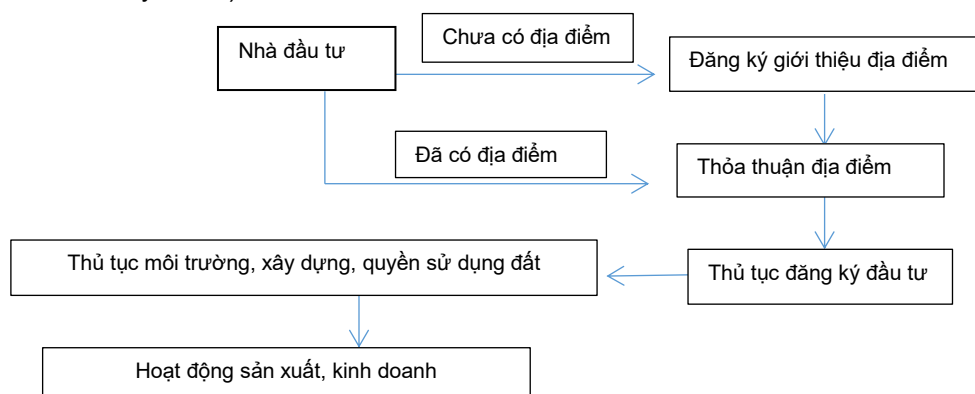
Nguồn: Tổng hợp từ các báo cáo năng lực cạnh tranh toàn cầu của WEF giai đoạn 2012- 2018

Bảng số liệu trên cho thấy nếu mức độ tham nhũng trong khu vực công là vấn đề mà các chủ đầu tư quan tâm nhiều khi quyết định chọn địa điểm đầu tư thì Việt Nam đang bất lợi hơn so với nhiều quốc gia khác trong cùng khu vực như Singapore, Malaysia hay Thái Lan. Tại Việt Nam, vấn đề tham nhũng hiện hữu tại mọi nơi và không thể loại bỏ triệt để từ những cơ quan hành chính, bệnh viện, trường học, thậm chí khi tham gia giao thông trên đường bởi từ bản thân người dân cho đến những người cầm quyền vẫn còn tư tưởng dùng tiền để giải quyết công việc cho nhanh và ở Việt Nam đã có chế tài xử phạt, kỷ luật những trường hợp thanh những nhưng chưa thực sự triệt để và theo cách 'chữa bệnh'. Trái lại, ở Singapore vấn đề về tham nhũng được xác định là căn 'phòng bệnh' ngay từ đầu và Singapore cho rằng sự liên chính, uy tín và danh dự là những thứ xây dựng lên căn cốt rất nhiều thời gian nhưng khi đã mất đi rồi thì khó mà lấy lại được. Vì vậy, ngay từ khâu tuyển chọn nhân sự làm việc cho bộ máy nhà nước đã được tiến hành rất nghiêm minh và Singapore là một quốc gia rất trọng dụng nhân tài, tiền lương và vị trí công việc được sắp xếp theo năng lực chứ không dựa theo bằng cấp, quan hệ (Dương Nguyễn, 2018). Hay ở Malaysia, có đạo luật bảo vệ người tố cáo, có các website để công khai danh tính của những người phạm tội, có cổng thông tin công bố trực tuyến các hợp đồng mua sắm công của chính phủ,...

Thứ hai, môi trường pháp lý và hành chính

Luật đầu tư năm 2014 của Việt Nam ra đời đã mang đến nhiều điểm sáng cho các nhà đầu tư nước ngoài trong việc giải quyết thủ tục hành chính khi đầu tư vào Việt Nam như thời gian cấp giấy chứng nhận đầu tư đã được rút ngắn. Tuy nhiên, nhìn chung một nhà đầu tư nước ngoài để có

thể tiến hành hoạt động đầu tư tại Việt Nam vẫn phải trải qua một quy trình còn rườm rà. Riêng thủ tục xin cấp Giấy chứng nhận đăng ký kinh doanh ở Việt Nam đã mất tới 15 ngày theo Luật Đầu tư 2014 và mất thêm 15 tới 30 ngày nữa để nhà đầu tư nước ngoài nhận được Giấy chứng nhận đầu tư và đều phải là thủ tục giấy tờ nộp trực tiếp cho các cơ quan có thẩm quyền xét duyệt. Trong khi đó ở Singapore thủ tục mở công ty và đăng kí mã số thuế được gộp làm một và được tổ chức đăng kí hoàn toàn là trực tuyến với tổng thời gian tới lúc nhận được Giấy phép đầu tư chỉ khoảng 30 ngày (Bộ Kế hoạch và Đầu tư, 2019). Tương tự, ở Malaysia mọi thủ tục cũng được tổ chức thành hệ thống chuẩn hóa và ngày càng tối giản với thủ tục đầu tư vào đất nước này chỉ cần trải qua 2 bước: trước tiên, nhà đầu tư nước ngoài cần đăng ký thành lập doanh nghiệp với ủy ban Doanh nghiệp của Malaysia (CCM); tiếp theo là xin phê duyệt giấy phép sản xuất tại Cơ quan phát triển đầu tư Malaysia (MIDA) (Vũ Quốc Huy, 2019).



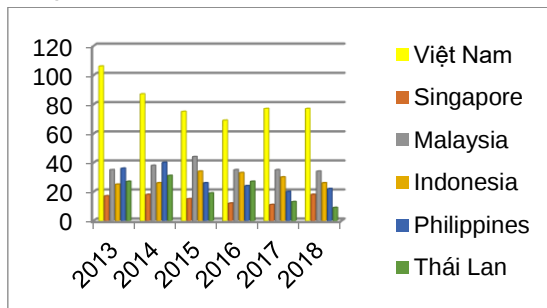
Nguồn: Luật đầu tư, 2014

Hình 1. Khái quát quy trình đầu tư của nhà đầu tư nước ngoài tại Việt Nam

Thứ ba, môi trường kinh tế

Về ổn định kinh tế vĩ mô: Một nền kinh tế ổn định là tiền đề vững chắc để phát triển đầu tư. Theo WEF, chỉ số ổn định kinh tế vĩ mô là trung bình của 2 chỉ số: lạm phát và nợ công. Chỉ số này của Việt Nam trong giai đoạn nghiên cứu được thể hiện ở Hình 2.

Hình 2 cho thấy trong giai đoạn nghiên cứu mặc dù chỉ số xếp hạng của Việt Nam là xấu nhất trong số các nước nghiên cứu nhưng nhìn chung Việt Nam đã có những tiến triển tích cực trong việc cải thiện chỉ số ổn định kinh tế vĩ mô. Cuộc khủng hoảng kinh tế thế giới năm 2008 đã để lại cho Việt Nam nhiều hệ lụy. Với những nỗ lực không ngừng, Chính phủ Việt Nam thông qua một loạt các chính sách tiền tệ thắt chặt đã kiên trì theo đuổi mục tiêu kiểm soát lạm phát và ổn định kinh tế vĩ mô. Nhờ đó, chỉ số giá tiêu dùng trong các năm tiếp theo liên tục giảm và lạm phát được kiểm soát.



Nguồn: Tổng hợp từ các báo cáo năng lực cạnh tranh toàn cầu của WEF giai đoạn 2012-2018

Hình 2. Xếp hạng ổn định kinh tế vĩ mô của Việt Nam giai đoạn 2013-2018

Về quy mô thị trường:

Bảng 4. Xếp hạng quy mô thị trường của Việt Nam và một số nước giai đoạn 2013-2018

Quốc gia	Xếp hạng					
	2013 (144 nước)	2014 (148 nước)	2015 (144 nước)	2016 (140 nước)	2017 (138 nước)	2018 (137 nước)
Việt Nam	31	35	33	32	32	31
Singapore	36	33	30	34	37	35
Malaysia	27	25	25	25	24	24
Indonesia	15	14	14	9	10	9
Philippines	34	32	34	31	31	27
Thái Lan	21	21	21	19	18	18

Nguồn: Tổng hợp từ các báo cáo năng lực cạnh tranh toàn cầu của WEF giai đoạn 2012- 2018

Khoảng cách xếp hạng giữa Việt Nam và các quốc gia khác cùng khu vực khi xét về chỉ tiêu ổn định kinh tế vĩ mô là khá lớn, nhưng khoảng cách này được thu hẹp đáng kể khi xét trên yếu tố

quy mô thị trường, thậm chí trong những năm gần đây Việt Nam còn vượt thứ hạng so với Singapore. Đây là một minh chứng rõ ràng chứng tỏ rằng Việt Nam có sức cạnh tranh tương đối cao về quy mô thị trường.

Thứ tư, môi trường cơ sở hạ tầng

WEF đã xếp hạng chỉ số về cơ sở hạ tầng của các quốc gia dựa trên chất lượng của cơ sở hạ tầng điện và cơ sở hạ tầng giao thông vận tải.

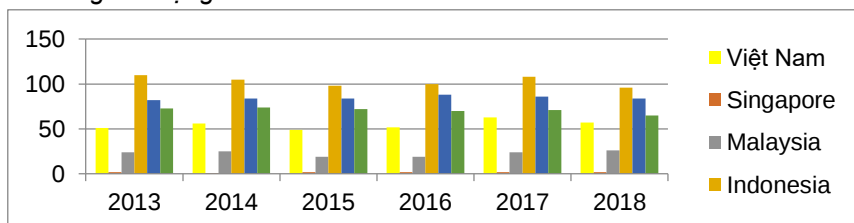
Bảng 5. Xếp hạng môi trường cơ sở hạ tầng của Việt Nam trong tương quan với một số quốc gia khác cùng khu vực giai đoạn 2013-2018

Quốc gia	Xếp hạng					
	2013 (144 nước)	2014 (148 nước)	2015 (144 nước)	2016 (140 nước)	2017 (138 nước)	2018 (137 nước)
Việt Nam	94	83	82	75	79	79
Singapore	1	2	1	2	2	2
Malaysia	33	38	24	23	24	22
Indonesia	78	61	56	62	60	52
Philippines	98	96	91	90	95	97
Thái Lan	46	47	48	44	49	43

Nguồn: Tổng hợp từ các báo cáo năng lực cạnh tranh toàn cầu của WEF giai đoạn 2012- 2018

Mặc dù trong những năm trở lại đây, thứ hạng về chỉ số chất lượng cơ sở hạ tầng của Việt Nam so với các quốc gia khác trong cùng khu vực đang được cải thiện nhưng nhìn chung vẫn còn ở thứ hạng sau Singapore, Malaysia và Thái Lan rất nhiều. Theo Vụ kết cấu hạ tầng và đô thị- Bộ Kế hoạch và Đầu tư (2019), nguyên nhân dẫn đến kết quả này là: thứ nhất, hệ thống kết cấu hạ tầng tại Việt Nam vẫn còn lạc hậu, thiếu đồng bộ, chưa đáp ứng yêu cầu công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước; thứ hai, chất lượng cơ sở hạ tầng kém và hay bị quá tải, hiệu quả sử dụng chưa cao; thứ ba, nhu cầu đầu tư phát triển cơ sở hạ tầng kinh tế - xã hội là rất lớn, song tiềm lực tài chính của đất nước còn nhiều hạn chế. Về môi trường này, Việt Nam khó có thể so sánh với Malaysia, Thái Lan và đặc biệt là Singapore. Đây là những quốc gia dẫn đầu trong khu vực Đông Nam Á về việc có một hệ thống cơ sở hạ tầng giao thông, thủy lợi, điện, nước,... chất lượng tốt. Có được thành tựu đó trước hết là do những quốc gia này có tiềm lực tài chính và đã đầu tư một lượng lớn ngân sách vào việc xây dựng cơ sở hạ tầng; thứ hai là các quốc gia này có tầm nhìn xa khi lên kế hoạch xây dựng một hệ thống cơ sở hạ tầng đồng bộ, có sự kết nối và kịp thời với sự phát triển kinh tế đất nước.

Thứ năm, Môi trường lao động



Nguồn: Tổng hợp từ các báo cáo năng lực cạnh tranh toàn cầu của WEF giai đoạn 2012-2018

Hình 3. Xếp hạng chỉ số tính hiệu quả của thị trường lao động của Việt Nam trong tương quan với một số quốc gia khác cùng khu vực giai đoạn 2012-2018

Chỉ số về tính hiệu quả của thị trường lao động được WEF tính toán dựa trên 10 chỉ số thành phần, bao gồm: Hợp tác trong quan hệ lao động-người sử dụng lao động, độ linh hoạt trong việc xác định tiền lương, thực hành tuyển dụng và sa thải, chi phí dự phòng tiền lương, hiệu lực của thuế đối với các ưu đãi để làm việc, tiền lương và năng suất lao động, quản lý chuyên nghiệp, khả năng giữ nhân tài của một quốc gia, năng lực thu hút nhân tài, tỷ lệ lao động nữ tham gia vào lực lượng lao động so với nam. Ở Việt Nam, còn nhiều lao động được vào làm việc nhưng không phải dựa trên năng lực mà có thể là dựa vào bằng cấp hoặc các mối quan hệ. Điều đó dẫn đến chất lượng lao động không tốt làm năng suất lao động không cao. Hơn nữa, Việt Nam chưa có những chính sách giữ chân nhân tài, những người làm ở vị trí quan trọng nhiều khi là do thâm niên hoặc do quan hệ chứ không thực sự do năng lực, chế độ trả lương nhà nước theo thâm niên nên có nhiều người giỏi chỉ được trả lương thấp, không được trọng dụng dẫn đến tâm lý chán nản và họ tìm đến các cơ hội việc làm ở nước ngoài. Trái lại, ở Singapore lại rất chú trọng và nghiêm ngặt trong việc tuyển dụng nhân sự, các nhân sự được đặt đúng vị trí họ xứng đáng và hưởng lương theo năng lực.

3. Một số giải pháp để cải thiện môi trường đầu tư của Việt Nam

Thứ nhất, về chính trị - xã hội: Cần thực hiện việc phân công nhiệm vụ, chức năng cho các cơ quan hành pháp một cách rõ ràng, minh bạch và thủ tục hành chính cần được công khai, các cấp, các ngành đảm bảo tính thống nhất theo cơ chế một cửa, đặc biệt đối với những thủ tục dễ phát nảy sinh tham nhũng như: thủ tục hải quan, thủ tục xin cấp giấy chứng nhận sử dụng đất, thủ tục cấp giấy phép kinh doanh, thủ tục xét duyệt cấp phép cho các dự án lớn,... Bên cạnh đó, cần thực hiện dân chủ và nghiêm túc, công khai quy trình trong công tác tuyển dụng, bổ nhiệm, khen thưởng, đánh giá, kỷ luật, luân chuyển, điều động cán bộ để có được những cán bộ phù hợp nhất với từng vị trí cụ thể. Nếu phát hiện có gian lận trong các quá trình trên, những đối tượng liên quan cần được xử phạt công khai, nghiêm minh để làm gương cho các thế hệ sau. Đặc biệt phải bảo vệ và có những biện pháp khuyến khích người đấu tranh và tố cáo những hành vi gian lận, tham nhũng. Ngoài ra, nhà nước cần cân đối nguồn ngân sách để đảm bảo mức lương khá cho cán bộ công nhân viên chức để họ có thể trang trải cuộc sống gia đình bằng lương. Từ đó sẽ góp phần giảm động cơ thực hiện các hành vi tham nhũng.

Thứ hai, về pháp lý và hành chính: Tiếp tục thực hiện cải cách thủ tục hành chính theo hướng đơn giản hóa nhưng vẫn phải đảm bảo tính hợp lý, chặt chẽ, nghiêm minh. Những văn bản hướng dẫn nhà đầu tư nước ngoài về các thủ tục, điều kiện hay quy trình đầu tư cần được trình bày súc tích, dễ hiểu và những thắc mắc của nhà đầu tư cần được giải đáp nhanh chóng. Bên cạnh đó, nhà nước cần xây dựng một cơ chế giám sát có tính liên ngành, đa cấp; xây dựng chế tài xử phạt đủ nặng cả về mặt kinh tế và mặt pháp lý đối với cả người thực thi luật lẫn người vi phạm luật.

Thứ ba, về kinh tế: Để kiểm soát lạm phát nhà nước cần thực hiện chính sách tiền tệ thận trọng, điều hành cung tiền và tăng trưởng tín dụng phù hợp, tránh gây sức ép lên lạm phát, giữ ổn định giá trị đồng tiền, điều hành tỉ giá theo tín hiệu thị trường, không để biến động lớn, phù hợp với diễn biến lạm phát. Bên cạnh đó, nhà nước cần thực hiện chính sách tài khóa chặt chẽ để tiết kiệm, thúc đẩy phát triển sản xuất, kinh doanh, tạo nền tảng vĩ mô vững chắc cho ổn định vĩ mô. Để mở rộng quy mô thị trường, nhà nước cần xác định rõ những ngành, lĩnh vực, sản phẩm có lợi thế cạnh tranh chủ đạo để có những chính sách hỗ trợ phát triển phù hợp theo cơ chế thị trường, tận dụng lợi thế của toàn cầu hóa để mở rộng quy mô thị trường.

Thứ tư, về cơ sở hạ tầng: Cần tránh đầu tư dàn trải, tập trung đầu tư cho các công trình quan trọng có tính chất đột phá; đẩy mạnh thu hút đầu tư từ các thành phần kinh tế trong và ngoài nước để có vốn cho đầu tư phát triển cơ sở hạ tầng; đẩy mạnh áp dụng khoa học công nghệ mới trong đầu tư xây dựng và quản lý vận hành công trình cơ sở hạ tầng nhằm rút ngắn trình độ phát triển với các nước trong khu vực và trên thế giới; tăng cường sự phối hợp giữa các cấp các ngành trong đầu tư xây dựng nhằm bảo đảm sự đồng bộ của cả hệ thống.

Thứ năm, về lực lượng lao động: Tiến hành đồng bộ các giải pháp để nâng cao chất lượng lao động cả về mặt chuyên môn lẫn tác phong làm việc. Về tác phong làm việc, nhà nước nên đưa vào chương trình học của các trường cao đẳng, đại học, cơ sở dạy nghề các tiết học bắt buộc về tính kỷ luật trong công việc và xây dựng tinh thần trách nhiệm của học viên đối với chính bản thân họ cũng như với công việc được giao bởi ý thức kỷ luật và tinh thần trách nhiệm cần phải được rèn luyện lâu dài mới có thể trở thành nhân cách. Về chuyên môn, các cơ sở giáo dục cần nghiên cứu kỹ nhu cầu của thị trường để mở thêm những ngành cần thiết và đội ngũ giáo viên cần liên tục trau dồi, học hỏi, cập nhật kiến thức thực tế để có thể đào tạo được các học viên có thể làm được việc ngay khi tốt nghiệp.

4. Kết luận

Mặc dù thời gian qua lượng vốn FDI vào Việt Nam liên tục tăng nhưng chất lượng môi trường đầu tư của Việt Nam chưa thực sự tốt trong tương quan với các quốc gia trong khu vực. Thông qua các chỉ số xếp hạng về những thành tố của môi trường đầu tư của Việt Nam, tác giả rút ra kết luận: so với các quốc gia trong khu vực Đông Nam Á thì môi trường đầu tư của Việt Nam chỉ ở mức trung bình và những tồn tại có thể thấy rõ trong môi trường đầu tư của Việt Nam đó là: thứ nhất, về môi trường chính trị xã hội: thể chế kinh tế thị trường chưa hoàn thiện, nạn tham nhũng còn nhiều; thứ hai, về môi trường pháp lý và hành chính: thủ tục hành chính còn rườm rà, phức tạp; thứ ba, về môi trường kinh tế: mức độ ổn định kinh tế vĩ mô chưa cao; thứ tư, môi trường cơ sở hạ tầng: cơ sở hạ tầng còn yếu kém; thứ năm, về môi trường lao động: tính hiệu quả của thị trường lao động chỉ ở mức khá. Trong cuộc cạnh tranh khốc liệt về thu hút FDI giữa các quốc gia như hiện nay, Việt Nam muốn đứng vững trên thị trường thì nhà nước cũng như các doanh nghiệp cần có sự nỗ lực hơn nữa trong việc áp dụng đồng bộ các giải pháp để cải thiện từng yếu tố của môi trường đầu tư để nâng cao chất lượng của môi trường đầu tư nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Luật đầu tư, 2014.
- [2] Nguyễn Minh Tiến và Nguyễn Văn Bồn, *Các nhân tố quyết định dòng vốn FDI ở các nước châu Á*, Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ, số 31, năm 2014;
- [3] Phí Mạnh Hồng, *Đổi mới thể chế kinh tế ở Việt Nam*, Tạp chí Khoa học xã hội Việt Nam, Số 10, năm 2017.
- [4] Bộ Kế hoạch và Đầu tư, *Quy trình đăng ký kinh doanh tại Singapore*; <https://dangkykinhdoanh.gov.vn/vn/tin-tuc/600/3457/quy-trinh-dang-ky-kinh-doanh-tai-singapore.aspx>, ngày truy cập 29/10/2019
- [5] Dương Nguyễn, *Kinh nghiệm chống tham nhũng của Singapore*, 2018; <http://thanhtravietnam.vn/quoc-te/kinh-nghiem-chong-tham-nhung-cua-singapore-181803>, ngày truy cập 29/10/2019.
- [6] Viện nghiên cứu quản lý kinh tế trung ương, *Đầu tư trực tiếp nước ngoài: một số vấn đề về thực trạng và giải pháp*, 2018.
http://www.ciem.org.vn/Content/files/VNEP/FDI_VNEP_tong%20quan_chi%20Ta%20Thao.pdf, ngày truy cập 1/6/2019.
- [7] Vũ Quốc Huy, *Thu hút đầu tư nước ngoài tại Thái Lan, Malaysia và kinh nghiệm cho Việt Nam*, 2019.
<https://dautunuocngoai.gov.vn/tinbai/2850/Thu-hut-dau-tu-nuoc-ngoai-tai-Thai-Lan-Malaysia-va-kinh-nghiem-cho-Viet-Nam>, ngày truy cập 29/10/2019.
- [8] WB, *Số liệu về FDI của các quốc gia qua các năm*.
https://data.worldbank.org/country/vietnam?name_desc=true, ngày truy cập 03/6/2019
- [9] WEF, Báo cáo năng lực cạnh tranh toàn cầu các năm 2012-2013, 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016, 2016-2017 và 2017-2018.

Ngày nhận bài:	26/9/2019
Ngày nhận bản sửa lần 01:	14/10/2019
Ngày nhận bản sửa lần 02:	30/10/2019
Ngày duyệt đăng:	15/11/2019

VỀ MÔ HÌNH CÂN BẰNG NASH-COURNOT CHO THỊ TRƯỜNG SẢN XUẤT ĐIỆN PHÂN BIỆT

THE DIFFERENTIATED NASH-COURNOT EQUILIBRIUM MODEL FOR ELECTRICITY PRODUCTION MARKET

VŨ TUẤN ANH

Khoa Cơ sở Cơ bản, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: anhvt246@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Trong bài báo này, tác giả nghiên cứu mô hình cân bằng Nash-Cournot cho thị trường sản xuất điện phân biệt (mở rộng của mô hình cân bằng Nash-Cournot cổ điển). Cụ thể, tác giả trình bày mô hình, nêu bài toán cân bằng của mô hình và đưa ra ý nghĩa thực tế của bài toán. Đồng thời, tác giả giới thiệu cách đưa bài toán cân bằng của mô hình về bài toán quy hoạch lồi toàn phương và thuật toán giải tương ứng cùng với ví dụ số minh họa.

Từ khóa: Mô hình cân bằng Nash-Cournot, thị trường sản xuất điện phân biệt, bài toán cân bằng, điểm cân bằng của mô hình, bài toán quy hoạch lồi toàn phương.

Abstract

This paper studies the differentiated Nash-Cournot equilibrium model for electricity production market (the expansion of the classic Nash-Cournot equilibrium model). Specifically, the author presents the model, the equilibrium problem of the model and its meaning. In addition, the author proposes the way to convert the equilibrium problem of the model to a problem of convex quadratic program. An algorithm for solving the latter problem and a numerical example are also discussed.

Keywords: Nash-Cournot equilibrium model, differentiated electricity production market, equilibrium form of the model, convex quadratic program.

1. Đặt vấn đề

Mô hình cân bằng Nash-Cournot cổ điển đã khá quen thuộc trong toán ứng dụng (chẳng hạn, xem [1], [4], [5]). Ta xét mô hình trong thị trường sản xuất điện. Ở đó, giả sử có n nhà máy cùng sản xuất kinh doanh điện khác nhau, chẳng hạn hạt nhân, điện năng lượng mặt trời, điện gió, thủy điện, nhiệt điện,...

Ta giả thiết rằng giá thành sản xuất một đơn vị điện do nhà máy thứ i cung cấp là một hàm affine được cho bởi:

$$p_i(x_1, \dots, x_n) := \alpha - \sum_{k=1}^n \tau_{ik} x_k \quad (1)$$

với mọi $i = 1, \dots, n$; trong đó $\alpha > 0$ là giá ban đầu, $\tau_{ik} > 0$ là hệ số giảm giá do sản lượng tăng. Hàm giá thành này xuất hiện trong các loại điện khác nhau, trong đó người sử dụng có thể thích loại điện được sản xuất bởi một nhà máy này hơn các nhà máy còn lại, ví dụ nhiều người sử dụng thích loại điện gió và năng lượng mặt trời hơn nhiệt điện hoặc năng lượng hạt nhân. Chú ý rằng khi $\tau_{ik} = \tau$ với mọi i và k thì hàm giá thành trở thành hàm thông thường (trong mô hình cân bằng Nash-Cournot cổ điển). Lợi nhuận đạt được bởi công ty i có dạng:

$$f_i(x) := p_i(x_1, \dots, x_n)x_i - c_i(x_i), \quad (2)$$

trong đó $c_i(x_i)$ là chi phí (bao gồm cả phí cho việc gây ô nhiễm môi trường khi sản xuất) để sản xuất x_i sản lượng. Nói chung, $c_i(x_i)$ là một hàm lồi tăng dần chỉ phụ thuộc vào mức sản xuất. Tính lồi có nghĩa là giá thành sản xuất một đơn vị càng tăng khi lượng sản xuất càng lớn (chẳng hạn khi sản xuất nhiều thì bị đánh thuế càng cao do gây ô nhiễm môi trường nên trong thực tế khi người tiêu dùng càng dùng nhiều điện thì càng phải mua với giá cao).

Gọi $K_i \in \mathbf{R}$, ($i = 1, \dots, n$) là tập chiến lược sản phẩm của nhà máy thứ i . Như vậy, nhà máy thứ i chỉ được lựa chọn phương án sản xuất thuộc tập K_i . Mỗi nhà máy đều có chung một mong muốn là cực đại hàm lợi nhuận của mình bằng cách chọn sản lượng để sản xuất. Khi đó, tập chiến lược của mô hình cân bằng thị trường kinh tế là tích Cartesian các tập chiến lược của mỗi nhà máy: $K = K_1 \times \dots \times K_n$.

Một cách tiếp cận thường được sử dụng cho mô hình này được dựa trên khái niệm cân bằng Nash nổi tiếng. Ta có định nghĩa sau:

Định nghĩa 1: Một điểm $x^* = (x_1^*, \dots, x_n^*) \in K$ được gọi là điểm cân bằng Nash của mô hình cân bằng Nash-Cournot nếu với mọi $i = 1, \dots, n$ và với mọi $y_i \in K_i$ ta đều có:

$$f_i(x_1^*, \dots, x_{i-1}^*, y_i, x_{i+1}^*, \dots, x_n^*) \leq f_i(x_1^*, \dots, x_n^*). \quad (3)$$

Đặt $f_i(x_1^*, \dots, x_{i-1}^*, y_i, x_{i+1}^*, \dots, x_n^*) = f_i(x^*[y_i])$ thì (3) được viết lại dưới dạng:

$$f_i(x^*) = \max_{y_i \in K_i} f_i(x^*[y_i]). \quad (4)$$

Về ý nghĩa kinh tế, tại điểm cân bằng Nash thì lợi nhuận của các nhà máy là cao nhất, bất kỳ nhà máy nào chọn phương án sản xuất ra khỏi điểm cân bằng trong khi các nhà máy còn lại vẫn giữ phương án sản xuất tại điểm cân bằng thì lợi nhuận của nhà máy thay đổi chỉ có thể thiệt đi chứ không thể tăng lên. Do đó, tất cả các nhà máy đều muốn mình sản lượng của mình ở vị trí cân bằng.

Với mỗi $x = (x_1, \dots, x_n) \in K$ và $y = (y_1, \dots, y_n) \in K$ ta sử dụng hàm Nikaido-Isoda:

$$f(x, y) = \sum_{i=1}^n [f_i(x_1, \dots, x_n) - f_i(x_1, \dots, x_{i-1}, y_i, x_{i+1}, \dots, x_n)] = \sum_{i=1}^n (f_i(x) - f_i(x[y_i])). \quad (5)$$

Khi đó, bài toán tìm điểm cân bằng của mô hình cân bằng Nash-Cournot tương đương với bài toán cân bằng $EP(f, K)$ sau:

$$\text{Tìm } x^* \in K \text{ sao cho } f(x^*, y) \geq 0 \forall y \in K. \quad (6)$$

Định lý 1: Cho tập chiến lược K là một tập con, lồi, đóng, khác rỗng trong $\mathbf{R}^n$ và hàm $f(x, y)$ xác định bởi (5). Khi đó, điểm $x^* \in K$ là điểm cân bằng Nash khi và chỉ khi nó là một nghiệm của bài toán cân bằng $EP(f, K)$.

Chứng minh: Giả sử x^* là phương án tối ưu của mô hình cân bằng Nash-Cournot thì theo (4) ta có $f_i(x^*) = \max_{y_i \in K_i} f_i(x^*[y_i]) \forall i = 1, \dots, n$. Suy ra:

$$\sum_{i=1}^n [f_i(x_1^*, \dots, x_n^*) - f_i(x_1^*, \dots, x_{i-1}^*, y_i, x_{i+1}^*, \dots, x_n^*)] \geq 0 \forall y \in K.$$

Kết hợp điều này với (5), ta có $f(x^*, y) \geq 0 \forall y \in K$.

Vậy x^* là nghiệm của bài toán cân bằng $EP(f, K)$.

Ngược lại, nếu $x^* \in K$ là nghiệm của bài toán $EP(f, K)$, ta có $f(x^*, y) \geq 0 \forall y \in K$.

Theo (5) ta có $\sum_{i=1}^n [f_i(x_1^*, \dots, x_n^*) - f_i(x_1^*, \dots, x_{i-1}^*, y_i, x_{i+1}^*, \dots, x_n^*)] \geq 0 \forall y \in K$.

Chọn $y = (y_1, x_2^*, \dots, x_n^*)$ suy ra: $f_1(y_1, x_2^*, \dots, x_n^*) \leq f_1(x_1^*, \dots, x_n^*)$.

Mặt khác, với $y = (x_1^*, \dots, x_{i-1}^*, y_i, x_{i+1}^*, \dots, x_n^*)$ ta có:

$$f_i(x_1^*, \dots, x_{i-1}^*, y_i, x_{i+1}^*, \dots, x_n^*) \leq f_i(x_1^*, \dots, x_n^*) \forall i = 2, 3, \dots, n-1.$$

Thay $y = (x_1^*, \dots, x_{n-1}^*, y_n)$, ta được $f_n(x_1^*, \dots, x_{n-1}^*, y_n) \leq f_n(x_1^*, \dots, x_n^*)$.

Vậy x^* là một điểm cân bằng Nash.

Trong thực tế, mức độ sản xuất ở mỗi nhà máy thường thoả mãn một tỷ lệ nhất định:

$$l_j \leq \frac{x_j}{\sum_{h \neq j} x_h} \leq u_j; 0 \leq l_j \leq u_j; j = 1, \dots, n.$$

Tức là sản lượng điện của một loại điện so với tổng sản lượng còn lại của thị trường điện phải thoả mãn một giới hạn cho phép, ví dụ điện hạt nhân hay nhiệt điện ở nhiều nước bị hạn chế sản xuất do gây ô nhiễm môi trường, chặt phá rừng.

Đặt:

$$D := \{(x_1, \dots, x_n) : \omega_j(x_1, \dots, x_n) = \frac{x_j}{\sum_{h \neq j}^n x_h} - u_j \leq 0, \psi_j(x_1, \dots, x_n) = l_j - \frac{x_j}{\sum_{h \neq j}^n x_h} \leq 0, \forall j = 1, \dots, n\} \text{ thì } D \text{ là}$$

một tập lồi đa diện.

Như vậy, bài toán cân bằng $EP(f, K)$ với ràng buộc D được phát biểu lại thành bài toán cân bằng $EP(f, K, D)$:

$$\text{Tìm } x^* \in K \cap D \text{ sao cho } f(x^*, y) \geq 0 \forall y \in K. \quad (7)$$

2. Chuyển bài toán cân bằng $EP(f, K, D)$ về bài toán quy hoạch lồi toàn phương

$$\text{Thay (1) vào (2) ta có } f_i(x) = p_i(x_1, \dots, x_n)x_i - c_i(x_i) = (\alpha - \sum_{k=1}^n \tau_{ik}x_k)x_i - c_i(x_i)$$

với $\alpha > 0, \tau_{ik} > 0$.

$$\begin{aligned} \text{Khi đó, theo (5): } f(x, y) &= \sum_{i=1}^n (f_i(x) - f_i(y)) \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ x_i \alpha - x_i \sum_{k=1}^n \tau_{ik} x_k - c_i(x_i) - y_i \alpha + y_i \sum_{k=1}^n \tau_{ik} x_k - x_i \tau_{ii} y_i + \tau_{ii} y_i^2 + c_i(y_i) \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ (x_i - y_i) \alpha + (y_i - x_i) \sum_{k=1}^n \tau_{ik} x_k + \tau_{ii} y_i (y_i - x_i) + c_i(y_i) - c_i(x_i) \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ (y_i - x_i) \left(\sum_{k=1}^n \tau_{ik} x_k + \tau_{ii} y_i - \alpha \right) + c_i(y_i) - c_i(x_i) \right\} \\ &= \langle Px + Qy - \bar{\alpha}, y - x \rangle + c_i(y_i) - c_i(x_i) = \langle (P + Q)x - \bar{\alpha}, y - x \rangle + \langle Q(y - x), y - x \rangle + h(y) - h(x) \end{aligned}$$

$$\text{với } P := (\tau_{ij})_{n \times n}, Q := \text{diag}(\tau_{11}, \dots, \tau_{nn}), \bar{\alpha} := (\alpha, \dots, \alpha)^T, h(x) := \sum_{i=1}^n c_i(x_i).$$

Vì $\langle Q(y - x), y - x \rangle \geq 0 \forall x, y \in \mathbf{R}^n$ nên nghiệm của bài toán cân bằng $EP(g, K)$ cũng là nghiệm của bài toán cân bằng $EP(f, K)$ với: $g(x, y) = \langle (P + Q)x - \bar{\alpha}, y - x \rangle + h(y) - h(x)$.

Giả sử $h(x)$ là một hàm khả vi trên K .

Mệnh đề 1: Điểm $x^* \in K$ là nghiệm của bài toán cân bằng $EP(g, K)$ khi và chỉ khi x^* là nghiệm của bài toán:

$$\min \{ \varphi_{x^*}(y) = \langle (P + Q)x^* - \bar{\alpha}, y - x^* \rangle + h(y) - h(x^*), y \in K \}. \quad (8)$$

Chứng minh: Giả sử x^* là nghiệm của bài toán cân bằng $EP(g, K)$, khi đó $\varphi_{x^*}(y) \geq 0 \forall y \in K$. Ta lại có $\varphi_{x^*}(x^*) = 0$. Vậy hàm $\varphi_{x^*}(y)$ đạt cực tiểu tại x^* .

Giả sử x^* là một nghiệm của (8), do đó $0 \in \nabla \varphi_{x^*}(x^*) + N_K(x^*)$,

trong đó $N_K(x^*) := \{w \in \mathbf{R}^n : \langle w, y - x^* \rangle \leq 0 \forall y \in K\}$ là nón pháp tuyến ngoài tại x^* của tập K , hay $\langle \nabla \varphi_{x^*}(x^*), y - x^* \rangle \geq 0 \forall y \in K$.

Theo tính chất của hàm lồi: $\langle \nabla \varphi_{x^*}(x^*), y - x^* \rangle \leq \varphi_{x^*}(y) - \varphi_{x^*}(x^*) \forall y \in K$.

Kết hợp với $\varphi_{x^*}(x^*) = 0$ ta được $\varphi_{x^*}(y) \geq 0 \forall y \in K$. Vậy x^* là nghiệm của bài toán cân bằng $EP(g, K)$.

Định lý 2: Điểm $x^* \in K$ là nghiệm của bài toán cân bằng $EP(g, K)$ khi và chỉ khi x^* là nghiệm của bài toán bất đẳng thức biến phân (VIP):

$$\text{Tìm } x^* \in K : \langle F(x) = (P+Q)x^* - \bar{\alpha} + \nabla h(x^*), y - x^* \rangle \geq 0 \quad \forall y \in K. \quad (9)$$

Chứng minh: Giả sử x^* là nghiệm của bài toán $EP(g, K)$, theo **Mệnh đề 1** ta có x^* cũng là nghiệm của bài toán $\min\{\varphi_{x^*}(y) = \langle (P+Q)x^* - \bar{\alpha}, y - x^* \rangle + h(y) - h(x^*), y \in K\}$.

Do đó $0 \in \nabla \varphi_{x^*}(x^*) + N_K(x^*)$ hay $0 \in [(P+Q)x^* - \bar{\alpha} + \nabla h(x^*) + N_K(x^*)]$

$\Rightarrow \langle (P+Q)x^* - \bar{\alpha} + \nabla h(x^*), y - x^* \rangle \geq 0 \quad \forall y \in K$. Vậy x^* là nghiệm của (9).

Để chứng minh điều ngược lại, ta viết $\langle (P+Q)x^* - \bar{\alpha} + \nabla h(x^*), y - x^* \rangle \geq 0 \quad \forall y \in K$ dưới dạng:

$$\langle (P+Q)x^* - \bar{\alpha}, y - x^* \rangle + \langle \nabla h(x^*), y - x^* \rangle \geq 0 \quad \forall y \in K.$$

Sử dụng tính chất của hàm lồi ta có $\langle \nabla h(x^*), y - x^* \rangle \leq h(y) - h(x^*) \quad \forall y \in K$. Do đó, nếu x^* là nghiệm của (9) thì x^* cũng là nghiệm của bài toán $EP(g, K)$. Định lý được chứng minh hoàn toàn.

Định lý 3: Giả sử $f : K \rightarrow \mathbf{R}$ là hàm khả vi, lồi trên tập lồi $K \in \mathbf{R}^n$. Khi đó điểm $x^* \in K$ là nghiệm của bài toán bất đẳng thức biến phân (9) khi và chỉ khi x^* là nghiệm của bài toán quy hoạch lồi $CP(f, K)$:

$$\min\{f(x) : x \in K\} \quad (10)$$

với $F(x) := \nabla f(x)$.

Chứng minh: Giả sử x^* là nghiệm của bài toán (9), tức là $\langle \nabla f(x^*), y - x^* \rangle \geq 0 \quad \forall y \in K$. Do f là hàm lồi, khả vi nên $\langle \nabla f(x^*), y - x^* \rangle \leq f(y) - f(x^*) \quad \forall y \in K$. Suy ra $f(y) \geq f(x^*) \quad \forall y \in K$ hay x^* là nghiệm của (10).

Giả sử x^* là nghiệm của (10). Ta có $f(y) \geq f(x^*) \quad \forall y \in K$. Để chứng minh điều ngược lại, ta dùng phản chứng: $\langle \nabla f(x^*), y - x^* \rangle < 0 \quad \forall y \in K$. Khi đó, lấy $\varepsilon > 0$ đủ nhỏ, do K là tập lồi nên:

$$z_\varepsilon = \varepsilon y + (1-\varepsilon)x^* = x^* + \varepsilon(y - x^*) \in K \quad \forall y \in K$$

và sử dụng khai triển Taylor ta có:

$f(z_\varepsilon) = f(x^*) + \varepsilon \langle \nabla f(x^*), y - x^* \rangle + o(\varepsilon(y - x^*)) < f(x^*) \quad \forall y \in K$, tức x^* không là nghiệm của bài toán (10). Điều này trái với giả thiết.

Giả sử $P = (\tau_{ij})_{n \times n}$ là ma trận đối xứng, nửa xác định dương. Khi đó $P+Q$ cũng là ma trận đối xứng, nửa xác định dương. Áp dụng **Định lý 3** và cho $h(x)$ là hàm tuyến tính hoặc lồi toàn phương thì bài toán cân bằng (7) được đưa về bài toán quy hoạch lồi toàn phương $CQP(f, K, D)$:

$$\min\{\frac{1}{2}x^T(P+Q)x - \bar{\alpha}^T x + h(x) : x \in K \cap D\}. \quad (11)$$

3. Thuật toán giải bài toán quy hoạch lồi toàn phương dạng (11)

a) Bài toán: Cho hàm bậc hai lồi $f : \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{R}$ và hai tập lồi đa diện $K, D \in \mathbf{R}^n$ với giả thiết $K \cap D \neq \emptyset$. Xét bài toán tối ưu sau:

(Q) Tìm $\bar{x} \in K$ sao cho $f(\bar{x}) = \gamma_K := \min\{f(x) : x \in K\}$

với $S := \{x \in K : f(x) = \gamma_K\}$ là tập nghiệm (S là tập lồi do hàm f lồi và K là tập lồi).

Khi đó, (11) được viết lại thành bài toán: (P) Tìm $x^* \in S \cap D$, tức là tìm nghiệm của tối ưu của bài toán (Q) thỏa mãn thêm các ràng buộc phụ được cho bởi tập lồi đa diện D .

b) Thuật toán giải: Để cho tiện, ta sẽ gọi **Thuật toán A** là một thuật toán hữu hạn đã biết nào đó mà có thể giải được bài toán quy hoạch lồi toàn phương (chẳng hạn, thuật toán đơn hình Beale, thuật toán Hildreth-D'Esopo,...).

Ta sẽ giải (P) bằng thuật toán sau đây, gọi tắt là thuật toán hai pha:

Pha 1: Dùng *Thuật toán A* giải bài toán (Q) nhận được $\bar{x} \in K$ và $f(\bar{x}) = \gamma_K$. Hai khả năng xảy ra:

+ Khả năng 1: $\bar{x} \in D$ thì $x^* = \bar{x}$ là lời giải cần tìm của bài toán (P). Dừng quá trình giải.

+ Khả năng 2: $\bar{x} \notin D$ thì chuyển sang Pha II.

Pha 2: Dùng *Thuật toán A* giải bài toán quy hoạch $\min\{f(x) : x \in K \cap D\}$, nhận được lời giải $\hat{x} \in K \cap D$. Rõ ràng $f(\hat{x}) \geq \gamma_K$ (do $K \supseteq K \cap D$). Hai khả năng xảy ra:

+ Khả năng 1: $f(\hat{x}) = \gamma_K$ thì $x^* = \hat{x}$ là lời giải cần tìm của bài toán (P). Dừng quá trình giải.

+ Khả năng 2: $f(\hat{x}) > \gamma_K$ thì bài toán (P) vô nghiệm. Dừng quá trình giải.

4. Ví dụ số minh họa

Xét mô hình cân bằng Nash-Cournot trong thị trường sản xuất điện với các số liệu:

$$n = 3, K = [0, +\infty) \times [0, +\infty) \times [0, +\infty), \alpha^T = (10 \ 10 \ 10), P = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}, Q = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix};$$

$$f_1(x) = (10 - 2x_1 - x_2 - x_3)x_1 - x_1^2, f_2(x) = (10 - x_1 - 3x_2 - x_3)x_2 - 2x_2^2,$$

$$f_3(x) = (10 - x_1 - x_2 - 2x_3)x_3 - 3x_3^2;$$

$$D = \{(x_1, x_2, x_3) : \frac{1}{10} \leq \frac{x_1}{x_2 + x_3} \leq 1, \frac{1}{10} \leq \frac{x_2}{x_1 + x_3} \leq \frac{1}{2}, \frac{1}{10} \leq \frac{x_3}{x_1 + x_2} \leq \frac{1}{2}\}$$

$$= \{(x_1, x_2, x_3) : -10x_1 + x_2 + x_3 \leq 0, x_1 - 10x_2 + x_3 \leq 0, x_1 + x_2 - 10x_3 \leq 0,$$

$$x_1 - x_2 - x_3 \leq 0, -x_1 + 2x_2 - x_3 \leq 0, -x_1 - x_2 + 2x_3 \leq 0\}.$$

Khi đó bài toán quy hoạch lồi toàn phương (11) có dạng:

$$\min\{f(x_1, x_2, x_3) = 3x_1^2 + 5x_2^2 + 5x_3^2 + x_1x_2 + x_2x_3 + x_1x_3 - 10x_1 - 10x_2 - 10x_3 : x \in K \cap D\}.$$

Dùng thuật toán Hildreth-D'Esopo (hoặc các phần mềm Maple, Matlab) có thể giải được bài toán (Q) tương ứng, ở đây tác giả giải bằng phần mềm Maple 17 và thu được nghiệm:

$$\bar{x} = (1, 40625; 0, 78125; 0, 78125)$$

Dễ dàng kiểm tra được $\bar{x} \in D$. Vậy điểm cân bằng của mô hình và mức lợi nhuận tối ưu tương ứng của các nhà máy cần tìm là:

$$x^* = (1, 40625; 0, 78125; 0, 78125), f_1(x_1^*) = 5,93262, f_2(x_2^*) = 3,05176, f_3(x_3^*) = 3,05176$$

5. Kết luận

Trong bài báo này, tác giả giới thiệu cách đưa bài toán cân bằng của mô hình Nash-Cournot cho thị trường sản xuất điện phân biệt về bài toán quy hoạch lồi toàn phương và đề xuất một thuật toán giải tương ứng để tìm điểm cân bằng của mô hình. Kết quả của bài báo là một công cụ rất hiệu quả để nghiên cứu và giải mô hình Nash-Cournot trong các lĩnh vực kinh tế, tài chính, vận tải, cân bằng mạng,...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Hiền, Lê Dũng Mưu và Nguyễn Hữu Điền, *Nhập môn giải tích lồi ứng dụng*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2015.
- [2] Trần Vũ Thiệu, *Giáo trình tối ưu tuyến tính*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2004.
- [3] Trần Vũ Thiệu, *Giáo trình tối ưu phi tuyến tính*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2011.
- [4] Le.D. Muu, V.H. Nguyen, N.V. Quy, *On Nash-Cournot oligopolistic market equilibrium models with concave cost functions*, J. of Global Optimization 41, pp. 351-364, 2008.
- [5] T.D. Quoc, Le.D. Muu, *Splitting proximal point method for Nash-Cournot equilibrium models involving nonconvex cost functions*, J. Nonlinear and Convex Analysis 12, pp. 519-533, 2011.

Ngày nhận bài: 25/03/2019

Ngày nhận bản sửa: 05/04/2019

Ngày duyệt đăng: 10/04/2019

ĐẠO LUẬT Ô NHIỄM DẦU CỦA MỸ VÀ LIÊN HỆ TỚI VIỆT NAM OIL POLLUTION ACT OF USA AND REFERENCE TO VIETNAM SITUATIONS

PHẠM VĂN TÂN

Trung Tâm Huấn luyện thuyền viên, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: phamvantan@vamaru.edu.vn

Tóm tắt

Vấn đề bồi thường thiệt hại ô nhiễm dầu từ tàu trên biển là phức tạp, liên quan đến nhiều đối tượng, nên chúng ta cần phải có các văn bản quy phạm pháp luật quy định chi tiết quy trình và thủ tục bồi thường thiệt hại do ô nhiễm dầu gây ra. Hơn nữa, Việt Nam chưa nội luật hóa tốt các điều khoản của CLC (International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage) vào luật pháp quốc gia. Đây là những lý do khiến Việt Nam gặp khó khăn trong việc yêu cầu bồi thường thiệt hại do ô nhiễm dầu do tàu gây ra. Khác với Việt Nam, Hoa Kỳ tích cực thảo luận xây dựng công ước CLC nhưng lại không tham gia công ước này, mà xây dựng đạo luật riêng cho mình - đó là OPA (Oil Pollution Act) với các quy định ưu việt. Trong phạm vi bài báo, tác giả sẽ phân tích các quy định của OPA giúp ta hiểu rõ đạo luật, cũng như các quy định đặc trưng, riêng biệt, từ đó rút ra những bài học có thể áp dụng vào hệ thống luật Việt Nam, giúp hướng tới hoàn thiện hơn nữa chế độ trách nhiệm pháp lý dân sự đối với thiệt hại ô nhiễm dầu từ tàu gây ra của Việt Nam.

Từ khóa: Thiệt hại ô nhiễm dầu, OPA, luật quốc tế, luật Việt Nam về ô nhiễm dầu.

Abstract

The issues of compensation for oil pollution damage from ships are complex and involving many people, so we need some legal documents stipulate details of the process and procedures for compensation for oil pollution damage. Moreover, Vietnam has un-actively incorporated the provisions of the CLC into national laws. These are the reasons that Vietnam has difficulty in claiming oil pollution damages caused by ships. Unlike Vietnam, the United States was among active participants in the deliberations preceding the adoption of the CLC, but did not participate in this convention, and built its own law - this is OPA with superior rules. Within the scope of the article, the author will analyze OPA to help understand this law, thereby drawing lessons that can be applied to the Vietnam laws system, which aims to further improve the Vietnam's civil liability regime for oil pollution damage caused by ships.

Keywords: Oil pollution damage, OPA, international law, Vietnam's law on oil pollution.

1. Đặt vấn đề

Tại Việt Nam, cơ chế về trách nhiệm dân sự đối với thiệt hại ô nhiễm dầu từ tàu được quy định tại “Bộ luật Hàng hải Việt Nam năm 2015”. Cụ thể, “các tàu chuyên dùng để chở dầu của Việt Nam và nước ngoài phải mua bảo hiểm trách nhiệm pháp lý dân sự cho những thiệt hại ô nhiễm môi trường khi hoạt động tại vùng biển Việt Nam” [6]. Vì Việt Nam đã gia nhập CLC 1992 (“International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage, 1992 - CLC 1992”) vào 7/6/2003, nên Việt Nam có quyền cấp giấy chứng nhận về bảo hiểm trách nhiệm dân sự với thiệt hại ô nhiễm dầu cho các chủ tàu, dẫn đến các tàu dầu Việt Nam khi đi vào vùng biển của các nước là thành viên công ước CLC được thuận lợi trong việc kiểm tra thủ tục giấy tờ ra vào cảng. Bên cạnh đó, “Quyết định số 02/2013/QĐ-TTg ban hành Quy chế về ứng phó sự cố tràn dầu” cũng là cơ sở để xác định trách nhiệm đối với những thiệt hại ô nhiễm do dầu từ tàu gây ra. Tuy nhiên, quyết định này vẫn tồn tại nhiều hạn chế: Những nguyên tắc để giải quyết tranh chấp đã không được nói đến trong quyết định này, cụ thể: Những đối tượng liên quan đến sự cố tràn dầu có thể tự thỏa thuận với nhau, nếu không thể tự thỏa thuận với nhau được, thì lúc đó mới tiến hành việc khởi kiện ra tòa. Cơ sở pháp lý cho việc khiếu nại đối với thiệt hại ô nhiễm dầu từ tàu biển là “Luật Bảo vệ Môi trường”, và các luật, công ước quốc tế khác có liên quan. Tuy nhiên, “Luật Bảo vệ Môi trường” không đề cập đến phương pháp giải quyết tranh chấp, và các quy định về bồi thường chỉ nói đến bồi thường cho ô nhiễm môi trường nói chung, chứ chưa quy định cụ thể đến ô nhiễm dầu do tàu gây ra. Còn về công ước quốc tế liên quan, CLC 1992 đã giúp chúng ta có một cơ sở pháp lý để hoàn thiện pháp luật liên quan đến vấn đề ô nhiễm dầu do tàu gây ra. Tuy nhiên, việc nội luật hóa các điều khoản của CLC 1992 chưa được chúng ta thực hiện triệt để, như quy định về việc thành lập quỹ giới hạn; giới hạn trách nhiệm đối với chủ tàu; quy định về hành động yêu cầu bồi thường trực tiếp đối với doanh nghiệp bảo hiểm (các quy định này đã

được OPA của Mỹ quy định rất rõ ràng), do vậy Việt Nam tuy đã tham gia CLC nhưng vẫn còn gặp khó khăn trong việc đòi bồi thường thiệt hại thỏa đáng cho các sự cố ô nhiễm dầu từ tàu.

Ngoài ra, mặc dù Hoa Kỳ là một trong những nước tham gia tích cực việc thảo luận xây dựng công ước CLC, tuy nhiên Hoa Kỳ lại không tham gia công ước này. Một trong các lý do mà Hoa Kỳ từ chối tham gia công ước CLC là sự xung đột giữa công ước CLC với luật của các Bang thuộc Hoa Kỳ về vấn đề bồi thường thiệt hại ô nhiễm dầu. Do đó, Thượng viện Hoa Kỳ đã tránh chế độ CLC để giữ cho các Bang quyền lực ban hành luật riêng trong phạm vi quyền tài phán của họ. Lý do khác nữa là sự không phù hợp của chế độ CLC đối với những chi phí dọn dẹp cho các sự cố tràn, vì chế độ CLC không cung cấp trách nhiệm vô hạn mà áp dụng chế độ giới hạn trách nhiệm. Với những lý do đó, Hoa Kỳ đã tự xây dựng một chế độ trách nhiệm pháp lý, bồi thường thiệt hại đối với thiệt hại ô nhiễm dầu cho quốc gia mình, đó là “*Đạo luật Ô nhiễm dầu năm 1990*” (“*Oil Pollution Act 1990 - OPA 1990*”).

Từ những nguyên nhân nêu trên, sự cấp bách của Việt Nam hiện nay là cần phải có một hệ thống pháp luật về trách nhiệm pháp lý dân sự đối với thiệt hại ô nhiễm dầu do tàu gây ra rõ ràng và đầy đủ. Do vậy, chúng ta cần phải nghiên cứu học hỏi kinh nghiệm từ một số quốc gia phát triển (trong đó có OPA của Mỹ) để hoàn thiện hơn nữa chế độ trách nhiệm pháp lý dân sự về bồi thường thiệt hại ô nhiễm dầu từ tàu. Bài báo sẽ phân tích tìm ra những ưu nhược điểm của OPA, từ đó rút ra những bài học có thể áp dụng và nội luật hóa các quy định đó vào hệ thống luật Việt Nam, giúp hướng tới hoàn thiện hơn nữa chế độ trách nhiệm pháp lý dân sự đối với thiệt hại ô nhiễm dầu từ tàu gây ra của Việt Nam.

2. Những ưu nhược điểm của Đạo luật ô nhiễm dầu của Mỹ

Sau sự cố tràn dầu Exxon Valdez¹, Quốc hội Hoa Kỳ ban hành OPA 1990. Khi OPA 1990 được áp dụng thì nó đã giải quyết toàn diện các vấn đề liên quan đến ô nhiễm dầu, bao gồm trách nhiệm pháp lý và bồi thường ô nhiễm dầu từ tàu cũng như từ các cơ sở dầu. Sau đây tác giả sẽ phân tích những ưu nhược điểm của OPA trong việc đòi bồi thường thiệt hại ô nhiễm dầu trên biển.

2.1. Trách nhiệm đối với ô nhiễm dầu từ tàu

Theo OPA 1990, các bên có trách nhiệm liên quan đến con tàu gây ra sự cố tràn dầu phải chịu trách nhiệm về chi phí loại bỏ làm sạch và các thiệt hại ô nhiễm do sự cố gây ra. Chủ tàu phải chịu trách nhiệm nghiêm ngặt về ô nhiễm dầu và về những hoạt động ứng phó ban đầu để làm sạch ô nhiễm. Hơn nữa, bên chịu trách nhiệm phải chịu mọi chi phí loại bỏ, làm sạch ô nhiễm do chính phủ Hoa Kỳ, bất kỳ Bang nào, chính quyền địa phương tiến hành mà không áp dụng các quy định về giới hạn trách nhiệm pháp lý [2]. Nói cách khác, trách nhiệm của chủ tàu là tuyệt đối khi liên quan đến chi phí loại bỏ, làm sạch ô nhiễm. Đây là điểm sáng của OPA so với chế độ CLC, theo CLC, với chi phí loại bỏ, làm sạch ô nhiễm thì chủ tàu được giới hạn trách nhiệm pháp lý của mình với một số tiền cụ thể chứ không phải tuyệt đối [3].

Các khiếu nại ban đầu được trao độc quyền cho các tòa án quận của Hoa Kỳ mà không giới hạn số tiền thiệt hại. Hơn nữa, OPA 1990 không ngăn cản các Bang thực hiện luật trách nhiệm và bồi thường ô nhiễm dầu của riêng họ. Kết quả là xuất hiện một số luật khác nhau ở các Bang khác nhau, và dẫn đến việc xét xử khác đối với các khiếu nại về ô nhiễm dầu ở các Bang. Đó là điểm yếu của OPA so với CLC, theo CLC thì các tiêu chí thống nhất trên toàn cầu.

2.2. Các loại chi phí và thiệt hại được bồi thường

Theo OPA, chi phí được bồi thường bao gồm chi phí loại bỏ ô nhiễm; thiệt hại thì bao gồm thiệt hại về tài nguyên thiên nhiên, thiệt hại về tài sản, thiệt hại do mất lợi nhuận và thu nhập, thiệt hại do mất khả năng sử dụng tài nguyên thiên nhiên, thiệt hại do mất doanh thu của Chính phủ, cũng như thiệt hại do các dịch vụ công cộng tăng lên. Như vậy, với những quy định rõ ràng về chi phí và loại thiệt hại đã làm cho việc áp dụng OPA dễ dàng và chính xác hơn. Nhưng với loại thiệt hại được bồi thường rộng thì OPA có thể có nhiều khiếu nại, do đó mất nhiều thời gian hơn để giải quyết khiếu nại. Còn theo CLC loại thiệt hại được bồi thường không được quy định cụ thể mà chỉ được giải thích theo công ước Quỹ (“*International Convention on the Establishment of an International Fund Compensation for Oil Pollution Damage*”) [4].

Các khiếu nại đối với thiệt hại về tài nguyên thiên nhiên bao gồm: Các thiệt hại cho tổn thất, phá hủy, mất hoặc mất sử dụng tài nguyên thiên nhiên, chi phí cho việc phục hồi các tài nguyên thiên nhiên bị hư hỏng, chi phí cho việc đánh giá thiệt hại.

¹ Vào ngày 23/3/1989, tàu Exxon Valdez khởi hành từ cảng Alyeska ở Valdez, Alaska đến Los Angeles, California. Trên tuyến đường hành hải, tàu Exxon Valdez đã đâm vào tàu Bligh Reef ở Prince William Sound và mắc cạn. Kết quả là, hơn 10 triệu gallon hàng dầu thô của tàu Exxon Valdez đã tràn ra biển và gây ô nhiễm tới hơn 3.000 dặm vuông, cùng với hơn 350 dặm bờ biển ở Prince William Sound; chi phí được trả bởi chủ tàu trong sự cố Exxon Valdez lên tới hơn 8,6 tỷ USD [1].

Thiệt hại đối với tài sản là chi phí bồi thường cho những người sở hữu hoặc cho thuê tài sản. Trong danh mục thiệt hại tài sản bao gồm cả chi phí làm sạch một tài sản của cá nhân, thiệt hại hoặc tổn thất kinh tế do ô nhiễm đã phá hủy tài sản cá nhân.

Mất khả năng kiếm tiền là một loại thiệt hại được bồi thường. Bất cứ ai bị mất lợi nhuận hoặc thu nhập đều có thể yêu cầu bồi thường thiệt hại bằng với tổn thất lợi nhuận hoặc suy giảm khả năng kiếm tiền do ô nhiễm gây ra. Tuy nhiên, cũng giống như chế độ CLC thì nạn nhân phải chứng minh thiệt hại đó là hậu quả liên quan trực tiếp đến ô nhiễm dầu [5].

Ngoài ra, việc mất khả năng sử dụng tài nguyên thiên nhiên cũng được bồi thường theo OPA 1990. Cụ thể, bất cứ ai sử dụng, sinh hoạt phụ thuộc vào tài nguyên thiên nhiên đã bị ô nhiễm hoặc bị phá hủy do sự cố tràn dầu có thể yêu cầu bồi thường thiệt hại.

Các Bang, Chính quyền địa phương có thể yêu cầu mất doanh thu của Chính phủ. Trong danh mục này, các thiệt hại được chi trả cho tổn thất ròng về thuế, tiền bản quyền, tiền thuê nhà, lệ phí hoặc cổ phiếu lợi nhuận ròng do tài sản thực, tài sản cá nhân hoặc tài nguyên thiên nhiên bị mất mát hoặc phá hủy [2]. Các tổn thất do các dịch vụ công cộng gia tăng cũng được bồi thường. Cụ thể, các khiếu nại thuộc danh mục này liên quan đến chi phí ròng khi cung cấp các dịch vụ công cộng tăng hoặc bổ sung trong hoặc sau khi khắc phục hoặc do trực tiếp đối phó với sự cố tràn dầu. Tuy nhiên việc chứng minh những doanh thu, lợi nhuận,... do ảnh hưởng trực tiếp từ ô nhiễm không phải việc dễ dàng.

Như vậy, các quy định về chi phí và thiệt hại được bồi thường dường như đủ rộng để cho phép nạn nhân có thể phục hồi các loại thiệt hại trên diện rộng. Tuy nhiên, điều đó cũng làm khả năng phục hồi thấp hơn so với chế độ CLC do có quá nhiều loại thiệt hại.

2.3. Quyền miễn trừ cho bên có trách nhiệm

Cũng giống như chế độ CLC, theo OPA 1990 chủ tàu được hưởng ba loại miễn trừ trách nhiệm: Ô nhiễm do thiên nhiên, do hành động chiến tranh và do hành động hoặc thiếu sót của bên thứ ba [2]. Chủ tàu phải chứng minh sự cố tràn dầu và các thiệt hại, chi phí loại bỏ ô nhiễm do một trong ba nguyên nhân trên. Trong trường hợp chủ tàu chứng minh thành công trách nhiệm của bên thứ ba là duy nhất hoặc kết hợp với hành động chiến tranh hoặc do thiên tai, thì bên thứ ba đó phải chịu trách nhiệm. Tuy nhiên, chủ tàu phải hoàn thành trách nhiệm pháp lý trước và sau đó mới được hưởng quyền thay thế.

Ngoài ra, chủ tàu có thể được miễn trách nhiệm đối với những người khiếu nại nếu chứng minh rằng vụ việc là do sơ suất hoặc hành vi sai trái cố ý của nguyên đơn đó. Tuy nhiên, chủ tàu sẽ không được hưởng các quyền miễn trừ nếu từ chối hoặc không báo cáo sự cố theo luật định; không hợp tác và hỗ trợ hợp lý theo yêu cầu của cơ quan có trách nhiệm trong các hoạt động khắc phục sự cố; không tuân thủ các luật khác có liên quan mà không có lý do chính đáng.

2.4. Giới hạn trách nhiệm pháp lý

Theo OPA 1990, trách nhiệm pháp lý của chủ tàu cũng được giới hạn ở một mức tiền cụ thể như theo chế độ CLC, tuy nhiên mức giới hạn được chia khác nhau, cụ thể: Đối với các tàu chở dầu chở ít hơn hoặc bằng 3.000 tấn là 3.200 USD/tấn hoặc 6.408.000 USD cho các tàu vỏ đơn; và 2.000 USD/tấn hoặc 4.272.000 USD cho tàu vỏ đôi. Đối với tàu chở dầu chở trên 3.000 tấn là 3.200 USD/tấn hoặc 23.496.000 USD cho tàu vỏ đơn; và 2.000 USD/tấn hoặc 17.088.000 USD cho tàu vỏ đôi [2].

Mức giới hạn theo OPA tương đối cao hơn so với mức giới hạn theo CLC. Một điểm khác biệt nữa là mức giới hạn theo OPA có thể được điều chỉnh tối thiểu ba năm một lần. Việc điều chỉnh như vậy để phản ánh sự gia tăng chỉ số giá tiêu dùng. Nhưng một điều đáng lưu ý, quyền giới hạn trách nhiệm theo OPA dễ dàng bị mất hơn so với chế độ CLC. Cụ thể, quyền giới hạn trách nhiệm theo OPA có thể bị mất trong ba trường hợp. Đầu tiên là sự cố tràn dầu được gây ra bởi sơ suất bất cẩn hoặc hành vi sai trái cố ý của chủ tàu hoặc đại lý của chủ tàu. Thứ hai là sự cố được gây ra do vi phạm bất kỳ luật liên bang nào của chủ tàu, đại lý của chủ tàu. Thứ ba là không hợp tác, từ chối hợp tác hoặc không báo cáo sự cố.

2.5. Bảo đảm tài chính

Chủ của một tàu chở trên 300 tấn dầu hàng hoặc nhiên liệu hoạt động trong vùng biển của Hoa Kỳ sẽ phải duy trì bảo đảm tài chính thỏa mãn trách nhiệm tối đa của một người theo luật [2]. Các tàu thuộc phạm vi áp dụng bảo đảm tài chính của OPA 1990 là tương đối nhỏ. Sự cố tràn dầu do các tàu chở dầu nhỏ cũng có thể gây ra hậu quả tiêu cực đáng kể cho môi trường biển. Vì vậy, các tàu nhỏ cũng cần được điều chỉnh và đây là điểm nổi bật của OPA 1990 so với chế độ CLC.

Các biện pháp xử phạt vì không tuân thủ các quy định về bảo đảm tài chính bao gồm từ chối giải phóng tàu, từ chối nhập cảnh hoặc giam giữ và tịch thu tàu. Tuy nhiên, khác với CLC, việc thực

thi này được trao cho các Bang ở Hoa Kỳ, nên có sự khác nhau về mức độ trừng phạt ở các Bang khác nhau.

2.6. Quyền yêu cầu khiếu kiện chống lại người bảo lãnh

Người bảo lãnh cung cấp bảo đảm tài chính cho chủ tàu có thể bị khiếu kiện để yêu cầu thực thi trách nhiệm bồi thường của chủ tàu theo OPA 1990. Nhưng, người bảo lãnh có thể yêu cầu tất cả các quyền và biện pháp bảo vệ mà chủ tàu được hưởng. Ngoài ra, nếu người bảo lãnh viện dẫn được rằng sự cố là do hành vi sai trái cố ý của chủ tàu thì người bảo lãnh sẽ được bảo vệ trước tòa. Tuy nhiên, người bảo lãnh không được viện dẫn bất kỳ biện pháp bảo vệ nào khác có thể có trong quá trình tố tụng chống lại anh ta, mà do chủ tàu cung cấp. So với CLC, quyền của người bảo lãnh theo OPA hạn chế hơn, cụ thể người bảo lãnh phải chịu trách nhiệm tuyệt đối chứ không phải nghiêm ngặt đối với các chi phí loại bỏ, làm sạch ô nhiễm.

2.7. Quỹ trách nhiệm bồi thường về ô nhiễm dầu

Cũng giống như CLC, theo OPA, một Quỹ trách nhiệm bồi thường về ô nhiễm dầu được thành lập. Ngoài khoản bồi thường có sẵn từ bên chịu trách nhiệm, thì người thiệt hại còn có cơ hội thứ hai được bồi thường bởi Quỹ trách nhiệm bồi thường về ô nhiễm dầu. Trong trường hợp bên chịu trách nhiệm không biết hoặc biết nhưng từ chối trả tiền cho sự cố tràn dầu, thì Quỹ ủy thác trách nhiệm sự cố tràn dầu ("*Oil Spill Liability Trust Fund - OSLTF*") có thể được áp dụng để trang trải cho những thiệt hại ô nhiễm.

OSLTF được thành lập vào năm 1986 bởi Quốc hội Hoa Kỳ, được ủy quyền để thu tiền, nhưng chỉ sử dụng số tiền đó khi OPA 1990 đã được thông qua. OSLTF được quản lý bởi Trung tâm Quỹ ô nhiễm quốc gia của cảnh sát biển Hoa Kỳ ("*United States Coast Guard's National Pollution Funds Center - NPFC*"). NPFC được thành lập năm 1991 với mục đích triển khai OPA 1990, quản lý OSLTF và đảm bảo ứng phó và khôi phục hiệu quả trong các sự cố tràn dầu [1].

OSLTF có thể được Chính phủ Mỹ sử dụng trong các hoạt động loại bỏ ô nhiễm dầu, các hoạt động đánh giá và phục hồi tài nguyên thiên nhiên, giải quyết khiếu nại về ô nhiễm dầu đối với các chi phí và thiệt hại không được bồi thường và cho các hoạt động nghiên cứu và phát triển. OSLTF có thể cung cấp tối đa 1 tỷ USD cho một sự cố ô nhiễm dầu, bao gồm tối đa 500 triệu USD để đánh giá thiệt hại tài nguyên thiên nhiên ban đầu cũng như các khiếu nại ban đầu [1]. Tuy nhiên, trong trường hợp OSLTF thanh toán thiệt hại mà bên chịu trách nhiệm đã từ chối, họ có quyền thu hồi thiệt hại đó từ bên chịu trách nhiệm. Nghĩa là quyền đòi bồi thường của nạn nhân đã được chuyển sang OSLTF.

Nguồn thu của OSLTF là 8 cents/mỗi thùng đối với tất cả dầu trong nước cũng như dầu nhập khẩu tại Hoa Kỳ [2]. Các nguồn thu khác bao gồm lãi suất định kỳ cho các khoản đầu tư từ OSLTF; thu hồi chi phí từ bên chịu trách nhiệm; thu tiền phạt liên quan; và chuyển từ các quỹ khác trong Hoa Kỳ.

Tóm lại, với các ưu điểm liên quan đến các quy định về các loại thiệt hại có thể được bồi thường, người chịu trách nhiệm, quyền khiếu nại cho người chịu trách nhiệm và mức giới hạn trách nhiệm pháp lý, thì OPA 1990 đã thành công trong việc giảm số lượng sự cố tràn dầu từ các tàu chở dầu hoạt động trong vùng biển của Hoa Kỳ. Ngoài ra, chế độ trách nhiệm và bồi thường ô nhiễm dầu của Hoa Kỳ đã thành công trong việc bồi thường cho các nạn nhân của thiệt hại ô nhiễm dầu cũng như trong việc bảo vệ môi trường biển. Tuy nhiên, do phạm vi thiệt hại có thể được bồi thường tương đối rộng, nên đã phát sinh nhiều khiếu nại dẫn đến việc bồi thường bị kéo dài theo các khiếu nại. Ngoài ra, như đã phân tích ở trên, OPA 1990 trao quyền áp dụng cho các Bang của Hoa Kỳ, mà mỗi Bang lại có hệ thống luật riêng biệt, dẫn đến thiếu sự thống nhất về trách nhiệm pháp lý ô nhiễm dầu ngay tại trong Hoa Kỳ.

3. Liên hệ tới Việt Nam

3.1. Thực trạng pháp luật Việt Nam về trách nhiệm pháp lý và bồi thường thiệt hại ô nhiễm dầu tàu

Từ những ưu nhược điểm của OPA 1990 đã được phân tích, so với hệ thống luật của Việt Nam, chúng ta có thể thấy một số điểm yếu trong lĩnh vực này như sau:

Việt Nam có một số văn bản pháp lý quy định trách nhiệm dân sự và bồi thường thiệt hại đối với thiệt hại ô nhiễm dầu từ tàu gây ra. Tuy nhiên, các văn bản này vẫn tồn tại thiếu sót, cụ thể là quy định liên quan đến những người chịu trách nhiệm bồi thường thiệt hại ô nhiễm dầu. "*Luật Bảo vệ Môi trường*" không bao gồm tất cả các quyền và nghĩa vụ của chủ thể, đặc biệt là không có quy định rõ ràng về trách nhiệm pháp lý và bồi thường thiệt hại ô nhiễm dầu tàu. Không có tài liệu hướng dẫn, quy định cụ thể về trách nhiệm của một cơ quan, tòa án nào sẽ xét xử vụ án? Và vẫn chưa có quy định rõ ràng để phân biệt giữa chịu trách nhiệm khắc phục, phục hồi môi trường theo luật hành chính và trách nhiệm đối với thiệt hại ô nhiễm theo luật dân sự [8].

“*Bộ luật Hàng hải*” quy định về việc mua bảo hiểm trách nhiệm dân sự cho thiệt hại ô nhiễm dầu. Cụ thể, các tàu chuyên sử dụng để vận chuyển dầu, các sản phẩm dầu mỏ, thì phải mua bảo hiểm trách nhiệm dân sự đối với thiệt hại ô nhiễm dầu khi hoạt động ở vùng biển Việt Nam. Tuy nhiên, điều khoản này áp dụng cho “các tàu chuyên sử dụng để vận chuyển dầu”, nhưng trong Bộ luật lại không có khái niệm về các “tàu chuyên sử dụng để vận chuyển dầu”, những tàu như thế nào là tàu chuyên sử dụng để vận chuyển dầu. So với OPA, thì OPA quy định rõ ràng rằng bảo hiểm trách nhiệm dân sự áp dụng cho các tàu chở trên 300 tấn dầu hàng hoặc nhiên liệu. Đó là hạn chế của Bộ luật này.

“*Bộ luật Hàng hải*” cũng đề cập đến việc thành lập quỹ giới hạn trách nhiệm đối với các khiếu nại hàng hải, tuy nhiên chưa được rõ ràng. Cụ thể, những người có quyền giới hạn trách nhiệm dân sự “có thể” thiết lập một quỹ giới hạn để giải quyết các khiếu nại hàng hải. Như vậy, đối với các khiếu nại hàng hải, việc thành lập một quỹ giới hạn trách nhiệm chỉ là “có thể”, hay nói cách khác, việc thành lập quỹ giới hạn trách nhiệm là chưa “bắt buộc”.

Khi ô nhiễm dầu xảy ra, các biện pháp thực thi chủ yếu của Việt Nam là phạt hành chính và số tiền phạt không đủ để khắc phục đối với các sự cố tràn dầu lớn. Vấn đề thiệt hại ô nhiễm dầu liên quan đến nhiều cơ quan khác như giao thông, môi trường, tòa án, các công ty vận tải,... Do vậy, sự phối hợp chặt chẽ giữa các cơ quan, các quy định rõ ràng và đầy đủ là điều cấp bách hiện nay.

3.2. Các giải pháp hoàn thiện cho Việt Nam

3.2.1. Giải pháp trước mắt

Trước những hạn chế về pháp luật và yêu cầu khách quan của quá trình hội nhập quốc tế và khu vực, thì giải pháp trước mắt là Việt Nam phải sửa đổi, bổ sung một số văn bản pháp luật hiện hành trong lĩnh vực trách nhiệm dân sự về thiệt hại ô nhiễm dầu do tàu gây ra, cụ thể là:

Sửa đổi “*Bộ luật Hàng hải*”, cụ thể là bổ sung quy định về giới hạn trách nhiệm dân sự đối với chủ tàu phù hợp với các công ước quốc tế mà Việt Nam là thành viên, đặc biệt là theo quy định của CLC 1992, bổ sung các điều khoản về bảo hiểm bắt buộc đối với từng loại tàu cụ thể, và quy định về việc bắt giữ tàu trong trường hợp tàu đó gây ô nhiễm dầu trong khu vực nước thuộc thẩm quyền của Việt Nam. Đối với quy định về nguyên tắc giải quyết tranh chấp, ta cần sửa đổi làm rõ tòa án cấp nào sẽ có thẩm quyền đối với các tranh chấp liên quan đến bồi thường thiệt hại ô nhiễm dầu. Ngoài ra, chúng ta bổ sung quy định về việc thành lập “quỹ giới hạn trách nhiệm đối với thiệt hại ô nhiễm dầu” là “bắt buộc”. Bên cạnh đó, vẫn còn rất nhiều hành vi gây ô nhiễm dầu mà không thuộc trong phạm vi điều chỉnh của CLC, ví dụ như các tàu không phải là tàu chở dầu gây ra ô nhiễm, hoặc ô nhiễm do dầu dễ tan gây ra,... Do đó, chúng ta cũng cần thêm những quy định mới cho các trường hợp như vậy trong “*Bộ luật Hàng hải*”.

Ngoài ra, chúng ta nên có những quy định chặt chẽ hơn về trách nhiệm dân sự của chủ tàu đối với thiệt hại ô nhiễm môi trường, bao gồm cả thiệt hại ô nhiễm dầu do tàu gây ra, và những quy định đó phải phù hợp với các công ước quốc tế và luật dân sự Việt Nam. Những quy định này phải rõ ràng và cụ thể. Để đáp ứng các yêu cầu như vậy, chúng ta nên tiếp tục phát hành các tài liệu bổ sung liên quan đến trách nhiệm dân sự và bồi thường đối với thiệt hại ô nhiễm dầu do tàu gây ra.

3.2.2. Giải pháp lâu dài

Về lâu dài, giống như Mỹ, Việt Nam cần ban hành luật chuyên biệt về trách nhiệm dân sự đối với thiệt hại ô nhiễm dầu do tàu gây ra. Luật chuyên biệt như vậy sẽ giúp Việt Nam có cơ sở pháp lý để đánh giá tổn thất, tính toán mức độ thiệt hại và bồi thường thiệt hại thỏa đáng khi ô nhiễm dầu xảy ra, cụ thể luật chuyên biệt đó cần phải đạt được những nguyên tắc sau:

Đảm bảo tính hợp hiến, tính hợp pháp và tính nhất quán của văn bản pháp lý trong hệ thống pháp luật; phải tuân thủ theo hình thức, trình tự và thủ tục xây dựng và ban hành văn bản pháp luật; đảm bảo tính công khai, minh bạch trong quá trình xây dựng và ban hành văn bản pháp luật; đảm bảo tính khả thi; không cản trở việc thực hiện các công ước quốc tế mà Việt Nam đã tham gia.

Luật chuyên biệt này không phụ thuộc vào các văn bản pháp luật khác mà có đối tượng điều chỉnh riêng, phạm vi áp dụng và có các nguyên tắc riêng. Nếu có sự khác biệt giữa các quy định của luật này và các quy định của các luật khác, thì các quy định của luật này sẽ được áp dụng. Trong trường hợp quy định của công ước quốc tế mà Việt Nam đã tham gia khác với các quy định của luật này, thì các quy định của các công ước quốc tế sẽ được áp dụng.

Mục đích của luật này là bồi thường và bảo vệ đầy đủ lợi ích của các tổ chức và cá nhân bị thiệt hại ô nhiễm dầu do tàu gây ra, và thiết lập một khung pháp lý để đảm bảo việc bồi thường cho các nạn nhân của sự cố tràn dầu tại vùng biển Việt Nam.

4. Kết luận

Từ việc nghiên cứu Đạo luật ô nhiễm dầu của Mỹ, lý do và sự cần thiết phải hoàn thiện luật pháp Việt Nam trong lĩnh vực ô nhiễm dầu do tàu gây ra, tác giả đã đưa ra các giải pháp trước mắt và lâu dài cho Việt Nam, và nó thật sự cần thiết trong bối cảnh hiện nay. Những ưu việt của OPA có thể là những bài học quý giá cho Việt Nam vì Mỹ đã có cơ chế thực thi toàn diện và hệ thống pháp lý hoàn chỉnh trong lĩnh vực ô nhiễm dầu từ tàu. Tuy nhiên, khi học hỏi kinh nghiệm từ quốc gia khác - Mỹ, chúng ta nên xem xét chọn lọc các yếu tố phù hợp với điều kiện kinh tế, khoa học, công nghệ và phù hợp với tình hình và đặc điểm cụ thể của Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tumaini Shabani Gurumo, "Review of implementation of international civil liability and compensation regime for ships' oil pollution damage", PhD Dissertation, Dalian Maritime University, 2012.
- [2] United States, Oil Pollution Act, 1990.
- [3] IMO, "International Maritime Organization Protocol of 1992 to amend the International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage of 29 November 1969 (CLC 1992)", <http://www.imo.org>.
- [4] IMO, "Protocol of 2003 to amend the International Convention on the Establishment of an International Fund Compensation for Oil Pollution Damage 1992". <http://www.imo.org>.
- [5] Phạm Văn Tân, Bùi Đăng Khoa, Nguyễn Thành Lê, Nguyễn Văn Trường, "Basic elements of compensation for oil pollution damage caused by ships", Journal of Marine Science and Technology, No.56, 11/2018.
- [6] Bộ luật Hàng hải Việt Nam 2015.
- [7] Quyết định số 02/2013/QĐ-TTg - Ban hành Quy chế về ứng phó sự cố tràn dầu, Thủ tướng Chính phủ ban hành ngày 14/4/2013.
- [8] Lưu Ngọc Tố Tâm, "Pháp luật kiểm soát ô nhiễm môi trường biển trong hoạt động hàng hải ở Việt Nam", Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Luật Hà Nội, 2012.

Ngày nhận bài: 19/8/2019
 Ngày nhận bản sửa: 03/9/2019
 Ngày duyệt đăng: 15/9/2019

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 Nhà 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 5 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 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, nghiêng cỡ chữ 10);

+ Bài báo cần có đầy đủ tóm tắt, từ khóa, 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 bài báo 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 báo gửi đăng sẽ được ít nhất 02 phản biện của bài báo 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 KH-CN, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, 484 Lạch Tray - Lê Chân - Hải Phòng

Tel: 0225 3829111; Email: jmst@vimaru.edu.vn

Ghi chú: Theo Quyết định số 29/QĐ-HĐGSNN, ký ngày 10/7/2019 của Hội đồng 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.

