

# DỰ ĐOÁN NỒNG ĐỘ NO<sub>x</sub> TRONG KHÍ XẢ ĐỘNG CƠ DIESEL KHI SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU NHũ TƯƠNG BẰNG MẠNG NƠON NHÂN TẠO

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

**TS. TRẦN HỒNG HÀ**

*Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam*

### **Tóm tắt**

*Bài báo này giới thiệu phương pháp thực nghiệm và dự báo lý thuyết bằng mạng Neural network về nồng độ NO<sub>x</sub> trong khí xả động cơ diesel. Trên cơ sở số liệu thực nghiệm để đưa ra mô hình dự đoán nồng độ NO<sub>x</sub>. Kết quả cho thấy nồng độ NO<sub>x</sub> trong khí xả của động cơ diesel được dự báo chính xác ở các chế độ tải khác nhau của động cơ khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương.*

### **Abstract**

*In this paper, I study neural network theory and experiment to predict NO<sub>x</sub> concentration of the diesel engine. By using data of experiment to establish a NO<sub>x</sub> concentration model, the results showed that NO<sub>x</sub> concentraion was predicted exactly in various loads of the engine using emulsion fuel oil.*

**Key words:** NO<sub>x</sub>, Neural network, Emulsion fuel.

### **1. Đặt vấn đề**

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

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

Thí nghiệm được tiến hành trên động cơ Diesel loại nhỏ (động cơ bốn thì một xi lanh 14.0kW/2200rpm YANMAR NF19) (hình 1). Động cơ này dùng để nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước hạt nước trong dầu tới quá trình đốt cháy của động cơ. Từ quá trình nghiên cứu trên nhóm nghiên cứu chọn nhiên liệu nhũ tương sử dụng là nhũ tương 5% được tạo ra bằng cách trộn dầu nặng với 5% nước và được khuấy ở 5°C và 80°C, sau đó hoà thêm chất phụ gia (0,5%) vào nhiên liệu để tăng tính ổn định của dầu nhũ tương. Khi thí nghiệm động cơ được điều chỉnh ở các chế độ tải khác nhau 25%, 50%, 75% ở các vòng quay không đổi. Nồng độ các chất ô nhiễm trong khí xả được đo bằng thiết bị phân tích HORIBA PG-250. Thông số NO<sub>x</sub> được đo trong khí xả của động cơ ở các chế độ tải khác nhau 25%, 50%, 75% ở vòng quay 2200 vòng/phút. Nếu không

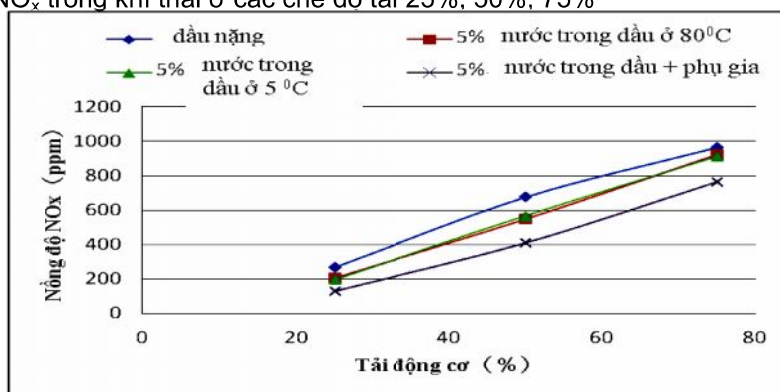
thêm phụ gia vào nhiên liệu nhũ tương, ở chế độ tải thấp và tải trọng cao, động cơ làm việc không ổn định. Việc thêm phụ gia không ảnh hưởng tới tính chất và thành phần của nhiên liệu nhũ tương.



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

Hình 1. Động cơ diesel YANMAR NF19

Khi thay đổi nhiên liệu từ nhiên liệu nặng sang nhiên liệu nhũ tương để chạy thử động cơ sau đó đo nồng độ NO<sub>x</sub> trong khí thải ở các chế độ tải 25%, 50%, 75%



Hình 2. Nồng độ NO<sub>x</sub> ở các chế độ tải khác nhau

Kết quả trong hình 2. cho thấy việc giảm rõ rệt hàm lượng NO<sub>x</sub> khi thay nhiên liệu nặng bằng nhiên liệu nhũ tương. Nhiên liệu nhũ tương ở 5<sup>0</sup>C và 80<sup>0</sup>C cho kết quả nồng độ phát thải NO<sub>x</sub> chênh lệch nhau không đáng kể. Kết quả cho thấy, khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương ở 25% tải nồng độ NO<sub>x</sub> giảm khoảng 70 ppm (26%), ở 50% tải thì hàm lượng NO<sub>x</sub> giảm từ 155-175 ppm (21.5- 24.3%) và tăng tải lên 75%, hàm lượng NO<sub>x</sub> giảm từ 34-45 ppm (3.6- 4.7%). Khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương có phụ gia thì nồng độ NO<sub>x</sub> giảm đáng kể. Ở 25% tải nồng độ NO<sub>x</sub> sẽ giảm từ 40-60 ppm, khi tăng lên đến 50% thì hàm lượng NO<sub>x</sub> giảm 50-75 ppm và khi tăng tải lên đến 75% do hàm lượng nhiên liệu cấp vào động cơ nhiều hơn, lượng nước trong nhiên liệu cấp vào buồng đốt nhỏ theo tỷ lệ cấp nhiên liệu làm cho mức độ giảm NO<sub>x</sub> thấp hơn so với khi động cơ chạy ở 50% tải.

Nhiên liệu nhũ tương sử dụng trong buồng đốt của động cơ diesel giảm nồng độ NO<sub>x</sub> ở các chế độ tải từ 25% đến 75% tải so với nhiên liệu nặng do hai nguyên nhân sau: thứ nhất là các hạt nước trong buồng đốt ở nhiệt độ cao sẽ hấp thụ nhiệt và bay hơi, thứ hai là nhiệt dung riêng của khí trong buồng đốt cũng sẽ tăng lên với hàm lượng nước tăng lên. Hai hiện tượng này dẫn đến hạ thấp nhiệt độ trong buồng đốt. Khi nhiên liệu và nước được phun cùng nhau điều này có nghĩa là nhiệt độ trong vùng hình thành NO<sub>x</sub> sẽ giảm, dẫn đến hàm lượng NO<sub>x</sub> sẽ giảm.

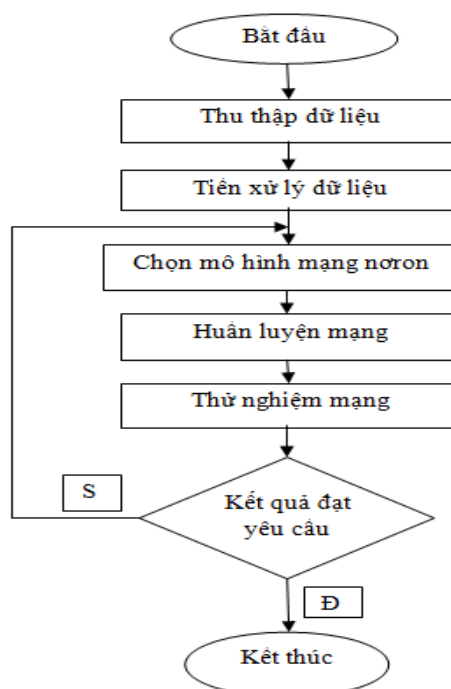
### 3. Huấn luyện mạng nơ-ron dự đoán nồng độ NO<sub>x</sub> trong động cơ tàu thủy

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

$\text{NO}_x$  và đầu vào là chế độ tải động cơ và hàm lượng nước trong nhiên liệu. Từ đó, ta thiết lập mô hình dự đoán nồng độ  $\text{NO}_x$  trong động cơ tàu thủy khi sử dụng nhiên liệu nhũ tương.

### 3.1. Xây dựng thuật toán

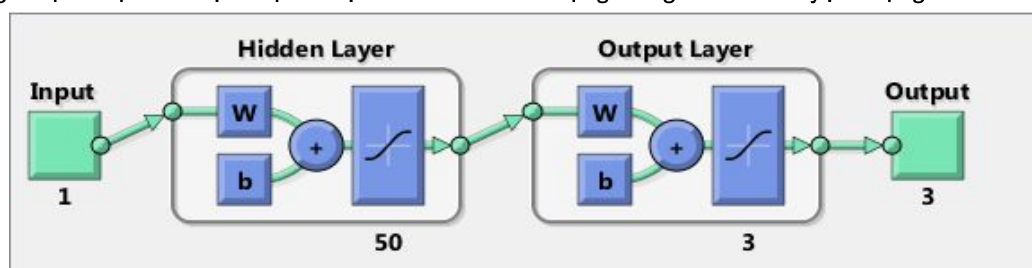
Thuật toán huấn luyện mạng được thể hiện ở hình sau:



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

### 3.2. Huấn luyện mạng ANN cho bài toán ước lượng nồng độ $\text{NO}_x$ trong khí xả động cơ

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



Hình 4. Mô hình mạng

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

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

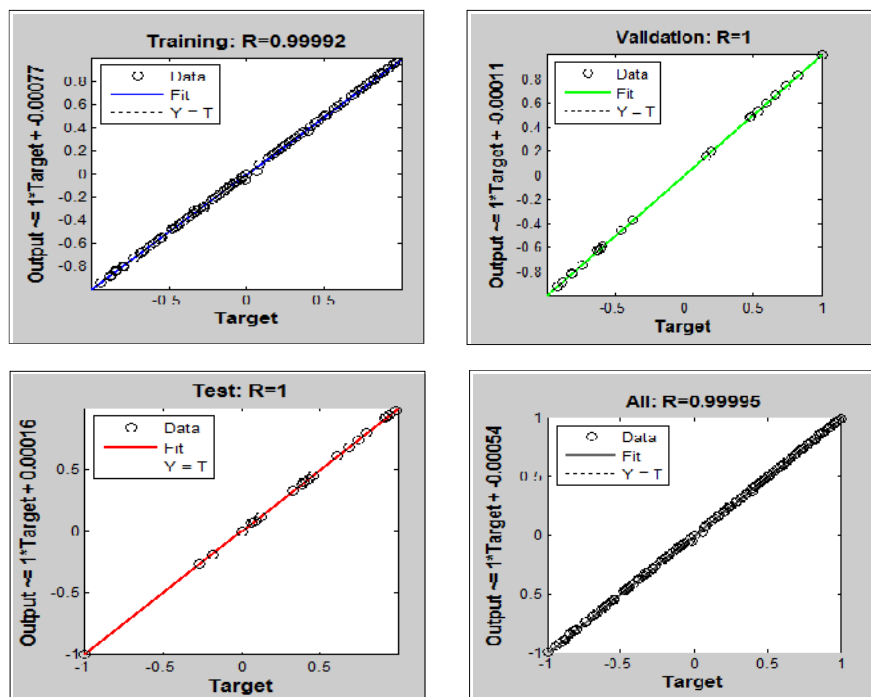
*Bước 1: Nhập số liệu đầu vào (input) và số liệu đầu ra (target)*

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

*Bước 2: Thiết kế và tiến hành huấn luyện mạng*

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

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



Hình 5. Kết quả huấn luyện mạng của đối tượng

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

#### 4. Kết luận

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

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

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

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

Người phản biện: PGS.TS. Phạm Hữu Tân

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

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

#### Tóm tắt

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