

**MÔ HÌNH TÍNH TOÁN QUÁ TRÌNH CHÁY VÀ QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH NO_x
TRONG BUỒNG ĐỐT ĐỘNG CƠ DIESEL CÓ HỒI LƯU KHÍ XẢ**
CALCULATED MODEL OF BURNING PROCESS AND PROCESS OF NO_x
FORMATION IN COMBUSTION CHAMBER OF DIESEL ENGINES WITH
EXHAUST GAS RECIRCULATION

TS. PHẠM HỮU TÂN
Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Hồi lưu khí xả là một trong những phương pháp hiệu quả để giảm NO_x từ động cơ diesel. Bài báo này giới thiệu mô hình nghiên cứu quá trình cháy và quá trình hình thành NO_x trong buồng đốt của động cơ diesel có bố trí bộ hồi lưu khí xả.

Abstract

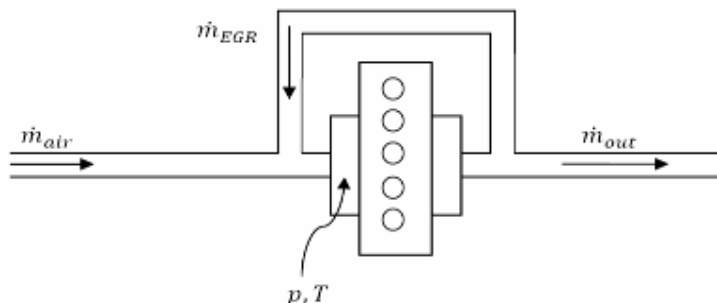
Exhaust Gas Recirculation, EGR, is one of the most effective means of reducing NO_x missions from diesel engines. In this pape a researching model of burning process and process of NO_x formation in combustion chamber of diesel engines with EGR is given.

1. Đặt vấn đề

Do vấn đề về sức khỏe, môi trường và khí hậu mà việc giảm thiểu các độc tố NO_x, HC, CO, PM và CO₂ từ các động cơ diesel đang là một nhu cầu cấp thiết. Hiện nay đã có một số phương pháp nhằm giảm thiểu các độc tố trong khí xả của động cơ như: Biện pháp hoàn thiện quá trình cháy, biện pháp sử dụng nhiên liệu nhũ tương, biện pháp xử dụng nhiên liệu thân thiện với môi trường, biện pháp hồi lưu khí xả, biện pháp dùng bầu lọc trung hòa trên đường xả...Tuy nhiên do giá thành chi phí, cùng như ảnh hưởng của việc giảm công suất nên các biện pháp này hiện nay chưa được ứng dụng rộng rãi dưới tàu thủy. Phương pháp hồi lưu khí xả là một trong những phương pháp hiệu quả để giảm thiểu NO_x từ động cơ diesel, dễ dàng cho việc lắp đặt và có chi phí lắp đặt thấp. Tuy nhiên phương pháp này cũng có nhược điểm là có thể làm giảm công suất của động cơ, cũng như tăng CO do giảm lượng O₂ trong không khí nạp vào động cơ. Để nghiên cứu ảnh hưởng của hồi lưu khí xả đến quá trình cháy và quá trình hình thành NO_x trong động cơ diesel, trước tiên bài báo đi xây dựng mô hình nghiên cứu quá trình cháy và quá trình hình thành NO_x trong động cơ diesel có hồi lưu khí xả. Dưới đây là mô hình động học hệ thống hồi lưu khí xả để nghiên cứu quá trình cháy và quá trình hình thành NO_x trong động cơ diesel.

2. Mô hình động học hệ thống hoàn lưu khí xả

Mô hình động học hệ thống hồi lưu khí xả được thể hiện (hình 1) dưới đây:



Hình 1. Mô hình động học hệ thống hoàn lưu khí xả áp dụng cho động cơ.

3. Mô hình toán học quá trình cháy

Lượng nhiệt phát sinh trong quá trình cháy theo góc quay trục khuỷu được tính theo công thức Ở-le sau:

$$\frac{dQ}{d\varphi} = \left(\frac{dp}{d\varphi} V + kp \frac{dV}{d\varphi} \right) \cdot \frac{1}{k-1} + \frac{dQ_{conv}}{d\varphi} \quad (1)$$

Trong đó:

Q là nhiệt lượng phát sinh trong quá trình cháy [J];

k là số mũ đoạn nhiệt (k=1,4);

p là áp suất tuyệt đối [Pa];

V là thể tích [m³].

Q_{conv} là nhiệt lượng tổn thất qua thành vách xi lanh và được tính theo công thức Woschi :

$$\frac{dQ_{conv}}{d\varphi} = \alpha_{mc} \cdot F_w \cdot (T_{kc} - T_w) \cdot \frac{1}{6n} \quad (2)$$

$$\alpha_{mc} = 1,151 \cdot \sqrt[3]{p_{kc}^2 T_{kc}} (2,45 + 0,185 C_m) \quad (3)$$

Trong đó:

α_{mc} là hệ số tỏa nhiệt của khí cháy tới vách [w/m².°K];

F_w là diện tích tường thành vách xi lanh [m²];

T_{lv} là nhiệt độ thành vách xi lanh [°K];

p_{kc} : Áp suất khí cháy [pa];

C_m : Tốc độ trung bình piston, [m/s];

T_{kc} : Nhiệt độ khí cháy trong xi lanh [°K].

n là tốc độ quay của trục khuỷu [rad/s]

Tính nhiệt độ khí cháy trong xi lanh

Giả thiết nhiệt độ của các chất tham gia phản ứng cháy bằng nhiệt độ tại vùng cháy không hoàn toàn và nhiệt độ của môi chất chỉ thay đổi do quá trình nén và giãn nở đoạn nhiệt.

$$T_{unburned} = T_o \left(\frac{p}{p_o} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (4)$$

Bảng nhiệt dung riêng NASA được áp dụng trong khi thực hiện tính toán để tính nhiệt độ khí cháy trong xi lanh:

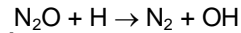
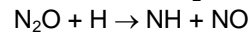
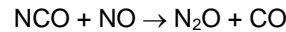
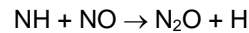
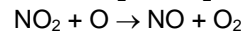
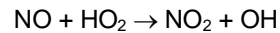
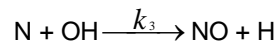
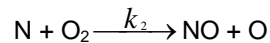
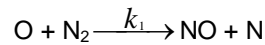
$$T_{kc} = \frac{dQ}{c_p n_{burned}} + T_{unburned} \quad (5)$$

Trong đó: c_p là nhiệt dung riêng đẳng áp của khí cháy [J/kg.°K];
 n_{burned} số phân tử của hỗn hợp cháy được.

4. Mô hình toán học quá trình hình thành NO_x

NO_x được hình thành trong động cơ dưới 3 dạng: ni tơ tác dụng với hydrocarbon không cháy (HC) tạo ra các gốc oxit ni tơ; ni tơ nguyên tử trong nhiên liệu tác dụng với ô xi trong quá trình cháy, ni tơ trong không khí nạp tác dụng với ô xi trong phản ứng cháy ở nhiệt độ lớn hơn 1700°K tạo ra các ô xit ni tơ.

Dưới đây là các phản ứng hóa học của quá trình hình thành NO_x:



Xác định nồng độ NO_x theo cơ chế Zeldovich

Phương trình xác định tốc độ hình thành NO được thể hiện trong công thức sau đây:

$$\frac{dr_{NO}}{d\tau} = \frac{p_{kc}}{41.6 \cdot 10^5 T_{kc}} \frac{K_{1f} r_{N_2} r_O}{1 + \frac{K_{1b} r_{NO}}{K_{2f} r_{O_2}}} \left(1 - \frac{r_{NO}^2}{K r_{N_2} r_{O_2}} \right) \quad (6)$$

Trong đó:

$r_{NO}, r_{N_2}, r_O, r_{O_2}$, - thành phần thể tích của NO, N₂, O, O₂.

K_{1f}, K_{1b}, K_{2f} – các hệ số phản ứng được xác định bằng các công thức sau:

$$K_{1f} = 1.36 \cdot 10^{14} e^{\frac{37985}{T_{kc}}}, \quad (7)$$

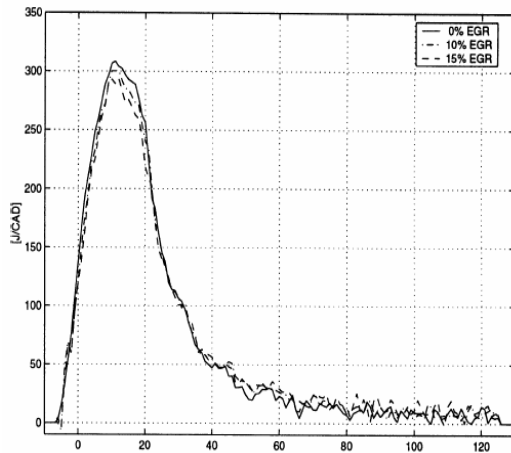
$$K_{1b} = 3.12 \cdot 10^{13} e^{\frac{202}{T_{kc}}}, \quad (8)$$

$$K_{2f} = 1.33 \cdot 10^{10} T_{kc} e^{\frac{3567}{T_{kc}}}. \quad (9)$$

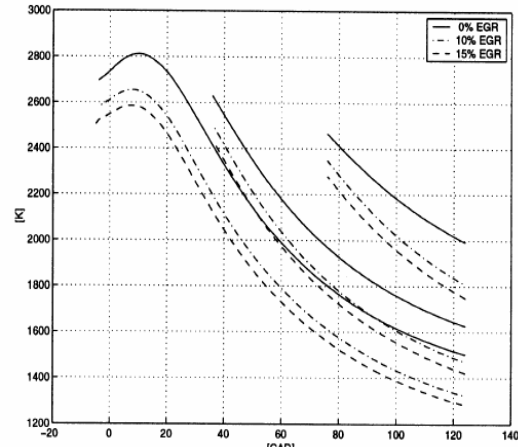
K – hệ số cân bằng phản ứng $N_2 + O_2 = 2NO$;

Từ các công thức trên ta đi tính toán cho các động cơ cụ thể để xác định sự ảnh hưởng của hồi lưu khí xả đến công suất và sự hình thành NO_x của các động cơ diesel có hồi lưu khí xả.

5. Kết quả và thảo luận



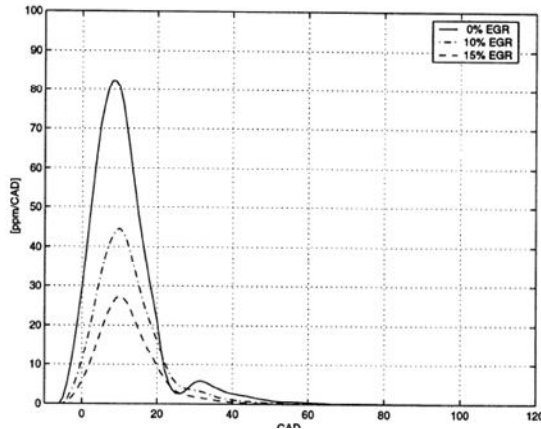
Hình 2. Nhiệt lượng tỏa ra trong xi lanh theo góc quay trục khuỷu với các tỷ lệ hồi lưu khí xả.



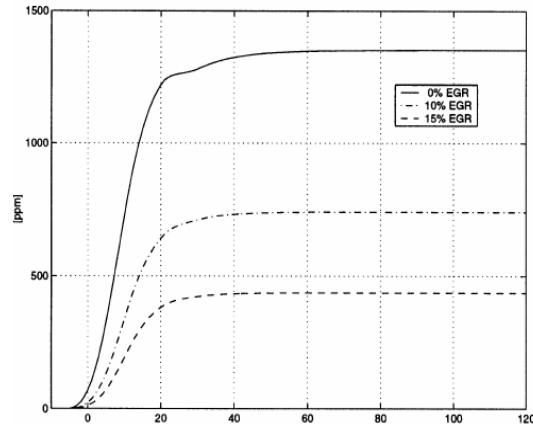
Hình 3. Nhiệt độ trong xi lanh theo góc quay trục khuỷu với các tỷ lệ hồi lưu khí xả.

Xét cụ thể cho động cơ Hanshin 6LU32 để tính toán lý thuyết quá trình công tác và sự hình thành NO_x cho động cơ diesel có hồi lưu khí xả. Các kết quả tính toán được phản ánh trên các đồ thị (hình 2, hình 3, hình 4 và hình 5). Hình 2 thể hiện đồ thị thay đổi nhiệt lượng khí cháy theo góc quay trục khuỷu khi lượng khí xả hồi lưu thay đổi. Từ đồ thị ta thấy rằng khi lượng khí xả hồi lưu tăng thì lượng nhiệt tỏa ra của khí cháy giảm từ 2-4%, điều này là do lượng khí xả hồi lưu nhiều sẽ làm giảm lượng O₂ trong không khí nạp làm quá trình cháy kém đi. Hình 3 thể hiện đồ thị sự thay đổi nhiệt độ theo góc quay trục khuỷu khi lượng khí xả hồi lưu thay đổi và với góc bắt đầu cháy thay đổi. Cũng tương tự như nhiệt lượng của khí cháy trong xi lanh thì nhiệt độ khí cháy trong xi lanh cũng giảm khi lượng khí xả hồi lưu tăng lên, điều này là do lượng nhiệt tỏa ra của khí cháy giảm đáng kể. Như vậy khi lượng khí xả hồi lưu tăng lên thì công suất của động cơ cũng giảm, nhưng mức độ giảm không đáng kể khi lượng khí xả hồi lưu từ 10% trở xuống.

Hình 4 là đồ thị thể hiện sự hình thành NO_x theo góc quay trục khuỷu khi lượng khí xả hồi lưu thay đổi. Từ đồ thị ta thấy khi lượng khí xả hồi lưu là 0% thì lượng NO_x lớn nhất là 83 ppm, khi lượng khí xả hồi lưu là 10% thì NO_x giảm còn 45ppm, còn khi lượng khí xả hồi lưu là 15% thì NO_x giảm xuống còn 28 ppm. Như vậy khi lượng khí xả hồi lưu từ 10% trở xuống thì lượng NO_x hình thành trong xi lanh giảm rất nhanh, khi lượng khí xả hồi lưu tăng lên trên 10% thì NO_x sẽ giảm không đáng kể.



Hình 4. Sự hình thành NO_x trong xi lanh theo góc quay trục khuỷu với các tỷ lệ hồi lưu khí xả.



Hình 4. Nồng độ NO_x trong xi lanh theo góc quay trục khuỷu với các tỷ lệ hồi lưu khí xả.

Hình 5 là đồ thị thể hiện nồng độ NO_x trong xi lanh theo góc quay trục khuỷu khi lượng khí xả hồi lưu thay đổi. Cũng giống như đồ thị biểu thị sự hình thành NO_x trong xi lanh thì nồng độ NO_x trong xi lanh cũng giảm nhiều khi lượng khí xả hồi lưu tăng lên.

Qua kết quả trên ta thấy rằng khi lượng khí xả hồi lưu từ 0÷10% thì lượng nhiệt tỏa ra của khí cháy trong xi lanh giảm đi từ 2÷4%, công suất của động cơ diesel cũng giảm khoảng từ 2÷4% và nhiệt độ khí cháy trong xi lanh cũng giảm tương tự. Tuy nhiên khi với lượng khí xả hồi lưu từ 0-10% thì lượng NO_x trong xi lanh giảm đến còn 50%.

Khi lượng khí xả hồi lưu từ 15% trở lên thì lượng nhiệt của khí cháy trong xi lanh giảm đi nhiều và công suất của động cơ cũng giảm mạnh, còn lượng NO_x thì giảm không đáng kể.

Như vậy qua tính toán ta thấy rằng đối với động cơ diesel có hồi lưu khí xả thì lượng khí xả hồi lưu khoảng 10% thì không ảnh hưởng nhiều đến công suất của động cơ, mà lại giảm được NO_x tới 50%. Như vậy lượng khí xả hồi lưu cho các động cơ diesel khoảng 10% là hiệu quả nhất.

6. Kết luận

Như vậy, việc sử dụng động cơ diesel có hồi lưu khí xả sẽ giảm được việc phát thải độc tố ra môi trường một cách hiệu quả nhất.

Đối với các động cơ diesel thì lượng khí xả hồi lưu theo tính toán vào khoảng 10% là hiệu quả nhất. Với lượng khí xả hồi lưu này thì không ảnh hưởng nhiều đến công suất của động cơ, nhưng lại giảm được tới 50% lượng NO_x trong khí xả của động cơ.

Phương pháp hồi lưu khí xả có thể áp dụng được cho các động cơ diesel tàu biển để giảm thiểu ô nhiễm môi trường do khí xả của động cơ sinh ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] The instruction book, HANSHIN Diesel engine Model 6LU32- Kobe Japan.
- [2] Bộ luật kỹ thuật của tổ chức Hàng hải thế giới (IMO NO_x technical code).
- [3] GS, TS. Lê Viết Lượng Lý thuyết động cơ diesel. Nhà xuất bản Giáo dục. 2001.
- [4] Công ước quốc tế về chống ô nhiễm môi trường biển-MARPOL73/78, phụ lục VI.
- [5] M. Andersson, "Fast NO_x Prediction in Diesel Engines", Licentiate Thesis,
- [6] Division of Combustion Engines, Department of Energy Sciences, Lund.
- [7] R. Egnell, On Zero-dimensional Modelling of Combustion and NO_x formation in Diesel Engines, 2001, ISSN: 0282-1990.
- [8] Nguyễn Văn Bình, Nguyễn Tất Tiến, Nguyên lí động cơ đốt trong, Nxb Giao thông Vận tải, 1996.
- [9] Egnell, R. "Combustion Diagnostics by Means of Multizone Heat Release Analysis and NO Calculation". SAE Paper 981424.
- [10] Uchida, N. Combined Effects of EGR and Supercharging on Diesel Combustion and Emissions". SAE Paper 930601.
- [11] Dürnholtz, M. et al. "Exhaust-Gas Recirculation – A Measure to Reduce Exhaust Emissions of DI diesel Engines". SAE Paper 920725.

-
- [12] Ladommatos, N. et al. "Effects of EGR on Heat Release in Diesel Combustion". SAE Paper 980184.
- [13] Egnell, R. "A simple Approach to Studying the Relation between Fuel Rate, Heat Release Rate and NO Formation in Diesel Engines. SAE Paper 1999-01-3548.
- [14] Heywood, J. B. "Internal Combustion Fundamentals". McGraw-Hill series in mechanical engineering. 1988.
- [15] Benson, R.S. and Whitehouse, N.D. "Internal Combustion Engines." Volumes 1 and 2. Pergamon Press. 1979.
- [16] Dec, J.D. "A Conceptual Model of Diesel Combustion Based on Laser-Sheet Imaging". SAE Paper 970873.

Người phân biệ̣n: TS. Nguyễn Huy Hạ̀o

**NGHIÊN CỨU CÔNG TÁC HUẤN LUYỆN THUYỀN VIÊN TRƯỚC KHI
NHẬP TÀU ĐỘI HÀNG RỜI CỦA CÔNG TY NISSHO ODYSSEY - NHẬT BẢN**
TRAINING CREWS BEFORE JOINING THE BULKER SHIP
OF NISSHO ODYSSEY - NHẬT BẢN

TS. PHẠM KỶ QUANG; KS. NGUYỄN THẾ DUÂN
Trường Đại học Hàng hải

Tóm tắt

Công ty Nissho Odysey - Nhật Bản là một công ty rất có uy tín đối với ngành hàng hải Việt Nam nói chung, cũng như công tác huấn luyện thuyền viên nói riêng. Việc nghiên cứu, đánh giá quy trình huấn luyện thuyền viên trước khi gia nhập đội tàu hàng rời của công ty Nissho Odysey có thể giúp chúng ta có được những ứng dụng và đề xuất cho công tác huấn luyện thuyền viên vì những mục tiêu chung của ngành hàng hải.

Abstract

Nissho Odeysey shipping company - Japan is a very prestigious company for the maritime industry in Vietnam in general, as well as the training crew members in particular. The research and assessment training crews before joining procedure of the company's bulk ships can help us get the applications and proposals for training crews for the common goal of maritime industry.

Keywords: *Nissho Odeysey, training crew, bulk ship.*

1. Một số nét chính về công tác huấn luyện thuyền viên trước khi nhập tàu của công ty Nissho Odeysey

Theo số liệu thống kê được công bố tính đến 06/2012 của công ty Nissho Odeysey, thì công ty có 44 tàu với nhiều chủng loại và kích cỡ. Tổng trọng tải là 1.723.642 DWT, các tàu được đóng từ năm 1991 đến 2010 và tổng số thuyền viên là 856 người với 7 quốc tịch khác nhau gồm: Nhật Bản, Bulgari, Hàn Quốc, Philippine, Myamar, Indonesian và Việt Nam.

Thuyền viên Việt Nam làm việc cho công ty: Theo số liệu thống kê cập nhật đến 06/2012 thì tổng cộng có 369 thuyền viên Việt Nam đang làm việc cho công ty. Cụ thể công ty đang thuê thuyền viên của Trung tâm Thuyền viên Trường Đại học Hàng hải là 12 thuyền bộ với 240 thuyền viên và 9 thực tập, thuê của công ty INLACO Sài Gòn với 10 thuyền bộ tàu chở hoá chất, số lượng 110 thuyền viên và 01 tàu hàng rời với 20 thuyền viên. Thực tế, công ty Nissho Odeysey đã giao một số thuyền bộ hoàn toàn người Việt Nam điều hành tàu hàng rời siêu lớn. Nhìn chung, thuyền viên Việt Nam đã được chủ tàu Nhật Bản đánh giá ngày càng cao về trình độ chuyên môn và kinh nghiệm đi biển. Tuy nhiên, tinh công nghiệp hoá và chuyên môn hoá của thuyền viên Việt Nam chưa cao, trình độ ngoại ngữ Anh vẫn, kiến thức pháp luật, tập quán hàng hải, ý thức kỷ luật, sức khỏe làm việc trên tàu, còn hạn chế so với một số nước trong khu vực như Philippin, Ấn Độ, Bangladesh,...

Việc huấn luyện thuyền viên trước khi nhập đội tàu hàng rời của công ty là một yêu cầu cấp thiết đặt ra. Trên cơ sở những yêu cầu của tiêu chí huấn luyện, bộ luật, khuyến nghị, các đánh giá, những quy định mới của các công ước quốc tế (đặc biệt Công ước quốc tế về huấn luyện, đào tạo, cấp chứng chỉ trực ca cho thuyền viên - STCW 78/95, sửa đổi Manila 2010 của Tổ chức Hàng hải