

TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG CUNG CẤP DUNG DỊCH ADBLUE TRONG BỘ XỬ LÝ XÚC TÁC KHỬ CÓ CHỌN LỌC NO_x (SCR)

REVIEW OF ADBLUE INJECTION SYSTEM IN NO_x SELECTIVE CATALYTIC REDUCTION (SCR) AFTER-TREATMENT DEVICE

Nguyễn Huy Chiến^{1,*}, Nguyễn Mạnh Dũng¹,
Phạm Hữu Tuyển², Đinh Xuân Thành¹

TÓM TẮT

Khí thải động cơ diesel có chứa một số thành phần độc hại như nitrogen oxides (NO_x), carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), chất thải dạng hạt (PM) và hợp chất chứa lưu huỳnh, trong đó NO_x là một thành phần khó xử lý. Để giảm phát thải NO_x có một số giải pháp như tuần hoàn khí thải EGR, bẫy NO_x (Lean NO_x trap) và xử lý xúc tác khử có chọn lọc NO_x (SCR)... Hiện nay, bộ SCR được sử dụng phổ biến trên các động cơ diesel áp dụng tiêu chuẩn khí thải từ Euro 4 trở lên. Bộ SCR bao gồm thành phần chính là hệ thống phun dung dịch khử (dung dịch Adblue) và lõi lọc xúc tác khử thường được nhà sản xuất thiết kế, chế tạo và cung cấp đồng bộ. Bài báo này tập trung làm rõ về hệ thống phun dung dịch Adblue trong bộ SCR và hiệu quả của bộ SCR, làm cơ sở cho quá trình khai thác cũng như nghiên cứu thiết kế, chế tạo hệ thống này ở Việt Nam.

Từ khóa: Hệ thống phun dung dịch Adblue, giảm phát thải NO_x, khí thải động cơ diesel, phát thải, công nghệ xử lý khí thải.

ABSTRACT

Diesel exhaust gas contains some toxic components such as nitrogen oxides (NO_x), carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), Particulate Matter (PM) and sulfur compounds, in which NO_x are hard to reduce. To reduce NO_x emissions, there have been some technologies including EGR exhaust recirculation, NO_x trap (Lean NO_x trap) and NO_x selective catalytic reduction after-treatment device (SCR)... Nowadays, SCR technology is commonly applied on diesel engines that meet the Euro 4 emission standard and upward. The SCR device is usually supplied by the manufacturer that consists of a reducing solution (Adblue) injection system associated with a catalytic core. This article focuses on the Adblue injection system and the efficiency of SCR device that may be the basis for the SCR utilization as well as for research and development this device in Vietnam.

Keywords: Adblue injection system, reduction of NO_x, diesel engine exhaust gas, emissions, after-treatment technology.

¹Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

*Email: chiennh@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 15/12/2020

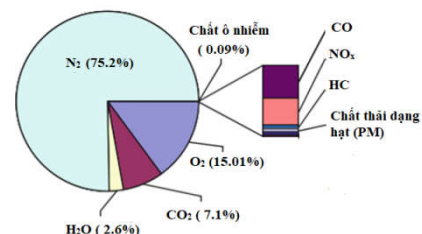
Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 25/01/2021

Ngày chấp nhận đăng: 26/02/2021

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh sự bùng nổ về số lượng các phương tiện giao thông vận tải tăng một cách nhanh chóng, đóng góp

rất lớn vào sự phát triển kinh tế xã hội. Tuy nhiên, mức độ ô nhiễm môi trường cũng đang gia tăng, ảnh hưởng không nhỏ đến đời sống xã hội và con người, mà một trong các tác nhân quan trọng là từ khí thải của các phương tiện giao thông sử dụng động cơ diesel. Với xu hướng giảm thiểu tác động đến môi trường sống, các quy định tiêu chuẩn khí thải ngày càng được nâng cao. Tiêu chuẩn khí thải của các nước được qui định rất khác nhau, các nước có nền kinh tế càng phát triển thì tiêu chuẩn khí thải càng ngặt nghèo hơn. Tại Châu Âu, tiêu chuẩn khí thải Euro 0 được áp dụng vào năm 1987, Euro 1 năm 1991, Euro 2 năm 1996, Euro 3 năm 2001, Euro 4 năm 2005, tiêu chuẩn Euro 5 năm 2008 và tiêu chuẩn Euro 6 được áp dụng vào năm 2013 [1]. Các tiêu chuẩn Euro được áp dụng cho tất cả các nước Liên minh châu Âu và nhiều nước khác trên thế giới cũng áp dụng hệ thống tiêu chuẩn này. Tại Châu Á, một số nước phát triển như Nhật Bản, Trung Quốc, Hàn Quốc đưa tiêu chuẩn phát thải từ rất sớm. Một số nước đang phát triển gần đây cũng bắt đầu từng bước đưa ra những quy định phát thải riêng, trong đó Việt Nam bắt đầu áp dụng tiêu chuẩn khí thải Euro 2 từ năm 2007, hiện nay đang áp dụng tiêu chuẩn Euro 4 cho ô tô [1]. Năm 2011, Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 49/2011/QĐ-TTg [2]: Các loại xe ô tô sản xuất, lắp ráp và nhập khẩu mới phải áp dụng tiêu chuẩn khí thải mức EURO 4 từ 01/01/2017, mức EURO 5 từ 01/01/2022; Đối với xe cơ giới nhập khẩu đã qua sử dụng, ô tô tham gia giao thông áp dụng các mức tiêu chuẩn khí thải quy định tại Phụ lục đính kèm Quyết định số 249/QĐ-TTg bắt đầu từ năm 2006.



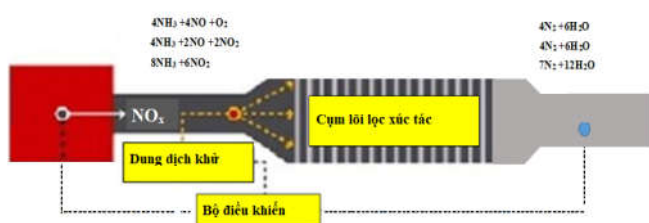
Hình 1. Tỷ lệ các chất độc hại trong khí thải động cơ diesel [3]

Các chất độc hại trong khí thải động cơ diesel gồm nitrogen oxides (NO_x), carbon monoxide (CO), Hydrocarbons (HC), chất thải dạng hạt (PM) và hợp chất chứa lưu huỳnh là nguyên nhân chính gây ra ô nhiễm không khí (hình 1).

Trong đó, NO_x và PM là hai thành phần khó xử lý trong khí thải động cơ diesel. Để giảm phát thải NO_x có một số giải pháp như tuần hoàn khí thải EGR, bẫy NO_x (Lean NO_x trap) và xử lý xúc tác khử (SCR), trong đó bộ xử lý xúc tác khử (SCR) được sử dụng phổ biến hiện nay trên các động cơ diesel từ Euro 4 trở lên. Hệ thống này thường được nhà sản xuất ô tô/phụ tùng linh kiện nước ngoài thiết kế, chế tạo và sản xuất đồng bộ. Ở Việt Nam đến nay cũng đã có một số nghiên cứu liên quan về bộ SCR như thiết kế chế tạo lõi xúc tác, dung dịch khử Adblue và thử nghiệm sơ bộ trên động cơ, tuy nhiên hệ thống phun dung dịch khử chưa được tìm hiểu và nghiên cứu đầy đủ để có thể hoàn thiện được bộ SCR. Bài báo này tập trung trình bày về công nghệ phun dung dịch khử và hiệu quả của bộ SCR, làm cơ sở cho quá trình khai thác cũng như nghiên cứu thiết kế, chế tạo hệ thống này ở Việt Nam.

2. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ XÚC TÁC KHỬ NO_x TRONG KHÍ THẢI ĐỘNG CƠ DIESEL

2.1. Sơ đồ và nguyên lý hoạt động của bộ xử lý xúc tác khử NO_x



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của bộ xử lý xúc tác khử NO_x [4]

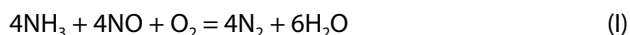
- Cấu tạo

Hình 2 thể hiện cấu tạo của bộ xử lý xúc tác khử NO_x gồm hai thành phần chính: hệ thống cung cấp dung dịch Adblue và cụm lõi lọc xúc tác.

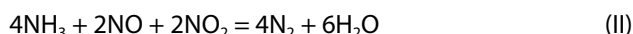
- Nguyên lý hoạt động:

Quá trình xử lý NO_x xảy ra trong bộ xử lý xúc tác khử NO_x bao gồm 1 chuỗi các phản ứng hóa học gồm 3 giai đoạn chính [5, 6]:

+ Giai đoạn đầu tiên gọi là "Standard SCR", phản ứng này làm giảm NO. Phản ứng này được gọi là phản ứng chuẩn bởi vì NO là đặc trưng cho phản ứng làm giảm khí thải của động cơ diesel.



+ Giai đoạn thứ hai gọi là "Fast SCR", phản ứng này xảy ra nhanh hơn là phản ứng chuẩn. Phản ứng này xảy ra bên trong cụm lõi lọc xúc tác nơi có sự cân bằng NO và NO₂.



+ Giai đoạn thứ ba gọi là "Slow SCR", nó xảy ra khi tỉ lệ NO₂/NO > 1, NO₂/NO là hệ số của phản ứng hoá học, giá trị của nó phụ thuộc vào mỗi phương trình phản ứng. Hệ số này ảnh hưởng rất nhiều đến hiệu suất của bộ xử lý xúc tác khử NO_x, với tỉ lệ NO₂/NO > 1 thì phản ứng xảy ra tương đối chậm.



Trong quá trình hoạt động của bộ xử lý xúc tác khử NO_x cũng có các vùng nhiệt độ, mà các vùng nhiệt độ này là điều kiện xảy ra các phản ứng trên. Có ba vùng chính là:

+ Vùng một (200 ÷ 250°C): Đây là vùng nhiệt độ thấp mà tỉ số NO₂/NO là yếu tố chính của phản ứng. Phản ứng chính của vùng này là phản ứng thứ hai.

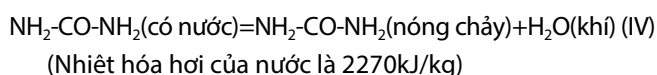
+ Vùng hai (250 ÷ 350°C): Vùng này xảy ra phản ứng thứ ba. Khi tỉ số NO₂/NO lớn hơn 1, quyết định đến hiệu suất của bộ xử lý.

+ Vùng ba (>350°C): Vùng này xảy ra theo phản ứng đầu tiên. NO₂ phân ly thành NO, do nhiệt độ cao nên quá trình làm giảm NO_x là đáng kể vì vậy nó được gọi là phản ứng chuẩn.

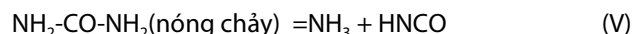
Quá trình cắt giảm khí thải NO_x rất khó khăn vì chúng thường tồn tại trong điều kiện có áp suất và nhiệt độ rất cao của khí thải. Để khắc phục điều này người ta phun dung dịch Adblue vào dòng khí thải để giảm nhiệt độ của khí thải trước khi cho qua bộ xúc tác. Dung dịch Adblue có nhiều thuận lợi cho quá trình sử dụng như là độc tính ít, sử dụng an toàn cho việc vận chuyển. Nồng độ urê trong dung dịch Adblue là 32,5%.

Trước khi phản ứng với NO_x, urê trải qua 3 phản ứng chính:

+ Sự bay hơi: Nước bay hơi để giải phóng urê (không chất xúc tác).

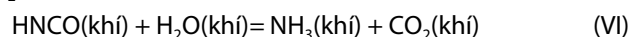


+ Sự nhiệt phân: Sau sự bay hơi của khối urê là sự phân ly thành khí không màu và axit isocyanic (không chất xúc tác).

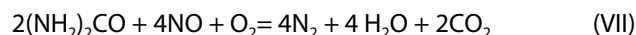


Axit HNCO rất bền trong pha khí, nhưng dễ bị thủy phân khi gặp chất rắn oxit có lẫn hơi nước sinh ra từ quá trình cháy.

+ Sự thủy phân: Sản phẩm này phân ly ra thành NH₃ và CO₂ (có chất xúc tác)



Tổng thể quá trình làm giảm khí thải NO_x thoát ra môi trường thực hiện bằng dung dịch Adblue, cùng hệ thống SCR được thực hiện như sau:



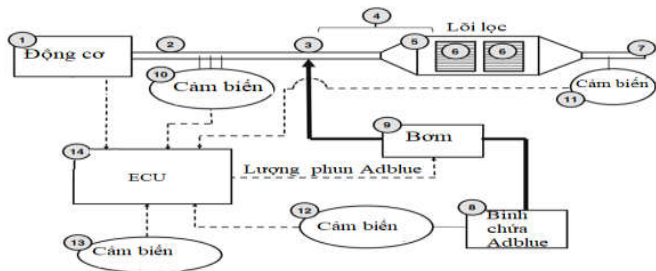
Như vậy, có thể thấy bản chất của việc chuyển khí NO_x thành N₂ và H₂O là do phản ứng hóa học giữa NO_x và khí NH₃ do dung dịch Adblue tạo ra.

2.2. Hệ thống cung cấp dung dịch khử

2.2.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của hệ thống cung cấp dung dịch khử

Hình 3 giới thiệu về sơ đồ nguyên lý làm việc của hệ thống cung cấp dung dịch khử cho động cơ diesel. Các thành phần chính gồm: Thiết bị chứa cụm lõi lọc xúc tác (5), bình chứa dung dịch khử Adblue (8), bơm (9), các cảm biến khác nhau (10) (11) (12) (13). Bộ xử lý trung tâm đưa ra tín hiệu điều khiển để điều khiển vòi phun dung dịch Adblue cho bộ xử lý xúc tác SCR (14). Khí thải từ động cơ diesel (1)

được dẫn trong ống xả (2) về phía thiết bị chứa cụm lõi lọc xúc tác (5). Các lõi lọc xúc tác (6) được đặt bên trong vỏ kim loại. Để duy trì nhiệt độ phản ứng cho bộ SCR, khoảng cách giữa cửa xả động cơ đến thiết bị chứa cụm lõi lọc xúc tác (5) được tính toán là nhỏ nhất. Dung dịch Adblue là một chất lỏng không độc hại bao gồm nước tinh khiết, urê và một số chất xúc tác $V_2O_5/WO_3/TiO_2$ được chứa trong bình chứa Adblue (8) gắn trên xe. Kích thước bình chứa Adblue có thể khác nhau tùy thuộc vào nhu cầu cụ thể của người lái xe, giống như thùng dầu diesel có thể có kích thước khác nhau. Kích thước bình chứa dung dịch Adblue thông thường nằm trong khoảng từ 50 lít đến 150 lít.



Hình3. Hệ thống cung cấp dung dịch khử cho động cơ diesel[7]

1 - Động cơ, 2 - Khí thải trực tiếp từ động cơ, 3 - Vòi phun dung dịch Adblue, 4 - Vùng hòa trộn của dung dịch Adblue, 5 - Thiết bị chứa cụm lõi lọc xúc tác, 6 - Lõi lọc xúc tác, 7 - Khí thải ra môi trường, 8 - Thùng chứa dung dịch Adblue, 9 - Bơm, 10 - Cảm biến đo tình trạng khí thải trước khi qua bộ xử lý SCR, 11 - Cảm biến đo tình trạng khí thải sau khi qua lõi lọc xúc tác, 12 - Cảm biến báo mức dung dịch Adblue trong thùng chứa, 13 - Cảm biến xác định điều kiện môi trường xung quanh, 14 - Engine Control Unit.

Bơm (9) hút dung dịch Adblue có nồng độ 32,5% urê từ thùng chứa và đưa đến vòi phun. Khi có tín hiệu điều khiển từ ECU, vòi phun phun dung dịch Adblue vào ống thủy phân trên đường thải của động cơ, hòa trộn và nhận nhiệt của khí thải. Khi nhiệt độ khí thải trên 200°C thì dung dịch Adblue bị thủy phân thành NH_3 và H_2O . Sự trộn lẫn của dung dịch Adblue với khí thải và sự phân hủy NO_x thông qua các phản ứng từ (I) đến (VI) diễn ra trong vùng hòa trộn của dung dịch Adblue (4) trong hình 3. Điều quan trọng là phải thiết kế vùng hòa trộn của dung dịch Adblue (4) để có đủ thời gian hòa trộn, tức là chiều dài từ điểm lắp vòi phun Adblue đến thiết bị chứa cụm lõi lọc xúc tác (5) đủ lớn để các phản ứng phân hủy NO_x diễn ra hoàn toàn (khoảng cách từ vòi phun Adblue đến bộ xúc tác SCR phù hợp để hóa hơi hoàn toàn dung dịch muối urê trong khoảng 450 - 600mm tùy thuộc động cơ [8]). Công nghệ SCR được thiết kế để cho phép các phản ứng giảm NO_x diễn ra trong một bầu khí quyển oxy hóa. Nó được gọi là "chọn lọc" vì nó làm giảm NO_x bằng cách sử dụng NH_3 như một chất khử trong hệ thống xử lý xúc tác khử NO_x .

Để có được sự chuyển đổi NO_x tối ưu và tránh sự mất mát của NH_3 rời khỏi hệ thống, cần có tốc độ phun dung dịch Adblue thích hợp. Tốc độ phun dung dịch Adblue được tính toán bằng phần mềm điều khiển đã cài đặt trước trong ECU(14). Mô hình phần mềm điều khiển quá trình cung cấp dung dịch Adblue sử dụng thông tin phản hồi từ các cảm biến khác nhau. Cảm biến (10) để xác định trạng

thái của khí thải được xử lý (ví dụ, lưu lượng và nhiệt độ NO_x), cảm biến (11) để định lượng điều kiện khí thải ở đầu ra, cảm biến (12) để xác định mức dung dịch Adblue trong bình chứa (8) nhằm duy trì động cơ hoạt động liên tục (trên một số xe có nguồn gốc châu Âu bạn không thể khởi động động cơ với bình dung dịch Adblue rỗng) và cảm biến (13) để xác định điều kiện môi trường xung quanh. Việc điều khiển hệ thống cung cấp dung dịch Adblue có thể là vòng hở hoặc vòng kín [9, 10]. Song và Zhu[9] ước tính rằng có thể chuyển đổi tối đa 75% NO_x với điều khiển vòng hở trong khi có thể đạt được 90% với điều khiển vòng kín.

2.2.2. Cơ cấu điều khiển chính

Cơ cấu điều khiển chính bao gồm: ECU điều khiển, hộp cảm biến, các cơ cấu chấp hành, đèn báo mức dung dịch Adblue.

- **ECU:** Có chức năng thu thập thông tin về hệ thống (nhiệt độ, nồng độ NO_x , áp suất trước sau bộ xúc tác...). Từ đó tính toán lượng chất xúc tác cần cho hệ thống rồi điều khiển cơ cấu chấp hành (bộ định lượng) phun lượng chất xúc tác theo yêu cầu.

- **Hộp cảm biến:** Hộp cảm biến bao gồm các cảm biến như: cảm biến NO_x , cảm biến nhiệt độ khí thải, cảm biến áp suất,... Tất cả chúng có chức năng ghi nhận các thông tin, thông số về hệ thống sau đó gửi thông tin đó về ECU xử lý.

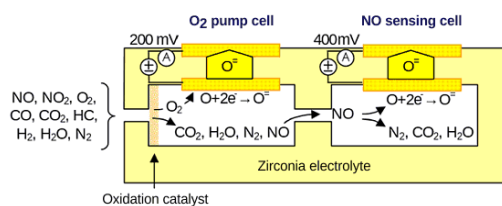


Hình 4. Hộp cảm biến [11]



Hình 5. Cảm biến NO_x [11]

Hình 6 thể hiện cảm biến NO_x sử dụng hai tế bào điện hóa trong các buồng liền kề. Tế bào thứ nhất bơm O_2 ra khỏi mẫu thử để nó không cản trở phép đo NO_x trong tế bào thứ hai.



Hình 6. Sơ đồ hoạt động của cảm biến NO_x loại đo amperometric

Lượng oxy trong ô đầu tiên bị giảm và các ion O tạo thành được bơm qua chất điện phân zirconia bằng cách áp dụng độ lệch khoảng 200mV đến 400mV. Dòng bơm tỷ lệ với nồng độ oxy có trong mẫu. Các khí còn lại khuếch tán vào ô thứ hai, nơi có chất xúc tác khử làm NO_x phân hủy thành N₂ và O₂. Như với tế bào đầu tiên, độ lệch 400mV được áp dụng cho điện cực sẽ phân tách oxy tạo thành, sau đó được bơm ra khỏi tế bào; dòng bơm của ô thứ hai tỷ lệ với lượng oxy từ quá trình phân hủy NO_x. Một tế bào điện hóa bổ sung có thể được sử dụng để giúp kiểm soát tế bào cảm biến NO_x. Tất cả HC và CO trong khí thải phải được oxy hóa trước cảm biến NO_x để tránh nhiễu. Ngoài ra, hầu hết lượng NO₂ trong mẫu phải được chuyển thành NO trước khi đến cảm biến NO_x để đảm bảo đầu ra cảm biến tỷ lệ với lượng NO_x.



Hình 7. Cảm biến nhiệt độ khí thải[11]

Có hai loại cảm biến nhiệt độ khí thải; một với phần tử cảm biến hệ số nhiệt độ dương (positive temperature coefficient - PTC) và phần tử còn lại có hệ số nhiệt độ âm (negative temperature coefficient - NTC), sự khác biệt duy nhất là cách chúng đo nhiệt độ. Phần tử NTC có điện trở cao ở nhiệt độ thấp và điện trở thấp ở nhiệt độ cao. Nói cách khác, điện trở của nó giảm khi nhiệt độ tăng. Trong khi ở phần tử PTC, loại phổ biến nhất, điện trở tăng theo nhiệt độ. Đúng như tên gọi của nó, cảm biến nhiệt độ khí thải đo nhiệt độ của khí thải. Thông tin này sau đó được chuyển tiếp trở lại bộ phận điều khiển động cơ hoặc ECU. Trong động cơ diesel, cảm biến nhiệt độ khí thải cũng được sử dụng để theo dõi nhiệt độ của bộ lọc hạt diesel (DPF) nhằm thiết lập nhiệt độ chính xác cho quá trình tái sinh, giảm lượng khí thải độc hại. Không có gì lạ khi có ba hoặc nhiều cảm biến được lắp vào ống xả; một trước bộ tăng áp, một trước DPF và một sau bộ lọc hạt.

- **Cơ cấu chấp hành:** Là bộ định lượng dung dịch Adblue. Nó có công dụng nhận tín hiệu điều khiển của ECU để phun dung dịch Adblue vào buồng hòa trộn để "thủy phân" thành NH₃. Ngoài ra còn có vòi phun dung dịch Adblue vào ống xả trước bộ xúc tác DOC, DPF mà một bơm để bơm dung dịch Adblue đến vòi phun.

- **Đèn báo mức dung dịch Adblue:** Đèn báo mức dung dịch Adblue được tích hợp cùng đèn báo mức nhiên liệu của động cơ lấy tín hiệu từ cảm biến (12) trong hình 8.



Hình 8. Đồng hồ báo mức dung dịch Adblue[11]

Đèn báo mức dung dịch Adblue có công dụng báo cho người sử dụng biết tình trạng dung dịch Adblue có trong bình chứa. Sở dĩ điều này là cần thiết vì khi dung dịch Adblue cạn kiệt thì hệ thống gần như không còn tác dụng lọc khí NO_x nữa vì vậy cần theo dõi lượng dung dịch Adblue có trong hệ thống và bổ sung kịp thời. Đèn báo dung dịch Adblue có 4 mức cùng với một đèn vàng.

Bảng 1. Hoạt động của đèn báo mức dung dịch Adblue[11]

Mức dung dịch Adblue trong thùng chứa	Đèn báo mức dung dịch Adblue trong thùng chứa (Sáng)	Đèn vàng
75% - 100%	4 đèn xanh	Tắt
50% - 75%	3 đèn xanh	Tắt
25% - 50%	2 đèn xanh	Tắt
10% - 25%	1 đèn xanh	Tắt
5% - 10%	1 đèn vàng	Sáng
0 - 5%	Đèn đỏ chớp	Chớp

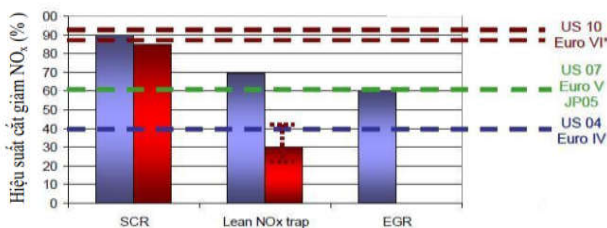
Ngoài ra khi bình chứa dung dịch Adblue không còn dung dịch Adblue thì đèn cảnh báo cũng sẽ sáng lên báo hệ thống đang có lỗi. Sau khi báo tình trạng của hệ thống động cơ sẽ tự tắt máy khi bình chứa dung dịch Adblue cạn hoặc trong bình chứa dung dịch Adblue có chất lỏng không đúng quy cách. Vì vậy có một chú ý đối với các tài xế là không tự tiện đổ các chất lỏng không đúng quy cách vào thùng chứa dung dịch Adblue. Sau khi cảnh báo hệ thống sẽ tự giới hạn tốc độ xe xuống còn 5 (đậm/giờ) cho đến khi: Bổ sung đầy lượng chất xúc tác, nhiên liệu; Xe dừng hơn một giờ; Sau khi khởi động.

3. HIỆU QUẢ CỦA BỘ XỬ LÝ XÚC TÁC KHỬ NO_x KHI SỬ DỤNG TRÊN ĐỘNG CƠ DIESEL

3.1. Trên thế giới

Công nghệ SCR là một trong những công nghệ tiết kiệm chi phí và tiết kiệm nhiên liệu nhất có thể giúp giảm phát thải động cơ diesel. Hệ thống SCR cũng có thể được kết hợp với bộ lọc chất thải dạng hạt để giảm lượng phát thải cho PM. Hãng Purem đã chế tạo bộ xúc tác khử NO_x cho xe tải dùng dung dịch urê có tên là Adblue đạt tiêu chuẩn khí thải Euro 4 và 5. Dung dịch Adblue hiện nay đang được bán ở nhiều cây xăng ở khắp châu Âu với sản lượng khoảng 1 triệu (tấn/năm). Còn đối với động cơ ô tô con, đã có công bố về một bộ xúc tác SCR dùng muối urê (NH₂COONH₄) thay cho urê cho một động cơ ô tô con có thể tích công tác 2(l). Mức tiêu thụ khoảng 6kg (5l) muối urê cho 20.000 (km) vận hành [12]. Do bộ xúc tác SCR chỉ có tác dụng giảm NO_x và một phần PM nên để đáp ứng thêm cho việc cắt giảm lớn phát thải PM cần phải lắp thêm bộ lọc phát thải hạt (DPF). Tuy nhiên bộ lọc DPF lại cần phải được tái sinh do các lỗ của nó có thể bị tắc bởi các phần tử rắn làm tăng áp suất khí xả và ảnh hưởng đến khả năng vận hành của động cơ. Những bộ lọc cần được tái sinh thường xuyên bằng phương pháp nhiệt, tĩnh điện hay khí động học. Những phương pháp khác để giảm PM bao gồm phun đa điểm, tăng áp và phun nhiên liệu với áp suất cao... Gần đây có hai hệ thống tự tái sinh gây được sự chú ý mạnh mẽ đó là bộ lọc tự tái sinh dùng nền xeri hoặc sắt và bộ lọc tái

sinh liên tục (CRT - Continuous Regeneration Trap) dùng nhiên liệu bổ sung là diesel không có lưu huỳnh.

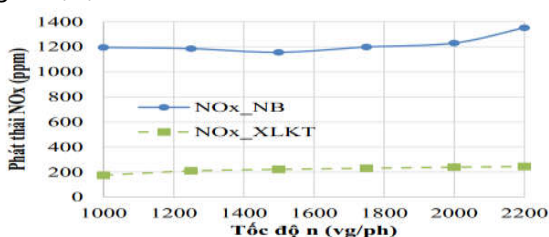


Hình 9. Biểu đồ so sánh khả năng cắt giảm phát thải NO_x theo các công nghệ khác nhau [12]

Thierry Seguelong đã tiến hành thực nghiệm so sánh 3 phương pháp cắt giảm phát thải NO_x trên động cơ diesel (hình 9)[12]. Kết quả nghiên cứu được thể hiện cho thấy, sử dụng bộ xúc tác SCR có thể giúp cho động cơ mới đáp ứng tiêu chuẩn khí thải Euro 6, trong khi giải pháp LNT và EGR có thể giúp động cơ đạt được tiêu chuẩn phát thải Euro 5.

3.2. Tại Việt Nam

Ở Việt Nam, đã có một số nghiên cứu liên quan chế tạo lõi xúc tác, chế tạo dung dịch khử nhưng đối với hệ thống điều khiển và cung cấp dung dịch khử thì chưa được nghiên cứu nhiều, các nghiên cứu trước mới chỉ thực hiện ở một vài chế độ tĩnh và điều khiển quá trình phun chưa tối ưu vì chưa dùng đến thông tin từ các cảm biến. Tiêu biểu như: Nghiên cứu công nghệ chế tạo bộ xử lý khí thải từ động cơ đốt dầu diesel bằng xúc tác nano. Kết quả chế tạo thành công bộ xử lý NO_x cho động cơ tàu thủy; bộ xử lý khí thải động cơ xe buýt và máy phát điện gồm 3 môđun oxy hóa (DOC), lọc bụi có tái sinh liên tục (DPF) và khử NO_x (SCR), thứ tự tích hợp 3 môđun là DOC-DPF-SCR[13]. Phạm Hữu Tuyến và các cộng sự đã nghiên cứu tính toán một cách sơ bộ lượng urê cấp cho bộ xúc tác SCR lắp trên xe buýt, kết quả nghiên cứu làm tiền đề để chế tạo hệ thống phun urê cho bộ xúc tác SCR của động cơ xe buýt [14]. Nguyễn Mạnh Dũng và các cộng sự đã thiết kế và chế tạo vỏ bộ xúc tác, lắp đặt các bộ xúc tác DOC, DPF và SCR trên động cơ[1, 7, 15].



Hình 10. Phát thải NO_x theo đường đặc tính ngoài [1]

Kết quả thực nghiệm trong hình 10 chỉ ra rằng, phát thải NO_x tính theo đường đặc tính ngoài giảm tới 81,99 (%) so với động cơ nguyên bản, theo đường đặc tính tải tại tốc độ 1500 (vg/ph) cho thấy, phát thải NO_x giảm 62,58 (%), đường đặc tính tải tại tốc độ 2200 (vg/ph) khi sử dụng bộ xử lý khí thải cho thấy, phát thải NO_x giảm 65,53 (%).

4. KẾT LUẬN

Công nghệ xử lý xúc tác khử NO_x là giải pháp có hiệu quả cao trong giảm phát thải NO_x. Giải pháp này đã và

đang được sử dụng phổ biến cho các động cơ diesel đạt tiêu chuẩn Euro 4 trở lên. Trong bộ SCR, hệ thống cung cấp dung dịch khử là một hệ thống phức tạp, giá thành cao, thường do nhà sản xuất nước ngoài cung cấp kèm theo xe. Để làm chủ được công nghệ thiết kế, sản xuất và chế tạo bộ SCR ở Việt Nam cần tiếp tục nghiên cứu một cách đầy đủ hệ thống cung cấp dung dịch khử phù hợp với các loại động cơ diesel đang sử dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Mạnh Dũng, Phạm Minh Tuấn, Phạm Hữu Tuyến, Trần Quang Vinh, 2015. *Thiết kế, chế tạo bộ xử lý khí thải kết hợp DOC-DPF-SCR cho động cơ diesel lắp trên xe tải*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, số 27 trang 80-82.
- [2]. Quyết định số 49/2011/QĐ-TTg.
- [3]. Helmut Tschoeke, A.G, Jurgen Stein, Michael Kruger, Johannes Schaller, K.E. Norbert Breuer, Wolfgang Schindler, 2010. *Diesel Engine Exhaust Emissions*. Handbook of Diesel Engines, Springer(Chapter 15).
- [4]. Kai Deppenkemper, M.E.I., Markus Schoenen, Matthias Koetter, 2019. *Super Ultra-Low NO X Emissions under Extended RDE Conditions - Evaluation of Light-Off Strategies of Advanced Diesel Exhaust Aftertreatment Systems*. SAE.
- [5]. H.L. Fang, H.F.M., DaCosta, 2003. *Urea thermolysis and NOx reduction with and without SCR catalysts*. Appl. Catal. B: Environ, 2003(46), p. 14-34.
- [6]. M. Koebel, M.E., M. Kleemann, 2000. *A promising technique to reduce NOx emissions from automotive diesel engines*. Catal, 2000(56), p. 335-345.
- [7]. Nguyễn Mạnh Dũng, Nguyễn Thế Lương, Phạm Minh Tuấn, Trần Quang Vinh, 2015. *Tính toán thiết kế bộ điều khiển phun urea cho bộ xử lý xúc tác SCR lắp trên xe tải hạng nhẹ*. Tuyển tập Công trình Hội nghị Khoa học Cơ học Thủy khí toàn quốc năm 2015, trang 449-458.
- [8]. Bùi Văn Ga, Văn Thị Bông, Phạm Xuân Mai, Trần Văn Nam, Trần Thanh Hải Tùng, 1997. *Ô tô và ô nhiễm môi trường*. NXB Giáo dục.
- [9]. Song Q, Zhu G, 2002. *Model-based Closed-loop Control of Urea SCR Exhaust Aftertreatment System for Diesel Engine*. SAE Technical.
- [10]. Van Helden R., V.R., Willems F., Van der Wellw R., 2004. *Optimization of Urea SCR deNOx Systems for HD Diesel Engines*. SAE Technical.
- [11]. Otofun.net, 2016. *Hệ thống kiểm soát khí thải EPA 10*.
- [12]. Thierry Seguelong, Nicolas Weinstein, 2004. *Review of SCR Technologies for Diesel Emission Control*. European Experience and Worldwide Perspectives, Aaqius & Aaqius.
- [13]. Đỗ Thanh Hải, Vũ Thị Thu Hà, Nguyễn Hữu Phú, 2014. *Nghiên cứu công nghệ chế tạo bộ xử lý khí thải từ động cơ đốt dầu diesel bằng xúc tác nano*. Đề tài KHCN cấp nhà nước.
- [14]. Phạm Hữu Tuyến, Nguyễn Thế Lương, Lê Anh Tuấn, Đỗ Thanh Hải, 2013. *Nghiên cứu tính toán lượng Urê cung cấp cho bộ khử NOx bằng xúc tác có chọn lọc lắp trên động cơ xe buýt*. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, 2013(số 10), trang 44-49.
- [15]. Nguyễn Tùng Lâm, Nguyễn Mạnh Dũng, Phạm Minh Tuấn, Trần Quang Vinh, 2016. *Ứng dụng bộ xử lý xúc tác chọn lọc kết hợp với cụm ô xi hóa lọc phát thải dạng hạt để xử lý khí thải động cơ diesel lắp trên phương tiện giao thông*. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, 2016(số 12), trang 20-24.

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Huy Chien¹, Nguyen Manh Dung¹, Pham Huu Tuyen², Dinh Xuan Thanh¹

¹Hanoi University of Industry

²Hanoi University of Science and Technology