

TỔNG QUAN VỀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH HỆ SỐ PHÁT THẢI CÁC CHẤT Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ CỦA PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG CƠ GIỚI ĐƯỜNG BỘ

Nguyễn Thị Yến Liên^{1,2}, Nghiêm Trung Dũng¹

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

²Trường Đại học Giao thông Vận tải Hà Nội

TÓM TẮT

Bài báo trình bày tổng quan về phương pháp xác định hệ số phát thải các chất ô nhiễm không khí của phương tiện giao thông cơ giới đường bộ, gồm phương pháp đo đạc và mô hình. Các kỹ thuật đo phát thải trong điều kiện có kiểm soát của phòng thí nghiệm và ngoài thực tế đã được tổng hợp đầy đủ và phân tích về ưu, nhược điểm, cũng như khả năng ứng dụng của chúng. Bài báo cũng đã giới thiệu công cụ mô hình, các phần mềm mô phỏng, thường được sử dụng để xác định hệ số phát thải. Các phương pháp đề cập ở trên có thể được sử dụng trong việc thử công nhận kiểu cũng như cho các mục tiêu nghiên cứu khác. Do đó, bài báo có thể góp phần vào việc nghiên cứu sự phát thải các chất ô nhiễm không khí từ nguồn động, để tạo cơ sở khoa học cho công tác quản lý chất lượng không khí tại Việt Nam.

Từ khóa: Phương tiện vận tải, hệ số phát thải, đo phát thải, thử công nhận kiểu, mô hình phát thải

MỞ ĐẦU

Hệ số phát thải (Emission Factor, EF) là một công cụ rất hiệu quả và đơn giản để ước tính mức độ phát thải các chất ô nhiễm không khí khi có đủ các thông tin về nguồn phát thải [1]. Vì vậy, EF đã và đang được sử dụng rộng rãi để phục vụ cho công tác kiểm kê phát thải ở nhiều nước trên thế giới.

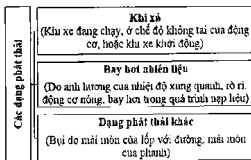
Đối với các phương tiện vận tải, hệ số phát thải thường được thể hiện bằng lượng chất ô nhiễm sinh ra trên một đơn vị nhiên liệu đã đốt (g/kg) hoặc trên một đơn vị quãng đường đi được (g/km). Khi xe ở trạng thái không tải của động cơ thì hệ số phát thải là lượng chất ô nhiễm sinh ra trong một đơn vị thời gian (g/s).

Hệ số phát thải phụ thuộc vào nhiên liệu, trình độ công nghệ, loại hình và thiết kế của nguồn thải, hệ thống kiểm soát ô nhiễm, tuổi và điều kiện vận hành,... [2]. Do đó, mỗi quốc gia nên có bộ dữ liệu EF riêng phù hợp với điều kiện của nước mình mà được gọi là hệ số phát thải đặc trưng quốc gia (country specific emission factor, CSEF). Bài báo này, vì thế, giới thiệu về các phương pháp xác định hệ số phát thải

của nguồn động, thường được sử dụng trong thử công nhận kiểu và các mục đích khác như đánh giá phát thải và tiêu hao nhiên liệu, kiểm kê phát thải, vv...

CÁC DẠNG PHÁT THẢI TỪ HOẠT ĐỘNG CỦA PHƯƠNG TIỆN CƠ GIỚI ĐƯỜNG BỘ

Đối với phần lớn phương tiện cơ giới hiện nay, năng lượng để chúng chuyển động được là do đốt cháy nhiên liệu trong động cơ. Do vậy, ô nhiễm từ phương tiện cơ giới đường bộ (PTCGĐB) chủ yếu là do các sản phẩm của quá trình đốt cháy nhiên liệu trong động cơ, gọi là khí xả (exhaust) và do nhiên liệu tư bay hơi. Ngoài ra, còn có sự phát thải bụi do quá trình ma sát. Các dạng phát thải từ phương tiện cơ giới đường bộ được trình bày trên Hình 1.

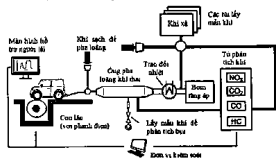


Hình 1. Các dạng phát thải từ PTVT [1, 2]

CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH HỆ SỐ PHÁT THẢI CỦA PHƯƠNG TIỆN CƠ GIỚI ĐƯỜNG BỘ

EF thường được xây dựng dựa trên dữ liệu thu được từ việc đo phát thải của phương tiện. Phát thải của phương tiện có thể được xác định bằng việc đo trong điều kiện có kiểm soát (*controlled conditions*) ở trong phòng thí nghiệm, hoặc đo trực tiếp ngoài thực tế (*real-world conditions*), hoặc bằng mô hình phát thải [3].

Đo phát thải trong điều kiện có kiểm soát
Thử nghiệm phát thải đối với xe con và xe tải nhẹ
 Đối với xe hạng nhẹ, việc đo phát thải của chúng được thực hiện trên hệ thống băng thử con lăn (*Chassis Dynamometer*) như Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ hệ thống thử nghiệm khí thải xe hạng nhẹ [3, 4]

Khí thử nghiệm khí thải, ống thải của xe được nối với hệ thống lấy mẫu có áp suất âm có quạt hút được bố trí ở cuối hệ thống để đảm bảo toàn bộ khí thải sẽ được thu vào hệ thống lấy mẫu khí. Sau khi vào hệ thống, khí thải được pha loãng bởi không khí bổ sung để tạo ra điều kiện tương tự như khí thải vào không khí.

Hệ số phát thải của các chất ô nhiễm được xác định qua nồng độ của các chất trong khí xả, thể tích khí xả và tổng quãng đường đã chạy trong một chu trình thử [5]. Các công thức tính như sau:

$$E_i = M_i \times V \times 10^{-3} \quad (1)$$

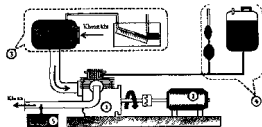
$$EF_i = E_i/L \quad (2)$$

Với: E_i là tổng lượng chất i trong khí xả (g),
 M_i là nồng độ của chất i trong khí xả

(mg/Nm^3), V là thể tích của khí xả đã được chuẩn hóa về điều kiện chuẩn (Nm^3), L là quãng đường đã chạy trong toàn bộ chu trình thử (km),
 EF_i hệ số phát thải chất ô nhiễm i (g/km).

Thử nghiệm phát thải đối với xe hạng nặng

Khí thử nghiệm phát thải đối với PTCGĐB hạng nặng (*Heavy Duty Vehicles* hay *Heavy Duty Truck*), động cơ cần được tháo khỏi phương tiện và tiến hành thử trên băng thử động cơ (*Engine dynamometer*) (Hình 3).



Hình 3. Sơ đồ hệ thống thử nghiệm khí thải đối với xe hạng nặng [6]

(1-Động cơ, 2-phanh thử, 3-thiết bị đo lưu lượng khí nạp, 4-thiết bị đo lưu lượng nhiên liệu, 5-tủ phân tích mẫu khí thải)

Băng thử động cơ là một thiết bị mà ở đó phanh thử sẽ mô phỏng lực cản tác dụng lên động cơ như trong điều kiện vận hành vận hành bình thường. Thử nghiệm trên băng thử động cơ chủ yếu được thực hiện theo chu trình thử tĩnh, gồm nhiều chế độ. Ở mỗi chế độ, động cơ được duy trì hoạt động trong khoảng thời gian đủ lớn để tạo ra tốc độ phát thải tương đối ổn định. Mức phát thải trong toàn bộ chu trình thử được xác định dựa trên phát thải của từng chế độ với trọng số tương ứng, tùy thuộc vào chu trình thử.

Thử nghiệm trên băng thử động cơ ít tiện ích hơn trong việc xây dựng EF bởi kết quả thử nghiệm cho ra mức phát thải của phương tiện dưới dạng gam chất ô nhiễm trên công suất hữu ích (g/kWh), dạng kết quả này được sử dụng trong thử nghiệm phát thải để công nhận kiểu cho phương tiện (gọi chung là *thử công nhận kiểu*). Tuy nhiên, dựa vào kết quả trung gian trong quá trình thử nghiệm, dạng tốc độ phát thải (g/s), cũng có thể xây dựng được hệ số phát thải dạng (g/km) theo cách sau:

+ Xây dựng tương quan giữa tốc độ phát thải và công suất của động cơ;

+ Xác định công suất hoạt động của động cơ ngoài thực tế;

+ Xác định EF theo công suất hoạt động ngoài thực tế dựa trên tương quan đã được xây dựng.

Phương pháp này không được sử dụng trong thử công nhận kiểu, chỉ sử dụng cho các mục đích khác như đánh giá tiêu hao nhiên liệu, đánh giá phát thải.

Đo ngoài thực tế

Phương pháp sử dụng cảm biến từ xa

Kỹ thuật này còn được gọi là “đo đặc bên đường” (“roadside measurement”). Trong phương pháp này, thiết bị được đặt bên đường (Hình 4) để đo và ghi lại tỷ số nồng độ của các chất ô nhiễm từ khí xả của phương tiện khi nó đi qua trạm đo sau khi đã hiệu chỉnh với mức nền. Tia hồng ngoại và từ ngoại từ nguồn phát được chiếu qua luồng khí xả để tới một máy thu nhận tín hiệu (detector). Khi đó, lượng ánh sáng đã bị hấp thụ tỉ lệ với nồng độ các chất CO, CO₂ và THC (được đo trong dải IR); NO_x (được đo trong dải UV) [7, 3].

Hệ số phát thải chất ô nhiễm P được xác định như sau [3]:

$$[P]_{\text{tailpipe}} = \left(\frac{([P]/[CO_2])_{\text{remote}}}{1 + ([CO]/[CO_2])_{\text{remote}}} \right) \times [CO_2]_{\text{touch}} \quad (3)$$

$$E_p = \frac{w_c \cdot M_p}{M_c} \left(\frac{([P]/[CO_2])_{\text{remote}}}{1 + ([CO]/[CO_2])_{\text{remote}}} \right) \quad (4)$$

Trong đó: E_p - hệ số phát thải (kg chất P trên tấn nhiên liệu bị đốt cháy), [P]_{tailpipe} - nồng độ chất P trong ống xả, [CO₂]_{touch} - nồng độ CO₂ xác định qua phản ứng cháy hoàn toàn của nhiên liệu, [CO₂]_{remote} - nồng độ chất CO₂ đo được bởi cảm biến, w_c - tỷ lệ khối lượng của cacbon trong nhiên liệu, M_p và M_c là khối lượng phân tử/nguyên tử (g/mol) của chất P và nguyên tố C.

Phương pháp theo bám trên đường (on-road chasing)

Trong kỹ thuật này, mỗi phương tiện cá nhân được theo sau bởi một phòng thí nghiệm lưu

động, thông thường đặt trên xe van hoặc xe moco, được trang bị thiết bị đo khí/bụi, thiết bị định vị, thiết bị xác định điều kiện môi trường xung quanh, thậm chí cả thiết bị ghi hình ảnh điều kiện giao thông (Hình 5). Phòng thí nghiệm lưu động này có thể nắm bắt được luồng khí thải của xe mà nó đang bám theo, do đó nó có thể cung cấp dữ liệu phát thải ngoài thực tế.



Hình 4. Hệ thống thử nghiệm phát thải theo kỹ thuật cảm biến từ xa tại Hồng Kông



Hình 5. Kỹ thuật theo bám trên đường

Cơ sở tính toán hệ số phát thải trong kỹ thuật này tương tự với phương pháp cảm biến từ xa.

Phương pháp nghiên cứu trong đường hầm

Nghiên cứu trong đường hầm bao gồm việc đo tổng thông lượng của các chất ô nhiễm từ dòng xe đi qua đường hầm và việc xác định tương quan giữa thông lượng chất ô nhiễm với lưu lượng giao thông. Các phép đo liên quan đến chất ô nhiễm được thực hiện ở cửa vào và cửa ra của hầm. Vận tốc gió và lưu lượng dòng phương tiện đi qua cũng được ghi lại. Hệ số phát thải xác định như sau [3]:

$$EF_{\text{veh}} = \frac{C_{\text{out}} - C_{\text{in}}}{N.L} \cdot A.U.t \quad (5)$$

Trong đó: EF_{veh} là hệ số phát thải trung bình (mg/xe.km); C_{out} và C_{in} là nồng độ chất ô nhiễm ở cửa ra và cửa vào hầm (mg/m³); A là diện tích mặt cắt ngang của hầm (m²); U là vận tốc gió (m/s), t là khoảng thời gian lấy

mẫu (giấy); N là số xe trong khoảng thời gian lấy mẫu; L là khoảng cách giữa hai điểm quan trắc (km).

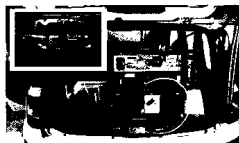
Hệ thống đo phát thải di động (Portable Emission Measurement Systems, PEMS)

Là một hệ thống đầy đủ các thiết bị đo phát thải có thể mang theo xe cần nghiên cứu (Hình 6). Một hệ thống PEMS thường bao gồm: bộ phân tích khí với đường ống lấy mẫu được gia nhiệt, kết nối trực tiếp với ống xả; bộ quét chân đoán động cơ được thiết kế để kết nối với bộ phận chẩn đoán trên xe (on-board diagnostics, OBD); cùng với một máy tính để có thể cung cấp đầy đủ dữ liệu về phát thải, tiêu hao nhiên liệu, vị trí bướm ga và các thông số khác. PEMS thường đo tốc độ phát thải tức thời của các chất ô nhiễm từ khí xả như NO_x , THC, CO_2 và CO [3].

Việc xây dựng EF từ dữ liệu PEMS tương tự với quy trình xây dựng EF từ dữ liệu thu được trên hệ thống băng thử con lăn (chassis dynamometer). Trong đó, tốc độ phát thải chất ô nhiễm của phương tiện được lắp đặt PEMS như sau [7]:

$$E_{i,t} = y_{i,t,avg} \times M_{e,t} \times MW_i \quad (6)$$

Trong đó: $E_{i,t}$ là tốc độ phát thải chất ô nhiễm i (g/s); i là các chất NO , HC, CO và CO_2 ; $M_{e,t}$ là dòng mol khí xả ở trạng thái khô tại thời điểm t (mol/s); MW_i là khối lượng phân tử của chất ô nhiễm i (g/mol).



Hình 6. Xe ô tô được lắp đặt hệ thống PEMS

Phần mềm mô phỏng phát thải

Các phần mềm mô phỏng phát thải cho phép xác định hệ số phát thải của PTVT dựa trên các dữ liệu đầu vào mà có ảnh hưởng tới khả năng phát thải như loại phương tiện, loại và chất lượng nhiên liệu, dữ liệu hoạt động ngoài

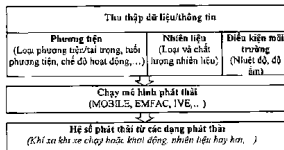
thực tế,... Sử dụng phần mềm mô phỏng phát thải giúp giảm chi phí và rút ngắn thời gian nghiên cứu. Dữ liệu sử dụng để xây dựng mô hình là các kết quả phát thải thu được từ các nghiên cứu đo phát (đo trong phòng thí nghiệm hoặc đo ngoài thực tế). Theo dữ liệu đầu vào, các mô hình phát thải được phân thành các nhóm [8]:

Nhóm 1: Mô phỏng phát thải dựa trên vận tốc trung bình (ví dụ: COPERT, EMFAC);

Nhóm 2: Mô phỏng phát thải dựa trên dữ liệu về thực trạng giao thông (ví dụ: HBEFA);

Nhóm 3: Mô phỏng phát thải dựa trên dữ liệu liên tục về chế độ hoạt động của phương tiện (ví dụ: MOVES, PHEM, IVE).

Quy trình xác định EF bằng sử dụng phần mềm mô phỏng phát thải như Hình 7.



Hình 7. Quy trình xác định EF bằng mô hình

KẾT LUẬN

Việc xây dựng được bộ hệ số phát thải có chất lượng cao cho các phương tiện cơ giới đường bộ là một nhiệm vụ đầy thách thức, đòi hỏi phải có những hiểu biết rất chuyên sâu về phương pháp xác định đã được trình bày trong bài báo này.

Kỹ thuật đo phát thải của phương tiện trong điều kiện có kiểm soát tại phòng thí nghiệm cho phép kiểm soát chặt chẽ nhất các thông số đo và độ lặp lại của kết quả nhờ loại bỏ được sự dao động của các nguồn (nhiệt độ, độ ẩm,...) ngoài thực tế. Do vậy, kỹ thuật này được sử dụng trong thử công nhận kiểu trên phạm vi toàn cầu [3].

Đo phát thải bằng PEMS cũng có khả năng tính đến tất cả các tham số ngoài thực tế mà có thể ảnh hưởng tới sự phát thải của phương tiện. Tuy nhiên, tính lặp lại của phương pháp

này nhỏ dẫn đến một vài giới hạn đối với việc sử dụng nó như là phương pháp cốt lõi để xây dựng EF [3, 7].

Do phát thải trong đường hầm rất tiện lợi cho việc quan trắc mức phát thải của cả dòng xe trong cùng một điều kiện. Hạn chế của kỹ thuật này là nó khó để phân định mức phát thải giữa các loại xe hay các loại công nghệ, và các điều kiện hoạt động trong đường hầm thường là di chuyển với tốc độ vừa phải, không ùn tắc – điều này khác hẳn so với các tình huống giao thông ngoài thực tế [3].

Kỹ thuật sử dụng cảm biến từ xa, cũng gần giống như phương pháp bám theo xe (on-road chasing), đã chứng minh là kỹ thuật hữu ích để xác nhận miền giá trị của EF. Hạn chế chính của kỹ thuật này là nó chỉ chụp được luồng khí ở một thời điểm, do đó kết quả chỉ đặc trưng cho từng trường hợp hoạt động của động cơ (ổn định, tăng tốc, giảm tốc, ...) [3].

Như vậy, thử nghiệm trên băng thử con lăn và băng thử động cơ là các kỹ thuật rất chặt chẽ để cung cấp nguồn dữ liệu thực nghiệm chính để phát triển các mô hình EF cho PTCGDB trong những năm tới [3].

Hiện nay, nhiều tổ chức trên thế giới đã phát triển và cung cấp các phần mềm mô phỏng phát thải nhằm rút ngắn thời gian và giảm chi phí nghiên cứu. Một số phần mềm được sử dụng khá phổ biến như: MOBILE, COPERT, EMFAC, MOVES, IVE,...

SUMMARY

A REVIEW ON METHODS FOR DETERMINING THE EMISSION FACTORS OF AIR POLLUTANTS FROM ROAD VEHICLES

Nguyễn Thị Yên Liên^{1,2*}, Nghiê m Trung Dung¹

¹Hanoi University of Science and Technology

²Hanoi University of Transport and Communication

The article presents methods for determining the emission factors of air pollutants from road vehicles including monitoring and modeling ones. Techniques for the measurement of emissions under controlled conditions in the laboratories and real-world conditions are summarized; their advantages and disadvantages as well as the ability of their applications are meticulously analyzed. The article also reviews the modeling tools, softwares, which are normally used for the determination of emission factors. The methods mentioned above can be used for type approval test and researches. This article, therefore, can contribute to the studies of the emission of air pollutants from mobile sources to provide with the scientific basis for air quality management in Vietnam.

Key words: Vehicle, emission factor, emission measurement, type approval test, emission model

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. The Air Resources Board (ARB), (2007), *Calculating emission inventories for vehicles in California*. User's Guide EMFAC2007.
2. U.S. Environmental Protection Agency, (1994), *The Office of Mobile Sources - Automobile Emissions: An Overview*.
3. Vicente Franco, Marina Kousoulidou, Marilena Muntean, Leonidas Ntziachristos, Stefan Hausberger et.al, (2013), *Road vehicle emission factors development: A review*, *Atmospheric Environment* 70, pp. 84 - 97.
4. Phạm Minh Tuấn, (2012), *Khi thải động cơ và ô nhiễm môi trường*, Nxb Khoa học và kỹ thuật.
5. Jiun-Hong Tsai, Yih-Chyun Hsu, Hung-Cheng Weng, Wen-Yinn Lin, Fu-Tien Jeng, (2000), *Air pollutant emission factors from new and in-use motorcycles*, *Atmospheric Environment* 34, pp 4747-4754.
6. Mohammad O. Hamdan, Mohamed Y.E. Selim, Salah-A.B. Al-Omari, Emad Elhajjar, (2014), *Hydrogen supplement co-combustion with diesel in compression ignition engine*, *Renewable Energy* 82 (2015), pp.54-60.
7. Hyung-Wook Choi, (2009), *Doctor of Philosophy "Measurement and Modeling of the Activity, Energy, and Emissions of Conventional and Alternative Vehicles"*, Civil Engineering, North Carolina.
8. Boutler P.G., McCrae I.S., Barlow T J (2007), *A review of instantaneous emission models for road vehicles*, Transport Research Laboratory.

* Tel. 0972 079992, Email: rylient@utc.edu.vn