

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HỆ SỐ PHÁT THẢI CACBON ĐEN TỪ NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN THAN: ỨNG DỤNG ĐIỂN HÌNH TẠI MỘT SỐ NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN THAN TẠI TỈNH QUẢNG NINH

Phùng Thị Thu Trang⁽¹⁾, Chu Thị Thanh Hương⁽²⁾, Trịnh Thị Thắm⁽³⁾, Trịnh Thị Phương Ly⁽⁴⁾,
Đỗ Thị Thanh Bình⁽¹⁾, Vũ Văn Đàm⁽¹⁾, Nguyễn Thị Thanh Hoài⁽¹⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Cục Biến đổi khí hậu

⁽³⁾Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

⁽⁴⁾Trường Hóa và Khoa học Sự sống, Đại học Bách Khoa Hà Nội

Ngày nhận bài: 11/10/2023; ngày chuyển phản biện: 12/10/2023; ngày chấp nhận đăng: 16/11/2023

Tóm tắt: Hệ số phát thải là thông số quan trọng trong các tính toán mức phát thải phục vụ kiểm kê phát thải. Hiện nay, dữ liệu về bộ hệ số phát thải đặc trưng quốc gia của các ngành công nghiệp tại Việt Nam còn rất thiếu, đặc biệt là với cacbon đen là thông số ô nhiễm không khí gây nhiều tác động bất lợi đến chất lượng không khí và sự nóng lên toàn cầu. Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu xác định hệ số phát thải cacbon đen từ lò hơi nhà máy nhiệt điện đốt than tại tỉnh Quảng Ninh sử dụng kết quả quan trắc thực địa và kết quả điều tra, khảo sát. Nghiên cứu sử dụng các dữ liệu về nguyên liệu, sản lượng, công nghệ sản xuất và xử lý khí thải từ 03 nhà máy nhiệt điện than tại Quảng Ninh gồm NĐ01, NĐ02 và NĐ03 kết hợp với kết quả quan trắc 21 mẫu cacbon đen (Black cacbon - BC) trong bụi PM_{2.5} tại mỗi nhà máy. Số liệu nồng độ cacbon đen và các số liệu khác về đặc trưng của khí thải, đặc trưng nhiên liệu đầu vào và hoạt động sản xuất được dùng để tính hệ số phát thải cacbon đen. Hệ số phát thải cacbon đen có kiểm soát từ lò hơi nhà máy nhiệt điện NĐ01, NĐ02 và NĐ03 (mg/tấn than) lần lượt là 610,9; 824,2; 132,4; theo lượng điện thành phẩm đầu cực (mg/MWh) là 295; 501; 64,0 và theo nhiệt trị của than (mg/GJ) là 28,5; 44,7; 9,21.

Từ khóa: Hệ số phát thải, khí thải nhiệt điện đốt than, cacbon đen.

1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, ô nhiễm không khí đang là một trong những vấn đề lớn nhận được nhiều sự quan tâm từ cộng đồng và chính phủ tại Việt Nam. Tương tự như các nước đang phát triển khác trong khu vực, quá trình công nghiệp hóa, đô thị hóa nhanh chóng cùng nhu cầu điện tăng cao ở Việt Nam đã làm phát thải vào không khí một lượng đáng kể các chất ô nhiễm và khí nhà kính (greenhouse gas - GHG) [8]. Nghiên cứu của Amann và cộng sự (2019) cũng cho thấy rằng sản xuất điện có nguồn gốc từ quá trình đốt nhiên liệu hóa thạch là một trong những nguồn chính gây ô nhiễm không khí ở địa phương [4]. Quá trình đốt cháy không hoàn toàn nhiên liệu

này tại các cơ sở công nghiệp làm phát thải nhiều chất ô nhiễm hơn như cacbon đen - một chất gây ô nhiễm khí hậu ngắn hạn (short-lived climate pollutants - SLCP) [5]; và các loại khí độc khác như cacbon monoxide (CO), hợp chất hữu cơ bay hơi (volatile organic compounds - VOCs) và dễ bay hơi (semi volatile organic compounds - SVOCs). Do vậy, ngành nhiệt điện được coi là ngành công nghiệp trọng điểm nhằm mục tiêu giảm thiểu ô nhiễm không khí và phát thải carbon [7], đặc biệt là trong bối cảnh Việt Nam đã ký kết Thỏa thuận Paris (COP21) cam kết giảm 8% phát thải khí nhà kính nhờ tăng cường năng lượng tái tạo vào năm 2030.

Tính đến năm 2021, cả nước hiện có 29 nhà máy nhiệt điện đốt than đang hoạt động với công suất lắp đặt đạt 24.674 MW, chiếm 32% tổng công suất lắp đặt toàn hệ thống điện và

Liên hệ tác giả: Phùng Thị Thu Trang

Email: phungtrang80@gmail.com

đứng đầu cả nước [2]. Với đặc điểm vận hành ổn định, không phụ thuộc vào các yếu tố tự nhiên như đối với các nguồn điện tái tạo, nguồn điện được sản xuất từ nhiệt điện than đã phát triển nhanh chóng và giải quyết bài toán cung cấp điện cho phát triển khi tăng trưởng kinh tế duy trì ở mức cao trong thập kỷ vừa qua. Trước những lo ngại về an ninh năng lượng và sự mở rộng khó theo kịp nhu cầu của thủy điện do các hệ thống song ngòi lớn ở Việt Nam gần như đã sử dụng hết [7], năng lượng hóa thạch vẫn sẽ là một nguồn khó có thể thay thế trong thời gian tới. Với sự biến động mạnh mẽ của giá khí đốt tự nhiên trong những năm gần đây, việc đầu tư vào nhiên liệu sạch hơn như khí đốt tự nhiên trong lĩnh vực nhiệt điện có thể gặp rủi ro và cản trở sự phát triển kinh tế trong bối cảnh nguồn cung phong phú từ các quốc gia khác nhau luôn sẵn có với mức giá tương đối thấp của than so với khí đốt tự nhiên. Trong Quyết định 500/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quy hoạch Điện VIII) ngày 15/05/2023, nhiệt điện than vẫn chiếm 20% trong cơ cấu nguồn điện năm 2030, tương ứng với công suất đạt 30.127 MW [3]. Do đó, việc đánh giá tác động của phát thải từ các nhà máy nhiệt điện đốt than là rất quan trọng để bảo vệ môi trường và giảm thiểu đóng góp đến hiện tượng nóng lên toàn cầu.

Các biện pháp kiểm soát đã được áp dụng tại Việt Nam nhằm hạn chế sự phát thải các chất gây ô nhiễm và khí nhà kính vào khí quyển của các nhà máy nhiệt điện thông qua sự siết chặt hoạt động xử lý khí thải tại các nhà máy nhiệt điện đốt than. Tại Việt Nam, bên cạnh Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về khí thải công nghiệp đối với bụi và các chất vô cơ (QCVN 19:2009/BTNMT), ngành nhiệt điện cũng có Quy chuẩn riêng quy định giới hạn nồng độ các chất ô nhiễm cho phép (QCVN 22:2009/BTNMT). Mặc dù đã được áp dụng từ năm 2015 song các nỗ lực tính toán kiểm kê phát thải từ các nhà máy nhiệt điện tại Việt Nam hiện tại và dự báo theo các kịch bản khác nhau vẫn đang sử dụng giá trị hệ số phát thải được nghiên cứu từ trước hoặc hệ số của khu vực và quốc tế [8], [10], [11].

Hệ số phát thải mang tính đặc trưng cao cho

trình độ công nghệ mỗi quốc gia, vùng hoặc từng cơ sở bởi nó là một hàm của nhiều thông số bao gồm loại nguồn, công nghệ sản xuất, loại và chất lượng nguyên/nhiên liệu đầu vào; và các thiết bị kiểm soát ô nhiễm không khí. Đây là một thông số quan trọng trong ước tính mức độ phát thải của các chất ô nhiễm không khí khi có đủ thông tin về nguồn phát thải và đang được sử dụng rộng rãi phục vụ công tác kiểm kê phát thải. Tuy nhiên, tại Việt Nam, dữ liệu về hệ số phát thải cho ngành nhiệt điện, nhất là nhiệt điện đốt than là rất hạn chế và lỗi thời. Nghiên cứu xây dựng bộ hệ số phát thải cho một số chất ô nhiễm không khí được tính toán dựa trên số liệu quan trắc trực tiếp tại hiện trường cho một số nhà máy nhiệt điện (Nhiệt điện Quảng Ninh I, Nhiệt điện Uông Bí) cũng đã được thực hiện từ năm 2014 [6]. Bên cạnh đó, đến thời điểm hiện tại, chưa có bất kỳ công bố nào liên quan tới hệ số phát thải của hai công nghệ lò hơi (PC&CFB) của các nhà máy nhiệt điện đốt than tại Việt Nam. Hơn thế nữa, theo hiểu biết của nhóm nghiên cứu, một chất quan trọng phát thải từ quá trình đốt nhiên liệu không hoàn toàn là cacbon đen cũng chưa có bất kỳ nghiên cứu liên quan nào tại Việt Nam. Đây là chất gây ô nhiễm khí hậu tồn tại trong thời gian ngắn (SLCP) với thời gian tồn tại chỉ từ vài ngày đến vài tuần sau khi thải vào khí quyển, có tác động bức xạ cưỡng bức (ấm lên) trực tiếp và gián tiếp đáng kể đối với bầu khí quyển, góp phần gây ra biến đổi khí hậu do con người gây ra ở quy mô khu vực và toàn cầu. Do vậy, nghiên cứu này thực hiện xây dựng hệ số phát thải cacbon đen của các nhà máy nhiệt điện đốt than tại Việt Nam cho hai loại hình công nghệ lò hơi hiện tại là than phun và tầng sôi tuần hoàn.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Hiện nay tại Việt Nam, có 19 trên tổng số 29 nhà máy nhiệt điện đốt than đang hoạt động là sử dụng lò hơi than phun (Pulverized Coal - PC), các nhà máy còn lại sử dụng công nghệ lò hơi tầng sôi tuần hoàn (Circulating Fluidizing Bed - CFB). Nghiên cứu này thực hiện xây dựng hệ số phát thải cacbon đen cho cả hai loại hình công nghệ sản xuất nhiệt điện đốt than dựa trên 3

nhà máy tại Quảng Ninh với 2 nhà máy sử dụng công nghệ CFB và 1 nhà máy sử dụng công nghệ PC. Phạm vi của nghiên cứu là khí thải từ lò hơi đốt than của các nhà máy nhiệt điện.

2.2. Dữ liệu hoạt động

Dữ liệu hoạt động là thông tin quan trọng trong tính toán xác định hệ số phát thải bên cạnh các số liệu được đo đạc trực tiếp tại hiện trường. Toàn bộ thông tin hoạt động cần thiết phục vụ nghiên cứu đều được thu thập tại mỗi nhà máy. Các thông tin chung về nhà máy như quy mô, công suất, năm hoạt động, loại hình

công nghệ sản xuất, hệ thống xử lý khí thải được thu thập thông qua phiếu điều tra tại nhà máy. Bên cạnh đó, phiếu điều tra này cũng thu thập thông tin liên quan tới nguyên nhiên liệu sử dụng bao gồm loại nguyên nhiên liệu, hàm lượng tro, hàm lượng lưu huỳnh, nhiệt trị của nhiên liệu. Bên cạnh đó, định mức tiêu thụ nguyên, nhiên liệu tại thời điểm lấy mẫu cũng được thu thập phục vụ tính toán hệ số phát thải. Bảng 1 và Bảng 2 dưới đây tóm tắt một số dữ liệu hoạt động của ba nhà máy nhiệt điện đốt than được nghiên cứu.

Bảng 1. Dữ liệu hoạt động của các nhà máy nhiệt điện đốt than được nghiên cứu

Nhà máy	Công nghệ lò hơi	Năm bắt đầu hoạt động	Công suất thiết kế, MW	Lượng than tiêu thụ, triệu tấn/năm	Định mức tiêu thụ than, tấn/MWh	Điện thành phẩm, MWh/năm	Hệ thống xử lý khí thải
NĐ01	CFB	2014	2 x 540	3,393	0,48	7.020	ESP (5 trường)
NĐ02	CFB	2009	2 x 300	2,366	0,63	3.130	ESP (4 trường)
NĐ03	PC	2015	2 x 600	3,401	0,56	7.778	ESP (4 trường) + FGD + SCR

Nguồn: Nhóm dự án tổng hợp

Bảng 2. Thông tin nhiên liệu sử dụng của các nhà máy nhiệt điện được nghiên cứu

Nhà máy	Loại nhiên liệu sử dụng	Nhiệt trị của than, kcal/kg	Độ tro của than
NĐ01	Than cám 5; 6A	5.127	36,6
NĐ02	Than cám 6B	4.400	42
NĐ03	Than cám 6A	4.630	33,76

Nguồn: Nhóm dự án tổng hợp

2.3. Quan trắc phát thải

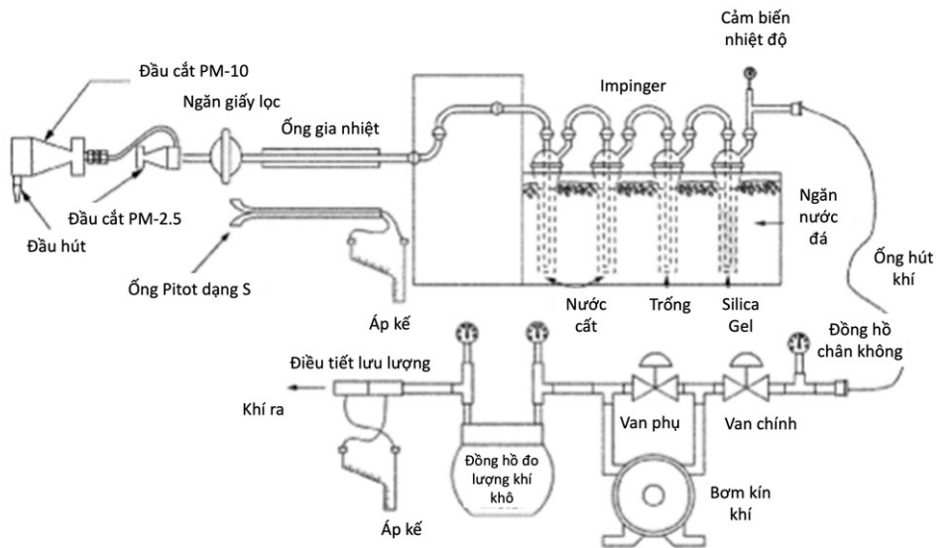
Quá trình lấy mẫu được thực hiện theo nguyên tắc lấy mẫu đẳng động lực (Isokinetic) theo hướng dẫn về phương pháp lấy mẫu khí thải của Cơ quan bảo vệ Môi trường Mỹ (US EPA) với các Phương pháp 1 (Method 1), Phương pháp 5 (Method 5) và Phương pháp 201A (Method 201A). Thiết bị lấy mẫu bụi Isokinetic C5000 (Hình 1) được sử dụng là thiết bị chuyên dụng có bộ phận phân tách bụi (đầu cắt) theo kích thước hạt, đảm bảo các yếu tố như trong quy định tại phương pháp Method 1 (US.EPA). Bụi $PM_{2,5}$ trong khí thải ống khói nhà máy sau khi phân tách khỏi dòng được giữ lại trên giấy lọc quartz đã được nung ở 350°C trước

đó để đảm bảo khối lượng giấy ổn định [1].

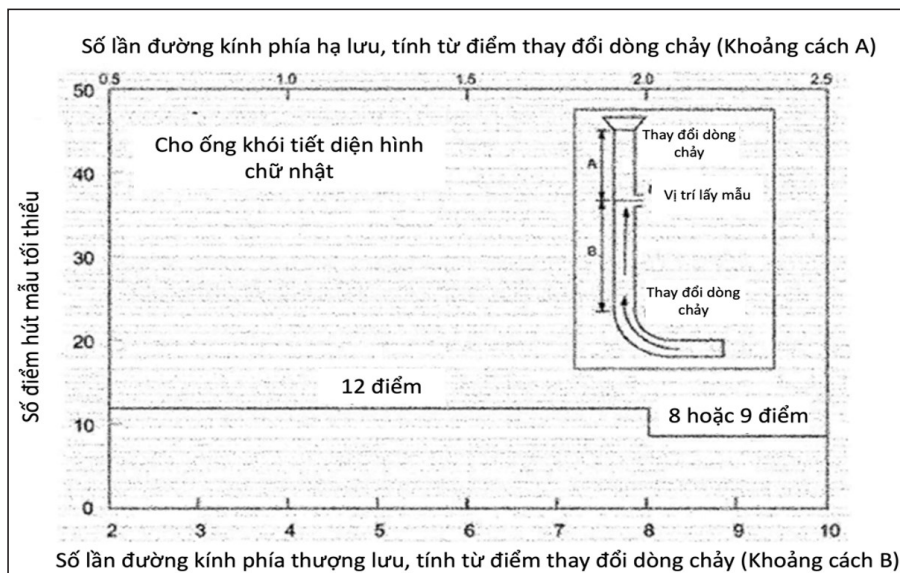
Vị trí lấy mẫu được xác định theo Phương pháp 1 của US.EPA là đoạn ống mà tại đó dòng khí chuyển động ổn định nhất, lý tưởng là đảm bảo thỏa mãn: $B \geq 8D$ và $A \geq 2D$ (trong đó, A, B tương ứng là chiều dài của phần ống khói ở phía hạ và thượng nguồn, tính từ vị trí lấy mẫu và theo chiều chuyển động của dòng khí thải (từ dưới lên như chiều mũi tên) và D là đường kính trong của ống khói) (Hình 2) [13].

Sau khi lấy được mẫu, mẫu được tách ẩm, bảo quản kín và sử dụng phương pháp khối lượng để xác định khối lượng bụi $PM_{2,5}$ thu được

Ngoài lấy mẫu bụi $PM_{2,5}$, một số các thông số: Áp suất, nhiệt độ, lưu lượng ống khói, % oxy dư được đo và tính bằng thiết bị Testo 350.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý một hệ thống lấy mẫu bụi



Hình 2. Giản đồ xác định số điểm tối đa để lấy mẫu bụi

2.4. Phân tích bụi $PM_{2.5}$ và cacbon đen

Hàm lượng cacbon đen trong khí thải được xác định bằng phương pháp hấp thụ quang học của mẫu bụi $PM_{2.5}$. Khối lượng bụi $PM_{2.5}$ trên các mẫu bụi $PM_{2.5}$ thu thập từ hiện trường được xác định bằng phương pháp trọng lượng sử dụng cân phân tích có độ chính xác 0,001 mg (Cân phân tích sáu số AD-421D-32).

Hàm lượng cacbon đen trong mẫu giấy lọc được xác định bằng phương pháp hấp thụ ánh sáng tức đo sự suy giảm của ánh sáng truyền qua giấy lọc có chứa thành phần cacbon đen

bằng cách sử dụng thiết bị đo cacbon đen đa sóng (MABI) của Australia.

Giấy lọc chứa mẫu bụi được cắt thành mảnh tròn nhỏ theo kích thước chuẩn của thiết bị bằng dụng cụ chuyên dụng, sau đấy được đưa vào khe đo, song song với mẫu phân tích, một mẫu trắng cũng được đưa vào khe đo xác định độ hấp thụ của giấy lọc. Thực hiện đo cường độ ánh sáng truyền qua mẫu trắng và mẫu phân tích tương ứng là I_0 và I . Hệ số hấp thụ ánh sáng tại bước sóng đo của thành phần BC trên mẫu đo (babs) được xác định theo công thức sau:

$$b_{abs} (Mm^{-1}) = 10^2 \left[\frac{A(cm^2)}{V(m^3)} \right] \ln \left[\frac{I_0}{I} \right]$$

Trong đó:

I_0 là cường độ bức xạ sau khi truyền qua mẫu trắng

I là cường độ bức xạ sau khi truyền qua mẫu phân tích

A là diện tích phần giấy lọc đo (cm^2)

V là thể tích mẫu khí thải tương ứng với phần giấy đo (m^3)

Nồng độ khối lượng của BC được xác định theo công thức sau:

$$BC (ng/m^3) = \frac{10^5 [A(cm^2)]}{[\varepsilon(m^2/g)][V(m^3)]} \ln \left[\frac{I_0}{I} \right]$$

Trong đó ε là hệ số hấp thụ khối của BC thường có giá trị trong khoảng 4 - 11 m^2/g đối với mẫu bụi $PM_{2.5}$.

2.5. Tính toán hệ số phát thải

Hệ số phát thải BC được tính toán dựa trên kết quả hàm lượng lượng BC, hàm lượng bụi, lưu lượng khí thải, nguyên vật liệu và sản lượng theo hướng dẫn của US EPA [12]. Các bước tính toán được thực hiện như sau:

Bước 1: Tính toán mức phát thải

Mức phát thải được tính toán theo công thức:

$$E = k \cdot C_{std} \cdot Q$$

Trong đó:

E : Mức phát thải bụi cacbon đen, kg/giờ.

k : Hệ số chuyển đổi đơn vị, $k = 10^6$.

C_{std} : Nồng độ cacbon đen, mg/Nm^3 .

Q : Lưu lượng khí thải ở điều kiện tiêu chuẩn ($25^\circ C$, 1 atm), $Nm^3/giờ$.

Bước 2: Tính toán hệ số phát thải (có kiểm soát)

$$EF = \frac{E}{A}$$

Trong đó:

EF : Hệ số phát thải cacbon đen

A : Lượng than tiêu thụ ở thời điểm tương ứng thời điểm lấy mẫu.

Bước 3: Tính khoảng giá trị EF

Sau khi có dãy giá trị EFi của 21 mẫu cacbon đen, một số giá trị bất thường được loại bỏ theo chuẩn Dixon được hướng dẫn trong TCVN 4548:2009. Khoảng giá trị EF được biểu diễn qua các giá trị thống kê mô tả gồm: Giá trị trung bình, độ lệch chuẩn [1].

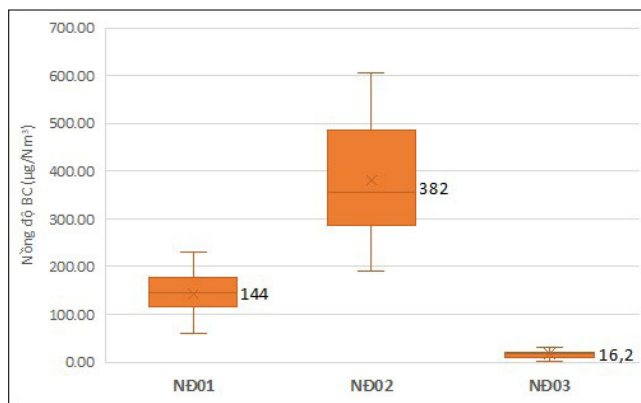
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Nồng độ cacbon đen trong khí thải

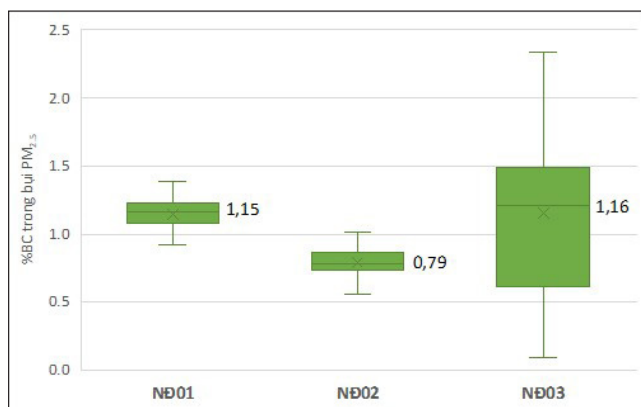
Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ và cacbon đen có trong khí thải các nhà máy nhiệt điện đốt than được trình bày tại Bảng 3 và Hình 3. Số liệu nồng độ cacbon đen trung bình trong khí thải trung bình của các nhà máy Nhiệt điện NĐ01, NĐ02, và NĐ03 lần lượt là 143,8; 381,7; 16,25 $\mu g/m^3$. Nhìn chung, các nhà máy nhiệt điện đốt than trong nghiên cứu sử dụng công nghệ CFB có nồng độ cacbon đen cao hơn các nhà máy sử dụng công nghệ PC. Nhà máy Nhiệt điện NĐ02 có hàm lượng BC đo được cao nhất ở tất cả các mẫu với hàm lượng trung bình gấp 2,8 lần hàm lượng BC tại nhà máy nhiệt điện NĐ03 và gấp khoảng 21 lần so với nhà máy NĐ01. Nhà máy nhiệt điện NĐ02 là nhà máy được xây dựng sớm nhất tại Quảng Ninh với thời gian hoạt động khoảng 14 năm. Điều này chứng tỏ trình độ công nghệ sản xuất và thời gian vận hành có ảnh hưởng lớn đến mức độ phát thải của các chất ô nhiễm trong đó có BC. Thực tế điều tra và khảo sát cho thấy do vận hành trong thời gian dài, thiết bị lắng bụi tĩnh điện (ESP) của nhà máy nhiệt điện NĐ02 đã xuống cấp dẫn tới hiệu suất xử lý bụi giảm chỉ còn từ 83,33% - 99,87%. Bên cạnh đó, việc sử dụng loại than có độ tro cao hơn (Bảng 2) cũng đóng góp vào lượng phát thải nhà máy nhiệt điện NĐ02. Kết quả tính toán này cũng cho thấy mặc dù là nhà máy có công suất lớn nhất (2x600 MW, Bảng 1), nhiệt điện NĐ03 lại là nhà máy có nồng độ cacbon trong khí thải thấp nhất (Hình 1). Điều này cũng có thể được giải thích nhờ hiệu suất thiết bị lắng bụi tĩnh điện của nhà máy có hiệu quả xử lý cao hơn so với các nhà máy còn lại.

Bảng 3. Giá trị nồng độ bụi $PM_{2.5}$ và cacbon đen trong khí thải các nhà máy nhiệt điện được nghiên cứu

	Đại lượng	Trung bình	Nhỏ nhất	Lớn nhất	SD
NĐ01	Bụi $PM_{2.5}$ (mg/Nm^3)	12,51	5,02	17,65	3,67
	BC ($\mu g/Nm^3$)	143,8	60,08	229,1	44,51
	% BC trong bụi $PM_{2.5}$	1,15	0,92	1,39	0,127
NĐ03	Bụi $PM_{2.5}$ (mg/Nm^3)	1,45	0,80	2,34	0,487
	BC ($\mu g/Nm^3$)	16,25	1,41	32,10	8,762
	% BC trong bụi $PM_{2.5}$	1,16	0,093	2,33	0,568
NĐ02	Bụi $PM_{2.5}$ (mg/Nm^3)	48,80	25,34	72,35	15,84
	BC ($\mu g/Nm^3$)	381,7	190,8	606,8	125,7
	% BC trong bụi $PM_{2.5}$	0,792	0,561	1,01	0,120



Hình 3. Kết quả nồng độ cacbon đen trong khí thải của các nhà máy



Hình 4. Tỷ lệ BC (%) trong bụi $PM_{2.5}$ của các nhà máy được nghiên cứu

Kết quả hàm lượng bụi $PM_{2.5}$ và hàm lượng BC trong khí thải (Hình 4) cũng cho thấy mối tương quan thuận giữa hai đại lượng này với hệ số tương quan Pearson là 0,967. Tuy nhiên, tỷ lệ phần trăm BC trong bụi lại có sự khác biệt so với hàm lượng. Hàm lượng $PM_{2.5}$ và BC trong khí thải tại nhà máy NĐ02 cao nhất nhưng tỷ lệ phần trăm BC trong bụi lại khá thấp với dao

động trong khoảng 0,561 ÷ 1,01 (trung bình là 0,79), trong khi đó tỷ lệ này tại nhà máy NĐ03 là 0,093 ÷ 2,33 (trung bình là 1,16). Kết quả này cho thấy dư lượng của cacbon nguyên tố sau khi đốt cháy tại nhà máy NĐ02 là ít hơn so với nhà máy còn lại và do đó hiệu suất đốt than trong lò hơi của nhiệt điện NĐ02 là tốt nhất trong số các nhà máy được nghiên cứu.

3.2. Hệ số phát thải cacbon đen

Từ kết quả hàm lượng cacbon đen trong khí thải cùng dữ liệu hoạt động của các nhà máy, các hệ số phát thải cacbon đen có kiểm soát được tính toán và thể hiện trong Hình 5, Hình 6 và Hình 7 tương ứng với đơn vị mg/tấn than tiêu thụ, mg/MW điện thành phẩm và mg/GJ than.

Kết quả tính toán giá trị hệ số phát thải cacbon đen trung bình trong khí thải theo lượng than tiêu thụ (mg/tấn than) của các nhà máy lần lượt là 610,9; 824,2; 132,4; tương ứng với nhà máy nhiệt điện NĐ01, NĐ02, NĐ03. Theo đó, nhiệt điện NĐ02 có giá trị cao hơn nhiệt điện NĐ01 và gấp 5,7 lần so với nhiệt điện NĐ03 do có nồng độ cacbon đen trong khí thải cao.

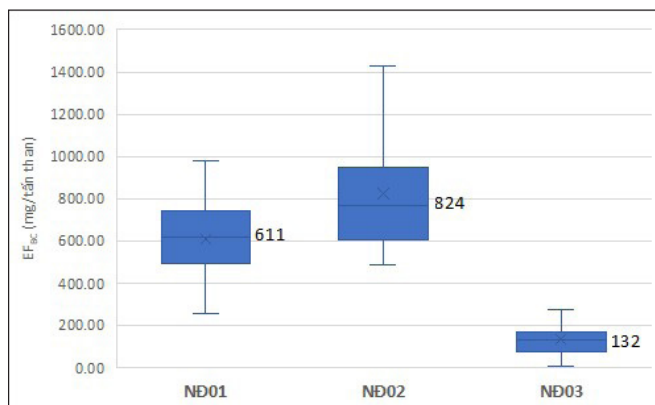
Kết quả tính toán giá trị hệ số phát thải cacbon đen trung bình trong khí thải theo lượng điện thành phẩm đầu cực (mg/MWh) của các nhà máy lần lượt là 295; 501; 64,0 tương ứng với nhà máy nhiệt điện NĐ01, NĐ02, NĐ03 (Hình 6). Sự chênh lệch về giá trị này giữa các nhà máy cao hơn khi so sánh với hệ số phát thải tính theo lượng than tiêu thụ bởi có sự khác biệt đáng kể trong định mức tiêu thụ than (mg/MWh) của nhiệt điện NĐ02 so với hai nhà máy còn lại (Bảng 1). Mặc dù vậy, hệ số phát thải cacbon đen của nhiệt điện NĐ02 cũng như hai nhà máy còn lại đều thấp hơn giá trị tham khảo cho ngành nhiệt điện đốt than Việt Nam là 800 mg/MWh trong nghiên cứu của Huy và Oanh (2017) (Hình 6) [8]. Do nghiên cứu thực hiện kiểm kê khí thải của các nhà máy nhiệt điện từ năm 2010, tức thời điểm nhiều nhà máy chưa

lắp đặt hệ thống xử lý bụi nên giá trị tham khảo này cao hơn mức thực tế hiện nay.

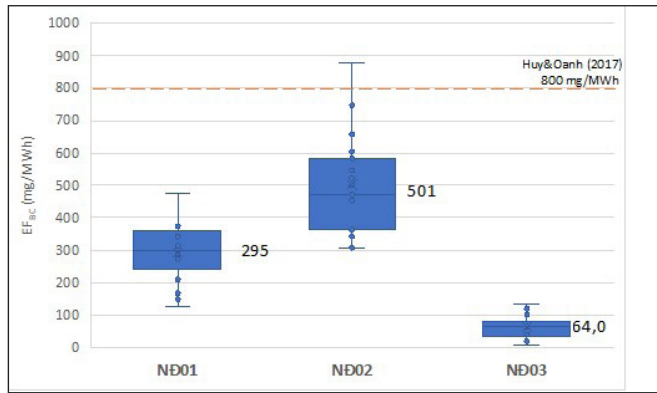
Kết quả tính toán giá trị hệ số phát thải cacbon đen trung bình trong khí thải theo nhiệt trị than tiêu thụ (mg/GJ) của các nhà máy lần lượt là 28,5; 44,7; 9,21 tương ứng với nhà máy nhiệt điện NĐ01, NĐ02, NĐ03 (Hình 7). Khi so sánh với giá trị hệ số phát thải quốc tế dành cho nhà máy nhiệt điện đốt than từ nghiên cứu của Mylläri (2018), hai nhà máy CFB là NĐ01 và NĐ02 đều có giá trị cao hơn, gấp 2,3 - 3,2 lần [9]. Chỉ có nhiệt điện NĐ03 là nhà máy PC có giá trị hệ số phát thải cacbon đen trung bình thấp hơn giá trị tham khảo.

Nhìn chung, kết quả tính toán hệ số phát thải cacbon đen có kiểm soát theo lượng than tiêu thụ và điện thành phẩm đầu cực (Hình 5, Hình 6) không có nhiều sự khác biệt về thứ tự các nhà máy. Nhiệt điện NĐ02 là nhà máy có giá trị cao nhất, gấp 5 - 6 lần so với nhà máy có giá trị thấp nhất là NĐ03. Điều này có thể được lý giải là do hệ thống vận hành lâu dẫn đến hiệu quả hoạt động và hiệu suất thiết bị xử lý bụi giảm, tương tự với lý do đưa ra ở nồng độ cacbon đen trong khí thải.

Khi loại bỏ ảnh hưởng của yếu tố chất lượng than được sử dụng trong các nhà máy thông qua tính toán hệ số phát thải theo nhiệt trị (Hình 7), đồ thị cho thấy sự tương đồng với hai kết quả tính toán theo lượng than tiêu thụ và lượng điện thành phẩm đầu cực. Kết quả này cho thấy ảnh hưởng của yếu tố này tới hệ số phát thải cacbon đen là không đáng kể giữa các nhà máy.

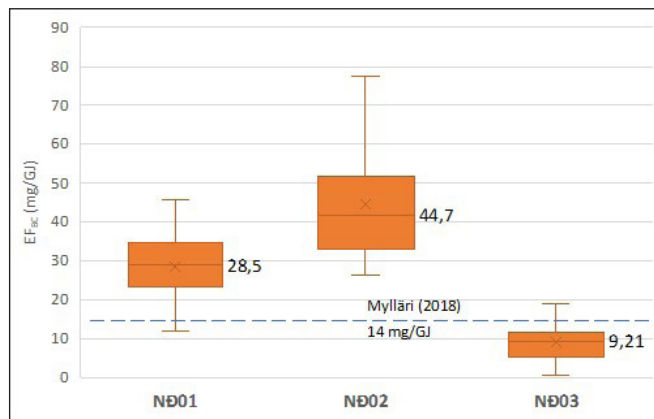


Hình 5. Hệ số phát thải (g/tấn than tiêu thụ) cacbon đen có kiểm soát từ các nhà máy nhiệt điện đốt than được nghiên cứu



Hình 6. Hệ số phát thải cacbon đen có kiểm soát (g/MWh) của các nhà máy nhiệt điện đốt than được nghiên cứu

(Nguồn: Tác giả tự tổng hợp)



Hình 7. Hệ số phát thải cacbon đen có kiểm soát (mg/GJ) của các nhà máy nhiệt điện đốt than được nghiên cứu

4. Kết luận

Nghiên cứu đã thực hiện xây dựng hệ số phát thải cacbon cho ba nhà máy nhiệt điện tại tỉnh Quảng Ninh. Dựa trên kết quả quan trắc trực tiếp tại hiện trường và kết quả phân tích, hệ số phát thải cacbon đen của các nhà máy đã được tính toán theo nồng độ cacbon đen có trong khí thải. Theo đó, nồng độ cacbon đen trung bình trong khí thải của ba nhà máy nhiệt điện NĐ01, NĐ02 và NĐ03 lần lượt là 139,9; 387,6; 18,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Từ kết quả trên, hệ số phát thải của ba nhà máy theo lượng than sử dụng (mg/tấn) là 667,8; 882,7; 151,9 lần lượt cho nhà máy nhiệt điện

NĐ01, NĐ02, NĐ03. Đối với tính theo lượng điện thành phẩm đầu cực (mg/MWh), hệ số phát thải là 295; 501; 64,0 và theo nhiệt trị của than (mg/GJ) là 28,5; 44,7; 9,21.

Kết quả tính toán trên cho thấy ảnh hưởng lớn nhất và đáng kể tới phát thải cacbon đen tại các nhà máy nhiệt điện được nghiên cứu là hiệu suất thiết bị xử lý bụi. Với nhà máy luôn có mức phát thải và hệ số phát thải cacbon đen cao nhất là nhiệt điện NĐ02, hiệu suất xử lý thấp hơn rất nhiều so với nhà máy mới được xây dựng và có hiệu quả xử lý khí thải tốt là NĐ03. Bên cạnh đó, trình độ công nghệ sản xuất cũng có đóng góp tới lượng cacbon đen trong khí thải.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Nghiêm Trung Dũng (2022), *Quan trắc Môi trường Không khí*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
2. Thủ tướng chính phủ (2023), Quyết định 500/QĐ-TTg ngày 15 tháng 5 năm 2023 về Phê duyệt Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.
3. Tập đoàn Điện lực Việt Nam (2022), *Báo cáo thường niên 2021*, https://www.evn.com.vn/userfile/User/tcdl/files/EVNAnnualReport2021%20final%2022_10_2021.pdf

Tài liệu tiếng Anh

4. Amann, M. et al (2019), *Future air quality in Ha Noi and northern Viet Nam*, https://previous.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/air/news/Future_air_quality_in_Ha_Noi.pdf
5. Bond, T. C. et al (2013), "Bounding the role of black carbon in the Climate System: A Scientific Assessment", *J. Geophys. Res. Atmos.* 118(11), 5380-5552. <https://doi.org/10.1002/jgrd.50171>
6. Dung, N.T. et al (2014), "Emission Factors of Selected Air Pollutants of Pulverized Coal-Fired Power Plants", *J. Sci. Technol*, 99, 022-026.
7. EREA&DEA (2022), *Viet Nam Energy Outlook Report 2021*, <http://vepg.vn/wp-content/uploads/2022/06/Viet-Nam-Energy-Outlook-Report-2021-English.pdf>
8. Huy, L. N.; Kim Oanh, N. T. (2017), "Assessment of national emissions of air pollutants and climate forcers from thermal power plants and industrial activities in Viet Nam", *Atmos. Pollut. Res*, 8(3), 503-513. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2016.12.007>.
9. Mylläri, F. (2018), *From boiler to atmosphere: effect of fuel choices on particle emissions from real-scale power plants*, PhD Thesis Tampere University of Technology <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-4214-5>
10. Roy, S. et al (2022), "Evaluation of Viet Nam air emissions and the impacts of revised Power development plan (PDP7 rev) on spatial changes in the Thermal Power Sector", *Atmos. Pollut. Res.*, 13(7), 101454. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2022.101454>
11. Roy, S. et al (2021), "Development of 2015 Viet Nam Emission Inventory for Power Generation Units", *Atmos Environ.* 247, 118042. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.118042>
12. UNEP and Asian Institute of Technology and Institute for Advanced Sustainability Studies (AIT) (2013), *Atmospheric Brown Clouds: Emission Inventory Manual*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/21482>
13. US (1994), *Environmental Protection Agency. Method 1 - Sample/Velocity Traverses*, <https://www.epa.gov/emc/method-1-samplevelocity-traverses>

BLACK CARBON EMISSION FACTORS OF COAL-FIRED POWER PLANTS: TYPICAL APPLICATIONS IN QUANG NINH PROVINCE

Phung Thi Thu Trang⁽¹⁾, Chu Thi Thanh Huong⁽²⁾, Trinh Thi Tham⁽³⁾, Trinh Thi Phuong Ly⁽⁴⁾,
Do Thi Thanh Binh⁽¹⁾, Vu Van Dam⁽¹⁾, Nguyen Thi Thanh Hoai⁽¹⁾

⁽¹⁾The Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

⁽²⁾Department of Climate Change

⁽³⁾School of Chemistry and Life Sciences, Hanoi University of Science and Technology

⁽⁴⁾Faculty of Environment, Hanoi University of Natural Resources and Environment

Received: 11/10/2023; Accepted: 16/11/2023

Abstract: Emission factor is an important parameter in calculation for emission inventory. Currently, data

on national specific emission factors of industries in Viet Nam is still lacking, especially for black carbon (BC), which is an air pollutant that causes many adverse impacts on air quality and global warming. This study was implemented with the goal of determining the black carbon emission factor from the boiler of coal-fired power plants in Quang Ninh province using the results of field monitoring, investigation and survey. The study uses data on fuel, output, production technology and emission control from 03 Quang Ninh coal-fired power plants include Mong Duong 1, Cam Pha and Mong Duong 2 combined with monitoring results of 21 BC samples in $PM_{2.5}$ at each factory. BC concentration data and other data on exhaust gas characteristics, input fuel characteristics and production activities are used to calculate the BC emission factor. The controlled black carbon emission factors from Mong Duong 1, Cam Pha, Mong Duong 2 according to the amount of coal consumed (mg/ton of coal) is 610.9; 824.2; 132.4; according to the amount of terminal finished electricity (mg/MWh) is 295; 501; 64.0 and according to the calorific value of coal (mg/GJ) is 28.5; 44.7; 9.21, respectively.

Keywords: Emission factor, coal-fired power plants emissions, black carbon.