

NGHIÊN CỨU TỐI ƯU HOÁ QUÁ TRÌNH CHÁY BỘT THAN TRONG LÒ HƠI SG 130-40-450 BẰNG PHƯƠNG PHÁP MÔ PHỎNG SỐ CFD

A STUDY ON OPTIMIZATION OF PULVERIZED COAL FIRING COMBUSTION IN SG 130-40-450 BOILERS BY USING CFD SIMULATION

Lê Đức Dũng¹, Nguyễn Viết Hương²

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội; dung.leduc@hust.edu.vn

²Viện Khoa học Năng lượng - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Tóm tắt - Nhiệt điện đốt than đã và đang đóng vai trò chủ đạo trong nguồn cung cấp điện quốc gia. Theo quy hoạch điện 7 điều chỉnh, 2016, yêu cầu công suất phát tăng cao gấp 2 lần so với tốc độ tăng trưởng kinh tế hàng năm, đồng thời phải đảm bảo sử dụng hiệu quả nguồn than antraxit khó cháy trong nước và nguồn than nhập khẩu. Vì vậy, bài báo tập trung nghiên cứu than phụ thuộc nhiều vào tỷ lệ trộn than và tỷ lệ cấp gió (không khí) sơ cấp/ gió thứ cấp. Khi tăng dần tỷ lệ trộn than nhập thì hiệu suất cháy kiệt của hỗn hợp bột than tăng theo và đạt hiệu suất cháy kiệt than cao nhất là 95,4% ở tỷ lệ trộn than nhập 20%, tỷ lệ gió sơ cấp/ gió thứ cấp nằm trong khoảng 0,8 đến 1,2.

Từ khóa - cháy bột than; mô phỏng CFD; đốt than trộn; tối ưu hóa quá trình cháy than; tỷ lệ cấp gió

1. Mở đầu

Theo quy hoạch điện 7 điều chỉnh, nhiệt điện than chiếm tỷ trọng cao trong cơ cấu sản xuất điện, chiếm 55% vào năm 2030 [1] và công suất phát điện từ nhiệt điện tăng nhanh từ 26.000 MW (năm 2020) lên đến 55.300 MW (năm 2030). Bên cạnh đó, đến năm 2030 thì lượng than thiếu hụt cho sản xuất điện là 83 triệu tấn và phải bù đắp bằng than nhập khẩu [1]. Nghiên cứu đốt than trộn đã được nhiều nhà khoa học trong nước và thế giới quan tâm nhằm tạo ra nguồn than ổn định và cung cấp lâu dài cho nhà máy nhiệt điện. Việc nghiên cứu tỷ lệ trộn và điều kiện vận hành như cấp không khí tối ưu cho quá trình cháy là có ý nghĩa lớn cả về mặt khoa học lẫn thực tiễn ứng dụng.

Quá trình cháy bột than là hiện tượng phức tạp của chuỗi các phản ứng lý-hóa [3, 4]. Hiệu quả của quá trình cháy, phụ thuộc vào nhiều yếu tố như đặc tính nhiên liệu, phân cấp tỷ lệ không khí sơ cấp, không khí thứ cấp, kích thước hạt than [3]. Bất kỳ một sự thay đổi nào trong các yếu tố trên cũng đều gây ảnh hưởng đến đặc tính của quá trình cháy. Phương pháp trộn các loại than khác nhau kết hợp với sự thay đổi về điều kiện cấp không khí có thể là một giải pháp hiệu quả để nâng cao hiệu suất cháy và giảm phát thải [5].

Than anthraxit Việt Nam có đặc tính cháy và phát thải khác nhiều so với than nhập khẩu, vì vậy, điều kiện cấp không khí cho quá trình cháy, thời gian đốt cháy, nhiệt độ bắt cháy, nhiệt độ nóng chảy xi khác nhau. Việc nghiên cứu chế độ đốt cháy than trộn nhằm tìm ra giải pháp đốt hợp lý, đảm bảo hiệu suất cao, đốt kèm than nhập khẩu phù hợp với điều kiện thiếu hụt than là vấn đề được ngành nhiệt điện rất quan tâm hiện nay. Như chúng ta đã biết, việc tiến hành thí nghiệm thực tế rất tốn kém, vì vậy nhóm tác giả đã tiến hành

Abstract - Coal firing power plants have been playing important roles in national power supplying resource. According to the master power plan number 7+, in 2016, the demand for power generation capacity is approximately two times higher than the annual GDP growth rate, and it must ensure the efficient use of domestic anthracite coal and imported coal. Therefore, the paper focuses on enhancing the efficiency of blending of coal firing combustion in tangential SG 130-40-450 boilers by using numerical simulation CFD software. The results of the study have determined that the efficiency of blending of coal combustion is highly depending on coal blending ratio and primary air/secondary air ratio. When the proportion of imported coal and domestic coal increases, the complete combustion efficiency also increases and reaches the highest efficiency of 95.4%. With 20% blending of sub-bitum coal, the proportion of primary/secondary air ranges from 0.8 to 1.2.

Key words - coal combustion; CFD simulation; coal blending; optimization of coal combustion; air ratio

nghiên cứu tỷ lệ trộn than, điều kiện cung cấp không khí đến hiệu suất cháy than bằng mô hình mô phỏng số CFD. Kết quả nghiên cứu đã cho biết trường nhiệt độ trong buồng đốt, nhằm hạn chế việc bám xỉ trong buồng đốt, giúp phân tích, nghiên cứu quá trình cháy, lựa chọn các thông số tối ưu nhất để làm các thí nghiệm đánh giá trên mô hình thực tế, qua đó giúp giảm chi phí và tiết kiệm thời gian [3-6].

Phần mềm CFD là công cụ mạnh để mô phỏng quá trình cháy bột than trong buồng đốt lò hơi, đánh giá cấu tạo buồng đốt phục vụ hiệu chỉnh tối ưu hóa quá trình cháy than.

Những ứng dụng mô hình mô phỏng số CFD trong các ngành công nghiệp cháy và sản xuất năng lượng được nêu trong [2]. Đã có nhiều công trình khoa học nghiên cứu quá trình cháy bột than sử dụng công cụ CFD, đặc biệt là các nghiên cứu về quá trình cháy bột than lò hơi kiểu tiếp tuyến của T. Asotani và cộng sự (2008), Choeng Ryul Choi và Chang Nyung Kim (2008), Zhao Feng Tian và cộng sự (2009), Cristiano V. da Silva và cộng sự (2010); nghiên cứu ảnh hưởng của trộn than đến quá trình cháy trong buồng đốt lò hơi, R.I. Backreedy và cộng sự (2005), Y.S. Shen và cộng sự (2006). Ứng dụng khác của CFD trong nghiên cứu sự hình thành NO_x trong quá trình đốt than bột được trình bày trong nghiên cứu của B.R. Stanmore (1999), M. Xu và cộng sự (2000), Z.Q. Li và cộng sự (2002).

Trong bài báo “Nghiên cứu quá trình cháy bột than trộn trong lò hơi đốt than phun trên mô hình mô phỏng CFD” đã trình bày dự đoán trường tốc độ, nhiệt độ, sự chuyển động của các hạt than, sự hình thành của các chất khí trong quá trình cháy bột than và bước đầu xem xét đánh giá ảnh hưởng của trộn than đến quá trình cháy [24].

Việc sử dụng than trộn nhằm đáp ứng 3 tiêu chí cơ bản

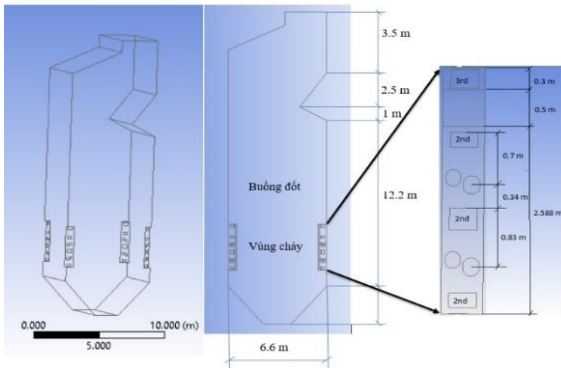
sử dụng hiệu quả nguồn than trong nước và than nhập khẩu trên cùng một thiết bị lò hơi có sẵn, xác định lượng than trộn hợp lý và tối ưu hoá quá trình cháy than trộn. Ngoài ra, dựa vào điều kiện và kế hoạch đốt than trộn thực tế của nhà máy, hiện nay trộn với lượng than nhập khẩu là 5%, và kế hoạch tăng lên 10% ~ 15 % lượng than nhập khẩu để cải thiện việc đốt than trong lò hơi. Vì vậy, bài báo tập trung nghiên cứu lựa chọn các tỷ lệ trộn từ 5 ~ 20% than á-bitum [20, 21, 22, 23].

Mục đích của nghiên cứu này là tìm ra sự ảnh hưởng của tỷ lệ trộn than đến sự phân bố trường nhiệt độ và khả năng cháy kiệt của hạt than, cũng như sự ảnh hưởng của tỷ lệ gió sơ cấp/thứ cấp đến quá trình cháy than trộn trong quá trình cháy bột than trong buồng đốt than phun kiểu tiếp tuyến SG-130-40-450 tại Nhà máy Nhiệt điện Ninh Bình.

2. Mô phỏng số quá trình cháy bột than

2.1. Miền tính toán và điều kiện biên

Miền tính toán là buồng đốt lò hơi SG 130-40-450 kiểu tiếp tuyến, được minh họa như trên Hình 1. Kích thước chiều cao, chiều rộng, chiều sâu lần lượt là 26 x 6,6 x 6,8 m. Lò hơi gồm 8 vòi đốt NO_x thấp, được bố trí theo 4 cụm vòi đốt ở 4 góc buồng đốt vùng cháy của buồng lửa. Mỗi cụm vòi đốt gồm 2 vòi đốt NO_x thấp, xen kẽ là các miệng gió thứ cấp, gió cấp 3 được bố trí ở phía trên miệng gió thứ cấp một khoảng 0,5 m. Mỗi vòi đốt NO_x thấp được chia thành 2 vòi với 2 dòng đậm đặc và dòng loãng. Dòng đậm đặc với tỷ lệ không khí và than A/C ≈ 1, được hình thành ở phía trong gần trung tâm buồng lửa, đảm bảo cho sự bắt lửa sớm và ổn định, như vậy sẽ giảm được tổn thất cháy không hết về mặt cơ học, q₄. Dòng loãng với tỷ lệ A/C rất bé, quá trình cháy xảy ra trong vùng ôxy hóa mạnh mẽ nhưng nhiệt độ thấp nhằm hạn chế sự hình thành NO_x, đồng thời ngăn cách dòng khói nóng ở trung tâm cháy và vách buồng lửa. Điều này có khả năng không chế và hạn chế hiện tượng đóng xỉ trong buồng lửa.



Hình 1. Mô hình buồng đốt lò hơi SG-130-40-450

Tính chất của than và điều kiện biên được biểu diễn như trong Bảng 1, Bảng 2 và Bảng 3 dưới đây. Trong Bảng 3, lượng than tiêu thụ giữ không đổi, mặc dù trong thực tế theo chiều tăng lượng than trộn, thì nhiệt trị mẫu than trộn sẽ giảm dần từ 21.844 kJ/kg xuống 21.100 kJ/kg. Tuy nhiên, theo kết quả bài toán thì hiệu suất cháy kiệt tăng dần, nên thực tế lượng nhiệt tỏa ra biến thiên khá ít, do đó, việc giữ nguyên lượng than tiêu thụ của lò hơi giúp đơn giản hóa điều kiện biên mà không ảnh hưởng nhiều đến kết quả mô phỏng.

Điều kiện biên được giữ nguyên cho tất cả các trường hợp trộn than khác nhau: 5%, 10%, 15%, 20%.

Bảng 1. Thành phần công nghệ và nhiệt trị của than á bitum

Thành phần công nghệ		Đơn vị	Than Hòn Gai	Than nhập khẩu
Ấm	H ₂ O	%	6,38	20,62
Chất bốc	VM	%	7,37	38,45
Tro	A	%	25,33	9,23
Cacbon cố định	FC	%	60,92	31,7
Nhiệt trị thấp	Q _{th}	kJ/kg	21.844	18.125
Nhiệt trị cao	Q _c	kJ/kg	22.768	19.792

Bảng 2. Thành phần hóa học của than á bitum

Thành phần hóa học		Đơn vị	Than Hòn Gai	Than nhập khẩu
Cacbon	C	%	90,06	74,29
Hydro	H	%	3,40	5,12
Lưu huỳnh	S	%	0,91	0,45
Nitơ	N	%	1,52	1,49
Ôxy	O	%	4,11	18,65

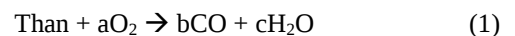
Bảng 3. Điều kiện biên cho mô hình mô phỏng

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Lượng tiêu hao than	t/h	19,526
Tổng lượng gió thực	Nm ³ /h	117.995
Tỷ lệ gió sơ cấp	%	25
Tỷ lệ gió thứ cấp	%	48
Tỷ lệ gió cấp III	%	27
Nhiệt độ gió sơ cấp	°C	245
Nhiệt độ gió thứ cấp	°C	390
Nhiệt độ gió cấp III	°C	90
Tỷ lệ phun nhiên liệu nồng độ đậm/loãng	-	9/1

2.2. Mô hình CFD

2.2.1. Mô hình toán và phương pháp số

Quá trình cháy bột than được mô hình hóa bằng sử dụng phần mềm ANSYS ACADEMIC RESEARCH CFD phiên bản 16.1. Các phương trình cơ bản như phương trình liên tục, phương trình động lượng, phương trình năng lượng, phương trình rối, phương trình phản ứng hóa học được rời rạc hóa bằng phương pháp thể tích hữu hạn [4]. Thuật toán coupled biểu diễn sự tương quan áp suất – vận tốc, mô hình chuyển động rối k-epsilon Reliable, mô hình bức xạ Discrete Ordinate Method (DOM) và mô hình dòng phản ứng cho pha khí Eddy Dissipation được sử dụng trong tất cả các trường hợp mô phỏng. Tất cả mô hình đều ở trạng thái tĩnh và bỏ qua sự ảnh hưởng bởi trọng lực. Sự chuyển động của các hạt than được tính toán theo công thức Lagrangian [3, 11]. Sự tương tác giữa các hạt than và khí được tính cho mỗi 25 vòng lặp. Quá trình thoát chất bốc và cháy cốc diễn ra khi các hạt than được phun vào và hòa trộn với dòng khí trong buồng đốt [9]. Quá trình thoát chất bốc được mô hình hóa bởi mô hình đơn bậc nhất và tốc độ thoát và cháy chất bốc được diễn tả bởi Arrhenius [3, 11, 14]. Quá trình cháy giữa chất bốc và không khí được tính toán bằng mô hình tiêu tán xoáy (Eddy dissipation). Cơ chế phản ứng hai bước như sau:



Trong đó a, b, c là các hệ số phản ứng, phụ thuộc vào thành phần, tính chất của than.

Quá trình cháy cốc được tính theo kinetics/diffusion-limited model. Tốc độ phản ứng bề mặt được xác định dựa theo tốc độ động học (kinetics rate) hoặc tốc độ khuếch tán (diffusion rate) [6, 8, 14]. Chi tiết các mô hình được trình bày cụ thể trong Fluent 16.1 User's guide [25].

Quy trình giải

Để lời giải bài toán nhanh hội tụ, quy trình giải gồm 5 bước trong nghiên cứu này như dưới đây [14]:

1. Chạy chương trình với 300 vòng lặp cho dòng không phản ứng, tức là giải bài toán chỉ với dòng không khí không có sự phun hạt than.
2. Khởi tạo cho bài toán dòng phản ứng bằng cách patch nhiệt độ cao cho vùng phản ứng và chạy 1 bước lặp để khởi tạo ngọn lửa.
3. Chạy chương trình với 500 vòng lặp cho dòng phản ứng.
4. Kích hoạt mô hình bức xạ Discrete Ordinates và chạy chương trình với 500 bước lặp.
5. Kích hoạt sự tương tác bức xạ giữa các hạt và giải bài toán đến khi hội tụ từ 3000 – 4000 bước lặp.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả đánh giá sự ảnh hưởng của các tỷ lệ trộn đến quá trình cháy

Đối với bất cứ sự thay đổi nào liên quan đến quá trình cháy, yếu tố kỹ thuật được quan tâm nhất là cháy kiệt nhiên liệu và sự phân bố nhiệt độ bên trong lò hơi. Đây là 2 yếu tố có ý nghĩa quan trọng trong sử dụng hiệu quả nguồn nhiên liệu, và ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình truyền nhiệt, hóa hơi trong lò hơi, ổn định vận hành lò hơi. Do đó, thay đổi nhiên liệu đầu vào, ở đây là trộn thêm than nhập khẩu và đốt trong các lò hơi thể hệ cũ, thì đánh giá yếu tố cháy kiệt than và phân bố nhiệt độ trong lò hơi là rất quan trọng.

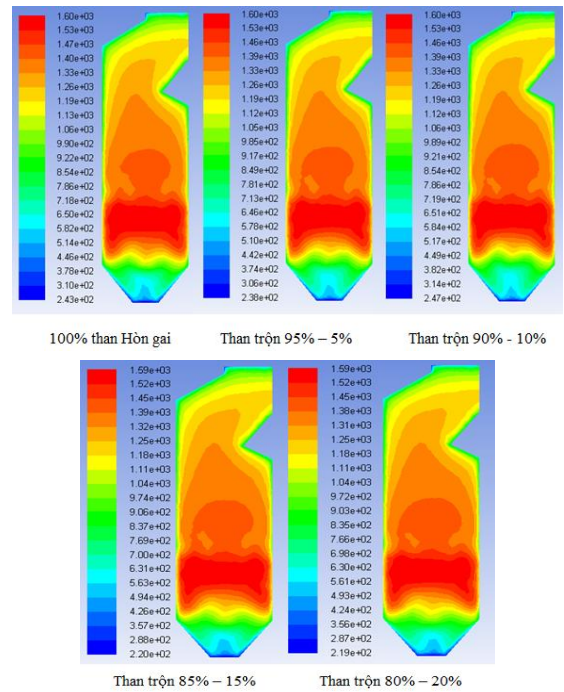
3.1.1. Sự phân bố nhiệt độ

Bảng 4. Nhiệt độ trung bình tại các mặt cắt

Mặt cắt	Nhiệt độ trung bình (°C) cho các tỷ lệ trộn (Than Hòn gai – Than nhập khẩu)				
	100 - 0	95 - 5	90 - 10	85 - 15	80 - 20
A	1372	1361	1356	1357	1346
B	1445	1439	1436	1436	1426
C	1395	1392	1393	1388	1384
D	1393	1391	1393	1386	1383
E	1315	1314	1314	1310	1307
Outlet	1055	1054	1053	1052	1049
z=0	1265	1257	1256	1257	1252

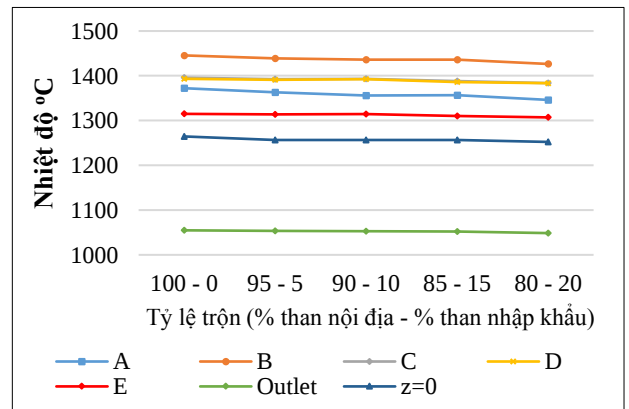
Hình 2 thể hiện sự phân bố nhiệt độ theo mặt cắt dọc buồng đốt tương ứng với các tỷ lệ trộn (% than nội địa - % than nhập khẩu) tương ứng: 100%-0%, 95%-5%, 90%-10%, 85%-15%, 80%-20%, ta thấy sự phân bố nhiệt độ tương ứng các tỷ lệ trộn khá giống nhau, khó quan sát bằng hình ảnh, điều này được lý giải như sau: Vì tỷ lệ trộn còn thấp nên sự thay đổi thành phần công nghệ của than rất nhỏ nên không ảnh hưởng nhiều đến sự phân bố nhiệt độ. Sự

thay đổi được nhận thấy rõ ràng hơn khi ta khảo sát giá trị nhiệt độ cụ thể từng vị trí mặt cắt lò đốt.



Hình 2. Trường nhiệt độ theo mặt cắt dọc buồng đốt tương ứng các tỷ lệ trộn ($z=0$)

Hình 3 là biểu đồ so sánh sự thay đổi nhiệt độ trung bình giữa các mặt cắt ứng với từng tỷ lệ trộn, ta thấy giá trị nhiệt độ trung bình tại các mặt cắt có sự giảm nhẹ theo chiều tăng dần lượng than nhập khẩu ($\Delta T \approx 10^\circ\text{C}$). Điều này được giải thích bởi sự giảm dần nhiệt trị khi tăng tỷ lệ than ábitum. Tuy nhiên, do lượng than nhập khẩu tăng lên khá thấp nên nhiệt trị bị giảm ít, dẫn đến nhiệt độ không giảm nhiều.



Hình 3. Biểu đồ so sánh nhiệt độ trung bình các mặt cắt

Với việc trộn thêm than nhập khẩu trong ngưỡng từ 0 ~ 20%, ta thấy rằng, trường nhiệt độ trong lò hơi không bị ảnh hưởng nhiều, do đó, trộn than không ảnh hưởng nhiều đến truyền nhiệt và sinh hơi trong lò hơi.

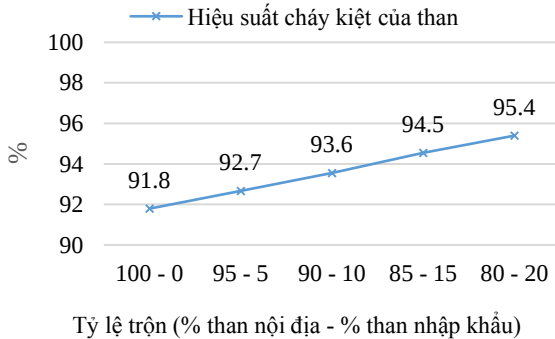
3.1.2. Hiệu suất cháy kiệt than

Hiệu suất cháy kiệt than được tính bằng tỷ lệ oxy thực tế tham gia phản ứng cháy và lượng oxy lý thuyết cần thiết cho phản ứng cháy. Khi lượng oxy thực tế tham gia phản ứng cháy bằng lượng oxy lý thuyết thì lượng than cấp vào

cháy kiệt hoàn toàn và hiệu suất cháy kiệt đạt 100%.

Khi tăng dần lượng than nhập khẩu và giữ nguyên điều kiện vận hành khác, ta thấy hiệu suất cháy kiệt của than tăng dần và đạt giá trị cao nhất 95,4% ở tỷ lệ trộn cao nhất là 20% than nhập khẩu. Điều này được giải thích như sau: Khi tăng dần tỷ lệ trộn than, ta có được một loại than trộn có thành phần công nghệ và thành phần hóa học thay đổi so với mẫu than nội địa đang sử dụng, cụ thể là thành phần chất bốc tăng, thành phần cacbon cố định và hàm lượng tro giảm, với thành phần mẫu than trộn thu được, tính toán lượng không khí lý thuyết cần thiết cho quá trình cháy, ta thấy lượng không khí lý thuyết giảm dần theo chiều tăng lượng than nhập khẩu đem trộn. Trong khi, giữ nguyên lượng không khí cấp vào lò hơi dẫn đến hệ số không khí thừa tăng theo chiều tăng lượng than nhập khẩu đem trộn. Kết hợp với yếu tố mẫu than mới có nhiều chất bốc hơn, cacbon cố định và tro ít hơn. Kết quả là hiệu suất cháy kiệt của than tăng.

Với việc trộn thêm than nhập khẩu trong ngưỡng từ 0 ~ 20% và giữ nguyên điều kiện vận hành ban đầu, ta thấy hiệu suất cháy kiệt than tăng theo chiều tăng của lượng than nhập khẩu đem trộn.



Hình 4. Hiệu suất cháy kiệt than ứng với các tỷ lệ trộn

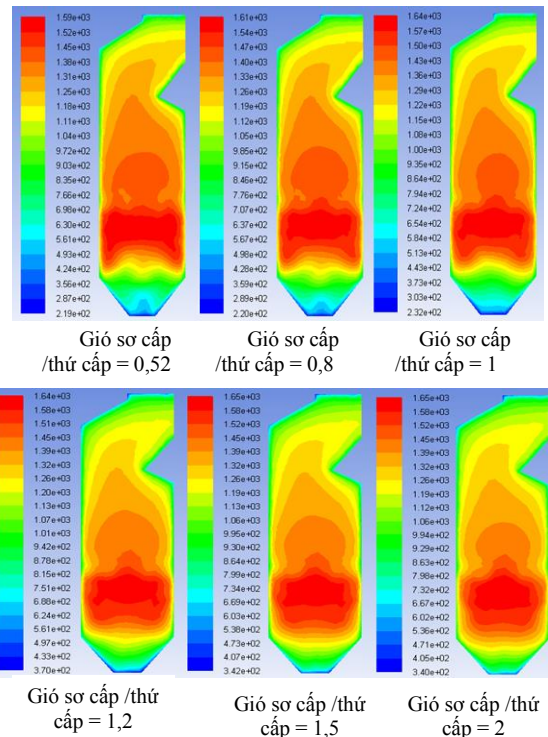
3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ gió sơ cấp/gió thứ cấp đến quá trình cháy than có 80% antraxit với 20% á bitum

Như nêu trong Mục 3.1, khi có sự thay đổi yếu tố vận hành lò hơi, trước tiên, cần đánh giá sự phân bố nhiệt độ và khả năng cháy kiệt nhiên liệu. Trong khoảng trộn từ 0 ~ 20% than nhập khẩu, ta có được hiệu suất cháy tốt nhất ở tỷ lệ trộn cao nhất với 20% than nhập khẩu. Trong mục này ta sẽ đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ gió sơ cấp/thứ cấp đến quá trình cháy than trộn ở tỷ lệ 80% than nội địa với 20% than nhập khẩu.

3.2.1. Sự phân bố nhiệt độ

Hình 5 thể hiện sự phân bố nhiệt độ trên bề cắt dọc buồng đốt, ta thấy khi chỉ thay đổi tỷ lệ gió sơ cấp và thứ cấp trong điều kiện giữ nguyên các điều kiện vận hành khác thì có sự thay đổi sự phân bố nhiệt độ trong buồng đốt. Nguyên nhân là do có sự thay đổi động của không khí cấp vào buồng lửa, dẫn đến sự thay đổi độ rối của dòng khí/khói trong lò. Sự thay đổi được chỉ ra rõ ràng hơn trên biểu đồ Hình 7.

Bảng 5 thể hiện giá trị nhiệt độ trung bình trên bề mặt cắt dọc buồng đốt và Hình 7 là biểu đồ so sánh nhiệt độ trung bình tại các mặt cắt. Mặt cắt B, Z có nhiệt độ trung bình tăng theo chiều tăng nhanh trong khoảng (0,52; 1,2) và không tăng đáng kể trong khoảng (1,2; 2).



Hình 5. Trường nhiệt độ theo mặt cắt dọc buồng đốt tương ứng các tỷ lệ gió sơ cấp/thứ cấp

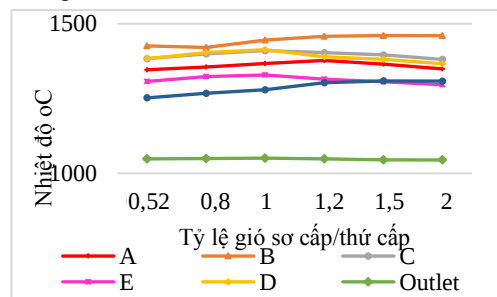
Bảng 5. Nhiệt độ trung bình tại các mặt cắt

Mặt cắt	Nhiệt độ trung bình (°C) cho các tỷ lệ gió sơ cấp/ gió thứ cấp (80% Than Hòn gai – 20% Than nhập khẩu)					
	0,52	0,8	1	1,2	1,5	2
A	1346	1355	1368	1377	1365	1349
B	1426	1421	1445	1458	1461	1460
C	1384	1399	1410	1403	1396	1381
D	1383	1403	1413	1390	1381	1366
E	1307	1324	1329	1315	1306	1296
Outlet	1049	1050	1051	1048	1045	1045
z=0	1252	1268	1280	1303	1309	1308

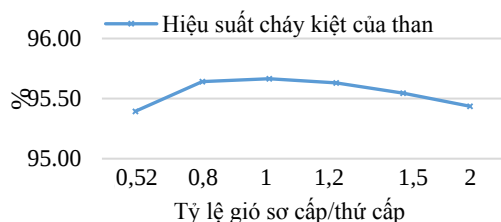
Nhiệt độ trung bình tại các mặt cắt A, C, D, E tăng trong khoảng (0,52; 1) và giảm trong khoảng (1; 2). Nhiệt độ trung bình các mặt cắt có sự thay đổi đáng kể với Δt có thể lên đến 75°C.

3.2.2. Hiệu suất cháy kiệt than

Hiệu suất cháy kiệt được tính tương tự Mục 3.1.2, ta tính được hiệu suất cháy kiệt than ứng với các tỷ lệ gió sơ cấp/thứ cấp như sau:



Hình 6. Phân bố nhiệt độ trung bình tại các mặt cắt



Hình 7. Hiệu suất cháy kiệt than ứng với các tỷ lệ trộn

Nghiên cứu sáu tỷ lệ gió sơ cấp/thứ cấp lần lượt là: 0,52; 0,8; 1; 1,2; 1,5; 2. Trên Hình 7, ta thấy hiệu suất cháy kiệt cao nhất đạt được ở tỷ lệ cấp gió trong khoảng (0,8; 1,2).

4. Kết luận

Kết quả mô phỏng CFD cho thấy phân bố nhiệt độ trong buồng đốt có xu hướng giảm khi tăng tỷ lệ trộn than từ (5÷20 %). Kết quả này có thể sử dụng để định hướng cho thí nghiệm ứng dụng thực tế.

Nghiên cứu đã đánh giá cho 4 tỷ lệ trộn với tỷ lệ than nhập khẩu lần lượt là: 0%, 5%, 10%, 15%, và 20%, với kết quả là khi tăng dần lượng than nhập khẩu thì trường nhiệt độ không bị ảnh hưởng nhiều, và hiệu suất cháy kiệt sẽ tăng dần từ 91,8 ÷ 95,4 %.

Ảnh hưởng của tỷ lệ gió sơ cấp/thứ cấp đến quá trình cháy than trộn (20% than á bitum) lần lượt là: 0,52; 0,8; 1; 1,2; 1,5; 2. Kết quả cho thấy giá trị tỷ lệ gió sơ cấp/gió thứ cấp (0,8÷1,2) cho hiệu suất cháy kiệt cao nhất.

Kết quả nghiên cứu chỉ ra với lượng than trộn chiếm 0 ~ 20% than nhập khẩu, hiệu suất cháy kiệt đạt cao nhất 95,4 % khi tỷ lệ trộn 20% than nhập khẩu và tỷ lệ gió sơ cấp/thứ cấp là 1 (Hình 7).

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Phòng Thí nghiệm Viện Khoa học và Công nghệ Nhiệt - Lạnh, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội và Viện Khoa học Năng lượng - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã hỗ trợ, tạo điều kiện thuận lợi để nhóm tác giả hoàn thành nội dung nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Văn phòng Chính phủ, *Quy hoạch điện VII điều chỉnh*, 18/03/2016, Hà Nội.
- [2] Philip J. Stopford, "Recent applications of CFD modelling in the power generation and combustion industries", *Elsevier, Applied Mathematical Modelling*, 26, 2002, pp. 351-374.
- [3] Rajesh Holkar, Dr. Omprakash. D. Hebbal, "CFD Analysis of Pulverised-Coal Combustion of Burner Used in Furnace with Different Radiation Models", *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, Vol 5, 2013, pp. 25-34.
- [4] Ryoichi Kurose, *Numerical Simulations of Pulverized Coal Combustion*, KONA (Review) in press.
- [5] Efim Korytnyi, Roman Saveliev, Miron Perelman, Boris Chudnovsky, Ezra Bar-Ziv, "Computational fluid dynamic simulation of coal-fired utility boilers: An engineering tool", *Fuel* 88, 2009, pp. 9-18.
- [6] T. Asotani, T. Yamashita, H. Tominaga, Y. Uesugi, Y. Itaya, S. Mori, "Prediction of ignition behavior in a tangentially fired pulverized coal boiler using CFD", *Fuel* 87, 2008, pp. 482-490.
- [7] Z.Q. Li, F. Wei, Y. Jin, "Numerical simulation of pulverized coal combustion and NO formation", *Chemical Engineering Science*, 58, 2003, pp. 5161-5171.
- [8] Choeng Ryul Choi, Chang Nyung Kim, "Numerical investigation on the flow, combustion and NOx emission characteristics in 500 MWe tangentially fuel pulverized coal boiler", *Fuel* 88, 2009, pp. 1720-1731.
- [9] Cristiano V. da Silva, Maria Luiza S. Indrusiak, Arthur B. Beskow, "CFD Analysis of the Pulverized Coal Combustion Processes in a 160 MWe Tangentially-Fired-Boiler of a Thermal Power Plant", *J. of the Braz. Soc. of Mech. Sci. & Eng*, Vol XXXII, No.4, 2010.
- [10] M. Xu, J.L.T. Azevedo, M.G. Carvalho, "Modelling of the combustion process and NOx emission in a utility boiler", *Fuel* 79, 2000, pp. 1611-1619.
- [11] Ryoichi Kurose, Hisao Makino and Akira Suzuki, "Numerical analysis of pulverized coal combustion characteristics using advanced low-NOx burner", *Fuel Chemistry Division Preprints*, 48(1), 2003, pp. 308-309.
- [12] B.R. Stanmore, S.P. Visona, "Prediction of NO emissions from a number of coal-fired power station boiler", *Fuel Processing Technology*, 64, 2000, pp. 25-46.
- [13] Minghou Xu, Jianwei Yuan, Shifa Ding, Handing Cao, "Simulation of the gas temperature deviation in large-scale tangential coal fired utility boilers", *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, 155, 1998, pp. 369-380.
- [14] James E. Macphee, Mathieu Sellier, Mark Jermy and Edilberto Tadulan, *CFD Modelling of Pulverized Coal Combustion in a rotary lime kiln*, Seventh International Conference on CFD in the Minerals and Process Industries, 2009.
- [15] Y.S. Shen, B.Y. Guo, P. Zulli, D. Maldonado, A.B. Yu, *A three-dimensional CFD model for coal blends combustion: Model formation and validation*, Fifth International Conference on CFD in the Process Industries, 2006.
- [16] R.I. Backreedy, J.M. Jones, L. Ma, M. Pourkashanian, A. Williams, A. Arenillas, B. Arias, F. Rubiera, "Prediction of unburned carbon and NOx in a tangentially fired power station using single coals and blends", *Fuel* 84, 2005, pp. 2196-2203.
- [17] Zhao Feng Tian, Peter J. Witt, M. Phillip Schwarz and William Yang, *Numerical modelling of brown coal combustion in a tangentially fired furnace*, Seventh International Conference on CFD in the Minerals and Process Industries, 2009.
- [18] Chungen Yin, *On gas and particle radiation in pulverized fuel combustion furnaces*, Applied Energy, 2015.
- [19] A. Williams, R. Backreedy, R.Habib, J.M. Jones, M. Pourkashanian, *Modelling coal combustion: The current*.
- [20] Tr. D. Nghĩa, Ng. Ch. Thắng, Tr. V. Yên, Tr. V. Đoàn, "Các kết quả thu được từ các thí nghiệm đốt than trộn giữa than antraxit nội địa và than á bitum nhập khẩu tại Nhà máy Nhiệt điện Ninh Bình", *Tạp chí Năng lượng Nhiệt*, Số 122, 3/2015.
- [21] Ng. Ch. Thắng, Tr. D. Nghĩa, H. T. Dũng, Tr.Gi. Mỹ, L.Đ. Dũng, "Sự thay đổi các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình cháy than trong lò hơi từ các thí nghiệm đốt than trộn giữa than antraxit nội địa và than á bitum nhập khẩu tại Nhà máy Nhiệt điện Ninh Bình", *Tạp chí Năng lượng Nhiệt*, Số 124, 7/2015.
- [22] Ng. Ch. Thắng, H. T. Dũng, Tr.Gi. Mỹ, L.Đ. Dũng, "Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng chất bốc trong than trộn đến hiệu suất lò hơi tại Nhà máy Nhiệt điện Ninh Bình", *Tạp chí Năng lượng Nhiệt*, Số 127, 1/2016.
- [23] L. D. Dũng, Ng. H. Linh, Ng. Ch. Thắng, *Numerical simulation of pulverized coal combustion in a tangentially fired boiler SG-130-40-450*, 4th AUN/SEED-Net Regional Conference on Energy Engineering 2016, Phom Penh, Cambodia, 2016.
- [24] Ng. H. Linh, L.Đ. Dũng, L. Tr. Đức, Ng.Ch. Thắng, "Nghiên cứu quá trình cháy bột than trộn trong lò hơi đốt than phun trên mô hình mô phỏng CFD", *Tạp chí Năng lượng Nhiệt*, Số 134, 3/2017.
- [25] ANSYS, Inc., ANSYS FLUENT 16.1 user's guide, 2015.