

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC HIỆU CHỈNH NHIỆT ĐỘ NGỌN LỬA TẠI CÁC VÒI PHUN ĐẾN HIỆU SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG VẬN HÀNH CỦA Lò HƠI ĐỐT THAN PHUN KIỂU NGỌN LỬA HÌNH W

Mai Văn Long, Hoàng Thanh Dũng, Nguyễn Văn Minh, Trần Quỳnh, Hà Huy Hoàng, Dương Ngọc Minh, Phạm Văn Báo, Nguyễn Văn Tân, Đàm Quang Huy, Nguyễn Xuân Thương, Công ty Điện lực Dầu khí Hà Tĩnh. Nguyễn Xuân Quang, Viện khoa học Viện Khoa học và Công nghệ Nhiệt lạnh, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội
Email: maivanlong@pvpower.vn

Tóm tắt: Lò hơi đốt than phun kiểu ngọn lửa hình W là loại lò hơi dùng phổ biến ở Việt Nam cho loại than Anthracite ít chất bốc, khó bắt cháy và lâu cháy kiệt. Với nhiều vòi phun được bố trí 2 bên tường lò theo hướng chúc xuống để hình thành ngọn lửa hình W trong buồng lửa, cấu trúc này cho phép kéo dài thời gian lưu của hạt bột than bên trong vùng cháy của buồng lửa giúp cháy kiệt than Anthracite. Tuy nhiên sự hoạt động không đồng đều của các vòi phun có thể hình thành sự cháy lệch mà theo đó hình thành những vùng có nhiệt độ không đồng đều bên trong buồng lửa là nguyên nhân hình thành xỉ tầng và sự trao đổi nhiệt không đồng đều trong các dàn ống sinh hơi của lò. Bài báo thực hiện việc nghiên cứu các tác động của việc hiệu chỉnh cân bằng nhiệt độ ngọn lửa tại các vòi phun đến quá trình cháy và hiệu quả làm việc của lò hơi để làm cơ sở cho quá trình hiệu chỉnh phù hợp. Các kết quả hiệu chỉnh được thực hiện cho thấy khả năng nâng cao hiệu suất lò hơi và giảm thiểu hiện tượng xỉ tầng rơi ảnh hưởng tới sự hoạt động bình thường của lò.

Từ khóa: Lò hơi đốt than phun, Cháy than, Hiệu chỉnh lò hơi, Khí động lò hơi, Vòi phun.

I. GIỚI THIỆU

Cùng với sự phát triển của nền kinh tế đất nước, tốc độ phát triển và tiêu thụ điện năng của Việt Nam cũng tăng nhanh để đáp ứng các nhu cầu trong sản xuất và đời sống. Tính từ năm 1990 đến nay, theo các số liệu của IEA sản lượng điện năng hàng năm đã tăng hơn 28 lần từ 1,73 triệu tấn dầu quy đổi TOE năm 1990 đến 48,57 triệu tấn dầu quy đổi vào năm 2019 với sự đóng góp từ 3 nguồn chính là Nhiệt điện Than, thủy điện và Nhiệt điện khí. Sản lượng điện từ nhiệt điện than có sự tăng trưởng với tốc độ cao hơn so với các loại hình phát điện khác với tốc độ tăng trung bình hơn 37 lần từ 0.89 triệu tấn dầu quy đổi năm 1990 lên đến 33,12 triệu tấn dầu quy đổi năm 2019 [1]

Với đặc tính than nội địa là loại than Anthracite khó bắt cháy và lâu cháy kiệt, các nhà máy nhiệt điện đốt than phun có sử dụng than trong nước thường được trang bị lò hơi đốt theo công nghệ vòi phun chúc xuống hình thành ngọn lửa hình W như thể hiện trong hình 1. Công nghệ này cho phép kéo dài thời gian lưu của hạt bột than trong vùng cháy của buồng lửa nhằm cháy kiệt hạt bột than. Với hàm lượng tro trong than khá cao, việc duy trì nhiệt độ cao trong buồng lửa nhằm cháy kiệt hạt bột than

có thể gây ra hiện tượng đóng xỉ và kết tủa xỉ rơi xuống gây tắc đường xỉ thải hoặc làm vỡ ống.

Quá trình cháy của lò hơi đốt than phun khá phức tạp phụ thuộc vào ba yếu tố cơ bản bao gồm:

- Đặc tính nhiên liệu sử dụng theo đó các thành phần cốc, chất bốc, tro, ẩm trong nhiên liệu đều có những yếu tố tác động nhất định đến diễn biến của quá trình cháy trong lò.

- Quá trình khí động trong buồng lửa ảnh hưởng tới sự hòa trộn giữa không khí và nhiên liệu trong quá trình cháy

- Quá trình truyền nhiệt trong buồng lửa ảnh hưởng tới vùng nhiệt độ diễn ra quá trình cháy.

Với những yếu tố tác động như vậy, hiệu suất cháy thấp và tiêu thụ năng lượng cao là phổ biến ảnh hưởng đến tính kinh tế vận hành của các lò hơi nhà máy nhiệt điện.

Trong quá trình vận hành, độ tin cậy và tối ưu hóa của các lò hơi thường phụ thuộc vào hiệu quả vận hành của các thiết bị phụ trợ, hệ thống đo lường điều khiển bao gồm hệ thống chuẩn bị nhiên liệu, máy nghiền than, vòi đốt, quạt gió, hệ thống sấy không khí, việc điều tiết các

hệ thống gió sơ cấp thứ cấp và hệ thống cung cấp nhiên liệu. Đây là những đầu vào cơ bản cho quá trình cháy trong buồng đốt lớn luôn cần được đo lường và hiệu chỉnh định kỳ các thiết bị đo.

Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện để tối ưu hóa quá trình vận hành lò hơi. Chen và cộng sự [2] đã thực hiện việc tối ưu hóa quá trình cháy lò hơi đốt than phun kiểu tiếp tuyến bằng việc điều chỉnh tỉ lệ các phần nhận nhiệt của buồng lửa. Wang và cộng sự [3] đã phân tích nguyên nhân dẫn đến tổn thất nhiệt do cháy không hoàn toàn cơ học cao trong lò hơi tầng sôi tuần hoàn thông qua nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng của hàm lượng cacbon tro bay và tro đáy. Cui, C.X [5] đã phân tích hình thức và các yếu tố ảnh hưởng của tổn thất nhiệt trong lò hơi đốt than và đưa ra một số biện pháp tối ưu hóa theo tình hình thực tế. Xiaoquian Ma và cộng sự [6] nghiên cứu quá trình cháy than Antraxit trong buồng lửa lò hơi 300MW sử dụng mô phỏng từ phần mềm Fluent thương mại để đề xuất 3 phương án cho quá trình cháy tối ưu. Simon Muhic và cộng sự [7] đã thực hiện hiệu chỉnh quá trình cháy lò hơi 600 MW sử dụng mô phỏng từ 2 phần mềm bao gồm Ansys Fluent bản thương mại và phần mềm mô phỏng trao đổi nhiệt lò hơi.

Tại Việt Nam, hoạt động hiệu chỉnh và xác định hiệu suất Lò hơi vẫn được thực hiện bởi các cơ quan tư vấn dịch vụ. Tuy nhiên, quá trình này chủ yếu dựa trên cơ sở đo các yếu tố đầu ra và tính toán hiệu suất cháy của lò thông qua các số liệu đo được. Việc hiệu chỉnh chủ yếu trên cơ sở đưa các thông số trở về giá trị gần với các giá trị ban đầu của nhà thầu giao nhận thiết bị. Các nghiên cứu chuyên sâu với sự hỗ trợ của các công cụ thí nghiệm chuẩn mực còn thiếu và yếu.

Với cấu trúc buồng lửa rộng lớn và có nhiều vòi phun đốt nhiên liệu than, việc đảm bảo được quá trình cháy trong buồng lửa đồng đều là việc khó khăn do quá trình cấp không khí và nhiên liệu trong mỗi vòi phun không đảm bảo được độ đồng đều cần thiết. Trong nghiên cứu này, nhóm hiệu chỉnh lò hơi thực hiện việc theo dõi nhiệt độ ngọn lửa trên từng vòi phun để làm cơ sở cho việc hiệu chỉnh lưu lượng không khí, nhiên liệu trên từng vòi nhằm đạt được sự ổn định, đồng đều hơn của các vùng cháy diễn ra trong buồng lửa lò hơi.

2. CẤU TRÚC LÒ HƠI VÀ VIỆC HIỆU CHỈNH LÒ HƠI THEO NHIỆT ĐỘ NGỌN LỬA TRÊN TỪNG VÒI PHUN

2.1. Cấu trúc lò hơi 600 MW và phương pháp thí nghiệm hiệu chỉnh

Lò hơi nhà máy Nhiệt điện Vũng Áng là lò hơi thông số cận tới hạn có cấu trúc buồng lửa với việc bố trí các vòi phun chúc xuống tạo thành ngọn lửa hình chữ W

được chế tạo và lắp đặt bởi công ty Babcock and Wilcox cơ sở Bắc Kinh (Babcock & Wilcox Beijing Company Ltd.) (xem hình 1). Lò hơi được thiết kế để sử dụng than nội địa với đặc tính than cơ sở là than Antraxit từ vùng mỏ Hòn gai và Cẩm Phả với các thông số thiết kế như bảng 1:

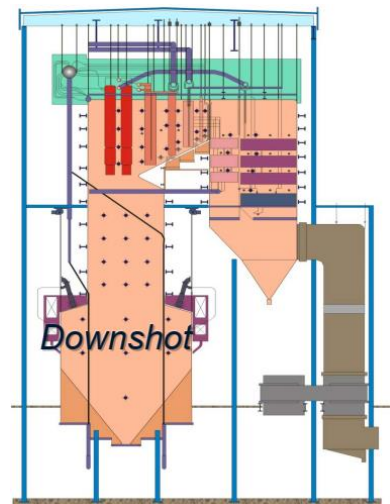
Bảng 1: Đặc tính lò hơi đốt than Antraxit

Đại lượng	Đơn vị	Thông số	
Kiểu lò	-	B&WB-2028/17.43-M	
Kiểu buồng đốt	-	Phun xuống ngọn lửa W	
Công suất	-	BMCR	100%RO
Lưu lượng hơi quá nhiệt	T/h	2028	1853
Áp suất hơi quá nhiệt	MPa	17.43	17.29
Nhiệt độ hơi quá nhiệt	°C	541	541
Lưu lượng hơi tái nhiệt	T/h	1658	1529
Áp suất hơi vào tái nhiệt	MPa	4.031	3.733
Áp suất hơi ra tái nhiệt	MPa	3.837	3.560
Nhiệt độ hơi vào bộ tái nhiệt	°C	335	325
Nhiệt độ hơi ra bộ tái nhiệt	°C	541	541
Nhiệt độ nước phun giảm ôn	°C	185	181
Áp suất bao hơi thiết kế	MPa	20.06	20.06
Áp suất thiết kế bộ tái nhiệt	MPa	5.00	5.00
Áp suất hơi chính vào Tuabin	MPa	16.7	16.7
Hiệu suất tính toán của lò	%	88.54	88.67
Lượng than tiêu thụ thực tế	T/h		268
Lượng than tiêu thụ tính toán	T/h		259
Tro bay	T/h		68.5
Xỉ đáy	T/h		12.5
Tro bay bộ hâm	T/h		2.5
Tro bay theo khí thải	mg/Nm ³		82.1
CO ₂ trong khói thải	mg/Nm ³		690.2
SO _x trong khói thải	mg/Nm ³		< 350
NO _x trong khói thải	mg/Nm ³		650
Nhiệt độ khói thải	°C		68

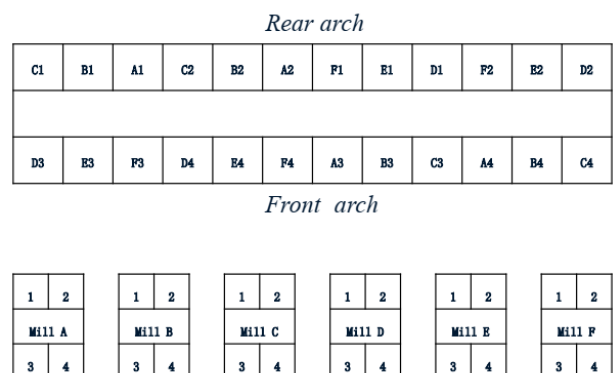
Các vòi phun đốt bột than được bố trí ở tường trước và tường sau buồng lửa sử dụng than phun trực tiếp từ 6 máy nghiền bi. Mỗi máy nghiền cung cấp than cho 4 vòi phun (xem hình 2). Quá trình thí nghiệm hiệu chỉnh được thực hiện theo trình tự như sau:

- Lựa chọn phụ tải hoạt động của lò hơi với mức phụ tải là 600 MW
- Nhiệt độ ngọn lửa được theo dõi trên từng vòi phun nhằm xác định độ chênh lệch nhiệt độ với thiết bị đo nhiệt độ hiện đại TEMPVISION 1000 (hình 4) với dải đo hiệu quả từ 850°C-1900°C; Cấp chính xác 1% và góc nhìn rộng, Thiết bị đo cho phép đo nhanh và chính xác nhiệt độ ngọn lửa tại từng cửa nhìn tại mỗi vòi phun nhiên liệu
- Đo đặc xác định hiệu suất lò hơi theo các bước sau.
 - + Sử dụng thiết bị phân tích khí TESTO 350 (hình 3) để lấy mẫu khí theo mạng lưới tại vị trí sau bộ hâm nước. Các thông số phân tích được bao gồm O₂, CO, CO₂, SO₂, NO, NO₂ theo mẫu khô.
 - + Lấy mẫu than nguyên, mẫu tro bay, mẫu xỉ đáy và phân tích các thành phần công nghệ, thành phần hóa học để có được các thông số sử dụng cho tính toán hiệu suất.
 - + Thu thập các thông tin về lưu lượng hơi, nước giảm ôn, nhiệt độ nước cấp vào lò phục vụ cho quá trình tính hiệu suất.
 - + Thực hiện việc tính hiệu suất theo trình tự bài tính đã lập sẵn trên bảng excel theo tiêu chuẩn ASME PTC4, tiêu chuẩn về hiệu suất lò hơi và phương pháp thử của hiệp hội cơ khí Hoa kỳ
- Lấy mẫu than bột và tro bay theo phương pháp đẳng tốc (hình 5, hình 6). Quy trình lấy mẫu than và tro bay theo phương pháp đẳng tốc (isokinetic) là quy trình làm cân bằng tốc độ dòng bột than trong ống dẫn với tốc độ khí được hút vào đầu hút ống lấy mẫu nhằm đảm bảo mẫu than bột đưa vào ống lấy mẫu sẽ có sự đại diện tốt nhất về cỡ hạt bột than (hình 5) . Khi tốc độ khí được hút vào ống lấy mẫu cao hơn tốc độ dòng bột than trong ống dẫn thì mẫu thu thập được sẽ có cỡ hạt mịn hơn và ngược lại khi tốc độ khí hút vào đầu dò ống lấy mẫu có giá trị nhỏ hơn tốc độ dòng bột than thì mẫu thu thập được sẽ có cỡ hạt thô hơn. Trình tự thực hiện lấy mẫu theo phương pháp đẳng tốc như sau:
 - + Sử dụng vi áp kế đo độ chênh áp suất động và áp suất tĩnh trong ống dẫn dòng bột than. Độ chênh áp này đại diện cho tốc độ dòng bột than đi trong ống dẫn gọi là ΔP1

- + Sử dụng vi áp kế đo độ chênh áp cho dòng hút mẫu nhằm đảm bảo tốc độ dòng vào đầu dò ống hút mẫu bằng tốc độ dòng bột than đi trong ống dẫn. Độ chênh áp này được tính toán sẵn trong bộ thiết bị lấy mẫu gọi là ΔP₂. Người lấy mẫu cần điều chỉnh lưu lượng hút bằng cách đảm bảo giá trị $\Delta P_2 = 1.573(\text{avg} \sqrt{\Delta P_1})^2 * 0.9652$
- + Sau đó người lấy mẫu sẽ đưa ống lấy mẫu vào ống dẫn sao cho đầu hút ống lấy mẫu hướng ngược chiều với chiều di chuyển của dòng bột than trong ống dẫn và lấy đủ lượng mẫu theo quy định theo mục tiêu phân tích.
- Thực hiện cân bằng khí động và nhiệt động trên từng vòi phun trên cơ sở đưa nhiệt độ ngọn lửa trên từng vòi phun về giá trị chuẩn để đảm bảo tính đồng đều của các vùng nhiệt độ trong lò.
- Đo đặc xác định lại hiệu suất lò hơi theo phương pháp tương tự như bước 3.
- Đánh giá hiệu quả tổng thể của lò hơi về các phương diện đóng xỉ buồng đốt, đặc tính kết khối của xỉ.



Hình 1. Lò hơi kiểu downshot



Hình 2. Bố trí vòi đốt và các máy nghiền

Measurement Capabilities		
• O ₂	• NO	• HC
• CO	• NO _{low}	• CO ₂ (NDIR)
• CO _{low}	• NO ₂	• Velocity
• NO _x	• SO ₂	• Pressure
• CO ₂	• H ₂ S	• More...

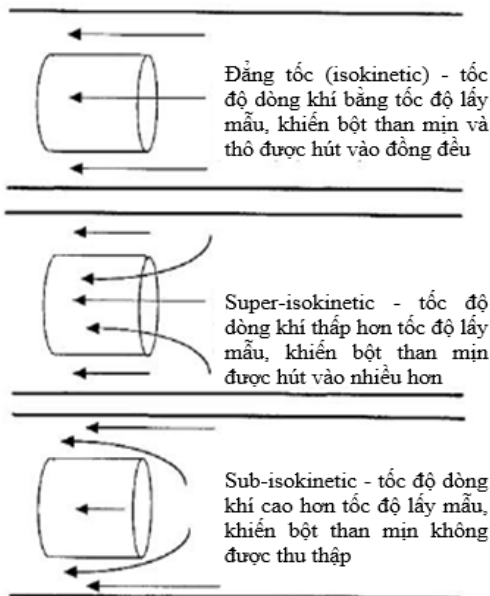


Hình 3. Thiết bị phân tích khí TESTO 350

TEMPVISION 1000



Hình 4. Thiết bị đo và theo dõi nhiệt độ buồng lửa
TEMP Vision 1000



Hình 5. Nguyên lý về lấy mẫu hạt theo phương pháp đẳng tốc nhằm đảm bảo cỡ hạt của mẫu đại diện đúng với cỡ hạt trong ống dẫn dòng bột than



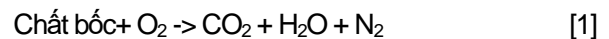
Hình 6. Thiết bị lấy mẫu than theo phương pháp đẳng tốc



Hình 7. Thiết bị đo độ chênh áp nhằm xác định tốc độ dòng khí

2.2. Cơ chế của quá trình cháy và việc hiệu chỉnh cân bằng nhiệt độ trong buồng lửa

Quá trình cháy là một quá trình phản ứng hóa học phức tạp mà tùy theo điều kiện diễn ra trong quá trình, các phản ứng sau có thể diễn ra:



Trong các phản ứng này, chất bốc được giải phóng và cháy sớm gần đầu đốt, và nồng độ hơi nước và H₂ rất thấp, do đó các phản ứng chính trong lò là [2] [3] [4] (Xiaoqian Ma và cộng sự 2016).

Quá trình cháy diễn ra trong lò phụ thuộc nhiều vào khí động buồng lửa theo đó nếu phân bố khí động được đồng đều ở các vòi phun, quá trình cháy sẽ diễn ra đồng đều và phủ đầy các vùng của buồng lửa. Phản ứng cháy cũng diễn ra trên toàn buồng lửa. Tuy nhiên, trong thực tế, các vùng cháy trong buồng lửa đốt than phun sẽ có những điểm tập trung nhiều, ít khác nhau và hình thành các vùng có nhiệt độ khác nhau. Nhiều nghiên cứu sử dụng các công cụ mô phỏng khí động buồng đốt như ANSYS Fluent hay công cụ tính toán trao đổi nhiệt đặc thù để nghiên cứu diễn biến quá trình cháy trong buồng lửa. Kết quả đạt được là những cơ sở quan trọng cho

việc quyết định các giá trị hiệu chỉnh của lò (Xiaoqian Ma và cộng sự 2016); (Simon Muhic và cộng sự 2016).

Trong nghiên cứu này, nhiệt độ ngọn lửa tại các vòi phun được đo bằng thiết bị đo TEMPVISION 1000. Đây là thiết bị đo chuyên dụng cho phép so sánh mẫu ngọn lửa với mẫu chuẩn tại nhiệt độ đã được kiểm định trước. Mắt nhìn lửa được bố trí ở đầu một dây mềm dài cho phép nhìn sâu vào phía bên trong với các góc nhìn linh động cho phép đo được nhiệt độ một cách chính xác theo nhiều góc nhìn khác nhau. Với cấu trúc vòi phun có cửa nhìn lửa tại điểm dưới mỗi vòi. Buồng lửa với 24 vòi phun bố trí tại tường trước và tường sau cùng với các cửa nhìn 2 bên cho phép theo dõi được nhiệt độ ngọn lửa vùng đai đốt của lò. Trình tự của quá trình hiệu chỉnh nhiệt độ ngọn lửa được thực hiện như sau:

Bảng 2.1. Kết quả hiệu chỉnh nhiệt độ lò hơi tổ máy số 2

Tường trước lò S2			Tường sau lò S2		
Tên vòi phun	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Tên vòi phun	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh
D3	1285	1346	C1	1336	1337
E3	1244	1375	B1	1364	1370
F3	1236	1371	A1	1377	1360
D4	1242	1343	C2	1348	1355
E4	1292	1321	B2	1395	1384
F4	1338	1329	A2	1371	1375
A3	1359	1322	F1	1348	1350
B3	1310	1310	E1	1384	1380
C3	1279	1320	D1	1344	1360
A4	1270	1315	F2	1426	1380
B4	1243	1350	E2	1460	1360
C4	1275	1335	D2	1412	1340
Trung bình	1281.1	1336.4	Trung bình	1380.4	1362.6
Nhỏ nhất	1236	1310	Nhỏ nhất	1336	1337
Lớn nhất	1359	1375	Lớn nhất	1460	1384
Độ lệch tiêu chuẩn (Standard Deviation)	39.1	21.2	Độ lệch tiêu chuẩn (Standard Deviation)	37.4	15.6

Thực hiện cân bằng khí động và nhiệt động trên từng vòi phun trên cơ sở đưa nhiệt độ ngọn lửa trên từng vòi phun về giá trị chuẩn tương đồng theo trình tự sau:

- + Lấy mẫu và xác định nhiệt độ nóng chảy của tro trong phòng thí nghiệm. Nhân viên thí nghiệm hiệu chỉnh cần có các thông số này để đảm bảo duy trì nhiệt độ phù hợp tránh đóng xỉ.
- + Kiểm tra các thông số công nghệ của tổ máy và tình trạng bám xỉ và tình trạng cháy của các vòi đốt trước khi hiệu chỉnh thông qua các cửa nhìn

(manhole) và chọc xỉ gió cấp 3 trên mỗi vòi phun đồng thời xem xét tình trạng ngọn lửa qua các cửa quan sát buồng lửa tầng 4 và 5.

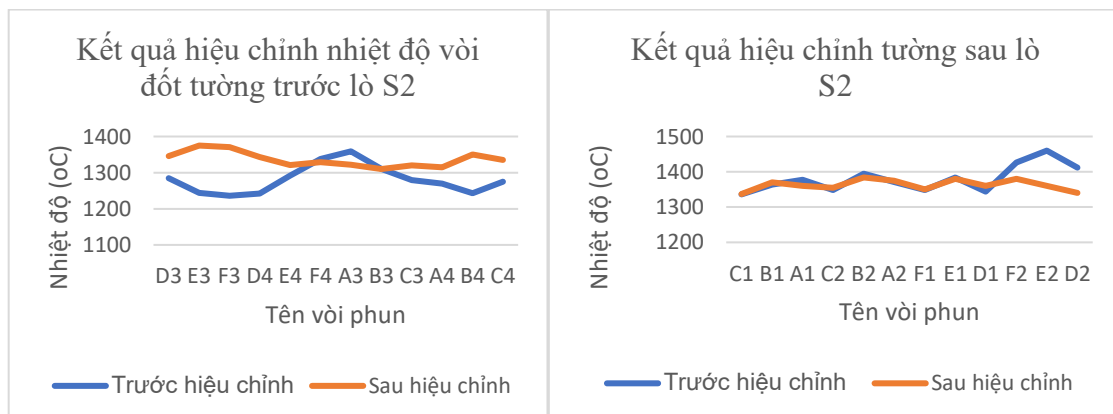
- + Đánh giá các vòi đốt và xác định vòi đốt cần đo nhiệt độ sau đó tháo bộ phát hiện ngọn lửa ở vòi đốt cần đo để lắp thiết bị đo TEMP Vision 1000. Thực hiện việc đo nhiệt độ trên vòi đốt cần đo, ghi nhận kết quả, rồi sau đó lắp lại bộ phát hiện ngọn lửa.

- + Phân tích kết quả đo nhiệt độ tại các vòi đốt để lựa chọn các vòi đốt cần hiệu chỉnh nhiệt độ.
- + Thực hiện hiệu chỉnh lưu lượng gió cấp 1 và lượng than cấp vào vòi đốt thông qua việc hiệu chỉnh cửa tiết lưu (orifice) của ống cấp nhiên liệu và gió cấp 1.
- + Thực hiện hiệu chỉnh tinh nhiệt độ ngọn lửa tại vòi đốt thông qua việc hiệu chỉnh gió cấp 2 với việc điều chỉnh độ mở của tấm điều chỉnh gió cấp 2 bên trong (inner valve) và tấm trượt (sliding Damper)
- + Ghi nhận các độ mở của các vị trí điều chỉnh trong các biểu mẫu đã thiết kế phù hợp để trở thành kết quả điều chỉnh.
- + Ghi nhận lại các thông số công nghệ của tổ máy 1 giờ sau khi hiệu chỉnh Ghi nhận lại tình trạng bám xỉ tại các vị trí để bám xỉ sau 4 giờ và ghi vào biểu mẫu phù hợp.

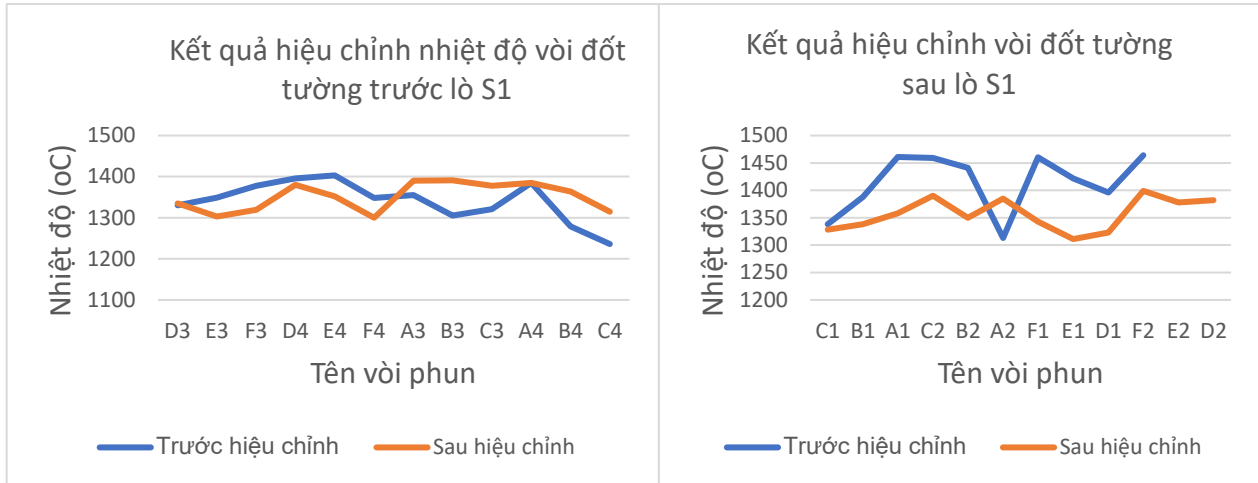
Việc hiệu chỉnh được thực hiện từ ngày 12/11/2019 đến 14/01/2020 đối với lò hơi tổ máy số 2 và từ 17/2/2020 đến ngày 20/3/2020 Đối với lò hơi tổ máy số 1. Các kết quả của quá trình hiệu chỉnh được thể hiện trên bảng 2.1 và 2.2.

Bảng 2.2. Kết quả hiệu chỉnh Nhiệt độ tại vòi phun lò hơi tổ máy số 1.

Tường trước lò S1			Tường sau lò S1		
Tên vòi phun	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Tên vòi phun	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh
D3	1330	1335	C1	1338	1328
E3	1349	1303	B1	1388	1338
F3	1378	1319	A1	1461	1358
D4	1396	1380	C2	1459	1390
E4	1403	1352	B2	1441	1350
F4	1348	1300	A2	1313	1385
A3	1355	1390	F1	1460	1343
B3	1305	1391	E1	1422	1311
C3	1321	1378	D1	1396	1323
A4	1385	1385	F2	1464	1399
B4	1279	1364	E2		1378
C4	1236	1315	D2	1385	1382
Trung bình	1340.4	1351	Trung bình	1411.5	1357.1
Nhỏ nhất	1236	1300	Nhỏ nhất	1313	1311
Lớn nhất	1403	1391	Lớn nhất	1464	1399
Độ lệch tiêu chuẩn (Standard Deviation)		49.7	Độ lệch tiêu chuẩn (Standard Deviation)	52.3	29.3



Hình 7. Kết quả của việc hiệu chỉnh nhiệt độ tại các vòi đốt lò hơi tổ máy số 2.



Hình 8. Kết quả của việc hiệu chỉnh nhiệt độ tại các vòi đốt lò hơi tổ máy số 1.

Hình 7 và hình 8 thể hiện kết quả hiệu chỉnh tại các vòi phun của lò hơi tổ máy số 2 và lò hơi tổ máy số 1. Các giá trị ghi nhận được về nhiệt độ tại các vòi phun trước và sau khi hiệu chỉnh của 2 lò hơi thuộc 2 tổ máy S1 và S2 của nhà máy Nhiệt điện Vũng Áng cho thấy:

- + Trước khi hiệu chỉnh nhiệt độ trung bình của tường trước và tường sau có sự chênh lệch khá lớn là 99.33 oC với lò S2 và 71.1oC đối với lò S1. Điều này cho chúng ta thấy tâm ngọn lửa có phần lệch về phía tường trước đối với cả 2 lò. Kết quả hiệu chỉnh đã đưa nhiệt độ trung bình của tường trước và tường sau về giá trị cân bằng hơn với độ lệch chỉ là 26,17oC với lò S2 và 6,1oC với lò S1.
- + Độ chênh nhiệt độ giữa các vòi đốt đã được cân bằng trở lại với giá trị độ lệch tiêu chuẩn (Standard Deviation) đã giảm đi đáng kể do kết quả của quá trình hiệu chỉnh. Độ chênh lệch về các giá trị nhiệt độ cao nhất và thấp nhất tại các vòi phun đã giảm đáng kể (xem bảng 2.2 và 2.3).

Với việc hiệu chỉnh nhiệt độ ngọn lửa tại các vòi đốt như vậy, quá trình cháy và truyền nhiệt trong buồng lửa đã có sự đồng đều hơn tại các vị trí xung quanh đai đốt của buồng lửa. Đây là yếu tố có thể dẫn đến những ảnh hưởng tích cực đến quá trình cháy như:

- + Sự phân bố nhiệt trong buồng đốt đồng đều hơn dẫn đến khả năng nhận nhiệt của các giàn ống sinh hơi tốt hơn làm giảm hiện tượng bám xỉ thành tầng lớn gây ảnh hưởng tới hoạt động bình thường và tin cậy của lò.
- + Quá trình cháy diễn ra đồng đều cũng làm giảm hiện tượng cháy bùng đột ngột do sự kết tụ nhiên liệu bất thường là nguyên nhân của sự dao động áp suất buồng lửa. Áp suất buồng lửa sau khi hiệu chỉnh dao động từ -5 Pa =>-190 Pa thay vì

giá trị dao động -350 Pa => +150 Pa trước khi hiệu chỉnh.

- + Quá trình khí động đồng đều hơn tạo điều kiện hòa trộn không khí và nhiên liệu tốt hơn dẫn đến quá trình cháy được cải thiện làm giảm hàm lượng carbon không cháy hết với hàm lượng carbon trong tro bay và xỉ đã ổn định ở mức thấp (khoảng 4 – 5%) so với 9 – 10% trước khi hiệu chỉnh.
- + Hiện tượng xỉ lớn, kết dính đen rơi có nguy cơ gây thủ ống phễu xỉ lạnh đã giảm thiểu rõ rệt. Về cơ bản đã thay đổi được tính chất của xỉ, hạn chế việc đóng xỉ lớn ở các góc lò.

3. KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC SAU HIỆU CHỈNH

3.1 Hiện tượng kết xỉ tăng của lò hơi

Đo nhiệt độ ngọn lửa trong lò là một phép đo khó do buồng lửa là một không gian kín và quá trình đo chỉ có thể được thực hiện từ bên ngoài bằng các thiết bị đo chuyên dụng thông qua các cửa thăm nhỏ có thể thấy được ngọn lửa. Việc so sánh màu ngọn lửa với màu chuẩn sẽ cho ta kết quả về nhiệt độ ngọn lửa tại góc nhìn đó. Trong cấu trúc chế tạo của lò, mỗi vòi phun đều có một cửa nhìn lửa là cơ sở quan trọng cho việc đo nhiệt độ ngọn lửa qua cửa nhìn của mỗi vòi phun. Nhiệt độ ngọn lửa đo được tại cửa nhìn chưa phản ánh được nhiệt độ cao nhất trong buồng lửa.

Kết quả của sự phân bố nhiệt đồng đều trong buồng đốt là giảm đi những điểm nhiệt độ cao không mong muốn dẫn đến sự kết tăng xỉ. Nhiệt độ tại các vòi đốt sau hiệu chỉnh giảm từ mức cao nhất là 1460oC xuống còn 1399oC. Mặc dù nhiệt độ này chưa phản ánh được nhiệt độ cao nhất trong buồng đốt tuy nhiên nó cũng đã cho thấy khả năng giảm những điểm nhiệt độ cao bất thường là nguyên nhân dẫn đến sự chảy xỉ và kết tăng xỉ trong buồng đốt. Hiện tượng xỉ kết tăng rơi xuống đã giảm đi

tính chất xỉ có sự thay đổi, hạn chế việc đóng xỉ lớn ở các góc lò. Bảng 3.1 chỉ ra những kết quả đạt được sau khi hiệu chỉnh. Từ bảng theo dõi xỉ rơi ta thấy số lần xỉ lớn rơi có xu hướng giảm dần, xỉ nhỏ có hiện tượng tăng, điều này chứng tỏ đã giảm thiểu hiện tượng đóng xỉ cục bộ trong buồng đốt;

Vị trí xỉ rơi chủ yếu tập trung ở khu vực giữa lò, tại các vị trí chọc xỉ gió cấp 3 nên nguy cơ gây thủng đường ống sinh hơi tại phễu xỉ lạnh giảm;

Tại các góc lò (khu vực thường xuyên bị thủng ống sinh hơi không còn xuất hiện xỉ rơi (khi xỉ rơi tại các vị trí hàn tấm ốp bảo vệ sẽ có tiếng khác hẳn các vị trí khác);

Đặc tính hình thành của xỉ cũng có sự thay đổi rõ rệt. Các tầng xỉ hình thành sau hiệu chỉnh có khuynh hướng xốp hơn nên nhẹ hơn (hình 10, 11). Mặc dù đặc tính hình thành của xỉ còn cần nhiều nghiên cứu chuyên sâu hơn để xác định nguyên nhân. Tuy nhiên, sự thay đổi đặc tính từ dạng chắc đặc sang dạng xốp đã đem lại thay đổi lớn khiến cho lò hơi được vận hành với độ tin cậy cao hơn do giảm thiểu được hiện tượng hồng ống, thủng ống do xỉ rơi.



Hình 10. Dạng kết tủa của xỉ trước hiệu chỉnh



Hình 11. Dạng kết tủa của xỉ sau hiệu chỉnh.

Bảng 3.1. Thống kê số lần xỉ rơi trước và sau khi hiệu chỉnh cân bằng vòi đốt

Thời gian	Số lần xỉ lớn rơi	Số lần xỉ nhỏ rơi	Tổng số lần xỉ rơi
Từ ngày 20/2/20 đến ngày 29/2/20	61	31	92
Từ ngày 01/3/20 đến ngày 10/3/20	46	49	95
Từ ngày 11/3/20 đến ngày 20/3/20	27	50	77

3.2 Hiệu suất hoạt động của lò sau khi hiệu chỉnh

Quá trình đánh giá hiệu suất lò hơi trước và sau khi hiệu chỉnh được thực hiện theo tiêu chuẩn ASME PTC4 Hiệu suất lò hơi và phương pháp thử của hiệp hội cơ khí Hoa Kỳ. Kết quả của việc tính toán các tổn thất và hiệu suất lò hơi theo phương pháp cân bằng nghịch được thể hiện trên bảng 3.2.

Kết quả đánh giá hiệu suất lò hơi cho thấy. Hàm lượng carbon chưa cháy hết trong tro bay đã giảm từ 6.23% xuống còn 5.25% và hàm lượng carbon chưa cháy hết trong xỉ đáy giảm từ 5.97% xuống còn 4.01% đã tạo ra kết quả là tổn thất do cháy không hết đã giảm được từ 2.88% xuống còn 2.31%. Tổng các tổn thất chung đã giảm được từ 11.02% xuống còn 10.3%. Những kết quả này đã nâng hiệu suất lò hơi từ 88.98% lên 89.7%.

Các kết quả đạt được của quá trình hiệu chỉnh có thể tổng kết được cho các hoạt động của nhà máy như sau:

- Lượng than tiết kiệm được tạm tính đến tháng 8/2020 đạt khoảng 20000 tấn (năm 2019: 12500 tấn), vượt 60% so với năm 2019 (theo số liệu đo trực tiếp, so với DMKTKT 2020), số tiền tiết kiệm được do tiết kiệm than tạm tính khoảng 44 tỷ đồng (theo đơn giá than của hợp đồng mua bán than năm 2020) do:
 - + Suất hao nhiệt bình quân nhà máy tính đến tháng 8/2020 thấp hơn suất hao nhiệt bình quân nhà máy 2019 khoảng 168kJ/kWh;
 - + Suất hao nhiệt bình quân tính đến tháng 8/2020 thấp hơn suất hao nhiệt theo hợp đồng PPA khoảng 353kJ/kWh,;
 - + Hiệu suất lò hơi tăng 0.5% đến 1% theo các kết quả tính hiệu suất trong quá trình vận hành thực tế.
- Giảm thiểu hiện tượng thủng ống sinh hơi khu vực phễu xỉ lạnh do xỉ rơi, trước khi hiệu chỉnh từ ngày 28/5/2019 đến 26/01/2020 có đến 5 lần thủng ống sinh hơi khu vực phễu xỉ lạnh, tần suất thủng

ống sinh hơi 0.56 lần/ tháng. Từ tháng 3/2020 đến nay không xuất hiện xỉ rơi gây thùng ống sinh hơi khu vực phễu xỉ lạnh. Như vậy chi phí tiết kiệm do

phải ngừng lò để khắc phục sự cố thùng ống sinh hơi khoảng 21 tỷ đồng (tạm tính cho 3 lần khởi động, chi phí mỗi lần khởi động khoảng 7 tỷ đồng);

Bảng 3.2. Kết quả xác định hiệu suất và các tổn thất lò hơi trước và sau khi hiệu chỉnh

Diễn giải	Đơn vị	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh
Các thông số đo và vận hành cơ bản			
Mức phụ tải lò	MW	570	602
Lưu lượng hơi chính	T/h	1737	1834
Nhiệt độ môi trường	oC	22	21
Oxy khói sau bộ hâm nước trung bình	%	2.19	2.85
Nhiệt độ khói sau bộ hâm nước trung bình	oC	369.5	376
Hàm lượng carbon chưa cháy hết trong tro bay trung bình	%	6.23	5.25
Hàm lượng carbon chưa cháy hết trong xỉ đáy	%	5.97	4.01
Các giá trị tổn thất và hiệu suất			
Tổn thất do khói thải khô	%	4.33	4.27
Tổn thất do hình thành nước từ hydro trong nhiên liệu	%	2.08	2.1
Tổn thất do độ ẩm trong than	%	1.14	1.03
Tổn thất do độ ẩm trong không khí	%	0.09	0.09
Tổn thất do chưa cháy hết	%	2.88	2.31
Tổn thất do sự hình thành CO	%	0.01	0.01
Tổn thất nhiệt do trao đổi nhiệt với môi trường	%	0.29	0.29
Các tổn thất khác không tính được	%	0.2	0.2
Tổng các tổn thất	%	11.02	10.3

4. KẾT LUẬN

Việc hiệu chỉnh quá trình cháy của lò hơi thông qua việc hiệu chỉnh nhiệt độ ngọn lửa trên từng vòi phun đã cho những hiệu quả nhất định trong việc làm đồng đều quá trình cháy trong buồng lửa của lò hơi. Kết quả của việc hiệu chỉnh đã đem lại những lợi ích cho quá trình vận hành lò bao gồm:

- Áp suất buồng đốt dao động ở mức thấp với dải giao động hẹp hơn nên việc quản lý vận hành lò hơi dễ dàng hơn. Các sự cố trip lò được giảm thiểu, tăng độ khả dụng của tổ máy.
- Hiện tượng xỉ kết tăng và rơi xuống dàn ống sinh hơi ở phễu thải xỉ có sự giảm thiểu rõ rệt cùng với việc hạn chế quá trình đóng xỉ ở các góc buồng đốt. Điều này làm giảm đi sự hư hỏng ống do va đập mạnh nâng cao độ tin cậy vận hành của lò.
- Đặc tính xỉ khi kết tăng có kết cấu xốp hơn nên dễ bị phá vỡ, giảm thiểu được hiện tượng tắc xỉ ở phễu thải xỉ vốn là vấn đề gây nhiều khó khăn cho các lò hơi đốt than Anthracite nội địa có hàm lượng tro cao.
- Hiệu suất của lò có sự cải thiện do đã giảm được hàm lượng carbon cháy không hết trong tro bay và

xỉ đáy cùng những cải thiện khác dẫn đến giảm thiểu được các tổn thất của lò.

- Cải thiện hiệu suất của tổ máy, giảm chi phí than, dầu
- Giảm thiểu phát thải NOx...

Những kết quả này cho thấy tiềm năng lớn của việc giảm nhiên liệu tiêu hao và tăng cường độ tin cậy làm việc của lò hơi nhà máy nhiệt điện với những phương án hiệu chỉnh khác nhau. Trên thế giới, công tác hiệu chỉnh quá trình cháy của lò hơi Nhiệt điện đã được thực hiện từ lâu với nhiều công cụ hỗ trợ như các phần mềm mô phỏng, các trang thiết bị đo lường hiện đại cùng với các phép đo ngày càng có sự cải tiến tiếp cận tốt hơn với các quá trình diễn ra trong buồng lửa lò hơi cũng như quá trình trao đổi nhiệt trong lò. Việc nghiên cứu hiệu chỉnh lò hơi với sự hỗ trợ của các công cụ, dụng cụ phù hợp và cải tiến liên tục là cần thiết để có được những kết quả khả quan hơn trong việc tiết kiệm nhiên liệu, giảm thiểu phát thải khí nhà kính đối với các nhà máy Nhiệt điện đốt than hiện nay của Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. IEA Sankey Diagram, <https://www.iea.org/sankey/#?c=Viet%20Nam&s=Balance>.
2. F., Chen, Z. C., and Cai, S., , "To Raise the Combustion Efficiency of 410 t/h Pulverized Coal-Fired Boiler," Electric Power 2002, 09, 7-9.
3. Wang, H. B., Dong, Y., and Quan, W. T., 1996, "Combustion Mechanism of Fuel Particles in an Internal Circulating Fluidized Bed," Journal of Harbin Institute of Technology, 28(01), 30-36.
4. Wang, S. H., Zhang, Y., and Gao, J. Q., 2010, "Cause Analysis and Countermeasures on Mechanical Incomplete Combustion Heat Loss in 450t/h CFB Boiler," Hebei Electric Power, 29(05), 35-37.
5. Cui, C. X., , "Analysis of Incomplete Combustion Heat Loss Form and the Measures for Improving the Thermal Efficiency in Thermal Power Plant Coal-Fired Boiler," Chemical Enterprise Management 2013, 20, 71-72.
6. Xiaolian Ma, Mo Yang, Yuwen Zhang, "Analysis of Combustion Mechanism and Combustion Optimization of A 300mw Pulverized Coal Boiler, Frontiers in Heat and Mass Transfer (FHMT) 2016, 7, 36
7. Simon Muhič , Nikolopoulos Nikolaos , Nikolopoulos Aristeidis , Panagiotis Drosatos , Rana Faltsi , Dimitris Papas, "Supply of Technical Services for Combustion Air Optimization of Unit 6 of Suralaya Power Plant In Indonesia", Stična 113, 1295 Ivančna Gorica 2016, Slovenia
8. Long M.V.; Thạch N.T; Dung, H.T; Huy D.Q.; Quy trình thí nghiệm hiệu chỉnh nóng lò hơi mã hiệu: QT282VH; Công ty điện lực dầu khí Hà Tĩnh 2020

STUDYING THE IMPACT OF FLAME TEMPERATURE ADJUSTMENT AT THE NOZZLES ON THE EFFICIENCY AND OPERATING QUALITY OF THE PULVERIZED COAL FIRED BOILER WITH W-SHAPED FLAME

Mai Van Long, Hoang Thanh Dung, Nguyen Van Minh, Tran Quynh, Ha Huy Hoang, Duong Ngoc Minh, Pham Van Bau, Nguyen Van Tan, Đam Quang Huy, Nguyen Xuan Thuong, PVP HA TINH.

Nguyen Xuan Quang, Institute of Heat Engineering and Refrigeration, Hanoi University of Science and Technology

Email: maivanlong@pvpower.vn

ABSTRACT

Pulverized coal fired boiler with W-shaped flame is a common type of boiler used in Vietnam for Anthracite coal that have low volatiles content, difficult to ignite and longtime of complete combustion period. With many nozzles arranged on both sides of the furnace wall in the downward direction to form a W-shaped flame in the combustion chamber, this structure allows prolonging the retention time of coal powder particles inside the combustion zone of the combustion chamber for completed combustion purpose. However, the uneven operation of the nozzles can form an uneven temperature zone inside the combustion chamber that causing slag formation and uneven heat exchange in the boiler's riser tubes. The article studies the effects of adjusting the flame temperature balance at the nozzles on the combustion process and the efficiency of the boiler for the appropriate boiler tuning. The tuning results show the ability to improve boiler efficiency and reduce slag dropping that affects the normal operation of the furnace.

Keywords: Boiler aerodynamic, boiler tuning, coal combustion, Pulverized coal fired boiler, Burner.