

NGHIÊN CỨU TÌNH TRẠNG SUY GIẢM NHIỆT TRỊ CỦA THAN NHIỀU CHẤT BỐC TRONG QUÁ TRÌNH LƯU TRỮ TẠI KHO THAN

STUDY ON THE REDUCTION OF HEATING VALUE OF COAL IN COAL STACK DURING STORAGE IN THERMAL POWER PLANT

Lê Đức Dũng^{1,*}

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.2023.120>

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sự ảnh hưởng của thời gian lưu trữ than sub-bitum tại kho, bãi tại nhà máy nhiệt điện gần biển đến sự suy giảm chất lượng (nhiệt trị). Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng trong quá trình sử dụng và lưu kho than á bitum nhập khẩu với số lượng lớn trong khoảng thời gian dài dẫn đến sự suy giảm chất lượng và nhiệt trị toàn phần của than. Nhiệt trị toàn phần của than giảm từ 118 đến 122kcal/kg và từ 233 đến 250kcal/kg khi thời gian lưu trữ than trong kho hở tương ứng 1 tháng và 2 tháng. Đối với than lưu trong kho kín (có mái che), nhiệt trị toàn phần giảm từ 104 đến 106kcal/kg và từ 219 đến 231kcal/kg khi thời gian lưu trữ là 1 tháng và 2 tháng. Qua đó cho thấy, mái che có tác dụng rõ rệt trong việc giảm sự suy giảm nhiệt trị của than trong thời gian lưu trữ lâu dài.

Từ khóa: Nhiệt trị, nhà máy nhiệt điện, lưu trữ than, than bitum/á bitum.

ABSTRACT

The article presents the results of a study on the influence of storage time on the quality degradation and calorific value of subbituminous coal (imported from Indonesia) at Vietnamese thermal power plants. The research findings indicate that the prolonged use and storage of the sub-bituminous coal in large quantities lead to a decrease in both the overall quality and calorific value of the coal. The gross calorific value of the coal decreases by 118 - 122kcal/kg and 233 - 250kcal/kg when the storage time in open storage is approximately 1 month and 2 months, respectively. For coal stored in enclosed storage (with a roof), the gross calorific value decreases by 104 - 106kcal/kg and 219 - 231kcal/kg after 1 month and 2 months of storage, respectively. This demonstrates that the presence of a roof has a significant effect in reducing the decline in the calorific value of the coal during long-term storage.

Keywords: Heating value/calorific value; thermal power plant, coal storage, bituminous/sub-bituminous coal.

¹Trường Cơ khí, Đại học Bách khoa Hà Nội

*Email: dung.leduc@hust.edu.vn

Ngày nhận bài: 25/4/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 01/6/2023

Ngày chấp nhận đăng: 15/6/2023

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Than là một trong những nguồn năng lượng chính trên thế giới và đóng một vai trò quan trọng trong sự phát triển

kinh tế và xã hội. Vì vậy, làm thế nào để khai thác và sử dụng tài nguyên than an toàn và hiệu quả là một chủ đề cần được quan tâm.

Trong các nhà máy nhiệt điện (NMNĐ), dự trữ than được duy trì để đảm bảo sự vận hành ổn định và liên tục của nhà máy khi có sự gián đoạn trong việc mua và vận chuyển than đến nhà máy. Thông thường, than được lưu trữ tại các NMNĐ trong các kho than để đảm bảo quá trình vận hành liên tục trong 20 đến 30 ngày. Theo báo cáo của Tập đoàn Điện lực Việt Nam [1], tại các NMNĐ Duyên Hải 3 và Vĩnh Tân 4 đều xảy ra hiện tượng suy giảm nhiệt trị than trong quá trình lưu kho.

Việc dự trữ than trong thời gian dài khiến than tiếp xúc với các điều kiện oxy hóa khác nhau dẫn đến quá trình oxy hóa chậm. Quá trình oxy hóa chậm có thể dẫn đến sự bắt cháy của đồng than do sự tích tụ nhiệt và tăng nhiệt độ trong đồng than gây ra bởi các phản ứng tỏa nhiệt [2]. Nhiệt độ càng cao, tốc độ oxy hóa càng nhanh. Nếu lượng nhiệt này không được tản nhiệt, nhiệt độ trong đồng than sẽ tiếp tục tăng đến nhiệt độ giới hạn sẽ làm cho than tự bốc cháy, gây tổn hao về lượng than lưu trữ. Tuy nhiên, dù cho quá trình tự bốc cháy có xảy ra hay không, quá trình oxy hóa chậm của than với oxy trong khí quyển làm suy giảm nhiệt trị toàn phần giá (GCV) của than, làm thay đổi đặc tính của than trong quá trình nghiền và đốt và cuối cùng tạo ra một lượng lớn tro [3, 4].

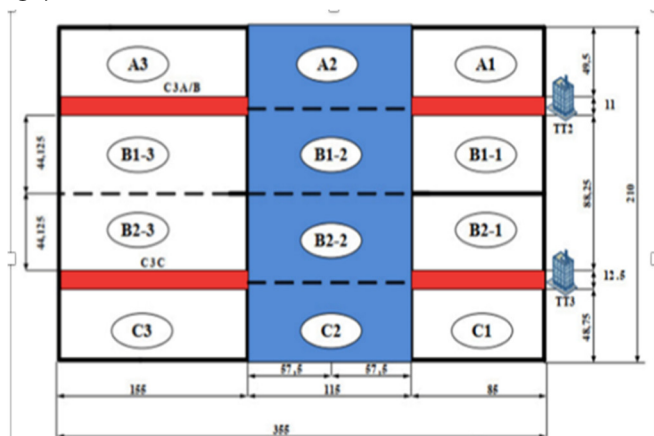
Trong nghiên cứu này, sự suy giảm chất lượng và nhiệt trị của than á-bitum nhập khẩu từ Indonesia theo thời gian được nghiên cứu tại kho than của nhà NMNĐ ở Việt Nam. Theo thiết kế của nhà máy, nhiên liệu than sử dụng có một số đặc tính chính là chất bốc cao (từ 30 - 50%), tổng ẩm cao (lên tới 30%), thành phần oxy trong than cao (10 - 20%). Đây chính là những yếu tố chính gây ra hiện tượng tự suy giảm nhiệt trị của than.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mô tả kho than

Kho than của NMNĐ khảo sát có kích thước mặt sàn kho chứa 210m (rộng) x 355m (dài) với trữ lượng lưu kho than

lớn nhất 430.000 tấn (trong đó trừ lượng than khô là 115.000 tấn) và đảm bảo cho vận hành liên tục trong 30 ngày. Hình 1 minh họa kho than tại NMND được khảo sát.



Hình 1. Kho than NMND

Nhà máy Nhiệt Điện được bố trí hai kho than: Kho 1, Kho 2, hai kho này nằm liền kề nhau xung quanh được bao bọc bởi hàng rào chắn gió, bờ tường bao xung quanh mỗi kho, trong kho có 3 máy đánh phá đồng liên hợp (hình 1). Trong kho một phần sẽ có mái che, mái che này nằm trải dài cả hai kho. Phần có mái che gọi là kho kín (màu xanh dương) còn phần không có mái che gọi là kho hở (màu trắng). Phần kho có mái che có nhiệm vụ hạn chế than bị ướt đảm bảo đủ than khô để cấp than lên lò hoạt động trong 8 ngày. Xung quanh mỗi kho có tường bao cao 2 mét để tránh than rơi ra ngoài. Ngoài ra xung quanh 3 kho than còn có bố trí hệ thống chắn gió được làm bằng tôn có đục lỗ bao xung quanh kho than nhằm hạn chế tốc độ gió đi qua kho than, hạn chế bụi than phát tán ra môi trường và có cửa ra vào để thuận lợi cho các xe gom than vào làm việc tại các kho than.

2.2. Lấy mẫu và phân tích mẫu

Than sau khi bốc dỡ từ các tàu vận chuyển được lưu trữ ở trong kho than của nhà máy. Quy trình lấy mẫu than được thực hiện theo tiêu chuẩn ISO 19309-3. Phương pháp lấy mẫu than khi lưu giữ tại kho than được thực hiện như sau:

- Than được lấy mẫu trên đồng cố định và được lấy ở nhiều vị trí khác nhau trên đồng.
- Lựa chọn các than đã lưu trữ trong kho được 1 tháng, 2 tháng của kho kín và kho hở. Ứng với mỗi thời gian lưu kho, việc lấy mẫu được thực hiện làm 2 đợt căn cứ vào tình hình thực tế than lưu kho.
- Tại từng thời điểm lấy mẫu, mỗi mẫu than tại kho hở và kho kín được lấy 2 mẫu chung. Kết quả của mẫu đó được xác định theo giá trị trung bình của 2 mẫu.
- Tổng số mẫu than lấy tại các kho kín và hở trong 2 đợt khác nhau với tổng số là 16 mẫu (8 mẫu kho hở, và 8 mẫu kho có mái che (kho kín)).
- Thời điểm lấy mẫu than trên hiện trường, tại kho kín và kho có mái che của nhà máy. Vị trí lấy mẫu được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Vị trí lấy mẫu than

Thời gian lưu kho	Kho hở	Kho kín
1 tháng	A3	A2
	B2-3	B2-2
2 tháng	B1-3	B1-2
	C3	C2

Mẫu than được lấy để phân tích thí nghiệm được bảo quản trong môi trường kín đảm bảo than không tiếp tục bị phong hóa sau khi lấy mẫu. Tất cả các mẫu than và được phân tích theo các tiêu chuẩn ISO như được trình bày trong bảng 2. Các thành phần nguyên tố S được phân tích trên máy S844 Sulfur (của hãng LECO) của Hoa Kỳ có độ tin cậy và cấp chính xác cao.

Bảng 2. Các chỉ tiêu phân tích mẫu

Các chỉ tiêu	Tiêu chuẩn áp dụng
Chất bốc (ADB), %	ISO 562:2010
Tro (ADB), %	ISO 1171:2010
Nhiệt trị toàn phần (DB)	ISO 1928:2009
Hydrogen (DB)	ISO 29541:2010
Sulfur (ADB)	ISO 19579:2006

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự thay đổi thành phần hóa học của than trong quá trình lưu trữ

Trong phần này, các kết quả về sự thay đổi của thành phần hóa học (lưu huỳnh, hydro), thành phần công nghệ (chất bốc và tro) và nhiệt trị của than trong thời gian lưu trữ sẽ được trình bày và phân tích.

Bảng 3. Đặc tính than lúc nhập kho

Độ ẩm toàn phần (ARB), %	TCVN 172:2011/ISO 589	23,73
Độ ẩm trong (ADB), %	TCVN 11152:2015	11,86
Chất bốc (ADB, DB), %	TCVN 173:2011/ISO:562:2010	38,54
Giá trị nhiệt trị GCV (db, kcal/kg)	TCVN 200:2011/ISO 1928	6469

Bảng 4 trình bày sự thay đổi hàm lượng lưu huỳnh trong than theo thời gian lưu trữ 1 tháng và 2 tháng. Từ số liệu trong bảng 4 chỉ ra rằng hàm lượng lưu huỳnh tăng lên rõ rệt trong khoảng thời gian lưu trữ 30 ngày (0,015 - 0,02%) và có sự suy giảm khi thời gian lưu trữ kéo dài thêm 30 ngày. Trong đồng than, quá trình oxi hóa của pyrites sắt (FeS₂) có trong than là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến hiện tượng tự gia nhiệt và bắt cháy của than do phản ứng oxi hóa tỏa nhiệt cao của FeS₂. Quá trình oxi hóa này dẫn đến than đồng hành bị phân hủy trong quá trình phản ứng và làm tăng lượng lưu huỳnh phản ứng lộ ra trên bề mặt [3]. Điều này dẫn đến hàm lượng lưu huỳnh trong than tăng rõ rệt trong khoảng thời gian lưu trữ 30 ngày đầu tiên. Lượng lưu huỳnh ở bề mặt tiếp tục bị oxi hóa giải phóng SO₂ ra môi trường dẫn đến hàm lượng lưu huỳnh bị suy giảm khi thời gian lưu trữ kéo dài. Ngoài ra, từ bảng 4, có thể nhận thấy

ràng lưu trữ than trong điều kiện không có mái che và có mái che không ảnh hưởng nhiều đến sự thay đổi hàm lượng lưu huỳnh trong quá trình lưu trữ.

Bảng 4. Sự thay đổi hàm lượng lưu huỳnh theo thời gian lưu trữ (Đơn vị: %)

Vị trí	Mẫu than ban đầu	Lưu trữ 1 tháng	Thay đổi	Lưu trữ 2 tháng	Thay đổi
Kho hở A3	0,68	0,68	0		
Mái che A2	0,68	0,695	+0,015		
Kho hở B2-3	0,84	0,86	+0,02		
Mái che B2-2	0,84	0,86	+0,02		
Kho hở B1-3	0,92			0,93	+0,01
Mái che B1-2	0,92			0,93	+0,01

Bảng 5 trình bày sự thay đổi hàm lượng hydro trong than trong thời gian lưu trữ. Từ bảng số liệu có thể thấy rằng sự suy giảm hàm lượng hydro tăng theo trong thời gian lưu trữ. Lượng hydro suy giảm 0,05 - 0,165% và 0,08 - 0,19% trong khoảng thời gian lưu trữ tương ứng 1 tháng và 2 tháng. Sự suy giảm hàm lượng hydro có thể là do nhiệt tỏa ra khi than bị làm ướt trong quá trình lưu trữ than dưới điều kiện nắng, mưa [2, 3]. Điều này dẫn đến nhiệt độ của đồng than tăng lên và thúc đẩy quá trình oxi hóa của than. Quá trình oxi hóa than giải phóng nhiệt lượng tiếp tục làm tăng nhiệt độ đồng than. Nếu lượng nhiệt sinh ra không được giải phóng hay tản nhiệt có thể dẫn đến quá trình tự bắt cháy của đồng than. Sự giảm liên tục hàm lượng hydro trong than theo thời gian lưu trữ sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng và nhiệt trị của than do hydro là thành phần chính đóng góp đến nhiệt trị của than.

Bảng 5. Sự thay đổi hàm lượng hydro theo thời gian lưu trữ (Đơn vị: %)

Vị trí	Mẫu than ban đầu	Lưu trữ 1 tháng	Thay đổi	Lưu trữ 2 tháng	Thay đổi
Kho hở A3	4,68	4,53	-0,15		
Mái che A2		4,52	-0,165		
Kho hở B2-3	5,35	5,3	-0,05		
Mái che B2-2		5,23	-0,12		
Kho hở B1-3	5,32			5,13	-0,19
Mái che B1-2				5,18	-0,14
Kho hở C3	4,74			4,66	-0,08
Mái che C2				4,62	-0,12

3.2. Sự thay đổi thành phần công nghệ của than trong quá trình lưu trữ

Bảng 6 trình bày sự thay đổi hàm lượng chất bốc trong than trong thời gian lưu trữ. Từ bảng kết quả phân tích có thể thấy rằng hàm lượng chất bốc giảm theo thời gian lưu trữ. Điều này có thể do sự oxi hóa than diễn ra trong suốt quá trình lưu trữ và giải phóng các sản phẩm ra môi trường. Ngoài ra, từ số liệu trong bảng 5 có thể thấy rằng sự suy giảm hàm lượng chất bốc khi than được lưu trữ ở kho hở lớn hơn đáng kể so với than được lưu trữ trong kho kín (có

mái che). Mái che giúp đồng than được che chắn tốt hơn và giảm sự ảnh hưởng của thời tiết đến sự thay đổi nhiệt độ của đồng than. Khi than được lưu trữ tiếp xúc với môi trường nắng (làm khô than) và mưa (làm ẩm than) có xu hướng tăng nhiệt độ do sự tỏa nhiệt khi than bị làm ướt. Điều này thúc đẩy quá trình oxi hóa than ở nhiệt độ thấp dẫn đến giảm hàm lượng chất bốc trong than.

Bảng 6. Sự thay đổi hàm lượng chất bốc theo thời gian lưu trữ (Đơn vị: %)

Vị trí	Mẫu than ban đầu	Lưu trữ 1 tháng	Thay đổi	Lưu trữ 2 tháng	Thay đổi
Kho hở A3	37,46	36,30	-1,16		
Mái che A2		36,62	-0,84		
Kho hở B2-3	38,79	38,41	-0,38		
Mái che B2-2		38,62	-0,17		
Kho hở B1-3	40,1			38,13	-1,97
Mái che B1-2				39,13	-0,97
Kho hở C3	39,71			37,14	-2,57
Mái che C2				37,63	-2,08

Bảng 7 trình bày sự thay đổi hàm lượng tro trong than trong thời gian lưu trữ. Từ kết quả đo trong bảng 6 có thể nhận thấy rằng hàm lượng tro tăng lên trong quá trình lưu trữ. Điều này có thể là do trong quá trình lưu trữ, các thành phần cháy được trong than bị oxi hóa và phân rã dẫn đến hàm lượng của các chất đó trong than và khối lượng của than giảm đi.

Bảng 7. Sự thay đổi hàm lượng tro theo thời gian lưu trữ (Đơn vị: %)

Vị trí	Mẫu than ban đầu	Lưu trữ 1 tháng	Thay đổi	Lưu trữ 2 tháng	Thay đổi
Kho hở A3	7,59	8,05	+0,45		
Mái che A2		8,31	+0,72		
Kho hở B2-3	8,04	8,22	+0,18		
Mái che B2-2		8,31	+0,27		
Kho hở B1-3	11			11,59	+0,59
Mái che B1-2				11,72	+0,72
Kho hở C3	7,94			8,20	+0,26
Mái che C2				8,17	+0,23

3.3. Sự thay đổi nhiệt trị của than trong quá trình lưu trữ

Như đã trình ở trên, quá trình oxi hóa than ở nhiệt độ thấp diễn ra trong suốt quá trình lưu trữ than do nhiệt độ của đồng than tăng khi tiếp xúc với môi trường. Điều này dẫn đến hàm lượng hydro cũng như hàm lượng cacbon trong than giảm. Sự thay đổi hàm lượng của hydro và cacbon gây ra ảnh hưởng đáng kể đến nhiệt trị của than do hai thành phần này là hai thành phần cháy chính và quyết định đến nhiệt trị của than. Ngoài ra, trong quá trình lưu trữ hàm lượng lưu huỳnh tăng lên do phản ứng oxi hóa FeS₂ trong than thúc đẩy quá trình tăng nhiệt trong đồng than và quá trình oxi hóa các thành phần trong than ở nhiệt độ thấp. Điều này dẫn đến sự suy giảm liên tục của các thành

phần cháy trong than trong quá trình lưu trữ. Bảng 8 trình bày sự thay đổi nhiệt trị toàn phần của than trong thời gian lưu trữ. Theo kết quả trong bảng 8, sự suy giảm nhiệt trị của than tăng theo thời gian lưu trữ. Đối với than lưu kho trong thời gian 1 tháng, nhiệt trị toàn phần suy giảm trong khoảng từ 118 đến 122kcal/kg khi lưu trữ trong kho hở và trong khoảng từ 104 đến 106kcal/kg khi lưu trữ than trong kho kín. Đối với than lưu kho trong thời gian 2 tháng, sự suy giảm nhiệt trị toàn phần nằm trong khoảng từ 233 đến 250kcal/kg trong điều kiện kho hở và từ 219 đến 231kcal/kg trong điều kiện kho kín. Từ kết quả trên, ta thấy rằng mái che có tác dụng rõ rệt trong việc giảm sự suy giảm nhiệt trị của than trong thời gian lưu trữ lâu dài.

Bảng 8. Sự thay đổi nhiệt trị theo thời gian lưu trữ (Đơn vị: kcal/kg)

Vị trí	Mẫu than ban đầu	Lưu trữ 1 tháng	Thay đổi	Lưu trữ 2 tháng	Thay đổi
Kho hở A3	6547	6429	-118		
Mái che A2		6441	-106		
Kho hở B2-3	6574	6452	-122		
Mái che B2-2		6470	-104		
Kho hở B1-3	6351			6101	-250
Mái che B1-2				6120	-231
Kho hở C3	6551			6318	-233
Mái che C2				6332	-219

4. KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu trong bài báo cho thấy thời gian lưu trữ than trong kho than NMNĐ dẫn đến sự thay đổi hàm lượng các thành phần và sự suy giảm nhiệt trị toàn phần của than. Hàm lượng hydrogen và chất bốc trong than giảm theo thời gian lưu trữ dẫn đến giảm nhiệt trị của than. Nhiệt trị toàn phần của than giảm từ 118 đến 122kcal/kg và từ 233 đến 250kcal/kg khi thời gian lưu trữ than trong kho hở tương ứng 1 tháng và 2 tháng. Đối với than lưu trong kho kín (có mái che), nhiệt trị toàn phần giảm từ 104 đến 106kcal/kg và từ 219 đến 231kcal/kg khi thời gian lưu trữ là 1 tháng và 2 tháng. Qua đó cho thấy, mái che có tác dụng rõ rệt trong việc giảm sự suy giảm nhiệt trị của than trong thời gian lưu trữ lâu dài.

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành bài báo này, tôi xin cảm ơn sự hỗ trợ từ đề tài nhiệm vụ nghị định thư “Phát triển công nghệ và quá trình để sản xuất khí nhiên liệu giàu hydro và hydrocacbon nhẹ, nhiệt trị cao bằng quá trình reforming xúc tác chất bốc từ nhiệt phân sinh khối” Mã số NĐT.94.CHN/20, đồng thời cảm ơn Nhà máy nhiệt điện Duyên Hải đã tạo điều kiện thuận lợi cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. EVN, 2019. *Report on solutions to limit heat loss of imported coal during storage, No 3515/BC-EVN*. Vietnam.
- [2]. Banerjee D., Hirani M., Sanyal S.K., 2000. *Coal-quality deterioration in a coal stack of a power station*. Appl Energy, 66, 267–275, doi:10.1016/S0306-2619(99)00127-0.
- [3]. Aich S., Nandi B.K., Bhattacharya S., 2019. *Effect of weathering on physico-chemical properties and combustion behavior of an Indian thermal coal*. Int J Coal Sci Technol 2019, 6, 51–62, doi:10.1007/s40789-018-0235-0.
- [4]. Pis José J., de la Puente G., Fuente E., Morán A., Rubiera F., 1996. *A study of the self-heating of fresh and oxidized coals by differential thermal analysis*. Thermochim Acta 1996, 279, 93–101, doi:10.1016/S0040-6031(96)90066-0.

AUTHOR INFORMATION

Le Duc Dzung

School of Mechanical Engineering, Hanoi University of Science and Technology, Vietnam