

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT PHỤ GIA ĐA NGUYÊN TỐ CHỨA Na, Fe, Al, Ca ĐẾN HIỆU QUẢ ĐỐT THAN

*Các chất phụ gia làm tăng cường quá trình chuyển oxy đến bề mặt cacbon, giúp cho phản ứng cháy xảy ra nhanh hơn; biện pháp sử dụng phụ gia dễ thực hiện, linh hoạt, không mất thời gian dừng lò, đảm bảo tính vận hành liên tục của nhà máy...*

*Trong báo cáo này, ảnh hưởng của phụ gia đa nguyên tố chứa Na, Fe, Al, Ca đến hiệu quả đốt than áp dụng trên mẫu than antraxit Việt Nam của nhà máy nhiệt điện đốt than đã được chỉ ra, so sánh, đánh giá trên tiêu chí giảm nhiệt độ bắt cháy và tăng mức độ cháy kiệt của than. Kết quả nghiên cứu thu được cho thấy, ảnh hưởng của hàm lượng Ca và Fe trong hệ phụ gia đến hiệu quả đốt than cao hơn so với Al và Na.*

## 1. MỞ ĐẦU

Hiện nay nguồn nhiên liệu hóa thạch than đang dần cạn kiệt, đẩy giá thành than trên thị trường thế giới ngày càng tăng cao. Để tăng cường hiệu quả sử dụng than đá, giải pháp về cải tiến công nghệ đã và đang được tiến hành liên tục nhưng hiệu quả trong việc tiết kiệm than tiêu thụ và giảm phát thải gây ô nhiễm chưa thực sự cao. Việc sử dụng phụ gia cho quá trình đốt than được quan tâm nhiều do ưu điểm linh hoạt, dễ thực hiện, không tốn thời gian dừng lò, đảm bảo tính vận hành liên tục của nhà máy. Các chất phụ gia làm giảm năng lượng hoạt hóa của phản ứng, giúp cho phản ứng xảy ra nhanh hơn hay xảy ra ở nhiệt độ thấp hơn. Điều này tạo ra phản ứng cháy kiệt hơn, đốt than kiệt hơn, giảm lượng tro xỉ và khí phát thải của quá trình đốt.

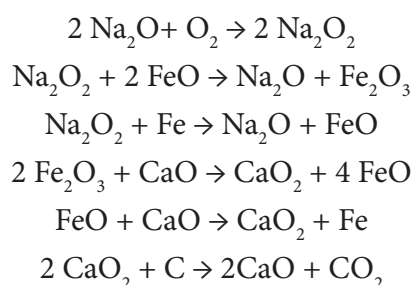
Các chất phụ gia cho quá trình đốt than có thể là các hợp chất vô cơ như oxit kim loại, muối [1-3] hoặc các chất hữu cơ [4-5]. Một giải pháp đang được chú ý hiện nay là sử dụng các loại chất thải công nghiệp làm xúc tác cho quá trình đốt than [6,7].

Cơ chế xúc tác chuỗi của quá trình đốt cháy than bằng chất xúc tác hỗn hợp Na - Fe - Ca từ các chất

thải công nghiệp đã được báo cáo bởi Jun Cheng và các đồng nghiệp [7]. Trong cơ chế này, nguyên tử oxy được vận chuyển dựa trên thứ tự của hoạt động kim loại xúc tác từ Na đến Fe đến Ca với cacbon. Trong quá trình đốt than có sử dụng chất xúc tác, sự oxi hóa xúc tác được xem là một trong những cơ chế chiếm ưu thế. Các chất xúc tác này có thể thúc đẩy quá trình đốt than là do nhiều oxit được tạo ra trong suốt quá trình phân hủy oxi hóa các oxit kim loại hoặc các vật liệu khác, và các oxit này có khả năng hấp thụ mạnh nguyên tử oxy trên bề mặt. Trong quá trình đốt than, các oxit này được sử dụng như là các tác nhân mang oxi hoạt hóa.

Khi sử dụng xúc tác có chứa hỗn hợp các nguyên tố Na, Fe, Ca, phản ứng xúc tác sẽ diễn ra theo cơ chế chuỗi, được thể hiện trong hình 2 [6,7].

Các phản ứng xảy ra lần lượt như sau:



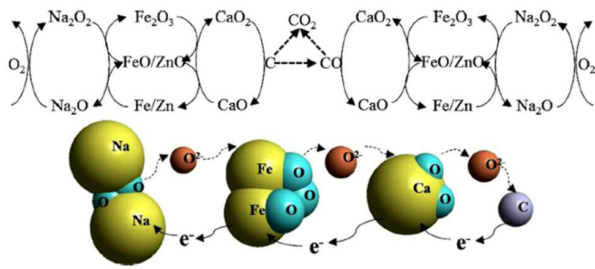


Fig. 4. Cascade chain catalytic mechanism of Na-Fe-Ca composite promoter on coal combustion.

### Hình 1. Cơ chế phản ứng xúc tác chuỗi của xúc tác hỗn hợp Na-Fe-Ca đối với quá trình đốt than

Tại Việt Nam, vấn đề nâng cao hiệu quả đốt than cũng rất được chú trọng tại các nhà máy nhiệt điện. Một số nghiên cứu về sử dụng phụ gia xúc tác nâng cao hiệu quả đốt than đã được thực hiện và thu được một số kết quả nhất định [8-10]. Trong báo cáo trước của chúng tôi, các kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của các hệ phụ gia chứa các nguyên tố riêng rẽ Na, Ca, Al và Fe đã được báo cáo [11]. Các kết quả thu được cho thấy phụ gia chứa Ca có hiệu quả cao nhất và phụ gia chứa Al có hiệu quả thấp nhất. Nối tiếp nghiên cứu trên, trong báo cáo này, ảnh hưởng của phụ gia đa nguyên tố chứa Na, Fe, Al, Ca đến hiệu quả đốt than áp dụng trên mẫu than antraxit Việt Nam của nhà máy nhiệt điện đốt than đã được chỉ ra, so sánh, đánh giá trên tiêu chí giảm nhiệt độ bắt cháy và tăng mức độ cháy kiệt của than.

## 2. THỰC NGHIỆM

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Bảng 1: Một số đặc trưng của mẫu than antraxit cám 4 Việt Nam

Đặc trưng	Đơn vị	Than cám 4
Độ ẩm	%	2,44
Độ tro khô	%	30,78
Chất bốc khô	%	5,61
Hàm lượng cacbon cố định	%	61,08
Nhiệt độ bắt cháy	°C	540,22
Mức độ cháy kiệt	%	90,54
Thành phần tro		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	1,49
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	20,01
CaO	%	5,65
Na <sub>2</sub> O	%	0,49

Đối tượng của nghiên cứu này là than antraxit cám 4 Việt Nam. Các đặc trưng của mẫu than được thể hiện trong bảng 1.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Quy trình thực nghiệm

- Than nguyên liệu và phụ gia được nghiền và cho qua bộ rây tiêu chuẩn tới kích thước hạt khoảng 0,015 – 0,1 mm.
- Mẫu bột than được trộn với mẫu bột phụ gia theo các tỉ lệ phối trộn đã được xác định trước.
- Mẫu hỗn hợp than và phụ gia sau trộn được thêm nước để chuyển sang dạng bùn nhão, sau đó mẫu bùn nhão được sấy và nghiền tới kích thước hạt khoảng 0,015 – 0,08 mm.
- Mẫu bột mịn được mang đi phân tích nhiệt. Mẫu than được đặt trong chén nung gốm nhôm và được đốt cháy trong điều kiện môi trường không khí tiêu chuẩn (lưu lượng không khí vào khoảng 10-50 mL/phút) với tốc độ gia nhiệt ổn định (khoảng 10°C/phút) từ nhiệt độ phòng tới 900°C.
- Trọng lượng của mẫu được kiểm soát liên tục theo sự thay đổi của nhiệt độ.
- Dựa trên kết quả phân tích nhiệt, xác định nhiệt độ bắt cháy của than theo cách thức được trình bày dưới đây.

### 2.2.2. Phương pháp xác định nhiệt độ bắt cháy của than

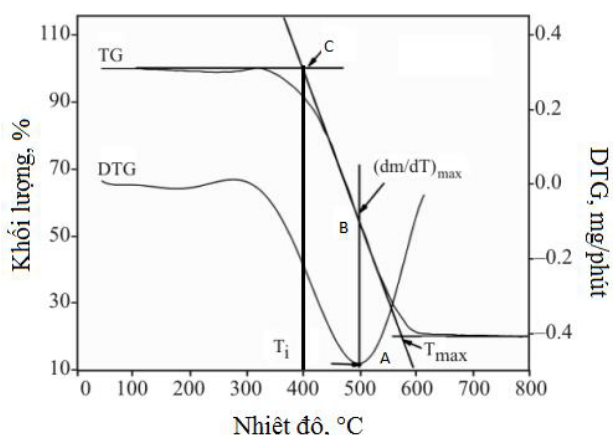
Nhiệt độ bắt cháy của than là nhiệt độ tại đó than bắt đầu bốc cháy khi bị gia nhiệt với một tỉ lệ tăng nhiệt nhất định trong điều kiện có mặt chất oxi hóa. Cách xác định nhiệt độ bắt cháy của than được thể hiện như trong hình 2.

Nhiệt độ bắt cháy của than được xác định lần lượt qua các bước như sau:

- Đầu tiên, vẽ một đường thẳng đứng đi qua đỉnh A của đường cong DTG. Đường này cắt

đường cong TG tại điểm B.

- Vẽ một đường tiếp tuyến với đường cong TG tại điểm B.
- Vẽ đường nằm ngang đi qua điểm bắt đầu mất khối lượng của đường cong TG. Đường nằm ngang này cắt đường tiếp tuyến tại điểm C.
- Từ điểm C, vẽ một đường thẳng đứng. Đường này cắt trục hoành tại điểm  $T_i$ . Nhiệt độ  $T_i$  chính là nhiệt độ bắt cháy của than.



Hình 2. Cách xác định nhiệt độ bắt cháy  $T_i$  của than

### 2.2.3. Phương pháp xác định mức độ cháy kiệt của than

Mức độ cháy kiệt,  $B_c$ , được sử dụng để thể hiện tính chất cháy kiệt của than. Đối với phương pháp đánh giá dựa trên mẫu tro thông thường, khối lượng tro được xem là không đổi trước và sau quá trình cháy. Do đó, mức độ cháy kiệt của mẫu than thô ban đầu được tính như sau:

$$M_0 \cdot A_0 + M_1 \cdot A_1 = M_2 \cdot A_2$$

$$FC_2 + A_2 = 1$$

$$M_2 / (M_0 + M_1) = 1 - (TG)_{max}$$

$$B_c = 1 - (M_2 \cdot FC_2) / (M_0 \cdot FC_0) = [FC_0 + A_0 + (M_1 \cdot A_1) / M_0 - (1 + M_1 / M_0) (1 - (TG)_{max})] / FC_0$$

Trong đó:

- $M_0$ ,  $M_1$  và  $M_2$  lần lượt là khối lượng của các mẫu than thô ban đầu, khối lượng chất phụ gia và khối lượng của xỉ than.

- $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$  lần lượt là thành phần tro theo khối lượng (%) của mẫu than thô, của chất phụ gia và của xỉ than.
- $FC_0$  và  $FC_2$  lần lượt là thành phần % theo khối lượng của C trong mẫu than thô và trong xỉ than.
- $(TG)_{max}$  là % mất mát khối lượng tối đa của mẫu trong quá trình cháy (%)

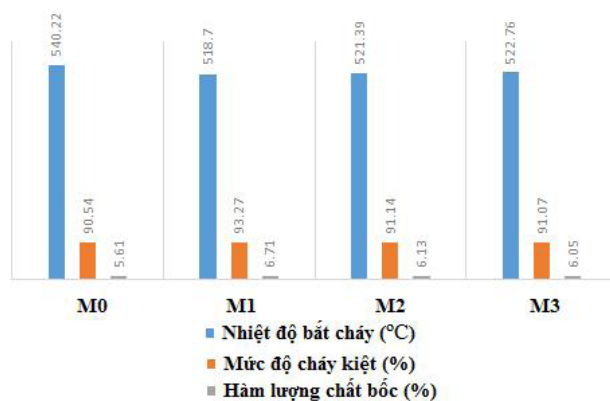
## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Kết quả

Ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần Na/Ca/Al/Fe trong phụ gia, hàm lượng phụ gia và kích thước phụ gia đến hiệu quả đốt cháy than đã được nghiên cứu.

- Dựa trên các tổng quan về phụ gia cho quá trình đốt than, trên định hướng sử dụng thải bùn đỏ làm phụ gia bổ sung cho quá trình đốt, ảnh hưởng của tỉ lệ thành phần Na/Ca/Al/Fe trong phụ gia đa nguyên tố đã được khảo sát lần lượt với các tỉ lệ: 0/0/0/0 (mẫu đối chứng), 2/1/1/3, 1/1/5/15 (mẫu có tỉ lệ tương ứng với thải bùn đỏ), 1/1/10/30.

TT	Ký hiệu mẫu	Tỷ lệ các nguyên tố Na/Ca/Al/Fe theo khối lượng	Hàm lượng phụ gia/than (%)	Kích thước hạt hệ phụ gia ( $\mu m$ )
1	M0	0/0/0/0	0	
2	M1	2/1/1/3	10	180 – 200
3	M2	1/1/5/15 (Bùn đỏ)	10	180 – 200
4	M3	1/1/10/30	10	180 – 200

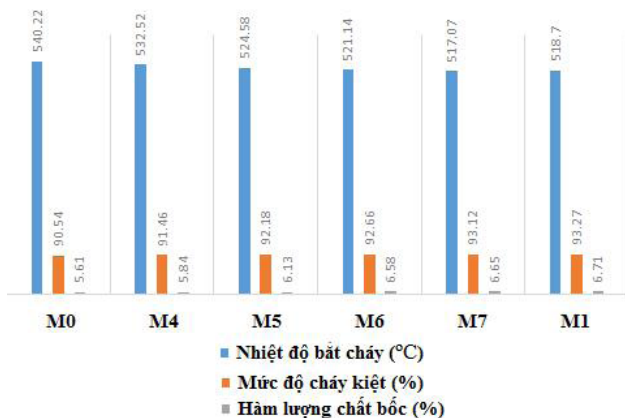


Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ các nguyên tố trong hệ phụ gia đến khả năng cháy của than

Hàm lượng phụ gia/than được sử dụng là 10% và kích thước hạt của phụ gia là 180-200  $\mu\text{m}$ . Kết quả khảo sát được thể hiện ở hình 3.

- Kế thừa kết quả từ nghiên cứu ảnh hưởng của tỉ lệ các nguyên tố trong hệ phụ gia đến khả năng cháy của than, ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia/than đã được khảo sát lần lượt với các tỉ lệ lần lượt là 0% (mẫu đối chứng), 2%, 4%, 6%, 8% và 10%. Tỉ lệ các nguyên tố Na/Ca/Al/Fe theo khối lượng được sử dụng là 2/1/1/3 với kích thước hạt của phụ gia là 180-200  $\mu\text{m}$ . Kết quả khảo sát được thể hiện ở hình 4.

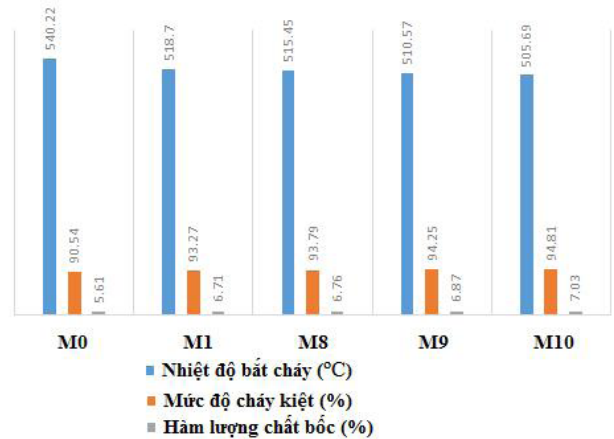
TT	Ký hiệu mẫu	Tỷ lệ các nguyên tố Na/Ca/Al/Fe theo khối lượng	Hàm lượng phụ gia/than (%)	Kích thước hạt hệ phụ gia ( $\mu\text{m}$ )
1	M0	0/0/0/0	0	
2	M1	2/1/1/3	10	180 – 200
3	M4	2/1/1/3	2	180 – 200
4	M5	2/1/1/3	4	180 – 200
5	M6	2/1/1/3	6	180 – 200
6	M7	2/1/1/3	8	180 – 200



Hình 4. Ảnh hưởng của hàm lượng hệ phụ gia đến khả năng cháy của than.

- Kế thừa kết quả từ nghiên cứu ảnh hưởng của tỉ lệ các nguyên tố trong hệ phụ gia và ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia/than đến khả năng cháy của than, ảnh hưởng của kích thước hạt phụ gia đã được khảo sát lần lượt với các kích thước lần lượt là: <75  $\mu\text{m}$ , 75-125  $\mu\text{m}$ , 125-180  $\mu\text{m}$ , 180-200  $\mu\text{m}$ . Tỉ lệ các nguyên tố Na/Ca/Al/Fe theo khối lượng được sử dụng là 2/1/1/3 với hàm lượng phụ gia/than (tính theo %) là 10%. Kết quả khảo sát được thể hiện ở hình 5.

TT	Ký hiệu mẫu	Tỷ lệ các nguyên tố Na/Ca/Al/Fe theo khối lượng	Hàm lượng phụ gia/than (%)	Kích thước hạt hệ phụ gia ( $\mu\text{m}$ )
1	M0	0/0/0/0	0	
2	M1	2/1/1/3	10	180 – 200
3	M8	2/1/1/3	10	125 – 180
4	M9	2/1/1/3	10	75 – 125
5	M10	2/1/1/3	10	< 75



Hình 5. Ảnh hưởng của kích thước hệ phụ gia đến khả năng cháy của than

### 3.2. Thảo luận

Phụ gia đa nguyên tố chứa Na, Ca, Al và Fe với các tỷ lệ khác nhau giúp cải thiện nhiệt độ bắt cháy và mức độ cháy kiệt của than. Hàm lượng chất bốc trong than cũng biến đổi tương tự với mức độ cháy kiệt của than. Mẫu M1 (mẫu có tỷ lệ tương ứng với tỷ lệ tối ưu khi sử dụng hệ phụ gia chứa các nguyên tố riêng rẽ [11]) có nhiệt độ bắt cháy thấp nhất (518,70°C) và mẫu có tỷ lệ tương ứng với mẫu bùn đỏ có nhiệt độ bắt cháy cao hơn (522,76°C) nhưng khi thay đổi tỷ lệ thành phần thì nhiệt độ bắt cháy thay đổi không nhiều (521,95°C), độ giảm nhiệt độ bắt cháy khoảng 20°C. Mức độ cháy kiệt của than tăng lên từ 90,54% đến 93,27% với mẫu M1. Với mẫu có tỷ lệ tương ứng với hàm lượng các nguyên tố trong bùn đỏ (mẫu M2), mức độ cháy kiệt cũng tăng lên nhưng không nhiều, từ 90,54% lên 91,14%.

Nhiệt độ bắt cháy của than giảm khi tỷ lệ phụ gia/than tăng lên đến 8% và giảm xuống khi tỷ lệ tăng đến 10%. Hàm lượng chất bốc trong than cũng biến đổi tương tự với mức độ cháy kiệt của than.



Nhiệt độ bắt cháy của than giảm khi kích thước hệ phụ gia giảm xuống. Hàm lượng chất bốc trong than cũng tăng lên tương tự với mức độ cháy kiệt của than. Tuy nhiên, đa số phụ gia thông thường đều có kích thước nhất định, do vậy cần phải có công đoạn nghiền sẽ tiêu tốn năng lượng và tăng thời gian xử lý phụ gia.

Mẫu M2 có thành phần tương ứng với thành phần của bùn đỏ, kết quả đánh giá cho thấy nhiệt độ bắt cháy và mức độ cháy kiệt của than đều được cải thiện. Như vậy, bùn đỏ có tiềm năng sử dụng làm phụ gia cho quá trình đốt than.

Tuy nhiên, để đánh giá một cách toàn vẹn vẫn cần phải có thêm các nghiên cứu khác như sự hình thành của các khí thải (đặc biệt là khí thải chứa clo khi sử dụng các muối clorua của kim loại kiềm và kiềm thổ), nhiệt lượng sinh ra trong quá trình đốt cháy của than khi có mặt chất phụ gia, ảnh hưởng của kích thước hạt phụ gia ... đến hiệu quả đốt cháy của than.

#### 4. KẾT LUẬN

Hệ phụ gia đa nguyên tố chứa Na/Ca/Al/Fe với các tỷ lệ khác nhau đều cải thiện khả năng cháy của than, trong đó, có tỷ lệ các nguyên tố tương ứng với thành phần của bùn đỏ. Như vậy, bùn đỏ có tiềm năng sử dụng làm phụ gia cho quá trình đốt than. Tỷ lệ phụ gia/than từ 8 - 10% là điều kiện phù hợp để tăng hiệu quả đốt than. Kích thước hạt phụ gia càng nhỏ thì hiệu quả cháy của than càng cao, do khả năng phân tán tốt hơn của phụ gia lên bề mặt than. Tuy nhiên, để hoàn thiện hơn nữa vẫn cần phải có thêm những nghiên cứu khác như hình thành của các khí thải, nhiệt lượng sinh ra trong quá trình đốt cháy của than khi sử dụng phụ gia ...

**Nguyễn Thị Thục Phương,  
Hoàng Thị Tuyền, Phạm Tuấn Anh**

*Viện Công nghệ xạ hiếm*

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Li XG, Ma BG, Xu L, Luo ZT, Wang K. Catalytic effect of metallic oxides on combustion behavior of high ash coal. *Energ Fuel* 2007; 21:2669–72.
- [2] Yin K, Zhou YM, Yao QZ, Fang C, Zhang ZW. Thermo gravimetric analysis of the catalytic effect of metallic compounds on the combustion behaviors of coals. *React Kinet Mech Cat* 2012; 106:369–77.
- [3] Kim YK, Hao LF, Park JI, Jin M, Mochida I, Yoon SH. Catalytic activity and activation mechanism of potassium carbonate supported on perovskite oxide for coal char combustion. *Fuel* 2012; 94:516–22.
- [4] Fangxian L, Shizong L, Youzhi C. Thermal analysis study of the effect of coal burning additives on the combustion of coals. *J Therm Anal Calorim* 2009;95:633–8.
- [5] Wang SJ, Wu F, Zhang G, Zhu P, Wang ZY, Huang CJ, et al. Research on the combustion characteristics of anthracite and blended coal with composite catalysts. *J Energ Inst* 2014;87:96–101.
- [6] Jun Cheng , Fan Zhou, Xiaoxu Xuan, Jianzhong Liu, Junhu Zhou, Kefa Cen, Comparison of the catalytic effects of eight industrial wastes rich in Na, Fe, Ca and Al on anthracite coal combustion, *Fuel* 2017, pp. 398–402.
- [7] Jun Cheng , Fan Zhou, Xiaoxu Xuan, Jianzhong Liu, Junhu Zhou, Kefa Cen, Cascade chain catalysis of coal combustion by Na–Fe–Ca composite promoters from industrial wastes, *Fuel* 2016, pp. 820–826
- [7] Jun Cheng , Fan Zhou, Xiaoxu Xuan, Jianzhong Liu, Junhu Zhou, Kefa Cen, Cascade chain catalysis of coal combustion by Na–Fe–Ca composite promoters from industrial wastes, *Fuel* 2016, pp. 820–826
- [8] Phạm Thúy Nga và cộng sự, Nghiên cứu chế

tạo phụ gia tăng cường khả năng cháy cho một số loại than ở Việt Nam. Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia, Mã số 11071/2015.

[9] Nguyễn Hữu Hào và cộng sự, Nghiên cứu xây dựng quy trình công nghệ sử dụng phụ gia để nâng cao hiệu suất đốt, giảm thiểu rác thải SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, và CO của nhà máy nhiệt điện than. Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia, Mã số 15172/2017.

[10] Trương Duy Nghĩa và cộng sự, Nghiên cứu công nghệ đốt than trộn của than trong nước khó cháy với than nhập khẩu để cháy nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng nhiên liệu tại các nhà máy nhiệt điện đốt than ở Việt Nam, Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia, Mã số 14785/2018

[11] Nguyễn Thị Thục Phương và cộng sự, Nghiên cứu ảnh hưởng của các chất phụ gia chứa các nguyên tố riêng rẽ Na, Fe, Al, Ca đến hiệu quả đốt than, Tạp chí Hóa học và ứng dụng, Số 1(51)/2020.