



# CÁC THÀNH TỰU NGHIÊN CỨU THAN TỰ CHÁY Ở VIỆT NAM VÀ CÁC GIẢI PHÁP PHÒNG CHỐNG CHÁY ĐÃ THỰC HIỆN

Nguyễn Tuấn Anh, Nguyễn Thế Tiến  
Nguyễn Tất Thắng, Trần Thị Nhài  
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin  
Email:nguyentuananh.pin@gmail.com

## TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu các phương pháp nghiên cứu tổng quát để đánh giá khả năng tự cháy của vỉa than, các phương pháp phòng chống tự cháy trong quá trình sản xuất ở các mỏ than hầm lò ở Việt Nam và thế giới. Phần thứ hai, bài báo giới thiệu một số phân tích để lựa chọn phương pháp và thiết bị cho công tác điều tra tại hiện trường và đánh giá khả năng xảy ra tự cháy của vỉa than ở các mỏ than hầm lò của Việt Nam, công tác phòng chống sự cố tự cháy và một số hoạt động của công tác này ở Việt Nam. Ở phần cuối tác giả giới thiệu một số đề xuất định hướng trong công tác nghiên cứu phòng chống cháy nổ tự phát ở các mỏ than đá ngầm trong tương lai.

**Từ khóa:** năng lượng hoạt hóa, quá trình tự cháy, mức độ tự cháy của than.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong lịch sử khai thác than ở Việt Nam hiện tượng tự cháy của than đã được ghi nhận trong quá trình tiến hành khai thác tại mỏ than Na Dương (Lạng Sơn), Khe Bó (Nghệ An), Làng Cẩm (Thái Nguyên)... Các vỉa than ở vùng Quảng Ninh được đánh giá ít có khả năng tự cháy, tuy nhiên trong thời gian gần đây hiện tượng cháy đã xảy ra ở vỉa 9b, 12, 24 Khu Tràng Khê Công ty than Uông Bí – TKV, vỉa 7, 10 Công ty CP than Hà Lâm-Vinacomin, vỉa 10 TBII Công ty than Mạo Khê-TKV... Các vụ cháy này tiềm ẩn nguy cơ gây mất an toàn, khó kiểm soát và ảnh hưởng đến các hoạt động sản xuất của mỏ, đặc biệt làm tăng chi phí xử lý, tăng giá thành, giảm hiệu quả sản xuất. Trong ngành công nghiệp khai thác than tại một số nước tiên tiến trên thế giới như: Ba Lan, Nhật Bản, Trung Quốc, Nga,... đã xây dựng được các phương pháp nghiên cứu về than tự cháy và các giải pháp kỹ thuật riêng để, đánh giá và phòng ngừa hiện tượng than tự cháy. Tùy thuộc vào tính chất của than, đặc điểm điều kiện kỹ thuật công nghệ mỏ mà các nước đã sử dụng các phương pháp đánh giá than tự cháy riêng và phù hợp.

Tại Việt Nam đã có một số các công trình, đề tài nghiên cứu về than tự cháy theo phương pháp của Nga, Nhật Bản, Trung Quốc, nhưng các công trình, đề tài nghiên cứu chỉ dừng lại ở mức độ nghiên cứu

lý thuyết, còn các trang thiết bị có độ chính xác cao chưa được đầu tư bài bản.

Năm 2016, Dự án phòng thí nghiệm nghiên cứu khả năng than tự cháy theo phương pháp của Ba Lan đã được xây dựng tại Trung tâm An toàn Mỏ thuộc Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin (Viện KHCN Mỏ). Phòng thí nghiệm có thể xác định được các thông số như: Khả năng tự cháy của than, nhiệt lượng oxy hóa mẫu than và xây dựng đường đặc tính chuẩn của mẫu than phục vụ việc việc theo dõi, phát hiện sớm các vụ cháy nội sinh. Trên cơ sở đó, đề xuất các giải pháp ngăn chặn kịp thời hiện tượng tự cháy của than, tăng cường bảo vệ tài nguyên than, từ đó tạo tâm lý an tâm lao động cho công nhân mỏ khi làm việc ở những khu vực có nguy cơ cháy, nổ cao, nâng cao năng suất lao động, tránh những thiệt hại về người và tài sản, góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất kinh doanh cho doanh nghiệp.

## 2. Nội dung nghiên cứu

**2.1. Phương pháp xác định mức độ tự cháy của than và kết quả phân loại mức độ tự cháy của các vỉa than tại các mỏ than hầm lò Việt Nam**

**2.1.1. Giới thiệu phương pháp xác định và phân loại mức độ tự cháy của than**

Dự án đầu tư phòng thí nghiệm nghiên cứu tính tự cháy của than được Tập đoàn Công nghiệp

Than - Khoáng sản Việt Nam(TKV) giao cho Viện KHCN Mô phối hợp với Viện Mô Trung ương Ba Lan – GIG chuyển giao công nghệ nghiên cứu khả năng tự cháy của than theo phương pháp của Ba Lan với các chức năng chính: Xác định và phân loại mức độ tự cháy và phân loại của than (*Phương pháp Olpinski*); Phương pháp xác định nhiệt lượng oxy hóa của mẫu than; Phương pháp xây dựng đường đặc tính chuẩn của mẫu than.

a. Phương pháp Olpinski, xác định và phân loại mức độ tự cháy của than

*\* Mô tả phương pháp*

Phương pháp nghiên cứu mức độ oxy hóa của mẫu than có cỡ hạt 0,063 đến 0,075 mm được đặt trong luồng không khí có lưu lượng  $Q = 25 \text{ dm}^3/\text{giờ}$  ở điều kiện đoạn nhiệt với hai mức nhiệt độ 237°C và 190°C. Chỉ số tự cháy  $Sz^a$  là tốc độ gia tăng nhiệt độ (°C/phút) của than oxy hóa ở nhiệt độ 237°C, chỉ số tự cháy  $Sz^a$  là tốc độ gia tăng nhiệt độ (°C/phút) của than oxy hóa được xác định ở nhiệt độ 190°C. Trên cơ sở hai chỉ số trên, xác định được năng lượng hoạt hóa E của mẫu than. Chỉ số tự cháy  $Sz^a$ ,  $Sz^a$  và năng lượng hoạt hóa E tương ứng với khuynh hướng tự cháy của than tại vị trí lấy mẫu trong vỉa than khai thác.

*\* Phân loại mức độ tự cháy:*

Trên cơ sở chỉ số tự cháy  $Sz^a$  và năng lượng hoạt hóa E, phân loại mức độ tự cháy của than theo chỉ số tự cháy và năng lượng hoạt hóa tại Bảng 1.

**Bảng 1. Bảng phân loại mức độ tự cháy của than**

Chỉ số tự cháy $Sz^a$ , [°C/phút]	Năng lượng hoạt hóa E, [kJ/mol]	Phân loại than tự cháy	Mức độ tự cháy của than
đến 80	> 67	I	Rất thấp
	46 ÷ 67	II	Thấp
> 80 ÷ 100	< 46	III	Trung bình
	> 42		
> 100 ÷ 120	< 42	IV	Cao
	> 34		
> 120	< 34	V	Rất cao
> 120	Không bình thường		

b. Phương pháp xác định nhiệt lượng oxy hóa của mẫu than và phân loại mức độ tự cháy của than theo nhiệt lượng

*\* Mô tả phương pháp:*

Phương pháp được quy định theo tiêu chuẩn Ba Lan để xác định nhiệt lượng tỏa ra trong quá

trình oxy hóa than tại nhiệt độ tương ứng với nhiệt độ tự nhiên của vị trí lấy mẫu than. Nhiệt lượng tỏa ra trong quá trình oxy hóa mẫu than được xác định bằng cách sử dụng 7g mẫu than được đựng trong cốc mẫu. Mẫu than được đặt trong buồng nhiệt độ tương ứng với nhiệt độ tự nhiên tại vị trí lấy mẫu than ngoài thực địa trong dòng khí Ni tơ với lưu lượng khí 100ml/giờ trong vòng khoảng 16 giờ. Sau 16 giờ duy trì buồng nhiệt độ với nhiệt độ tự nhiên tại vị trí lấy mẫu than ngoài thực địa trong dòng khí oxy với lưu lượng tùy theo mức độ tự cháy. Thí nghiệm kết thúc xác định được nhiệt lượng tỏa ra trong quá trình oxy hóa than tại các mức 1 giờ và 2 giờ.

*\* Phân loại mức độ tự cháy:*

Trên cơ sở nhiệt lượng tỏa ra trong quá trình oxy hóa mẫu than phân loại mức độ tự cháy của than theo nhiệt lượng tại Bảng 2.

**Bảng 2. Bảng phân loại mức độ tự cháy của than theo nhiệt lượng tỏa ra**

Nhóm tự cháy	Mức độ tự cháy của than	Nhiệt lượng tỏa ra trong quá trình oxy hóa 1 kg than ở nhiệt độ bằng nhiệt độ tự nhiên của than tại vị trí lấy mẫu trong vòng 2 giờ $Q_p$ , J
1	Nhỏ	$Q_p < 50$
2	Trung bình	$50 \leq Q_p \leq 100$
3	Lớn	$Q_p \geq 100$

c. Phương pháp xây dựng đường đặc tính chuẩn của mẫu than

Đường đặc tính chuẩn của mẫu than mô tả diễn biến quá trình than xảy ra tự cháy tương ứng phù hợp riêng cho từng loại than khác nhau. Các mẫu than sẽ được lấy từ hiện trường đựng trong bình kín, đưa về phòng gia công mẫu, để ổn định và cân bằng với môi trường xung quanh. Sau đó thiết lập các thông số và tiến hành gia nhiệt cho mẫu than tại 13dải nhiệt độ từ 50°C đến 350°C (25°C/dải nhiệt độ) đồng thời thiết lập tốc độ dòng không khí đi qua mẫu than. Giá trị lưu lượng khí được đặt dựa theo kết quả phân loại mức độ tự cháy của mẫu than cùng loại theo phương pháp Olpinski. Khi nhiệt độ mẫu than đạt gần đến nhiệt độ lò ( $\pm 3^\circ\text{C}$ ) tiến hành lấy mẫu khí bằng cách đưa túi mẫu khí vào đường thoát khí của lò để lấy mẫu. Tại mỗi dải nhiệt độ tiến hành lấy mẫu khí thoát ra phân tích các thành phần khí  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$  và tính toán xác định các chỉ

số cháy WP1, WP2, WP3, WP4, Graham... Trên cơ sở các giá trị đó, xây dựng bộ cơ sở dữ liệu về đường đặc tính chuẩn về mối tương quan giữa thành phần khí và chỉ số cháy tương ứng với các dải nhiệt độ của mẫu than.

**2.1.2. Một số kết quả phân loại mức độ tự cháy của các vỉa than tại các mỏ than hầm lò Việt Nam**

Từ cuối năm 2016, Phòng thí nghiệm nghiên cứu khả năng tự cháy của than đi vào hoạt động đã được Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam đã giao nhiệm vụ phân tích đánh giá phân loại mức độ tự cháy của các vỉa than tại các mỏ hầm lò thuộc TKV. Kết quả phân loại mức độ

tự cháy của các vỉa than được thống kê tại Bảng 3.

**2.2. Một số sự cố liên quan đến than tự cháy, xuất khí CO trong giai đoạn 2017 đến nay và các giải pháp phòng chống cháy nội sinh từ kết quả nghiên cứu của phòng thí nghiệm**

**2.2.1. Thống kê một số sự cố liên quan đến than tự cháy**

Mặc dù kết quả phân loại mức độ tự cháy tại các mỏ hầm lò tại Việt Nam mới chỉ đạt ở mức độ thấp và trung bình. Nhưng trong khoảng thời gian từ năm 2017 đến nay, đã xảy ra một số vụ sự cố liên quan đến than tự cháy tại các đơn vị như Mạo Khê, Hà Lâm, Uông Bí, Khánh Hòa, Thống Nhất như trong Bảng 4.

**Bảng 3. Kết quả phân loại mức độ tự cháy của các vỉa than tại các mỏ than hầm lò Việt Nam**

TT	Tên đơn vị	Tên vỉa than	Kết quả phân loại mức độ tự cháy của các vỉa than				
			Số mẫu thí nghiệm	Chỉ số tự cháy $S_z$ (°C/phút)	Năng lượng hoạt hóa E (kJ/mol)	Phân loại	Phân loại mức độ tự cháy
1	Khánh Hòa	Vĩa 16	15	6,36 ÷ 11,21	22,26 ÷ 61,32	III	Trung bình
2	Mạo Khê	Vĩa 10	22	5,33 ÷ 15,31	18,88 ÷ 66,91	III	Trung bình
		Vĩa 9B	3	4,25 ÷ 9,32	29,79 ÷ 49,43	III	Trung bình
		Vĩa 6Đ	1	6,49	27,93	III	Trung bình
		Vĩa 5	1	5,95	19,08	III	Trung bình
		Vĩa 1CB	1	4,12	33,54	III	Trung bình
3	Uông Bí	Vĩa 25	1	6,93	31,86	III	Trung bình
		Vĩa 24	6	5,80 ÷ 9,66	32,53 ÷ 56,09	III	Trung bình
		Vĩa 18	1	12,29	46,32	II	Thấp
		Vĩa 12	1	5,46	38,37	III	Trung bình
		Vĩa 10	2	12,29 ÷ 13,47	30,07 ÷ 46,32	III	Trung bình
		Vĩa 9b	1	9,02	32,68	III	Trung bình
4	Vàng Danh	Vĩa 8	3	4,22 ÷ 3,80	12,21 ÷ 28,56	III	Trung bình
		Vĩa 8A	1	4,27	29,77	III	Trung bình
		Vĩa 7	2	2,48 ÷ 4,07	31,04 ÷ 13,46	II	Trung bình
5	Nam Mẫu	Vĩa 6	1	4,15	18,40	III	Trung bình
		Vĩa 6A	1	3,13	19,82	III	Trung bình
6	Hà Lâm	Vĩa 5	1	6,00	19,10	III	Trung bình
		Vĩa 11	7	8,37 ÷ 18,98	40,30 ÷ 69,21	III	Trung bình
7	Hòn Gai	Vĩa 10	5	8,87 ÷ 14,18	44,10 ÷ 63,34	III	Trung bình
		Vĩa 7	9	3,49 ÷ 11,49	30,40 ÷ 51,87	III	Trung bình
		Vĩa 6 BM	2	16,04 ÷ 19,23	41,17 ÷ 68,1	III	Trung bình
7	Hòn Gai	Vĩa 5 BM	2	9,47 ÷ 10,80	38,59 ÷ 50,54	III	Trung bình
		Vĩa 13 GK	1	8,65	43,25	III	Trung bình
		Vĩa 5 TC	1	13,74	53,79	II	Trung bình



TT	Tên đơn vị	Tên vỉa than	Kết quả phân loại mức độ tự cháy của các vỉa than				
			Số mẫu thí nghiệm	Chỉ số tự cháy $S_z$ (°C/phút)	Năng lượng hoạt hóa E (kJ/mol)	Phân loại	Phân loại mức độ tự cháy
8	Hạ Long	Vỉa 10	1	10,19	36,72	III	Trung bình
		Vỉa 11	2	3,53	23,1	III	Trung bình
		Vỉa 13	4	8,33	40,54	III	Trung bình
		Vỉa 14	7	6,13	18,75	III	Trung bình
		Vỉa 15	1	7,24	21,81	III	Trung bình
9	Núi Béo	Vỉa 10	2	9,30 ÷ 10,31	5,16 ÷ 60,60	II	Thấp
		Vỉa 11	3	10,31 ÷ 12,60	50,16 ÷ 56,21	II	Thấp
		Vỉa 7	1	9,01	44,26	III	Trung bình
10	Thống Nhất	Vỉa 6D	4	7,22 ÷ 12,91	27,15 ÷ 41,58	III	Trung bình
		Vỉa 6B	3	14,07 ÷ 14,29	49,22 ÷ 49,79	II	Thấp
11	Quang Hạnh	Vỉa 14	5	3,57 ÷ 5,74	9,60 ÷ 41,11	III	Trung bình
		Vỉa 7	1	7,65	39,65	III	Trung bình
12	Đương Huy	V8	1	8,62	46,32	II	Thấp
		Vỉa 9	1	6,36	48,49	II	Thấp
		Vỉa 11	2	8,11 ÷ 8,14	38,64 ÷ 43,41	III	Trung bình
		Vỉa 14	1	6,20	49,17	II	Thấp
13	Mông Dương	Vỉa 10	2	5,11 ÷ 13,11	36,06 ÷ 38,52	III	Trung bình
		Vỉa 7	2	5,95 ÷ 15,73	27,20 ÷ 33,57	III	Trung bình
		Vỉa 6	1	6,50	38,57	III	Trung bình
14	Khe Chàm	Vỉa 14	6	2,57 ÷ 8,49	20,97 ÷ 48,72	III	Trung bình

**Bảng 4. Các sự cố xuất khí CO tại các đơn vị trong TKV**

TT	Thời gian	Đơn vị	Vị trí, mô tả
1	13/01/2017	Mạo Khê	Vỉa 10 Tây Bắc II: Lò DVPT mức -14, -38, -48, -58. Xuất hiện khí CO hàm lượng cao
2	03/6/2017	Hà Lâm	Vỉa 10-Khu III: Tại IIK 210 lò vận tải mức -130/-110. Xuất hiện khí CO
	14/9/2017		Vỉa 7-Khu I: Tại lò nối thông gió mức -165. Xuất hiện khí CO hàm lượng cao
	14/3/2018		Vỉa 10-Khu III: Tại IIK 2 10 lò vận tải mức -130/-110. Xuất hiện khí CO trở lại khi tháo dỡ tường chắn để khai thác
	06/10/2018		Vỉa 7: Tại lò nghiêng vận tải lò chợ 7.3.1. Xuất hiện khí CO hàm lượng cao trong lỗ khoan và khu vực xén lò, than tụt nóng khoảng 70°C.
3	23/09/2017	Khánh Hòa	Vỉa 16: Tại lò dọc vỉa mức -183. Xuất hiện khí CO hàm lượng cao
	05/10/2017		Vỉa 16: Tại lò dọc vỉa mức -91. Xuất hiện khí CO hàm lượng cao
4	15/3/2019	Uông Bí	Vỉa 9B Khu Tràn Khê II: Tại Lò chợ II-9-2 mức +95/+140. Xuất hiện khí trở lại khi tháo dỡ tường chắn để khai thác
5	30/12/2019	Thống Nhất	Phân vỉa 6C: Tại lò thượng TG-VT mức -80/-60 lò chợ I-6C-1 xuất hiện hàm lượng khí CO tăng cao

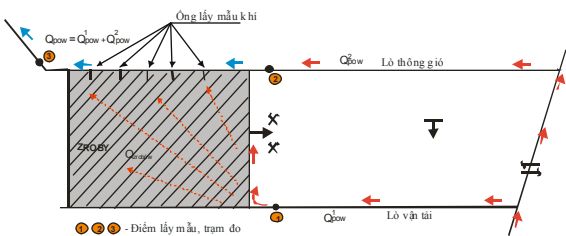


2.2.2. Các giải pháp phòng chống cháy nội sinh đã áp dụng tại các mỏ than hầm lò Việt Nam

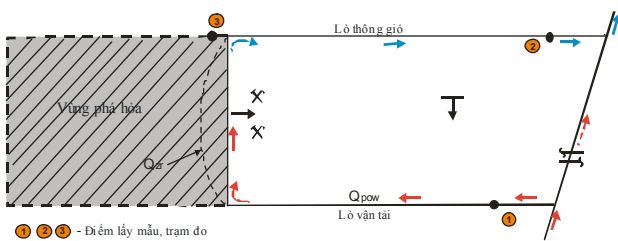
a. Giải pháp dự báo, phát hiện sớm hiện tượng than tự cháy

Khai thác tập trung càng gia tăng, nhất là trong các vỉa có khí mê tan hoặc trong điều kiện nhiệt độ vỉa than khi khai thác cao thì bắt buộc phải tăng cường thông gió. Điều này gây khó khăn trong việc phát hiện cháy nội sinh, đặc biệt là trong giai đoạn đầu của quá trình tự cháy. Chính vì vậy, giải pháp dự báo, phát hiện sớm hiện tượng than tự cháy đã và đang được sử dụng để áp dụng tại một số mỏ hầm lò đã xảy ra tự cháy như: Mạo Khê, Uông Bí, Hà Lâm, Thống Nhất...

Để dự báo và phát hiện sớm hiện tượng than tự cháy, các mẫu khí sẽ lấy tại hiện trường mỏ trong quá suốt quá trình theo dõi. Một số vị trí lấy mẫu khí tương ứng với từng sơ đồ thông gió khác nhau được thể hiện như trên hình H.1, hình H.2.



H.1. Vị trí lấy mẫu khí trong khu vực lò chợ thông gió hình chữ "Y" có gió sạch bổ sung vào luồng gió bản ra từ lò chợ



H.2. Vị trí lấy mẫu khí trong khu vực lò chợ thông gió hình chữ "U" dọc than nguyên khối

Các mẫu khí khi lấy về sẽ được phân tích bằng hệ thống máy sắc ký khí để phân tích hàm lượng các khí H<sub>2</sub>; O<sub>2</sub>; N<sub>2</sub>; CO<sub>2</sub>; CH<sub>4</sub>; CO; C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>; C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>; C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>; C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. Các chỉ số cháy và tiêu chí có thể sử dụng phục vụ đánh giá hiểm họa cháy bao gồm:

(1) Chỉ số WP<sub>1</sub> = CO / CO<sub>2</sub>; (2) Chỉ số WP<sub>2</sub> = C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> / CO<sub>2</sub>; (3) Chỉ số WP<sub>3</sub> = C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> / CO<sub>2</sub>

(4) Chỉ số WP<sub>4</sub> = C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> / CO<sub>2</sub>; (5) Chỉ số

WP<sub>5</sub> = (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>) / (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)

(6) Chỉ số WP<sub>6</sub> = m(H<sub>2</sub> · C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) · (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>) / sqrt((mH<sub>2</sub> · C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)<sup>2</sup> + (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> · C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)<sup>2</sup>)

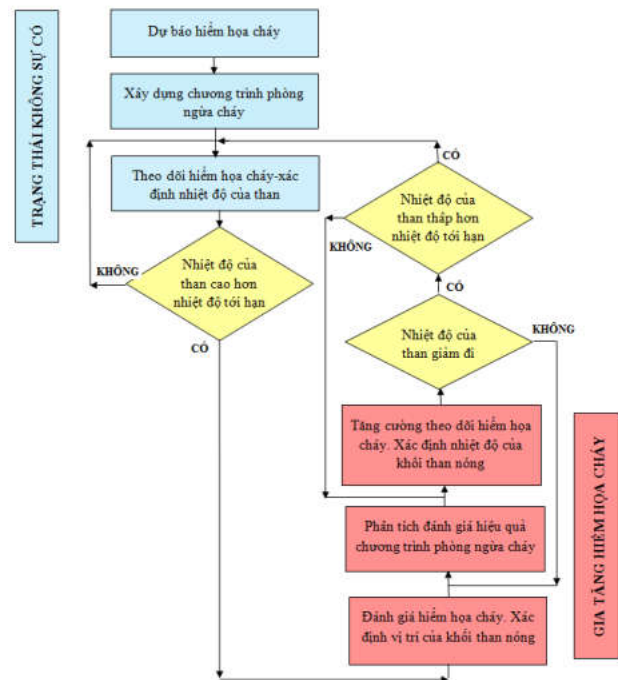
(7) Chỉ số Graham G = ACO / AO<sub>2</sub> = ACO / (0,265N<sub>2</sub> - O<sub>2</sub>)

Trên cơ sở mô hình đường đặc tính chuẩn về thành phần, hàm lượng và các chỉ số cháy đã được xây dựng trước đó, các kết quả phân tích mẫu khí được lấy từ hiện trường trong quá trình theo dõi, tiến hành so sánh với mô hình mẫu khí thoát ra từ than, từ đó đánh giá các diễn biến và dự báo, phát hiện sớm nguy cơ về than tự cháy để đưa ra các biện pháp phòng ngừa phù hợp.

b. Giải pháp phòng ngừa hiện tượng than tự cháy

Trên cơ sở các kết quả dự báo phát hiện sớm hiện tượng than tự cháy, các giải pháp phòng ngừa được đưa ra nhằm ứng xử với tình trạng diễn biến của hiện tượng tự cháy như sau:

\* Sơ đồ tổ chức công tác phòng ngừa cháy nội sinh trong các mỏ than:



H.3. Sơ đồ tổ chức công tác phòng ngừa cháy nội sinh trong các mỏ than

\* Giải pháp xây dựng các tường chắn: Giải pháp xây dựng các tường chắn nhằm hạn chế gió rò vào khu vực phá hòa của các lò chợ đang khai thác hoặc để cách ly các khu vực đã kết thúc khai thác. Các tường chắn cách ly xây dựng bao gồm tường chắn bịt các hống sáo, tường chắn tạm ở đầu và chân lò chợ để hạn chế rò gió vào khu vực đã khai thác ở phía sau lò chợ, tường chắn tại các lò dọc vỉa để cách ly khu vực đã kết thúc khai thác. Trên các tường chắn được bố trí ống đo khí, ống tháo nước có bố trí van khóa và ống phun ni tơ (nếu đặt tại vị trí phun khí ni tơ).

\*Giải pháp thông gió: Điều chỉnh lưu lượng gió nhằm làm giảm rò gió qua các khu vực đã khai thác thông qua việc làm giảm chênh lệch áp suất giữa hai đầu lò chợ và chênh lệch áp suất với không khí ngoài trời; Đối với các lò chợ dài cần điều chỉnh sự chênh lệch áp suất bằng quạt cục bộ với các khu vực không sử dụng tường chắn, áp dụng giải pháp đặt cửa gió kết hợp quạt gió cục bộ trên lò dọc vỉa thông gió tạo buồng cân bằng áp suất. Sơ đồ thông gió lò chợ kết hợp điều chỉnh lưu lượng gió qua lò chợ bằng cửa gió tại lò thượng phía trước hoặc lò dọc vỉa vận tải, loại bỏ thông gió qua khu phá hòa lò chợ; Đối với các lò chợ ngắn để ngăn ngừa hiện tượng tự cháy cho các đường lò ngắn, thông gió cục bộ một số giải pháp như sử dụng các vách ngăn tại ngã ba với đường lò nối kết hợp quạt cục bộ đưa gió vào gương, sử dụng các cửa gió di động trên đường lò chuẩn bị, thông gió, kiểm soát tại vị trí áp lực cao, lò nối.

\* Giải pháp phun khí Ni tơ vào lò chợ đang khai thác: Khu vực đã khai thác phía sau lò chợ được đánh giá là vùng có nguy cơ xảy ra hiện tượng tự cháy của than rất cao, do hội tụ được các yếu tố dẫn đến tự cháy như, lượng than còn sót lại trong quá trình khai thác bị vỡ vụn, rò gió từ các khe nứt trên bề mặt và đường lò vận tải qua khu vực phá hòa tới đường lò thông gió. Khu vực đã khai thác phía sau lò chợ được chia thành ba vùng, xét theo yếu tố tự cháy:

- Vùng 1: Nằm ngay sau lò chợ, khoảng không đã khai thác có độ rỗng lớn, hàm lượng oxy thường lớn hơn 18%, lưu lượng gió khuếch tán và rò từ lò chợ vào lớn, vận tốc gió trong khu vực này khoảng 10 đến 35cm/s. Trong trường hợp than ủ nhiệt, lượng nhiệt sẽ bị giải phóng nhanh nên khó phát triển thành đám cháy. Vùng này tùy thuộc vào chiều

dài lò chợ, tính chất đá vách, áp lực thông gió, có chiều rộng khoảng 10 đến 30m. Vùng này có nguy cơ tự cháy thấp.

- Vùng 2: Nằm ngay sau vùng 1, rộng khoảng 2 ÷ 3 lần vùng 1, khoảng không đã khai thác có độ rỗng nhỏ do đất đá phá hòa đã bị nén mạnh, hàm lượng oxy thường từ 5 ÷ 18%, lưu lượng gió khuếch tán và rò từ lò chợ vào nhỏ, vận tốc gió trong khu vực này khoảng 0,2 đến 10cm/s. Trong trường hợp than ủ nhiệt, lượng nhiệt khó giải phóng, quá trình oxy hóa của than thuận lợi, nên dễ phát triển thành đám cháy. Vùng này có nguy cơ tự cháy cao.

- Vùng 3: Nằm ngay sau vùng 2, đất đá trong khoảng không đã khai thác bị nén chặt, hàm lượng oxy thường nhỏ hơn 5%, gần như không có gió lưu thông, vận tốc gió trong khu vực này nhỏ hơn 0,5cm/s. Khó có thể xảy ra quá trình oxy hóa than tại khu vực này do hàm lượng oxy quá thấp.

Hiện tượng tự cháy được phòng ngừa hiệu quả nếu vùng 2 được tro hóa, để hàm lượng oxy trong vùng 2 nhỏ hơn mức có thể xảy ra hiện tượng oxy hóa của than (hàm lượng oxy dưới 10%).

*c. Một số kết quả đã áp dụng các giải pháp phòng ngừa cháy nội sinh thực tế tại các đơn vị*

Tất cả các giải pháp phòng ngừa cháy nội sinh đã được đề cập ở trên hiện đã và đang áp dụng tại các mỏ hầm lò có nguy cơ xảy ra tự cháy được Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam yêu cầu các đơn vị áp dụng triệt để, để ngăn ngừa hiểm họa cháy nội sinh. Một số các kết quả đạt được sau khi áp dụng các giải pháp tại đơn vị như tại Bảng 5.

**2.3. Đề xuất định hướng các giải pháp ngăn ngừa sự cố cháy nội sinh trong tương lai**

Từ những kết quả đạt được trong giai đoạn từ 2017 đến 2020 như: Xác định, phân loại được mức độ tự cháy của các vỉa than và bước đầu xây dựng bộ cơ sở dữ liệu về than tự cháy của các mỏ than hầm lò có lịch sử đã xảy ra tự cháy và có nguy hiểm về khí mê tan; Nghiên cứu và triển khai áp dụng các giải pháp ngăn ngừa sự cố cháy nội sinh tại các mỏ than hầm lò. Theo Quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030, trong giai đoạn 2015-2020 sẽ phát triển 39 mỏ mới; Đầu tư cải tạo và cải tạo mở rộng nâng công suất 61 dự án mỏ hiện có. Nguy cơ xảy ra hiện tượng cháy nội sinh càng nhiều, đặc biệt khi các mỏ khai thác xuống sâu. Tuy nhiên, các giải pháp phòng ngừa, các phương pháp nghiên cứu cho đến nay

**Bảng 5 - Kết quả áp dụng các giải pháp ngăn ngừa và xử lý sự cố cháy nội sinh áp dụng tại các mỏ than hầm lò Việt Nam**

TT	Đơn vị	Vị trí, mô tả sự cố	Giải pháp xử lý sự cố được lựa chọn	Kết quả đạt được khi áp dụng giải pháp
1	Mạo Khê	Vĩa 10 Tây Bắc II: Lò DVPT mức -14, -38, -48, -58. Xuất hiện khí CO hàm lượng cao	- Xây tường chắn cách ly bằng gạch tại các lò DVPT mức -14, -38, -48, -58, sau đó gia cố bằng tường xỉ tro bay khi phát hiện tường gạch có hiện tượng nứt vỡ. - Bơm khí Nitơ vào khu phá hỏa phía sau các DVPT.	- Hàm lượng Oxy trong tường giảm xuống dưới 10%.
2	Hà Lâm	Vĩa 10-Khu III: Tại IIK 2 10 lò vận tải mức -130/-110. Xuất hiện khí CO	- Xây tường chắn cách ly bằng gạch tại các lò DVVT, DVTG sau đó gia cố bằng tường xỉ tro bay khi phát hiện tường gạch có hiện tượng nứt vỡ. - Bơm khí Nitơ vào khu phá hỏa phía sau lò chợ - Điều chỉnh lại mạng gió để tránh hiện tượng rò gió vào khu vực cách ly.	Hàm lượng Oxy trong tường chắn giảm xuống dưới 10%.
		Vĩa 7-Khu I: Tại lò nổi thông gió mức -165. Xuất hiện khí CO hàm lượng cao		Duy trì hoạt động lò chợ CGH 7.3.1 đảm bảo an toàn trong điều kiện xuất hiện khí CO sau luồng phá hỏa lò chợ.
		Vĩa 10-Khu III: Tại IIK 2 10 lò vận tải mức -130/-110. Xuất hiện khí CO trở lại khi tháo dỡ tường chắn để khai thác		
		Vĩa 7: Tại lò nghiêng vận tải lò chợ 7.3.1. Xuất hiện khí CO hàm lượng cao trong lỗ khoan và khu vực xén lò, than tụt nóc nóng khoảng 70°C.		
3	Khánh Hòa	Vĩa 16: Tại lò dọc vỉa mức -183. Xuất hiện khí CO hàm lượng cao	Điều chỉnh lại lưu lượng gió và khoan các lỗ khoan có chiều sâu 2,5m vào hông lò để bơm nước làm mát.	Kiểm soát hiện tượng xuất khí CO trong quá trình đào lò DV -183, đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.
		Vĩa 16: Tại lò dọc vỉa mức -91. Xuất hiện khí CO hàm lượng cao	- Xây tường chắn cách ly bằng gạch tại các lò DVPT - Bơm khí Nitơ vào khu phá hỏa phía sau lò chợ	Hàm lượng Oxy trong tường chắn giảm xuống dưới 10%.
4	Uông Bí	V9B Khu Trànng Khê II: Tại Lò chợ II-9-2 mức +95/+140. Xuất hiện khí trở lại khi tháo dỡ tường chắn để khai thác	- Xây tường chắn cách ly bằng gạch tại các lò DVVT, DVTG sau đó gia cố bằng tường xỉ tro bay khi phát hiện tường gạch có hiện tượng nứt vỡ. - Bơm khí Nitơ vào khu phá hỏa phía sau lò chợ	Hàm lượng Oxy trong tường chắn giảm xuống dưới 10%.

đều xuất phát từ kinh nghiệm của nước ngoài. Xem xét tới hiệu quả của công tác nghiên cứu, đề xuất giải pháp phòng chống than tự cháy cho than an tra xit vẫn là yếu tố chính cần xem xét, xác định trong thời gian tới.

Để đảm bảo an toàn sản xuất ngăn ngừa sự cố cháy nội sinh, trong thời gian tới, tác giả đề xuất các định hướng nghiên cứu như sau:

1) Nghiên cứu hoàn thiện các mảng công tác đang triển khai bao gồm:

+ Thứ nhất: Nghiên cứu cơ chế ôxy hóa của than antraxit, phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình ô xy hóa của than. Đánh giá phân loại tính tự cháy của than trên cơ sở phản ứng ô xy hóa than, tốc độ ô xy hóa của than.

+ Thứ hai: Nghiên cứu hoàn thiện các biện pháp phòng–chống than tự cháy hiện đang áp dụng như:

- Xây dựng triệt để các tường chắn cách ly khu vực kết thúc khai thác bằng xỉ tro bay với các cúp, các đường lò DVVT, DVTG khi kết thúc khai thác.

- Phun trám làm kín các đường lò đào trong

than, khoan lên nóc và hông lò để kiểm soát nhiệt độ vỉa than.

- Ngăn ngừa oxy thẩm thấu vào vỉa than, khu khai thác bằng cách: Thường xuyên kiểm tra, san lấp bề mặt địa hình bị sụt lún do khai thác than phía dưới gây ra; Làm các tường chắn tạm bằng bao cát với khoảng cách 10m/tường trên đường lò song song hoặc lò dọc vỉa vận tải theo hướng khâu của lò chợ để ngăn ngừa oxy thẩm thấu vào vùng đã khai thác.

- Kiểm soát khí CO và sự ù nhiệt của vỉa than: Tắt cả các đường lò đào trong than phải khoan lên nóc lò, hông lò khoảng cách 10m/lỗ với chiều sâu 2,5÷3m, lắp đặt các dây cảm biến nhiệt độ để kiểm soát nhiệt độ vỉa than; Lắp đặt các đường ống lấy mẫu khí sau luồng phá hỏa lò chợ tại DVVT và DVTG để đo kiểm soát khí CO sau luồng phá hỏa lò chợ.

- Bơm xả khí ni tơ vào vùng đã khai thác: Lắp đặt so le 02 đoạn ống sắt D=42mm dọc đường lò song song hoặc dọc vỉa vận tải theo hướng khâu của tất cả các lò chợ để bơm xả khí nitơ. Khi phát

hiện có khí CO trong vùng phá hỏa lò chỢ thì tiến hành bơm xả khí ni tơ tích cực, việc dừng bơm xả chỉ diễn ra khi không phát hiện hàm lượng khí CO trong mẫu khí.

- Đề xuất các giải pháp dập cháy khác đã được áp dụng ở nước ngoài để chuyển giao áp dụng tại Việt Nam.

- + Thứ ba: Nghiên cứu hoàn thiện công tác lấy mẫu phân tích đánh giá dự báo sớm hiện tượng ủ nhiệt và cháy nội sinh.

2) Triển khai việc nghiên cứu mang tính chủ động trong công tác phòng chống cháy nội sinh bao gồm:

- + Thứ nhất: Nghiên cứu sâu hơn về các ảnh hưởng của yếu tố nội-ngoại sinh đến hiện tượng tự cháy của than như: Tính chất than; điều kiện địa chất vỉa than (chiều dày vỉa, góc dốc vỉa, chiều sâu khai thác...), công tác thông gió (tốc độ, lưu lượng gió...), công nghệ mở vỉa, khai thác...

- + Thứ hai: Trên cơ sở nghiên cứu nêu trên đề xuất các sơ đồ công nghệ mở vỉa, khai thác và phương pháp thông gió phù hợp với các khu vực vỉa than có khả năng tự cháy khác nhau. Ví dụ theo nhóm tác giả bài báo có sự tham khảo các kết quả nghiên cứu của một số chuyên gia nước ngoài cho rằng đối với các khu khai thác, các gương lò chỢ ở khu vực vỉa than có tính tự cháy khuyến cáo nên áp dụng sơ đồ thông gió nghịch. Cũng có thể áp dụng sơ đồ thông gió thuận với các khu vực khấu than nhưng phải đảm bảo cách ly tốt khoảng không gian đã khai thác bằng tường chắn cách ly đặc biệt.

### 3. KẾT LUẬN

- Trước đây hiện tượng cháy nội sinh chỉ mới xuất hiện ở một số mỏ miền Trung như tại mỏ than Khe Bó và một số mỏ khu vực Thái nguyên. Gần

đây đã xảy ra khá nhiều các vụ cháy nội sinh tại vùng Quảng Ninh. Giai đoạn đầu là vùng Đông Triều (Mỏ Hồng Thái), sau tiếp tục là khu vực Khe Chuối (thuộc Tổng Cty Đông Bắc) và Mỏ Mạo Khê.

- Giai đoạn đầu các sự cố cháy nội sinh tại khu vực Hồng Thái được với một phần tư vấn của các chuyên gia JICA Nhật Bản đã được TKV xử lý bằng một số giải pháp như xây tường chắn cách ly, bơm khí ni-tơ, đánh ngập nước và các vụ cháy đã được khống chế. Giai đoạn này đội ngũ kỹ thuật cũng làm chủ được công nghệ dập cháy nội sinh.

- Giai đoạn tiếp theo sau năm 2016 khi có phòng thí nghiệm Nghiên cứu tính tự cháy của than xây dựng tại Trung Tâm An toàn mỏ, Viện KHCN Mỏ-Vinacomin, công tác nghiên cứu đưa ra các giải pháp phòng chống cháy nội sinh được triển khai bài bản và có chiều sâu hơn và đã đưa lại một số kết quả như đã nêu. Công tác nghiên cứu phòng ngừa cháy nội sinh có thể chia ra 3 mảng công việc sau:

- +Thứ nhất là mảng công tác lấy mẫu xác định tính tự cháy và một số các thông số liên quan cho một số khu vực vỉa than của các mỏ than hầm lò để đánh giá sơ bộ nguy cơ cháy nội sinh tại các mỏ than hầm lò. Trong thời gian gần đây hàng năm đã triển khai công tác này và kết quả đưa trong Bảng 3.

- +Thứ hai là mảng công tác dập cháy, xử lý sự cố cháy nội sinh khi đã xảy ra. Trong mảng công tác này đã triển khai xử lý sự cố, dập cháy và thiết lập các giải pháp phòng ngừa cháy tái diễn tại một số khu vực mỏ như nêu chi tiết trong bảng 5.

- +Thứ ba là mảng nghiên cứu dự báo sớm cháy nội sinh. Trong mảng này đã bước đầu triển khai công tác lấy mẫu phân tích nhằm phát hiện sớm sự ủ nhiệt hoặc cháy nội sinh cho một số mỏ tại một số mỏ hầm lò có than tự cháy như: Mạo Khê, Uông Bí, Hà Lâm, Thống Nhất....□

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chỉ thị 69/CT-TTĐHSX ngày 21/05/2019 về việc “Thực hiện các giải pháp phòng ngừa than tự cháy”.
2. Dự án đầu tư: “Phòng thí nghiệm nghiên cứu khả năng tự cháy của than để lập biện pháp phòng ngừa cháy nội sinh”. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin, năm 2014.
3. Quyết định số 43/TTg ngày 14/03/2016 về việc “ Phê duyệt điều chỉnh phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, có xét triển vọng phát triển đến năm 2030”.
4. Quyết định số 2958/QĐ-TKV ngày 15/12/2016 về việc ban hành “Quy định hướng dẫn xây và mở tường chắn cách ly trong mỏ hầm lò thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam”.
5. Quyết định số:1583/QĐ-TKV, ngày 25/08/2017 về việc “Quy định lấy mẫu xác định mức độ tự cháy của than trong quá trình đào lò, khai thác thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam năm 2017”, Hà Nội.



## RESEACH ACHIEVEMENTS ON COAL SPONTANEOUS COMBUSTION AND IMPLEMENTED PREVENTION MEASURES IN THE VIETNAM

### ABSTRACT

The paper introduces generallyly different reseaching methods for estimation the possibility of spontaneous combussion of coal seam, the methods for preventing spontaneous combustion during production process in underground coal mines in Vietnam and in the wold. In the second part the paper introduces some analyses to choose the method and equipment for the work of investigating at site and estimation the possibility of spontaneous combustion of coal seam in Vietnam underground coal mines, the work of preventing spontaneous combustion accident and some achivment of this work in Vietnam. In the last part the authors introduce some proposals of orientation in the reseaching work to prevent spontaneous combustion in undergroud coal mines in the future.

**Keywords:** *activation energy, spontaneous combustion, spontaneous combustion level of coal*

**Ngày nhận bài:** 22/9/2020

**Ngày gửi phản biện:** 10/10/2020

**Ngày nhận phản biện:** 14/11/2020

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 20/02/2021

**Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo:** *Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam*

**Từ khóa:** *năng lượng hoạt hóa; chỉ số tự cháy; mức độ tự cháy của than, cháy nội sinh, phòng chống cháy nội sinh; dự báo sớm cháy nội sinh.*