

XÁC ĐỊNH NHIỆT ĐỘ BẮT CHÁY TỐI THIỂU CỦA BỤI THAN VĨA 2 MỎ CỔ KÊNH CÔNG TY CỔ PHẦN KHOÁNG SẢN KIM BÔI

Hoàng Văn Nghị^{1,*}, Lê Trung Tuyên²
¹Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
²Trung tâm An toàn mỏ - Viện Khoa học Công nghệ Mỏ
*Email: nghihtcdm@gmail.com

TÓM TẮT

Cháy, nổ bụi than là một vấn đề vô cùng nghiêm trọng và luôn luôn tồn tại nguy cơ xảy ra trong các mỏ khai thác than hầm lò. Việc xác định các thông số cơ bản về tính chất cháy, nổ của bụi than cho phép chúng ta đánh giá rủi ro khi sản xuất và lựa chọn các biện pháp cần thiết để phòng chống hiểm họa này. Một trong những thông số liên quan trực tiếp đến nguy cơ cháy nổ bụi than là nhiệt độ bắt cháy thấp nhất của bụi than. Trên cơ sở các kết quả thí nghiệm với mẫu bụi than lấy tại vỉa 2 mỏ Cổ Kênh Công ty Cổ phần khoáng sản Kim Bôi, tác giả đã xác định được nhiệt độ bắt cháy thấp nhất của bụi than của vỉa 2.

Từ khóa: Nhiệt độ bắt cháy, Cổ Kênh, Độ tro, Chất bốc, An toàn, Khai thác mỏ, Ôxy (O₂)

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong khai thác than hầm lò bụi than được hình thành trong hầu hết các công đoạn sản xuất: khâu than lò chợ, đào lò, vận tải...Cháy, nổ bụi than trong hầm lò gây ra hậu quả rất nghiêm trọng, phá hủy công trình mỏ, tổn thất nhân mạng, đình trệ sản xuất.

Có ba điều kiện cần thiết phải diễn ra đồng thời gây ra một vụ cháy bụi than đó là: Bụi than, nguồn nhiệt (lửa), và Ôxy. Những điều kiện trên hình thành ba đỉnh của tam giác cháy. Bằng cách loại bỏ bất kỳ một trong các điều kiện này thì vụ cháy bụi than sẽ không thể xảy ra. Ví dụ, nếu có rất ít hoặc không có hàm lượng ôxy, một nguồn nhiệt (lửa) và nguồn nhiên liệu bụi than sẽ không thể xảy ra một vụ cháy bụi than. Tương tự như vậy, nếu không có nguồn nhiệt (lửa) và có sẵn nồng độ ôxy và nguồn nhiên liệu bụi than thì cũng không thể gây ra vụ cháy bụi than. [2]

Để ngăn ngừa và giảm thiểu các thiệt hại do cháy, nổ bụi than gây ra, một trong những thông số quan trọng cần xác định: nhiệt độ bắt cháy tối thiểu của bụi than. Theo đó, nhiệt độ bắt cháy tối thiểu của bụi than là nhiệt độ mà bụi than bắt đầu cháy hoặc bắt đầu phát ra khí đốt trong môi trường không khí, giá trị thường nằm trong khoảng từ 600°C đến 800°C tùy thuộc vào loại

than và các điều kiện cụ thể. Hiện nay, trong ngành mỏ Việt Nam chưa có quy định về việc xác định nhiệt độ bắt cháy của mẫu than. Các thí nghiệm và kết quả thí nghiệm được xác định dựa trên tiêu chuẩn ASTM E201-15[1].

Trong bài báo, các tác giả giới thiệu phương pháp thí nghiệm và tính toán nhiệt độ bắt lửa tối thiểu của bụi than tại vỉa 2 mỏ Cổ Kênh - Công ty cổ phần khoáng sản Kim Bôi.

2. KHÁI QUÁT ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT - CÔNG NGHỆ MỎ CỔ KÊNH

Mỏ Cổ Kênh Công ty cổ phần khoáng sản Kim Bôi có giá trị công nghiệp với tổng trữ lượng có thể huy động vào khai thác gần 5 triệu tấn tập trung ở 11 vỉa than (1a, 1, 2T, 2V, 3T, 3V, 4, 5a, 5T, 5V, 6). Để mở vỉa khai thông Công ty cho đào cặp giếng nghiêng từ mặt bằng sân công nghiệp mức +5,0, hệ thống các đường lò xuyên vỉa và lò thượng. Các sơ đồ công nghệ khai thác áp dụng tại mỏ Cổ Kênh: Hệ thống khai thác cột dài theo phương, chống giữ lò chợ bằng cột thủy lực đơn, khâu than bằng khoan nổ mìn; Hệ thống khai thác lò dọc vỉa phân tầng (DVPT), khâu than bằng khoan nổ mìn, chống giữ lò chợ bằng giá thủy lực; Hệ thống khai thác buồng thượng chéo (KB), khâu than bằng khoan nổ mìn. Công ty lựa chọn sơ đồ thông gió hút, gió sạch được hút từ cửa lò Giếng chính

mức +5/-180 và giếng phụ mức +5/-180 qua hệ thống hầm trạm, lò xuyên vỉa, dọc vỉa, lò thượng... Gió thổi từ các hộ tiêu thụ gió qua hệ thống hầm trạm, lò dọc vỉa, lò xuyên vỉa, giếng gió mức -100/+5 tới trạm quạt gió chính đặt tại

cửa lò giếng gió mức -100/+5 khu mỏ. Mỏ Cổ Kênh xếp hạng I theo khí mê tan năm 2023. Xếp hạng mức độ nguy hiểm về khí mê tan năm 2023 như trong Bảng 1 [2].

Bảng 1. Bảng xếp hạng mỏ theo khí mê tan năm 2023

TT	Vĩa/Khu/Lò chợ	Mức khai thác (m)	Độ thoát khí tương đối (m ³ /T _{ng.đ})	Độ chứa khí tự nhiên (m ³ /T _{KC})	Xếp hạng theo QCVN 01:2011/BCT
1	Vĩa 2	-180/-100	0,180	0,03749	I

3. THÔNG SỐ CHÁY NỔ CỦA BỤI THAN

Bụi than là các hạt rắn nhỏ có kích thước < 500 μm có thể tồn tại trong không khí một thời gian và từ từ lắng xuống dưới trọng lượng của chúng. Bụi than có thể cháy, phát sáng hoặc tạo thành hỗn hợp nổ với không khí trong điều kiện khí quyển. Các thông số cháy, nổ bụi cơ bản cần xác định để phòng ngừa cháy, nổ bụi than (triệt tiêu bụi, cách điện, v.v.):

- Pmax [bar] - Áp suất nổ lớn nhất đo được trong quá trình nổ hỗn hợp bụi-không khí trong thể tích kín (khí quyển nổ). Giá trị của thông số này phụ thuộc vào áp suất ban đầu.

- (dp/dt)max [bar/s] - Mức tăng tối đa của áp suất nổ trong môi trường nổ trên một đơn vị thời gian. Thông số này xác định «động lực học» của quá trình nổ bụi và trên cơ sở giá trị này có thể tính toán hằng số (Kst).

- Kst [bar*m/s] - Hằng số bụi là cơ sở để phân loại bụi nổ.

- DGW [g/m3] - Giới hạn nổ dưới. Thuật ngữ này được sử dụng để xác định nồng độ nhỏ nhất của bụi nổ với không khí mà tại đó một vụ nổ sẽ xảy ra. Dưới giá trị này hỗn hợp bụi với không khí không đủ hàm lượng để gây nổ.

- GGW [g/m3] - Giới hạn nổ trên là nồng độ lớn nhất của bụi nổ với không khí mà tại đó một vụ nổ sẽ xảy ra. Trên giá trị này hỗn hợp bụi với không khí vượt qua hàm lượng để gây nổ và hàm lượng oxy không đủ để xảy ra nổ.

- GST [%] - Nồng độ oxy giới hạn là nồng độ oxy tối đa trong hỗn hợp bụi với không khí mà không xảy ra nổ bụi.

- MEZ [mJ] - Năng lượng bắt lửa tối thiểu của hỗn hợp bụi-không khí là năng lượng phóng

tia lửa điện tối thiểu giữa hai điện cực, sẽ đốt cháy hỗn hợp bụi-không khí.

- MTZw [°C] - Nhiệt độ bắt lửa tối thiểu của lớp bụi là nhiệt độ tối thiểu của thiết bị làm nóng mà trên đó lớp bụi sẽ bốc cháy.

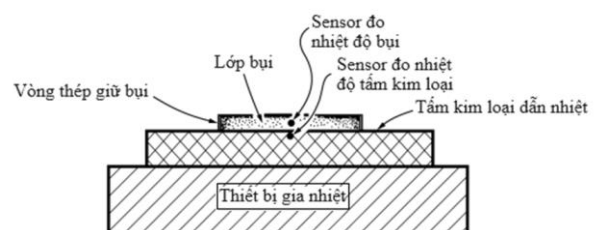
- MTZo [°C] - Nhiệt độ bắt lửa tối thiểu của đám mây bụi là nhiệt độ tối thiểu mà tại đó đám mây bụi bốc cháy với nhiệt độ và khí quyển đã biết.

4. THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH NHIỆT ĐỘ BẮT LỬA TỐI THIỂU CỦA BỤI THAN

4.1. Phương pháp thí nghiệm

Phương pháp thử nghiệm được mô tả như sau: Đặt tấm kim loại có khả năng dẫn nhiệt tốt (đồng) lên phía trên lò gia nhiệt (nhiệt độ điều chỉnh đến 1000 °C). Bố trí 02 sensor nhiệt độ để đo nhiệt độ mẫu bụi than và nhiệt độ tấm kim loại. Sensor đo nhiệt độ mẫu bụi than cách bề mặt kim loại 2,5-2,6mm, sensor còn lại để sát tấm kim loại. Đưa lượng than có cỡ hạt dưới 500μm lên trên tấm kim loại, chiều dày lớp bụi than là 1,5 cm, xem hình 1.

Gia nhiệt cho tấm kim loại và quan sát nhiệt độ của 02 sensor ở thiết bị đo nhiệt độ. Điểm nhiệt độ của mẫu bụi than cất nhiệt độ của tấm kim loại được coi là nhiệt độ bắt lửa tối thiểu của mẫu bụi than.



Hình 1. Nguyên lý thực hiện phương pháp

4.2. Kết quả thử nghiệm

Công tác thực hiện thí nghiệm được tiến hành như sau: Mẫu than lấy tại vỉa 2 mỏ Cổ Kênh được tiến hành gia công phân tích xác định thành phần chất bốc, độ tro, độ ẩm... và gia công để phục vụ thí nghiệm xác định điểm bắt cháy. Các bước tiến hành thử nghiệm:

1. Bật và làm nóng tấm đồng gia nhiệt đã chứa mẫu bụi than;
2. Bật thiết bị ghi nhiệt độ, điều chỉnh nhiệt độ gia nhiệt theo thời gian 20 phút/lần;
3. Quan sát bụi than trên tấm gia nhiệt và nhiệt độ hiển thị trên thiết bị ghi nhiệt độ;
4. Kết thúc thử nghiệm khi có hiện tượng mẫu bụi than xảy ra cháy đồng thời đường biểu diễn nhiệt độ mẫu bụi than và tấm đồng trên thiết bị ghi nhiệt độ cắt nhau. Điểm cắt nhau cho phép xác định nhiệt độ bắt lửa tối thiểu của bụi than.

Để xác định nhiệt độ bắt lửa tối thiểu của bụi than vỉa 2 mỏ Cổ Kênh Công ty cổ phần khoáng sản Kim Bôi, nhóm tác giả tiến hành thí nghiệm với 03 mẫu than. Các kết quả thí nghiệm như sau:

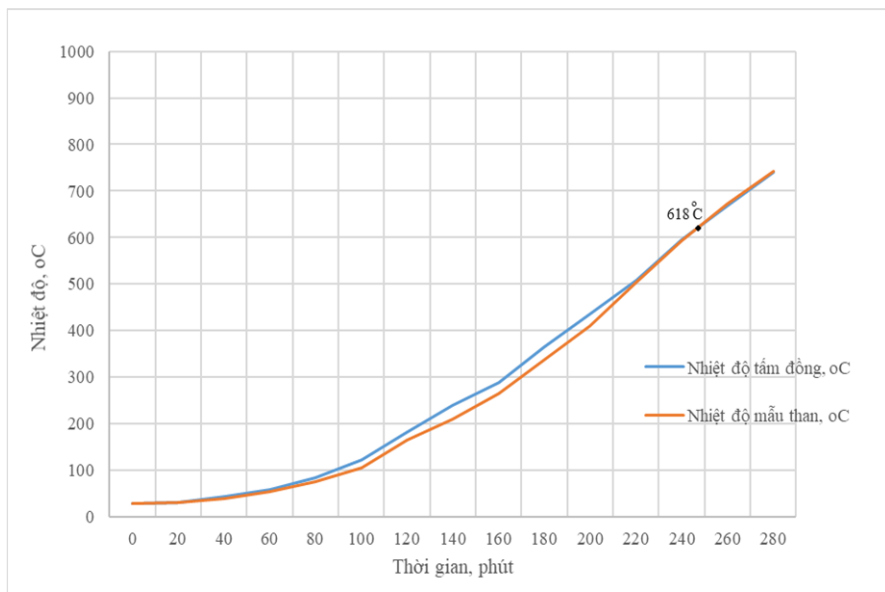
4.2.1 Thí nghiệm ngày 15.9.2023

Mẫu than thí nghiệm: Độ tro 32%, Chất bốc: 4,4%; Chiều dày lớp bụi than: 1,5cm; Cỡ hạt <500µm

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm xác định điểm bắt cháy của than

Thời gian, phút	Nhiệt độ tấm đồng, °C	Nhiệt độ mẫu than, °C	Ghi Chú
0	28,6	28,5	
20	31,4	31,0	
40	43,1	40,4	
60	58,6	53,9	
80	84,7	75,0	
100	121,6	105,1	
120	183,1	164,5	
140	239,7	208,9	
160	289,7	266,2	
180	365,5	337,2	
200	436,5	409,1	
220	507,1	503,0	
240	596,2	592,4	
260	668,9	673,0	
280	739,6	741,5	

Điểm bắt cháy của mẫu bụi than vỉa 2 thí nghiệm ngày 15.9.2023 xác định được 618°C, xem hình 2.



Hình 2. Biểu đồ hiển thị nhiệt độ bắt lửa tối thiểu của bụi than

4.2.2 Thí nghiệm ngày 29.9.2023

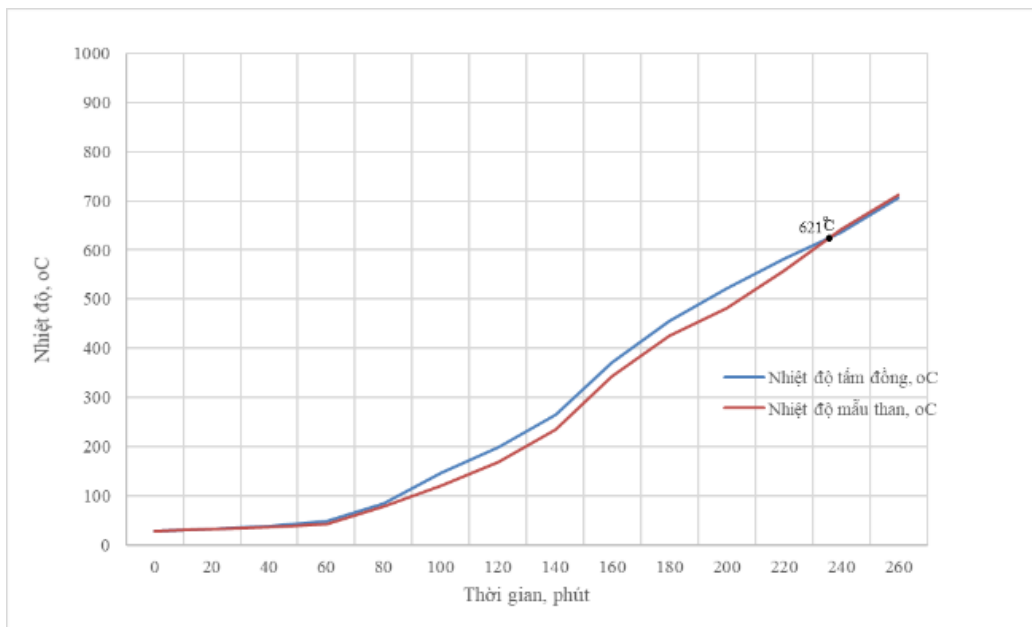
Mẫu than thí nghiệm: Độ tro 32%, Chất bốc: 4,5%; Chiều dày lớp bụi than: 1,5cm; Cỡ hạt <500µm.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm xác định điểm bắt cháy của mẫu than via 2 tiến hành ngày 29.9.2023

Thời gian, phút	Nhiệt độ tấm đồng, °C	Nhiệt độ mẫu than, °C	Ghi Chú
0	29,0	29,0	
20	33,1	32,7	
40	37,8	36,2	
60	48,7	43,5	
80	85,4	78,7	

100	147,0	121,3	
120	200,0	169,7	
140	264,3	235,7	
160	372,1	342,5	
180	455,1	425,7	
200	521,0	482,0	
220	582,1	557,0	
240	635,0	641,0	
260	707,0	711,7	

Điểm bắt cháy của mẫu bụi than via 2 thí nghiệm ngày 19.9.2023 xác định được 621°C, xem hình 3.



Hình 3. Biểu đồ hiển thị nhiệt độ bắt lửa tối thiểu của bụi than

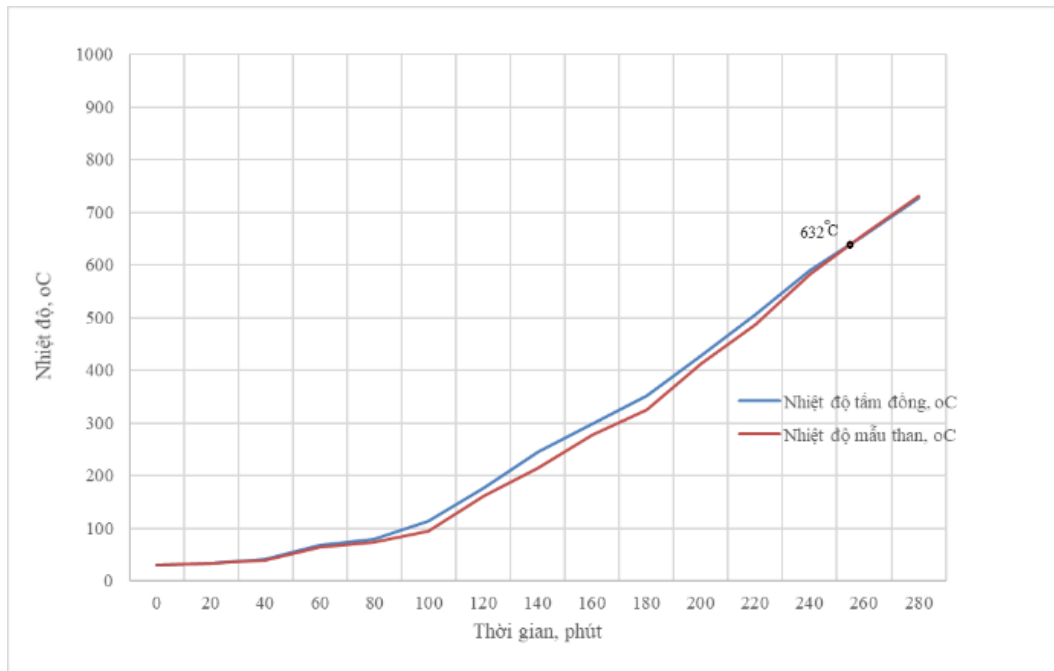
4.2.3 Thí nghiệm ngày 05.10.2023

Mẫu than thí nghiệm: Độ tro 31%, Chất bốc: 4,8%; Chiều dày lớp bụi than: 1,5cm; Cỡ hạt <500µm.

Điểm bắt cháy của mẫu bụi than via 2 thí nghiệm ngày 05.10.2023 xác định được 632°C, xem hình 4.

Thời gian, phút	Nhiệt độ tấm đồng, °C	Nhiệt độ mẫu than, °C	Ghi Chú
0	29,6	29,6	
20	33,4	33,1	
40	41,4	39,9	

60	68,7	63	
80	78,7	74,3	
100	114,1	94,1	
120	175,4	160,8	
140	244,8	214,7	
160	298	276,8	
180	351,3	325,6	
200	428,7	412,9	
220	505,7	486,9	
240	589,2	582,4	
260	655,9	657,4	
280	727,2	730,8	



Hình 4. Biểu đồ hiển thị nhiệt độ bắt lửa tối thiểu của bụi than

3. ĐÁNH GIÁ CÁC KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM, ĐỀ XUẤT CÁC BIỆN PHÁP ĐẢM BẢO AN TOÀN

- Đánh giá kết quả thử nghiệm:

+ Kết quả thử nghiệm cho thấy nhiệt độ bắt cháy thấp nhất của bụi than vỉa 2 mỏ Cổ Kênh Công ty cổ phần khoáng sản Kim Bôi ở mức thấp, điều này cho thấy khả năng bắt cháy của bụi than vỉa 2 khá cao.

+ Trong môi trường mỏ hầm lò các va chạm ma sát giữa các vật kim loại liên tục có thể sinh ra nhiệt trên bề mặt, nhiệt độ này có thể lên tới 750÷781^oC [2]. So sánh với nhiệt độ bắt cháy tối thiểu của bụi than vỉa 2, có thể thấy nguy cơ xảy ra cháy nổ bụi rất lớn.

+ Trong quá trình hoạt động, mặc dù các thiết bị đã được kiểm định và tuân thủ đầy đủ các quy định an toàn phòng chống cháy nổ tuy nhiên các thiết bị trong mỏ luôn tồn tại nguy cơ xảy ra sự cố dẫn đến truyền nhiệt ra ngoài vỏ của thiết bị. Nếu lượng nhiệt này vượt quá nhiệt độ bắt cháy tối thiểu của bụi than có thể dẫn đến cháy, nổ bụi.

- Đề xuất biện pháp phòng ngừa:

+ Áp dụng các giải pháp công nghệ để giảm sự hình thành bụi trong các công đoạn sản xuất: Áp dụng khoan ướt khi khoan lỗ mìn; Sử dụng búa nước trong nổ mìn phá than, đào lò; Làm

ướt than, đất đá trước khi xúc bốc; Sử dụng hệ thống phun sương dập bụi...

+ Kiểm tra bụi tích tụ tại các vị trí có nguy cơ: con lăn băng tải, động cơ, phần tử quay ...

+ Bỏ xung bụi trợ (đá vôi, đất sét ...) vào bụi than làm tăng độ tro của bụi than đảm bảo được hỗn hợp bụi than và bụi trợ ít nhất là 70% đối với mỏ không có khí nổ và 80% đối với mỏ có khí nổ.

5. KẾT LUẬN

Kết quả thí nghiệm đã xác định nhiệt độ bắt lửa tối thiểu của bụi than vỉa 2 mỏ Cổ Kênh Công ty cổ phần khoáng sản Kim Bôi nằm trong khoảng từ 618 đến 632 ^oC. Sự sai khác này có thể được xem xét do sự khác biệt về thành phần thạch học trong mẫu bụi than ở các lần thí nghiệm khác nhau. Khi cháy, mẫu than mẫu bụi than vỉa 2 mỏ Cổ Kênh Công ty cổ phần khoáng sản Kim Bôi không sinh ra khói hoặc rất ít khói.

Mặc dù được tiến hành trong điều kiện phòng thí nghiệm tuy nhiên kết quả này có thể xem xét để tham khảo trong thực tế sản xuất tại đơn vị có tính tới các yếu tố ảnh hưởng, góp phần giúp mỏ Cổ Kênh Công ty cổ phần khoáng sản Kim Bôi đưa ra được các biện pháp phòng chống hiểm họa liên quan đến cháy, nổ bụi than

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Standard Test Method for Hot-Surface Ignition Temperature of Dust Layers. ASTM E2021-15
- [2] Trần Xuân Hà và nnk. Kỹ thuật an toàn lao động trong mỏ hầm lò - Hà nội 2002
- [3] Về việc xếp loại mỏ theo khí mê tan năm 2023. Quyết định số 110/QĐ-BCT
- [4] High temperature generated by sliding metal friction and its effectiveness as an ignition source for hydrogen, Chunhui Song, Haipeng Jiang, Wei Gao.

Thông tin của tác giả:**Ths. Hoàng Văn Nghị**

Trưởng Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84).912.051.451 - Email: nghiktcdm@gmail.com

TS. Lê Trung Tuyền

Trung tâm An toàn mỏ - Viện Khoa học Công nghệ Mỏ

Điện thoại: +(84).983.235.225 - Email: trungtuyenatm@gmail.com

DETERMINATION OF MINIMUM IGNITION TEMPERATURE OF COAL DUST OF CO KENH MINE 2, KIM BOI MINERAL JOINT STOCK COMPANY**Information about authors:****Hoang Van Nghi**, M.Eng., Quang Ninh University of Industry, email: nghiktcdm@gmail.com**Le Trung Tuyen**, Ph.D., Mine Safety Center – Institute of Mining Science and Technology**ABSTRACT:**

Coal dust fires and explosions are extremely serious problems and always pose a risk in underground coal mines. Determining the basic parameters of coal dust combustion and explosion properties allows us to assess the risks during production and select necessary measures to prevent this hazard. One of the parameters directly related to the risk of coal dust fires and explosions is the lowest ignition temperature of coal dust. Based on the experimental results with coal dust samples taken at seam 2 of Co Kenh mine of Kim Boi Mineral Joint Stock Company, the author has determined the lowest ignition temperature of coal dust of seam 2.

Keywords: *Ignition temperature, Canal neck, Ash content, Volatile matter, Safety, Mining, Oxygen (O₂)*

Ngày nhận bài: 20/09/2024;

Ngày gửi phản biện: 20/09/2024;

Ngày nhận phản biện: 25/09/2024;

Ngày chấp nhận đăng: 04/10/2024.