



Analyze the causes and propose solutions to prevent an increased temperature of the longwall in Khe Cham III coal mine



Chi Van Dao ^{1,*}, Ha Xuan Tran ², Quang Van Nguyen ¹

¹ Mining Faculty, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

² Vietnam Mining Science and Technology Association, Vietnam

ARTICLE INFO

Article history:
Received 9th Apr. 2021
Revised 29th Oct. 2021
Accepted 1st Dec. 2021

Keywords:

Airflow,
Annealing temperature,
Khe Cham coal mine,
Longwall,
Temperature.

ABSTRACT

During the coal mining period in the fourth quarter of 2020, the air temperature increased in mining areas and the survey results on the current state of the longwall 14.5.20 at Khe Cham III coal mine, showed that the air temperature rises to 32°C and exceeded the permit regulation (30°C) of OCVN 01/2011/BCT. To analyze the relationship between oxygen adsorption capacity and temperature in coal samples, coal samples were taken at the head and bottom of the coalface. The result shows that the oxygen adsorption constant $U_{25} = 0.0032$ is the largest in the coal samples, while the Russian standard for self-ignition of coal is $U_{25} \geq 0.016$. Therefore, the coal samples of Khe Cham III coal mine are low self-ignition. Thus, it can be seen that the causes leading to the increase in temperature in the longwall 14.5.20 due to the compression of the road ventilation, the only measured airflow is 7.68 m³/s, while the required airflow is 16 m³/s. On the other hand, due to the influence of thermal radiation from the surrounding rock, the area has finished mining on the longwall and the road is narrow lead to the airflow is not small enough to carry this heat out. To ensure safety in the mining process when there are signs of increasing temperature from the mining areas. The article proposed solutions to complete the ventilation system; drilling and pumping water into the coal face; construct walls to isolate the exploited area to prevent oxidation of coal and temperature in the goaf spread to longwall.

Copyright © 2021 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

*Corresponding author

E - mail: daovanchi@humg.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.2021.62(5a).11



Phân tích nguyên nhân và đề xuất các giải pháp ngăn ngừa gia tăng nhiệt độ lò chợ mỏ than Khe Chàm III

Đào Văn Chi ^{1,*}, Trần Xuân Hà ², Nguyễn Văn Quang ¹

¹ Khoa Mỏ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Hội Khoa học và Công nghệ mỏ Việt Nam, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 9/4/2021

Chấp nhận 29/10/2021

Đăng online 1/12/2021

Từ khóa:

Lò chợ,

Lưu lượng gió,

Mỏ Khe Chàm,

Nhiệt độ,

Ủ nhiệt.

Trong giai đoạn khai thác ở quý IV/2020 có một số khu vực xuất hiện sự gia tăng nhiệt độ, thông qua quá trình khảo sát hiện trạng lò chợ 14.5.20 ở mỏ than Khe Chàm III cho thấy, nhiệt độ gia tăng đến 32°C vượt quá quy định cho phép (30°C) của QCVN 01/2011/BCT. Kết quả sau khi phân tích mối quan hệ giữa khả năng hấp phụ oxy và nhiệt độ trong mẫu than được lấy từ vị trí đầu và chân lò chợ cho thấy hằng số hấp phụ oxy $U_{25} = 0,0032$ là giá trị lớn nhất trong các mẫu than. So sánh với tiêu chuẩn của Nga, dấu hiệu của than tự cháy khi $U_{25} \geq 0,016$, cho nên than có khả năng tự cháy thấp. Vì vậy có thể nhận định được những nguyên nhân dẫn đến hiện tượng gia tăng nhiệt độ ở lò chợ 14.5.20 là do đường lò dọc vỉa thông gió bị nén bẹp, lưu lượng gió đo đặc chỉ đạt 7,68 m³/s, trong khi đó lưu lượng gió yêu cầu 16 m³/s. Mặt khác, do ảnh hưởng từ quá trình tỏa nhiệt của đất đá xung quanh khu vực đã kết thúc khai thác vào lò chợ và luồng gió đi qua không đủ mang lượng nhiệt này ra ngoài do đó đường lò bị thu hẹp tiết diện không đủ lưu lượng gió. Để đảm bảo an toàn trong quá trình khai thác khi có dấu hiệu nhiệt độ gia tăng từ các khu vực khai thác, bài báo đã đề xuất các giải pháp hoàn thiện hệ thống thông gió, khoan, bơm ép nước vào khối than và xây dựng các tường chắn cách ly khu vực đã khai thác để ngăn ngừa ôxy hóa than và nhiệt độ trong khoáng không khai thác lan ra khu vực lò chợ.

© 2021 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Mỏ than Khe Chàm từ năm 2017 được Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam giao cho Công ty than Hạ Long quản lý khu vực

mỏ Khe Chàm I. Từ đó đến nay, công ty than Khe Chàm - TKV quản lý và khai thác khu vực mỏ than Khe Chàm III. Trong quá trình khai thác hiện nay, ở mỏ than Khe Chàm III xuất hiện nhiệt độ tăng cao tại lò chợ 14.5.20 (Trung tâm KHCN Mỏ và Môi trường, 2020), nhiệt độ vượt quá tiêu chuẩn cho phép là 30°C (Bộ Công thương, 2011), gây ảnh hưởng đến điều kiện làm việc của công nhân. Đã có nhiều công trình nghiên cứu đưa ra những giải pháp giảm nhiệt độ không khí mỏ

*Tác giả liên hệ

E - mail: daovanchi@humg.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.2021.62(5a).11

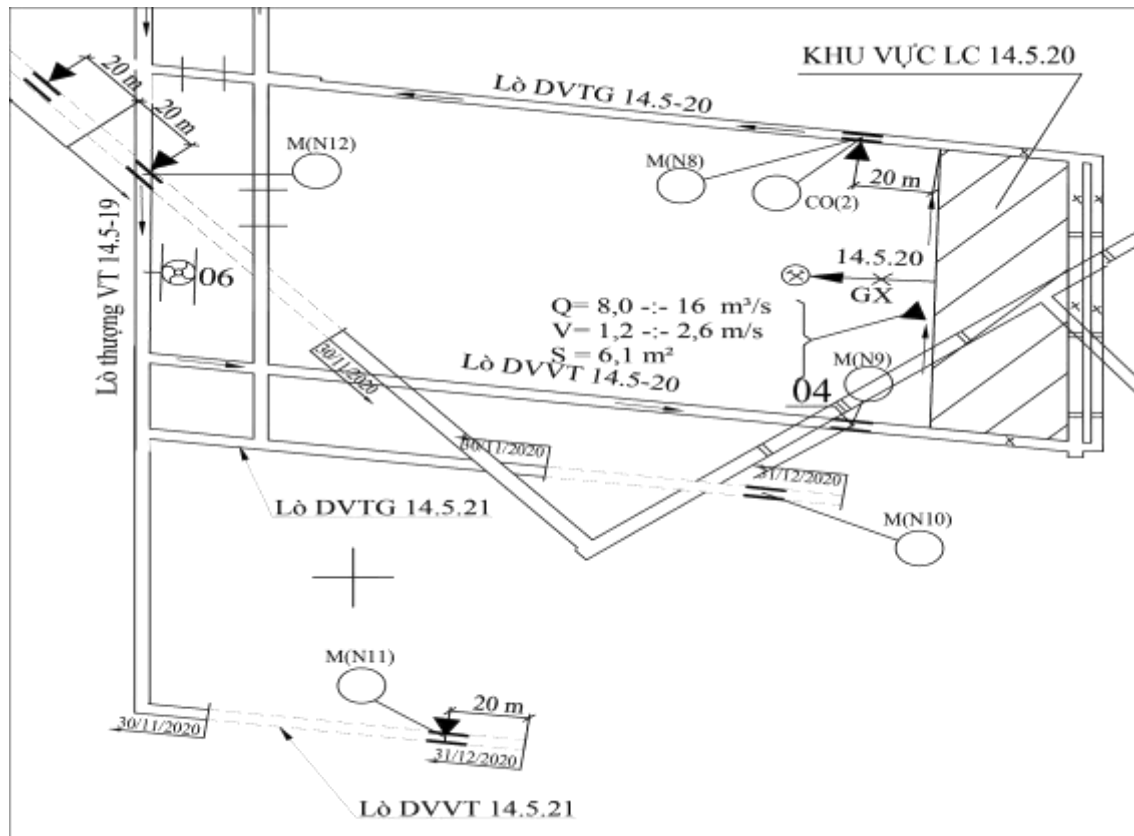
như: đề xuất giải giảm nhiệt độ bằng thiết bị điều hòa không khí (Đào Văn Chi, 2017), sử dụng hóa chất làm mát để giảm nhiệt độ khu vực lò vận tải (Đào Văn Chi, 2019). Quan Truong Tien (2019) đã phân tích sự thay đổi nhiệt độ không khí lò chợ theo mùa và đã đề xuất giải pháp sử dụng thiết bị điều hòa không khí mỏ để giảm nhiệt cho lò chợ CGH 11.1.14 mỏ than Hà Lâm. Tuy nhiên, tùy thuộc đặc điểm địa chất, địa nhiệt, công nghệ khai thác và tính chất của vỉa than thì mức độ gia tăng nhiệt độ cũng khác nhau. Vì vậy, cần có những giải pháp phù hợp cho điều kiện cụ thể. Từ những yêu cầu thực tế trên bài báo đã phân tích, đánh giá nguyên nhân gia tăng nhiệt độ, để đưa ra đề xuất các giải pháp ngăn ngừa gia tăng nhiệt độ, đảm bảo an toàn trong quá trình khai thác khi có dấu hiệu nhiệt độ gia tăng từ các khu vực khai thác.

2. Hiện trạng nhiệt độ lò chợ trong quá trình khai thác

Khu vực khai thác của lò chợ 14.5.20 được khai thông bằng lò dọc vỉa vận tải 14.5.20 và lò dọc vỉa thông gió 14.5.20, lò chợ được khai thác bằng công nghệ khoan - nổ mìn, chống giữ bằng giá xích, sản lượng 630 tấn/ngày. Nhiệt độ do nhóm nghiên cứu khảo sát đo đạc tại đầu lò chợ là 32°C (Trung tâm KHCN Mỏ và Môi trường, 2020), vị trí khu vực lò chợ thể hiện trên Hình 1.

3. Phân tích nguyên nhân gia tăng nhiệt độ tại lò chợ 14.5.20

Để xác định nguyên nhân gia tăng nhiệt độ tại lò chợ 14.5.20, cần xem xét đến các yếu tố chủ yếu như: khả năng thông gió; ảnh hưởng của nhiệt độ đất đá xung quanh từ khu vực đã khai thác đến lò chợ; khả năng ủ nhiệt của than



Hình 1. Khu vực gia tăng nhiệt độ lò chợ 14.5.20

còn lại trong vùng phá hỏa (Lê Văn Thao, 2008; Lý Tăng Hoa, 2008).

3.1. Khả năng thông gió

Thông gió cho các khu vực lò chợ, ngoài chức năng cung cấp lượng gió sạch, đảm bảo an toàn cho người lao động còn có nhiệm vụ trao đổi và mang nhiệt độ trong khu vực lò chợ ra ngoài. Tuy nhiên, qua khảo sát lưu lượng gió qua lò chợ 14.5.20 chỉ đạt 7,68 m³/s, trong khi lưu lượng gió yêu cầu là 16 m³/s, nguyên nhân là do lò dọc vỉa thông gió bị nén bẹp, làm thu hẹp tiết diện. Do vậy, lượng gió đi vào khu vực lò chợ bị hạn chế, dẫn đến lượng nhiệt phát sinh do quá trình tỏa nhiệt của các thiết bị điện và đất đá xung quanh không được giảm xuống theo yêu cầu.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ đất đá xung quanh từ khu vực đã khai thác

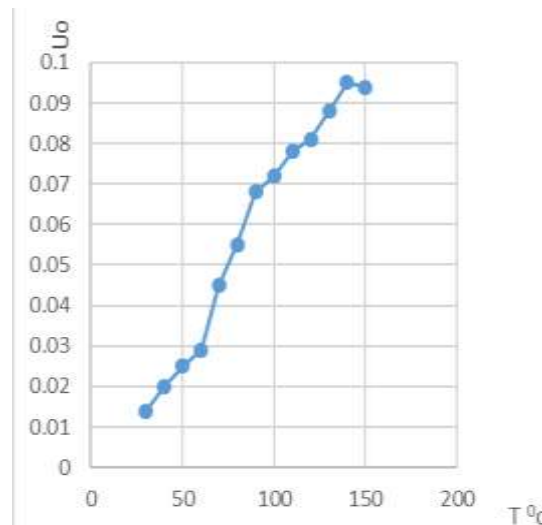
Lò chợ 14.5.20 nằm trong khu vực đã khai thác. Quá trình gia tăng nhiệt độ tại lò chợ 14.5.20 do khu vực phá hỏa ở các lò chợ lân cận đã kết thúc khai thác đã làm ảnh hưởng trực tiếp đến sự gia tăng nhiệt độ tại các khu vực này. Nhiệt độ ở các lò chợ khác khai thác trong khối than nguyên dao động 28÷29°C.

3.3. Khả năng ủ nhiệt của than còn lại trong vùng phá hỏa

Để xem xét khả năng ủ nhiệt của than tại khu vực phía sau lò chợ 14.5.20, nhóm tác giả tiến hành lấy mẫu phân tích xác định khả năng tự cháy của than. Các mẫu than được lấy tại vị trí đầu, giữa và chân lò chợ 14.5.20. Các mẫu được phân tích theo các chỉ tiêu hằng số hấp phụ oxy và gia tăng nhiệt độ dẫn đến cháy than. Kết quả phân tích xác định hệ số hấp phụ oxy và gia tăng nhiệt độ ở các vị trí đầu, giữa và chân lò chợ được chọn là kết quả cao nhất trong từng vị trí ở khu vực lò chợ 14.5.20. Hình 2 thể hiện kết quả phân tích ở đầu lò chợ.

Qua kết quả phân tích hằng số hấp phụ oxy tại vị trí đầu lò chợ 14.5.20 thấy rằng khả năng hấp phụ oxy dẫn đến than tự cháy tại lò chợ 14.5.20 mỏ than Khe Chàm III có $U_{25} = 0,0032$ là giá trị lớn nhất trong các mẫu than. So sánh với tiêu chuẩn của Nga, dấu hiệu của than tự cháy khi $U_{25} \geq 0,016$, cho thấy than tại khu vực lò chợ 14.5.20 có khả năng tự cháy thấp. Kết quả phân tích mối quan hệ giữa khả năng hấp phụ oxy và nhiệt độ

trong Hình 2 của mẫu than ở đầu lò chợ 14.5.20 cho thấy đến nhiệt độ 140°C thì không còn khả năng hấp phụ oxy nữa. Thông thường những than có tính tự cháy thì đến nhiệt độ 110÷130°C đã dùng khả năng hấp phụ oxy. Do đó, than của mỏ Khe Chàm III khó có khả năng tự cháy.



Hình 2. Quan hệ giữa hằng số hấp phụ Oxy và nhiệt độ.

4. Đề xuất các giải pháp ngăn ngừa khả năng gia tăng nhiệt độ lò chợ trong quá trình khai thác ở mỏ than Khe Chàm III

Qua quá trình nghiên cứu hiện trạng, các kết quả phân tích ở trên, nhóm nghiên cứu đề xuất một số biện pháp ngăn ngừa gia tăng nhiệt độ trong quá trình khai thác như sau:

4.1. Giải pháp hoàn thiện hệ thống thông gió

Để đảm bảo lưu lượng gió yêu cầu vào các lò chợ phải tiến hành các biện pháp sau:

(1) Tính toán hoàn thiện hệ thống thông gió nhằm cung cấp đủ lưu lượng gió đến các hộ tiêu thụ và ổn định chế độ thông gió.

(2) Để duy trì hoạt động của các quạt gió bền vững và đảm bảo chế độ công tác, trạm quạt +35 phải thực hiện các giải pháp sau:

+ Mở rộng tiết diện lò thượng thông gió vận tải mức +35÷-90 vỉa 14.2 hoặc đào đường lò mới song song với đường lò này.

+ Nếu không mở rộng hoặc đào lò song song với lò thượng thông gió vận tải mức +35÷-90 vỉa 14.2 thì sớm đưa giếng nghiêng thông gió mức +35÷-112 vào sử dụng.

4.2. Ngăn ngừa ảnh hưởng của nhiệt độ đất đá xung quanh khu vực đã khai thác đến các lò chợ

Sau khi kết thúc khai thác, phải xây dựng các tường chắn cách ly ngăn ngừa quá trình tỏa nhiệt từ đất đá xung quanh khu vực đã kết thúc khai thác vào các lò chợ.

Hạn chế để lại các trụ than bảo vệ và tổn thất than trong khu vực phá hỏa.

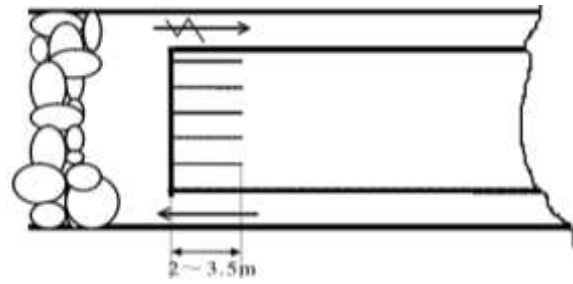
4.3. Áp dụng phương pháp khoan, bơm ép nước vào khối than trong khu vực lò chợ đang khai thác

Bơm ép nước vào khối than là một trong những phương pháp làm mát hiệu quả trong việc khai thác than. Bản chất vật lý của phương pháp bơm ép nước sơ bộ làm ẩm khối than là bơm nước áp suất vào khối than là làm tăng độ ẩm của than, làm dính kết các hạt than thành tập hợp dưới tác dụng của lực kết dính và tăng hiệu quả làm mát khối than. Than có độ kiên cố càng thấp thì càng tăng khả năng kết dính các hạt than càng cao, lượng nước thấm thấu càng lớn. Việc làm mát này được tiến hành theo cách: bơm ép nước vào các lỗ khoan ngắn trước gương lò chợ và các lỗ khoan dài trong khối than lò chợ sẽ đi qua thuộc lò thông gió và lò vận tải

4.3.1. Giải pháp bơm ép nước bằng các lỗ khoan ngắn

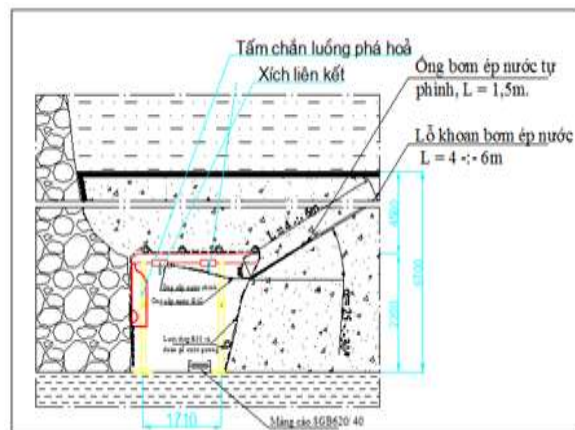
Giải pháp bơm ép nước bằng các lỗ khoan ngắn thường được áp dụng tại các khu vực khai thác trong phạm vi khu vực có đứt gãy, chiều dày và góc dốc vỉa không ổn định. Theo giải pháp này, các lỗ khoan ngắn thường được bố trí tại phần nửa trên theo chiều cao gương lò chợ và khoan xiên về phía vách, chiều dài lỗ khoan thông thường từ 2,0÷3,5 m, khoảng cách giữa các lỗ khoan theo hướng dốc vỉa được tính toán phụ thuộc vào bán kính thấm thấu nước khi bơm ép và thường từ 3,0÷5,0 m. Do các lỗ khoan bơm ép nước được bố trí nằm trong vùng dỡ tải của áp lực tựa nên khối than trong vùng này xuất hiện một lượng lớn khe nứt thứ sinh, làm tăng tính thấm của than, việc bơm ép nước thuận lợi không cần áp lực nước cao. Sơ đồ minh họa bố trí mạng lỗ khoan ngắn như Hình 3.

Giải pháp bố trí mạng lỗ khoan này có ưu điểm là trực tiếp làm tăng độ bền của khối than ngay tại khu vực khấu gương lò chợ, các lỗ khoan



Hình 3. Sơ đồ bơm ép nước bằng các lỗ khoan ngắn.

có chiều dài ngắn nên thao tác thi công khoan bơm ép nước nhanh chóng và đơn giản. Tuy nhiên, giải pháp này có nhược điểm là khi tiến hành khoan bơm ép nước thì các hoạt động khác trong gương lò chợ phải dừng lại, làm gián đoạn sản xuất, trong quá trình bơm ép dễ gây phình lò gương nếu không được kiểm soát chặt chẽ (Hình 4).



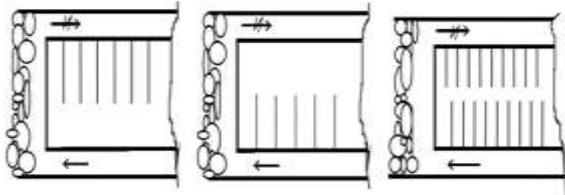
Hình 4. Sơ đồ bơm ép nước bằng các lỗ khoan ngắn lò chợ 14.5.20.

4.3.2. Bơm ép nước bằng các lỗ khoan dài

Giải pháp bơm ép nước bằng các lỗ khoan dài thường được áp dụng trong các vỉa có chiều dày và góc dốc ổn định, đặc biệt thích hợp với các lò chợ cơ giới hóa có tốc độ tiến gương nhanh. Khi bơm ép nước bằng các lỗ khoan dài, chiều dài lỗ khoan 30÷100 m, các lỗ khoan thường được bố trí tại lò dọc vỉa vận tải và thông gió rồi khoan lên hoặc khoan xuống theo hướng dốc vỉa than. Sơ đồ minh họa như Hình 5.

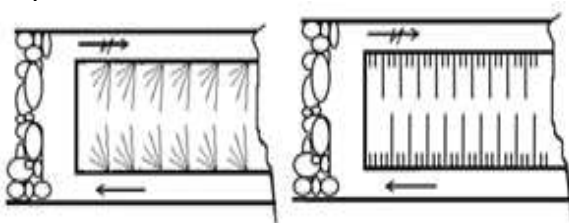
Trường hợp bố trí mạng lỗ khoan dài song song từ một phía (Hình 5a và 5b) hoặc về hai phía (Hình 5c) các lỗ khoan thường được thi công từ lò dọc vỉa vận tải hoặc lò dọc vỉa thông gió của lò chợ. Khoảng cách giữa các lỗ khoan trong

mạng phụ thuộc vào bán kính thấm thấu nước trong từng điều kiện cụ thể của than, đảm bảo giảm tối đa chi phí cho công tác khoan bơm ép nước nhưng đạt hiệu quả tăng độ liên kết khối than cao nhất. Đồng thời đảm bảo tốc độ khoan bơm ép nước tiến trước phù hợp với tốc độ tiến gương và không làm ảnh hưởng đến công tác khai thác lò chợ. Vị trí khoan bơm ép nước tiến trước gương thường bố trí cách gương khẩu từ 20÷30 m đảm bảo thời gian để khi gương lò chợ khấu đến thì khối than được bơm ép nước đạt độ liên kết ổn định nhất. Giải pháp này có các ưu điểm là số lượng lỗ khoan và dịch chuyển vị trí khoan ít, phạm vi thấm thấu khi bơm ép lớn, công tác khoan được thực hiện ở lò dọc vỉa vận tải và thông gió nên không ảnh hưởng đến công tác sản xuất lò chợ, thời gian bơm ép cho một lỗ dài nên khả năng làm ướt đồng đều.

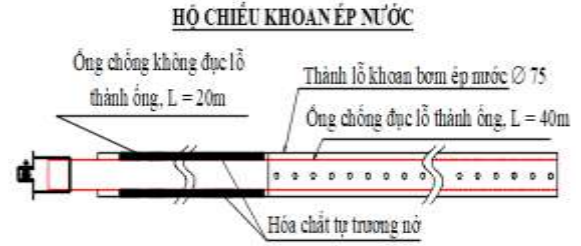


a. Phía trên b. Phía dưới c. Hai phía
Hình 5. Bơm ép nước bằng các lỗ khoan dài.

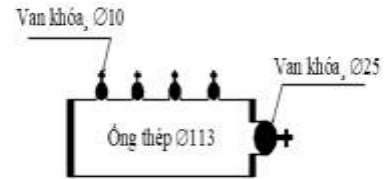
Trong trường hợp bố trí mạng lỗ khoan dài các lỗ khoan kiểu rẽ quạt từ lò thông gió và vận tải (Hình 6a) và các lỗ khoan kết hợp dài, ngắn song song (Hình 6b) dọc theo lò dọc vỉa thông gió và vận tải, bố trí các trạm khoan bơm ép nước cách nhau 50÷60 m theo phương. Tại các trạm khoan bơm, nếu đường lò chật hẹp không đủ không gian để thao tác thì tiến hành đào cúp vào hông lò để đặt máy khoan. Tại mỗi trạm khoan, các lỗ khoan được khoan từ cúp với chiều dài 30÷65 m (thay đổi phụ thuộc chiều dài gương lò chợ. Hệ chiếu lỗ khoan dài bơm ép nước thuộc lò chợ 14.5-5 như Hình 7.



a. rẽ quạt b. Song song
Hình 6. Sơ đồ bơm ép nước bằng các lỗ khoan dài rẽ quạt và hỗn hợp.



BẦU CHIA NƯỚC BẰNG ỐNG THÉP Ø113



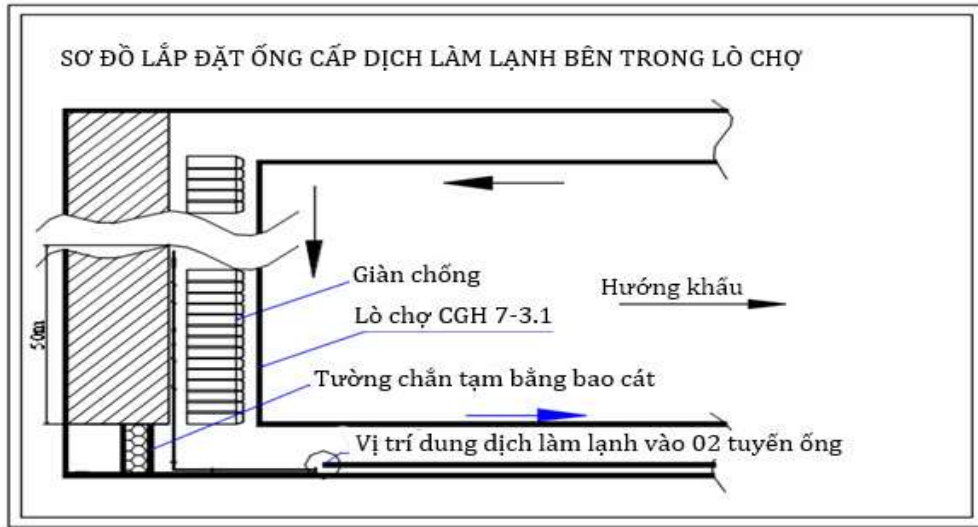
Hình 7. Hệ chiếu lỗ khoan dài bơm ép nước tại lò chợ 14.5.20.

4.4. Áp dụng phương pháp khoan, bơm ép hợp chất làm lạnh vào khu vực phá hỏa phía sau lò chợ

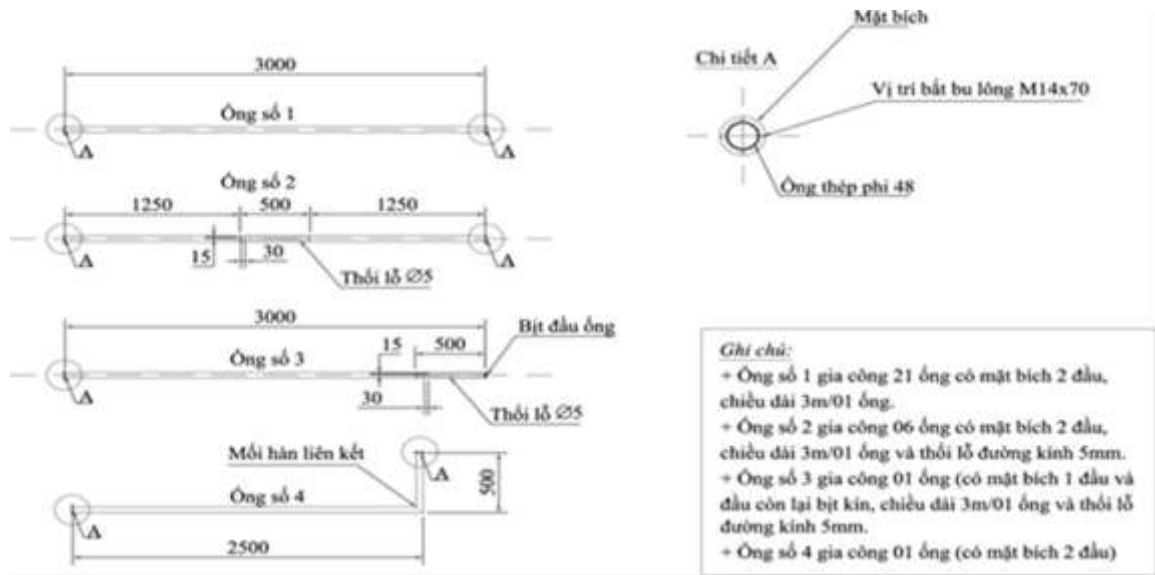
Trong quá trình khai thác cần liên tục khảo sát, theo dõi nhiệt độ khu vực lò chợ, đặc biệt là khu vực đầu lò chợ tiếp xúc với khu vực phá hỏa. Nếu thấy nhiệt độ bất thường phải áp dụng biện pháp sau:

- Lắp ống thăm dò sâu vào khu vực phá hỏa từ 30÷50 m;
- Lắp ống bơm khí nitơ để phòng hiện tượng cháy nổ xảy ra;
- Bơm hóa chất làm lạnh vào khu vực phá hỏa.

Trình tự được thực hiện như sau: sau khi đã phá hỏa xong, lò chợ khai thác ổn định tiến hành lắp hệ thống ống dẫn dung dịch làm lạnh Nitơrat amon $(NH_4)_2CO_3$ nồng độ 0,25%. Để tăng hiệu quả thấm thấu đều trong không gian đã khai thác và không cho hợp chất chảy xuống chân lò chợ gây ẩm ướt và làm yếu lò vận tải, trên hệ thống đường ống dọc theo lò chợ đã được phân đoạn, lắp các ống có đục lỗ $\phi = 5$ mm để dung dịch làm lạnh chảy ra và dừng lại cách chân lò chợ 50 m. Hệ thống ống dẫn gồm 2 đường ống vào khu vực đã phá hỏa và vào sau tường chắn lò thông gió đã đánh sập để dung dịch thấm thấu xuống dưới đất đá đã phá hỏa phần phía trên lò chợ. Kết cấu hệ thống ống dẫn (kích thước, chiều dài ống và đoạn ống, đoạn ống có đục lỗ,...) được thể hiện ở Hình 8 và 9.



Hình 8. Sơ đồ thi công hệ thống bơm ép chất làm lạnh

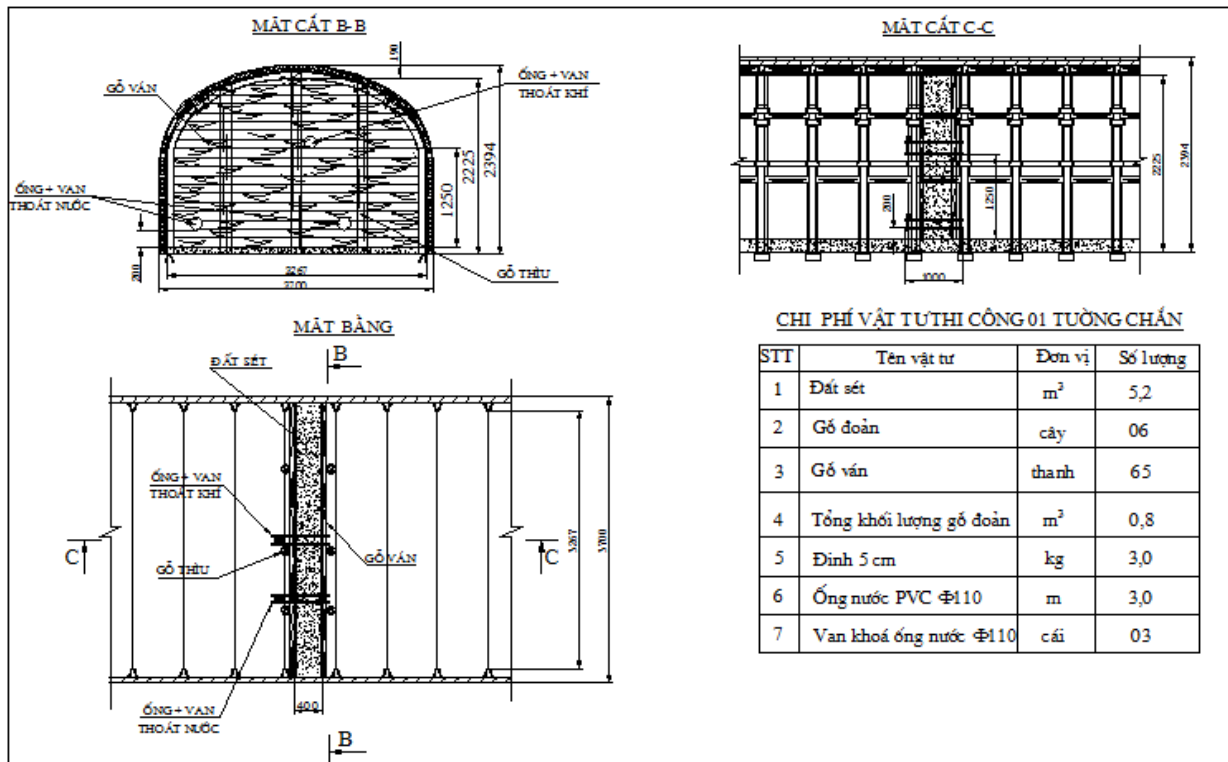


Hình 9. Sơ đồ cấu tạo ống thép đặt sau lò chợ

4.5. Xây dựng các tường chắn cát trên lò thông gió và vận tải phía sau tiếp giáp với lò chợ

Khai thác lò chợ bằng phương pháp khấu dật sử dụng sơ đồ thông gió nghịch gây rò gió đáng kể vào khoảng không gian đã khai thác bắt đầu từ lò vận tải tiếp giáp với lò chợ, dọc gương lò chợ và gió hút từ khoảng không đã khai thác phía trên lò chợ. Vì vậy, để ngăn ngừa việc ôxy hóa than và

hiệt độ trong khoảng không khai thác lan ra khu vực lò chợ cần phải tiến hành xây dựng các tường chắn phía trên và khu khai thác lò chợ mang nhiệt và khí thải ra ngoài ảnh hưởng đến người làm việc. Công việc tương tự cũng được tiến hành ở phía chân lò chợ để ngăn ngừa rò gió vào khoảng trống đã khai thác. Thiết kế tường chắn cách ly được thể hiện ở Hình 10.



Hình 10. Sơ đồ xây tường chắn cách ly khu vực gia tăng nhiệt độ.

5. Kết luận

Thông qua quá trình khảo sát hiện trạng các lò chợ mỏ Khe Chàm III cho thấy tại lò chợ 14.5.20 nhiệt độ gia tăng đến 32°C vượt quá quy định cho phép (30°C). Kết quả phân tích mối quan hệ giữa khả năng hấp phụ oxy và nhiệt độ trong mẫu than của mỏ Khe Chàm III, cho thấy than có khả năng tự cháy thấp ($U_{25} = 0,0032$).

Một trong những nguyên nhân dẫn đến hiện tượng gia tăng nhiệt độ ở lò chợ 14.5.20 là do quá trình tỏa nhiệt từ đất đá xung quanh khu vực đã kết thúc khai thác vào các lò chợ,... Lưu lượng gió cho khu vực lò chợ 14.5.20 chỉ đạt 7,68 m³/s, trong khi đó lưu lượng gió yêu cầu 16 m³/s không đủ để đưa luồng không khí nóng thoát ra khỏi khu vực lò chợ.

Tùy vào từng điều kiện cụ thể có thể kết một hoặc nhiều các giải pháp đồng thời được đề xuất trong nghiên cứu như: hoàn thiện hệ thống thông gió, áp dụng phương pháp khoan, bơm ép nước vào khối than trong khu vực lò chợ đang khai thác để ngăn ngừa oxy hóa than và nhiệt độ lan ra khu vực lò chợ, xây dựng các tường chắn cách ly khu vực đã khai thác khi lò chợ đi qua sẽ đảm bảo

an toàn trong quá trình khai thác khi có dấu hiệu nhiệt độ gia tăng.

Đóng góp của các tác giả

Đào Văn Chi và Trần Xuân Hà: hình thành ý tưởng, cấu trúc bài báo, hoàn thiện các nội dung bài báo và bản thảo cuối cùng; Nguyễn Văn Quang: tham gia nghiên cứu tài liệu giải pháp giảm nhiệt độ không khí lò chợ.

Tài liệu tham khảo

Bộ Công thương, (2011). Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về An toàn trong khai thác than hầm lò, *Nhà xuất bản Lao động Hà Nội*.

Đào Văn Chi, Lê Quang Phục, Nguyễn Sơn Tùng, (2017). Điều hòa khí hậu trong lò chợ cơ giới hóa 11-1.15 bằng thiết bị MK 300 mỏ than Hà Lâm. *Tạp chí khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất*. Kỳ 5 trang 89-94.

Đào Văn Chi, Lê Văn Thao, (2019). Nghiên cứu giải pháp ngăn ngừa gia tăng nhiệt độ vỉa than khu vực lò vận tải lò chợ cơ giới hóa 7.3.1 khu I vỉa 7 mỏ than Hà Lâm. *Tạp chí công nghiệp mỏ*. Số 4, 66÷68, 99.

- Lê Văn Thao, (2008). Nghiên cứu nguyên nhân cháy than tại các vỉa than và các biện pháp phòng ngừa trong quá trình khai thác. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam.
- Lý Tăng Hoa, (2008). Nhiệt học (Bản tiếng Trung), *Trường ĐH Mỏ và Công nghệ Trung Quốc*.
- Trương Kiến Dân, (2008). Nghiên cứu phòng chống cháy mỏ Trung Quốc - Bắc Kinh (Bản tiếng Trung), *Nhà xuất bản Công nghiệp than*.
- Trung tâm KHCN Mỏ và Môi trường, (2020). Báo cáo tổng kết Công trình "Kiểm định mạng gió, lựa chọn đề xuất kế hoạch thông gió dài hạn giai đoạn từ năm 2021 ÷ 2025 và các giải pháp ngăn ngừa tăng nhiệt độ đảm bảo an toàn trong quá trình khai thác, đào lò - Công ty than Khe Chàm - TKV". Hà Nội.
- Phòng Thông gió thoát nước, (2020). Kế hoạch thông gió quý III/2020, IV/2020 và năm 2020. Công ty than Khe Chàm - TKV.
- Quan Truong Tien, Rafał ŁUCZAKI and Piotr ŻYCKOWSKI, (2019). Climatic hazard assessment in selected underground hard coal mines in Vietnam. *Journal of the Polish Mineral Engineering Society*. <http://doi.org/10.29227/IM-2019-02-69>.