



Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>



Solutions to improve microclimate conditions for longwall in Mong Duong coal mine



Quang Van Nguyen ^{1,*}, Tu Ngoc Do ¹, Tinh Van Nguyen ², Mien Van Nguyen ², Hung Nhu Le ³

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

² 91 Company - Dong Bac Corporation, Vietnam

³ Vietnam Mining Science and Technology Association, Vietnam

ARTICLE INFO

Article history:

Received 28th Mar. 2021

Accepted 19th May 2021

Available online 01st Dec. 2021

Keywords:

Air condition,
Geothermal,
Microclimate,
Mong Duong mine,
Temperature of coalface.

ABSTRACT

Microclimate conditions of underground coal mines are important factors affecting comfortable and safe working conditions for miners. The microclimate depends on the ventilation airflow parameters such as wind temperature, humidity and wind speed. Currently, Mong Duong coal mine is exploiting -250 m level and preparing for -400 m level. The strata temperature is about 32°C, the heat dissipation from mining equipment, coal transporting and the mined space has increased the temperature at the CGH L7 longwall of the Mong Duong coal mine. The air temperature of the longwall greater than 30°C, the humidity of 95÷100%, exceed the allowable standard, leading to the longwall is closed, affecting workers' health and labor productivity. Traditionally, ventilation method has been used to remove heat to ensure a safe working environment underground. However, when the ventilation system cannot provide suitable climatic conditions for underground workers, a cooling system is required. Selection of the most suitable cooling method depends on the intensity of the heat to be removed, the mining method, the location of the high temperature areas. The article analyzes the current state of microclimate, the temperature distribution of the longwall, the causes of the increase in the temperature of the longwall and the cooling solutions in the underground mine and proposes solutions to use air conditioners to reduce temperature and improve microclimate conditions for the CGH L7 longwall at Mong Duong coal mine. Results after application for this longwall of Mong Duong coal mine are guaranteed according to QCVN 01/2011/BCT.

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

*Corresponding author

E - mail: quangnv@humg.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.2021.62(5a).04



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Giải pháp cải thiện điều kiện vi khí hậu cho lò chợ mỏ than Mông Dương

Nguyễn Văn Quang^{1,*}, Đỗ Ngọc Tú¹, Nguyễn Văn Tĩnh², Nguyễn Văn Miền², Lê Như Hùng³

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

² Công ty 91 - Tổng công ty Đông Bắc, Việt Nam

³ Hội Khoa học và Công nghệ mỏ Việt Nam, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 28/03/2021

Chấp nhận 19/5/2021

Đăng online 01/12/2021

Từ khóa:

Địa nhiệt,

Điều hòa không khí,

Mỏ Mông Dương,

Nhiệt độ lò chợ,

Vi khí hậu.

TÓM TẮT

Điều kiện vi khí hậu trong các mỏ than hầm lò là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến điều kiện làm việc và an toàn đối với công nhân mỏ. Điều kiện vi khí hậu phụ thuộc vào các thông số của luồng không khí thông gió như là nhiệt độ gió, độ ẩm và tốc độ gió. Hiện tại mỏ than Mông Dương đang khai thác ở mức -250 m và đang chuẩn bị cho mức -400 m. Với việc khai thác ở mức sâu với nhiệt độ địa tầng khoảng 32°C, công thêm nhiệt tỏa ra từ các thiết bị khai thác, vận chuyển than và nhiệt từ khoảng không đã khai thác đã làm gia tăng nhiệt độ khu vực lò chợ CGH L7 của mỏ than Mông Dương. Nhiệt độ không khí lò chợ hơn 30°C, độ ẩm từ 95÷100% vượt quá quy chuẩn cho phép dẫn đến lò chợ phải dừng hoạt động, ảnh hưởng đến sức khỏe công nhân và năng suất lao động. Theo truyền thống, phương pháp thông gió đã được sử dụng để loại bỏ nhiệt nhằm đảm bảo một môi trường làm việc an toàn dưới lòng đất. Tuy nhiên, khi hệ thống thông gió không còn có thể cung cấp các điều kiện khí hậu thích hợp cho người lao động, thì cần phải có một hệ thống làm mát bổ sung. Lựa chọn phương pháp làm mát phù hợp phụ thuộc vào cường độ nhiệt cần loại bỏ, phương pháp khai thác được sử dụng, vị trí các khu vực có nhiệt độ cao. Bài báo phân tích hiện trạng vi khí hậu, sự phân bố nhiệt độ khu vực lò chợ, nguyên nhân làm gia tăng nhiệt độ lò chợ và các giải pháp làm mát trong mỏ hầm lò. Từ đó đề xuất giải pháp sử dụng điều hòa không khí để giảm nhiệt độ, cải thiện điều kiện vi khí hậu cho lò chợ CGH L7 mỏ than Mông Dương. Kết quả sau khi áp dụng điều kiện vi khí hậu mỏ đã đảm bảo theo QCVN 01/2011/BCT

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

*Tác giả liên hệ

E - mail: quangnv@humg.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.2021.62(5a).04

1. Mở đầu

Mỏ than Mông Dương có diện tích khoảng 5,44 km² thuộc phường Mông Dương, thành phố Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh. Khu vực thăm dò nằm cách thành phố Cẩm Phả khoảng 10 km về phía đông - đông bắc. Vị trí mỏ than Mông Dương được



Hình 1. Vị trí khu trung tâm mỏ than Mông Dương, Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh.

thể hiện trên Hình 1. Hiện nay, mỏ đang khai thác mức -250 m và chuẩn bị cho các mức -400 m. Sản lượng khai thác của mỏ là 1,5 triệu tấn/năm.

Phương pháp thông gió hiện nay của mỏ là phương pháp thông gió hút. Sử dụng 3 trạm quạt gió chính: 2 trạm quạt sử dụng quạt gió có mã hiệu 2K56 - N24/400kW, tốc độ vòng quay của trục quạt $n = 1000$ vòng/phút, đặt tại các cửa lò +15 m Vũ Môn, +20 m CĐ; 01 trạm quạt sử dụng quạt gió mã hiệu BDCZ - II - 18, tốc độ vòng quay của trục quạt $n = 740$ vòng/phút. Mạng thông gió mỏ được cấu trúc từ các đường lò với 10 lò chợ các loại và 24 lò chuẩn bị. Trong quá trình khai thác, hiện nay ở mỏ than Mông Dương xuất hiện nhiệt độ tăng cao tại lò chợ cơ giới hóa L7 mức -250 m ảnh hưởng đến điều kiện làm việc của công nhân. Một trong những nguyên nhân ảnh hưởng đến điều kiện vi khí hậu, đặc biệt là nhiệt độ tại lò chợ L7 mỏ than Mông Dương, là do sự ảnh hưởng của nhiệt độ đất đá, nhiệt tỏa ra từ máy móc thiết bị khai thác khi hoạt động, nhiệt tỏa ra trong quá trình vận tải than dẫn đến điều kiện vi khí hậu ngày càng xấu đi, theo quy chuẩn QCVN 01/2011/BCT nhiệt độ trong công trình mỏ hầm lò $t^0 \leq 30^0C$ (Bộ Công thương, 2011). Để giảm nhiệt độ không khí khu vực lò chợ đảm bảo quy chuẩn cho phép và cải thiện điều kiện làm việc cho công nhân mỏ, các giải pháp khác nhau đã được nghiên cứu và áp dụng để giảm nhiệt độ và cải thiện điều kiện vi khí hậu. Đào Văn Chi và nnk. (2017) nghiên cứu và đề xuất giải pháp sử dụng thiết bị làm mát

để giảm nhiệt độ lò chợ 11.1.15 mỏ than Hà Lâm. QUAN Truong Tien và nnk. (2019) nghiên cứu phân tích ảnh hưởng sự thay đổi nhiệt độ lò chợ 11.1.14 theo mùa và đề xuất giải pháp sử dụng thiết bị làm mát để giảm nhiệt độ lò chợ. Đào Văn Chi, Lê Văn Thao (2019) đã nghiên cứu đề xuất giải pháp sử dụng hóa chất làm mát để giảm nhiệt độ khu vực lò vận tải lò chợ 7.3.1 mỏ than Hà Lâm. Nguyen Cao Khai (2020) và Dao Van Chi (2020) đã đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả thông gió đảm bảo điều kiện vi khí hậu cho các hộ tiêu dùng trong mỏ. Tuy nhiên, các nghiên cứu trên mới chỉ phân tích lý thuyết các yếu tố ảnh hưởng đến nhiệt độ mỏ chưa đánh giá một cách chi tiết trường nhiệt độ trong lò chợ. Vì vậy, bài báo xác định ảnh hưởng của các yếu tố bằng mô hình số CFD và từ đó đề xuất giải pháp phù hợp cho điều kiện cụ thể của mỏ.

2. Đánh giá hiện trạng vi khí hậu mỏ than Mông Dương

Kết quả đo một số thông số chủ yếu của điều kiện vi khí hậu ở lò chợ (tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm) cũng như đánh giá điều kiện vi khí hậu theo tiêu chuẩn Việt Nam, Liên Xô (cũ) và của Anh, được ghi trong Bảng 1.

Tính toán độ Kata khô (K_k) theo tiêu chuẩn của Anh được xác định theo công thức:

$$K_k = (0,13 + 0,47\sqrt{V})(36,5 - t_k) \quad (1)$$

Bảng 1. Kết quả đánh giá điều kiện vi khí hậu mỏ than Mông Dương.

TT	Tên lò chợ	Các thông số vi khí hậu			Đánh giá theo các tiêu chuẩn					
		Tốc độ gió, m/s	Nhiệt độ, °C	Độ ẩm, %	Việt Nam		Liên Xô cũ		Anh	
					TC, °C	Đánh giá	TC, °C	Đánh giá	TC, độ kata	Đánh giá
1	Lò chợ số 4 mức (-170÷-100 m) G9 CĐ (KT9)	0,9	28,5	98	<30	đạt	23	k ^o đạt	4,6	k ^o đạt
2	Lò chợ số 2 mức (-230÷-160 m) L7 CĐ (KT8)	1,9	28,5	95	<30	đạt	23	k ^o đạt	6,2	k ^o đạt
3	Lò chợ số 1 mức (-160÷-100 m) L7 CĐ(KT8)	2,3	28,5	98	<30	đạt	23	k ^o đạt	6,7	k ^o đạt
4	Lò chợ số 10 C mức (-250÷-120 m) K8 VM (KT3)	2,2	29,0	99	<30	đạt	23	k ^o đạt	6,2	k ^o đạt
5	Lò chợ số 7 mức (-120÷-110 m) (KT2)	0,8	28	95	<30	đạt	23	k ^o đạt	4,7	k ^o đạt
6	Lò chợ (-110÷-250 m) CGH L7	1,7	31÷32	96	>30	k ^o đạt	23	k ^o đạt	4,8	k ^o đạt
7	Lò chợ số 5(-230÷-200 m) G9CT (KT1)	2,6	29	98	<30	đạt	23	k ^o đạt	6,6	k ^o đạt
8	Lò chợ số 1 mức (-150÷-120 m) L7 CT (KT4)	1,8	29	94	<30	đạt	23	k ^o đạt	5,7	k ^o đạt
9	Lò chợ số 2a mức -100 m L7CT (KT7)	0,8	29	94	<30	đạt	23	k ^o đạt	4,1	k ^o đạt
10	Lò chợ số 2 mức (-160÷-100m) L7CT (KT6)	2,2	29	95	<30	đạt	23	k ^o đạt	6,2	k ^o đạt

Trong đó: V - tốc độ gió trong lò chợ, m/s; t_k - nhiệt độ theo nhiệt kế khô, °C.

Phân tích các số liệu được ghi trong Bảng 1, có thể rút ra kết luận: theo tiêu chuẩn vi khí hậu dễ chịu của Việt Nam, khảo sát điều kiện vi khí hậu ở 10 lò chợ thì có 9 lò chợ đảm bảo điều kiện vi khí hậu dễ chịu và 1 lò chợ cơ giới hóa L7 có điều kiện vi khí hậu xấu vượt quá quy chuẩn cho phép. Theo tiêu chuẩn của Liên Xô (cũ) và Anh, thì điều kiện vi khí hậu ở các lò chợ của mỏ than Mông Dương không đạt yêu cầu, cụ thể là điều kiện nhiệt độ và độ ẩm vượt quá quy định cho phép. Đặc biệt tại lò chợ cơ giới hóa L7 đang vượt qua tiêu chuẩn cho phép, nếu không có biện pháp giảm nhiệt độ kịp thời thì hoạt động sản xuất tại lò chợ này sẽ bị dừng hoạt động điều đó không những gây ảnh hưởng đến kế hoạch sản xuất của mỏ mà còn gây thiệt hại về kinh tế.

3. Phân tích nguyên nhân gia tăng nhiệt độ tại lò chợ cơ giới hóa L7

Để xác định nguyên nhân gia tăng nhiệt độ tại lò chợ cơ giới hóa L7, cần xem xét đến các yếu tố chủ yếu như: nhiệt tỏa ra từ đất đá, nhiệt từ thiết bị, tốc độ gió qua khu vực lò chợ, nhiệt độ gió trước khi qua khu vực lò chợ.

3.1. Các nguồn nhiệt mỏ

Các nguồn nhiệt mỏ gồm có nhiệt từ đất đá, thiết bị, vận tải, nước mỏ và oxy hóa than. Đối với luồng không khí trong mỏ, nguồn nhiệt đáng kể nhất là đá xung quanh. Zhang (2017) và Horst Wagner (2013) cho rằng có hai nguồn nhiệt chính:

nhiệt truyền từ khối đá vào mỏ hoạt động và nhiệt liên quan đến hoạt động khai thác. Ở các mỏ tầng sâu, nhiệt truyền từ khối đá chiếm hơn 75% tổng tải nhiệt của mỏ. Ở các mỏ than được cơ giới hóa cao, nhiệt từ việc sử dụng máy móc khai thác cũng rất đáng kể. Philip Mitchell (2003) cho rằng nhiệt độ địa tầng điển hình ở độ sâu 200 m là 35°C, tăng lên 38°C ở độ sâu 350 m. Nhiệt tăng thêm từ than vỡ và đá trên mặt và trong khu vực phá hóa cùng với nhiệt từ máy móc, đang dần tăng lên dẫn đến nhiệt độ vượt quá 30°C và độ ẩm trên mặt lò chợ từ 95÷100%. Qua phân tích các nghiên cứu trên và đặc điểm lò chợ cơ giới hóa L7 các nguồn nhiệt chính ảnh hưởng đến nhiệt độ khu vực lò chợ đó là: nhiệt từ đất đá, thiết bị và quá trình vận chuyển than là những nguồn nhiệt chính.

3.1.1. Nhiệt tỏa ra từ đất đá

Kết quả khảo sát địa nhiệt khu vực này cho thấy nhiệt độ dao động từ 30÷32 °C, lớn hơn so với nhiệt độ không khí. Như vậy có sự trao đổi nhiệt từ đất đá xung quanh vào không khí, làm tăng nhiệt độ không khí khi dòng khí dịch chuyển qua khu vực lò chợ, cụ thể được xác định như sau (Bоропаев А. Ф., 1961):

$$Q_r = K_t \cdot U \cdot L(t_z - t), kW \quad (2)$$

Trong đó: Q_r - tản nhiệt từ đá xung quanh, kW; K_t - hệ số truyền nhiệt không ổn định từ đá xung quanh; U - chu vi đường lò, m; L - chiều dài đường lò; t_z - nhiệt độ đá ban đầu ở độ sâu z, °C; t - nhiệt độ trung bình của luồng khí, °C.

3.1.2. Nhiệt tỏa ra từ thiết bị

Hiện nay, lò chợ cơ giới hóa L7 khai thác bằng máy khâu MG160, chống giữ bằng giàn ZF3000. Sản lượng khai thác 300 nghìn tấn/năm. Với sản lượng cao cùng với thiết bị công suất lớn dẫn đến có sự trao đổi nhiệt giữa thiết bị khai thác, vận tải than và nhiệt độ không khí lò chợ. Lượng nhiệt tỏa ra được xác định như sau (Wu Zhongli, 1989):

$$Q_n = 3600 \eta_n N, \text{ kJ/h} \quad (3)$$

Trong đó: N - công suất của động cơ, kW.

3.2. Mô hình số

3.2.1. Xây dựng mô hình

Lò chợ cơ giới hóa L7 mỏ than Mông Dương khai thác ở mức -250 m, công suất 300 nghìn tấn/năm, khai thác bằng máy khâu mã hiệu MG160/380 kết hợp với giàn chống mã hiệu ZF3000/15/24, vận tải bằng máy chuyên tải SZZ - 110 KW máng cào SGZ - 220 KW. Một ngày đêm gồm 2 ca khâu, 1 ca chuẩn bị. Chiều dài lò chợ 120 m, chiều rộng 6 m, chiều cao là 2,2 m, chiều dày vỉa than 5,5 m, lò dọc vỉa với tiết diện 13 m² chiều dài là 350 m. Nhiệt độ trung bình của lò chợ 304,15÷

305,15 K. Bài báo xây dựng mô hình với tham số vận tốc độ gió như sau ($v = 1,5 \text{ m/s}$) nhiệt độ gió đầu vào thay đổi ($T_{\text{vào}} = 302,15 \text{ K}$) phù hợp với thông số thực tế của lò chợ cơ giới hóa L7.

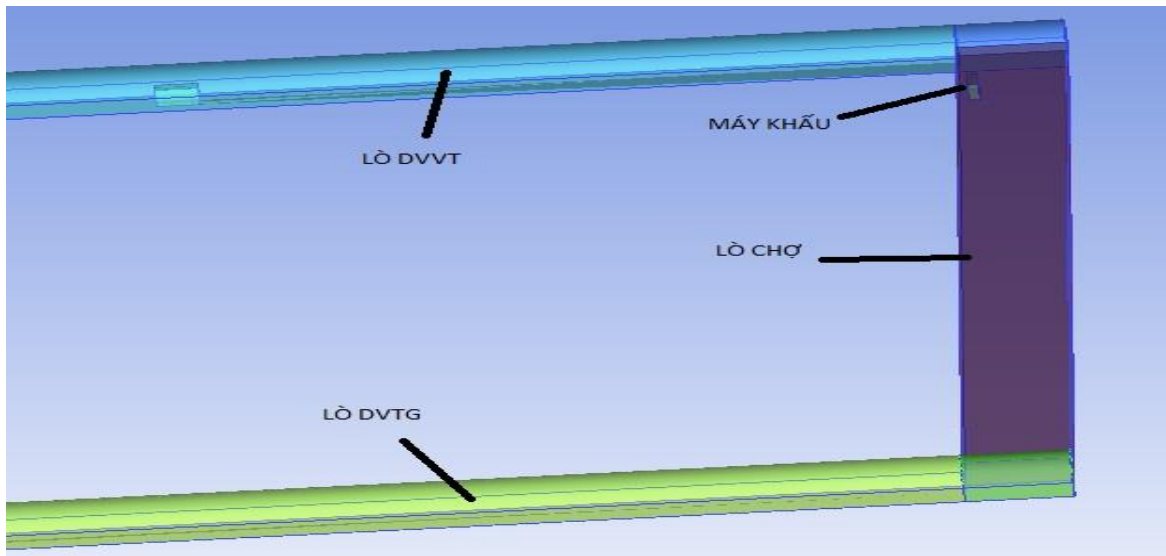
3.2.2. Tham số đầu vào mô hình

Bảng 2. Các tham số đầu vào của mô hình.

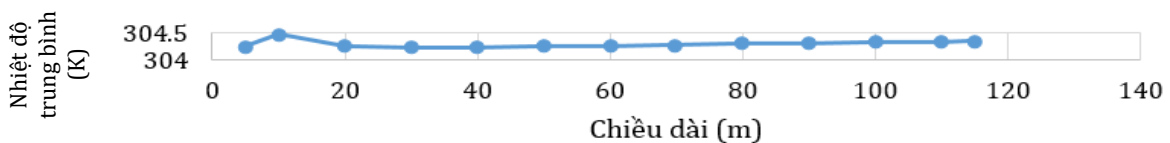
Tham số lò chợ	Tham số mô hình
Tốc độ gió vào	1,5 m/s
Nhiệt độ đầu vào	302,15 K
Nhiệt độ gió ban đầu	302,15 K
Nhiệt độ đất đá	304,15÷305,15 K
Nhiệt độ bề mặt thiết bị	308,15÷311,15 K
Độ nhám đường lò	2 cm

3.3. Kết quả mô hình

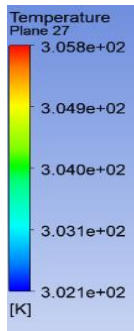
Từ Hình 3 cho thấy, dọc theo lò chợ L7, do ảnh hưởng của địa nhiệt, máy móc thiết bị, nhiệt độ lò chợ có xu hướng tăng dần thay đổi từ 304,25÷304,36 K. Các khu vực xung quanh máy khâu 10 m nhiệt độ cao do ảnh hưởng địa nhiệt và nhiệt từ máy khâu sau đó sẽ giảm và tiếp tục tăng do ảnh hưởng của địa nhiệt. Hình 4 cho thấy sự phân bố nhiệt độ trong lò chợ rất khác nhau. Có thể nhận



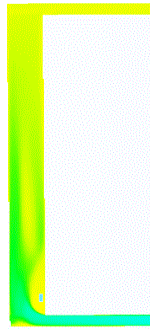
Hình 2. Mô hình khu vực lò chợ cơ giới hóa L7.



Hình 3. Kết quả thay đổi nhiệt độ dọc theo lò chợ L7 (CFD).



Hình 4. Phân bố trường nhiệt độ trên mặt cắt dọc lò chợ L7.



Hình 5. Phân bố trường vận tốc mặt cắt dọc lò chợ L7.

nhận thấy vùng nhiệt độ cao xuất hiện gần góc trong phía chân lò chợ. Một phần ảnh hưởng của dòng gió xoáy (Hình 5) làm tăng thời gian trao đổi nhiệt và tản nhiệt của máy cắt khi máy cắt làm việc phía chân lò chợ, sau đó sự phân bố nhiệt độ có xu hướng đồng đều hơn.

4. Đề xuất giải pháp sử dụng thiết bị điều hòa không khí cho lò chợ CGH L7

4.1. Phân tích các hệ thống làm mát

Hệ thống lạnh tập trung trên mặt đất: ưu điểm, xây dựng nhà máy và thiết bị lắp đặt, bảo trì, quản lý, vận hành thuận tiện; hệ thống an toàn và đáng tin cậy, nguồn lạnh tự nhiên có thể được sử dụng vào mùa đông. Nhược điểm, nước lạnh áp suất cao khó xử lý, đường ống sử dụng dài và tổn thất lạnh lớn.

Hệ thống lạnh tập trung trong lòng đất: ưu điểm, đường ống làm mát ngắn tổn thất lạnh nhỏ, không cần sử dụng hệ thống nước lạnh áp suất cao, hệ thống đơn giản dễ điều chỉnh. Nhược điểm, thiết bị cần diện tích lớn, lắp đặt thiết bị, bảo trì vận hành không thuận lợi.

Hệ thống làm mát kết hợp trên mặt và dưới mặt đất. Ưu điểm, giảm tổn thất lạnh, giảm lưu lượng chất làm lạnh. Nhược điểm, hệ thống phức tạp, thiết bị lạnh làm rải rác khó quản lý.

Hệ thống làm mát di động cục bộ: ưu điểm, hệ thống thiết bị đơn giản, linh hoạt, kích thước nhỏ, dễ lắp đặt và di chuyển phù hợp trong các đường lò, tổn thất lạnh nhỏ. Nhược điểm, thiết bị lạnh nằm rải rác khó quản lý, khó giải phóng nhiệt ngưng tụ.

4.2. Đề xuất giải pháp làm mát mỏ cho lò chợ CGH L7

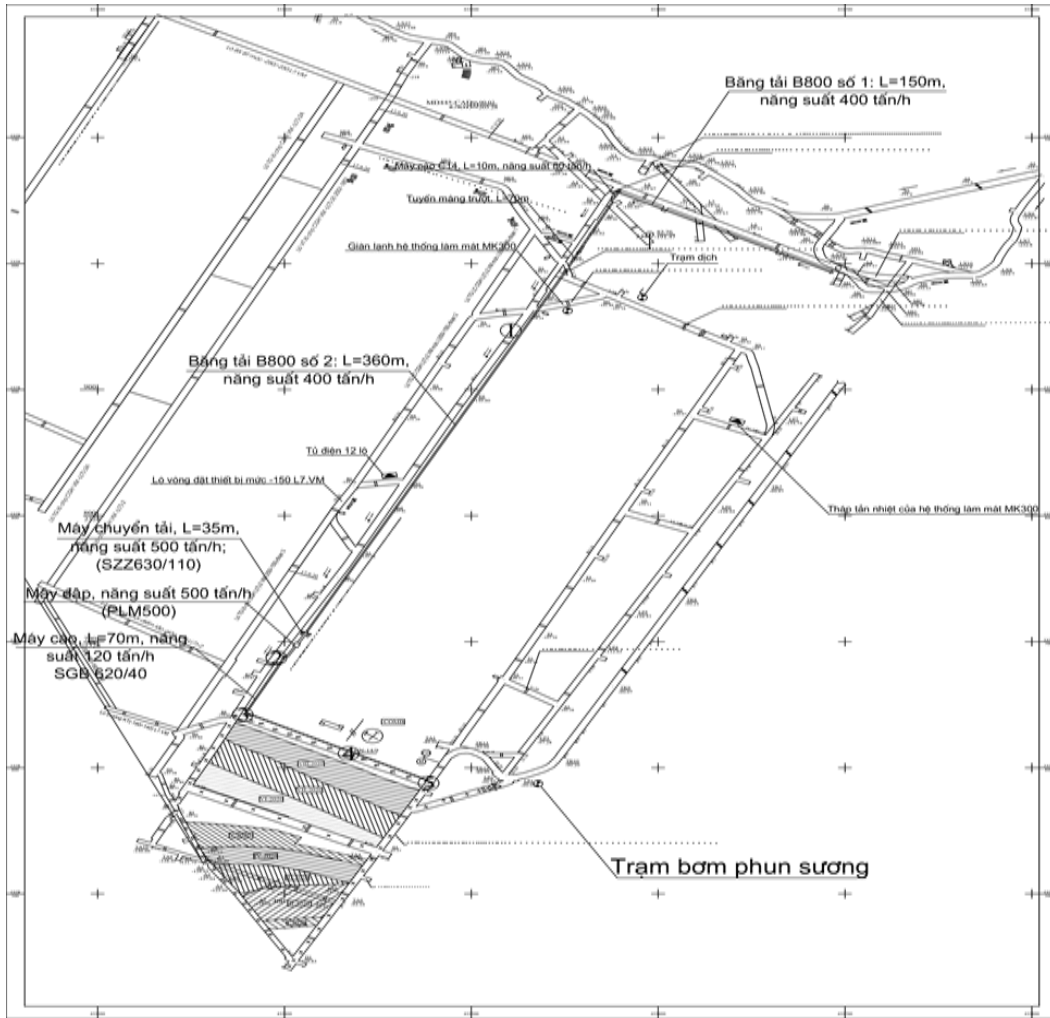
Do điều kiện vi khí hậu hiện tại ở khu vực mỏ than Mông Dương phần lớn các khu vực khai thác đều đảm bảo tiêu chuẩn, chỉ có một số khu vực độ sâu khai thác lớn, lò chợ cơ giới hóa nhiệt độ vượt quá tiêu chuẩn, nên lựa chọn điều hòa không khí cục bộ phù hợp và kinh tế hiện nay. Vị trí lựa chọn lắp đặt thiết bị làm mát MK-300 (Bảng 3), tại lò vận tải để giảm nhiệt cho lò chợ cơ giới hóa L7 trên các Hình 7, 8. Đây là vị trí gió sạch từ các đường lò thông gió, vận tải chính vào cung cấp cho lò chợ. Khi lắp đặt thiết bị làm mát, gió sạch sẽ qua hệ thống làm mát, kết hợp với nguồn nước sạch cung cấp vào thiết bị làm mát sẽ được đẩy vào dọc tuyến lò dọc vỉa vận tải tới gương khai thác lò chợ.

Bảng 3. Thông số kỹ thuật thiết bị MK-300.

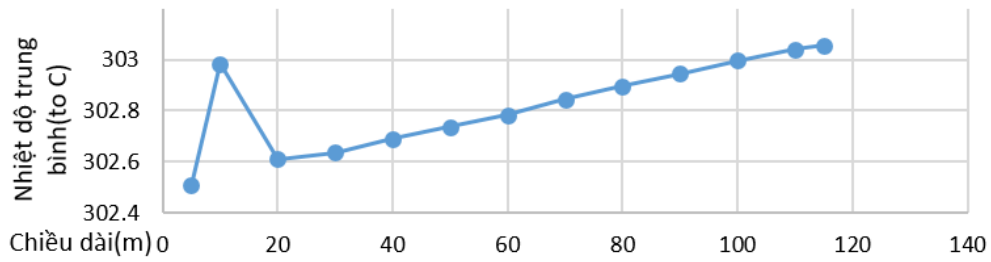
TT	Thông số	Đặc điểm
1	Khả năng làm mát	300 kW
2	Nhiệt độ bay hơi	(0÷7°C); $T_p = 3,3^{\circ}\text{C}$
3	Nhiệt độ ngưng tụ	(40÷48°C); $T_k = 42^{\circ}\text{C}$
4	Lưu lượng không khí	$V_l = 400\div 6700$ m ³ /min
5	Nhiệt độ đầu vào thiết bị bay hơi	$T_{pi} = 31,0^{\circ}\text{C}$
6	Nhiệt độ đầu ra thiết bị bay hơi	$T_{Ao} = 19,0^{\circ}\text{C}$
7	Nhiệt độ nước đầu vào bình ngưng	$T_{wi} = 27^{\circ}\text{C}$
8	Nhiệt độ nước đầu ra bình ngưng	$T_{wo} = 40^{\circ}\text{C}$
9	Tốc độ dòng chảy của nước làm mát bình ngưng	$V_w = 20,0$ m ³ /h
10	Khu vực làm mát	150÷200 m
11	Công suất làm mát bay hơi	450 kW



Hình 6. Thiết bị điều hòa không khí MK-300.



Hình 7. Vị trí lắp đặt thiết bị điều hòa không khí lò chợ L7.



Hình 8. Kết quả thay đổi nhiệt độ khi sử dụng thiết bị điều hòa tại lò chợ L7 (CFD).

Sau khi sử dụng thiết bị làm mát MK-300, qua kết quả mô phỏng nhiệt độ tại khu vực lò chợ, thấy rằng nhiệt độ khu vực lò chợ giảm với $t^0 < 30^0C$ (Hình 8). Như vậy, thiết bị làm mát MK-300 đã đáp ứng được yêu cầu giảm nhiệt độ trong lò chợ cơ giới hóa L7, cải thiện được điều kiện vi khí hậu và năng suất lao động của người lao động.

5. Kết luận

Do ảnh hưởng của địa nhiệt, thiết bị khai thác, nhiệt độ không khí trong lò chợ đã vượt quá tiêu chuẩn cho phép. Điều này dẫn đến điều kiện vi khí hậu suy giảm, ảnh hưởng trực tiếp tới sức khỏe của người lao động cũng như năng suất làm việc do cơ thể nhanh chóng bị mất nước gây cảm giác mệt mỏi. Để giảm thiểu tác động tiêu cực của điều kiện khí hậu đến sản xuất tại các mỏ than dưới lòng đất, các phương pháp thông gió được sử dụng, không phải lúc nào cũng đáp ứng được yêu cầu. Với mục đích hạ nhiệt độ không khí tại các địa điểm làm việc, nhóm tác giả đề xuất giải pháp làm mát không khí bằng điều hòa không khí cục bộ MK-300. Khi sử dụng thiết bị làm mát, nhiệt độ cao nhất đo được ở đầu lò chợ cũng chỉ đến ngưỡng 30^0C nằm trong giới hạn cho phép theo quy chuẩn. Miền nhiệt này đã tạo cảm giác dễ chịu, điều kiện của người lao động đã được cải thiện đáng kể góp phần tăng năng suất lao động cho lò chợ cơ giới hóa L7.

Đóng góp của các tác giả

Nguyễn Văn Quang - hình thành ý tưởng cấu trúc bài báo, nghiên cứu tài liệu, đo đạc số liệu hoàn thiện bản thảo cuối cùng; Lê Như Hùng, Đỗ Ngọc Tú và Nguyễn Văn Tĩnh, Nguyễn Văn Miến - tư vấn góp ý đọc bản thảo cuối.

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.
- Воропаев.А.ф, (1961). управдениЕ тендовы МРезитотЯгл Уьокихжатах. М Гомо-Ртехиэдат.
- Công ty CP than Mông Dương - TKV, (2020). Báo cáo kết quả đo thông số vi khí hậu, Quảng Ninh.

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 ở 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, trang 66-68 và trang 99.*

Đào Văn Chi, Trần Xuân Hà, (2020). Nghiên cứu hiện trạng và giải pháp cải tạo hệ thống thông gió mỏ than Quang Hanh, *Tạp chí Khoa học Mỏ và Trái đất Tập. 61, Số 4 (2020) 110 - 117.*

Horst Wagner, (2013). The management of heat flow in deep mines. *Mining Report 149 (2013), Heft 2.*

Nguyễn Cao Khải, (2020). Xác định chế độ làm việc của quạt chính cho mỏ than Giáp Khẩu, Công ty Hòn Gai -TKV, *Tạp chí Công nghiệp Mỏ số 3.*

P. Mitchell. (2003). Controlling and Reducing Heat on Longwall Faces. *Proceedings of the 2003 Coal Operators' Conference.*

QUAN Truong Tien, Rafał ŁUCZAK1 and Piotr ŻYCZKOWSKI, (2019). Climatic hazard assessment in selected underground hard coal mines in Vietnam. *Journal of the Polish Mineral Engineering Society. No 2 (44). p155 - 163.* [http://doi.org/10.29227/IM - 2019 - 02 - 67.](http://doi.org/10.29227/IM - 2019 - 02 - 67)

Wu Zhongli. Mine ventilation and safety (M). Xuzhou: China University of Mining and Technology Press, (1989). 50-245.

Zhang, Y., Wan, Z.J., Gu, B., Cheng J. Y., (2017). Unsteady temperature field of surrounding rock mass in high geothermal roadway during mechanical ventilation. *J. Cent. South Univ. 24, 374-381.* [https://doi.org/10.1007/s11771-017-3439-3.](https://doi.org/10.1007/s11771-017-3439-3)