



NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH NGUỒN XUẤT LỘ NƯỚC VÀO LÒ CHỢ 11-1.10 MỨC -175/-180 KHU III VỈA 11 CÔNG TY CỔ PHẦN THAN HÀ LÂM - VINACOMIN

Lê Văn Hậu^{1,*}, Trần Đức Dậu²

¹Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, 3 Phan Đình Giót, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Tp. Hồ Chí Minh, 236B Lê Văn Sĩ, Hồ Chí Minh, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 29/10/2025

Ngày nhận bài sửa: 05/01/2026

Ngày chấp nhận đăng: 10/01/2026

^{1,*}Tác giả liên hệ:

Email: tddau@hcmunre.edu.vn

TÓM TẮT:

Khu mỏ than Hà Lâm, Công ty Cổ phần Than Hà Lâm - Vinacomin được khai thác bằng phương pháp hầm lò và lộ thiên. Hiện tại, các khai trường lộ thiên đã kết thúc khai thác và cơ bản đã được đổ thải, san lấp với cốt cao bề mặt bãi thải lớn hơn hoặc bằng mức thông thủy khu vực. Công tác khai thác hầm lò phía dưới bãi thải vẫn đang diễn ra, quá trình khai thác lò chợ 11-1.10 mức -175/-180 khu III vỉa 11 dưới bãi thải vỉa 14 cánh Tây đã xảy ra sự cố xuất lộ nước vào lò chợ, làm ảnh hưởng đến sản xuất. Bài viết này trình bày phương pháp xác định nguồn xuất lộ nước vào lò chợ, làm cơ sở đề xuất giải pháp nâng cao mức độ an toàn khi khai thác phần trữ lượng còn lại.

Từ khóa: xuất lộ nước, bãi thải cánh Tây, đáy moong, lưu lượng, vận tốc, mực nước, vùng nứt nẻ dẫn nước, góc nứt tách.

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, một trong những khó khăn lớn nhất của Công ty Cổ phần Than Hà Lâm - Vinacomin là khai thác hầm lò chịu ảnh hưởng của nước từ các moong lộ thiên đã được đổ thải, san lấp (moong kín). Đặc biệt là vỉa 11 nằm dưới moong lộ thiên Vĩa 14 Cánh Tây (cũ) của mỏ than Núi Béo (do Công ty Cổ phần Than Núi Béo khai thác). Đây là moong lộ thiên (bãi thải) có dung tích và khả năng tích đọng nước lớn, lưu lượng nước tăng/giảm theo mùa (tăng nhanh về mùa mưa). Trong khi đó, Vĩa 11 có chiều dày lớn, góc dốc thoải đến nghiêng, được quy hoạch khai thác bằng sơ đồ công nghệ khai thác cột dài theo phương, khâu lớp trụ hạ trần thu hồi than nóc, điều khiển đá vách bằng phá hỏa toàn phần; khoảng cách từ các lò chợ đến đáy moong không lớn, trung bình từ 80 ÷ 140 m. Với điều kiện như trên, khi tiến hành khai

thác có thể tạo ra vùng sập đổ, nứt nẻ (chiều cao vùng nứt nẻ dẫn nước) phát triển lên đáy moong (khu vực tích tụ nước trong bãi thải), gây ra sự cố xuất lộ nước vào trong các đường lò và không gian khai thác. Lịch sử khai thác hầm lò tại mỏ Hà Lâm dưới bãi thải (moong lộ thiên được đổ thải, san lấp) đã nhiều lần xảy ra xuất lộ nước từ địa tầng vào trong lò chợ, làm gián đoạn sản xuất và tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn. Thực tế khai thác lò chợ 11-1.10 mức -175/-180 khu III Vĩa 11 nằm dưới bãi thải Vĩa 14 Cánh Tây đã xảy ra hiện tượng xuất lộ nước vào lò chợ, cụ thể: trong thời gian đào lò chuẩn bị và khai thác thường kỳ để qua bước gãy ban đầu của đá vách cơ bản, lò chợ hầu như không có xuất lộ nước hoặc với lưu lượng nhỏ, ảnh hưởng không lớn đến sản xuất. Tuy nhiên, khi lò chợ khấu theo phương được 39,0 m (qua bước gãy ban đầu của đá vách cơ bản) đã xảy ra hiện

tượng xuất lộ nước từ nền lò chợ (nước chảy từ luồng phá hỏa vào không gian lò chợ) tại các giá số 01 ÷ 29, với tổng lưu lượng nước quan trắc được từ 98 ÷ 180 m³/h. Đoạn lò còn lại từ giá số 30 ÷ 50 không có nước và toàn tuyến lò chợ khu vực mặt gương, nóc lò khô ráo. Ngay sau khi lò chợ xuất lộ nước, Công ty đã tạm dừng khai thác, để xác định nguyên nhân dẫn đến sự cố nước chảy vào lò (nguồn nước xuất lộ vào lò), nhằm đề xuất giải pháp khai thác hợp lý cho lò chợ 11-1.10 mức -175/-180 khu III Vĩa 11 mỏ than Hà Lâm.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Lò chợ nằm trực tiếp dưới moong lộ thiên và bãi thải Vĩa 14 Cánh Tây đã kết thúc khai thác từ năm 2022, khai trường lộ thiên có chiều dài 1.483 m, chiều rộng 1.015 m, tương ứng với diện tích bề mặt lên đến 115,7 ha; cốt cao kết thúc khai thác lộ thiên từ -23/-80 (cốt cao đáy moong lộ thiên). Trong phạm vi giới hạn bề mặt, lò chợ 11-1.10 nằm ở vị trí có cốt cao đáy moong mức -50, tương ứng khoảng cách từ cốt cao khai thác của lò chợ đến đáy moong (bãi thải Vĩa 14 Cánh Tây) từ 140 ÷ 154 m. Hiện tại, moong lộ thiên đã được đổ thải, san lấp đến cốt cao mức +30 (cốt cao bề mặt bãi thải), đảm bảo thoát nước mặt bằng phương pháp tự chảy, khối lượng đất đá đổ thải trong moong khoảng 13 triệu m³. Công tác san lấp moong lộ thiên được áp dụng phương pháp đổ thải theo chu vi, độ dốc hướng tâm bãi thải từ 3 ÷ 5%, chiều cao tầng ≤ 50 m, góc dốc sườn ta luy từ 30 ÷ 35°. Đất đá san lấp moong được lấy từ các mỏ lộ thiên và hầm lò trong khu vực có kích cỡ hạt rất đa dạng, từ dạng bụi đến các cục/tảng; san gạt bề mặt bằng máy gạt; lu lèn bằng chính ô tô đổ thải. Giải pháp san lấp moong như trên có mức độ lèn chặt không cao, hình thành khoảng trống và khe nứt trong bãi thải, tạo điều kiện cho nước mặt thấm xuống và tích tụ dưới đáy bãi thải, gây ảnh hưởng cho quá trình khai thác hầm lò phía dưới. Sau những trận mưa, một phần nước trên bề mặt sẽ tự thoát ra ngoài bãi thải theo độ dốc bề mặt, phần còn lại sẽ thấm xuống bãi thải và tích tụ dưới đáy moong. Nước mặt thấm xuống bãi thải sẽ mang theo mảnh vụn và hạt đá thải có kích thước nhỏ xuống lấp nhét vào khoảng trống trong bãi thải, tạo ra vùng bùn hóa dưới đáy moong, gây ảnh hưởng cho quá trình khai thác hầm lò phía dưới nếu như không có biện pháp ứng xử kịp thời với nước mặt.

Để xác định mực nước (lượng nước) tích đọng trong bãi thải, từ năm 2017 ÷ 2020 Công ty Cổ phần Than Hà Lâm - Vinacomin đã thi công 05 lỗ khoan quan trắc nước trong bãi thải Vĩa 14 Cánh Tây. Các lỗ khoan quan trắc được thi công tại vị trí sâu nhất của bãi thải, cụ thể: Lỗ khoan LK.QTHL01

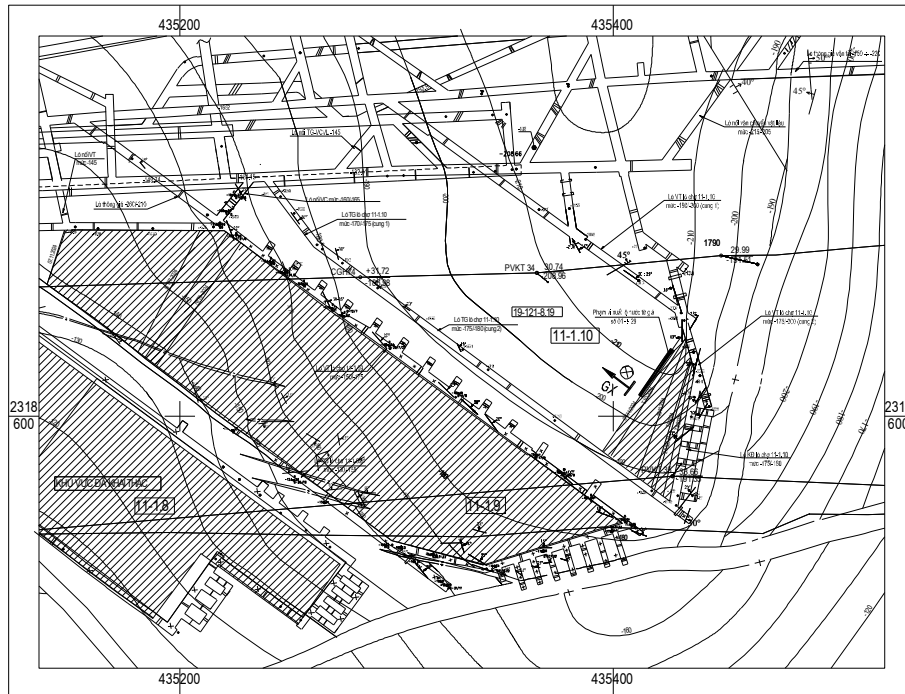
khoan tại vị trí có cốt cao đáy moong mức -60 và cách lò chợ 11-1.10 khoảng 1.054,8 m; Lỗ khoan LK.QTHL02 khoan tại vị trí có cốt cao đáy moong mức -80 và cách lò chợ 11-1.10 khoảng 743,5 m; Lỗ khoan LK.QTHL03 khoan tại vị trí có cốt cao đáy moong mức -67 và cách lò chợ 11-1.10 khoảng 332,8 m; Lỗ khoan LK.QTHL04 khoan tại vị trí có cốt cao đáy moong mức -53 và cách lò chợ 11-1.10 khoảng 681,9 m; Lỗ khoan LK.QTHL06 tại vị trí có cốt cao đáy moong mức -75 và cách lò chợ 11-1.10 khoảng 1.044,4 m. Thông qua các lỗ khoan quan trắc, đã xác định lượng nước trong bãi thải duy trì tương đối ổn định ở mức -8,274, tương ứng với lượng nước chứa trong bãi thải lên đến 3,0 triệu m³ [1]. Về mùa mưa, nước trong bãi thải tăng nhanh, do nước mặt thấm xuống bãi thải, làm mực nước dâng cao và dao động ở cốt cao -4,0. Khi nguồn nước mặt bổ cập cho bãi thải không đáng kể, mực nước giảm trong thời gian ngắn về mức -8,274 và duy trì ổn định.

Trong điều kiện nước mặt như trên, công tác khai thác hầm lò dưới bãi thải Vĩa 14 Cánh Tây vẫn đang diễn ra, bao gồm cả lò chợ 11-1.10 mức -175/-180. Lò chợ thuộc khu III phần Nam của Vĩa 11, nằm cách đáy moong lộ thiên Vĩa 14 Cánh Tây từ 140 ÷ 154 m. Phạm vi lò chợ kéo dài từ tuyến thăm dò địa chất IXa đến tuyến Xa với chiều dài theo phương từ 175 ÷ 250 m; theo hướng dốc trung bình 65,5 m. Khu vực lò chợ có chiều dày toàn vỉa từ 13,4 ÷ 18,2 m, trung bình 16,0 m. Vĩa có cấu tạo phức tạp, trong vỉa tồn tại từ 5 ÷ 12 lớp kẹp, tổng chiều dày lớp đá kẹp thay đổi từ 0,9 ÷ 2,7 m, trung bình 1,7 m. Góc dốc vỉa thay đổi từ 12 ÷ 21°, trung bình 16°. Vách trực tiếp chủ yếu là bột kết có chiều dày từ 5,2 ÷ 21,5 m, trung bình 12,6 m. Vách cơ bản gồm các lớp cát kết, sạn kết có chiều dày từ 4,7 ÷ 17,0 m, trung bình 8,3 m. Trụ trực tiếp chủ yếu là bột kết có chiều dày từ 2,9 ÷ 11,9 m, trung bình 5,3 m, phía dưới lớp bột kết là lớp cát kết có chiều dày từ 1,3 ÷ 19,6 m, trung bình 7,3 m. Lò chợ được chống giữ bằng 50 bộ giá xích thủy lực di động và bắt đầu khai thác thường kỳ từ ngày 21/8/2024. Công tác khấu gương bằng khoan nổ mìn (KNM) thủ công, điều khiển đá vách bằng phá hỏa toàn phần, đến ca 2 ngày 07/11/2024 lò chợ khấu theo phương được khoảng 39,0 m (còn lại 150 m sẽ đến ranh giới dừng khai thác) đã xảy ra hiện tượng nước từ luồng phá hỏa chảy vào trong lò chợ tại các giá từ số 01 ÷ 29 với tổng lưu lượng từ 98 ÷ 180 m³/giờ. Quan sát bằng mắt thường cho thấy, nước chảy vào lò chợ không màu (nước trong), không mùi và vị. Chiều dài đoạn lò còn lại từ giá số 30 ÷ 50 và toàn tuyến lò chợ khu vực mặt gương, nóc lò khô ráo, không có hiện tượng xuất lộ nước. Ngay sau khi lò chợ xuất lộ

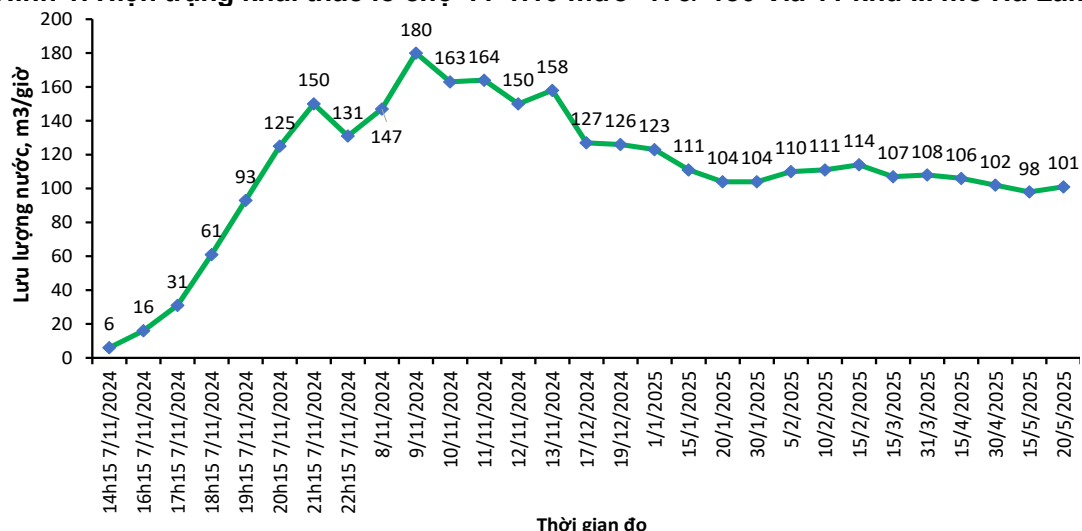


nước, Công ty đã tạm dừng khai thác lò chợ để xác định nguồn nước chảy vào lò, tập trung thoát nước bằng cách đào cúp thoát nước tại khu vực chân lò chợ; xây dựng đập ngăn nước (ngăn không gian lò chợ với khu vực phá hỏa) dọc theo đoạn lò từ giá số 01 ÷ 29, nhằm hạn chế nước từ luồng phá hỏa

chảy vào lò chợ, lắp đặt 02 đường ống $\Phi 225$ thu và dẫn nước theo lò nổi mức -220/-215 (cúp thoát nước chân chợ) xuống lò thoát nước mức -290/-220, rồi chảy về lò xuyên vỉa mức -300, đến hầm bơm để bơm cưỡng bức lên mặt bằng mức +75 (Hình 1).



Hình 1. Hiện trạng khai thác lò chợ 11-1.10 mức -175/-180 Vĩa 11 khu III mỏ Hà Lâm



Hình 2. Tổng hợp lưu lượng nước chảy vào lò chợ 11-1.10 (sau khi lò chợ khẩu hoàn chỉnh theo phương được 39 m)

Kết quả tổng hợp lưu lượng nước chảy vào lò chợ 11-1.10 tại Hình 2 cho thấy, trước khi lò chợ khẩu qua bước gãy ban đầu của đá vách cơ bản, hầu như không có nước xuất lộ vào lò chợ hoặc với lưu lượng nhỏ (khoảng 6,0 m³/h), ảnh hưởng không lớn đến sản xuất. Tuy nhiên, sau khi lò chợ

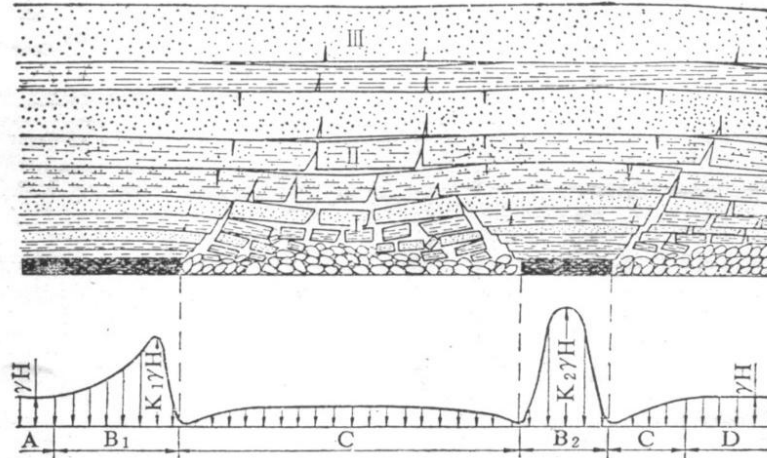
khẩu theo phương được 39,0 m, lượng nước xuất lộ vào lò chợ tăng đột biến từ 6,0 m³/h lên đến 150 m³/h (ngày 7/11/2024) trong một thời gian rất ngắn (khoảng 7,0 giờ). Lưu lượng nước trên duy trì trong khoảng thời gian từ 3 ÷ 4 ca sản xuất rồi tăng đột biến lên đến 180 m³/h (ngày 9/11/2024), sau đó lại

có xu hướng giảm dần và duy trì ở mức trên/dưới $100 \text{ m}^3/\text{h}$. Tổng lưu lượng nước đã thoát ra từ ngày 7/11/2024 đến hết ngày 12/5/2025 khoảng 490 nghìn m^3 , gây gián đoạn sản xuất và ảnh hưởng lớn đến kế hoạch khai thác của đơn vị. Đến nay, mặc dù đã dừng khai thác để thực hiện thu rút các giá tại phạm vi có xuất lộ nước nhưng hiện tượng nước chảy vào lò chợ vẫn đang diễn ra với lưu lượng khoảng $100 \text{ m}^3/\text{h}$. Kết quả quan trắc nước chảy vào trong lò chợ cho thấy, để duy trì được lưu lượng nước xuất lộ vào lò chợ lớn trong thời gian dài như trên, vùng nứt nẻ dẫn nước của lò chợ đã liên thông với đối tượng chứa nước có lưu lượng lớn, khả năng tàng trữ nước cao. Trước thực trạng của lò chợ 11-1.10 mức -175/-180 khu III Vĩa 11, cần thiết phải xác định nguyên nhân xuất lộ nước vào trong lò chợ, làm cơ sở đề xuất các giải pháp nâng cao mức độ an toàn và hiệu quả khi khai thác phần trữ lượng còn lại trong điều kiện lò chợ có xuất lộ nước.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả tính toán [1] đã xác định trong điều kiện lò chợ 11-1.10 mức -175/-180 Vĩa 11 bước sập đổ của đá vách cơ bản từ $23,3 \div 32,76 \text{ m}$. Thực tế lò chợ 11-1.10 đã khai thác phần nửa trên (1/2 chiều dài lò chợ phía trên) được từ $30 \div 39 \text{ m}$ theo

phương; nửa dưới (1/2 chiều dài lò chợ phía dưới) từ $19 \div 30 \text{ m}$ theo phương, tính từ thượng khởi điểm của lò chợ (theo tài liệu cập nhật hiện trạng khu vực lò chợ 11-1.10). Với khoảng cách tiến gương như trên, về cơ bản lò chợ 11-1.10 đã khâu qua bước sập đổ ban đầu của đá vách cơ bản. Quá trình sập đổ đá vách đã gây ra sự biến dạng của lớp đá trong địa tầng phía trên lò chợ. Sự biến dạng có thể biểu hiện ở dạng dịch chuyển các lớp đất đá mà không bị phá hủy, cũng có thể ở dạng nứt nẻ và đứt gãy. Trường hợp kích thước khoảng trống đã khai thác lớn, quá trình dịch chuyển có thể phát triển lên bề mặt địa hình (vùng chứa nước trong bãi thải). Thời điểm ban đầu, các lớp đá nằm ngay trên vỉa than bị phá hủy, sau đó xảy ra sự dịch chuyển của các lớp đá vách nằm phía trên (dịch chuyển địa tầng) theo mức độ phát triển của quá trình khai thác (kích thước vùng đã khai thác). Theo hướng từ khoảng trống đã khai thác lên phía trên, địa tầng có thể phân chia thành ba vùng và được đặc trưng với mức độ phá hủy đất đá khác nhau, cụ thể: vùng sập đổ hỗn loạn, vùng nứt nẻ và vùng uốn võng. Vị trí các vùng dịch chuyển, biến dạng của đá vách khi khai thác lò chợ dài, áp dụng giải pháp điều khiển đá vách bằng phá hóa toàn phần (Hình 3).

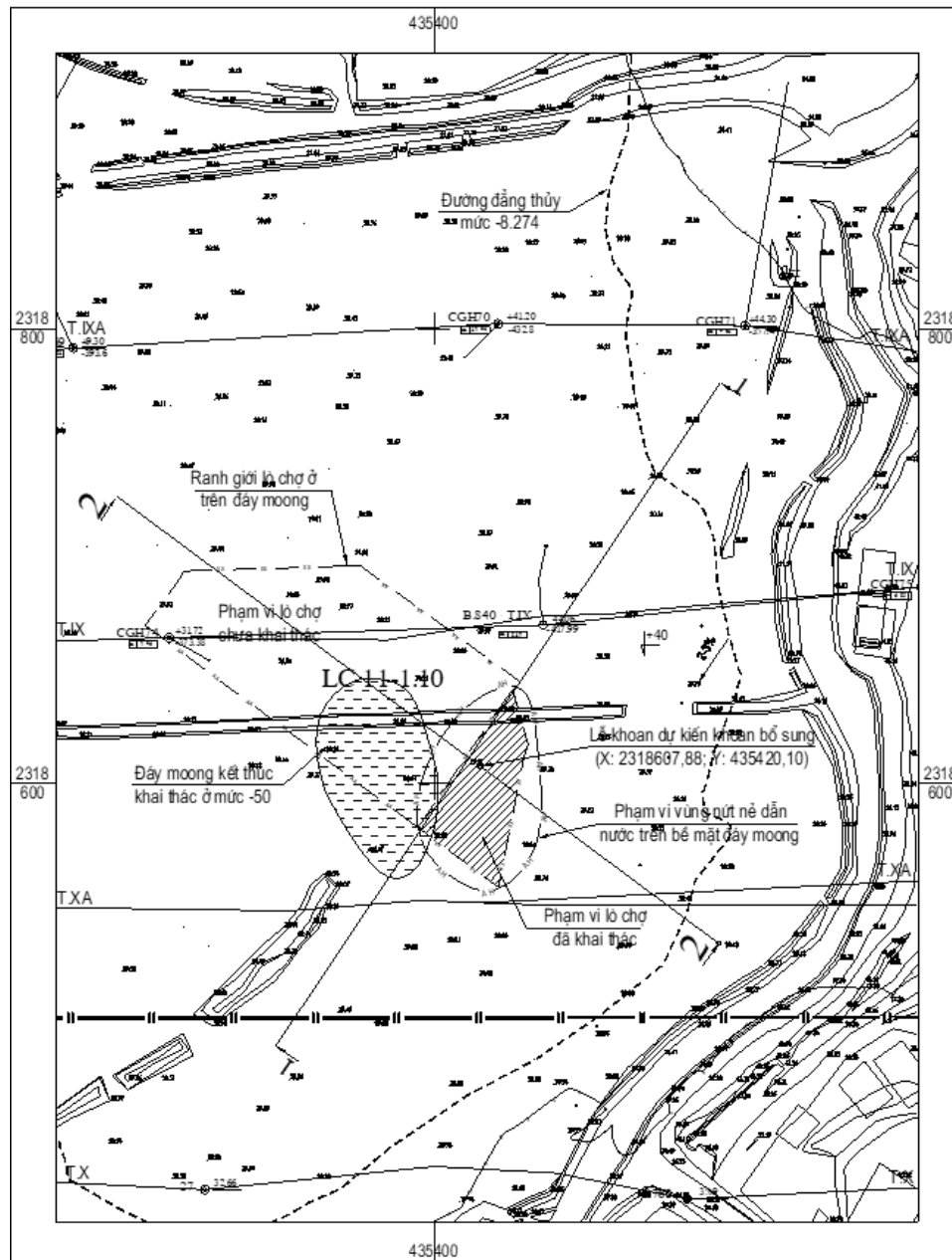


I - Đới sập lở; II - Đới nứt nẻ; III - Đới võng; A - Vùng ứng suất nguyên sinh; B1, B2 - Vùng tập trung ứng suất; C - Vùng giảm ứng suất; D - Vùng ứng suất ổn định

Hình 3. Các vùng dịch chuyển biến dạng khối đá phía trên khu vực khai thác khi điều khiển đá vách bằng phá hóa toàn phần

Từ phân tích trên có thể thấy, khả năng dẫn nước của địa tầng phía trên lò chợ 11-1.10 phụ thuộc vào tham số chiều cao của vùng sập đổ và nứt nẻ (chiều cao vùng nứt nẻ dẫn nước). Khi giá trị này lớn hơn khoảng cách từ cốt cao khai thác đến đáy moong, nước từ trong bãi thải thấm xuống dưới địa tầng, rồi chảy vào lò chợ. Trên cơ sở các góc nứt tách theo phương vỉa $\delta' = 90^\circ$; góc nứt tách theo hướng dốc lên (γ') và dốc xuống (β'), $\gamma' = \beta' = 90^\circ$ [1]

do quá trình khai thác lò chợ 11-1.10 tạo ra (giới hạn vùng nứt nẻ dẫn nước theo đường phương và hướng dốc), nhóm tác giả đã xác định được diện tích vùng nứt nẻ dẫn nước phát triển lên đáy moong (bãi thải Vĩa 14 Cánh Tây) là 3.767 m^3 (Hình 4). Đây là phần diện tích (vùng nứt nẻ dẫn nước) tiếp xúc trực tiếp với vùng chứa nước trong bãi thải, tạo điều kiện cho nước thấm thấu xuống dưới địa tầng phía trên lò chợ.



Hình 4. Bán kính vùng ảnh hưởng do quá trình khai thác lò chợ 11-1.10

Với phạm vi (bán kính) vùng nứt nẻ dẫn nước như trên, lượng nước lớn nhất có thể chảy vào lò chợ xác định theo công thức của Darcy (định luật Darcy) như sau [2]:

$$Q_{\max} = \frac{F \times k \times \Delta h}{L}, \text{ m}^3/\text{h}$$

Trong đó: $Q_{\max}$ - Lưu lượng dòng chảy của nước qua vùng nứt nẻ dẫn nước do quá trình khai thác lò chợ tạo ra phát triển lên đáy moong, m^3/h .

F - Diện tích vùng nứt nẻ dẫn nước trên bề mặt đáy moong (xác định trên cơ sở các góc nứt tách do quá trình khai thác lò chợ 11-1.10 tạo ra), $F = 3.767 \text{ m}^2$.

k - Hệ số dẫn lưu của nước trong địa tầng phía

trên lò chợ 11-1.10 (lấy theo giá trị trung bình trong báo cáo địa chất thăm dò khu mỏ than Hà Lầm), $k = 0,0468$.

h_1 - Chiều cao cột nước trong bãi thải ở phạm vi giới hạn bề mặt lò chợ (phạm vi bãi thải vỉa 14 cánh Tây có cốt cao đáy bãi thải mức -50), $h_1 = 28,0 \text{ m}$.

L - Khoảng cách từ đáy moong đến cốt cao khai thác của lò chợ (tính theo giá trị trung bình), $L = 162,9 \text{ m}$.

Δh - Độ chênh (chiều cao) cột nước từ mặt nước tĩnh đến cốt cao khai thác (tính trong trường hợp địa tầng đất đá phía trên lò chợ đã chứa nước), $\Delta h = h_1 + L = 28 + 162,9 = 190,9 \text{ m}$.



$$\text{Thay số: } Q_{\max} = \frac{3.767 \times 0,0468 \times 190,9}{162,9} = 206,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Theo kết quả tính toán, lượng nước lớn nhất từ bãi thải vĩa 14 cánh Tây có thể chảy xuống lò chợ là 206,6 m³/h. Tuy nhiên, thực tế lượng nước lớn nhất xuất lộ vào lò chợ là 180 m³/h, sau đó duy trì ổn định ở mức trên/dưới 100 m³/h. Việc lưu lượng thực tế chảy vào lò chợ nhỏ hơn so với kết quả tính toán là do thông thường nước trong bãi thải chứa nhiều bùn, đất và các vật liệu mịn, khi nước chảy vào trong địa tầng mang theo vật liệu này. Một phần vật liệu mịn lấp nhét vào khe nứt và độ rỗng của lớp đất đá dẫn nước, làm hẹp diện tích dẫn nước. Ngoài ra, nước thấm xuống địa tầng sẽ vận động theo hai hướng, bao gồm: phương thẳng đứng và phương ngang. Trong đó, chủ yếu vận động theo phương thẳng đứng (chảy xuống khu vực lò chợ), một phần nhỏ sẽ theo các lớp đất đá dẫn nước và khe nứt phân lớp giữa các lớp đất đá ra ngoài phạm vi của lò chợ (không chảy vào khu vực lò chợ). Từ kết quả tính toán và phân tích trên, có thể khẳng định nguồn nước chảy vào lò chợ 11-1.10 từ bãi thải Vĩa 14 Cánh Tây. Đây là đối tượng chứa nước với lưu lượng lớn nên bổ cập thường xuyên cho vùng nứt nẻ dẫn nước của lò chợ, tạo ra sự cố nước chảy vào lò chợ với lưu lượng lớn và duy trì tương đối ổn định từ 98 ÷ 180 m³/h.

Với lưu lượng nước thực tế chảy vào trong lò chợ từ 98 ÷ 180 m³/h và diện tích vùng nứt nẻ dẫn nước (3.767 m²) do quá trình khai thác lò chợ tạo ra, vận tốc nước chảy (thấm thấu) xuống lò chợ theo phương thẳng đứng được xác định theo công thức sau:

$$V = \frac{Q_{lc}}{F}, \text{ m/h}$$

Trong đó: Q_{lc} - Lưu lượng nước thực tế chảy vào lò chợ, $Q_{lc} = 98 \div 180 \text{ m}^3/\text{h}$;

F - Diện tích bề mặt vùng nứt nẻ dẫn nước do quá trình khai thác lò chợ tạo ra phát triển lên đáy moong, tạo điều kiện cho nước từ bãi thải thấm thấu vào trong địa tầng, rồi chảy xuống lò chợ, $F = 3.767 \text{ m}^2$.

- Trường hợp $Q_{lcmin} = 98 \text{ m}^3/\text{h}$, tương ứng:

$$V = \frac{Q_{lcmin}}{F} = \frac{98}{3.767} = 0,026 \text{ m/h.}$$

- Trường hợp $Q_{lcmax} = 180 \text{ m}^3/\text{h}$, tương ứng:

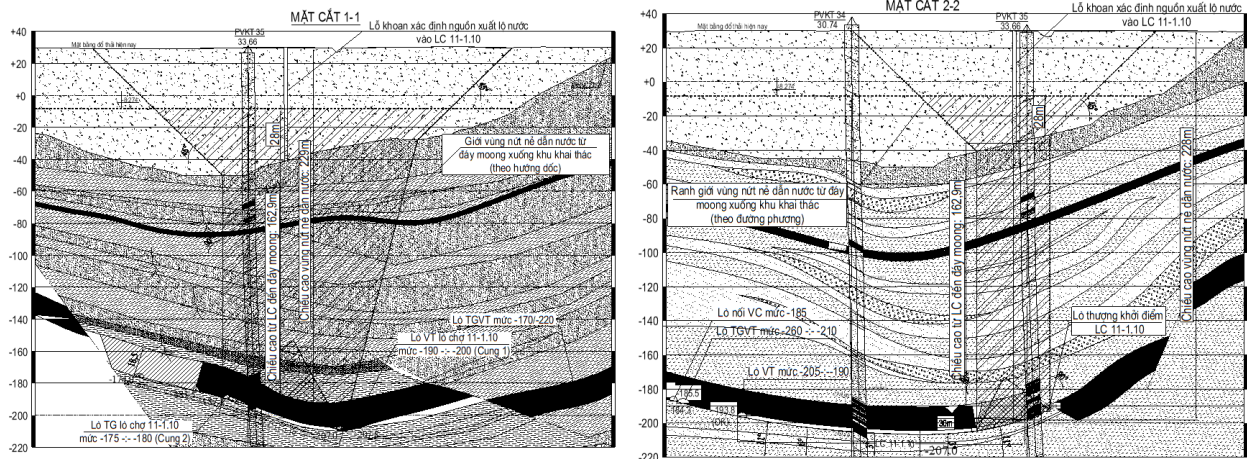
$$V = \frac{Q_{lcmax}}{F} = \frac{180}{3.767} = 0,048 \text{ m/h.}$$

Như vậy, vận tốc nước chảy xuống lò chợ 11-1.10 theo phương thẳng đứng (tính từ đáy moong đến cốt cao khai thác của lò chợ) đạt từ $V = 0,026 \div 0,048 \text{ m/h}$.

Để có thêm cơ sở để khẳng định thêm nguồn xuất lộ vào trong lò chợ 11-1.10 từ bãi thải Vĩa 14 Cánh Tây, có thể thực hiện bổ sung thêm một số thí nghiệm sau: (i) Phương pháp dùng chất chỉ thị

màu thả xuống bãi thải. Theo phương án này, sau khi thả chất chỉ thị màu xuống bãi thải, nước trong bãi thải sẽ chuyển sang trạng thái màu sắc của chất chỉ thị màu. Trường hợp nước từ bãi thải chảy xuống dưới lò chợ có thể nhận biết bằng mắt thường thông qua màu sắc của chất chỉ thị màu sau khi bị hòa tan trong nước; (ii) Phương pháp xác định nồng độ muối trong nước bằng cách thả muối ăn xuống bãi thải. Theo phương án này, sẽ thả một lượng muối ăn nhất định xuống bãi thải, nhằm tăng nồng độ muối ăn trong nước. Tiến hành kiểm tra nồng độ muối ăn của nước trong bãi thải và lò chợ (sau một thời gian thả muối ăn xuống bãi thải) để so sánh nồng độ muối giữa các mẫu nước, làm cơ sở xác định nguồn nước chảy vào lò chợ; (iii) Phương pháp phân tích thành phần hóa học của mẫu nước chảy vào trong lò chợ và nước tích tụ trong bãi thải. Thông qua hàm lượng hóa học của các mẫu nước để xác định mối tương quan giữa nước xuất lộ vào lò chợ và trong bãi thải Vĩa 14 Cánh Tây.

Các phương pháp trên đã được một số mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh áp dụng để xác định nguồn nước chảy vào trong lò. Kết quả áp dụng tại các mỏ cho thấy, phương pháp (i) và (ii) có thể cho kết quả đáng tin cậy. Tuy nhiên, moong lộ thiên Vĩa 14 Cánh Tây đã được đổ thải, san lấp (moong kín), nên việc tiếp xúc trực tiếp với nước trong bãi thải chỉ thông qua các lỗ khoan quan trắc. Trong khi đó, lượng nước trong bãi thải lên đến 3,0 triệu m³ và tập trung dưới đáy bãi thải, để hòa tan với lượng nước trên, khối lượng chất chỉ thị màu hoặc muối ăn thả xuống bãi thải thông qua các lỗ khoan quan trắc (05 lỗ khoan) là rất lớn và không khả thi. Hơn nữa, các lỗ khoan nằm cách xa lò chợ (từ 332,8 ÷ 1.054,8 m), thời gian để hòa tan và lan tỏa đến phạm vi vùng nứt nẻ dẫn nước của lò chợ 11-1.10 lớn, đồng nghĩa với việc phải tạm dừng khai thác lò chợ kéo dài, phát sinh các chi phí thoát nước, củng cố,... để duy trì không gian lò chợ. Để khắc phục vấn đề trên, tại trung tâm vùng nứt nẻ dẫn nước của lò chợ ở đáy moong, khoan bổ sung 01 lỗ khoan từ bề mặt bãi thải xuống cốt cao -40, tương ứng với chiều dài lỗ khoan khoảng 70,7m; đường kính lỗ khoan D93 mm (kết cấu lỗ khoan thực hiện tương tự như lỗ khoan quan trắc hiện có của mỏ). Thông qua lỗ khoan này, thực hiện thả trực tiếp chất chỉ thị màu hoặc muối ăn xuống dưới bãi thải, khi đó chất chỉ thị màu và muối ăn thấm trực tiếp xuống địa tầng rồi chảy vào lò chợ (hạn chế thấm theo phương ngang), cho phép giảm khối lượng chất chỉ thị màu hoặc muối ăn, rút ngắn thời gian thực hiện giải pháp. Dự kiến vị trí lỗ khoan bổ sung để thực hiện thí nghiệm (Hình 4 và Hình 5).



Hình 5. Mối tương quan giữa lỗ chợ 11-1.10 mức -175/-180 với 11 và vùng chứa nước trong bãi thải Via 14 Cánh Tây

Ngoài phục vụ công tác xác định nguồn nước xuất lộ vào lỗ chợ 11-1.10, lỗ khoan bổ sung này còn được sử dụng để quan trắc nước trong bãi thải khi khai thác lỗ chợ 11-1.10 và toàn bộ khu mỏ Hà Lâm, nhằm xác định diễn biến mực nước trong bãi thải, từ đó đề xuất giải pháp ứng xử kịp thời với nước mặt và nước ngầm trong khu vực, cụ thể cách thức thực hiện từng giải pháp đề xuất như sau:

3.1. Phương pháp dùng chất chỉ thị màu thả xuống bãi thải (chất chỉ thị màu rhodamin - màu xanh)

Để có thể nhận biết bằng mắt thường thông qua màu sắc, sử dụng loại chất chỉ thị màu rhodamin (có màu xanh). Đồng thời, để đảm bảo chất chỉ thị màu sau khi hòa tan với nước trong bãi thải, thấm qua địa tầng khu vực, rồi chảy xuống lỗ chợ không bị bay màu (nước có màu xanh như chất chỉ thị màu), pha loãng chất chỉ thị màu với nước theo tỉ lệ: 100g chất rhodamin với 100 lít nước (tỉ lệ 1:1). Theo tỉ lệ như trên, khối lượng chất chỉ thị màu cần thiết thả xuống bãi thải như sau:

- **Khối lượng chất chỉ thị màu cho một lần thả xuống lỗ khoan:** lỗ khoan sử dụng để thả chất chỉ thị màu có chiều dài 70,7 m; đường kính lỗ khoan 93 mm; chiều cao cột nước trong lỗ khoan 28,0 m. Khi đó, lượng nước chứa trong lỗ khoan được xác định theo công thức:

$$Q_{lk} = S_{lk} \times H_{lk}, \text{ m}^3$$

Trong đó, H_{lk} - Chiều cao cột nước trong lỗ khoan, $H_{lk} = 28,0$ m.

S_{lk} - Diện tích của lỗ khoan để thả chất chỉ thị

$$\text{màu, } S_{lk} = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,093^2}{4} = 0,0068 \text{ m}^2$$

d - Đường kính lỗ khoan để thả chất chỉ thị

màu, $d = 93$ (mm) = 0,093 m.

Thay số: $Q_{lk} = 0,0068 \times 28,0 \approx 0,19 \text{ m}^3 = 190$ lít

Để hòa 190 lít nước trong lỗ khoan với chất chỉ thị màu theo tỉ lệ 1:1, khối lượng chất chỉ thị màu cho một lần thả xuống lỗ khoan là: $\frac{190 \times 100}{100} = 190$ g.

- **Khối lượng chất chỉ thị màu cần thiết thả xuống bãi thải để đảm bảo lan tỏa hết diện tích vùng nứt nẻ dẫn nước do quá trình khai thác lỗ chợ 11-1.10 tạo ra (theo phương đứng và ngang xung quanh lỗ khoan):** các góc nứt tách trong địa tầng do quá trình khai thác lỗ chợ 11-1.10 tạo ra bằng 90° (theo đường phương và hướng dốc), nên diện tích vùng nứt nẻ dẫn nước trên đáy moong và phía trên lỗ chợ là như nhau. Như vậy, theo phương thẳng đứng (chiều sâu khai thác), vùng nứt nẻ dẫn nước của lỗ chợ tạo ra có dạng hình lăng trụ đứng, với diện tích mặt trên và dưới là $F = 3.767 \text{ m}^2$. Giả sử nước từ bãi thải thấm đều trên diện tích vùng nứt nẻ dẫn nước ở đáy moong xuống dưới địa tầng, khi đó cũng có thể coi đối tượng chứa nước trên bề mặt của lỗ chợ cũng có dạng hình lăng trụ đứng với chiều cao 28,0 m (chiều cao cột nước) và thể tích nước trong phạm vi diện tích vùng nứt nẻ dẫn nước được xác định theo công thức:

$$V_{tt} = F \times h_1 \times k_{bt}, \text{ m}^3$$

Trong đó: F - Diện tích tiết diện của vùng nứt nẻ dẫn nước, $F = 3.767 \text{ m}^2$;

h_1 - Chiều cao cột nước trong lỗ khoan (chiều cao hình lăng trụ), $h_1 = 28,0$ m;

k_{bt} - Hệ số lỗ rỗng trong bãi thải Vía 14 Cánh Tây [2], $k_{bt} = 0,137$.

Thay số: $V_{tt} = 3.767 \times 28,0 \times 0,137 \approx 14.450$ (m^3) = 14.450.000 lít



Với lưu lượng nước như trên, khối lượng chất chỉ thị màu cần thiết phải thả xuống bãi thải để hòa tan với nước theo tỉ lệ 1:1 là: $\frac{14.450.000 \times 100}{100} = 14.450.000 \text{ gam} = 14,45 \text{ tấn}$.

Toàn bộ 14,45 tấn chất chỉ thị màu sẽ được thả xuống bãi thải thông qua 01 lỗ khoan, tương ứng với số lần thả chất chỉ thị màu xuống lỗ khoan là: $\frac{14.450.000}{190} = 76.053 \text{ lần}$.

Giả sử trong quá trình thả chất chỉ thị màu xuống lỗ khoan có sự hỗ trợ của thiết bị khuấy trộn để hòa tan chất chỉ thị màu với nước, thời gian để hòa tan và lan tỏa hết lượng chất chỉ thị màu cho một đợt thả (190g) khoảng 1 phút = 0,017 giờ (có thể lớn hơn), tương ứng thời gian để lan tỏa (thời gian thực hiện 76.053 lần thả chất chỉ thị màu) toàn bộ diện tích 3.767m² theo phương ngang và đứng là: $\frac{76.053 \times 0,017}{24 \times 30} = 1,8 \text{ tháng}$.

- Thời gian tối đa để dung dịch chất chỉ thị màu có thể chảy từ bãi thải xuống dưới lò chợ 11-1.10 được xác định theo công thức:

$$T = \frac{L}{24 \times 30 \times V}, \text{ tháng}$$

Trong đó, T - Thời gian để dung dịch chất chỉ thị màu thấm xuống lò chợ, tháng.

V - Vận tốc nước chảy trong địa tầng phía trên lò chợ 11-1.10 (theo phương thẳng đứng), V = 0,026 ÷ 0,048 m/h.

24 - Số giờ làm việc trong một ngày (làm việc liên tục 3 ca/ngày), (giờ).

30 - Số ngày làm việc trong một tháng, (ngày).

Thay số: T = 4,7 ÷ 8,7 tháng.

Theo kết quả tính toán trên, trường hợp ngay sau khi chất chỉ thị màu được thả xuống lỗ khoan và hòa tan với nước, dung dịch bắt đầu thấm xuống địa tầng khu vực, thời gian nhỏ nhất để hoàn thành thí nghiệm từ 4,7 ÷ 8,7 tháng. Tuy nhiên, khi tính thêm thời gian để khoan hoàn chỉnh một lỗ khoan có chiều dài 70,7 m, đường kính 93 mm (dự kiến khoảng 0,3 tháng) và thời gian để chất chỉ thị màu lan tỏa trong bãi thải 1,8 tháng, thời gian để hoàn thiện thí nghiệm lớn hơn rất nhiều, từ 6,8 ÷ 10,8 tháng. Đây cũng là thời gian phải tạm dừng lò chợ để chờ kết quả quan trắc.

3.2. Phương pháp xác định nồng độ muối trong nước (thả muối ăn NaCl xuống bãi thải)

Để thực hiện giải pháp này, cũng cần phải khoan bổ sung thêm 01 lỗ khoan (có chiều dài lỗ khoan 70,7 m, đường kính 93 mm) ở trung tâm vùng nứt nẻ dẫn nước do quá trình khai thác lò chợ 11-1.10 tạo ra (Hình 5). Trình tự các bước để thực hiện phương pháp này tương tự như trường hợp thả chất chỉ thị màu xuống bãi thải. Tuy nhiên, trước khi thả muối ăn xuống bãi thải, tiến hành lấy mẫu nước

ở trong bãi thải và nước chảy vào lò chợ 11-1.10 để thực hiện thí nghiệm xác định nồng độ muối tự nhiên trong nước (khu mỏ gần với biển nên có thể trong nước có hàm lượng muối). Sau khi xác định xong hàm lượng muối tự nhiên trong nước (có thể có hoặc không), tiến hành thả muối ăn NaCl xuống bãi thải thông qua lỗ khoan bổ sung (ở trung tâm vùng nứt nẻ dẫn nước). Để dung dịch muối ăn sau khi thấm qua địa tầng xuống phía dưới lò chợ vẫn có thể nhận biết được thông qua thí nghiệm mẫu nước, khối lượng muối ăn NaCl thả xuống bãi thải sau khi hòa tan với nước phải tạo được dung dịch muối có nồng độ 3%, cụ thể như sau:

- Khối lượng muối ăn NaCl cho một lần thả xuống lỗ khoan để đảm bảo dung dịch yêu cầu (khối lượng muối hòa tan với 190 lít trong lỗ khoan) là: $\frac{190 \times 3}{100} = 5,7 \text{ kg}$.

- Khối lượng muối ăn NaCl cần thiết thả xuống bãi thải để hòa tan với 14.450.000 lít nước là: $\frac{14.450.000 \times 3}{100} = 433.500 \text{ kg}$.

- Số lần thả muối ăn NaCl xuống lỗ khoan để hòa tan hết 433.500 kg muối là: $\frac{433.500}{5,7} = 76.053 \text{ lần}$.

Như vậy, giải pháp thả muối ăn có số lần phải thực hiện (số lần thả muối qua lỗ khoan) tương tự như giải pháp thả chất chỉ thị màu. Giả sử trong quá trình thả muối có sử dụng thiết bị khuấy trộn, nhằm muối tan trong nước nhanh nhất có thể và thời gian để hòa tan, lan tỏa hết lượng muối ăn NaCl cho một đợt thả (5,7kg) khoảng 1 phút = 0,017 giờ, thời gian để thực hiện giải pháp thả muối ăn NaCl tương tự thời gian thả chất chỉ thị màu (thời gian để thực hiện hai phương pháp như nhau).

Giải pháp thả muối ăn NaCl đã được thực hiện tại lò chợ cơ giới hóa II-8-2 (lò chợ chống giữ bằng giàn Vinaalta) trước đây tại mỏ than Vàng Danh. Trong quá trình khai thác đã có nước chảy vào trong lò chợ với lưu lượng từ 20 ÷ 40m³/h (tháng 7/2009), đột biến có thời điểm lên đến 76 m³/h. Phía trên bề mặt địa hình của lò chợ có suối B chảy qua (đoạn chảy qua lò chợ) bị mất dòng chảy. Để xác định nguồn nước chảy vào lò chợ II-8-2, lúc 10h ngày 4/7/2009 tiến hành thả muối tại suối B, đến 16h50 nồng độ muối bắt đầu tăng lên gấp 2,2 lần 0,0067% (nồng độ NaCl trước khi thả muối 0,003%), nồng độ muối tiếp tục duy trì đến 10h ngày 5/7/2009 sau đó giảm dần.

3.3. Phương pháp phân tích thành phần hóa học mẫu nước

Phương pháp này được thực hiện bằng cách lấy mẫu nước trong bãi thải và nước chảy vào trong lò chợ 11-1.10 để thí nghiệm xác định thành phần hóa



học trong từng mẫu nước. Trường hợp thành phần hóa học của hai mẫu nước (ở trong bãi thải và lò chợ) có tính tương đồng về các chỉ số, có thể khẳng định nguồn nước chảy vào trong lò chợ là từ bãi thải Vía 14 Cánh Tây. Ngược lại, khác nhau về chỉ số thành phần hóa học, có thể nguồn nước chảy vào trong lò chợ không có mối liên hệ với nước trong bãi thải. Tuy nhiên, các lỗ khoan quan trắc nước trong bãi thải hiện có nằm cách xa lò chợ từ 332,8 ÷ 1.054,8 m (lấy mẫu nước trong lỗ khoan để thí nghiệm), khi nước vận động từ các lỗ khoan về khu vực lò chợ có thể bị thay đổi về chỉ số thành phần hóa học, do nước bị lọc qua tầng đất đá thải hoặc nước ở các lỗ khoan không liên thông với nước ở khu vực bãi thải chảy xuống lò chợ. Khi đó, kết quả thí nghiệm có độ chính xác không cao. Do vậy, để giảm trường thấm nước theo phương ngang quá dài, làm thay đổi thành phần hóa học của nước, tiến hành khoan bổ sung thêm 01 lỗ khoan có chiều dài 70,7 m, đường kính 93 mm ở trung tâm vùng nứt nẻ dẫn (tương tự như giải pháp thả chỉ thị màu và muối ăn NaCl). Sau đó, tiến hành lấy mẫu nước trong lỗ khoan phía trên lò chợ (trong bãi thải) và ở lò chợ để thực hiện thí nghiệm, kiểm tra chỉ số thành phần hóa học trong từng mẫu nước.

Phương pháp phân tích thành phần hóa học mẫu nước có các công đoạn thực hiện tương đối đơn giản, chi phí thấp và cho kết quả đáng tin cậy. Để nâng cao mức độ tin cậy của giải pháp, có thể thực hiện thí nghiệm nhiều mẫu nước ở các vị trí khác nhau trong lò chợ, nhằm so sánh với mẫu nước lấy trong lỗ khoan bổ sung. Giải pháp này cũng đã được Công ty Cổ phần Than Hà Lâm - Vinacomin thực hiện để xác định nguồn nước chảy vào trong các lò chợ LC 1.8; LC 1.9; lò thông gió LC 1.10; LC 1.10 và cho kết quả tin cậy cao [1].

Kết quả phân tích, đánh giá các giải pháp bổ sung xác định nguồn xuất lộ nước vào trong lò chợ 11-1.10 cho thấy, để thực hiện theo giải pháp thả chỉ thị màu hoặc muối ăn cần thiết phải khoan bổ sung thêm 01 lỗ khoan có chiều dài 70,7 m, đường

kính 93 mm, tương ứng với thời gian thi công lỗ khoan khoảng 0,3 tháng và chi phí khoan khoảng 450 triệu đồng. Đồng thời, thời gian để thả liên tục bằng thủ công hết khối lượng chất chỉ thị màu hoặc muối ăn theo yêu cầu khoảng 1,8 tháng, thời gian để dung dịch chất chỉ thị màu hoặc muối chảy xuống lò chợ từ 4,7 ÷ 8,7 tháng. Các giải pháp trên có thể cho kết quả với mức độ tin cậy cao, nhưng thời gian tạm dừng khai thác lò chợ dài, kéo theo chi phí củng cố, duy trì lò chợ tăng và tiềm ẩn nhiều nguy cơ mất an toàn. Đối với phương pháp phân tích thành phần hóa học mẫu nước, để nâng cao mức độ chính xác của kết quả thí nghiệm, vẫn thực hiện khoan bổ sung thêm 01 lỗ khoan như các giải pháp khác. Tuy nhiên, giải pháp này có các công đoạn thực hiện đơn giản, chi phí thấp và cho kết quả có thể tin cậy, không phải tạm dừng khai thác lò chợ để chờ kết quả thí nghiệm.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã tiến hành phân tích, đánh giá và xác định nguồn nước chảy vào lò chợ 11-1.10 từ bãi thải Vía 14 Cánh Tây. Tuy nhiên, để nâng cao hơn nữa mức độ tin cậy có thể thực hiện một trong những thí nghiệm xác định nguồn xuất lộ nước vào trong lò chợ, cụ thể: (i) Phương pháp dùng chất chỉ thị màu thả xuống bãi thải; (ii) Phương pháp xác định nồng độ muối trong nước bằng cách thả muối ăn xuống bãi thải; (iii) Phương pháp phân tích thành phần hóa học của mẫu nước chảy vào trong lò chợ và nước tích tụ trong bãi thải. Mỗi một phương pháp, nhóm tác giả đã trình bày phương pháp luận, cũng như trình tự các bước thực hiện nên các giải pháp có mức độ tin cậy cao, có thể làm tài liệu tham khảo cho các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh nói chung và mỏ than Hà Lâm nói riêng triển khai vào trong thực tế sản xuất nhằm kiểm soát mức độ ảnh hưởng của đối tượng chứa nước trên bề mặt đến quá trình khai thác hầm lò phía dưới □

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] Viện KHCN Mỏ - Vinacomin, *Giải pháp xử lý ảnh hưởng của nước, nâng cao mức độ an toàn trong quá trình khai thác lò chợ 11-1.10 mức -175/-180 khu III vỉa 11*, 2024.
- [2] Nguyễn Uyên, *Địa chất thủy văn công trình*, Nhà xuất bản Xây dựng, 2014.
- [3] Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, *Hướng dẫn tính toán trụ bảo vệ các công trình và đối tượng thiên nhiên do ảnh hưởng của khai thác than hầm lò*, 2018.
- [4] Jacob Bear, Arnold Verruijt, *Modeling Groundwater Flow and Pollution*, D. Reidel Publishing Company, 1987.
- [5] Ven Te Chow, David T. Madment and Larry W. Mays, *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Company, 1988.
- [6] R. Allan Freeze and John A. Cherry, *Ground Water*, Prentice-Hall, Inc, 1979.



A PROPOSED METHOD FOR DETERMINING WATER INFLOW SOURCES INTO THE 11-1.10 LONGWALL AT LEVELS -175/-180 IN ZONE III OF SEAM 11 HA LAM COAL JOINT STOCK COMPANY – VINACOMIN

Van Hau Le^{1,*}, Duc Dau Tran²

¹Vinacomin – Institute of Mining Science and Technology, 3 Phan Dinh Giot, Ha Noi, Vietnam

²Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment, 236B Le Van Si, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 29/10/2025

Revised: 05/01/2025

Accepted: 10/01/2025

* Corresponding author:

Email: tddau@hcmunre.edu.vn

ABSTRACT

The Ha Lam Coal Mine, operated by Ha Lam Coal Joint Stock Company – Vinacomin, has been exploited using both open-pit and underground mining methods. After the completion of surface mining, the spoil dumps have been reclaimed and graded to elevations equal to or higher than the regional drainage level. During underground extraction at longwall face 11-1.10 (level -175/-180) in Zone III of Seam 11, located beneath the waste dump of Seam 14 in the western field, a sudden water inrush occurred, disrupting production activities. This study investigates the source of the inflowing water through hydrogeological analysis and field data interpretation. The results reveal a potential hydraulic connection between the overlying spoil dump and the underlying coal seam, which led to the incident. Based on these findings, technical measures are proposed to prevent similar events and to improve the safety and stability of mining operations in the remaining reserves.

Keywords: water inrush, western dump area, pit bottom, flow rate, flow velocity, water level, water-bearing fracture zone, fracture-separation angle.

@ Vietnam Mining Science and Technology Association