

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ TIÊN TIẾN CHỐNG NEO TẠI LÒ ĐỌC VĨA VẬN TẢI LÒ CHỢ IV-9-17 MỎ KHE CHÀM II-IV CÔNG TY THAN HẠ LONG

Phạm Khánh Minh^{1,*}, Trần Tuấn Ngạn¹, Phạm Văn Chương², Nguyễn Ngọc Duy²,
Zakharov V. A.³, Aushev E.V.³

¹Trung tâm Hỗ trợ tiến bộ Kỹ thuật Mỏ, 226 Lê Duẩn, Hà Nội, Việt Nam

²Công ty than Hạ Long – TKV, Cẩm Đông, Quảng Ninh, Việt Nam

³Viện Thiết kế mỏ "RANK", Liên bang Nga, 650000, Kemerovo, Đường Sovetsky, 7.

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 17/10/2024

Ngày nhận bài sửa: 25/11/2024

Ngày chấp nhận đăng: 28/11/2024

^{1,*}Tác giả liên hệ:

Email: minhmeo19862004@gmail.com

TÓM TẮT

Thực hiện đề tài cấp nhà nước mã số 010.21.CNKK.QG/HĐKH-CN, trên cơ sở nghiên cứu công tác thực hiện tại các nước phát triển về chống neo trên thế giới như Nga, Trung Quốc và đánh giá tình hình chống neo tại các mỏ than hầm lò Việt Nam, Trung tâm Hỗ trợ tiến bộ kỹ thuật Mỏ đã phối hợp với Viện Thiết kế mỏ "RANK", Liên bang Nga triển khai áp dụng các giải pháp tiên tiến trong chống lò bằng vì neo tại khu vực lò đọc vỉa vận tải lò chợ IV-9-17 mỏ Khe Chàm II-IV Công ty than Hạ Long – TKV. Các giải pháp tiên tiến được áp dụng tại 03 công đoạn chính: khảo sát điều kiện địa chất khu vực, thiết kế hệ chiếu chống lò và quan trắc độ ổn định đường lò chống neo.

Từ khóa: Neo, địa cơ mỏ, địa chấn, chụp ảnh nội soi, thiết kế, quan trắc trực tuyến.

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vì neo có tính ưu việt hơn so với các loại vì chống khác được sử dụng trong mỏ than hầm lò như vì chống thép, bê tông cốt thép, gỗ,...do neo là loại vì chống chủ động mang tải ngay sau khi lắp đặt, có tác dụng liên kết, gia cường độ ổn định và ngăn cản sự phát triển dịch động và phá hủy khối đá xung quanh đường lò.

Ở Việt Nam, công tác nghiên cứu và áp dụng vì neo bê tông cốt thép được triển khai từ những năm 80 của thế kỷ trước; năm 1995 -1996 các mỏ than Vàng Danh và Mạo Khê lần đầu tiên áp dụng thử nghiệm chống đường lò đọc vỉa than và lò đá yếu bằng vì neo dẻo cốt thép; tiếp theo từ đầu những năm 2000 neo chất dẻo cốt thép và neo cáp lần lượt được thử nghiệm ở các mỏ Dương Huy, Khe Chàm với sự tài trợ của nước ngoài, tuy nhiên việc triển khai mở

rộng áp dụng trong những năm trước 2010 còn rất hạn chế, đặc biệt là các đường lò đào trong than. Từ năm 2017 Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam đã xây dựng chương trình phát triển mở rộng chống lò bằng vì neo, đề ra kế hoạch tỷ lệ mét lò chống neo đạt 10%, 20% và 30% tổng số mét lò đào mới tương ứng với các năm 2018, 2019 và 2020; đến năm 2030 sẽ có 70% mét lò đá và 30% mét lò đào trong than được chống bằng vì neo.

Số liệu thống kê trong khoảng 10 năm trở lại đây cho thấy khối lượng đường lò chống bằng vì neo đã tăng lên đáng kể. Tuy nhiên tỉ lệ số mét lò chống neo trên tổng số mét lò đào mới hàng năm ở các mỏ than hầm lò còn rất thấp, có xu hướng giảm dần trong thời gian gần đây, đặc biệt là đối với các đường lò đào trong than (năm 2019 đạt tỷ lệ cao nhất là 12,2%, năm 2020 đạt 10,7% và năm 2021 đạt 8,6%). Điều này

hoàn toàn không phù hợp với xu thế hiện nay trên thế giới khi công nghệ neo phát triển ngày càng tiên tiến và có thể áp dụng chống giữ hầu hết các đường lò, ngay cả trong điều kiện địa chất phức tạp.

Nhằm thúc đẩy công tác chống lò bằng vì neo, đặc biệt đối với đường lò đào trong than, trong khuôn khổ đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu lựa chọn áp dụng các giải pháp công nghệ tiên tiến chống lò bằng vì neo ở các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh”, Trung tâm Hỗ trợ tiến bộ kỹ thuật Mỏ - Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam đã đề xuất các giải pháp công nghệ tiên tiến ở các giai đoạn khảo sát đánh giá điều kiện địa chất- kỹ thuật mỏ, thiết kế, thi công và hoàn thiện hệ chiếu chống vì neo và áp dụng cụ thể cho lò dọc vỉa vận tải (DVVT) lò chợ IV-9-17 mỏ Khe Chàm II-IV Công ty than Hạ Long – TKV.

Trong khuôn khổ bài báo, các tác giả tập trung vào nghiên cứu lựa chọn phương pháp xác định điều kiện địa cơ mỏ phục vụ thiết kế chống neo, lựa chọn phương pháp thiết kế chống neo và phương pháp quan trắc dịch động, kiểm soát độ ổn định đường lò chống neo.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Lựa chọn phương pháp khảo sát, đánh giá điều kiện địa cơ mỏ đá vách phục vụ chống neo

Sự phù hợp giữa hệ chiếu chống lò với đặc điểm điều kiện địa chất – kỹ thuật mỏ thực tế là yêu cầu quan trọng nhất đối mỗi thiết kế chống lò bằng vì neo, chính vì vậy công tác nghiên cứu đánh giá các điều kiện địa cơ mỏ là cần thiết hàng đầu mỗi khi lập thiết kế chống neo cho một đường lò cụ thể.

Thực tế cho thấy tài liệu địa chất mỏ theo các lỗ khoan thăm dò thường không trùng khớp với điều kiện địa chất thực tế tại vị trí dự kiến đào lò, chống vì neo; mặt khác, công tác khoan lấy mẫu và khảo sát cấu tạo đá vách trong các đường lò chống neo thường đòi hỏi chi phí lao động và thời gian lớn, vì vậy việc cập nhật thường xuyên các thay đổi điều kiện địa chất mỏ không được tiến hành, dẫn đến trong nhiều trường hợp thiết kế ban đầu chống vì neo không còn phù hợp với đặc điểm điều kiện địa chất – kỹ thuật mỏ thực tế. Ngoài ra, khi lập thiết kế thường không chú trọng đến các vùng tách lớp và nứt nẻ trong khối đá vách.

Ở nước ngoài sử dụng rộng rãi các phương pháp địa vật lý, chụp ảnh nội soi lỗ khoan, khoan lấy mẫu đá vách và phân tích tính chất cơ lý đá để đánh giá tổng hợp hiện trạng điều kiện địa cơ mỏ đá vách.

Song song với việc thiết kế hệ chiếu chống neo dựa trên tài liệu hiện trạng trong từng điều kiện cụ thể, trong quá trình đào và chống giữ lò, đặc biệt chú trọng công tác quan trắc kiểm soát trị số tách lớp đá vách, dịch động nóc lò, các thông số làm việc của thanh neo và phân tích đánh giá sự phù hợp của hệ chiếu chống neo với điều kiện địa cơ mỏ thực tế trong từng trường hợp cụ thể. Chính điều này đã thúc đẩy áp dụng rộng rãi các loại vì neo trong các mỏ than hầm lò, nhiều nước có tỷ lệ trên 90% đường lò được chống bằng các loại vì neo khác nhau. Ở các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh, công tác khảo sát điều kiện địa chất phục vụ tính toán neo chống lò được khuyến nghị trong “Hướng dẫn chống lò sử dụng neo dính kết, phối hợp bê tông phun hoặc lưới thép ở các mỏ than hầm lò” [6], theo đó tiêu chuẩn để xác định khả năng áp dụng neo chống lò được xác định bằng các hệ số ổn định của đá nóc và hông lò theo phương pháp của Viện VNIMI và chất lượng khối đá RQD theo phương pháp của Deere – Merrit. Để xác định các hệ số này cần thiết khoan lấy mẫu và xác định hàng loạt các chỉ tiêu cơ lý đá ở nóc và hông lò. Kinh nghiệm cho thấy, để xác định chất lượng khối đá theo phương pháp RQD (tính theo tỷ lệ giữa tổng chiều dài các thời mẫu phân tách bởi các khe nứt với tổng chiều dài lỗ khoan khảo sát) cần thường xuyên tiến hành khoan lấy mẫu đá, đòi hỏi nhiều thời gian và chi phí lao động; phương pháp này phù hợp khi thiết kế chống neo ở các công trình ngầm trong giao thông, thủy lợi hoặc các đường lò xây dựng cơ bản trong mỏ như lò đá xuyên vỉa, hầm trạm, khi các công trình cắt qua nhiều lớp nham thạch khác nhau; đối với các đường lò xây dựng cơ bản dọc vỉa đá hoặc lò chuẩn bị đào theo vỉa than thì đá vách trên nóc lò thường là các loại nham thạch đồng nhất hoặc không đồng nhất, có cấu tạo phân lớp, độ ổn định và tính chất sập đổ của đá vách phụ thuộc nhiều vào mức độ nứt nẻ và các mặt phân lớp yếu và tính chất cơ lý đá vách. Trên thế giới, nhiều nước sử dụng thiết bị chụp ảnh nội soi thành lỗ khoan để xác định thành phần cấu tạo thạch học, hệ thống các khe nứt, các mặt phân lớp yếu trong khối đá vách. Ở Việt Nam, một số công ty than hầm lò - Quảng Ninh đã đầu tư thiết bị chụp ảnh nội soi lỗ khoan để xác định cấu tạo đá vách. Tuy nhiên, trên thực tế việc nghiên cứu hiện trạng điều kiện địa cơ mỏ, đánh giá sự phù hợp hệ chiếu chống neo với điều kiện địa cơ mỏ trong từng trường hợp cụ thể chưa được quy định như một yêu cầu bắt buộc trong quá trình sử dụng vì

neo; trong nhiều trường hợp, các thông số kỹ thuật neo không tương thích với điều kiện địa chất kỹ thuật mỏ thực tế, đặc biệt ở các đường lò đào trong than; tình trạng các lò chống neo khi chuẩn bị lò chợ phải chống đội tăng cường bằng vì chống sắt khi khai thác lò chợ tương đối phổ biến, làm tăng phí chống giữ lò và gây tâm lý thiếu tin cậy vào độ an toàn của đường lò chống giữ bằng neo.

Trên cơ sở tổng hợp kinh nghiệm nước ngoài, các tác giả đề xuất sử dụng phương pháp đánh giá tổng hợp đặc điểm điều kiện địa cơ mỏ khối đá vách phục vụ tính toán các thông số kỹ thuật neo gồm 03 phương pháp như sau [1]:

2.1.1. Phương pháp đo địa chấn đường lò xác định hệ thống khe nứt và tính chất phá hủy khối đá vách

Đo địa chấn đường lò được tiến hành nhờ các xung âm thanh nhân tạo (tiếp theo gọi là tín hiệu âm thanh) được tạo ra bằng cách tạo chấn động vào thành đường lò; các xung âm thanh được biến đổi sang dạng kỹ thuật số bằng một thiết bị ghi tín hiệu âm thanh, việc xử lý và phân tích tín hiệu âm thanh được tiến hành bằng phần mềm kỹ thuật số.

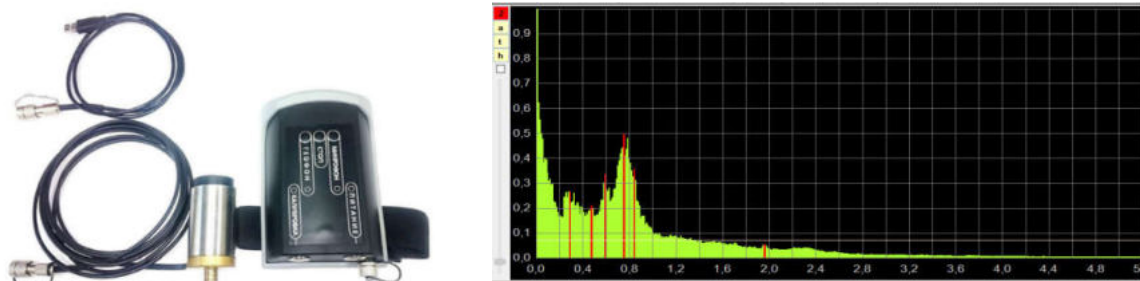
Bộ thiết bị đo địa chấn bao gồm: Thiết bị ghi tín hiệu âm thanh loại xách tay, an toàn tia lửa RIPAS;

phần mềm GEOSCAN xử lý kết quả đo địa chấn để đánh giá trạng thái khối đá theo các thông số phổ tín hiệu âm thanh. Thiết bị ghi tín hiệu âm thanh bao gồm kết cấu ghi tín hiệu âm thanh dạng kỹ thuật số và kết cấu (Geophon) biến đổi các dao động đàn hồi sang các tín hiệu điện tần số âm thanh. Phần mềm GEOSCAN làm nhiệm vụ tách các tín hiệu âm thanh, tính toán các phổ biên độ tần số theo tín hiệu âm thanh, xác định và tự động phân tích các tần số cộng hưởng (Hình 1).

Nghiên cứu trạng thái ứng suất biến dạng khối đá mỏ theo kết quả đo địa chấn đường lò dựa trên các nguyên lý sau: Tín hiệu âm thanh được tạo ra trong khối đá là các dao động cộng hưởng đàn hồi xuất hiện trong từng phân lớp đá từ mặt phẳng tự do đến các mặt tiếp xúc yếu. Giữa chiều dày của phân lớp (h), nơi xảy ra các dao động cộng hưởng đàn hồi và tần số các dao động (fp) có mối quan hệ theo công thức:

$$f_p = V/h \tag{1}$$

Trong đó: V – vận tốc pha của các sóng ngang, được xác định bằng phương pháp thực nghiệm, đối với phần lớn các loại đá trầm tích lục nguyên V=2500 m/s.



Hình 1. Máy thu tín hiệu âm thanh RIPAS và giao diện phần mềm GEOSCAN

Từ công thức (1), biết được tần số dao động xảy ra trong phân lớp đá, có thể xác định được chiều dày phân lớp đá. Chiều dày phân lớp đá được hiểu là khoảng cách từ vị trí tạo ra tín hiệu âm thanh (từ mặt phẳng tự do) đến mặt tiếp xúc yếu trong khối đá.

Biên độ của tần số cộng hưởng phụ thuộc hàng loạt yếu tố, trong đó mức độ giảm yếu của mặt tiếp xúc giữa các phân lớp đá là yếu tố quan trọng nhất. Mức độ giảm yếu của mặt tiếp xúc giữa các phân lớp đá phụ thuộc vào đặc điểm thạch học của mặt tiếp xúc, tuy nhiên phần lớn phụ thuộc vào mức độ biến dạng giữa các lớp theo mặt tiếp xúc trong quá trình

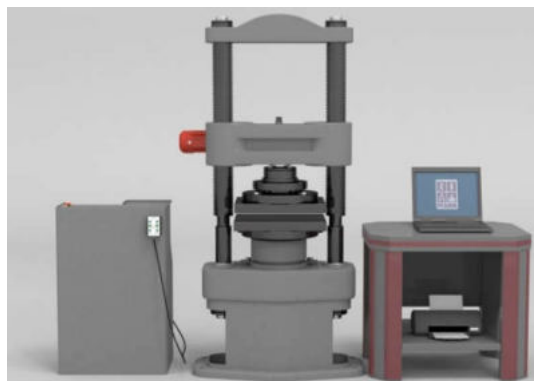
tiến hành công tác đào lò, khai thác. Dựa vào tính chất này khi phân tích tần số và biên độ cộng hưởng có thể xác định được sự thay đổi của trạng thái ứng suất biến dạng khối đá theo mặt cắt qua điểm kích thích dao động.

Phương pháp đo địa chấn đường lò cho phép:

- Xác định vị trí các mặt tiếp xúc yếu có thể gây ra các biến dạng giữa các phân lớp trong khối đá;
- Đánh giá sự thay đổi cường độ ứng suất trong khối đá;
- Đánh giá cường độ tách lớp đá vách ở vùng biên đường lò;



a. Thiết bị tải tập trung PSN-0.16.10



b. Máy ép thử thủy lực P-125

Hình 4. Các thiết bị thí nghiệm mẫu

Công tác thí nghiệm tính chất cơ lý, thành phần thạch học và cấu trúc đá vách được tiến hành theo tiêu chuẩn [4], [5], [7], [8].

2.2. Lựa chọn phương pháp thiết kế chống lò bằng vì neo

2.2.1. Khái quát về các phương pháp thiết kế chống giữ neo

Thiết kế chống neo là công việc quan trọng, đảm bảo an toàn và phát huy tính ưu việt sử dụng neo để chống giữ đường lò. Nếu lựa chọn thông số neo không hợp lý có thể dẫn đến cường độ chống giữ quá lớn, không chỉ làm tăng chi phí chống lò mà còn làm ảnh hưởng đến tốc độ đào lò; nếu cường độ chống giữ không đủ sẽ dẫn đến lò yếu, khối đá xung quanh lò sẽ biến dạng lớn, dễ gây sự cố sập đổ lò.

Trên thế giới chủ yếu áp dụng 3 phương pháp thiết kế chính:

(i) Phương pháp thiết kế dựa trên so sánh các công trình:

- **Phương pháp thiết kế dựa trên so sánh trực tiếp:** dựa vào các công trình chống neo thành công tại các đường lò với các điều kiện địa chất – kỹ thuật mỏ nhất định, so sánh với điều kiện địa chất – kỹ thuật mỏ của đường lò chuẩn bị đào, nếu các điều kiện này tương đối đồng nhất thì có thể sử dụng thiết kế ở đường lò đã chống neo thành công để lập hệ chiếu chống neo cho đường lò đào mới. Trong trường hợp này, việc đánh giá, so sánh điều kiện địa chất – kỹ thuật mỏ ở hai đường lò và kinh nghiệm thiết kế là yếu tố quan trọng quyết định sự thành bại của phương pháp thiết kế so sánh trực tiếp;

- **Phương pháp thiết kế theo công thức kinh nghiệm:** dựa vào kinh nghiệm thực tế thiết kế chống giữ neo ở nhiều điều kiện khác nhau để đúc rút ra các

công thức đơn giản làm cơ sở cho thiết kế chống neo trong đường lò đào mới. Các công thức kinh nghiệm cho thấy chỉ tính toán các thông số chính như chiều dài thanh neo và khoảng cách giữa các thanh neo, các thông số khác như kết cấu neo, dự ứng lực, chiều dài đoạn cố định neo, kết cấu và kích thước tấm ốp và các cấu kiện khác của vì neo thì khó có thể xác định qua công thức kinh nghiệm; ngoài ra các công thức kinh nghiệm này cũng chưa phản ánh sự ảnh hưởng của độ cứng đất đá, cấu tạo khối đá; vì vậy các công thức này chỉ có thể để tham khảo.

- Phương pháp thiết kế so sánh dựa trên phân loại tính ổn định của khối đá xung quanh đường lò:

Phương pháp thiết kế so sánh dựa trên phân loại tính ổn định của đất đá yêu cầu phải đánh giá điều kiện khối đá để có thể so sánh tính ổn định của khối đá trong công trình đã chống neo thành công với công trình thiết kế mới. Chính vì vậy việc phân loại tính ổn định khối đất đá xung quanh đường lò là rất quan trọng. Trên thế giới áp dụng một số phương pháp phân loại điển hình như: Phương pháp phân loại theo hệ số kiên cố, phương pháp phân loại theo chỉ tiêu chất lượng khối đá RQD (Deere 1967), phương pháp phân loại dựa trên chỉ tiêu là tốc độ truyền sóng đàn hồi trong khối đá (Ikeda Kazuhiko, 1973), phương pháp phân loại chất lượng khối đá Q (Bartn, 1974), phương pháp phân loại khối đá RMR (Bieniawski, 1979); mỗi phương pháp đều kèm theo các khuyến nghị thiết kế chống neo tương ứng. Các phương pháp nêu trên được áp dụng rộng rãi ở các nước, đặc biệt trong đào hầm giao thông, thủy lợi, hoặc các đường lò xây dựng cơ bản đào trong đá ở các mỏ than hầm lò.



Các nhà khoa học Trung Quốc đã xây dựng “Tiêu chuẩn phân cấp đất đá công trình” (GBJ86-1985) dựa vào cường độ kháng nén đơn trục của đá và hệ số hoàn chỉnh của khối đá để phân cấp chất lượng cơ bản của khối đá, sau đó dựa vào cấu tạo của khối đá, trạng thái ứng suất và đặc điểm thủy văn ... để hiệu chỉnh chỉ tiêu chất lượng khối đá.

Năm 1988, các nhà khoa học Trung Quốc trên cơ sở thực tế nhiều năm áp dụng vì neo chống lò đã xây dựng “Bảng phân loại tính ổn định của đất đá xung quanh đường lò chuẩn bị trong điều kiện vỉa thoải và dốc”, phục vụ chống neo trong các đường lò chuẩn bị sản xuất, lò xây dựng cơ bản, các lò đá, lò than, theo đó mức độ ổn định của đất đá được chia ra 5 loại. Dựa trên bảng phân loại và những thiết kế chống neo hiện có tương ứng với từng loại đất đá và kinh nghiệm thực tế, các nhà khoa học Trung Quốc đã khuyến nghị lựa chọn phương pháp chống giữ và các thông số neo đối với các đường lò xây dựng cơ bản. Ngoài ra, ở Trung Quốc cũng sử dụng bảng phân loại theo vòng phá hủy đất đá xung quanh đường lò, theo đó đá vách được phân thành 3 loại, tương ứng từng loại đưa ra khuyến nghị về phương pháp chống giữ bằng neo kết hợp với bê tông phun [9].

Ở LB Nga cũng như các nước thuộc Liên Xô trước đây, các nhà khoa học đã xây dựng bảng phân loại đá vách theo độ ổn định và tính chất sập đổ của đá vách dựa trên các yếu tố như diện tích lộ trần tính từ gương lò đến vị chống gần nhất, cấu tạo và tính chất phân lớp, mức độ nứt nẻ và cường độ kháng nén đơn trục của đá vách. Để tính toán lực kháng tải và chiều dài của thanh neo, đá vách được phân thành 4 loại theo tính chất sập đổ; để xác định các thông số chống neo, đá vách được phân thành 3 nhóm theo mức độ ổn định [6].

(ii) Phương pháp thiết kế theo tính toán lý thuyết:

Lý thuyết treo dựa trên tác dụng của neo là treo các phân lớp đá vách không ổn định lên trên lớp đá ổn định, ngăn không cho lớp đá mềm yếu, bờ rời sập đổ xuống. Lý thuyết treo chỉ tính đến tác dụng kháng kéo của thanh neo, dựa vào chiều dày các lớp đá vách không ổn định để tính toán chiều dài thanh neo, dựa vào trọng lượng các lớp đá không ổn định để tính toán đường kính và khoảng cách giữa các thanh neo.

Lý thuyết vòm cân bằng tự nhiên cho rằng, sau khi đường lò được đào, phần đá vách ngay trên nóc lò bị biến dạng, phá hủy; phía bên trên lớp đá bị phá

hủy này hình thành một vòm cân bằng tự nhiên. Bên trên vòm cân bằng tự nhiên là tầng đá vách ổn định, tác dụng chính của neo là ngăn không cho vòm phá hủy, sập đổ. Trong trường hợp này, lực kháng tải của neo được xác định bởi trọng lượng của khối đá trong vòm phá hủy; chiều dài neo được xác định bởi chiều cao vòm phá hủy, phần chiều dài neo nằm trong lớp đá ổn định ngoài vòm phá hủy và phần neo lộ ra trong đường lò.

Lý thuyết tổ hợp xà (dầm mang tải) cho rằng tác dụng của neo là tạo lực kháng theo hướng trục và hướng tiếp tuyến, ngăn không cho khối đá tách lớp và dịch động trượt giữa các phân lớp đá, liên kết các phân lớp mỏng thành lớp đá dày hơn, hình thành tổ hợp xà, từ đó nâng cao được độ ổn định của đá vách trên nóc lò.

Lý thuyết vòm gia cố cho rằng, dưới tác dụng của lực bám dính, xung quanh mỗi thanh neo hình thành một vùng ứng suất nén hình quả trám, khi khoảng cách giữa các thanh neo và hàng neo đủ nhỏ thì giữa các thanh neo hình thành vùng ứng suất nén có dạng hình quả trám đan xen nhau, tạo nên vùng nén ép đồng đều trong khối đá vách gọi là vòm gia cố. Khối đá trong vòm gia cố được cố định ở trạng thái ứng suất 3 trục nên khả năng chịu tải của khối đá được nâng cao. Tác dụng chống giữ của neo là hình thành vòm gia cố có độ dày tương đối lớn và cường độ chịu tải cao, làm nâng cao độ ổn định của nóc lò.

Nhìn chung, các phương pháp thiết kế neo theo tính toán lý thuyết thường tương đối đơn giản, thuận tiện cho tính toán các thông số neo. Tuy nhiên do điều kiện địa chất khối đá mỏ đa dạng, phức tạp nên mỗi phương pháp lý thuyết đều có mặt phiến diện và hạn chế nhất định, vì vậy các thông số tính toán theo lý thuyết phần lớn mang tính tham khảo [9].

(iii) Phương pháp mô phỏng

Bản chất phương pháp là mô hình hóa các yếu tố điều kiện địa chất và kỹ thuật mỏ bằng các phần mềm chuyên dụng để tiến hành thiết kế ban đầu, sau đó tiếp tục dựa vào kết quả quan trắc tại hiện trường để điều chỉnh và hoàn thiện thiết kế. Phương pháp này chính là so sánh nhiều phương án khác nhau để lựa chọn phương án chống giữ tốt nhất.

2.2.2. Lựa chọn phương pháp thiết kế chống neo áp dụng cho điều kiện mỏ hầm lò Quảng Ninh

Phân tích kinh nghiệm thiết kế chống vì neo ở các nước trên thế giới thấy rằng phương pháp thiết kế chống neo bằng thông tin động được áp dụng rộng

rãi. Đặc điểm của phương pháp thiết kế bằng thông tin động là thiết kế chống neo đối với điều kiện cụ thể của một đường lò liên tục được điều chỉnh và hoàn thiện trong suốt quá trình thi công và chống giữ duy trì lò dựa trên các số liệu quan trắc trị số tách lớp và dịch động đá vách xung quanh đường lò. Phương pháp thiết kế bằng thông tin động bao gồm 5 nội dung chính: (i) đánh giá điều kiện địa chất – kỹ thuật mỏ khu vực đường lò dự kiến chống neo; (ii) thiết kế ban đầu; (iii) quan trắc tách lớp, dịch động đá vách, tác dụng chịu lực và sự biến dạng các thanh neo; (iv) phân tích đánh giá mức độ an toàn đường lò; (v) sửa đổi, hoàn thiện thiết kế.

Trên thực tế có nhiều cách tiếp cận để xác định thiết kế ban đầu, có thể sử dụng một trong các phương pháp thiết kế như nêu ở trên. Đối với các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh, việc sử dụng vì neo chống lò, đặc biệt là chống các đường lò đào trong than mới ở giai đoạn đầu, phạm vi và khối lượng còn rất ít, chưa đúc kết được kinh nghiệm sử dụng neo trong các điều kiện địa chất kỹ thuật mỏ khác nhau, nên cần thiết dựa vào phương pháp thiết kế tiên tiến của nước ngoài.

Qua phân tích kinh nghiệm nước ngoài, các tác giả đề xuất sử dụng phương pháp thiết kế so sánh công trình trên cơ sở phân loại khối đá xung quanh đường lò và cường độ áp lực mỏ được xác định theo các yếu tố ảnh hưởng của kích thước đường lò, độ sâu đường lò, phương pháp bảo vệ lò trong khu vực

ảnh hưởng của khai thác lò chợ, cường độ kháng nén, tính chất nứt nẻ và độ ổn định của đá vách. Chỉ số cường độ áp lực mỏ được đặc trưng bởi trị số dịch chuyển theo tính toán của đá vách cũng như các thông số chiều dài, cường độ kháng tải của thanh neo, chiều dài đoạn khóa neo v.v... đều được xác định bằng phương pháp toán đồ [6].

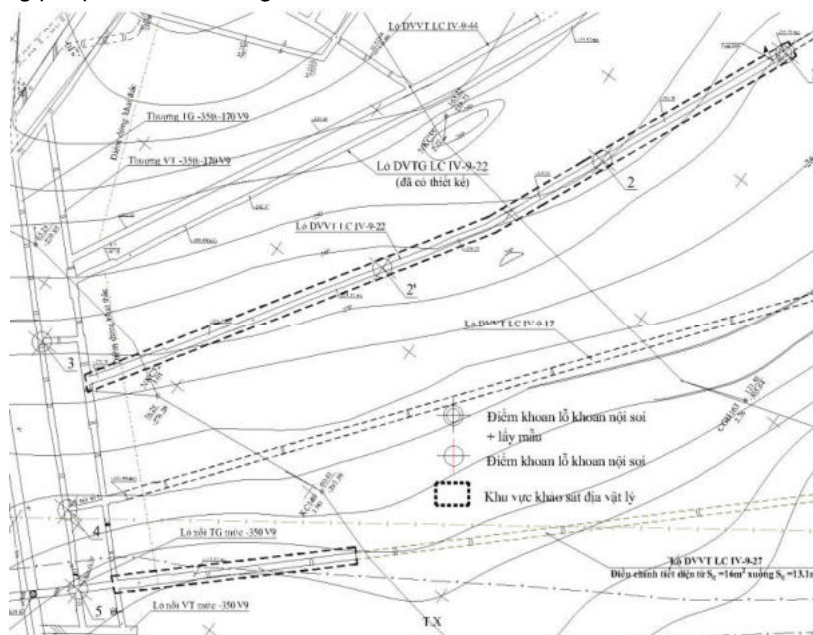
2.3. Lựa chọn phương pháp quan trắc độ ổn định đường lò

Sau khi áp dụng thiết kế ban đầu vào thi công chống neo bắt buộc phải tiến hành quan trắc một cách có hệ thống và liên tục độ ổn định đường lò. Mục đích của quan trắc là thu thập các thông tin về tác dụng chịu lực và độ biến dạng của các thanh neo và đá vách xung quanh đường lò. Các tác giả đề xuất sử dụng phương pháp quan trắc tự động bằng hệ thống KJ520 như đã đề cập tại [3]

2.4. Áp dụng các giải pháp công nghệ tiên tiến chống lò bằng vì neo tại lò DVVT LC-9-17 mỏ Khe Chàm II – IV Công ty than Hạ Long - TKV

2.4.1. Địa điểm nghiên cứu

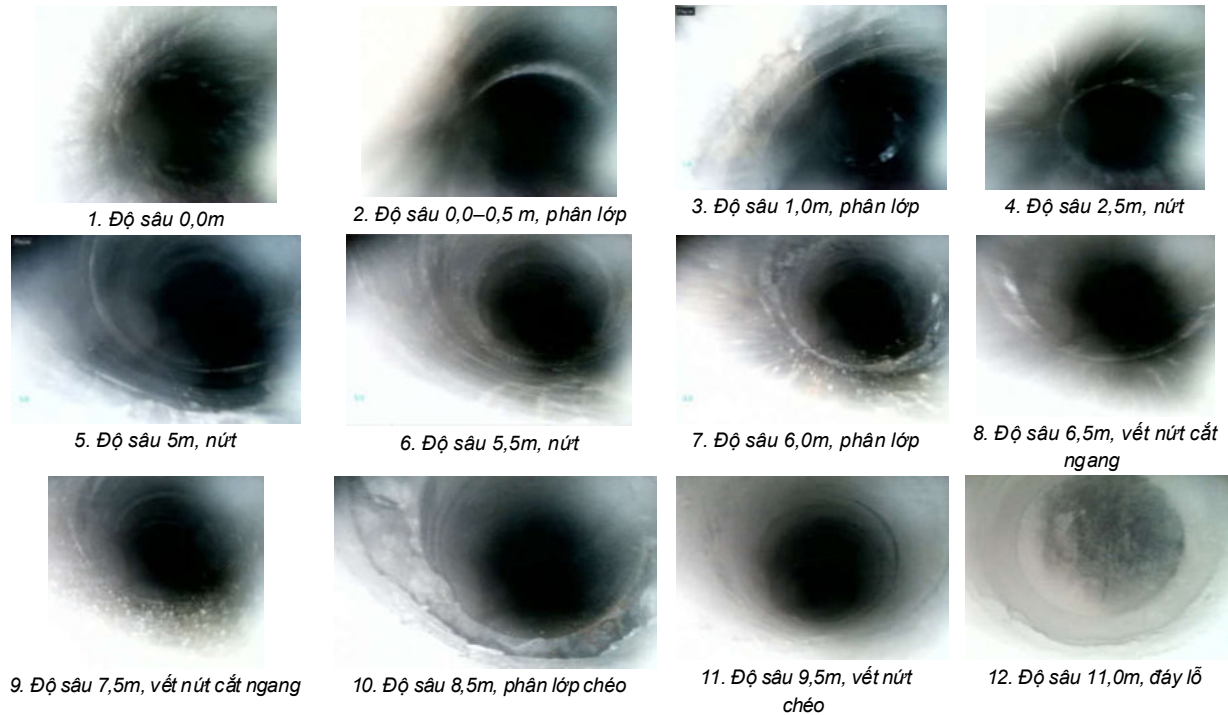
Lò DVVT LC IV-9-17 được sử dụng làm tuyến vận tải chính cho lò chợ IV-9-17 và 9 khu IV mỏ Khe Chàm II-IV Công ty than Hạ Long - TKV, trên đường lò bố trí 01 băng tải, 01 thuyền trượt chở vật liệu. Tiết diện đường lò dự kiến chống thép hình vòm, $S_d = 11,0 \text{ m}^2$, $S_{sd} = 9,2 \text{ m}^2$, chiều rộng 4,0m, chiều cao 3,3m là đảm bảo các yêu cầu về vận tải và thông gió khu vực.



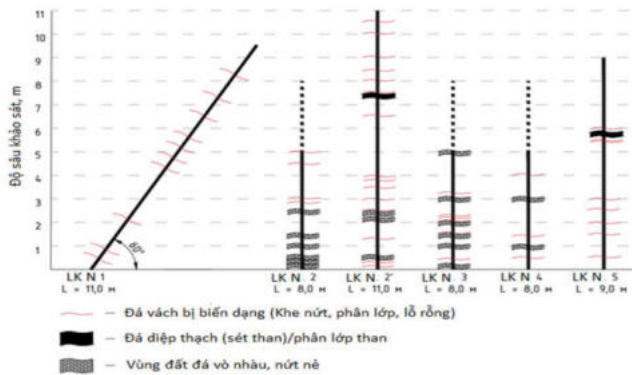
Hình 5. Sơ đồ khu vực đường lò DVVT LC IV-9-17 Khe Chàm IV

Bảng 1. Mô tả chi tiết cấu tạo đá vách theo độ sâu lỗ khoan N1

Độ sâu, m	Mô tả chi tiết cấu tạo đá vách	Hình	Độ sâu, m	Mô tả chi tiết cấu tạo đá vách	Hình
0,0	đầu lỗ, độ nứt gãy của khối đá	1	6,5 – 7,5	Nứt	8, 9
0,5 – 1,0	Phân lớp	2, 3	8,5	Phân lớp	10
2,5 – 5,0	Nứt	4, 5	9,5	Nứt	11
5,5	Khối nguyên	6	11,0	đáy lỗ	12
6,0	Phân lớp	7			



Hình 7. Hình ảnh nội soi lỗ khoan N1



Hình 8. Sơ đồ - mặt cắt các lỗ khoan nghiên cứu điều kiện địa cơ mỏ đá vách



Hình 9. Mẫu đá lấy tại lỗ khoan N1

c. Kết quả khoan lấy mẫu và thí nghiệm xác định tính chất cơ lý đá vách

Mẫu đá được lấy tại lỗ khoan N1 trên nóc lò DVVT IV-9-22, lỗ N1 được khoan chếch một góc 65 độ so

với phương ngang, miệng lỗ khoan cách nóc lò 0,5 m. Trong quá trình lấy mẫu, các lỗ khoan được đặt trong các hộp lõi có đánh dấu khoảng cách độ sâu lấy mẫu. Công tác khoan và lấy mẫu ở độ sâu 11,0 m

trong lỗ khoan, tương ứng với chiều cao 9,52 m trên nóc lò. Tổng chiều dài mẫu khoan được lấy từ 8,2 đến 8,3 m, tương ứng với hiệu suất lấy mẫu là 72%. Mẫu đá II.2 được Trung tâm Nghiên cứu khoa học - Viện Thiết kế Khai thác mỏ "RANK" đưa đến phòng thí

nghiệm địa chất ở Leninsk-Kuznetsky – Liên bang Nga thực hiện các thử nghiệm tiếp theo để đánh giá khối lượng thể tích g/cm^3 , độ mài mòn và khả năng thấm ướt (độ hút nước).

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm mẫu đá II.2 tại Leninsk-Kuznetsky -LB Nga

Số mẫu	Vị trí lấy mẫu	Mô tả	Khối lượng riêng g/cm^3	Độ mài mòn, mg	Độ hấp thụ nước %
II. 2	Công ty than Hạ Long	Bột kết hạt mịn	2,78	4,2 Rất không ấn tượng	0,94 Không thấp nước

Bảng 3. Kết quả phân tích mẫu đá tại Việt Nam

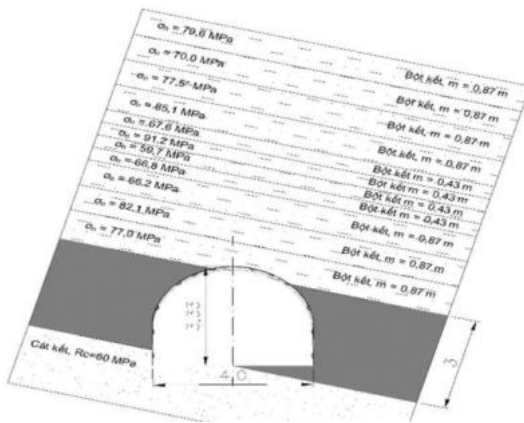
Ngày thí nghiệm: 10/05/2021			Phương pháp kiểm tra: TCVN 7572-2006; ASTM D2936			
TT	Tên mẫu	Vị trí mẫu (m)	Khối lượng riêng γ	Độ bền nén σ_n	Độ bền kéo σ_k	Mô tả
			g/cm^3	kg/cm^2	kg/cm^2	
1	I.1.1	5	2,70	930,0	109,4	Bột kết sét màu xanh đậm
2	II.4	9	2,67	812,4	98,2	
3	II.1	6	2,66	867,8	102,0	
4	I.5.1	1	2,65	786,0	94,3	
5	I.4.1	2	2,68	836,9	99,8	
6	I.1.2	5	2,68	690,0	83,7	
7	I.2.2	4	2,64	609,0	73,2	
8	I.3.1	3	2,65	675,6	81,4	
9	II.3	8	2,66	714,5	85,6	
10	I.2.1	4	2,65	682,0	82,4	

Đá nóc đường lò DVVT IV-9-22 được cấu tạo từ bột kết có trọng lượng riêng từ 2,65 đến 2,70 ($2,78$) g/cm^3 , trung bình $2,66 g/cm^3$; Cường độ chịu nén của đá thay đổi từ 609,0 đến 930 kg/cm^2 , trung bình 760 kg/cm^2 hoặc $f = 7$, lớn hơn độ cứng dự đoán f từ 4 đến 6 theo thang đo M.M. Protodyakonov. Khả năng thu hồi mẫu khoan là $\sim 72\%$. Bột kết rất mịn và không dễ bị thấm nước. Dựa trên đánh giá điều kiện địa kỹ thuật của các mẫu khoan và khoảng cách trung bình giữa các vết nứt từ 0,5 đến 0,1 m thì hệ số suy

yếu cấu trúc của đá là $K_c = 0,4$. Có tính đến sai lệch khi đánh giá trạng địa kỹ thuật của mẫu khoan dựa trên các ảnh chụp mà không có mô tả địa kỹ thuật sơ bộ của mẫu khoan trong quá trình thi công (việc phân chia mẫu thành các mảnh riêng lẻ có thể xảy ra thông qua các vết nứt tự nhiên hoặc dưới tác động cơ học), hệ số suy yếu cấu trúc cao sẽ đóng vai trò là mức độ tin cậy cho các giải pháp thiết kế.

d. Mô hình địa cơ và phân loại ổn định đá vách

- Phân loại cấu tạo đá vách theo tính chất sập đổ: loại I (Đá vách có cấu tạo đồng nhất, thường là các nham thạch phân lớp như sét kết, cát - sét kết và bột kết có cường độ kháng nén $< 60MPa$)
- Phân nhóm đá vách theo tính chất ổn định: nhóm 2: ổn định trung bình (Vách ổn định khi lộ trần trong khoảng 1 ~ 3m từ gương lò, thường là các loại sét kết phân lớp nứt nẻ yếu và bột kết có cường độ kháng nén $30 < R_n < 80 MPa$, than có $R_n > 6MPa$)
- Đá vách là bột kết đồng nhất, có các mặt phân lớp chiều dày từ 0,43 đến 0,87m, đá bột kết mịn hầu như không hút nước, độ cứng trung bình $f = 7$, khối lượng riêng trung bình $2,66 g/cm^3$.



Hình 10. Sơ đồ cột địa tầng khu vực đường lò phục vụ thiết kế chống neo

2.4.3. Kết quả tính toán, xây dựng hệ chiếu chống vì neo

Đường lò DVVT LC IV-9-17 có tiết diện đào $S_d = 11,0 \text{ m}^2$, chiều rộng 4,0 m, chiều cao 3,33 m là đảm bảo các yêu cầu về vận tải và thông gió khu vực, đặc điểm của đường lò như sau:

- + Độ sâu: 410 m
- + Chiều dày vỉa trung bình: 3,0 m
- + Góc dốc vỉa trung bình: 15 độ
- + Khả năng chịu tải thiết kế của neo cấp 1 70 kN
- + Khả năng chịu tải thiết kế của neo cấp 2 441,4 kN

a. Tính toán lực kháng nén của đá vách trong nóc và hông lò

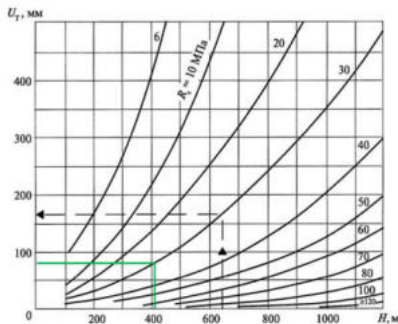
$$R_{nv} = \frac{(R_{n1} \cdot m_1 + R_{n2} \cdot m_2 + \dots + R_{nn} \cdot m_n) \cdot k_p \cdot k_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} \quad (2)$$

(MPa)

$$R_{nh} = \frac{(R_{n1} \cdot m_1 + R_{n2} \cdot m_2 + \dots + R_{nn} \cdot m_n) \cdot k_p \cdot k_n}{h} \quad (3)$$

(MPa)

- R_{nv} - Cường độ kháng nén của đá nóc lò, MPa.
- R_{nh} - Cường độ kháng nén của đá hông lò, MPa.
- $R_{n1}, R_{n2}, \dots, R_{nn}$ - Cường độ kháng nén của các lớp đá khác nhau ở nóc, hông lò, MPa.



Hình 11. Trị số tiêu chuẩn dịch chuyển đá vách khi chiều rộng đường lò B = 5m

U_a - trị số dịch chuyển đá vách theo tính toán trong giai đoạn ảnh hưởng của áp lực tựa ở khoảng cách $0,1H$ tính đến gương lò, được tính theo chiều sâu đường lò và cường độ kháng nén R_n theo Hình 8, $U_a = 115,0 \text{ mm}$.

k_α - Hệ số tính đến mức độ gia cường đá vách phụ thuộc vào chiều rộng phần khóa neo bằng chất dẻo trong lỗ khoan, chọn $k_\alpha = 1$ khi khóa neo có chiều dài 0,5 m. Trường hợp chiều rộng khóa neo 1 m, thì $k_\alpha = 0,85$.

k_l - Hệ số sự ảnh hưởng giữa các đường lò liền

m_1, m_2, \dots, m_n - Chiều dày của các lớp đá khác nhau ở nóc, hông lò, m.

k_p - Hệ số tính đến mức độ phá hủy của khối đá theo mặt liên kết yếu.

k_n - Hệ số suy giảm cường độ kháng nén của các lớp đá vách do ảnh hưởng của nước.

h - Chiều cao đường lò.

B - Chiều rộng đường lò.

Thay số: $R_{nv} = 30,0 \text{ (MPa)}$

$R_{nh} = 6,13 \text{ (MPa)}$

b. Xác định các thông số neo nóc mức 1 (neo CDCT)

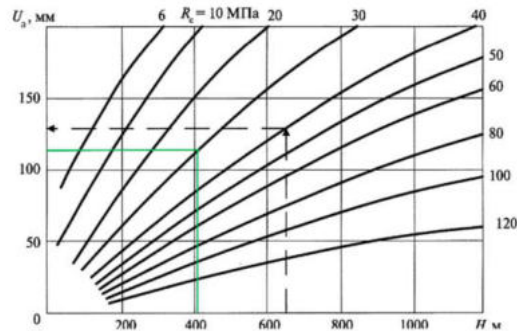
- Xác định trị số dịch chuyển đá vách

$$U_v = U_l + U_a \cdot k_r \cdot k_l \cdot k_s \cdot k_d \quad (4)$$

U_l - trị số dịch chuyển đá vách trong đường lò khi không chịu ảnh hưởng của áp lực tựa lò chợ, mm.

$$U_l = U_T \cdot k_\alpha \cdot k_l \cdot k_r \cdot k_d \quad (5)$$

U_T - trị số dịch chuyển tiêu chuẩn đá vách trong đường lò, phụ thuộc vào độ sâu đường lò và cường độ kháng nén R_{nv} của đá vách theo tính toán. U_T được xác định theo Hình 7, $U_T = 80,0 \text{ mm}$.



Hình 12. Trị số dịch chuyển đá vách trong vùng ảnh hưởng của áp lực tựa lò chợ đã khai thác (U_a)

kề, $k_l = 1$ khi khoảng cách giữa các đường lò $> 15 \text{ m}$.

k_r - Hệ số tính đến khác nhau của chiều rộng đường lò với chiều rộng tiêu chuẩn ($B = 5 \text{ m}$).

$$k_r = 0,25(B - 1) = 0,25(4 - 1) = 0,75$$

k_s - Hệ số tính đến sự sập đổ của đá vách cơ bản, $k_s = 1$ đối với vách loại I.

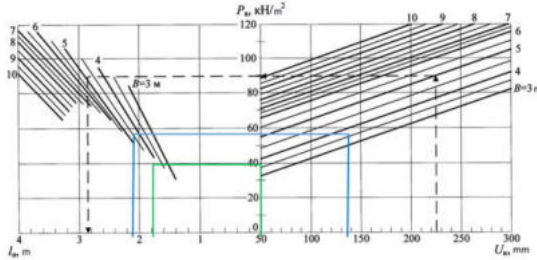
k_d - Hệ số tính đến loại đường lò, $k_d = 1$ đối với lò dọc vỉa.

Thay số: $U_l = 51 \text{ mm}$

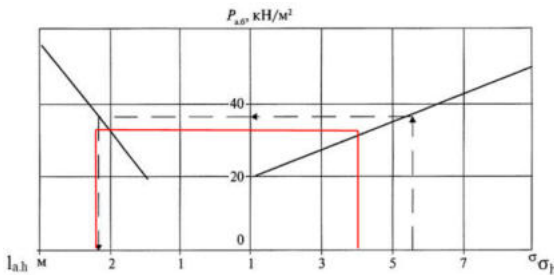
$U_v = 137,3 \text{ mm}$

- Xác định chiều dài thanh neo và lực chịu tải

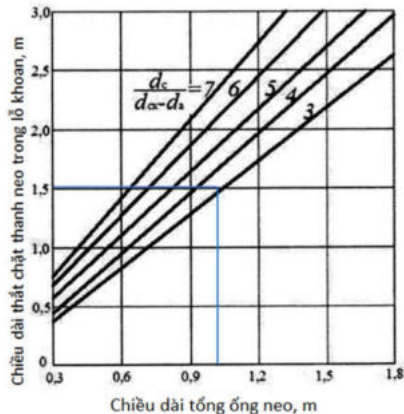
Trong điều kiện áp lực mỏ ở có cường độ trung bình với U_k (U_1 và U_v) đến 300 mm, các thông số neo cấp 1 đối với đá vách loại I theo tính chất sập đổ được xác định theo Hình 9.



Hình 13. Biểu đồ để xác định các thông số vì neo ở nóc đường lò



Hình 14. Biểu đồ tính toán thông số neo hông lò



Hình 15. Biểu đồ xác định chiều dài khóa neo trong lỗ khoan

+ Khi xét đến các ảnh hưởng của áp lực tựa khi khai thác lò chợ, $U_k = U_v = 137,3$ mm, các thông số neo nóc cần lựa chọn ít nhất là: $P_a = 60$ kN/m² và $l_n = 2,1$ m

Thiết kế lựa chọn các thông số neo trong điều kiện xét đến ảnh hưởng của áp lực tựa khi khai thác lò chợ, $U_k = U_v = 137,3$ mm, các thông số neo nóc cần lựa chọn ít nhất là: $P_a = 60$ kN/m² và $l_n = 2,1$ m

Đối với lò DVVT LC IV-9-17 chọn 5 thanh neo trong 1 hàng neo, khoảng cách giữa các neo trong

hàng là 0,8m, chiều dài neo chọn $l = 2,3$ m.

Áp lực đá vách tác động lên vì neo mức một được hình thành từ trọng lượng khối đá vách trực tiếp tính toán theo công thức:

$$P_{att} = l_v \cdot k_{vt} \cdot \gamma \quad (6)$$

l_v – chiều dài làm việc của thanh neo (không tính đến phần đuôi neo nhô vào lò), m.

$$l_v = l_n - l_{dn} = 2,3 - 0,15 = 2,15 \text{ m}$$

l_{dn} – chiều dài đuôi thanh neo nhô vào lò, không vượt quá 0,15 m, chọn $l_{dn} = 0,15$ m;

k_{vt} – hệ số vượt tải, $k_{vt} = 1,2 \sim 1,5$, chọn $k_{vt} = 1,2$.

γ – Trọng lượng thể tích của đá vách, kN/m³, $\gamma = 2,66 \text{ g/cm}^3 = 26,6 \text{ kN/m}^3$.

Thay số: $P_{att} = 68,6 \text{ kN/m}^2$

- Xác định khoảng cách giữa các hàng neo nóc

$$C_{hnn} = \frac{n_{hn} \cdot N_{ktn}}{P_{att} \cdot B} = 1,27 \text{ m} \quad (7)$$

n_{hn} - Số thanh neo trong một hàng, $n_{hn} = 5$ thanh.

N_{ktn} - Khả năng mang tải của thanh neo nóc,

$N_{ktn} = 70 \text{ KN}$.

P_{att} - Áp lực đá vách tác động lên vì neo, kN/m².

$P_{att} = 68,6 \text{ kN/m}^2$.

Khoảng cách giữa các hàng neo nóc C_{hnn} so sánh với khoảng cách cho phép theo đk độ bền vững của đá vách thì khoảng cách tối thiểu giữa các hàng neo đối với đá vách loại II (độ bền vững trung bình) khi $n_{min} = 0,7$ thanh neo/m².

$$C_{hnn-min} = \frac{n_{hn}}{n_{min} \cdot B} = \frac{5}{0,7 \times 4} = 1,78 \text{ m} \quad (8)$$

Trên cơ sở so sánh theo yếu tố áp lực mỏ và độ ổn định của đá vách, chọn khoảng cách giữa các hàng neo $C_{hnn} = 1,0$ m.

- Xác định chiều dài khóa neo

Chiều dài khóa neo trong lỗ khoan phụ thuộc đường kính thanh neo d_{tn} , đường kính thỏi chất dẻo d_{cd} , đường kính lỗ khoan d_{lk} và tổng chiều dài các thỏi chất dẻo trong lỗ khoan l_{cd} . Đối với thanh neo loại AII $\Phi 22$ mm, $d_{tn} = 22$ mm; $d_{cd} = 23$ mm; $d_{lk} = 30$ mm, số lượng thỏi chất dẻo CK-2335 là 03 thỏi, $H = 1050$ mm.

$$\frac{d_{tn}}{d_{lk} - d_{cd}} = \frac{22}{30 - 23} = 3,14 \quad (9)$$

Chiều dài khóa neo là 1,51m.

c. Xác định các thông số neo hông lò (neo composite)

Tiêu chuẩn cường độ áp lực mỏ để xác định sự cần thiết phải chống giữ hông lò là cường độ ứng suất tương đối của vỉa than, được xác định theo công thức:

$$\sigma_h = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_0 \cdot \gamma \cdot H}{R_{nh}} \quad (10)$$

γ - Trọng lượng thể tích của đá vách, $\gamma = 26,6 \text{ kN/m}^3 = 0,0266 \text{ MN/m}^3$.

H - Độ sâu đường lò, H = 410 m.

K_1 - hệ số tập trung ứng suất ở hông lò, chọn $K_1 = 1,5$

K_2 - hệ số gia tăng ứng suất ở hông lò do ảnh hưởng của các đường lò khác, $K_2 = 1$ khi khoảng cách đến đường lò khác $\geq 15 \text{ m}$.

K_0 - Hệ số gia tăng ứng suất ở hông lò nằm trong vùng ảnh hưởng của áp lực tựa. Khi chiều rộng trụ bảo vệ $l_{tbv} > 0,1H$ thì $K_0 = 1$; khi chiều rộng trụ bảo vệ $l_{tbv} > 0,1H$ thì tính theo công thức. Với $l_{tbv} = 15 \text{ m} < 0,1H = 41 \text{ m}$:

$$K_0 = 1 + \frac{(K_{0,max} - 1)(0,1H - l_{tbv})}{0,1H} \quad (11)$$

$$= 1 + \frac{(2 - 1)(0,1 \times 410 - 15)}{0,1 \times 410} = 1,63$$

$K_{0,max}$ - Hệ số gia tăng ứng suất khi chịu ảnh hưởng của áp lực tựa khi khai thác lò chợ, $K_{0,max} = 2$;

l_{tbv} - Chiều rộng trụ bảo vệ, $l_{tbv} = 15 \text{ m}$;

Thay số: $\sigma_h = 4,35$

Như vậy, ứng suất ở hông lò lớn hơn 2 lần cường độ kháng nén theo tính toán của các lớp than, đá kẹp ở hông lò; trong trường hợp này cường độ kháng tải của neo hông lò (P_{nh}) và chiều dài thanh neo hông (l_{nh}) được xác định theo biểu đồ như Hình 14.

Các thông số neo hông cần lựa chọn ít nhất là:

$P_{a,h} = 34 \text{ kN/m}^2$ và $l_{a,h} = 2,05 \text{ m}$.

Khoảng cách giữa các hàng neo trong hông lò C_{hl}

xác định theo công thức:

$$C_{hl} = \frac{n_{nhh} \cdot N_{kth}}{h \cdot P_{a,h}} \quad (12)$$

n_{nhh} - Số thanh neo ở hàng thẳng đứng. Khi chiều cao hông lò dưới 2 m, chọn $n = 2$ thanh, khi chiều cao hông lò từ 2 ÷ 4 m, chọn $n = 3$ thanh.

N_{kth} - Khả năng mang tải của thanh neo hông, $N_{kn} = 70 \text{ kN}$.

h - Chiều cao đường lò, h = 3,3 m

$P_{a,h}$ - cường độ kháng tải của neo hông lò, $P_{a,h} = 34 \text{ kN/m}^2$

Thay số: $C_{hl} = 1,87 \text{ m}$

Kiểm tra khoảng cách giữa các hàng neo theo điều kiện mật độ tối thiểu phụ thuộc vào độ bền vững của đất đá theo công thức:

$$C_{hl} = \frac{n_{nhh}}{n_{min} \cdot h} = \frac{3}{0,4 \cdot 3,3} = 2,27 \text{ (m)} \quad (13)$$

n_{nhh} - số thanh neo trong hàng neo hông.

n_{min} - Mật độ neo ở hông lò được xác định theo mức độ phá hủy của hông lò. Với mức độ của hông lò, chọn $n_{min} = 0,4$ thanh neo / m².

h - chiều cao hông lò, h = 3,3 m

Chọn bước chống giữa các hàng neo của neo hông lò bằng bước chống của neo nóc, $C_{hl} = C_{hnn} = 1,0 \text{ m}$.

d. Xác định các thông số neo nóc mức 2 (neo cáp)

- Xác định chiều cao vòm cân bằng tự nhiên

$$h_{vcb} = k_v \times B_{tt} \quad (14)$$

k_v - hệ số vòm cân bằng, xác định theo Bảng 2.

Bảng 4. Giá trị hệ số của vòm cân bằng tự nhiên

Độ bền nén một trục của đá R_c , MPa		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200
K_{ce}	Trong đường lò đào trong khối nguyên	0,68	0,64	0,6	0,56	0,52	0,48	0,44	0,40	0,36	0,32	0,28	0,24
	Trong vùng ảnh hưởng áp lực tựa	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30

Đường lò thiết kế được đào trong khối than nguyên, nhưng khi lò chợ khai thác thì đường lò sẽ chịu ảnh hưởng của áp lực tựa, với cường độ kháng nén của nóc lò $R_{nv} = 30,0 \text{ MPa}$, chọn $k_v = 0,75$.

B_{tt} - chiều rộng tính toán của đường lò có tính đến sự phá hủy của than ở hai bên hông lò:

$$B_{tt} = B + 2b_p \quad (15)$$

B - chiều rộng đường lò, B = 4,0 m

b_p - trị số khả năng phá hủy của hông lò:

+ $b_p = 0$ khi $R_{nh} < k \cdot \gamma \cdot H$ (MPa)

+ $b_p = 0,6 \sim 0,8$ khi $R_{nh} \geq k \cdot \gamma \cdot H$ (MPa);

R_{nh} - Cường độ kháng nén của hông lò, $R_{nh} = 6,13 \text{ MPa}$;

k - hệ số tập trung áp lực ở đường lò, trong vùng ảnh hưởng của áp lực, k = 2,0 ~ 2,5, chọn k = 2,0;

γ - trọng lượng thể tích khối đá vách, $\gamma = 26,6 \text{ kN/m}^3 = 0,0266 \text{ MN/m}^3$.

H - độ sâu đường lò, H = 410 m.

$k \cdot \gamma \cdot H = 2,0 \times 0,0266 \times 410 = 21,8 > R_{nh} = 6,13$ tương ứng $b_p = 0$



Xét đến mức độ an toàn của hông lò, thiết kế chọn $b_p = 0,8\text{m}$.

$$\text{Thay số: } B_{tt} = 4,0 + 2 \times 0,8 = 5,6 \text{ m}$$

$$h_{vcb} = 0,75 \times 5,6 = 4,2 \text{ m}$$

- *Xác định chiều dài neo cáp*

$$l_{nc} = h_{vcb} + l_{đn} + l_{kn} \text{ (m)} \quad (16)$$

h_{vcb} - Chiều cao vòm cân bằng tự nhiên, $h_{vcb} = 4,2$ m;

$l_{đn}$ - chiều dài đuôi neo cáp phần nhô vào đường lò, chọn $l_{đn} = 0,3$ m;

l_{kn} - chiều dài khóa neo cáp, $l_{kn} = 5 \times 0,35\text{m} = 1,75$ m;

5 – số thời chất dẽo 0,35m – chiều dài 01 thời chất dẽo

$$\text{Thay số: } l_{nc} = 4,2 + 0,3 + 1,75 = 6,25 \text{ m.}$$

Chọn chiều dài neo cáp $l_{nc} = 6,3\text{m}$

- *Tính áp lực lên neo cáp*

Áp lực đất đá trong vòm cân bằng tác động lên 1 mét đường lò từ phía nóc lò được chống bằng vì neo, xác định theo công thức:

$$P_{av} = 2/3 B_{tt} \cdot h_{vcb} \cdot \gamma \text{ (kN/m)} \quad (17)$$

γ - bình quân gia quyền của trọng lượng thể tích các lớp đá vách trong vòm tự nhiên, theo kết quả nghiên cứu đá vách khu vực thiết kế $\gamma = 26,6 \text{ kN/m}^3$;

$$\text{Thay số: } P_{av} = 2/3 B_{tt} \cdot h_{vcb} \cdot \gamma = 2/3 \times 5,6 \times 4,2 \times 26,6 = 417,1 \text{ kN/m}$$

Áp lực riêng của đất đá vòm cân bằng tính theo công thức:

$$P_{avr} = P_{av}/B = 417,1/4 = 104,3 \text{ (kN/m}^2) \quad (18)$$

Áp lực riêng của đất đá vòm cân bằng lên neo cáp:

$$P_{avr-cáp} = P_{avr} - k_{dt} \cdot P_{att} \text{ (kN/m}^2) \quad (19)$$

P_{att} - Áp lực đá vách tác động lên vì neo CDCT, $P_{att} = 68,6 \text{ kN/m}^2$;

k_{dt} - Hệ số đỡ tải của neo cáp bởi neo cáp 1 (neo CDCT):

$$k_{dt} = l_v / h_{vcb} = 2,15/4,2 = 0,51 \quad (20)$$

l_v - Chiều dài làm việc của thanh neo, $l_v = 2,15$ m;

h_{vcb} - Chiều cao vòm cân bằng tự nhiên, $h_{vcb} = 4,2$ m;

$$\text{Thay số: } P_{avr-cáp} = 104,3 - 0,51 \times 68,6 = 69,3 \text{ (kN/m}^2)$$

- *Mật độ neo cáp:*

$$S_{cáp} = P_{avr-cáp}/N_{mt-cáp} \text{ (neo/m}^2) \quad (21)$$

$P_{avr-cáp}$ - Áp lực riêng của đất đá vòm cân bằng lên neo cáp, $P_{avr-cáp} = 69,3 \text{ (kN/m}^2)$;

$N_{mt-cáp}$ - Khả năng mang tải của cáp neo, chọn loại cáp loại TRCB218, $N_{mt-cáp} = 441,4 \text{ kN}$ [6]

$$\text{Thay số: } S_{cáp} = 69,3/441,4 = 0,16 \text{ (neo/m}^2)$$

Trong trường hợp an toàn hơn, tính toàn bộ áp lực riêng của đất đá vòm cân bằng P_{avr} (Không xét đến áp lực đá vách tác động lên vì neo CDCT):

$$S_{cáp} = P_{avr} / N_{mt-cáp} = 104,3/441,4 = 0,24 \text{ (neo/m}^2) \quad (22)$$

- *Xác định số lượng neo cáp trong một hàng neo*

Số lượng neo cáp được lấy phụ thuộc vào chiều rộng của đường lò theo sự phụ thuộc sau, không nhỏ hơn: $B \leq 5,5$ m - 2 neo cáp; $5,5 < B \leq 7$ m - 3 neo cáp; $7 < B \leq 9$ m - 4 neo cáp; $9 < B \leq 12$ m - từ 5 đến 6 neo cáp;

Với $B = 4,0\text{m}$, chọn $n_c = 2$ neo.

$$n_c = P_{avr} \cdot B \cdot C_{hnc} / N_{mt} \quad (23)$$

P_{avr} - Áp lực riêng của đất đá vòm cân bằng, $P_{avr} = 104,3 \text{ kN/m}^2$;

B - Chiều rộng đường lò, $B = 4,0\text{m}$;

C_{hnc} - Khoảng cách các neo cáp trong một hàng, $C_{hnc} = 2,0$ m;

$N_{mt-cáp}$ - Khả năng mang tải của cáp neo, $N_{mt-cáp} = 441,4 \text{ kN}$

$$\text{Thay số: } n_c = 104,3 \times 4 \times 2,0/441,4 = 1,89, \text{ chọn } n_c = 2$$

- *Khoảng cách các neo cáp trong một hàng*

$$C_{hnc} = \frac{B - 2,0}{n_c - 1} = \frac{4,0 - 2,0}{2 - 1} = 2,0 \text{ (m)} \quad (24)$$

B - Chiều rộng đường lò, $B = 4,0$ m;

2,0 - Tổng khoảng cách từ neo cáp đến hông đường lò;

n_c - Số lượng neo cáp trong một hàng;

- *Khoảng cách giữa các hàng neo cáp*

$$D_{hnc} = \frac{n_c}{B \times S_{cáp}} = \frac{2}{4 \times 0,24} = 2,1 \text{ (m)} \quad (25)$$

e. Kiểm tra độ bền

- *Độ bền lắp neo CDCT:*

$$P_{vn} = \frac{n_{hn} \cdot N_{ktn}}{C_{hnn} \cdot B} = \frac{4 \cdot 70}{1 \cdot 4} = 70 \text{ (kN/m}^2) \quad (26)$$

- *Độ bền lắp neo cáp:*

$$P_{vn-cáp} = \frac{n_c \cdot N_{mt-cáp}}{C_{hnc} \cdot B} = \frac{2 \cdot 437,4}{2 \cdot 4} = 109,4 \text{ (kN/m}^2) \quad (27)$$

n_c - Số lượng neo cáp trong 1 hàng, $n_c = 2$;

$N_{mt-cáp}$ - Khả năng chịu tải của thanh neo cáp, $N_{mt-cáp} = 437,4 \text{ N}$;

C_{hnc} - Khoảng cách giữa các hàng neo, $C_{hnc} = 2,0$ m;

B - Chiều rộng đường lò, $B = 4,0$ m

- *Độ bền chung của neo CDCT và neo cáp*

$$P_T = k_{dt} \times P_{vn} + P_{vn-cáp} = 0,55 \times 70 + 109,4 = 147,9 \text{ (kN/m}^2) \quad (28)$$

k_{dt} – Hệ số đỡ tải của neo cáp bởi neo cáp 1 (neo CDCT), $k_{dt} = 0,55$

Độ tin cậy của vi neo khi tổng độ bền của vi neo P_T lớn hơn áp lực riêng của đá vách vòm cân bằng P_{avr} : $P_T = 147,9 \text{ kN/m}^2 > P_{avr} = 104,3 \text{ kN/m}^2$

Áp lực riêng của đất đá vòm cân bằng lên neo CDCT P_{oh} được tính theo công thức:

$$P_{O,H} = l_{lv} \times \gamma = 2,15 \times 26, \quad (29)$$

$$= 57,2 \text{ (kN/m}^2\text{) (kN/m}^2\text{)}$$

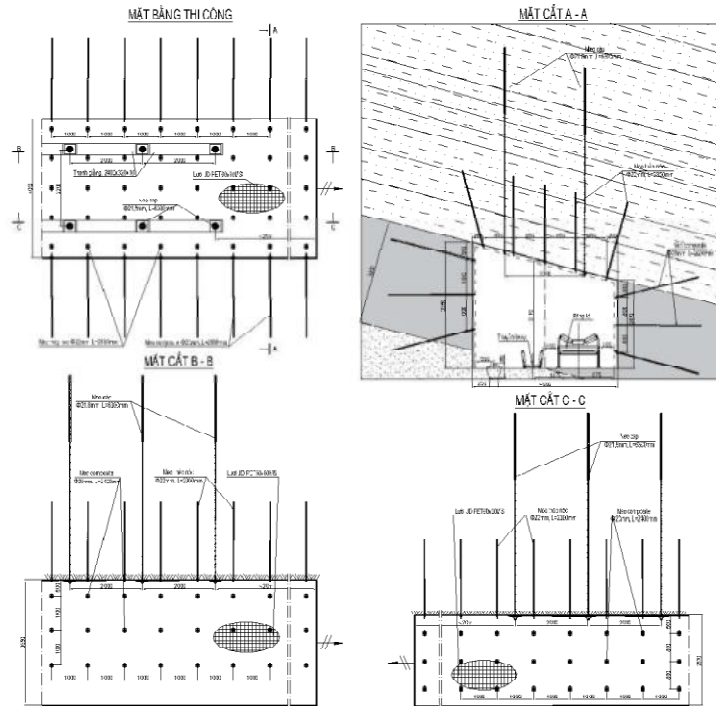
l_{lv} – Chiều dài làm việc của neo CDCT, $l_{lv} = 2,15 \text{ m}$;

γ – bình quân gia quyền của trọng lượng thể tích các lớp đá vách trong vòm tự nhiên, $\gamma = 26,6 \text{ kN/m}^3$;

Để ngăn chặn sự sập đổ của đá neo siết chặt mức một, áp lực riêng của đất đá vòm cân bằng lên neo CDCT, P_{oh} phải nhỏ hơn độ bền lắp dựng của neo cáp $P_{vn-cáp}$:

$$P_{oh} = 57,2 \text{ kN/m}^2 < P_{vn-cáp} = 109,4 \text{ kN/m}^2$$

Như vậy hệ chiếu đã xây dựng đảm bảo độ bền theo yêu cầu.



Hình 16. Hệ chiếu chống neo thiết kế

Bảng 5. Thông số hệ chiếu chống neo

TT	Thông số	Đơn vị	Số lượng
1	Bộ neo CDCT	Bộ	
-	Thanh thép tròn gân AIII Φ 22, 01 đầu tiện ren M20	m	2,3
-	Tấm đệm kích thước 100x100x5	Cái	01
-	Long đen kim loại	Cái	01
-	Long đen nhựa	Cái	01
-	Đai ốc có vành M20 chịu lực đặc biệt	Cái	01
2	Bộ neo thủy tinh composite		
-	Thanh neo sợi thủy tinh Φ 20 mm, L=2,4 m;	Thanh	01
-	Ecu nhựa	Cái	01
-	Tấm đệm nhựa;	Cái	01
3	Chiều dài làm việc thanh neo/chiều sâu lỗ khoan neo	m	2,15
4	Đường kính lỗ khoan	mm	30



TT	Thông số	Đơn vị	Số lượng
5	Loại chất dẻo		CK-2335
6	Chiều dài thỏi chất dẻo	mm	350
7	Đường kính thỏi chất dẻo	mm	23
8	Số lượng thỏi chất dẻo trong 01 lỗ khoan	Thỏi	03
9	Khoảng cách giữa các vòng neo	m	01
10	Số lượng neo cho 01 vòng neo		
-	Bộ neo CDCT	Bộ	05
-	Bộ neo thủy tinh composite	Bộ	06
11	Mật độ neo	Neo/m ²	2,5
12	Bộ neo cáp		
-	Cáp loại TRCB218	m	6,3
-	Tấm ốp hình cầu 300x300x8	Cái	01
-	Khóa neo cáp KM-22	Cái	01
-	Thanh giằng 2400x350x10 mm	Cái	01
13	Chiều dài làm việc thanh neo/chiều sâu lỗ khoan neo	m	6,0
14	Đường kính lỗ khoan	mm	30
15	Loại chất dẻo		CK-2335
16	Chiều dài thỏi chất dẻo	mm	350
17	Đường kính thỏi chất dẻo	mm	23
18	Số lượng thỏi chất dẻo trong 01 lỗ khoan	Thỏi	05
19	Khoảng cách giữa các vòng neo	m	2
20	Số lượng neo cho 01 vòng neo	Bộ	2
21	Khoảng cách giữa các neo trong 01 vòng neo	m	2,2
22	Mật độ neo	Neo/m ²	0,25

Bảng 6. Chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật đường lò chống neo

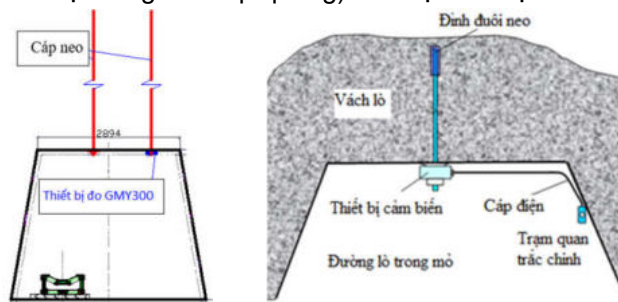
TT	Tên các chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
1	Diện tích tiết diện đào/sử dụng	m ²	12,4/11,4
2	Tiến độ một chu kỳ	m	2,0
3	Tốc độ đào lò một ngày	m/ngày	4
4	Tốc độ đào lò một tháng	m/tháng	100
5	Năng suất lao động công nhân đào lò	m/công	0,125
6	Chi phí thuốc nổ nhũ tương lò than cho 1 mét lò	kg/m	13,4
7	Chi phí kíp nổ cho 1 mét lò	kíp/m	27
8	Chi phí bộ neo CDCT cho 1 mét lò	bộ/m	5,0
9	Chi phí bộ neo composite cho 1 mét lò	bộ/m	6,0
10	Chi phí bộ neo cáp cho 1 mét lò	bộ/m	1,0
11	Chi phí thỏi chất dẻo cho 1 mét lò	thỏi/m	38
12	Chi phí thanh giằng nóc cho 1 mét lò	thanh/m	1,0
13	Chi phí lưới thép	m ² /m	11,4

2.3.3. Hệ thống quan trắc KJ520

Hệ thống quan trắc KJ520 là hệ thống quan trắc dịch động trực tuyến đầu tiên được lắp đặt tại mỏ hầm lò tại Việt Nam, vẫn còn một số nhược

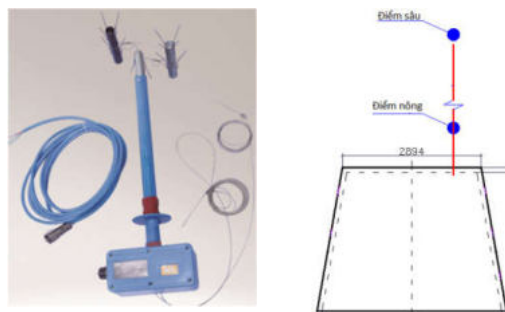
điểm nhất định như giao diện phần mềm bằng tiếng Trung, chưa đồng bộ với các hệ thống quan trắc khí mỏ hiện có, đồng thời cũng chưa có các văn bản quy định trách nhiệm cụ thể của đơn vị

quản lý và sử dụng... Tuy nhiên, qua quá trình lắp đặt và sử dụng tại Công ty than Hạ Long cho thấy hệ thống có các ưu thế như gọn nhẹ, các chuẩn kết nối an toàn, tiên tiến và tin cậy (thiết bị an toàn tia lửa, công suất, điện áp làm việc thấp 18V, kết nối đến mặt bằng bởi cáp quang) chế độ làm việc



Hình 17. Thiết bị đo tải trọng cáp neo GMY300

linh hoạt, dễ dàng truy xuất số liệu lưu trữ. Với khả năng kiểm soát và quản lý đến 1020 thiết bị đo, hệ thống quan trắc KJ520 có thể hỗ trợ hiệu quả trong công tác chống lò bằng vi neo bằng các thiết bị đo tiên tiến như sau:



Hình 18. Thiết bị đo tách lớp đá vách GYW300

a. Giám sát tải trọng của cáp neo bằng thiết bị đo GMY300

Quan trắc giám sát tải trọng của cáp neo là cơ sở để phân tích trạng thái làm việc của cáp neo và cung cấp cơ sở dữ liệu để điều chỉnh và sửa đổi các tham số chống giữ lò bằng neo cáp. Tải trọng của neo cáp được theo dõi và quan trắc bằng một áp kế. Áp kế neo cáp bao gồm một mô đun áp suất dầu kín kiểu đế, có lỗ trung tâm và cảm biến tải trọng vi neo GMY300. Trong quá trình lắp đặt, hộp áp suất dầu được đặt giữa tấm đế cáp neo và đai ốc ở phần đuôi neo, từ đó có thể phát hiện sự thay đổi lực dọc trục khi cáp hoạt động, cảm biến tải trọng sẽ truyền số liệu về hệ thống quan trắc trung tâm.

b. Giám sát tách lớp đá vách bằng thiết bị đo GYW300

Những hiện tượng chủ yếu của vách lò như: Vỡ trần, tách lớp, tụt nóc,... Thiết bị đo tách lớp đá vách GYW300 được sử dụng để quan trắc, giám sát giá trị phân chia, tách ra của hai tập lớp thuộc đá vách của đường lò chống giữ bằng neo. Công cụ này chủ yếu bao gồm: mẫu neo điểm cơ sở, dây đo, vờ, xi lanh đo bên ngoài và lớp bên trong. Trong quá trình lắp đặt, điểm cơ sở sâu được cố định trong lớp đá gốc ổn định ở đáy lỗ khoan (từ 10m đến 20m) và điểm cơ sở nông (cách miệng lỗ khoan 2,5m) được cố định ở gần đuôi cáp neo.

3. KẾT LUẬN

➢ Các giải pháp được triển khai thực hiện tại lò DWVT LC IV-917 mỏ Khe Chàm II-IV Công ty than Hạ Long – TKV đều là các giải pháp tiên tiến được áp dụng rộng rãi tại các nước phát triển về chống lò bằng vi neo như Nga, Trung Quốc. Các giải pháp này đã góp phần mở rộng phạm vi, điều kiện của các đường lò chống neo trong các mỏ khai thác than hầm lò;

➢ Phương pháp khảo sát tổng hợp bao gồm đo địa chấn đường lò, chụp ảnh nội soi lỗ khoan, khoan lấy mẫu thí nghiệm tính chất cơ lý đá vách, đánh giá chất lượng khối đá cho phép xác định các dữ liệu hiện trạng điều kiện địa cơ mỏ đá vách với độ tin cậy cao và cần được phát triển áp dụng rộng rãi phục vụ công tác thiết kế, thi công, chống giữ các đường lò bằng vi neo ở các mỏ hầm lò Quảng Ninh;

➢ Phương pháp tính toán hệ chiều chống giữ mới dựa trên [6]. Phương pháp bao gồm nhiều công thức và hệ số thực nghiệm, các thông số lựa chọn thường được thực hiện theo vòng lặp “tính toán -> lựa chọn -> tính kiểm tra lại”, điều này đảm bảo độ chính xác của các thông số xây dựng;

➢ Hệ thống quan trắc dịch động trực tuyến KJ520 với các số liệu đo đặc chính xác, phản ánh khách quan tình trạng khối đá vách, đã được chứng minh trong sự hiệu quả trong công nghệ khai thác không trụ bảo vệ. Với các thiết bị đo tải trọng cáp neo GMY300 và thiết bị đo tách lớp đá vách GYW300 có thể hỗ trợ hiệu quả trong công tác quan trắc tình trạng ổn định đường lò chống neo □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Phùng Mạnh Đắc, Phạm Khánh Minh và nnk (2023). Nghiên cứu điều kiện địa cơ mỏ đá vách phục vụ chống neo tại lò dọc vỉa vận tải mức +10 lò chợ CIII-6 -1B mỏ than Vàng Danh. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 4 năm 2023.*
- [2]. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (2018). *Hướng dẫn chống lò sử dụng neo dích kết, phối hợp bê tông phun hoặc lưới thép ở các mỏ than hầm lò.* Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam.
- [3]. Phạm Khánh Minh, Phạm Xuân Thanh, Nguyễn Văn Hiệu (2023). Nghiên cứu áp dụng hệ thống quan trắc tự động trong công nghệ khai thác không để lại trụ bảo vệ tại khu Khe Chàm I - công ty than Hạ Long. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 2 năm 2023.*
- [4]. Bộ Khoa học Công nghệ (2014). *Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10324:2014 về Đá xây dựng - Phương pháp xác định độ bền nén trong phòng thí nghiệm.* Bộ Khoa học Công nghệ
- [5]. *ASTM D3967 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Intact Rock Core Specimens with Flat Loading Platens* (Phương pháp tiêu chuẩn để xác định cường độ kéo của mẫu lõi đá nguyên vẹn với tấm tải phẳng).
- [6]. *Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах России*, 2020, (Hướng dẫn tính toán và áp dụng vì neo chống lò ở các mỏ than, Liên bang Nga năm 2020).
- [7]. *ГОСТ 24941-81 «Методы определения механических свойств нагружением сферическими инденторами»* (GOST 24941-81 -Phương pháp xác định tính chất cơ học bằng cách chịu tải bằng mũi lõm hình cầu). Liên Xô.
- [8]. Разумов Е.А., Позолотин А.С., Лысенко М.В. (2013). *Методика исследования приконтурного массива горных выработок, поддерживаемых анкерной крепью.* Кемерово. (Phương pháp nghiên cứu khối đá xung quanh công trình mỏ được đỡ bằng neo trên nóc lò / Razumov E.A., Pozolotin A.S., Lysenko M.V. – Kemerovo)
- [9]. 煤矿巷道锚杆支护技术, 2021 (Công nghệ chống giữ bằng vì neo trong mỏ hầm lò, 2021).

**RESEARCH ON APPLICATION OF ADVANCED TECHNOLOGY SOLUTIONS
FOR ANCHOR SUPPORTING TRANSPORT ROADWAY TO WORKING STOPE IV-9-17
IN KHE CHAM COAL MINE II-IV OF HA LONG COAL COMPANY**

Minh Khanh Pham^{1,*}, Ngan Tuan Tran¹, Chuong Van Pham², Duy Ngoc Nguyen²,
V.A.Zakharov³, E. V.Aushev³

¹Mining Advanced Technology Support Center, 226 Le Duan, Ha Noi, Viet Nam

²Ha Long Coal Company, 6 Pham Ngu Lao, Ha Noi, Vietnam

³RANK 2 LLC 650000, Kemerovo, Sovetsky Ave., 7,

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 17/10/2024

Revised: 25/11/2024

Accepted: 28/11/2024

^{1,*} Corresponding author:

Email: minhmeo19862004@gmail.com

ABSTRACT

Based on the research on the achievements of anchor supporting levels in developed countries of the world such as Russia and China while implementing the State-level project coded 010.21. CNKK.QG/HDKHCN, The Center for Supporting Mining Technical Progress has coordinated with the Institute of Mine Design "RANK" of the Russian Federation to deploy the application of advanced solutions in supporting with anchors in the transport level/roadway to working stope IV-9-17 in the Khe Cham II-IV Mine of Ha Long Coal Company - TKV. The advanced solutions are applied in 03 main Stages: Surveying the geological conditions of the area; Designing the level supporting passport, and Online Monitoring the stability of the level with anchors supports.

Keywords: Anchor, mine geomechanics, seismic measurement, borehole endoscopic, design, online monitoring.

@ Vietnam Mining Science and Technology Association