



# NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ HỘ CHIẾU CHỐNG VÌ NEO TẠI LÒ DỌC VĨA VẬN TẢI MỨC +10 LÒ CHỢ CIII- 6 -1B MỎ VÀNG DANH

Phạm Khánh Minh, Lưu Quang Dương  
Trung tâm Hỗ trợ Tiến bộ Kỹ thuật Mỏ  
Zakharov V. A., Aushev E. V.  
Công ty TNHH Trung tâm Nghiên cứu Khoa học  
- Viện Thiết kế Mỏ “RANK”- LB Nga  
Email: minhmeo19862004@gmail.com

## TÓM TẮT

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu điều kiện địa cơ mỏ đá vách lò dọc vỉa vận tải (DVVT) mức +10 lò chợ CIII-6-1B Công ty than Vàng Danh - Vinacomin, các tác giả đề xuất lựa chọn tiết diện hình thang lệch và tính toán thiết kế hộ chiếu chống lò bằng vì neo ở hai mức (neo chát dèo cốt thép kết hợp neo cáp) theo “Hướng dẫn tính toán và áp dụng vì neo chống lò ở các mỏ than”, của LB Nga 2020. Phương pháp là một công cụ mới giúp các kỹ sư mỏ tham khảo, đối chiếu hoặc sử dụng chính trong công tác thiết kế chống giữ đường lò bằng vì neo, qua đó nâng cao hiệu quả chống neo trong mỏ than hầm lò.

**Từ khóa:** neo, thiết kế, phương pháp, công cụ mới.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ:

Neo chống lò đã được nghiên cứu và áp dụng tại Việt Nam từ đầu thập niên 90 của thế kỷ 20. Trong khoảng 10 năm trở lại đây khối lượng đường lò chống bằng vì neo đã tăng lên đáng kể. Tuy nhiên, tỷ lệ số mét lò chống neo trên số mét lò đào ở các mỏ than hầm lò còn rất thấp và có xu hướng giảm dần trong thời gian gần đây, đặc biệt là việc sử dụng vì neo trong 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%). Khảo sát thực tế tại các đường lò trong than chống neo cho thấy trong nhiều trường hợp, các thông số kỹ thuật neo không hoàn toàn phù hợp với điều kiện địa chất kỹ thuật mỏ, tình trạng các lò chống neo phải chống đội tăng cường bằng vì chống sắt khi khai thác lò chợ tương đối phổ biến, làm tăng phí chống giữ, gây tâm lý thiếu tin cậy vào độ an toàn và ngại áp dụng vì neo trong các đường lò đào trong than. Điều này là hoàn toàn không phù hợp với xu thế phát triển ngày càng tiên tiến của công nghệ chống lò bằng vì neo hiện nay trên thế giới, có thể áp dụng chống giữ hầu hết các đường lò ngay cả trong điều kiện địa chất phức tạp.

Hiện nay, công tác thiết kế chống lò bằng vì neo tại các mỏ than hầm lò Quảng Ninh đang thực hiện

theo “Hướng dẫn chống lò sử dụng neo dính kết, phối hợp bê tông phun hoặc lưới thép ở các mỏ than hầm lò”, TKV 2018 [2]. Theo đó, hầu hết tiết diện các đường lò đào trong than được lựa chọn theo dạng hình vòm. Quy phạm sử dụng vì neo ở một số nước như Nga, Trung Quốc... đều quy định tiết diện lò than chủ yếu dạng hình thang, chỉ trong các trường hợp đặc biệt mới sử dụng tiết diện hình vòm. Để có cơ sở đánh giá tính ưu việt của đường lò than chống vì neo với tiết diện hình thang, các tác giả đã thiết kế chống lò bằng vì neo tại lò DVVT mức +10 lò chợ CIII-6-1B Công ty than Vàng Danh với tiết diện trong lò dạng hình thang lệch trên cơ sở nghiên cứu điều kiện địa cơ mỏ đá vách bằng các phương pháp tiên tiến, hiện đại để đề xuất áp dụng thử nghiệm trong sản xuất [1], trong đó tập trung giới thiệu phương pháp tính toán hộ chiếu chống giữ đường lò bằng vì neo theo [3].

## II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nghiên cứu điều kiện địa cơ mỏ đá vách phục vụ chống neo

Lò DVVT mức +10 CIII-6-1B Công ty than Vàng Danh được sử dụng làm tuyến vận tải chính cho lò chợ III-6-1B, đường lò được đào từ lò thượng TGVC +0/+65 III-6-1B đến lò thượng TGVC +0/+50 V6 khu III, tiết diện dự kiến VC2, S<sub>d</sub>



= 9,3 m<sup>2</sup>, S<sub>sd</sub> = 7,3 m<sup>2</sup> là đảm bảo về yêu cầu về vận tải và thông gió khu vực.

Tại [1], nhóm thực hiện đã tiến hành khảo sát nghiên cứu điều kiện địa cơ mỏ đá vách phục vụ chống neo tại khu vực bằng các phương pháp tiên tiến:

- Đo địa chấn đường lò xác định các hệ thống khe nứt và tính chất phá hủy trong khối đá;
- Khoan nội soi lỗ khoan xác định tính chất phân lớp và nứt nẻ của khối đá bao quanh đường lò;
- Khoan, lấy mẫu phân tích xác định tính chất cơ lý.

Kết quả đã xác định được sơ đồ cột địa tầng (Hình H.1) với độ chính xác và tin cậy cao, là cơ sở vững chắc phục vụ công tác thiết kế chống lò bằng vì neo cùng các thông số khác như sau:

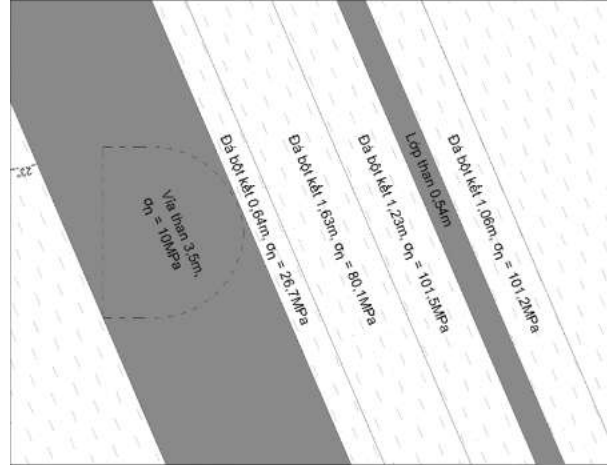
- + Độ sâu: 350 m;
- + Chiều dày vỉa: 3,5 m;
- + Chiều dài: 135 m;

+ 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 < 60 MPa);

+ Phân nhóm đá vách theo tính chất ổn định: Nhóm 2: Ổn định trung bình (Vách ổn định khi lộ trần trong khoảng 1 ~ 3 m từ gương lò, thường là các loại sét kết phân lớp nứt nẻ yếu và bột kết có

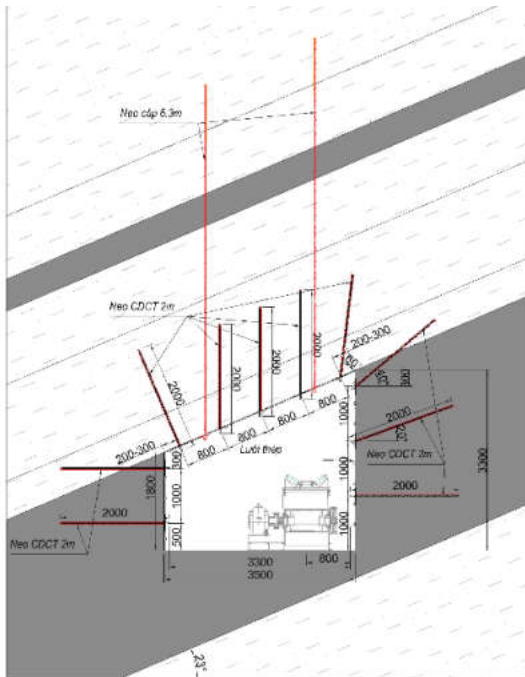
cường độ kháng nén 30 < R<sub>n</sub> < 80 MPa, than có R<sub>n</sub> > 6 MPa).

### 2.2. Lựa chọn hình dạng và tiết diện đường lò thiết kế

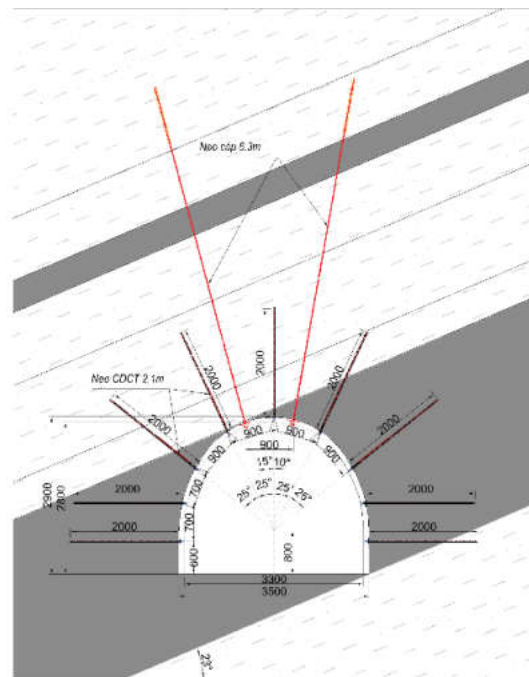


H.1. Sơ đồ cột địa tầng khu vực đường lò phục vụ thiết kế chống neo

Căn cứ vào mục đích sử dụng của đường lò DVVT mức +10 lò chợ CIII-6-1B Công ty than Vàng Danh, thiết kế đề xuất đào chống lò DVVT mức +10 lò chợ III-6-1B theo 02 tiết diện như Hình H.2. :



a. Tiết diện hình thang lệch S  
đ = 8,9m<sup>2</sup>, S<sub>sd</sub> = 8,0m<sup>2</sup>



b. Tiết diện hình vòm  
S<sub>đ</sub> = 8,6m<sup>2</sup>, S<sub>sd</sub> = 7,8m<sup>2</sup>

### H.2. Tiết diện đường lò dự kiến



**Bảng 1. Ưu nhược điểm của tiết diện hình vòm và hình thang trong chống lò bằng vì neo**

Tiết diện	Công đoạn	Tiết diện hình vòm (có lớp than trên nóc lò)	Tiết diện hình thang lệch (không có lớp than trên nóc lò)
<b>Ưu điểm</b>	Đào	- Hộ chiếu khoan - nổ mìn hầu như không đổi trong suốt quá trình thi công đường lò;	- Loại bỏ lớp than không ổn định trên nóc lò; - Dễ tạo biên đường lò hơn.
		- Hình chống vòm tối ưu phân bố áp lực đất đá xung quanh;	- Các lỗ khoan neo dễ thi công hơn do chủ yếu vuông góc với nền lò hoặc vách; - Neo nóc và neo hông tương đồng về chủng loại và kích thước; + Giảm vật tư chống neo và khối lượng thi công; + Nâng cao hiệu quả và năng suất trong quá trình chống neo. - Nhờ biên lò phẳng nên có thể lắp đặt các thanh giằng liên kết trên cùng tiết diện, tăng độ ổn định chống neo.
	Sử dụng		- Tăng độ ổn định và hiệu quả kiểm soát nóc lò trong quá trình sử dụng; - Dễ dàng liên kết giữa vì chống lò chợ và vì tăng cường ngã ba LC, hạn chế khả năng tụt lở.
	Khác	- Quen thuộc với tay nghề thi công tại Việt Nam.	
<b>Nhược điểm</b>	Đào	- Có nguy cơ tụt lở từ lớp than nóc còn lại.	- Tăng tiết diện đào (khối lượng khoan - nổ mìn); - Tiết diện cần điều chỉnh khi chiều dày và góc vỉa thay đổi.
		- Khó thi công chính xác góc khoan lỗ neo, dễ trượt lở tại các mặt tiếp xúc yếu; - Tăng chiều dài lỗ nóc để neo vào phần đá vách cứng vững; + Giảm NSLĐ do chiều sâu lỗ khoan tăng; + Tăng vật tư chống do chiều dài thanh neo tăng; + Nhiều loại VT hơn (neo nóc và neo hông khác nhau). - Phức tạp trong quá trình thi công, giảm hiệu quả và năng suất trong quá trình chống neo.	- Hình dạng chống không tối ưu, hình thành vùng tập trung áp lực tại góc lò; - Tăng chiều cao thi công tại phía góc đường lò.
	Sử dụng	- Có nguy cơ tụt lở phần than nóc, đặc biệt là tại tam giác than giữa lò chợ và lò dọc vỉa.	
	Khác		- Chưa phổ biến và quen thuộc với cán bộ CNV Việt Nam;



Từ bảng so sánh nêu trên cho thấy, tiết diện hình vòm có một số ưu điểm như hộ chiếu đào hào như không thay đổi trong quá trình thi công, tối ưu phân bố áp lực đất đá xung quanh và quen thuộc với tay nghề thi công tại Việt Nam. Tuy nhiên, trong chống lò bằng vì neo, tiết diện hình thang với nóc lò bằng phẳng trùng với mặt phẳng phân lớp đất đá được ưu tiên sử dụng, điều này đã được quy định rõ trong các hướng dẫn – quy phạm chống neo của các nước phát triển:

- Tại điều 8 “Hướng dẫn tính toán và áp dụng vì neo chống lò ở các mỏ than”, LB Nga 2020 [3]: Khi sử dụng vì neo, mặt cắt đường lò được chấp nhận là hình chữ nhật hoặc hình thang với mặt phẳng nóc lò trùng với mặt phẳng phân lớp đất đá (than), trong một số trường hợp đặc biệt là hình vòm.

- Tại điều 4.2.6 “Quy phạm công nghệ chống giữ neo”, Trung Quốc năm 2023 [4]: Hình dạng và kích thước tiết diện đường lò cần được xác định theo điều kiện đất đá xung quanh, mục đích sử dụng của đường lò.... Tiết diện lò than thường sẽ là hình chữ nhật hoặc hình thang, trường hợp đặc biệt có thể sử dụng hình vòm hoặc các loại tiết diện khác.

Theo kinh nghiệm của nước ngoài, các tác giả lựa chọn tiết diện hình thang lệch đối với lò DVVT mức +10 lò chợ III-6-1.

### 2.3. Tính toán hộ chiếu chống lò bằng vì neo

#### 2.3.1. Lựa chọn chất dính kết và cốt neo CDCT

Trên cơ sở kết quả thí nghiệm, kinh nghiệm thực tế áp dụng công nghệ đào chống lò bằng vì neo tại một số mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh và đồng bộ thiết bị khoan neo, thiết kế chọn thanh neo làm bằng thép thanh vằn nhóm AII Φ20 mm, có σk > 335 MPa, lực bám dính > 105 kN, áp dụng cho điều kiện lò DVVT mức +10 LC III-6-1B. Theo [2], thanh neo có thể chịu tải 7 T, tương đương 70 kN.

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

Theo mục 5, phụ lục N1 của tài liệu [3], cường độ kháng nén của đá vách  $R_n$ , MPa được xác định bằng giá trị bình quân gia quyền của cường độ kháng nén các lớp đá vách tính đến chiều cao bằng chiều rộng đường lò theo công thức (1) và (2):

$$R_{nv} = \frac{(R_{n1} \cdot m_1 + R_{n2} \cdot m_2 + \dots + R_{nn} \cdot m_n) \cdot k_p \cdot k_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}, \quad MPa \tag{1}$$

$$R_{nv} = \frac{(26,7 \cdot 0,64 + 80,1 \cdot 1,63 + 101,5 \cdot 1,23 + 10 \cdot 0,5 + 101,2 \cdot 1,06) \cdot 0,6 \cdot 1}{0,64 + 1,63 + 1,23 + 0,5 + 1,06} = 45,6 \text{ MPa}$$

$$R_{nh} = \frac{(R_{n1} \cdot m_1 + R_{n2} \cdot m_2 + \dots + R_{nn} \cdot m_n) \cdot k_p \cdot k_n}{h} = \frac{(10 \cdot 1,8) \cdot 0,6 \cdot 1}{1,8} = 6 \text{ MPa} \tag{2}$$

Trong đó:  $R_{nv}$  - 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;

$m_1, m_2, \dots, m_n$  - 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, chọn  $k_p = 0,6$ ;

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

Do đường lò không bị ngập nước nên chọn  $k_p = 1$ ;

$h$  - Chiều cao đường lò, m;

$B$  - Chiều rộng đường lò, m.

Khả năng áp dụng neo để chống lò được đánh giá theo tỷ số giữa độ sâu đường lò với cường độ kháng nén bình quân gia quyền của khối đá theo công thức  $\frac{H}{R_{nv}}$ :

$\frac{H}{R_{nv}} < 25$  - Chống neo một mức                       $25 \leq \frac{H}{R_{nv}} \leq 30$  - Chống neo hai mức (sử dụng neo cáp).

Trong trường hợp lò DVVT mức +10 LC III-6-1B,  $\frac{H}{R_{nv}} = \frac{350}{45,6} = 7,67 < 25$ , cho phép áp dụng hình thức neo 1 mức. Tuy nhiên, do đá vách bị nứt nẻ mạnh và có lớp than trong vách ở độ sâu 4,6-5,2 m. nên cần thiết chống neo ở hai mức: đá vách được gia cường tạo dầm mang tải bằng neo ở mức một, và toàn bộ dầm mang tải được treo lên lớp đá vách bên vững ngoài vòm cân bằng tự nhiên bằng neo cáp ở mức hai.



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

a. Xác định trị số dịch chuyển đá vách

Đối với các đường lò dọc vỉa và sau đó phá sập theo tiến độ khai thác, trị số dịch chuyển đá vách  $U_v$  xác định bằng công thức:

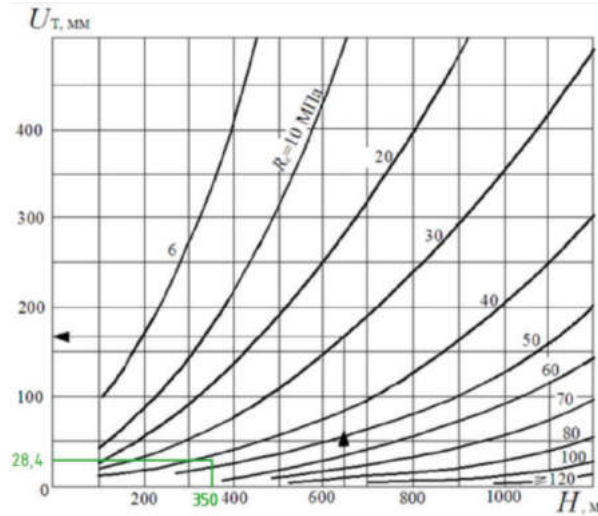
$$U_v = U_l + U_a \cdot k_r \cdot k_l \cdot k_s \cdot k_d, \text{ mm} \quad (3)$$

Trong đó:  $U_l$  - trị số dịch chuyển đá vách trong đường lò khi không chịu ảnh hưởng của áp lực tựa ở lò chợ, mm;

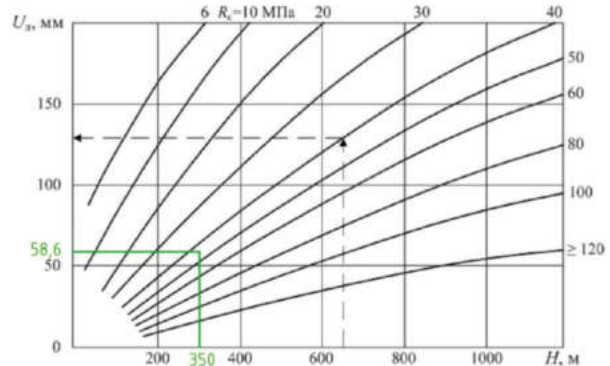
$U_a$  - trị số dịch chuyển đá vách theo tính toán trong giai đoạn ảnh hưởng của áp lực tựa ở khoảng cách  $0,1 \cdot H$  tính đến gương lò, được tính theo chiều sâu đường lò và cường độ kháng nén  $R_n$  theo H.3,  $U_a = 53,8$  mm.

$$U_l = U_T \cdot k_a \cdot k_l \cdot k_r \cdot k_d, \text{ mm} \quad (4)$$

Trong đó:  $U_T$  - trị số dịch chuyển tiêu chuẩn đá vách trong đường lò, phụ thuộc vào độ sâu đường lò và cường độ kháng nén của đá vách theo tính toán.  $U_T$  được xác định theo Hình H.3,  $U_T = 27,5$  mm;



**H.3. Trị số dịch chuyển đá vách khi chiều rộng đường lò B = 5 m (trị số tiêu chuẩn)**



**H.4. Trị số dịch chuyển đá vách trong vùng ảnh hưởng của áp lực tựa lò chợ đã khai thác ( $U_a$ )**

$k_r$  - Hệ số tính đến khác nhau của chiều rộng đường lò với chiều rộng tiêu chuẩn ( $B = 5$  m);

$$k_r = 0,25 \cdot (B - 1) = 0,25 \cdot (3,5 - 1) = 0,625;$$

$k_l$  - Hệ số tính đến sự ảnh hưởng lẫn nhau giữa các đường lò liền kề, chọn  $k_l = 1$  khi khoảng cách giữa các đường lò  $> 15$  m;

$k_s$  - Hệ số tính đến sự sập đổ của đá vách cơ bản, chọn  $k_s = 1$  đối với vách loại I và loại III, chọn  $k_s = 1,2$  với vách loại II;

$k_d$  - Hệ số tính đến loại đường lò, chọn  $k_d = 1$  đối với lò dọc vỉa, lò ngầm, lò thượng và ngã 3, chọn  $k_d = 0,7$  với lò xuyên vỉa;

$k_a$  - 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  $k_a = 1$  khi khóa neo có chiều rộng 0,5 m. Trường hợp chiều rộng khóa neo 1 m, thì  $k_a = 0,85$ .

$$\text{Thay số: } U_l = U_T \cdot k_a \cdot k_l \cdot k_r \cdot k_d = 28,5 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,625 \cdot 1 = 15,1 \text{ mm}$$

$$U_v = U_l + U_a \cdot k_r \cdot k_l \cdot k_s \cdot k_d = 15,1 + 58,6 \cdot 0,625 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 = 46,2 \text{ mm}$$

b. Xác định chiều dài thanh neo và lực chịu tải

Theo mục 15 phụ lục N1 [3] trong điều kiện áp lực mỏ không lớn khi dịch chuyển đá vách theo tính toán dưới 50 mm, đường lò có thể chống vì neo ở một mức; đối với đá vách loại I theo tính chất sập đổ các thông số neo nóc cần lựa chọn ít nhất là:  $P_a = 40$  kN/m<sup>2</sup> và  $l_n = 1,7$  m.

Trong trường hợp chiều rộng lò = 3,5 m cần chống không ít hơn 4 thanh neo trong một hàng theo tiết



diện lò. Đối với lò DVVT mức +10 LC III-6-1B chọn 5 thanh neo trong 1 hàng neo; chiều dài neo chọn  $l=2,1$  m.

Theo mục 4 Phụ lục 4 [3] 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:

$$P_{att} = l_{lv} \times k_{vt} \times \gamma = 2 \times 1,2 \times 26,3 = 63,1, \text{ kN/m}^2 \tag{5}$$

Trong đó:

$l_{lv}$  – chiều dài làm việc của thanh neo (không tính đến phần đuôi neo nhô vào lò), m;

$l_{lv} = l_n - l_{dn} = 2,1 - 0,1 = 2,0$  m;

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

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

$\gamma$  – Trọng lượng thể tích của đá vách,  $\text{kN/m}^3$ ,  $\gamma = 2,68 \text{ g/cm}^3 = 26,3 \text{ kN/m}^3$ .

**c. Xác định khoảng cách giữa các hàng neo nóc**

Khoảng cách giữa hàng neo nóc theo công thức:

$$C_{hnn} = \frac{n_{hn} \cdot N_{mtn}}{P_{att} \cdot B} = \frac{5 \cdot 70}{63,1 \cdot 3,5} = 1,6 \text{ m} \tag{6}$$

Trong đó:

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

$N_{mtn}$  - Khả năng mang tải của thanh neo nóc,  $N_{mtn} = 70$  kN;

$P_{att}$  - Áp lực đá vách tác động lên vì neo,  $\text{kN/m}^2$ .  $P_{att} = 63,1 \text{ kN/m}^2$ .

Khoảng cách giữa các hàng neo nóc  $C_{hnn}$  so sánh với khoảng cách cho phép theo điều kiện 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/  $\text{m}^2$ .

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  $C_{hnn} = 0,8$  m.

Căn cứ mục 10 Phụ lục 4 [3], cường độ kháng tải của vì neo xác định theo công thức:

$$P_{vn} = \frac{n_{hn} \cdot N_{ktn}}{C_{hnn} \cdot B} = \frac{5 \cdot 70}{0,8 \cdot 3,5} = 125 \text{ kN/m}^2$$

Như vậy, hông lò được chống bằng neo có chiều dài 2,0 m. Theo chiều đứng hông lò, chống 2 thanh neo cho hông trái cao 1,8 m, và 3 thanh neo cho hông phải cao 3,3 m. Khoảng cách giữa các thanh neo trong hàng là 1,0 m. Khoảng cách giữa các hàng neo là 1,0 m.

Để tăng cường liên kết giữa các thanh neo ở hông lò, thiết kế đề xuất sử dụng thanh giằng (kích thước 1400×250×2 mm). Hông trái lò sử dụng 01 thanh giằng, hông lò phải sử dụng 02 thanh giằng kết hợp tấm đệm kích thước 100×100×5 mm và lưới thép tấm kích thước 1100 x 1200mm, diện tích mắt lưới 100×100×Φ6 mm (hông trái dùng 02 tấm lưới thép, hông phải dùng 03 tấm lưới thép).

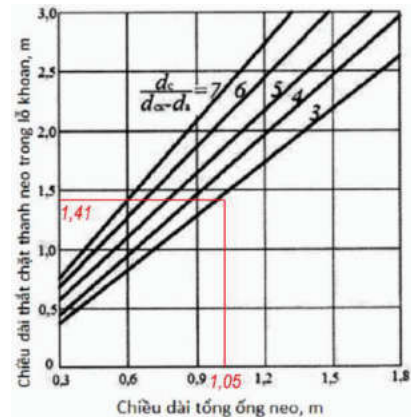
**d. Xác định chiều dài khóa neo**

Theo mục 2 Phụ lục N15 Hình H.5 [3] chiều dài khóa neo trong lỗ khoan phụ thuộc đường kính thanh neo  $d_{tn}$ , đường kính thời chất dẻo  $d_{cd}$ , đường kính lỗ khoan  $d_{lk}$  và tổng chiều dài các thời chất dẻo trong lỗ khoan  $l_{tcd}$ .

Đối với thanh neo loại AII Φ20mm,  $d_{tn} = 20$  mm;  $d_{cd} = 23$  mm;  $d_{lk} = 30$  mm, số lượng thời chất dẻo CK-2335 là 03 thời,  $H = 1050$  mm.

$$\frac{d_{tn}}{d_{lk} - d_{cd}} = \frac{20}{30 - 23} = 2,86 \tag{8}$$

Theo Hình H.4 chiều dài khóa neo là 1,41 m



**H.5. Biểu đồ xác định chiều dài khóa neo trong lỗ khoan**

### 2.3.4. Xác định các thông số neo hông lò (neo CDCT)

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:

$$\sigma_h = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_0 \cdot \gamma \cdot H}{R_{nh}} = \frac{1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,0263 \cdot 350}{6} = 2,3 \text{ MPa} \quad (9)$$

Trong đó:

$\gamma$  - Trọng lượng thể tích của đá vách,  $\gamma = 26,3 \text{ kN/m}^3 = 0,0263 \text{ MN/m}^3$ ;

H - Độ sâu đường lò, H = 350 m;

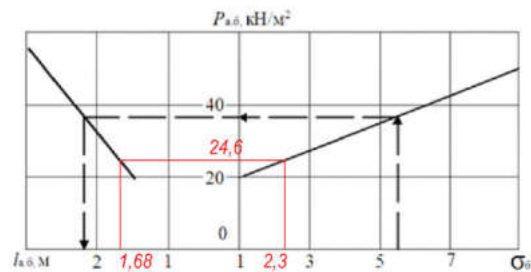
$K_1$  - hệ số tập trung ứng suất ở hông lò, chọn  $K_1 = 1,5$ ;

$K_0$  - hệ số gia tăng ứng suất ở hông lò nằm trong vùng ảnh hưởng của áp lực tựa, chọn  $K_0 = 1$ ;

$K_2$  - 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  $\geq 15 \text{ m}$ .

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 ( $P_{hl}$ ) và chiều dài thanh neo hông ( $l_{nh}$ ) được xác định theo biểu đồ như Hình H.6 trong Phụ lục 2 [3].

Theo biểu đồ Hình 5 chiều dài neo tối thiểu 1,68 m và cường độ kháng tải của vỉ neo hông là 24,6 kN/m<sup>2</sup>.



H.6. Biểu đồ tính toán thông số neo hông lò

Khoảng cách giữa các hàng neo trong hông lò  $C_{hl}$  xác định theo công thức

$$C_{hl} = \frac{n_{nhh} \cdot N_{kth}}{h \cdot P_{hl}} \text{ m} \quad (10)$$

Trong đó:

$n_{nhh}$  - Số thanh neo ở hàng thẳng đứng. Khi chiều cao hông lò dưới 2m, 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, m

$P_{hl}$  - cường độ kháng tải của neo hông lò, kN/m<sup>2</sup>.

Đối với hông lò bên trái, có chiều cao 1,8m:  $C_{hl\text{-trái}} = \frac{2 \cdot 70}{1,8 \cdot 24,6} = 3,16 \text{ m}$

Đối với hông lò bên phải, có chiều cao 3,3m:  $C_{hl\text{-phải}} = \frac{3 \cdot 70}{3,3 \cdot 24,6} = 2,59 \text{ m}$

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:

$$C_{hl} = \frac{n_{nhh}}{n_{\min} \cdot h} \quad (11)$$

Trong đó:

$n_{nhh}$  - số thanh neo trong hàng neo hông;

$n_{\min}$  - mật độ neo hông lò,  $n_{\min} = 0,4$  thanh neo / m<sup>2</sup>. Mật độ neo ở hông lò được xác định theo Mục 2, Phụ lục 16 [3];

h - chiều cao thành lò, m.

Đối với hông lò trái, có chiều cao 1,8 m:  $C_{hl} = \frac{n_{nhh}}{n_{\min} \cdot h} = \frac{2}{0,4 \cdot 1,8} = 2,78 \text{ m}$

Đối với hông lò phải, có chiều cao 3,3 m:  $C_{hl} = \frac{n_{nhh}}{n_{\min} \cdot h} = \frac{3}{0,4 \cdot 3,3} = 2,27 \text{ m}$

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



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

a. Xác định chiều cao vòm cân bằng tự nhiên

$$h_{vcb} = k_v \times B_{tt}, m \tag{12}$$

$k_v$  – hệ số vòm cân bằng, xác định theo Bảng N1 Phụ lục 4 [3] (Bảng 2).

**Bảng 2. 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
$k_{cb}$	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

Với cường độ kháng nén của nóc lò  $R_{nv} = 45,6$  MPa, chọn  $k_v = 0,678$

$B_{tt}$  - chiều rộng tính toán của đường lò có tính đến sự phá hủy của than ở hai bên hông lò, xác định theo công thức:

$$B_{tt} = B + 2 \times b_p, m \tag{13}$$

Trong đó:

$B$  – chiều rộng đường lò,  $B = 3,5$  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,  $R_{nh} = 6$  MPa;

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

$\gamma$  - trọng lượng thể tích khối đá vách tính đến mặt địa hình,  $\gamma = 26,3$  kN/m<sup>3</sup> = 0,0263 MN/m<sup>3</sup>;

$H$  - độ sâu đường lò,  $H = 350$  m.

Thay số:  $k \cdot \gamma \cdot H = 2,0 \times 0,0263 \times 350 = 18,4 > R_{nh} = 6$ , tương ứng  $b_p = 0$

Tuy nhiên, xét đến mức độ an toàn của hông lò, thiết kế chọn  $b_p = 0,8$ m.

Thay số:  $B_{tt} = 3,5 + 2 \times 0,8 = 5,1$  m

$h_{vcb} = 0,678 \times 5,1 = 3,5$  m

b. 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:

$$P_{avr} = \frac{2}{3} B_{tt} \times h_{vcb} \times \gamma = \frac{2}{3} \times 5,1 \times 3,5 \times 26,3 = 313, \text{ kN/m} \tag{14}$$

Trong đó:

$\gamma$  - bình quân gia quyền của trọng lượng thể tích các lớp đá vách trong vòm tự nhiên, theo kết quả nghiên cứu đá vách v6,  $\gamma = 26,3$  kN/m<sup>3</sup>;

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

$$P_{avr} = \frac{P_{avr}}{B_{tt}} = \frac{313}{5,1} = 61,4 \text{ kN/m}^2 \tag{15}$$

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

$$P_{avr-cáp} = P_{avr} - k_{dt} \times P_{att} = 61,4 - 2/3,5 \times 63,1 = 19,3 \text{ kN/m}^2 \tag{16}$$

$P_{att}$  - Áp lực đá vách tác động lên vì neo CDCT,  $P_{att} = 63,1$  kN/m<sup>2</sup>;

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

$$k_{dt} = l_{lv} / h_{vcb} \tag{17}$$

$l_{lv}$  – Chiều dài làm việc của thanh neo,  $l_{lv} = 2$  m;

$h_{vcb}$  - Chiều cao vòm cân bằng tự nhiên,  $h_{vcb} = 3,5$  m;

c. Xác định chiều dài neo cáp

Chiều dài neo cáp được xác định theo công thức:





$$l_{nc} = h_{vcb} + l_{đn} + l_{kn} = 3,5 + 0,3 + 1,0 = 4,8 \text{ m} \quad (18)$$

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

$l_{kn}$  - chiều dài khóa neo cáp,  $l_{kn} = 0,8-1,0 \text{ m}$ ;

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

#### d. Mật độ neo cáp

Mật độ neo cáp được tính theo công thức:

$$S_{cáp} = \frac{P_{avr-cáp}}{N_{mt-cáp}} = \frac{19,3}{254} = 0,076 \text{ neo/m}^2 \quad (19)$$

$P_{avr-cáp}$  - Áp lực riêng của đất đá vòm cân bằng lên neo cáp,  $P_{avr-cáp} = 19,3 \text{ kN/m}^2$ ;

$N_{mt-cáp}$  - Khả năng mang tải của cáp neo, theo [1], neo cáp có thể chịu tải 26T, tương đương 254 kN.

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  $P_{att}$ ):

$$S_{cáp} = \frac{P_{cáp}}{N_{mt-cáp}} = \frac{61,4}{254} = 0,24 \text{ neo/m}^2 \quad (20)$$

#### c. Xác định số lượng neo cáp trong một hàng neo

Số lượng neo cáp được lấy phụ thuộc vào chiều rộng của đường lò, không nhỏ hơn:

$$\begin{array}{ll} B \leq 5,5 \text{ m} & - 2 \text{ neo cáp;} \\ 7 < B \leq 9 \text{ m} & - 4 \text{ neo cáp;} \\ 5,5 < B \leq 7 \text{ m} & - 3 \text{ neo cáp;} \\ 9 < B \leq 12 \text{ m} & - \text{từ 5 đến 6 neo cáp;} \end{array}$$

Với  $B = 3,5 \text{ m}$ ,  $B_{tt} = 5,1 \text{ m}$ , chọn  $n_c = 2$  neo.

#### d. Khoảng cách các neo cáp trong một hàng

$$C_{hnc} = \frac{B - 2,0}{n_c - 1} = \frac{3,5 - 2,0}{2 - 1} = 1,5 \text{ m} \quad (21)$$

Chọn  $C_{hnc} = 2,0 \text{ m}$

#### e. Khoảng cách giữa các hàng neo cáp

$$D_{hnc} = \frac{C_{hnc}}{B \times S_{cáp}} = \frac{2}{3,5 \times 0,24} = 2,38 \text{ m} \quad (22)$$

Căn cứ theo các số liệu đã tính toán và điều kiện thực tế khu vực đã khảo sát, chọn neo cáp có chiều dài 6,3 m, tiết diện  $\Phi 22 \text{ mm}$ . Chống 02 neo cáp một hàng theo tiết diện lò, khoảng cách giữa các hàng là 2,0m. Chọn loại chất dẻo CK-2335 (hoặc tương đương), mỗi lỗ 5 thỏi chất dẻo. Thiết kế đề xuất sử dụng tấm ốp loại bán cầu kích thước  $300 \times 300 \times 8 \text{ mm}$ .

Việc lắp đặt các neo cáp khi vách trực tiếp có độ ổn định trung bình được thực hiện ở khoảng cách không quá 20 m tính từ gương đường lò đào. Khi chiều dày của vách trực tiếp vượt quá chiều dài hoạt động của các neo của mức đầu tiên, các neo cáp được lắp đặt ở khoảng cách từ gương lò không quá 10 m.

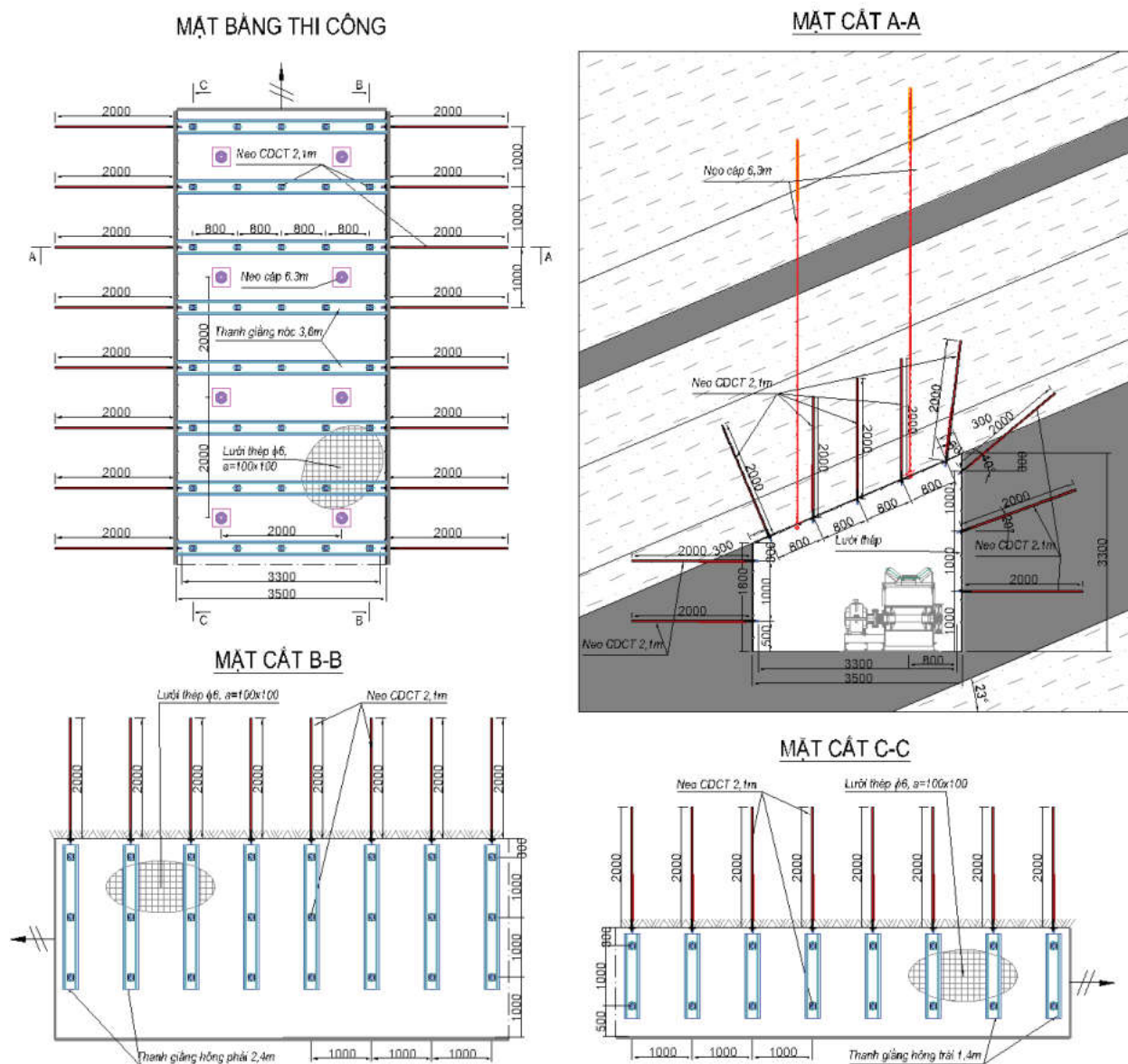
Trên cơ sở các thông số đã tính toán, hệ chiếu chống lò được xây dựng như Hình H.7.

**Bảng 3. Thông số khoan - nổ mìn**

TT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
1	Diện tích tiết diện đào	m <sup>2</sup>	8,9
2	Hệ số kiên cố trung bình của đất đá, than gương đường lò	-	2
3	Chỉ tiêu thuốc nổ đơn vị	kg/m <sup>3</sup>	0,54
4	Chiều sâu lỗ mìn	m	1,1
5	Hệ số sử dụng lỗ mìn	-	0,9
6	Tiến độ đào lò phá gương một lần nổ mìn	m	1



7	Số lượng lỗ khoan nạp thuốc cho một lần nổ mìn	lỗ	19
8	Số mét khoan lỗ mìn cho một lần nổ mìn	m	21,3
9	Khối lượng thuốc nổ cho một lần nổ mìn	kg	5,0
10	Số kíp nổ cho một lần nổ mìn	cái	19
11	Khối lượng than nổ ra cho một lần nổ (nở rời)	m <sup>3</sup>	12,5



**H.7. Hệ chiều chống lò bằng vì neo**

**2.4. Hệ chiều khoan - nổ mìn, tổ chức sản xuất, thiết bị-vật tư và các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật chống lò bằng vì neo**

**2.4.1. Hệ chiều khoan - nổ mìn**





**2.4.3. Thiết bị-vật tư và các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật**

Thiết bị - vật tư chống lò bằng vi neo sử dụng các thiết bị vật tư có sẵn tại Công ty than Vàng Danh hoặc phổ biến tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh

**Bảng 5. Tổng hợp thiết bị - vật tư chính phục vụ thi công khoan gương và khoan neo**

TT	Các thông số	Mã hiệu	Đơn vị	Số lượng			Ghi chú
				Cần	DP	Tổng	
I	<b>Thiết bị khoan lỗ mìn gương</b>						
1	Máy khoan khí nén cầm tay	ZQS-55/2.5	Bộ	01	100%	02	
II	<b>Thiết bị phục vụ thi công neo CDCT và neo cáp</b>						
II.1	<b>Thiết bị phục vụ thi công neo CDCT và neo cáp</b>						
1	Máy khoan và siết neo cáp	MQT-130	Bộ	01	100%	02	
	Máy khoan và siết neo CDCT (các lỗ nóc)						
2	Máy khoan và siết neo CDCT (các lỗ hông)	MQTB-85/2.0	Bộ	01	100%	02	
3	Máy rút tải neo CDCT	LDZ-200	Bộ	01	100%	02	
4	Máy căng neo cáp	MQ22-300/63	Bộ	01	100%	02	
5	Máy cắt cáp	GQ-390/60	Bộ	01	100%	02	
II.2	<b>Vật tư phục vụ thi công neo CDCT và neo cáp</b>						
1	Tuýp siết neo CDCT	B19	Cái	4	50%	6	

**Bảng 6. Tổng hợp vật tư chống 01 mét lò bằng vi neo**

TT	Vật tư	Quy cách	Đơn vị	Số lượng
<b>A</b>	<b>Neo CDCT</b>			
1	Thanh neo, L=2,1 m	Thép tròn gân, AllΦ20	Thanh	10
2	Tấm đệm neo	100x100x5	Tấm	10
3	Vòng đệm kim loại	-	Cái	10
4	Vòng đệm nhựa	-	Cái	10
5	Đai ốc chịu lực đặc biệt	M18	Cái	10
<b>C</b>	<b>Neo cáp</b>			
6	Neo cáp, L=6,3 m	Cáp F21,8	Thanh	1
7	Tấm ốp hình cầu	300x300x8		
8	Khóa neo cáp	KM-22	Cái	1
	<b>Vật tư chung</b>			
9	Thỏi chất dẻo	CK-2335	Thanh	35
10	Thanh giằng nóc	2000x250x2 mm	Thanh	2
11	Thanh giằng hông	1400x250x2 mm	Thanh	3
12	Lưới thép tấm 100x100xΦ6mm	1100 x 1200 mm	Tấm	8



Bảng 7. 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	m <sup>2</sup>	8,9
2	Hệ số kiên cố trung bình của đất đá, than trong gương lò đào để tính toán	-	2,0
3	Tiến độ một chu kỳ	m	2,0
4	Khoảng cách giữa các vòng neo CDCT	m	1,0
5	Khoảng cách giữa các vòng neo cáp	m	2,0
6	Số neo CDCT trong một vòng	cái	10
7	Số vòng neo CDCT trong một chu kỳ	vòng	2
8	Chiều dài thanh neo CDCT	m	2,1
9	Chiều dài của neo cáp (Sau khi hoàn thiện)	m	6,3
10	Số thanh neo CDCT trong một chu kỳ	cái	20
11	Số thanh neo cáp trong một chu kỳ	cái	2
12	Số sỏi chất dẻo trong một lỗ neo CDCT	thỏi	3
13	Số sỏi chất dẻo trong một lỗ neo cáp	thỏi	5
14	Số sỏi chất dẻo trong một chu kỳ	thỏi	70
15	Năng suất lao động công nhân đào lò	m/công	0,125
16	Chi phí thuốc nổ nhũ tương lò than cho 1 mét lò	kg/m	4,8
17	Chi phí kíp nổ cho 1 mét lò	kíp/m	19,0
18	Chi phí bộ neo CDCT cho 1 mét lò	bộ/m	10,0
19	Chi phí bộ neo cáp cho 1 mét lò	bộ/m	1,0
20	Chi phí sỏi chất dẻo cho 1 mét lò	thỏi/m	35
21	Chi phí thanh giằng nóc	thanh/m	2,0
22	Chi phí thanh giằng hông	thanh/m	3,0
23	Chi phí lưới thép cho 1 mét lò	Tám/m	8,0

### III. KẾT LUẬN

Dựa trên cơ sở các kết quả nghiên cứu điều kiện địa cơ mỏ đá vách đáng tin cậy bằng các phương pháp hiện đại và tiên tiến, bài báo trình bày thiết kế chống lò bằng vì neo mới tại lò DVVT mức +10 LC III-6-1B mỏ than Vàng Danh - Vinacomin. Trong đó tập trung giới thiệu một phương pháp tính toán hệ

chiều chống giữ mới dựa trên [3]. 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. Trong quá trình thiết kế cũng gặp phải



một số khó khăn như các tiêu chuẩn vật tư chống neo của LB Nga [3] không hoàn toàn tương đồng với các vật tư đang sử dụng tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh. Hộ chiếu chống giữ bằng vì neo tại lò DVVT mức +10 LC III-6-1B mỏ than Vàng Danh vẫn được nhóm tác giả xây dựng sử dụng các thiết bị - vật tư có sẵn và phổ biến tại các mỏ

than hầm lò vùng Quảng Ninh, tuy nhiên một số chủng loại vật tư có thể thay đổi hoặc cải tiến để nâng cao hiệu quả chống giữ. Phương pháp thiết kế cung cấp cho các kỹ sư mỏ thêm một công cụ mới có giá trị khoa học thực tiễn cao trong việc thiết kế và nâng cao hiệu quả thi công đường lò bằng vì neo □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phùng Mạnh Đắc 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 4-2023.
2. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (2018), Hướng dẫn chống lò sử dụng neo dính kết, phối hợp bê tông phun hoặc lưới thép ở các mỏ than hầm lò” TKV.
3. 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, LB Nga năm 2020).
4. GB/T 35056-2018 煤矿锚杆支护技术规范 (Quy phạm công nghệ chống giữ neo mỏ than GB/T 35056-2018).

### RESEARCH ON DESIGN OF ANCHOR SUPPORT PATTERN AT +10M LEVEL ROADWAY OF CIII-6-1B STOPE OF VANG DANH COAL MINE

Phạm Khánh Minh, Luu Quang Duong  
VIMA- Mining Advanced Technology Support Center  
Zakharov V. A, Aushev E. V.

Russian Institute of Design of Mining Enterprises - Scientific Research Center "RANK" Ltd. Co.

### ABSTRACT

*Based on the results of research on geomechanical conditions of roof rock mass at level +10 roadway of stope III-6-1B Vang Danh Coal Company - Vinacomin, the authors proposed to choose an trapezoidal cross-section and to design mine tunnel supports with anchors at two levels (reinforced steel-core plastic anchors combined with plastic anchor) according to [3]. The method is a new tool to help mining engineers refer to, compare or use in the design supporting mine tunnel with anchors, thereby improving the effectiveness of anchoring support in underground coal mines.*

**Keywords:** anchor, design, methods, new tools.

Ngày nhận bài: 08/11/2023;  
Ngày gửi phản biện: 10/11/2023;  
Ngày nhận phản biện: 25/12/2023;  
Ngày chấp nhận đăng: 28/12/2023.

**Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo:** Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.