



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

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



Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố địa chất - kỹ thuật đối với hiệu quả thu hồi than nóc của hệ thống khai thác lò dọc vỉa phân tầng sử dụng giàn chống trong điều kiện các vỉa than dày, dốc vùng Quảng Ninh

Nhữ Việt Tuấn ¹

¹ *Nghiên cứu sinh, Khoa Mỏ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam*

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:
 Nhận bài 20/9/2016
 Chấp nhận 07/11/2016
 Đăng online 30/12/2016

Từ khóa:
 Dọc vỉa phân tầng
 Vỉa dày
 Khai thác hầm lò
 Chiều cao phân tầng
 Hạ trần than nóc

TÓM TẮT

Hiện nay, tại bể than Quảng Ninh, sản lượng than khai thác từ các vỉa dày, dốc chiếm khoảng 10 ÷ 12 % tổng sản lượng than khai thác hầm lò; trong đó, sản lượng khai thác từ hệ thống khai thác lò dọc vỉa phân tầng chiếm tỷ trọng đáng kể. Cho tới nay, chưa có công trình nghiên cứu nào về hiệu quả của công tác hạ trần thu hồi than nóc trong hệ thống khai thác lò dọc vỉa phân tầng tại vùng Quảng Ninh. Các yếu tố địa chất, kỹ thuật có ảnh hưởng lớn đến hiệu quả, an toàn trong khai thác mỏ than hầm lò. Trong công trình nghiên cứu này, tác giả đã sử dụng mô hình vật liệu tương đương để xác định các yếu tố chính ảnh hưởng đến hiệu quả thu hồi than nóc trong điều kiện địa chất kỹ thuật đặc trưng của vùng Quảng Ninh bao gồm: góc dốc vỉa, bước hạ trần than nóc, chiều cao phân tầng khai thác, kết cấu giàn chống, quy trình thu hồi. Các kết quả nghiên cứu đã làm rõ quá trình dịch chuyển của than, đá cách và chỉ ra nguyên nhân gây tổn thất than trong quá trình thu hồi than nóc. Trên cơ sở đó, đã đề xuất được các giải pháp kỹ thuật, đồng bộ thiết bị cơ giới hóa, kết cấu dàn chống và quy trình thu hồi than nóc phù hợp khi áp dụng hệ thống khai thác lò dọc vỉa phân tầng cho điều kiện các vỉa dày, dốc vùng Quảng Ninh.

© 2016 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Đặt vấn đề

Hiệu quả thu hồi than nóc phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, nhất là các yếu tố như: chiều dày vỉa, góc dốc vỉa, tính chất sập đổ của đá vách, bước hạ trần than nóc, chiều cao phân tầng khai thác, kết

cấu giàn chống, quy trình thu hồi, trình độ công nhân, công tác tổ chức sản xuất, chất lượng thiết bị, v.v.. Tuy nhiên, việc nghiên cứu tổng thể, đồng thời các yếu tố trên đối với hiệu quả thu hồi than nóc trong hệ thống khai thác lò dọc vỉa phân tầng sử dụng giàn chống rất phức tạp, khó thực hiện. Trên cơ sở đó, trong công trình này, nhóm tác giả đã lựa chọn một số yếu tố chính như: góc dốc vỉa, bước hạ trần than nóc, chiều cao phân tầng khai thác, kết cấu giàn chống, quy trình thu hồi và trong điều kiện

**Tác giả liên hệ.*

E-mail: nhutuanvm@gmail.com

vía có chiều dày $M = 7\text{m}$, đặc trưng cho các vỉa than dày, dốc vùng Quảng Ninh. Trong công trình này, các tác giả đã sử dụng phương pháp mô hình hóa bằng mô hình vật liệu tương đương. Đây là phương pháp nghiên cứu đã được sử dụng từ khá lâu, phổ biến, nhất là tại các nước thuộc Liên Xô (cũ) và cho kết quả có thể tin cậy (Kuznetsov và nnk, 1968)

2. Nghiên cứu quá trình hạ trần, thu hồi than nóc dưới sự ảnh hưởng của các yếu tố địa chất - kỹ thuật mỏ

2.1. Nghiên cứu lựa chọn các tham số mô phỏng

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu của các nhà khoa học, (Phùng Mạnh Đắc, 2004; Nguyễn Anh Tuấn, 2007; Nhữ Việt Tuấn, 2009), tác giả lựa chọn những yếu tố địa chất, kỹ thuật chính để nghiên cứu, bao gồm:

- Góc dốc vỉa than (α): chọn 3 giá trị $\alpha = 45^\circ, 65^\circ, 85^\circ$.
- Chiều dày vỉa than (M): chọn giá trị trung bình $M = 7\text{m}$
- Bước hạ trần than nóc (a): chọn 3 giá trị $a = 1\text{m}, 2\text{m}, 3\text{m}$.
- Chiều cao phân tầng khai thác (h): chọn 3 giá trị $h = 8\text{m}, 12\text{m}$ và 15m .

Trong mô hình được chọn ở trên, trần than phía trên lò dọc vỉa phân tầng được giả định đã bị phá vỡ cưỡng bức bằng khoan nổ.

2.2. Nghiên cứu thiết kế, tính toán các tham số và lựa chọn vật liệu của mô hình

Mô hình được chọn có kích thước dài x rộng x cao = $800 \times 800 \times 800\text{mm}$, làm bằng vật liệu mica trong suốt nhằm thuận lợi cho việc quan sát, nghiên cứu. Mô hình mô phỏng hệ thống khai thác lò dọc vỉa phân tầng gồm các tham số như sau:

- Chiều dài theo phương lò dọc vỉa phân tầng: 40m ;
- Chiều cao lò dọc vỉa phân tầng, trần than và đất đá phá hoả: 40m ;
- Chiều dày vỉa: 7m ;
- Chiều cao lò dọc vỉa phân tầng: 2m ;
- Chiều rộng lò dọc vỉa phân tầng: 4m .

Vỉa than được mô phỏng nằm trong hai mặt phẳng làm bằng hai tấm mica trong suốt đặt song song, có thể điều chỉnh nghiêng theo các góc $45^\circ, 65^\circ$ và 85° so với mặt phẳng nằm ngang. Phía trên lò dọc vỉa phân tầng và nằm giữa hai tấm mica là

than và đất đá phá hoả được mô phỏng bằng các vật liệu tương đương, có tính chất cơ lý đồng dạng (theo tỷ lệ đồng dạng xác định) với tính chất cơ lý của than và đất đá thực tế. Phần than có chiều cao tương ứng với chiều cao phân tầng cần nghiên cứu theo tỷ lệ đồng dạng của mô hình. Bên trên phần than là đất đá phá hoả với chiều cao tối thiểu bằng chiều cao trần than trên lò dọc vỉa phân tầng. Mặt đáy của mô hình bố trí lò dọc vỉa phân tầng nằm trong vỉa than, sát về phía trụ vỉa. Lò dọc vỉa phân tầng được mô phỏng bằng một hình hộp, có một đầu hở để mô phỏng cửa tháo than, có thể di chuyển được dọc theo đường phương vỉa than để mô phỏng quá trình tiến gương khai thác. Để thực hiện các thao tác thu hồi than, một mặt bên của hình hộp hở để lấy than ra (Hình 1). Các đại lượng nghiên cứu trên mô hình và giá trị thực tế được liên hệ bởi các hệ số tỷ lệ đồng dạng về kích thước, thời gian, khối lượng, thể tích. Các tỷ lệ đồng dạng được xác định theo kinh nghiệm của các nhà khoa học Nga (Kirpichev, 1953; Kuznetsov và nnk, 1968). Hệ số tỷ lệ đồng dạng được tính toán, lựa chọn, tổng hợp tại Bảng 1 dưới đây.

Do các tính chất đồng dạng về độ bền của vật liệu không ảnh hưởng đến kết quả mô hình, đồng thời các tỷ lệ đồng dạng về góc nội ma sát, trọng lượng riêng đều bằng 1:1, nên có thể lựa chọn vật liệu tương đương trên mô hình chính là vật liệu trong thực tế. Trong thí nghiệm này, các tác giả đã chọn đá phá hoả cho mô hình là bột kết của mỏ Nam Mẫu, than của mỏ Quang Hanh và Khe Chàm. Sau khi lấy từ hiện trường mỏ, than và đá được gia công, xử lý đảm bảo các yêu cầu sau: than đảm bảo toir rời, cỡ hạt trung bình $1 \div 2\text{mm}$, khô ráo, độ ẩm tương đương độ ẩm tự nhiên của than nguyên khai; đá đảm bảo toir rời, cỡ hạt trung bình $1 \div 10\text{mm}$, khô ráo.

2.3. Khai thác mô hình

Việc khai thác mô hình theo trình tự như sau:

- Công tác chuẩn bị: chuẩn bị các dụng cụ để lấy than từ khay thu hồi than trên mô hình, dụng cụ đựng than và cân điện tử.
- Di chuyển khay tháo than một tiến độ yêu cầu ($2\text{cm}, 4\text{cm}$ hoặc 6cm).
- Dùng dụng cụ chuyên dụng cào than từ khay tháo than cho đến khi quan sát thấy đá phá hoả xuống đến cửa tháo thì dừng lại.

Bảng 1: Tổng hợp các hệ số đồng dạng của mô hình vật liệu tương đương

Hệ số đồng dạng	Ký hiệu, công thức	Giá trị
Kích thước	α_l	1:50
Trọng lượng thể tích	α_γ	1:1
Thời gian	α_t	1:7
Cường độ kháng nén, kéo	$\alpha_{nén} = \alpha_{kéo} = \alpha_l \cdot \alpha_\gamma$	1:50
Lực dính kết	$\alpha_c = \alpha_l \cdot \alpha_\gamma$	1:50
Góc nội ma sát	$\alpha_\phi = \text{tg}\varphi_{TT} / \text{tg}\varphi_M$	1:1
Hệ số đàn hồi E	$\alpha_E = \alpha_l \cdot \alpha_\gamma$	1:50
Hệ số Poaxông ν	$\nu_{TT} = \nu_M$	1:1



Hình 1: Mô hình nghiên cứu sau khi gia công chế tạo

- Than thu hồi được cân bằng cân điện tử để xác định khối lượng, ghi kết quả vào sổ ghi chép.

- Lặp lại bước 2÷4 cho đến giới hạn khung mô hình.

Ngay sau khi di chuyển khay tháo, trần than và đá phá hóa đang từ trạng thái cân bằng đã bắt đầu có sự dịch chuyển xuống phía dưới và hướng vào không gian lò chợ. Khu vực trần than tiếp giáp với khay tháo (gần phía gương) dịch chuyển trước, sau đó, than và đá phá hóa phía trên bắt đầu dịch chuyển. Than tràn vào không gian lò chợ tạo thành một góc ổn định khoảng $40^\circ \div 42^\circ$. Than và đá phá hóa dịch chuyển xuống dưới hình thành phễu tháo than có dạng có dạng parabol bất đối xứng. Khi tiếp tục thu hồi, than và đá phá hóa phía sau lò chợ tiếp tục được dịch chuyển vào không gian lò chợ và phễu tháo được mở rộng dần về phía phá hóa.

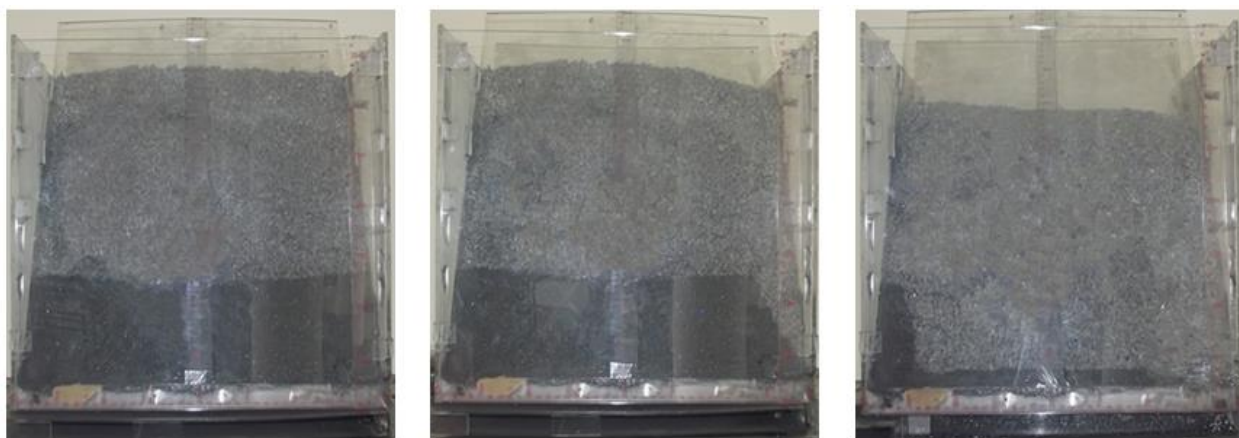
Kết thúc chu kỳ thu hồi, đá phá hóa tràn vào không gian lò chợ gây nhiễm bẩn than và trùm lên

lớp than nằm ổn định trên nền lò. Lớp than này cơ bản có hình tam giác và đây là lượng than không thể thu hồi được, gây tổn thất. Ngoài ra, trong quá trình thu hồi, còn một lượng than nữa nằm bên phía vách và trụ vỉa không được thu hồi, gây tổn thất. Sau khi thu hồi xong một chu kỳ, trần than phía trên lò dọc vỉa nằm ổn định với góc nghiêng khoảng $73^\circ \div 78^\circ$ so với mặt phẳng nằm ngang. Góc ổn định này không phụ thuộc vào chiều cao phân tầng khai thác, góc dốc vỉa, bước hạ trần than nóc (Hình2).

Tổng hợp kết quả thu hồi khi khai thác các mô hình xem tại Bảng 2

2.4. Phân tích các kết quả khai thác trên mô hình theo các yếu tố ảnh hưởng

Từ các kết quả tổng hợp tại bảng 2 có thể phân tích tỷ lệ tổn thất than theo các yếu tố ảnh hưởng dưới dạng các biểu đồ như sau:



Hình 2: Quá trình khai thác mô hình với $h=15m$, $a=1m$, $\alpha=65^\circ$

Bảng 2: Tổng hợp kết quả tỷ lệ tổn thất than khai thác trên các mô hình

Nº mô hình	Chiều cao phân tầng, h(m)	Bước hạ trần than, a(m)	Góc dốc vỉa than, α (độ)	Chiều dày vỉa than, M(m)	Tỷ lệ tổn thất than, η (%)
1	8	1	45	7	39,33
2	8	2	45	7	45,43
3	8	3	45	7	50,58
4	12	1	45	7	42,17
5	12	2	45	7	47,31
6	12	3	45	7	53,07
7	15	1	45	7	46,33
8	15	2	45	7	50,96
9	15	3	45	7	55,36
10	8	1	65	7	34,32
11	8	2	65	7	36,60
12	8	3	65	7	40,55
13	12	1	65	7	36,08
14	12	2	65	7	38,72
15	12	3	65	7	43,34
16	15	1	65	7	37,96
17	15	2	65	7	40,55
18	15	3	65	7	44,93
19	8	1	85	7	28,04
20	8	2	85	7	29,82
21	8	3	85	7	34,50
22	12	1	85	7	29,82
23	12	2	85	7	31,06
24	12	3	85	7	35,90
25	15	1	85	7	31,82
26	15	2	85	7	33,26
27	15	3	85	7	37,85

- Tỷ lệ tổn thất than theo yếu tố chiều cao tầng
- Tỷ lệ tổn thất than theo yếu tố góc dốc vỉa
- Tỷ lệ tổn thất than theo yếu tố bước hạ trần than nóc

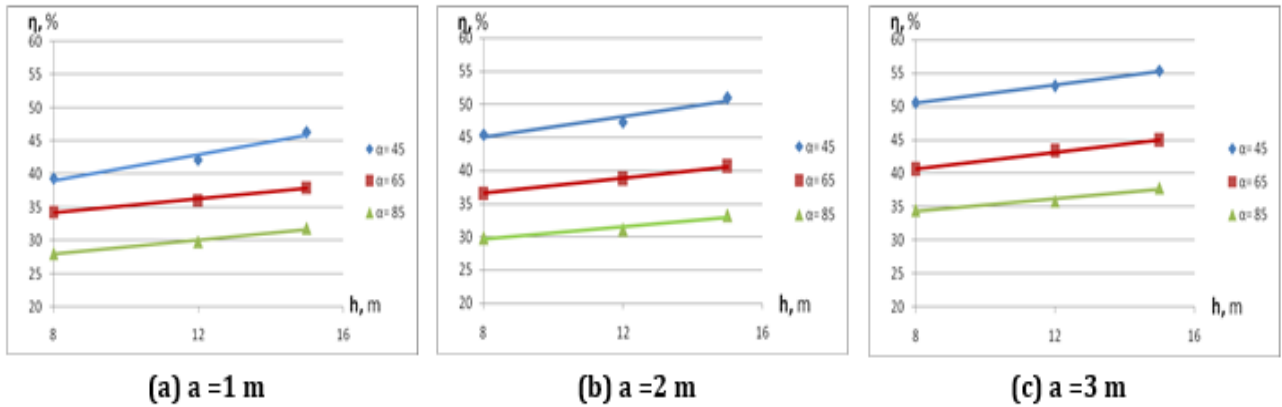
Từ các kết quả phân tích trên có thể đánh giá, phân tích như sau:

- Với bước hạ trần, góc dốc vỉa khác nhau, tổn thất than luôn tỷ lệ thuận với chiều cao phân tầng khai thác. Tỷ lệ tổn thất than thấp nhất là 28,04% khi chiều cao phân tầng $h = 8\text{m}$ và cao nhất là

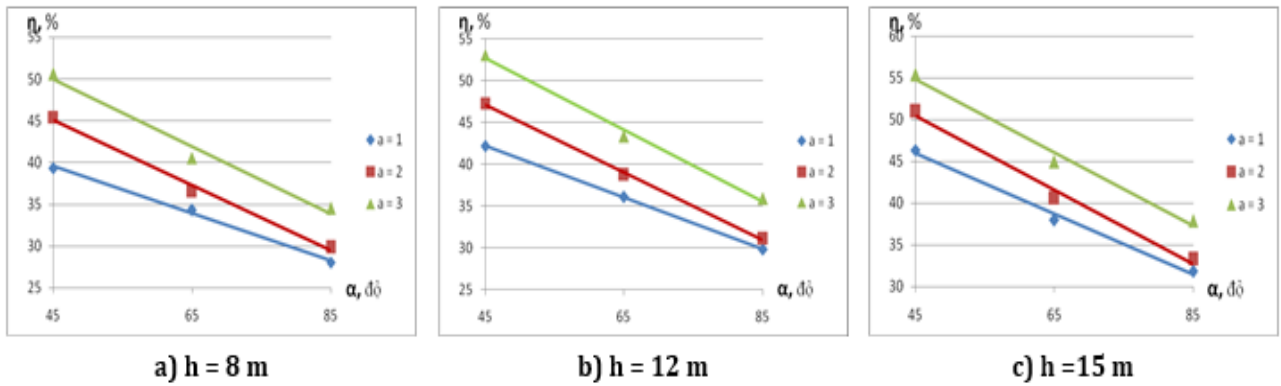
55,36% khi $h = 15\text{m}$. Tỷ lệ tổn thất than theo các chiều cao phân tầng xem Hình 6.

- Với chiều cao phân tầng, bước hạ trần khác nhau, tổn thất than luôn tỷ lệ thuận với góc dốc vỉa than. Tỷ lệ tổn thất than thấp nhất khi góc dốc vỉa $\alpha = 85^\circ$ và cao nhất khi $\alpha = 45^\circ$. Tổn thất than theo các góc dốc vỉa khác nhau xem Hình 7.

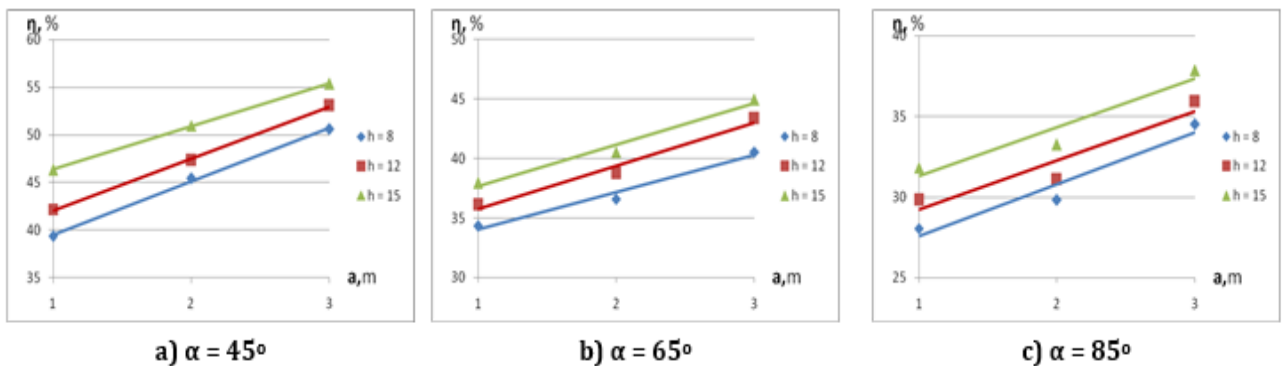
- Với chiều cao phân tầng, góc dốc vỉa khác nhau, tổn thất than luôn tỷ lệ thuận với bước hạ trần. Tỷ lệ tổn thất than thấp nhất khi bước hạ trần $a = 1\text{m}$ và cao nhất khi hạ trần $a = 3\text{m}$.



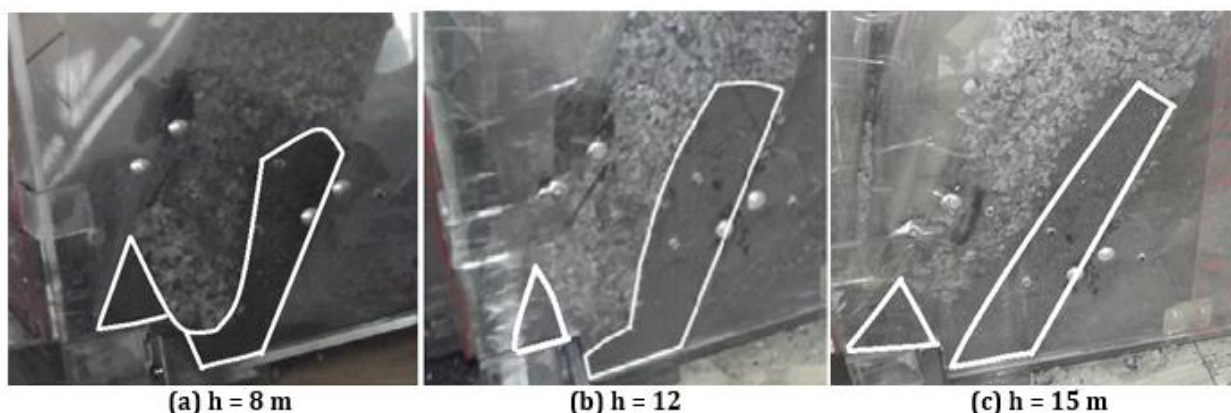
Hình 3: Biểu đồ quan hệ giữa tỷ lệ tổn thất than và chiều cao phân tầng



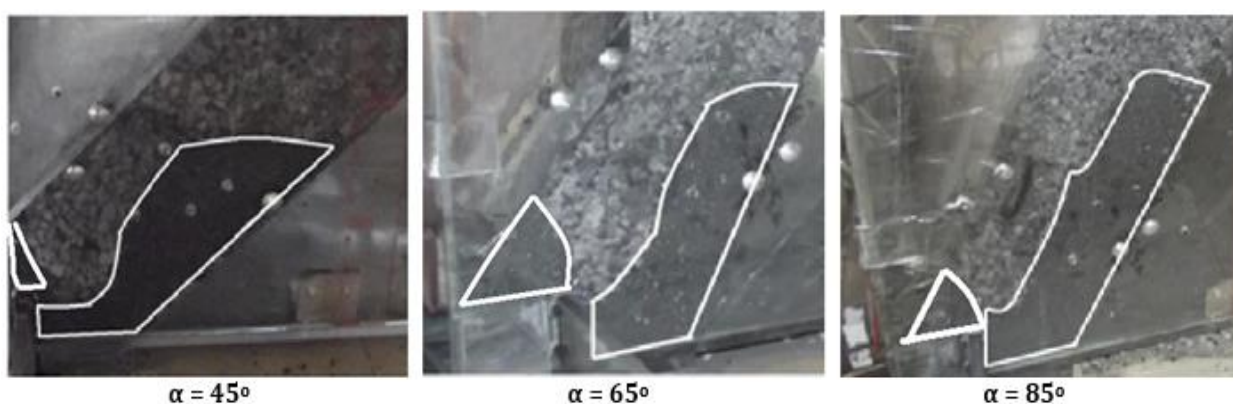
Hình 4: Biểu đồ quan hệ giữa tỷ lệ tổn thất than và góc dốc vỉa than



Hình 5: Biểu đồ quan hệ giữa tỷ lệ tổn thất than và bước hạ trần than



Hình 6: Tổn thất than theo chiều cao phân tầng trên mô hình



Hình 7: Tổn thất than do góc dốc vỉa trên mô hình

3. Nghiên cứu quá trình hạ trần thu hồi than nóc dưới sự ảnh hưởng của kết cấu giàn chống và quy trình thu hồi than nóc

Các tác giả chọn mô hình để mô phỏng một chu kỳ hạ trần, thu hồi than nóc với các thông số điều kiện địa chất - kỹ thuật đặc trưng như sau:

- Góc dốc vỉa than (α): chọn giá trị $\alpha = 65^\circ$;
- Chiều dày vỉa than (M): chọn giá trị $M = 7\text{m}$;
- Bước hạ trần than nóc (a): chọn giá trị $a = 1\text{m}$;
- Chiều cao phân tầng khai thác (h): chọn giá trị $h = 12\text{m}$;
- Trần than phía trên lò dọc vỉa phân tầng đã bị phá vỡ.

Mô hình được chọn có kích thước: dài x rộng x cao = $750 \times 350 \times 100\text{mm}$, khung làm bằng thép, các mặt làm bằng tôn, mặt trước làm bằng mica trong suốt dày 4mm để thuận lợi cho việc quan sát (Hình 8). Vỉa than được mô phỏng nằm trong hai mặt phẳng làm bằng hai tấm tôn nghiêng một góc 65° so với mặt phẳng nằm ngang. Phần mặt trước

phía dưới bố trí 3 cửa tháo than làm bằng thép có kích thước cao x rộng là $100 \times 50\text{mm}$, tương ứng với kích thước thực của cửa tháo than cao x rộng là $1500 \times 750\text{mm}$. Các cửa tháo than cách nhau 50mm. Phía sau và phía trên các cửa tháo than là than và đá phá hỏa được mô phỏng bằng các vật liệu tương đương, có tính chất cơ lý và kích thước đồng dạng với tính chất của than và đất đá thực tế.

Các đại lượng nghiên cứu trên mô hình và giá trị thực tế được liên hệ bởi các hệ số tỷ lệ đồng dạng, được tính toán lựa chọn như sau: tỷ lệ đồng dạng về kích thước $\alpha_l = 1:15$; tỷ lệ đồng dạng về thời gian $\alpha_T = 1:4$; tỷ lệ đồng dạng về trọng lượng thể tích là 1:1.

Vật liệu tương đương được chọn là vật liệu trong thực tế, đá phá hỏa là đá bột kết lấy tại mỏ Nam Mẫu, than được lấy tại mỏ Quang Hanh và Khe Chàm. Than có cỡ hạt trung bình $1 \div 15\text{mm}$, khô ráo, độ ẩm tương đương độ ẩm tự nhiên của than nguyên khai. Đá toại rời, cỡ hạt $3 \div 45\text{mm}$, khô ráo.



Hình 8: Quá trình khai thác mô hình vật liệu tương đương

Tiến hành thí nghiệm thu hồi than tại các cửa tháo theo 4 mô hình như sau:

Mô hình 1: chỉ thu hồi than ở cửa sổ tháo ở giữa và có tỷ lệ tổn thất đạt lớn nhất, $\eta = 48,6\%$.

Mô hình 2: thu hồi than lần lượt từ cửa sổ bên trụ vỉa, cửa sổ ở giữa, sau đó đến cửa sổ bên vách và có tỷ lệ tổn thất than là $\eta = 41,1\%$.

Mô hình 3: thu hồi than lần lượt từ cửa sổ bên vách vỉa, cửa sổ ở giữa, sau đó đến cửa sổ bên trụ vỉa và có tỷ lệ tổn thất than là $\eta = 42,0\%$.

Mô hình 4: thu hồi than đồng thời tại 03 cửa sổ và có tỷ lệ tổn thất than đạt thấp nhất, $\eta = 39,3\%$.

3. Kết luận

Khi chiều cao phân tầng khai thác tăng từ 8m lên 15m (tăng gần 88%), tỷ lệ tổn thất than tăng trung bình từ 3÷7 %. Như vậy, tỷ lệ tổn thất than không phụ thuộc nhiều vào chiều cao phân tầng khai thác. Do đó, nên ưu tiên việc nâng cao chiều cao phân tầng (đến giới hạn phù hợp) để nâng cao hiệu quả khai thác.

Khi góc dốc vỉa thấp, nên xem xét hạn chế áp dụng hệ thống khai thác lò dọc vỉa phân tầng sử dụng giàn chống tự hành.

Nên chọn bước hạ trần than nóc bằng 1÷2 lần bước dịch chuyển giàn chống.

Giàn chống có cửa sổ thu hồi trên xà phá hoá và trên cửa sổ nằm giữa hai giàn có diện tích thu hồi lớn, có thể cho phép giảm tỷ lệ tổn thất than hạ trần.

Để nâng cao hiệu quả thu hồi, cần thu hồi than đồng thời trên các cửa tháo.

Tài liệu tham khảo

Kirpichev, M.V., 1953. *Lý thuyết dòng dạng*, Moscow (Bản tiếng Nga).

Kuznetsov, G.N., Budko M.N., Vasilev Yu.I., Shklyarskiy M.F., Yurevich G.G., 1968. *Mô hình hóa diễn biến áp lực mỏ*, Leningrad (Bản tiếng Nga).

Nguyễn Anh Tuấn, 2007. Nghiên cứu lựa chọn công nghệ cơ giới hóa khai thác các vỉa dày, dốc trên 45⁰ tại các mỏ than hầm lò vùng

Quảng Ninh, Báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước, Viện KHCN Mỏ, Hà Nội.

Nhữ Việt Tuấn, 2009. Nghiên cứu các giải pháp nâng cao chiều cao phân tầng trong sơ đồ công nghệ khai thác vỉa dốc tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ, Viện KHCN Mỏ, Hà Nội.

Phùng Mạnh Đắc, 2004. Nghiên cứu áp dụng cơ giới hoá khai thác các vỉa dày trong điều kiện địa chất phức tạp bể than Quảng Ninh, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ Công nghiệp, Viện KHCN Mỏ, Hà Nội.

ABSTRACT

Effects of geological and technical factors on the efficiency of the sublevel top coal caving for underground mining of steep thick coal seams in Quang Ninh coal basin

Tuan Viet Nhu

PhD Student, Faculty of Mining, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Currently, in Quang Ninh coal Basin, coal production mines from steep thick coal seams account for about 10÷12% of the total underground mining coal output; among them, coal production mines by the sublevel top coal caving system account for significant proportion. However, until now, there are no study on the effectiveness of sublevel top coal caving in Quang Ninh coal Basin. Geological and technical factors significantly impact on the effectiveness and safety for underground coal mining. In this study, the author used the physical model of experiments to define the main factors affecting the effectiveness of the sublevel top coal caving for underground mining of steep thick coal seams in Quang Ninh coal Basin such as slope of coal seam, top coal caving span, sublevel height, structure of hydraulic supports, top coal caving process. The research results have clarified the movement process of coal, rocks on the roof and pointed out the cause of the loss of coal in the sublevel top coal caving. On that basis, the paper proposed suitable technical solutions, mechanization equipment, structure of hydraulic supports and top coal caving process for sublevel top coal caving system in the underground mines with steep thick coal seams in Quang Ninh Coal Basin.