



Journal of Mining and Earth Sciences

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



Resreach on the stress redistribution ahead of the coal face with the greater mining height in the extraction by Fully Mechanized Top Coal Caving technology

Bui Manh Tung^{1,*}, Le Tien Dung¹, Nguyen Van Tuan²

¹ Mining Faculty, Hanoi university of mining and geology, Vietnam, buimanhtung@humg.edu.vn

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received/....../2021

Accepted/....../2021

Available online/....../2021

Keywords:

Top coal caving, great cutting, stress redistribution, stability

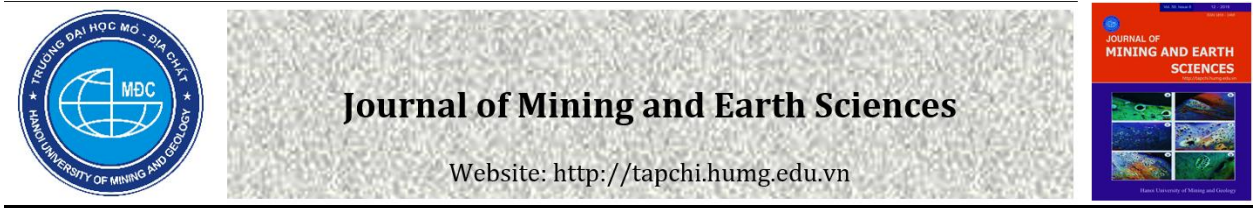
The extraction with great cutting height for thick seam is being the new research orientation in longwall caving technology. Due to the increase of top coal thickness and of great cutting height which leads to the change of cutting height, the rule of roof failure and the distribution of stress around the face alter correspondingly. This paper is based on the geological conditions of face 4108 of PingShou mine, employing the numerical model by FLAC3D code, analysing the effect of great cutting height on the law of stress distribution ahead of the face. When the cutting height increases, the results of research have shown that: peak stress redistributes further ahead of the face and its value manifestly drops; the plastic deformation ahead of face significant increases and the zone of plastic strain also expands. It is therefore concluded that the variation of cutting height results in the redistribution of roof pressure which contributes to the control of roof failure and face stability.

Copyright © 2020 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

**Corresponding author.*

E-mail address: buimanhtung@humg.edu.vn

<https://doi.org/10.25074/xyz>



Nghiên cứu quy luật phân bố ứng suất trước gương lò chợ cơ giới hóa hạ trần than nóc với chiều cao khẩu lớn

Bùi Mạnh Tùng^{1,*}, Lê Tiến Dũng¹, Nguyễn Văn Tuấn²

¹ Khoa Mỏ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam, buimanhtung@humg.edu.vn;

² Tập đoàn công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài/....../2021

Chấp nhận/....../2021

Đăng online

...../...../2021

Từ khóa:

Công nghệ hạ trần, than nóc, ứng suất phía trước, chiều cao khẩu

Khai thác với chiều cao khẩu lớn cho vỉa dày là một xu hướng phát triển trong công nghệ hạ trần than vách. Khi chiều cao lớp khẩu tăng lên, chiều dày lớp than hạ trần giảm xuống, từ đó thay đổi trạng thái phân bố ứng suất xung quanh lò chợ cũng như thay đổi quy luật sập đổ của đá vách. Bài báo dựa trên điều kiện địa chất lò chợ 4108 mỏ PingShou, Sơn Tây, Trung Quốc, sử dụng mô hình số hóa FLAC3D, phân tích ảnh hưởng của chiều cao khẩu đến quy luật phân bố áp lực phía trước gương lò chợ. Kết quả nghiên cứu cho thấy, giá trị ứng suất phía trước gương lò chợ tùy theo tốc độ tiến gương tăng lên mà cũng tăng lên, vị trí ứng suất lớn nhất phía gương dịch chuyển ra xa so với gương than, hệ số ứng suất tập trung cũng theo tốc độ tiến gương mà cũng tăng lên, vùng ảnh hưởng của ứng suất lớn nhất phía trước gương phát triển rộng hơn, điều đó thuận lợi cho quá trình phá hủy than nóc, tăng hiệu quả thu hồi than nóc cũng như nâng cao độ ổn định của gương lò chợ.

© 2020 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Đặt vấn đề

Công nghệ cơ giới hóa hạ trần than nóc là một trong các công nghệ đang được áp dụng chủ yếu để khai thác cho vỉa dày ở các nước khai thác than tiên tiến trên thế giới. Thực tiễn cho thấy, áp dụng công nghệ này đã nâng cao được sản lượng và năng suất của lò chợ. Tuy nhiên, nhược điểm của công nghệ này là tổn thất than trong quá trình hạ trần than nóc vẫn còn rất lớn. Đặc biệt trong một số trường hợp như khai thác vỉa dày đến rất dày, vỉa có độ kiên cố từ trung bình trở lên thì cơ

chế phá hủy, sập đổ và tỷ lệ thu hồi than nóc sẽ bị ảnh hưởng rất lớn. Một trong các giải pháp nhằm nâng cao khả năng phá hủy, sập đổ và hiệu quả thu hồi của khối than nóc là nâng cao chiều cao khẩu của máy khẩu hay còn gọi là chiều cao khẩu gương (Bui, và nnk., 2020). Thông thường chiều cao khẩu của máy khẩu trong lò chợ cơ giới hóa hạ trần than nóc của Trung Quốc từ 2.8 m cho đến 3.2m nhưng hiện nay cũng đã có rất nhiều lò chợ hạ trần than nóc đã đạt đến chiều cao

khẩu là 4.2m như Xinglong Zhuang, TaShan, Da Tong, PingShou (Gong Pei lin, 2008). Thực tiễn cho thấy, khi chiều cao khẩu gương lớn thì tỷ lệ thu hồi chung của lò chợ tăng lên, vì tỷ lệ thu hồi của phần than khẩu máy thường đạt đến 98% (He Fulin và nnk., 2011); Gong và nnk., 2001). Tuy nhiên, tỷ lệ thu hồi phần than lớp vách phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, trong đó có sự ảnh hưởng của áp lực xung quanh lò chợ (Jun Wang, 2019). Do đó, cần thiết phải có những nghiên cứu tỉ mỉ về sự phân bố ứng suất xung quanh lò chợ. Trong bài báo này, tác giả sử dụng phần mềm FLAC3D (Flacd2.0, 1996) tiến hành mô phỏng quá trình khai thác lò chợ cơ giới hóa hạ trần than nóc 4108, từ đó phân tích trạng thái phân bố ứng suất và dịch động của than và đá phía trước gương lò chợ.

2. Đặc điểm điều kiện địa chất - kỹ thuật lò chợ

Lò chợ 4108 thuộc vỉa 4, có chiều dài theo đường phương là 2690m, Chiều dài lò chợ 300m, diện tích khu vực khai thác là 80700m², chiều dày vỉa 6.9m, chiều cao khẩu là 3.5m, chiều cao lớp hạ trần 3.4m, tỷ lệ khẩu-hạ trần 1:0.97, bước tiến gương là 0.8m. Chiều dày vách trực tiếp từ 5.51~50.33m, trung bình 11.88m, mức độ nứt nẻ phát triển tương đối mạnh, thành phần chủ yếu là đá Thạch anh. Đá trụ trực tiếp dày 0.5~4.84m, trung bình 2.88m. Đá trụ cơ bản là đá cát kết, bột kết và thạch anh, chiều dày 0.74~9.8m, đá thuộc loại kiên cố trung bình. Địa tầng khu vực khai thác được thể hiện trên hình 1.

Địa tầng	Chiều dày (m)	Cột địa tầng	TT	Loại đá
Hệ Sơn tây	$\frac{20.33\text{E}-5.51}{11.89}$		1	K3 Cát kết hạt trung - thô
Hệ thái ngu yên	$\frac{8.80\text{E}-4.45}{6.9}$		2	Vỉa #4
	$\frac{6.80\text{E}-1.98}{4.30}$		3	Bột kết
	$\frac{9.80\text{E}-0.74}{4.28}$		4	Cát kết
	$\frac{1.80\text{E}-0}{0.90}$		5	Vỉa #

Hình 1 Địa tầng khu vực khai thác

3.Nghiên cứu quy luật phân bố ứng suất xung quanh lò chợ cơ giới hóa hạ trần than nóc khi chiều cao khẩu gương lớn.

3.1. Xây dựng mô hình

Căn cứ vào điều kiện địa chất lò chợ 4108 mỏ PingShou, sử dụng phương pháp nghiên cứu mô hình mô phỏng số hóa bằng phần mềm FLAC3D, tiến hành phân tích ảnh hưởng khi chiều cao khẩu gương lớn đến khả năng phá hủy và sập đổ của than và đá vách trong lò chợ cũng như sự phân bố ứng suất xung quanh lò chợ. Chiều dày của vỉa than và các lớp đá xung quanh trong mô hình mô phỏng được lấy theo thực tế của mỏ. Do góc dốc vỉa rất nhỏ, ở đây coi như vỉa nằm ngang, do vậy thiết kế mô hình không xem xét đến yếu tố góc dốc vỉa. Ranh giới 4 mặt xung quanh và mặt đáy áp dụng điều kiện biên dịch vị, tức là dịch vị theo hướng pháp tuyến bằng 0. Mặt phía trên áp dụng điều kiện biên ứng suất. Kích thước mô hình là 250 x 270x 97m (dài x rộng x cao), tải trọng của các lớp đất đá phía trên được bù bằng tải trọng tương đương. Tải trọng

tương đương được xác định theo công thức sau:

$$p = \sum H \rho g$$

Trong đó: H - Chiều dày của các lớp đất đá phía trên, m;

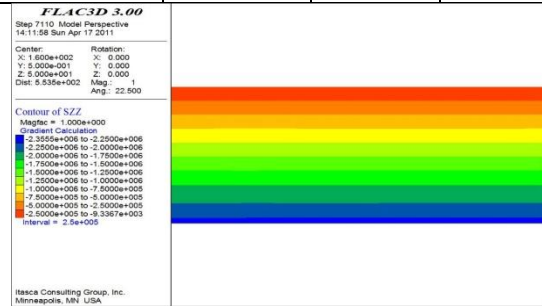
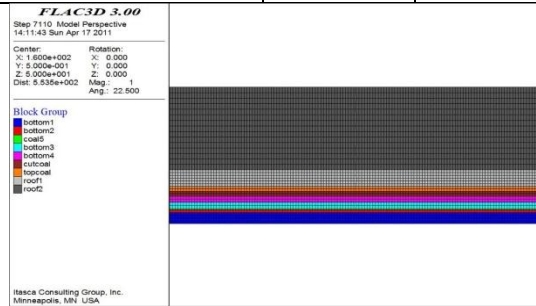
ρ - Gia tốc trọng trường, lấy $\rho = 9.81\text{m/s}^2$.

Tham số cơ lý của đá được lấy theo giá trị trung bình phân loại đất đá của mỏ.

Phương án mô phỏng chiều cao khẩu của lò chợ là 3.5 m, chiều cao hạ trần là 3.5 m, chiều dài khai thác theo đường phương là 200 m. Tính chất cơ lý của than và đá xung quanh được thể hiện trên bảng 1, mô hình ban đầu thể được thể hiện trên hình 2.

Bảng 1. Tham số của đất đá trong mô hình

Tên lớp	Mật độ d/N·m-3	Mô đun kháng cắt K/Gpa	Trọng lượng thể tích G/Gpa	Lực dính kết C/Mpa	Góc nội ma sát f/°	Cường độ Kháng kéo t/Mpa
Vách cơ bản	2500	32.49	9.67	6.37	28	1.31
Vách trực tiếp trên	2500	25.5	10	6.12	38	1.3
Via than	1400	6.27	1.2	1	33	0.3
Trụ trực tiếp	67.87	23.6	3	15	23	1.93
Trụ cơ bản	93.85	34.65	2.72	15.91	29	2.05



a) Xây dựng mô hình

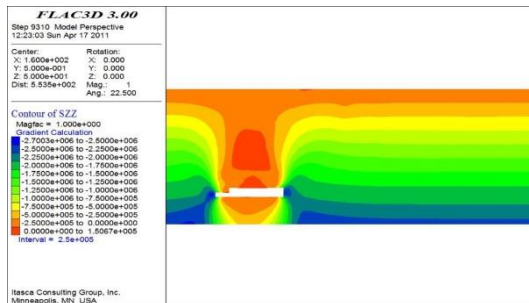
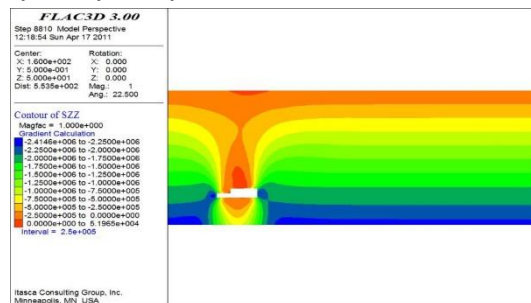
b) Ứng suất ban đầu

Hình 2 Mô hình mô phỏng quá trình khai thác lò chợ

3.2. Phân tích ứng suất xung quanh lò chợ

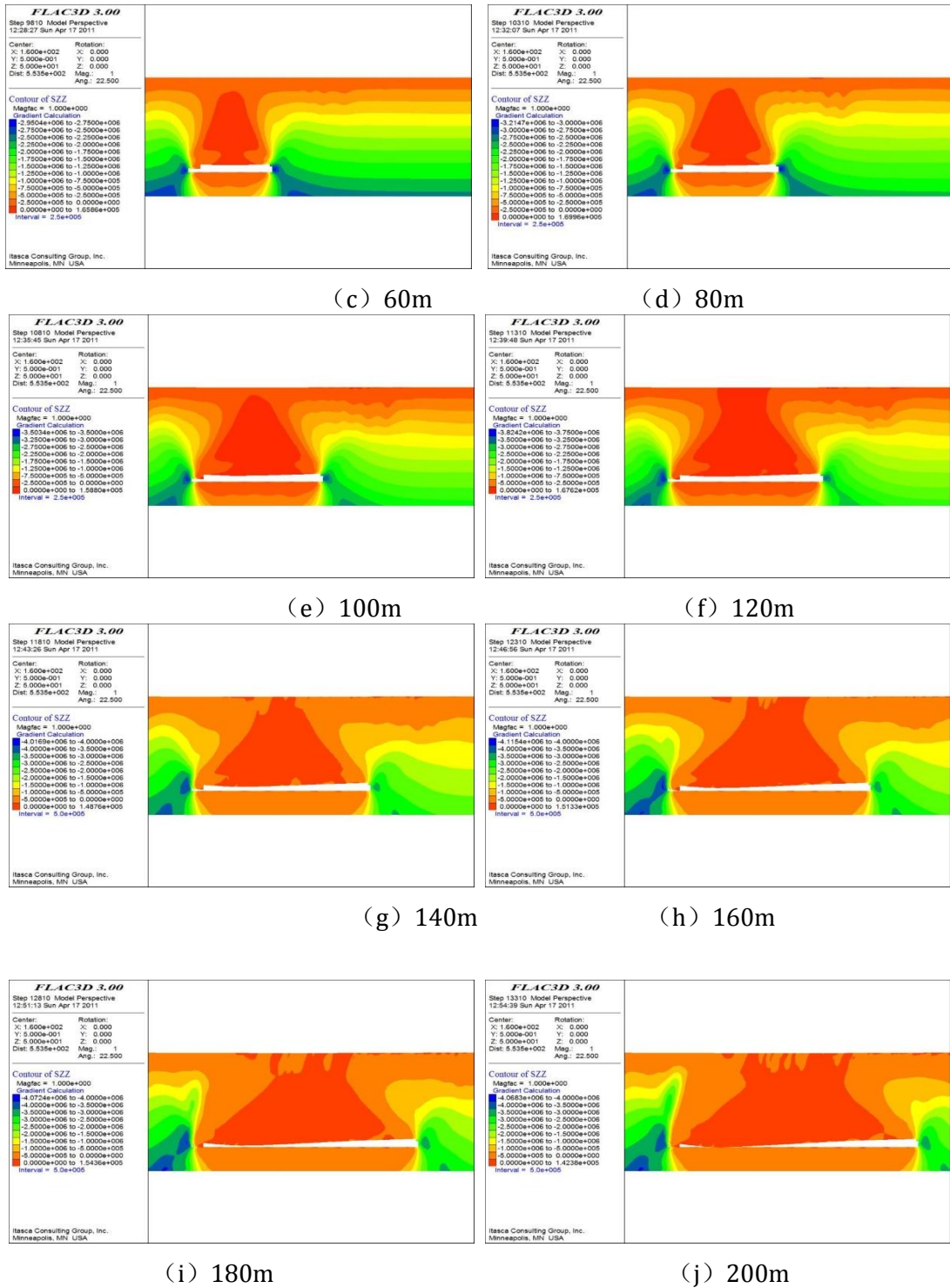
gương là 20m, tổng chiều dài tiến gương lò chợ là 200m. Ứng suất phía trước gương lò chợ theo các bước tiến gương được thể hiện trên hình 3- dưới:

Mô hình mô phỏng quá trình tiến gương lò chợ, mỗi lần thực hiện tiến gương được thực hiện 10 lần, mỗi lần tiến



(a) 20m

(b) 40m



Hình 3 Phân bố ứng suất phía trước gương lò chợ

Từ hình 3 cho thấy, theo mức độ dịch chuyển của gương lò chợ, giá trị ứng suất tập trung phía trước gương lò chợ cũng tăng lên, khi chiều dài tiến gương là 20m giá trị ứng suất lớn nhất là 2.27Mpa, khi chiều dài tiến gương đạt 200m thì giá trị ứng suất lớn nhất phía trước gương lò

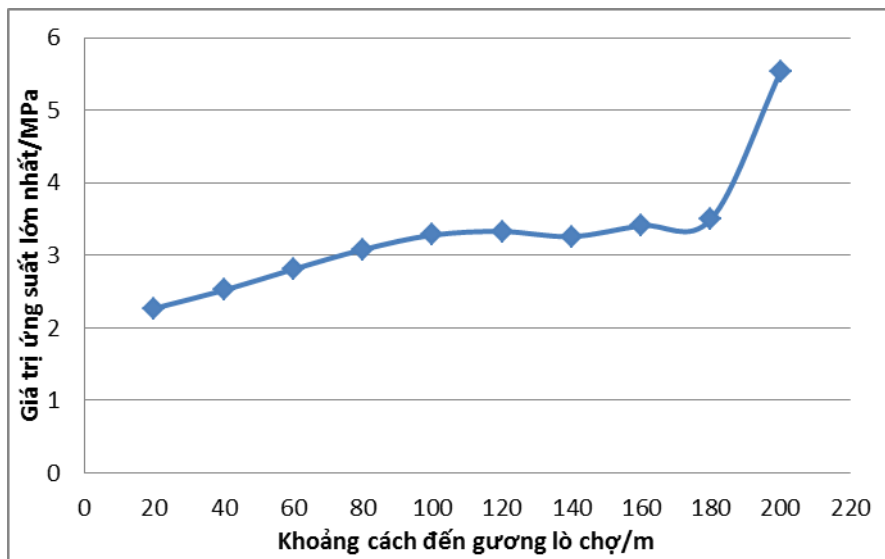
chợ là 5.35Mpa tăng 2,35 lần. Từ vị trí bắt đầu khai thác cho đến 140m thì vị trí ứng suất lớn nhất phía trước gương lò chợ tăng từ 2m lên đến 4m, khi chiều dài tiến gương lò chợ bắt đầu từ 140m trở lên thì vị trí ứng suất lớn nhất trước gương lò chợ dần ổn định với khoảng

cách so với gương than là 6m. Giá trị và vị trí ứng suất phía trước gương lò chợ

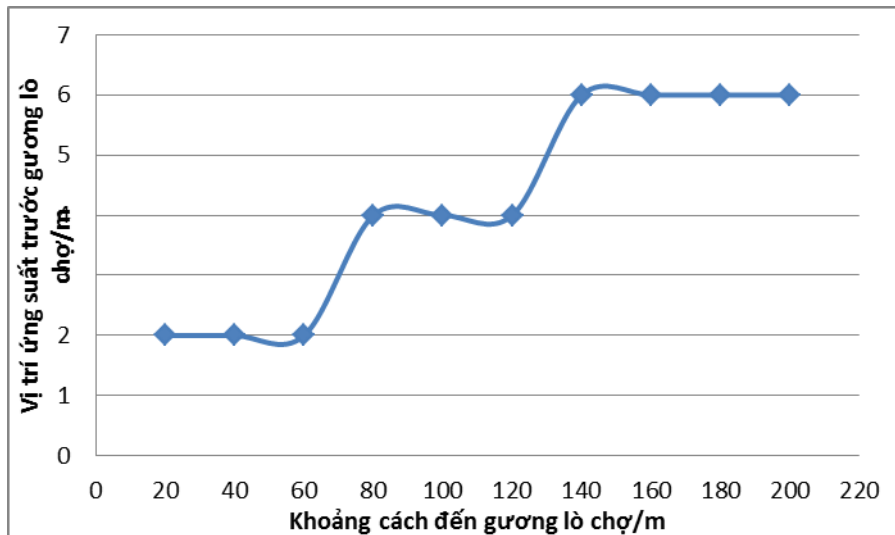
được thể hiện cụ thể trên bảng 2, hình 4 và hình 5 dưới:

Bảng 2. Bảng giá trị và vị trí ứng suất phía trước gương lò chợ

Khoảng cách tiền gương lò chợ/m	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Giá trị ứng suất lớn nhất/MPa	2.27	2.52	2.81	3.08	3.28	3.33	3.26	3.41	3.5	5.53
Vị trí ứng suất lớn nhất/m	2	2	2	4	4	4	6	6	6	6
Phạm vi ảnh hưởng/m	8	14	12	18	26	28	30	22	22	22
Hệ số tập trung ứng suất	1.01	1.12	1.25	1.37	1.46	1.48	1.45	1.52	1.56	2.46



Hình 3 Sự phân bố ứng suất lớn nhất phía trước gương lò chợ



Hình 4 Vị trí ứng suất lớn nhất phía trước gương lò chợ

Vùng dịch động của đá vách trước gương lò chợ tùy theo tốc độ tiến gương tăng lên mà cũng tăng lên. Khi lò chợ ở bước khấu thứ nhất, vùng dịch động của đá vách trước gương lò chợ là 8m sau đó tăng dần lên và khi vị trí gương lò chợ 140m thì vùng dịch động của đá vách phía trước đạt giá trị lớn nhất là 30m, sau đó giảm dần và ổn định ở khoảng cách 22m. Hệ số ứng suất tập trung cũng tương ứng tăng lên.

Như vậy có thể thấy, khi chiều cao lớp khấu lớn, giá trị ứng suất phía trước gương vị trí ứng suất lớn nhất phía gương dịch chuyển ra xa so với gương than, hệ số ứng suất tập trung cũng theo tốc độ tiến gương mà cũng tăng lên, vùng ảnh hưởng của ứng suất lớn nhất phía trước gương phát triển rộng hơn, điều đó thuận lợi cho quá trình phá hủy than nóc, tăng hiệu quả thu hồi than nóc cũng như nâng cao độ ổn định của gương lò chợ.

4. Kết luận

Căn cứ vào kết quả mô hình cho thấy, giá trị ứng suất phía trước gương lò chợ tùy theo tốc độ tiến gương tăng mà cũng tăng lên, vị trí ứng suất lớn nhất phía gương dần dịch chuyển dần xa so với gương than, hệ số ứng suất tập trung cũng theo tốc độ tiến gương mà cũng tăng lên, vùng ảnh hưởng của ứng suất lớn nhất phía trước gương mở rộng hơn. Do vậy, tăng chiều cao khấu có thể tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình phá hủy của khối than nóc, từ đó nâng cao được hiệu quả thu hồi trong khai thác lò chợ.

Lời cảm ơn

Xin được chân thành cảm ơn sự giúp đỡ của Trung tâm Khoa học – Kỹ thuật mỏ, trường Đại học Mỏ và Công nghệ Trung Quốc đã cung cấp các tài liệu địa chất và phần mềm ứng dụng để tác giả hoàn thành nội dung bài báo này.

Đóng góp của các tác giả

Tác giả Bùi Mạnh Tùng hình thành ý tưởng, cấu trúc bài báo, hoàn thiện bản thảo cuối cùng. Tác giả Lê Tiến Dũng, Nguyễn Văn Tuấn thu thập số liệu, xử lý số liệu và tham gia hoàn thiện bản thảo bài báo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bui Manh Tung, Nguyen Van Quang, Nguyen Phi Hung , Vo Ngoc Dung , Do Hoang Hiep. (2020) Front Stress Distribution Under the Impact of Cutting Height to Caving Height Ratio in Extra--thick Longwall Top Coal Caving Technology. Journal of the Polish Mineral Engineering Society. <http://doi.org/10.29227/IM-2020-02-16>.
- FLAC3D2.0.(1996) Itasa Consulting Group. Ins. FLAC Version 2.0.
- Gong Peilin. Surrounding rock control theory and application study of the coal face with greater mining height, (2008).China University of Mining and Technology Press.P1-7
- Gong Peilin, Jin Zhongming, Hao, Haijin,(2001). Research on stability test for fully mechanized mining support with large mining height. Proceeding of second international symposium on mining technology , P246-251.
- He Fulian, Qian Minggao, Zhu Deren, (2011). A study of the interaction between supports and Surrounding rocks in longwall mining face with large mining height. Strata control and Sustainable coal mining, P380-384.
- Jun Wang, Pengqi Qiu, Jianguo Ning, Li Zhuang, Shang Yang. (2019) A numerical study of the mining-induced energy redistribution in a coal seam adjacent to an extracted coal panel during longwall face mining: A case study. Energy Science & Engineering, <https://doi.org/10.1002/ese3.553>.