

# NGHIÊN CỨU TRÊN MÔ HÌNH SỐ XÁC ĐỊNH MỨC ĐỘ CHÈN LẤP KHOẢNG KHÔNG GIAN ĐÃ KHAI THÁC TRONG CÔNG NGHỆ KHAI THÁC CHÈN LÒ

KS. VŨ THÀNH LÂM

*Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam*

TS. LÊ ĐỨC NGUYỄN, TS. LÊ VĂN HẬU,

KS. NGUYỄN NGỌC GIANG - *Viện Khoa học Công nghệ Mỏ*

**K**ết quả đánh giá tổng hợp trữ lượng bẽ than Đông Bắc cho thấy, trong tổng số 6,3 tỷ tấn trữ lượng có khoảng 2,1 tỷ tấn (chiếm 30,9 %) nằm phía dưới các công trình, đối tượng cần bảo vệ trên bề mặt, đối tượng chứa nước, diện tích quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch rừng, quy hoạch vùng cấm, hạn chế khai thác khoáng sản... của tỉnh Quảng Ninh. Trong đó, khoảng 582,4 triệu tấn nằm trong ranh giới các dự án mỏ đã được phê duyệt tại Quy hoạch 403, khoảng 1,5 tỷ tấn hiện chưa được quy hoạch khai thác [4]. Đối với phần trữ lượng, tài nguyên than này, kinh nghiệm trên thế giới cho thấy, để khai thác đem lại hiệu quả kinh tế, đồng thời đảm bảo mục tiêu bảo vệ bề mặt, cần áp dụng công nghệ chèn lò.

Nhằm huy động tối đa trữ lượng tài nguyên than vào khai thác, giúp giảm tổn thất tài nguyên và nâng cao hiệu quả đầu tư xây dựng các dự án mỏ hầm lò, kéo dài tuổi thọ mỏ, Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam (TKV) có chủ trương nghiên cứu phát triển công nghệ chèn lò để khai thác phần trữ lượng than nằm dưới các đối tượng cần bảo vệ bề mặt như nhà cửa, đường giao thông, đường điện, sông, suối,... trong ranh giới các mỏ hầm lò do TKV quản lý. Hiện nay, TKV đã lên kế hoạch áp dụng thử nghiệm công nghệ khai thác chèn lò bằng thủy lực tại một trong các mỏ Mạo Khê, Quang Hanh hoặc Mông Dương, với mục tiêu làm chủ các giải pháp kỹ thuật công nghệ chèn lò thủy lực trong điều kiện các mỏ hầm lò thuộc TKV, đồng thời đánh giá hiệu quả kinh tế-kỹ thuật cũng như khả năng bảo vệ bề mặt của công nghệ, làm cơ sở mở rộng áp dụng.

Để phục vụ triển khai dự án áp dụng thử nghiệm nói trên, nhiều công trình nghiên cứu về công nghệ khai thác chèn lò đã được thực hiện

trong thời gian gần đây [2], [3], [4]. Trong đó, vấn đề quan trọng cần nghiên cứu là xác định mức độ chèn lấp khoảng không gian đã khai thác bằng công nghệ chèn lò. Mức độ chèn lấp không gian đã khai thác phụ thuộc vào phương pháp thi công khối chèn, vật liệu chèn lò, đặc điểm vỉa than và điều kiện địa chất của khu vực.

Hiện nay, trên thế giới đã áp dụng nhiều phương pháp chèn lò khác nhau như: chèn lò bằng thủy lực, chèn lò bằng khí nén, tự chảy trên nền lò, chèn lò bằng cơ giới,... mỗi một phương pháp chèn lò có khả năng chèn lấp đầy không gian khai thác khác nhau (hệ số chèn lò). Hệ số chèn lò được xác định giữa tỷ lệ khả năng chèn lấp đầy (thể tích khối chén) với khoảng không gian đã khai thác, tỷ số này càng lớn thì mức độ chèn lấp đầy càng cao, sự ảnh hưởng của khai thác hầm lò tới các công trình trên bề mặt không đáng kể và ngược lại.

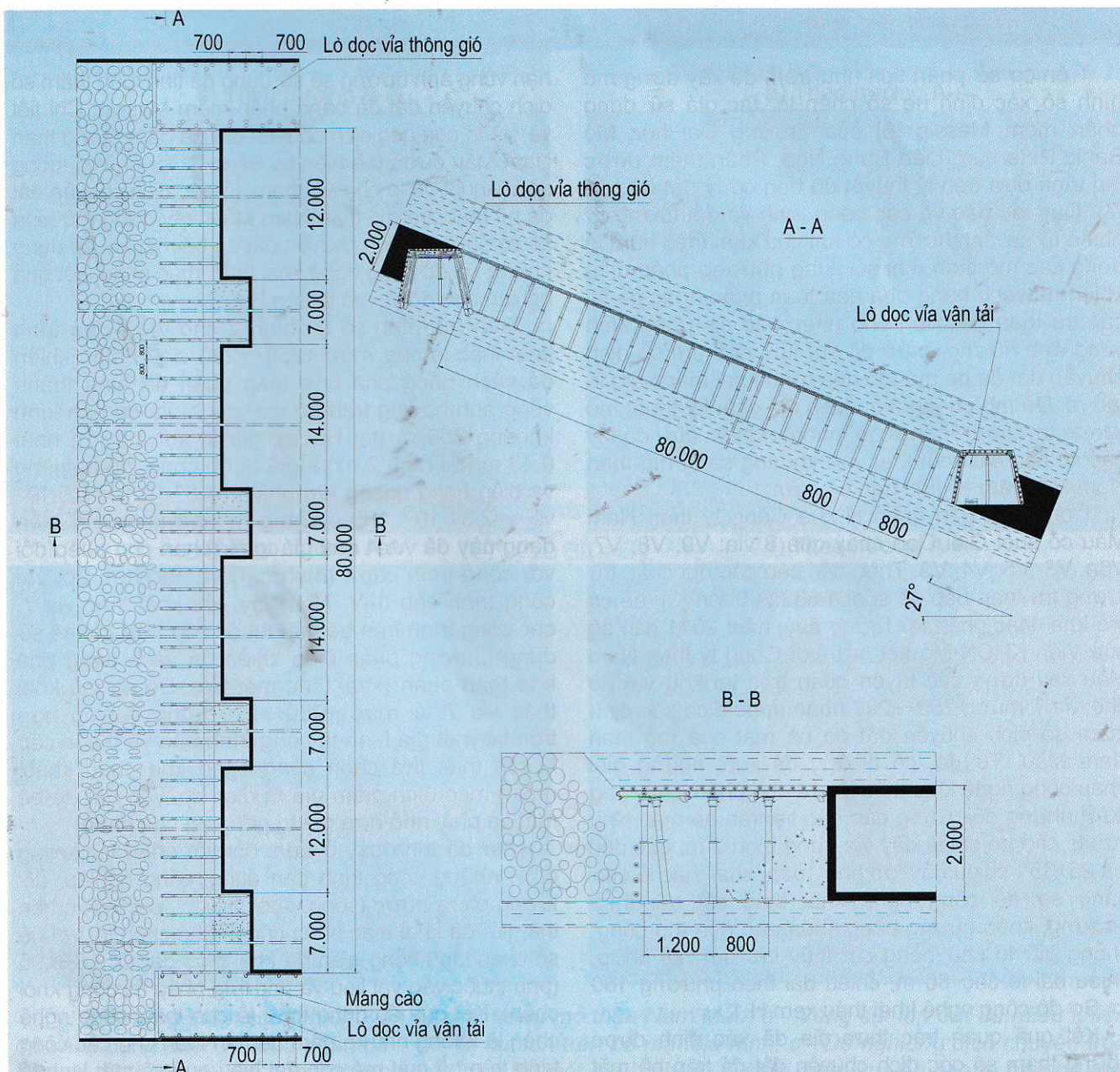
Theo kinh nghiệm khai thác của thế giới, công nghệ chèn lò không thể chèn lấp đầy hoàn toàn khoảng không gian đã khai thác, mức độ chèn lấp chỉ có thể đạt tối đa 95 %, vì vậy bề mặt của khu vực vẫn xảy ra hiện tượng dịch chuyển, biến dạng, sự biến dạng này ảnh hưởng không lớn đến các đối tượng bảo vệ. Để xác định được giới hạn biến dạng cho phép của từng loại công trình, các nhà khoa học của Liên Bang Nga đã tiến hành thực hiện những thí nghiệm trên mô hình số, vật liệu tương đương và quan trắc ngoài thực địa, từ đó xác định được mức độ biến dạng cho phép của từng đối tượng công trình. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, đã phân loại được các công trình theo biến dạng giới hạn cho phép [5], [7]. Dựa vào sự phân loại này, hệ số chèn lấp đầy không gian đã khai thác trong công nghệ chèn lò sẽ thay đổi, nhằm đáp ứng mức độ yêu cầu bảo vệ công trình

trên bề mặt. Bảng phân loại cấp công trình theo mức độ biến dạng bề mặt cho phép xem Bảng 1.

Bảng 1. Bảng phân loại cấp công trình cần bảo vệ [5], [7]

Biến dạng cho phép, ( $10^{-3}$ )		Cấp công trình bảo vệ	Chiều rộng đai an toàn
[ε]	[i]		
2 và nhỏ hơn	4 và nhỏ hơn	I	20
2,1÷4,0	4,1÷6,0	II	15
4,1÷6,0	6,1÷8,0	III	10
Lớn hơn 6	Lớn hơn 8	IV	5

Để xác định hệ số chèn lò phù hợp, đảm bảo khả năng có thể khai thác tối đa phần trữ lượng dưới các đối tượng cần bảo vệ, trong bài báo này, giới thiệu phương pháp xác định hệ số chèn lò bằng mô hình số. Việc ứng dụng mô hình số, mô hình vật liệu tương đương trong lĩnh vực nghiên cứu khoa học ở Việt Nam đã và đang phát triển rộng rãi, kết quả nhận được từ mô hình nghiên cứu có mức độ tin cậy cao, chứng minh khả năng có thể áp dụng thành tựu khoa học vào thực tế sản xuất, giúp nâng cao hiệu quả về mặt kinh tế cũng như mức độ an toàn và đặc biệt giảm tổn thất tài nguyên trong ngành công nghiệp khai thác khoáng sản.



H.1. Sơ đồ công nghệ khai thác lò chọ mức +250 ÷ +290 vỉa 7- Nam Mẫu

Bảng 2. Góc dịch chuyển đất đá trong mỏ than Nam Mẫu

TT	Tên góc dịch chuyển	Ký hiệu	Giá trị (độ)
1	Góc giới hạn vùng ảnh hưởng theo phương vỉa	$\delta_0$	71
2	Góc giới hạn vùng ảnh hưởng theo hướng dốc lên của vỉa	$\gamma_0$	60
3	Góc giới hạn vùng ảnh hưởng theo hướng dốc của vỉa	$\beta_0$	53
4	Góc giới hạn vùng nứt nẻ	$\delta$	76
5	Góc biến dạng nguy hiểm trong vùng dịch chuyển đất đá	$\gamma$	76
6	Góc giới hạn vùng ảnh hưởng nguy hiểm theo hướng dốc vỉa	$\beta$	60
7	Góc giới hạn lớp đất phủ	$\varphi_0$	45
8	Góc dịch chuyển nguy hiểm	$\Psi_1$	48
		$\Psi_2$	85
		$\Psi_3$	79
9	Góc sụt lún lớn nhất	$\theta$	70

Trên cơ sở phân tích như trên, để xây dựng mô hình số xác định hệ số chèn lò, tác giả sử dụng phần mềm Massip [6] của Trường Đại học Mỏ Sankt-Peterburg-Liên Bang Nga. Phần mềm được lập trình dựa trên lý thuyết độ bền cơ lý đất đá của [7] "Quy tắc bảo vệ các công trình và đối tượng tự nhiên từ sự ảnh hưởng có hại của khai thác hầm lò trong các mỏ than, khi sử dụng phương pháp điều khiển đá vách bằng phá hóa toàn phần hoặc để lại các trụ than bảo vệ", cho phép xác định bán kính vùng ảnh hưởng, mức độ sụt lún và tham số dịch chuyển đất đá bề mặt do quá trình khai thác hầm lò tạo ra. Để mô phỏng điều kiện địa chất kỹ thuật mỏ tương tự như trên thực tế, nhóm nghiên cứu đã lấy các số liệu địa chất khu vực khoáng sàng mỏ than Nam Mẫu làm số liệu nghiên cứu.

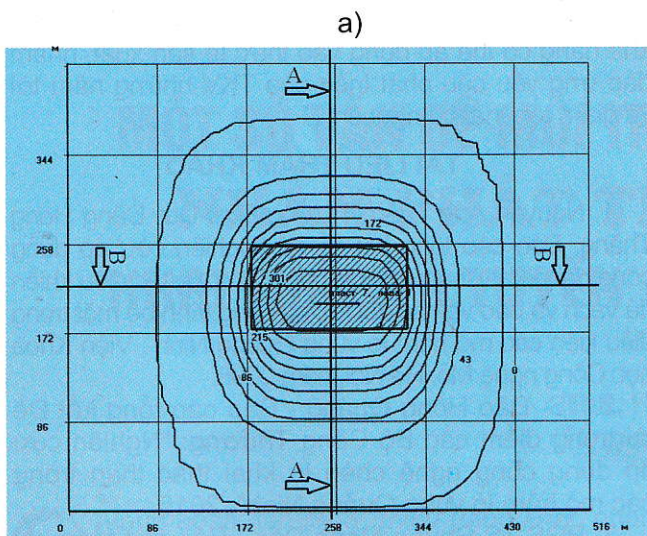
Trong giới hạn quản lý của Công ty than Nam Mẫu có suối Giải Oan chảy qua 8 vỉa: V9, V8, V7, V6a, V6, V5, V4, V3. Theo các báo cáo địa chất, trữ lượng trụ than bảo vệ suối 1.832.500 tấn [3], để có thể khai thác phần trữ lượng này, năm 2011 cán bộ của Viện KHCN Mỏ kết hợp với Công ty than Nam Mẫu xây dựng các tuyến quan trắc tại khu vực lò chợ vỉa 7 mức +250++290 nhằm mục đích xác định tham số dịch chuyển đất đá bề mặt của mỏ than Nam Mẫu. Từ đó, có hướng đề xuất những giải pháp công nghệ khai thác tối ưu cho phần trữ lượng dưới những đối tượng cần bảo vệ trên bề mặt. Khu vực lò chợ có chiều dày vỉa trung bình 2 m, góc dốc vỉa  $25\div 35^\circ$ , chiều dày lớp phủ 10 m, khai thác lò chợ bằng sơ đồ công nghệ khai thác cột dài theo phương, khẩu gương bằng khoan nổ mìn thủ công, chống giữ lò chợ bằng cột thủy lực đơn xà khớp, chiều dài lò chợ 80 m, chiều dài theo phương 160 m. Sơ đồ công nghệ khai thác xem H.1.

Kết quả quan trắc thực địa đã xác định được những tham số góc dịch chuyển đất đá trên bề mặt của mỏ than Nam Mẫu [3], những giá trị của góc giới

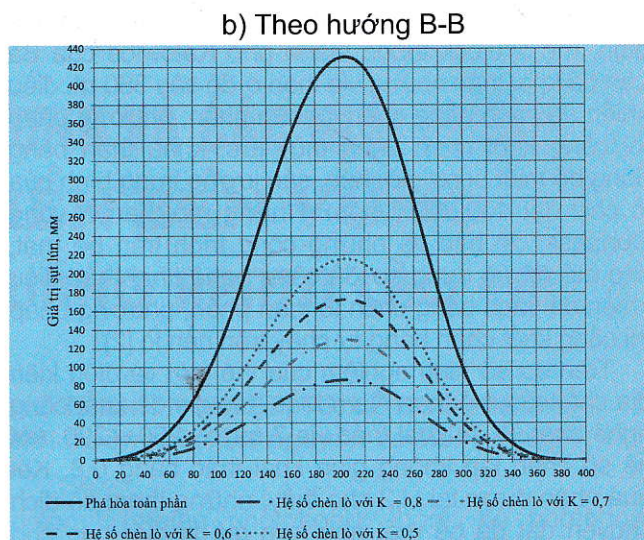
hạn vùng ảnh hưởng sẽ sử dụng để tính toán tham số dịch chuyển đất đá bằng phần mềm Massip. Chi tiết về giá trị của góc dịch chuyển đất đá bề mặt mỏ than Nam Mẫu được thể hiện tại Bảng 2. Từ những thông số kỹ thuật về lò chợ và tham số góc dịch chuyển đất đá bề mặt của mỏ than Nam Mẫu, xây dựng mô hình số về quy luật dịch chuyển đất đá bề mặt khi áp dụng những sơ đồ công nghệ khai thác khác nhau, kết quả nghiên cứu được mô tả trên H.2.

Trên mô hình số tại hình 2 cho thấy, quá trình khai thác lò chợ mức +250++290 vỉa 7, điều khiển đá vách bằng phá hóa toàn phần đã hình thành vùng ảnh hưởng trên bề mặt địa hình với bán kính khoảng 200 m (tại H.2.a), giá trị sụt lún lớn nhất 0,43 m (tại hình 2.b) và giá trị độ cong, độ nghiêng và biến dạng ngang lớn nhất:  $i=4,87\cdot 10^{-3}$ ,  $k=0,5\cdot 10^{-3}$  và  $\varepsilon=2,31\cdot 10^{-3}$ . Theo Bảng 1, những giá trị biến dạng này đã vượt quá giá trị giới hạn cho phép đối với công trình cấp I (hình c, f) và nhỏ hơn đối với công trình cấp II-IV. Như vậy, khi khai thác vỉa 7, các công trình trên bề mặt thuộc cấp II-IV có thể sử dụng phương pháp điều khiển đá vách bằng phá hóa toàn phần (khai thác một vỉa). Để có thể khai thác vỉa 7 từ mức +250++290 trong trường hợp trên bề mặt địa hình là công trình bảo vệ thuộc cấp I, cần thiết lựa chọn công nghệ khai thác khác, nhằm mục đích giảm giá trị dịch chuyển đất đá bề mặt và phải nhỏ hơn giá trị giới hạn cho phép.

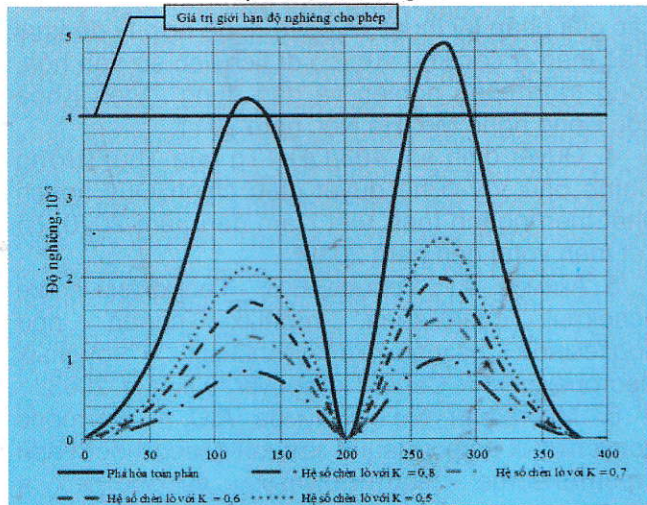
Như đã trình bày ở trên, đối với phần trữ lượng dưới những công trình dân dụng, công nghiệp, đối tượng chứa nước (sông, suối, hồ),..., các nước trên thế giới đã khai thác bằng công nghệ chèn lò, với hệ số chèn lấp không gian đã khai thác đạt từ 0,8÷0,95 (phụ thuộc vào vật liệu và phương pháp thi công khối chèn). Kết quả áp dụng thực tế cho thấy, công nghệ chèn lò không những đảm bảo an toàn cho các công trình trên bề mặt mà còn đạt hiệu quả về mặt kinh tế và giảm tổn thất tài nguyên.



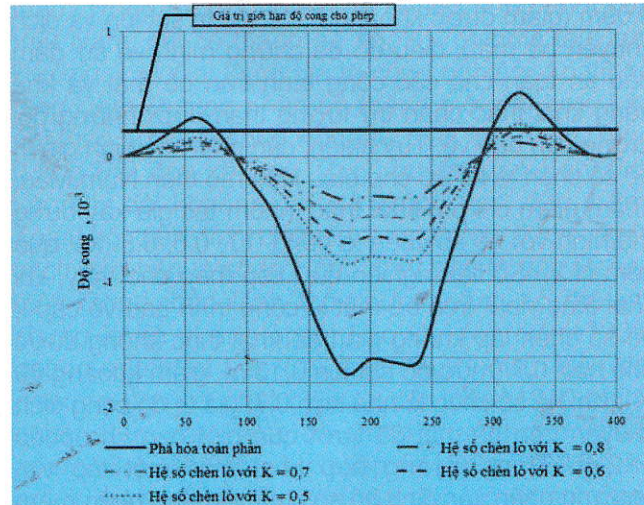
a) Theo hướng A-A



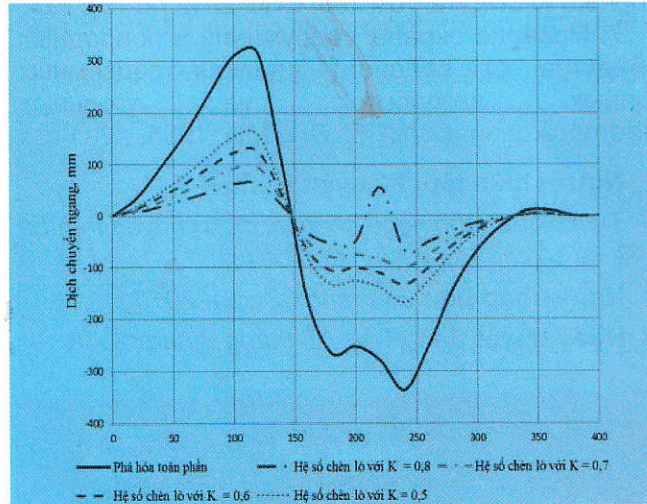
b) Theo hướng B-B



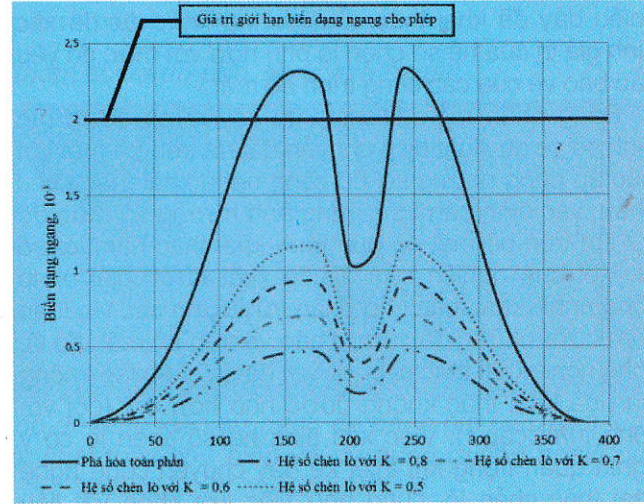
c) Theo hướng A-A



d) Theo hướng A-A



e) Theo hướng A-A



f) Theo hướng A-A

H.2. Những tham số dịch chuyển bề mặt trong mỏ than Nam Mẫu: a - Vùng sụt lún đất đá (điều khiển đá vách bằng chèn lò toàn phần); b - Giá trị sụt lún trên bề mặt địa hình; c - Độ nghiêng dịch chuyển trên bề mặt địa hình; d - Độ cong dịch chuyển trên bề mặt địa hình; e - Giá trị dịch chuyển ngang trên bề mặt địa hình; f - Giá trị biến dạng ngang trên bề mặt địa hình

Ví dụ, để bảo vệ khu vực dân cư trên bề mặt địa hình, mỏ Wujeck thuộc thành phố Katowice của Ba Lan đã khai thác những vỉa than ở độ sâu 360 m, điều khiển đá vách bằng chèn lò toàn phần, phương pháp thi công khối chèn bằng thủy lực, khâu than bằng đồng bộ thiết bị cơ giới hóa, sản lượng trung bình của lò chèn đạt 400.000 T/năm. Những mỏ than ở vùng Donbass, để bảo vệ những công trình trên bề mặt, các mỏ đã áp dụng sơ đồ công nghệ khai thác điều khiển đá vách bằng chèn lò toàn phần, phương pháp thi công khối chèn bằng tự chảy trên nền lò [2].

Trên cơ sở kinh nghiệm của thế giới và điều kiện địa chất của mỏ than Nam Mẫu, tác giả đề xuất công nghệ chèn lò để khai thác vỉa 7 mức +250+290, với hệ số chèn lấp không gian khai thác bằng 0,8. Kết quả nhận được tại H.2 cho thấy, những tham số dịch chuyển đất đá bề mặt nhỏ hơn giá trị giới hạn cho phép và mức độ sụt lún giảm từ 0,43 m xuống còn 0,09m (giảm được khoảng 79 % giá trị sụt lún và dịch chuyển bề mặt), điều đó đã chứng minh về sự đảm bảo an toàn cho các công trình trên bề mặt và khả năng khai thác phân trữ lượng than dưới những đối tượng cần bảo vệ. Tuy nhiên, cần phải xác định giá trị hệ số chèn lò tối ưu cho điều kiện mỏ than Nam Mẫu, nhằm giảm chi phí khai thác, nhóm tác giả xây dựng mô hình với hệ số chèn lò bằng 0,7; 0,6; 0,5 (kết quả xem H.2). Số liệu nghiên cứu tiếp theo cho thấy, khi khai thác vỉa 7 trên bề mặt là công trình bảo vệ cấp I, hệ số chèn lấp không gian đã khai thác không được nhỏ hơn 0,7 (mức độ sụt lún 0,13 m, giảm khoảng 69 %). Khi hệ số chèn lò nhỏ hơn 0,7, giá trị độ cong dịch chuyển trên bề mặt đã vượt quá giới hạn cho phép (H.2.d). Trong trường hợp khai thác một tập vỉa, phương pháp xác định hệ số chèn lò bằng phần mềm Massip được thực hiện tương tự, nhưng cần phải tính chiều dày đã khai thác của các vỉa khác, từ đó xác định giá trị của hệ số chèn lò phù hợp với mức độ yêu cầu bảo vệ của các công trình bề mặt.

Bằng phần mềm Massip đã xây dựng được mô hình số về quy luật dịch chuyển đất đá trên bề mặt với việc áp dụng những sơ đồ công nghệ khai thác khác nhau, xác định bán kính vùng ảnh hưởng và mức độ sụt lún trên bề mặt do quá trình khai thác hầm lò tạo ra. Kết quả nghiên cứu đã đề xuất được giải pháp công nghệ khai thác cho phân trữ lượng các vỉa than nằm dưới những đối tượng bảo vệ trên bề mặt, đó là: công nghệ khai thác chèn lò với hệ số chèn lấp không gian đã khai thác không được nhỏ hơn 0,7 (đối với công trình cấp I). Việc xác định hệ số chèn lò có ý nghĩa quan trọng khi thiết kế dây chuyền công nghệ khai thác chèn lò, cũng như việc lựa chọn vật liệu chèn và phương pháp thi công khối chèn cho phù hợp với mức độ yêu cầu bảo vệ bề mặt. Đồng thời, các mô hình số được xây dựng trên những số liệu quan trắc từ thực địa của mỏ than Nam Mẫu, do vậy

kết quả nghiên cứu có mức độ tin cậy cao, đảm bảo khả năng có thể áp dụng vào thực tế sản xuất, nhằm đáp ứng yêu cầu phát triển của TKV những năm tới và giảm tổn thất tài nguyên. □

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Anh Tuấn, Trương Đức Dư, Đặng Hồng Thắng, Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu áp dụng công nghệ khai thác chèn lò phục vụ công tác điều khiển đá vách và bảo vệ các đối tượng công trình bề mặt trong điều kiện các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh". Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội, năm 2006.
2. TS. Đào Hồng Quảng - Báo cáo tổng kết Đề tài trọng điểm cấp Bộ Công Thương: "Nghiên cứu áp dụng công nghệ chèn lò khai thác than trong các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh", 2015.
3. PGS.TS Phùng Mạnh Đắc - Báo cáo tổng kết khoa học và kỹ thuật đề tài: "Nghiên cứu lựa chọn các giải pháp kỹ thuật và công nghệ hợp lý để khai thác than ở các khu vực có di tích lịch sử văn hóa, công trình công nghiệp và dân dụng". Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội, năm 2011.
4. Quyết định số: 403/QĐ-TTg của Thủ Tướng Chính phủ V/v "Phê duyệt điều chỉnh Quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, có xét triển vọng đến năm 2030".
5. Акимов, А.Г., Громов, В.В. - Геомеханические аспекты сдвигения горных пород при подземной разработке угольных и рудных месторождений. Санкт-Петербург, 9 линия, 2003.
6. Мустафин М.Г., Наумов А.С. - Контроль допустимых деформаций земной поверхности при строительстве вертикальных выработок в условиях застроенных территорий. Записки Горного института, том 198, СПб, 2012 г.с.194-197.
7. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. - СПб.: ВНИМИ, 1998. - 291 с.

**Người biên tập: Nguyễn Bình**

**Từ khóa:** công nghệ chèn lò; dịch chuyển trên bề mặt; hệ số chèn lò; sụt lún trên bề mặt

**Ngày nhận bài:** 28 tháng 02 năm 2016

**Ngày duyệt đăng bài:** 06 tháng 8 năm 2016

## SUMMARY

This paper presents the results of research on filling technology in mining in Nam Mẫu coal mine at Quảng Ninh province.