

XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐỊA CƠ XÁC ĐỊNH MÔ ĐUN ĐÀN HỒI CHO BỂ THAN QUẢNG NINH DO ẢNH HƯỞNG CỦA LÒ CHỢ KHAI THÁC VỈA DÀY

PHẠM VĂN CHUNG, VƯƠNG TRỌNG KHA,
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

PHÙNG MẠNH ĐẮC - *Hội Khoa học Công nghệ Mỏ*
Email: phamvanchung@humg.edu.vn

Hiện nay, các nhà khoa học thường sử dụng mô hình địa cơ nhằm phân tích, dự báo dịch chuyển biến dạng địa tầng đất đá và bề mặt đất do ảnh hưởng lò chợ cơ giới khai thác vỉa dày. Mô hình cho phép nghiên cứu các bài toán kỹ thuật trong môi trường không đồng nhất hoặc đồng nhất, đẳng hướng và bất đẳng hướng của khối đá. Các quy luật dịch chuyển biến dạng đất đá nhận được về phân bố ứng suất, biến dạng, sự phát triển của vùng phá hủy, chiều cao vùng phá hủy, cũng như cường độ của chúng phụ thuộc vào đặc điểm cấu trúc, quy luật thứ tự sắp xếp các lớp đá, hình dạng tiết diện ngang của các công trình mỏ. Kết quả quan trắc thực địa xác định độ lún cực đại được sử dụng làm điều kiện biên cho mô hình địa cơ phục vụ xác định mô đun đàn hồi; dựa trên phần mềm RS2 cho phép dự báo các quy luật dịch chuyển có thể xảy ra khi khai thác than hầm lò ở Quảng Ninh.

1. Tổng quan

Công tác khai thác than hầm lò đã gây ra các tác động lớn đến bề mặt đất, làm thay đổi trạng thái vật chất hoặc trạng thái cấu trúc ban đầu của khối đá và làm mất thế cân bằng của ứng suất nén ban đầu trong địa tầng chứa than. Hậu quả là khối đá tự nhiên rơi vào trạng thái mất cân bằng ứng suất và sẽ tự điều chỉnh để xác lập trạng thái cân bằng mới, trong đó trạng thái cân bằng về cơ học có ý nghĩa đặc biệt. Quá trình trên diễn ra dưới dạng phân bố lại trạng thái ứng suất và kéo theo hiện tượng dịch chuyển và biến dạng đất đá có tính chất rất đa dạng, phức tạp và phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố địa chất, khai thác, cơ lý đá....

Trong quá trình biến đổi trên, khối đất đá mỏ có thể tiến đến trạng thái ổn định hoàn toàn, hoặc trạng thái mất ổn định ở các mức độ khác nhau do các lớp đất đá vách (nóc lò) sẽ uốn võng và sập đổ. Hiện

tượng này sẽ giảm dần khi đất đá lấp đầy khoảng trống khai thác hoặc sẽ lan truyền lên phía trên và thậm chí lên tới mặt đất nếu đất đá yếu và độ sâu khai thác không lớn. Trên mặt đất sẽ tạo thành bồn dịch chuyển (có thể xuất hiện tầng bậc) gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến các công trình công nghiệp, dân dụng, di tích lịch sử và các đối tượng tự nhiên. Hiện nay, có nhiều phương pháp được ứng dụng để nghiên cứu dịch chuyển biến dạng đất đá, trong đó có nghiên cứu lý thuyết dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn để xác định trạng thái ứng suất biến dạng trên mô hình địa cơ. Đặc biệt, khi kết hợp phương pháp này với các kết quả quan trắc thực địa có thể cho phép xác định được các thông số dịch động, biến dạng, phá hủy toàn bộ môi trường khối đá mỏ trong vùng ảnh hưởng của lò chợ.

Mô hình nghiên cứu dự báo chiều cao vùng phá hủy, tách lớp đã được các nhà khoa học nghiên cứu, điển hình là các tác giả Salustowicz (1968), Gajoch and Piechota (1973), Arkuszewski (1973), Jarosz (1977), Arkuszewski (1978) Kendorski, Roosendaal và Bai (1995), Das (2000), Heasley (2004), Palchik (2005) [8]. Để giải quyết các bài toán trên mô hình môi trường đàn hồi, liên tục đã có các công trình của các nhà nghiên cứu như: A.D. Xashurin, V.E. Bolikov, A.B. Makarov,... [9], [10]. Từ năm 2011 đến nay đã có một số công trình nghiên cứu dịch chuyển biến dạng bằng mô hình vật liệu tương đương được công bố trong nhiều tài liệu khác nhau [2], [3], [4], [5], [6], [7]. Tuy nhiên, thông qua các tài liệu trên cho thấy công tác nghiên cứu mất nhiều công sức, thực nghiệm trên mô hình với kích thước nhỏ nên có hệ số tương đương lớn. Nghiên cứu mang tính lý thuyết để dự báo lún sụt, nếu không kể đến các công trình đã công bố của nhóm thực hiện đề tài này, còn có một số chuyên

gia khác thực hiện. Nguyễn Anh Tuấn và nnk (2011) đã sử dụng chương trình Phase2 để phân tích lún sụt và quá trình biến đổi cơ học khi khai thác kết hợp hầm lò và lộ thiên [3].

Trong phạm vi bài báo này, đã xây dựng mô hình địa cơ với môi trường đàn hồi, đồng nhất, đẳng hướng để phân tích, dự báo kết quả dịch chuyển biến dạng địa tầng đất đá và bề mặt đất do ảnh hưởng của lò chợ cơ giới khai thác vỉa dày bằng phân mềm RS2.

2. Xây dựng mô hình địa cơ

2.1. Dữ liệu đầu vào của mô hình địa cơ

Để tính toán, xây dựng mô hình địa cơ hoặc thiết kế các công trình ngầm và công tác khai thác mỏ, cần thiết phải có các chỉ tiêu tính chất cơ lý cho khối đá. Trong thực tế, có rất nhiều phương pháp để xác định các chỉ tiêu đó, điển hình như phương pháp phân loại khối đá theo RMR, phương pháp hệ số giảm bền do cấu trúc khối đá của Nga và phương pháp tính theo tiêu chuẩn bền của Hoek-Brown cho đá hoặc khối đá có tính đến các chỉ số GSI (Geological Strength Index - chỉ số độ bền địa chất), chỉ số D (Disturbance due to blast damage - phá hoại do nổ mìn).

Hiện nay, có nhiều biểu thức xác định các chỉ tiêu cơ học như: mô đun biến dạng, độ bền nén, độ

bền kéo cũng như góc ma sát, lực dính kết đã được xác định có liên quan tới các chỉ số RMR, GSI và D. Do các phương pháp xác định dựa theo các tiêu chí khác nhau, vì vậy cần thiết phải phân tích, so sánh để có thể lựa chọn phương pháp “hợp lý”, cũng như phát triển ứng dụng phương pháp trong điều kiện Việt Nam. Kết quả thí nghiệm các mẫu đá bằng phương pháp nén đơn trục tại vùng bể than Quảng Ninh được ghi ở Bảng 1 [1].

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm nén đơn trục các loại đá

No	Loại đá	Độ bền nén σ , MPa
1	Cát kết	114
2	Bột kết	42
3	Sét kết	31
4	Than	17.1

2.2. Các phần mềm sử dụng tính toán trên mô hình địa cơ

Để tính mô đun đàn hồi E sử dụng phần mềm Rockdata, cần có thông số đầu vào như độ bền nén một trục σ , chỉ số bền địa chất GSI, chỉ số phá hoại do nổ mìn D của bể than Quảng Ninh, các chỉ số GSI, D lấy theo kinh nghiệm của chuyên gia Ngô Văn Sỹ. Các số liệu đầu vào ghi Bảng 2, kết quả tính mô đun đàn hồi E thể hiện Bảng 3.

Bảng 2. Dữ liệu đầu vào của phần mềm RocData

No	Loại đá	Độ bền nén σ , MPa	Chỉ số bền địa chất GSI	Chỉ số phá hoại do nổ mìn D	Hằng số vật liệu m_i
1	Cát kết	114	45	0,8	17
2	Bột kết	42	37	0,8	7
3	Sét kết	31	11	0,8	4
4	Than	17,1	8	0,8	4

Bảng 3. Kết quả tính mô đun đàn hồi E theo tiêu chuẩn Hoek-Brown

No	Loại đá	Độ bền nén σ , MPa	Chỉ số bền địa chất GSI	Chỉ số phá hoại do nổ mìn D	Hằng số vật liệu m_i	Mô đun đàn hồi E, MPa
1	Cát kết	114	45	0,8	17	2115
2	Bột kết	42	37	0,8	7	691,36
3	Sét kết	31	11	0,8	4	244,03
4	Than	17,1	8	0,8	4	93,01

Sau khi xác định mô đun đàn hồi cho các lớp đất đá bể than Quảng Ninh, tiến hành xây dựng các mô hình địa cơ để tìm điều kiện biên sát với thực tế nhất. Các kết quả tính toán trên mô hình bao gồm các đại lượng: độ lún cực đại, biến dạng ngang, biến dạng cong, độ nghiêng và các thông số về góc. Để xác định mối tương quan giữa độ lún cực đại và mô đun đàn hồi E bằng phần mềm Rockdata đã đưa ra 6 mô hình, trong đó có một

mô hình xác định tương quan giữa độ lún với mô đun đàn hồi tính được từ Rockdata và 5 mô hình với mô đun đàn hồi thay đổi 70 %, 50 %, 125 %, 30 %, 10 %. Trong phần này, đã sử dụng phần mềm Phase2 để xác định độ lún cho các trường hợp cụ thể:

➤ TH1: Xây dựng mô hình địa cơ với mô đun đàn hồi của các loại đá cát kết có E=2115 MPa, bột kết có E=691,36 MPa, sét kết có E=244,03 MPa

tính được từ Rockdata, hệ số Poisson ν không đổi;

➤ TH2: Xây dựng mô hình địa cơ với mô đun đàn hồi của các loại đá cát kết có $E=1480,5$ MPa, bột kết có $E=483,95$ MPa, sét kết có $E=170,82$ MPa bằng 70 % mô đun đàn hồi tính được từ Rockdata, hệ số Poisson ν không đổi;

➤ TH3: Xây dựng mô hình địa cơ với mô đun đàn hồi của các loại đá cát kết có $E=1057,5$ MPa, bột kết có $E=345,68$ MPa, sét kết có $E=122,02$ MPa bằng 50 % mô đun đàn hồi tính được từ Rockdata, hệ số Poisson ν không đổi;

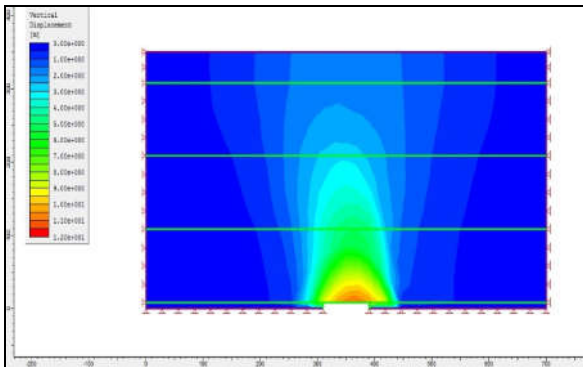
➤ TH4: Xây dựng mô hình địa cơ với mô đun đàn hồi của các loại đá cát kết có $E=2643,75$ MPa, bột kết có $E=864,2$ MPa, sét kết có $E=305,04$ MPa bằng 125 % mô đun đàn hồi tính được từ Rockdata,

hệ số Poisson ν không đổi;

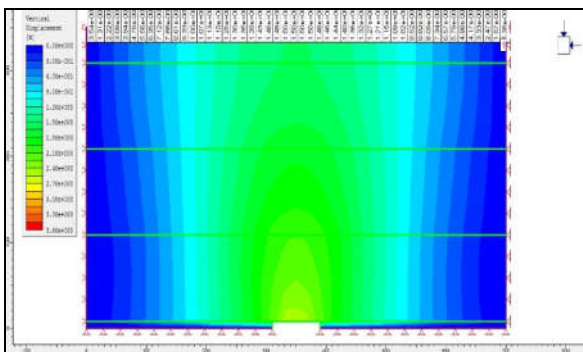
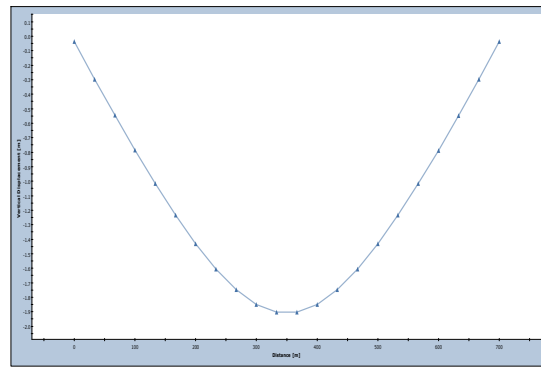
➤ TH5: Xây dựng mô hình địa cơ với mô đun đàn hồi của các loại đá cát kết có $E=634,5$ MPa, bột kết có $E=207,41$ MPa, sét kết có $E=73,21$ MPa bằng 30 % mô đun đàn hồi tính được từ Rockdata, hệ số Poisson ν không đổi;

➤ TH6: Xây dựng mô hình địa cơ với mô đun đàn hồi của các loại đá cát kết có $E=211,50$ MPa, bột kết có $E=69,14$ MPa, sét kết có $E=24,24$ MPa bằng 10 % mô đun đàn hồi tính được từ Rockdata, hệ số Poisson ν không đổi.

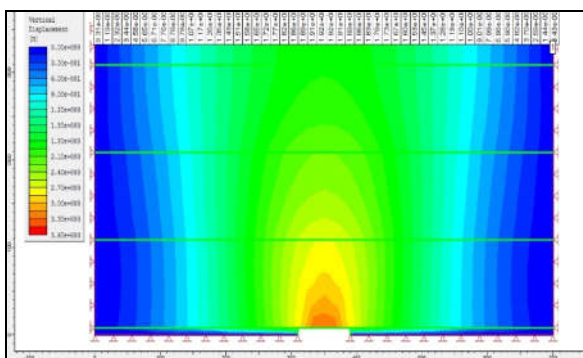
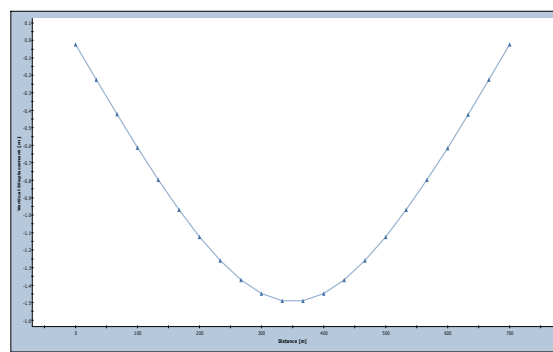
Kết quả xác định độ lún cho các trường hợp thể hiện hình H.1, H.2, H.3, H.4, H.5, H.6. Giá trị xác định độ lún cực đại và mô đun đàn hồi thể hiện ở Bảng 4.



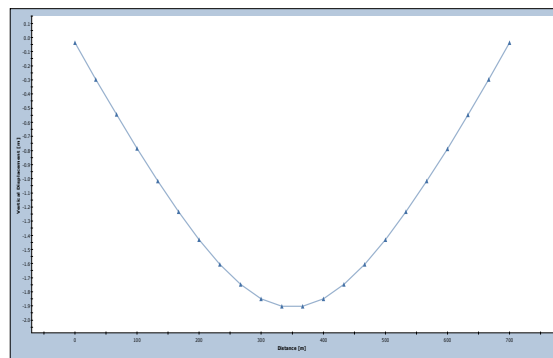
H.1. Biểu đồ độ lún các lớp đất đá trong trường hợp 1

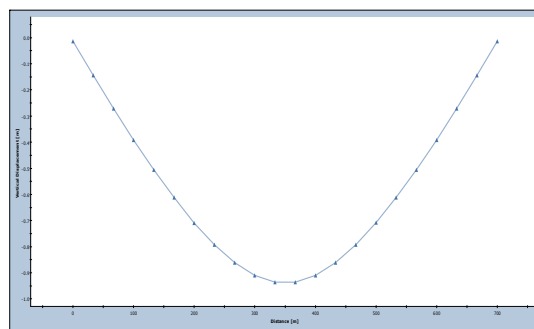
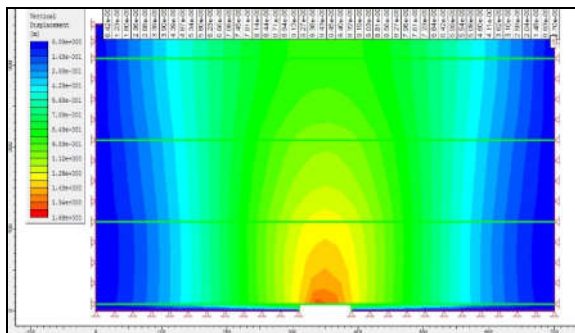


H.2. Biểu đồ độ lún các lớp đất đá trong trường hợp 2

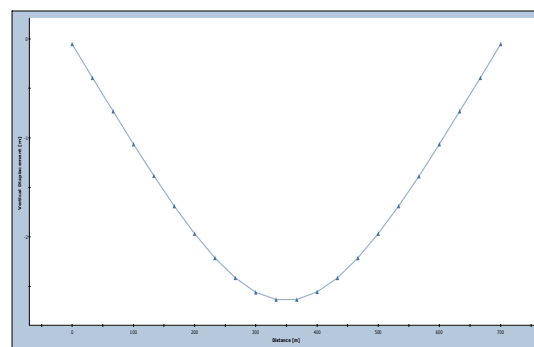
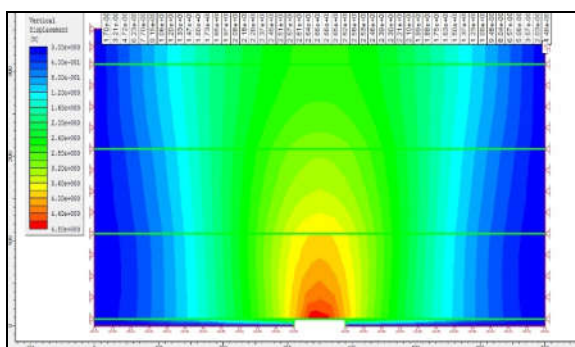


H.3. Biểu đồ độ lún trong trường hợp 3

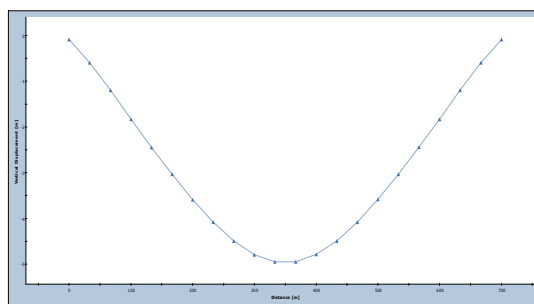
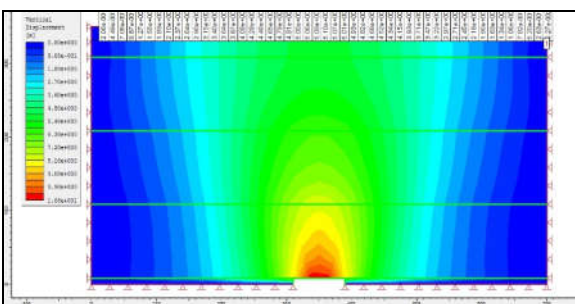




H.4. Biểu đồ độ lún các lớp đất đá trong trường hợp 4



H.5. Biểu đồ độ lún các lớp đất đá trong trường hợp 5



H.6. Biểu đồ độ lún các lớp đất đá trong trường hợp 6

Bảng 4. Giá trị độ lún cực đại và mô đun đàn hồi

No	Loại đá	Giá trị	Kết quả xác định độ lún và mô đun đàn hồi					
			TH1	TH2	TH3	TH4	TH5	TH6
1	Cát kết	E (MPa)	2115,00	1480,50	1057,50	2643,75	634,50	211,50
2	Bột kết	E (MPa)	691,36	483,95	345,68	864,20	207,41	69,14
3	Sét kết	E (MPa)	244,03	170,82	122,02	305,04	73,21	24,40
4	Than	E (MPa)	93,01	93,01	93,01	93,01	93,01	93,01
5		η (m)	1,906	1,500	1,918	0,944	2,658	5,095

2.3. Phân tích mối quan hệ giữa độ lún cực đại với mô đun đàn hồi

Để đánh giá trọng số ảnh hưởng của các biến số, đã sử dụng phương pháp phân tích thống kê và đồ thị (phần mềm R) xác định biểu đồ tương quan và phương trình của các biến độc lập. Cơ sở dữ liệu được lấy từ Bảng 4, phân tích dữ liệu để xác định mối tương quan giữa đá cát kết với mô đun đàn hồi của nó xác định được phương trình:

$$\eta = 7,01 - 1,04 \cdot 10^{-2} \cdot E + 6,50 \cdot 10^{-6} \cdot E^2 - 1,30 \cdot 10^{-9} \cdot E^3 \quad (1)$$

Đá bột kết xác định phương trình:

$$\eta = 7,01 - 3,17 \cdot 10^{-2} \cdot E + 6,08 \cdot 10^{-5} \cdot E^2 - 3,72 \cdot 10^{-8} \cdot E^3 \quad (2)$$

Đất sét kết xác định phương trình:

$$\eta = 7,01 - 8,99 \cdot 10^{-2} \cdot E + 4,88 \cdot 10^{-4} \cdot E^2 - 8,46 \cdot 10^{-7} \cdot E^3 \quad (3)$$

Giải các phương trình (1), (2), (3) để xác định mô đun đàn hồi E_C thu được kết quả ghi ở Bảng 5. Từ kết quả ở Bảng 5 cho thấy: nếu sử dụng mô

đun đàn hồi tính được trên phần mềm Rockdata (E_R) đưa vào mô hình địa cơ cho bất kỳ vùng nào thì ta có thể dự báo dịch chuyển biến dạng bề mặt, xác định các thông số dịch chuyển từ đó có cơ sở đưa ra giải pháp khai thác an toàn, hiệu quả. Tuy nhiên trong quá trình xử lý số liệu, khi sử dụng mô hình địa cơ cho bể than Quảng Ninh cần xác định thêm hệ số giảm bền theo công thức:

$$K_C = E_C / E_R = 1,24. \quad (4)$$

Bảng 5. Kết quả tính mô đun đàn hồi các loại đá

№	Hệ số	Cát kết	Bột kết	Sét kết
1	E_R	2115	691.36	244.03
2	E_C	2628.788	860.368	303.637

3. Kết luận

Từ những kết quả nghiên cứu trên, chúng tôi rút ra một số kết luận như sau:

➢ Trên thế giới có nhiều mô hình địa cơ phân tích, dự báo dịch chuyển và biến dạng bề mặt đất, phát triển ở các dạng khác nhau. Kết quả tổng hợp và phân tích cho thấy, các mô hình đều có những tồn tại, hạn chế nhất định và thường mang tính địa phương, liên quan tới sự biến đổi các điều kiện địa chất cụ thể của từng khu vực, từng nước. Các mô hình địa cơ sử dụng phương pháp số cho kết quả nghiên cứu có tính định lượng. Độ chính xác của các kết quả nghiên cứu trên mô hình tùy thuộc vào nhiều yếu tố. Trong đó, yếu tố thí nghiệm độ bền nén một trục là quan trọng nhất.

➢ Sử dụng mô hình địa cơ với điều kiện biên là độ lún cực đại (được xác định từ kết quả quan trắc thực địa ở bể than Quảng Ninh) đã cho phép xác định được mô đun đàn hồi cho mô hình địa cơ phục vụ cho công tác phân tích, dự báo dịch chuyển và biến dạng bề mặt đất.

➢ Đối với mô hình địa cơ áp dụng cho bể than Quảng Ninh thì hệ số giảm bền $K_C = 1,24$. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Đại Hải (2011-2013), “Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu địa cơ phục vụ nhu cầu phát triển cơ giới hóa, hiện đại hóa khai thác than ở Việt Nam”, Đề tài trọng điểm cấp Bộ Công Thương.
2. Nguyễn Anh Tuấn, Lê Đức Nguyên, Nguyễn Văn Sỹ (2011). Đánh giá kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của dịch động trong sơ đồ khai thác hỗn hợp hầm lò-lộ thiên trên mô hình vật liệu tương đương. Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ số 12/2011.
3. Nguyễn Anh Tuấn, Lê Đức Nguyên, Lê Quang Phục (2011). Nghiên cứu ảnh hưởng dịch động trong sơ đồ khai thác hỗn hợp hầm lò-lộ thiên bằng mô hình số. Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ số 11/2011.

4. Nguyễn Anh Tuấn, Đào Hồng Quảng, Lê Đức Nguyên (2012). Nghiên cứu dịch chuyển biến dạng đất đá mỏ trong khai thác than hầm lò vùng Quảng Ninh trên mô hình vật liệu tương đương. Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ. Số 10/2012. Tr.18-23.

5. Nguyễn Văn Sỹ, Trần Văn Thanh, Lê Tiến Dũng (2012). Xác định các thông số dịch chuyển đất đá do ảnh hưởng của khai thác hầm lò đến bề mặt khoáng sản than Mông Dương-Khe Chàm trên mô hình tương đương. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 20, Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội, 15/11/2012.

6. Nguyễn Tam Sơn và nnk (2012). Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu xác định các thông số dịch chuyển, biến dạng đất đá khi khai thác vỉa dày bằng phương pháp hầm lò trên mô hình vật liệu tương đương”. Viện KHCN mỏ 2012.

7. Trần Trung Anh (2012). Quan trắc dịch chuyển đất đá và biến dạng bề mặt trên mô hình vật liệu tương đương bằng công nghệ đo ảnh. Tạp chí KHKT Mỏ- Địa chất, số 39, 7/2012, (Chuyên đề Trắc địa mỏ), tr.5-10

8. Singh, M.M., 1985, “Review of Coal Mine Subsidence Control Measures”, Transactions SME-AIME, Vol. 278, Littleton, CO, pp. 1988–1992. Singh M.M. Chapter 10.6. Mine Subsidence

9. Авершин С. Г (1960), Расчет деформаций массива горных пород под влиянием подземных разработок [Текст] / С.Г. Авершин. -Л.: ВНИМИ, 1960. -87 с.

10. Методические указания по определению процесса сдвижения горных пород, охране сооружений и горных выработок на месторождениях цветных металлов [Текст]. Л.: ВНИМИ, 1971.-66 с.

Ngày nhận bài: 09/01/2018

Ngày gửi phản biện: 18/02/2018

Ngày nhận phản biện: 27/03/2018

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/06/2018

Từ khóa: mô hình địa cơ; dịch chuyển; biến dạng; bề mặt đất; phương pháp số

SUMMARY

This paper presents the usage of a geomechanical model to analyze, predict the displacement and deformation of strata and ground surface due to the exploitation of thick seams.