

# XÁC ĐỊNH ỨNG SUẤT, BIẾN DẠNG KHỐI ĐÁ QUANH LÒ CHỢ SỬ DỤNG DÀN CHỐNG TỰ HÀNH BẰNG MÔ HÌNH VẬT LIỆU TƯƠNG ĐƯƠNG

GS.TS. ROZENBAUM M.A., NCS. KUZMIN S.V.,  
NCS. ANTONIUK S.A., NCS. ĐỖ QUANG TUẤN,  
NCS. PHAN QUANG NAM - Trường Đại học Mỏ Sankt-Peterburg

**V**iệc lựa chọn các vật liệu tương đương phản ánh tương tác các tính chất cơ lý và cấu trúc của khối đá, đóng vai trò quan trọng trong khi giải quyết toàn bộ quá trình mô hình mô phỏng cơ học đá. Xây dựng và phát triển công thức với các mô hình vật liệu tương đương được đưa ra từ việc tính toán các yếu tố cơ bản xác định bản chất vật lý và các thông số cơ lý của khối đá được mô phỏng theo các phương pháp đặc biệt Г.Н. Кузнецова [1], [2].

Phương pháp này được hoàn thiện với việc sử dụng các vật liệu cũng như các dụng cụ để quan trắc khác nhau với các quá trình cơ học đá xung quanh các đường lò. Hiện nay trong thực tiễn quá trình mô phỏng trên các vật liệu tương đương không có khả năng để sử dụng mô hình cho các bài toán: xác định vận tốc và gia tốc quá trình dòng chảy, ghi chép mômen phát sinh và khe nứt phát triển, tiếp nhận số liệu theo sự phân bố ứng suất trong khối đá khi mô phỏng trong thời gian khai thác mỏ thực tế. Những khả năng trên được xây dựng nhờ sử dụng toàn bộ trang thiết bị, quá trình cơ học cho phép nghiên cứu đặc biệt trong vùng làm việc của nó. Bằng những mô hình này có thể mở ra các khả năng nghiên cứu mới quá trình động lực và lưu biến trong cơ học đá.

Ở nhiều quốc gia trên thế giới đã áp dụng mô hình vật lý [3], [4], [5], [6]. Phương pháp này, được so sánh với mô hình trên máy tính (phần mềm chuyên dụng) cho phép thu được những hình ảnh chất lượng sự phá hủy của khối đá. Trước hết, trong thực tế sự mô phỏng trên các vật liệu tương đương sử dụng tổ hợp thiết bị cho phép thực hiện phương pháp này đồng thời áp dụng công nghệ tiên tiến.

**1. Các thiết bị đi kèm với quá trình mô hình vật liệu tương đương trong phòng thí nghiệm**

**1.1. Thiết bị tự động phân tích kích thước các hạt CAMSIZER XT**

Thiết bị tự động phân tích kích thước các hạt CAMSIZER XT thiết kế để đánh giá chi tiết sự phân tán thành phần hạt mịn chất độn của vật liệu tương đương với mục đích điều chỉnh các thông số cơ lý của chúng. CAMSIZER XT sử dụng để đo kích thước và hình dạng vật liệu rời trong phạm vi 1 mm đến 3 mm. CAMSIZER XT được phát triển để đo phân tử hạt lớn dạng bột, sử dụng các môđun tương tác hoán đổi giành cho các mẫu khô và ẩm ướt, điều này cung cấp tính linh hoạt rất lớn khi phân tích cụ thể của mẫu (hình H.1).



H.1. Thiết bị tự động phân tích kích thước các hạt CAMSIZER XT

**1.2. Kiểu bấm Testometric M350-5CT**

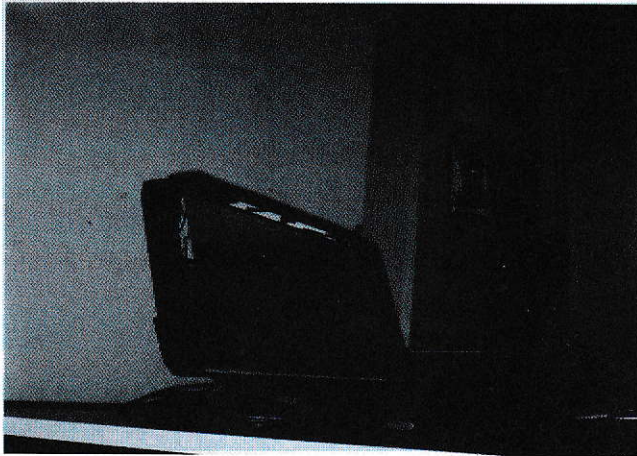
Kiểu bấm Testometric M350-5CT để xác định cường độ, biến dạng, lưu biến và các thông số cần thiết khác xác định đặc tính cơ bản của quá trình được nghiên cứu. Các thí nghiệm được thực hiện trong chế độ khác nhau, với sự giúp đỡ đặc biệt của phần mềm chuyên dụng (hình H.2).

**1.3. Các bộ cảm biến điện áp**

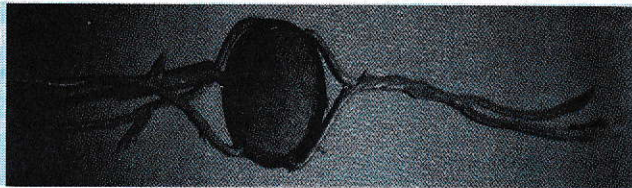
Những thông tin quan trọng nhất có thể được thu nhận bởi các cảm biến điện áp МДГ-3, được



cài đặt một cách trực tiếp trong độ dày mô hình. Cảm biến được thiết kế để xác định điện áp tĩnh học và điện áp động lực học, trong số liệu phân tán hạt mịn với môđun đàn hồi đến 1000 MPa và với những điện áp từ 0,0005 đến 1,5 MPa. Dải tần số cảm biến từ 0 đến 5 kHz. Đường kính đo lực kế nhỏ 15 mm, chiều dày 1,5 mm (hình H.3).



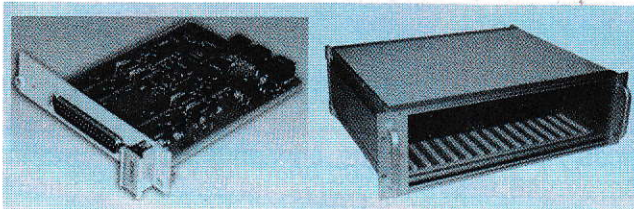
H.2. Kiểu bám Testometric M350-5CT



H.3. Bộ cảm biến điện áp

**1.4. Hệ thống thông tin-đo đặc**

Hệ thống thông tin-đo đặc trên thanh dữ liệu LTR-EU-16 cùng với mô hình tenxơ đo đặc LTR212 (đo 16 шт.) và đảm bảo chương trình để đăng kí và hiển thị ACTest Pro. (H.4).



H.4. thanh dữ liệu LTR-EU-16 cùng với mô hình tenxơ đo đặc LTR212

Hệ thống cung cấp việc thu thập các thông tin theo cổng 64. Mỗi thẻ LTR212 đảm bảo thu thập thông tin theo 4 cổng. Đảm bảo chương trình cho phép hiển thị và xử lý thông tin trong phương thức thời gian thực tế và sau khi xử lý khi sự trợ giúp hàm và bộ lọc toán học.

Áp dụng cho việc đăng kí, thu thập và xử lý thông tin ban đầu từ các kiểu bột khác nhau của

Tenxơ và điện trở nhiệt, cảm biến âm thanh, gia tốc kế, cài đặt trong mô hình từ vật liệu tương đương.

**1.5. Tổ hợp các thiết bị**

Tổ hợp các thiết bị để xác định các thông số dịch chuyển của tĩnh học và động học trong mô hình bởi phần mềm (chương trình) để phân tích sự dịch chuyển nhãn hiệu trên bề mặt mô hình từ vật liệu tương đương. Tất cả bao gồm chính hình ảnh chụp Hasselblad H5D-200MS cùng với độ phân giải chụp tối đa 200 triệu điểm ảnh để phân tích dịch chuyển tĩnh học và động lực học trong những mô hình từ các vật liệu tương đương, tốc độ cao ghi video NAC Memrecam HX-3, được cho phép ghi chép cực nhanh quá trình động lực và đảm bảo chương trình TEMA Motion 2D, được thiết kế để quá trình sử dụng chi tiết, liên quan đến sự hình thành vết nứt, phá huỷ và thay đổi tính chất khối đá khi mô hình làm việc trên mỏ khoáng sản có ích với dưới lòng đất, hệ thống khai thác mở hay kết hợp. (H.5).



H.5. Thiết bị Hasselblad H5D-200MS và NAC Memrecam HX-3

Chương trình cho phép nhập, xuất và gia công file ảnh - vi deo trong các định dạng tiêu chuẩn, bài toán hệ thống tọa độ, tự động theo dõi đánh dấu tọa độ hoặc miêu tả đặc tính các phần tử trong tất cả khung video/1 loạt hình ảnh với sự giúp đỡ của các thuật toán theo dõi khác nhau và tính toán tuyến tính và chuyển vị góc, tốc độ và đẩy mạnh với việc sử dụng các dấu hiệu tọa độ được tìm được hoặc điểm đặc tính và thông tin về tốc độ chụp.

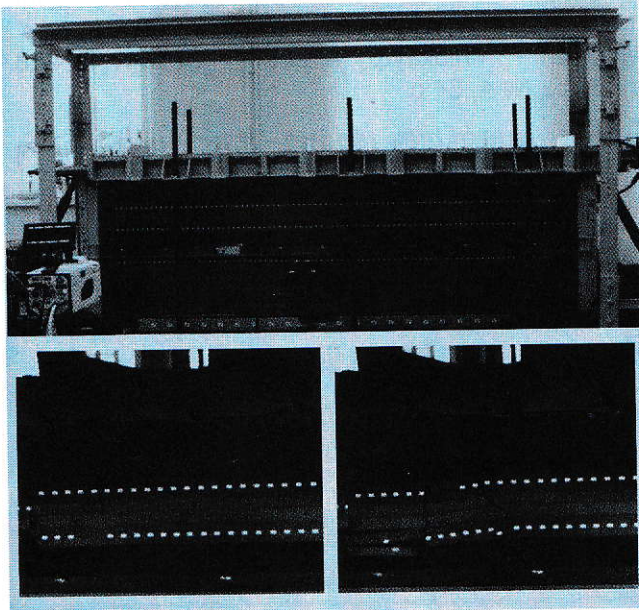
**2. Bài toán phân tích bằng mô hình tương đương**

Bài toán đặt ra cần tìm hiểu ứng suất biến dạng xung quanh đường lò chợ khai thác với các vỉa có chiều dày vỉa 5 mét. Góc dốc vỉa từ  $5^{\circ} \div 7^{\circ}$ , chiều sâu bố trí công trình 320 mét, hệ số suy yếu cấu trúc  $k=0,7$ . Vách trực tiếp: bột kết  $f=3$ , chiều dày tầng bột kết 4 m, phân lớp mỏng từ 10 cm đến 40 cm, hạt mịn, màu xám tro. Vách cơ bản: cát kết  $f=5$ , chiều dày tầng bột kết 25 m, phân lớp từ 20 cm đến 1 m, hạt thô đến trung bình, màu xám sáng. Trụ vỉa: sét kết  $f=1,5$ , chiều dày 0,5 m, màu xám đen, hạt mịn. Bột kết  $f=3$ , chiều dày tầng bột kết 24 m, phân lớp mỏng từ 10 cm đến 40 cm, hạt mịn, màu xám tro.

Tổ hợp các thiết bị được sử dụng khi tạo ra mô hình giành cho điều kiện mỏ "Талдинская-Западная-



2" khai thác bởi công ty OAO «СУЭК-Кызбасс». Sơ đồ mô hình thí nghiệm trên mô hình vật liệu tương đương trong trường đại học tổng hợp nguyên liệu khoáng sản quốc gia Nga được thể hiện như trong hình H.6.



H.6. Mô hình trong phòng thí nghiệm

Trong khai thác mô hình thu nhận các số liệu sau: khi phá hủy trụ than chiều rộng 5 m xác định vết đứt gãy động lực đá trụ của khai thác chuẩn bị với khu vực khai thác tiếp tục bị ép vào bên trong tại chiều cao 42 cm.

Các kết quả thu được xử lý bởi: hệ thống thông tin và hệ thống đo đạc trên thanh dữ liệu LTR-EU-16, máy ảnh Hasselblad H5D-200MS, máy quay phim NAC Memrecam HX-3, và chương trình TEMA Motion 2D.

Biểu đồ dịch chuyển 2 mốc 1 của vách trực tiếp khi phá hủy trụ than với chu kỳ 15 giây cho thấy: sự dịch chuyển lớn nhất của 1 mốc trong tình trạng mô hình phá hủy trụ là 0,8 cm, còn mốc khác là 1,5 cm. Biểu đồ dịch chuyển 3 mốc 2 của vách cơ bản khi phá hủy trụ than. Dịch chuyển lớn nhất là 1 cm, 1,5 cm và 2 cm trong mô hình phá hủy.

Biểu đồ tốc độ chuyển vị mốc 1 của vách trực tiếp liên quan tọa độ thẳng đứng cho thấy: tốc độ dịch chuyển tối đa của mốc là 113 mm/giây và được xác định tại thời điểm phá hủy trụ.

Biểu đồ tốc độ dịch chuyển các mốc 2 của vách cơ bản liên quan tọa độ thẳng đứng cho thấy: tốc độ tối đa là 178 mm/giây.

Biểu đồ tốc độ dịch chuyển mốc 1 của vách trực tiếp liên quan tọa độ phương ngang cho thấy: tốc độ tối đa mốc là 21 mm/giây. Biểu đồ tốc độ dịch chuyển mốc 2 của vách cơ bản liên quan tọa độ

phương ngang cho thấy: tốc độ tối đa trong mô hình phá hủy trụ là 24 mm/giây.

Biểu đồ thay đổi độ giá trị gia tốc tuyệt đối mốc 1 của vách trực tiếp, mốc gia tốc tối đa 6 m/s<sup>2</sup> cho thấy: biểu đồ thay đổi độ lớn gia tốc tuyệt đối mốc 2 tăng nhanh trong vách cơ bản; gia tốc tối đa là 8,5 m/s<sup>2</sup>.

Từ các biểu đồ sự thay đổi vận tốc và gia tốc của mốc theo tọa độ phương ngang và phương thẳng đứng nằm trong vách trực tiếp và vách cơ bản được nhìn thấy rằng, những số liệu cho thấy trong vách cơ bản cao hơn ở vách trực tiếp.

Trên biểu đồ được trình bày kết quả sự thay đổi trên vách và trụ khai thác trong khoảng 2 giây ở mô hình phá hủy của trụ than.

Kết quả đo đạc thí nghiệm mô hình vật liệu tương đương với tỷ lệ 1:50 các giá trị ứng suất và thời gian trong đường lò được thống kê ở như trong Bảng 1.

Bảng 1. Các kết quả đo đạc điện áp và thời gian đường lò (ngày, tháng, năm đo: 18-04-2014)

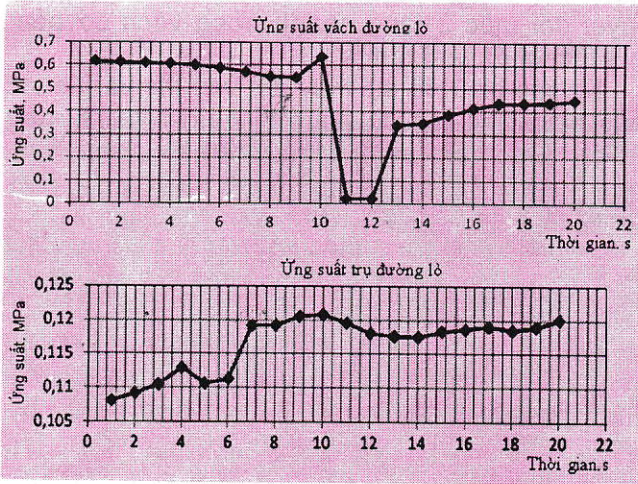
ST T	Ứng suất, MPa		Thời gian đo, giây
	Trụ lò	Vách lò	
1	0,10809	0,6182	16:02:08.000
2	0,10914	0,61376	16:02:08.100
3	0,11046	0,6107	16:02:08.200
4	0,11297	0,60796	16:02:08.300
5	0,11064	0,60069	16:02:08.400
6	0,11133	0,58876	16:02:08.500
7	0,11919	0,57123	16:02:08.600
8	0,11922	0,55184	16:02:08.700
9	0,12054	0,54741	16:02:08.800
10	0,12084	0,63715	16:02:08.900
11	0,11959	0,021	16:02:09.000
12	0,11808	0,02085	16:02:09.100
13	0,11764	0,33959	16:02:09.200
14	0,11754	0,34967	16:02:09.300
15	0,11838	0,38624	16:02:09.400
16	0,11866	0,41575	16:02:09.500
17	0,11906	0,43641	16:02:09.600
18	0,11853	0,43708	16:02:09.700
19	0,11904	0,43991	16:02:09.800
20	0,12009	0,45068	16:02:09.900

Theo các số liệu đo đạc ứng suất và thời gian tại Bảng 1 ta xác định biểu đồ vách và trụ đường lò (hình H.7).

Theo biểu đồ có thể phỏng đoán ở mô hình phá hủy trụ trên vách lò khai thác thì ứng suất giảm dần



với phục hồi dần đều một đại lượng nhỏ hơn ứng suất ban đầu đến thời điểm phá huỷ trụ. Còn trụ khai thác đã xảy ra sự tăng mạnh (đột ngột) ứng suất với biên độ tăng dần.



H.7. Biểu đồ ứng suất và thời gian đường lò

4. Kết luận và kiến nghị

Từ các điều trên có thể kết luận như sau: tổ hợp thiết bị cho phép đưa ra tiến hành các khảo sát đặc thù (riêng biệt) trong lĩnh vực khai thác mỏ giành cho các nghiên cứu chi tiết. Mở ra những khả năng nghiên cứu mới quá trình động lực học và quá trình lưu biến trong cơ học đá.

Mặt khác, quá trình ghi chép đã phân bố lại ứng suất trên nóc và trụ lò chuẩn bị khi trụ vỉa than phá huỷ. Kết quả ứng suất-biến dạng nhận được sẽ tính toán cho cột chống của giàn chống tự hành lò chợ cơ giới hoá bằng combai theo thời gian. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Г.Н. Кузнецов, М.Н. Будько, А.А. Филиппова, М.Ф. Шклярский. Изучение проявлений горного давления на моделях. Углетехиздат, 1959.г. 283 с.
2. Глушихин ф.П, Кузнецов Г.Н., Шклярский М.Ф. и др. Моделирование в геомеханике. М.: Недра, 1991, 240 с.
3. E. Yasar, D.J. Reddish, G. Daws, A.W. Hayes. 14<sup>th</sup> Conference on ground control in mining, Deformation Development Around Mine Roadways and Simulation of Roadway Supports. 46-54 с.
4. Yongping Wu, Yanli Zhang, Dongho Zhang. 32<sup>nd</sup> International Conference on Ground Control in Mining, Establishment and Application of Deformation Monitoring System of Roadway Based on the Three - Dimensional Model Experiment.1-7 с.
5. Ульрих Лангом. Проектное основы управления горным давлением комбинированной

крепью в пластовых штреках. Глюкауф. 2002.г, март № 1, 16-20 с.

6. Владимир Демин, Татьяна Демина, Айбулат Каратаев. Разработка технологии проведения горных выработок с анкерной крепью с учетом геомеханического состояния приконтурного массива пород. "Альфамонтан", Москва - Глюкауф Майнинг Репорт, 2013, декабрь № 4, 64 с.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

Nowadays the equivalent material model is used widely in the analysis to predict the influence of excavation work, mining, the stress distribution, pressure on the rock as well as stability analysis and identify texture against keeping the underground construction. This process help the researcher to have look at the most realistic process of collapsing and the influence of excavation work for the surrounding soil. This article introduces the stability analysis, determination stresses and deformations around mining tunels by self propelled platform technology with equivalent material model at the national university of the mineral resource in Russia.

ĐỜI SỐNG VÀ SỨC KHỎE

1. Sở dĩ người ta đau khổ chính vì mãi đeo đuổi những thứ sai lầm. *Đức Phật.*
2. Nếu tình bạn là điểm yếu lớn nhất của bạn, thì bạn chính là người mạnh mẽ nhất trên thế giới. *Abraham Lincoln.*
3. Kiên trì làm việc tốt sẽ mang lại nhiều thứ. Như mặt trời có thể làm tan băng, lòng tốt có thể làm bốc hơi sự hiểu lầm, hoài nghi và thù địch. *Albert Schweitzer.*
4. Đừng bao giờ đùa giỡn với cảm xúc của người khác, bởi vì bạn có thể giành chiến thắng, nhưng hậu quả là bạn chắc chắn sẽ mất đi người đó trong suốt cuộc đời của bạn. *Shakespeare.*

VTH sưu tầm