

ERSD 2018

KỶ YẾU

**HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

Hà Nội, 07 - 12 - 2018

NHỮNG TIẾN BỘ TRONG KHAI THÁC MỎ



Nha xuất bản giao thông vận tải

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2018)**

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban:	PGS.TS Lê Hải An	
Phó trưởng ban:	GS.TS Trần Thanh Hải	
	GS.TS Bùi Xuân Nam	
Ủy viên:	GS.TS Nhữ Văn Bách	PGS.TS Nguyễn Như Trung
	GS.TS Võ Trọng Hùng	TS Đào Duy Anh
	GS.TS Võ Chí Mỹ	TS Nguyễn Xuân Anh
	GS.TS Trần Văn Trị	ThS Phạm Văn Chinh
	PGS.TS Đoàn Văn Cảnh	ThS Phạm Chân Chính
	PGS.TS Đỗ Cảnh Dương	TS Trần Quốc Cường
	PGS.TS Phùng Mạnh Đắc	TS Nguyễn Đại Đồng
	PGS.TS Nguyễn Quang Minh	TS Trịnh Hải Sơn
	PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo	TS Lê Ái Thu
	PGS.TS Tạ Đức Thịnh	TS Phạm Quốc Tuấn

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban:	GS.TS Trần Thanh Hải	
Phó trưởng ban:	PGS.TS Nguyễn Quang Minh	
Ủy viên:	PGS.TS Vũ Đình Hiếu	TS Lê Quang Duyên
	PGS.TSKH Hà Minh Hòa	TS Bùi Văn Đức
	PGS.TS Lê Văn Hưng	TS Nguyễn Hoàng
	PGS.TS Nguyễn Quang Luật	TS Phùng Quốc Huy
	PGS.TS Phạm Xuân Núi	TS Nguyễn Thạc Khánh
	PGS.TS Khổng Cao Phong	TS Nguyễn Quốc Phi
	PGS.TS Nguyễn Hoàng Sơn	TS Vũ Minh Ngạn
	PGS.TS Lê Công Thành	TS Phí Trường Thành
	PGS.TS Ngô Xuân Thành	TS Dương Thành Trung
	TS Lê Hồng Anh	

LỜI NÓI ĐẦU

Được phép của Bộ Giáo dục và Đào tạo và sự ủng hộ rộng rãi của các tổ chức khoa học và công nghệ trên toàn quốc, Hội nghị Toàn quốc “Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERSD 2018” được tổ chức tại Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG) với sự tham gia và phối hợp tổ chức của nhiều đơn vị quản lý, nghiên cứu khoa học, đào tạo và sản xuất có uy tín gồm Trường Đại học Mở - Địa chất, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Tổng hội Địa chất Việt Nam, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Hội Cơ học đá Việt Nam, Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam, Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Khoa học Công nghệ Mở Việt Nam, Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam, Hội Công nghệ khoan - Khai thác Việt Nam, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam, Viện Địa chất thuộc Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam, Viện Địa chất và Địa vật lý biển thuộc Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam, Viện Khoa học Công nghệ Mở - VINACOMIN, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, và Viện Vật lý địa cầu thuộc Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam. Hội nghị nhằm tạo một diễn đàn để các nhà khoa học, chuyên gia và các nhà quản lý giới thiệu những kết quả nghiên cứu khoa học mới, trao đổi thông tin, thảo luận và đề xuất các ý tưởng, hướng nghiên cứu mới, nhằm nâng cao chất lượng công tác đào tạo và nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ và phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, hướng tới hội nhập quốc tế và phát triển bền vững đối với Khoa học Trái đất và Tài nguyên thiên nhiên và nhiều lĩnh vực khoa học khác có liên quan như Cơ - Điện, Công nghệ Thông tin, Xây dựng,...

Trong quá trình tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức Hội nghị đã nhận được rất nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học, nhà quản lý trong và ngoài nước, trong đó có hơn 300 báo cáo và tóm tắt báo cáo khoa học được gửi tới Ban biên tập. Trên cơ sở đó, Ban Biên tập đã tuyển chọn được 234 báo cáo có chất lượng, phản ánh những kết quả nghiên cứu khoa học công nghệ mới nhất thuộc nhiều lĩnh vực khác nhau liên quan tới các chủ đề của Hội nghị. Các thông tin khoa học mới được trình bày tại Hội nghị được đăng trong Tuyển tập tóm tắt các báo cáo và Tuyển tập các báo cáo toàn văn của Hội nghị, trong đó toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị được ghi trong đĩa CD. Riêng tuyển tập báo cáo toàn văn được in thành 16 tập, mỗi tập ứng với một chủ đề khoa học sau:

1. Địa chất và Tài nguyên địa chất
2. Địa chất công trình - Địa chất thủy văn
3. Công nghệ kỹ thuật mới trong xử lý môi trường
4. Quản lý Tài nguyên và Môi trường
5. Sinh thái môi trường và Phát triển bền vững
6. Những tiến bộ trong Khai thác mỏ
7. Những tiến bộ trong Tuyển khoáng
8. Những tiến bộ trong Xây dựng công trình ngầm
9. Những tiến bộ trong Vật liệu và Kết cấu xây dựng
10. Kỹ thuật Dầu khí tích hợp
11. Trắc địa cao cấp và Quan trắc địa động lực
12. Công nghệ viễn thám và dữ liệu không gian
13. Công nghệ thông tin và ứng dụng
14. Kỹ thuật Điện và Điện tử
15. Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa
16. Kỹ thuật Cơ khí và Động lực

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mở - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai và chủ trì Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác và góp phần quan trọng vào sự thành công của Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học đã đóng góp các công trình khoa học cho Hội nghị và đặc biệt là các chuyên gia đã tham gia biên tập để nâng cao chất lượng của báo cáo khoa học.

Mặc dù đã cố gắng biên tập để đảm bảo chất lượng của các báo cáo khoa học nhưng không thể tránh khỏi các lỗi kỹ thuật trong các báo cáo, rất mong nhận được sự cảm thông của tác giả báo cáo và bạn đọc. Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc tổ chức và biên tập, xuất bản các kết quả khoa học của Hội nghị nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo và góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của các hoạt động nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan

THAY MẶT BAN TỔ CHỨC

MỤC LỤC

TIÊU BAN NHỮNG TIẾN BỘ TRONG KHAI THÁC MỎ

Comparison of ordinary kriging and inverse distance weighting interpolation methods: A case study at Ta Thiet deposit of Cement Limestone Deposits, Binh Phuoc province, Vietnam <i>Tran Dinh Bao, Vu Dinh Trong, Nguyen Dinh An, Fomin S.I.</i>	1
Phân tích nguyên nhân tai nạn và đề xuất các giải pháp an toàn khai thác Lò chợ N-6-4 vỉa 6 – khu nam mỏ than Dương Huy <i>Đào Văn Chi, Nguyễn Văn Thịnh, Đinh Thị Thanh Nhân</i>	10
Ứng dụng phần mềm EndnoteX8 quản lý tài liệu tham khảo trong các công trình khoa học Đại học Mô-Địa chất <i>Đào Văn Chi, Lê Tiến Dũng, Vũ Thái Tiến Dũng</i>	14
Biện pháp đảm bảo an toàn sản xuất và giảm chi phí thông gió khi khai thác ở độ sâu lớn tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh <i>Đặng Vũ Chí, Đặng Phương Thảo, Nguyễn Văn Thịnh</i>	21
Nghiên cứu khả năng sử dụng trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ lò chuẩn bị trong quá trình khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh <i>Đinh Văn Cường, Trần Văn Thanh, Nguyễn Anh Tuấn</i>	27
Tổng quan hệ thống khai thác quặng hầm lò trên thế giới và đánh giá hiện trạng áp dụng ở Việt Nam <i>Lê Tiến Dũng, Đào Văn Chi</i>	35
Nghiên cứu xây dựng quy trình thi công khai thác lò chợ cơ giới chống giữ bằng dàn 2ANSH cho khu vực khoáng sàng Hồng Thái-Mạo Khê <i>Nguyễn Văn Dũng, Nguyễn Phi Hùng, Nguyễn Cao Khải, Đặng Phương Thảo, Lê Duy Khánh</i>	41
Ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn đến các công trình trên mặt khi khai thác tại mỏ Đông Tràng Bạch, Uông Bí, Quảng Ninh <i>Trần Quang Hiếu, Bùi Xuân Nam, Trần Tuấn Minh, Nguyễn Đình An, Nguyễn Hoàng, Nguyễn Quang Huy</i>	49
Nâng cao hiệu quả công tác nổ mìn trong điều kiện địa chất phức tạp tại phía Bắc khai trường vỉa 15, 16 mỏ than Khánh Hoà <i>Trần Quang Hiếu, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Hoàng, Nguyễn Đình An, Bùi Ngọc Hùng</i>	56
Phát triển mô hình hồi quy véc-tơ hỗ trợ trong dự đoán mức độ đập vỡ đất đá trên mỏ lộ thiên <i>Nguyễn Hoàng, Bùi Xuân Nam</i>	63
Nghiên cứu, phân tích, lựa chọn điều kiện biên hợp lý khi sử dụng phần mềm RS2 xác định dịch chuyển đất đá xung quanh lò chợ đã khai thác <i>Dương Đức Hùng, Phạm Quốc Tuấn, Đỗ Ngọc Tú</i>	70
Nghiên cứu ứng dụng sản phẩm neo cáp sản xuất trong nước áp dụng đào lò và khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh <i>Nông Việt Hùng</i>	78

Nghiên cứu giải pháp khắc phục sự cố tụt nóc lò gương khi khai thác lò chợ cơ giới hóa tại công ty than Hồng Thái <i>Nguyễn Phi Hùng, Nguyễn Cao Khải, Bùi Mạnh Tùng, Trần Văn Thanh, Nguyễn Văn Dũng</i>	84
Giải pháp kỹ thuật đảm bảo an toàn khi khai thác vỉa 11 dưới moong lộ thiên - Công ty cổ phần than Hà Lâm Vinacomin <i>Phạm Đức Hưng, Vũ Trung Tiến, Đỗ Anh Sơn, Bùi Mạnh Tùng, Nguyễn Văn Quang</i>	91
Giải pháp hoàn thiện hệ thống thông gió khu mỏ Cẩm Thành, Công ty than Hạ Long đảm bảo sản lượng khai thác giai đoạn đến năm 2020 <i>Nguyễn Cao Khải, Nguyễn Văn Thịnh, Đặng Vũ Chí, Nguyễn Phi Hùng, Trần Văn Thanh</i>	97
Xác định chế độ làm việc hợp lý của các quạt gió chính khu mỏ than Thành Công – Cao Thắng, Công ty than Hòn Gai <i>Nguyễn Cao Khải, Đào Văn Chi, Lê Tiến Dũng, Nguyễn Văn Quang, Vũ Thái Tiến Dũng, Đinh Thị Thanh Nhân</i>	105
Nghiên cứu áp dụng thử nghiệm công nghệ khai thác chèn lò tại mỏ than Ngã Hai-Công ty than Quang Hanh <i>Vũ Thành Lâm, Đào Hồng Quảng, Lê Đức Nguyên, Phan Văn Việt</i>	111
Tính toán, dự báo biến dạng sụt lún trên bề mặt địa hình khi khai thác cụm vỉa than dưới khu dân cư tại mỏ than Núi Béo <i>Lê Quang Phục, Zubov Vladimir Pavlovich, Đào Văn Chi, Vũ Thái Tiến Dũng</i>	118
Quy luật xuất hiện áp lực mỏ và biến dạng đá vách trong lò chợ cơ giới hóa TT7.9 khu Ngã Hai - Công ty than Quang Hanh <i>Lê Quang Phục, Zubov Vladimir Pavlovich, Đào Văn Chi, Vũ Thái Tiến Dũng</i>	124
Phương pháp xác định thông số nổ mìn hợp lý cho mỏ quặng đồng Phukham – CHDCND Lào <i>Leepor Vaxingxong, Phạm Văn Hòa</i>	130
Nghiên cứu các giải pháp giảm thiểu nồng độ bụi tại các gương lò đào của mỏ than Núi Béo <i>Nguyễn Văn Quang, Nguyễn Văn Thịnh, Phạm Đức Hưng</i>	137
Nghiên cứu ứng dụng năng lượng nổ để nén ép nền đất yếu bằng lượng nổ tập trung <i>Đàm Trọng Thắng, Nguyễn Trí Tá</i>	143
Đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp hoàn thiện hệ thống thông gió của mỏ than Tân Lập, Quảng Ninh <i>Nguyễn Văn Thịnh, Trần Xuân Hà, Đặng Vũ Chí, Nguyễn Cao Khải</i>	149
Các giải pháp bóc đất đá bờ trụ các mỏ than lộ thiên hợp lý đảm bảo an toàn cho các công trình trên mặt và khai thác xuống sâu <i>Lưu Văn Thực, Lê Công Cường</i>	156
Những sự cố thường gặp tại một số lò chợ sử dụng công nghệ khai thác cơ giới hóa đồng bộ ở vùng than Quảng Ninh và những biện pháp khắc phục <i>Vũ Trung Tiến, Đỗ Anh Sơn, Phạm Đức Hưng</i>	163
Uncertainties in the stability analysis of slope cuts <i>Nguyễn Anh Tuấn</i>	168
Nghiên cứu tính ổn định của vỉ chống cơ khí hóa trong khai thác các vỉa dốc nghiêng đến dốc đứng <i>Bùi Mạnh Tùng, Trần Văn Thanh, Nguyễn Phi Hùng, Đỗ Hoàng Hiệp</i>	174

Tác động của độ ẩm đến quá trình ô xy hóa than <i>Lê Trung Tuyền, Nguyễn Tuấn Anh, Nguyễn Văn Khôi, Phạm Khánh Minh</i>	180
Một số giải pháp công nghệ phù hợp khi khai thác các tầng sâu ở các mỏ than lộ thiên Việt Nam <i>Đỗ Ngọc Trước, Đoàn Văn Thanh, Nguyễn Văn Đức</i>	187

TIÊU BAN NHỮNG TIẾN BỘ TRONG TUYỂN KHOÁNG

Kết quả nghiên cứu lựa chọn chất trợ lắng hợp lý đối với bùn thải nhà máy tuyển Bauxit Nhân Cơ <i>Triệu Văn Bình, Nguyễn Văn Minh</i>	197
Công nghệ kết hợp máy lắng lưới chuyển động - máy tuyển tầng sôi - tuyển nổi thu hồi than sạch từ đất đá lẫn than ở một số mỏ than vùng Hòn Gai - Cẩm Phả <i>Nhữ Thị Kim Dung, Vũ Thị Chinh</i>	203
Công nghệ tuyển và chế biến sâu quặng graphit mỏ Bảo Hà, Lào Cai <i>Đỗ Nguyễn Đán, Nguyễn Hữu Nhân</i>	209
Kết quả nghiên cứu và đề xuất công nghệ tuyển than chất lượng thấp vùng Quảng Ninh bằng thiết bị xoay lốc huyền phù 3 sản phẩm không áp <i>Trần Thị Hiến, Đào Duy Anh, Đỗ Hồng Nga, Trần Ngọc Anh</i>	216
Kết quả nghiên cứu công nghệ tuyển quặng sunfua chì - kẽm nghèo vùng Thái Nguyên, Bắc Kạn <i>Nguyễn Huy Hùng, Nguyễn Văn Minh</i>	224
Nghiên cứu tuyển nổi bùn than khu vực Cẩm Phả bằng hỗn hợp thuốc pha chế từ dầu thải <i>Phạm Văn Luận, Lê Việt Hà, Nguyễn Thị Tuyết Mai</i>	231
Nghiên cứu tuyển nổi trọng lực mẫu quặng fenspat Mỏ Ngọt - Phú Thọ sử dụng một số thuốc tập hợp mới của Viện hóa học công nghiệp Việt Nam <i>Phạm Thị Nhung, Nguyễn Hoàng Sơn</i>	238
Nghiên cứu tuyển quặng loại 3 khó tuyển của khu vực Bắc Nhạc Sơn, Lào Cai <i>Nguyễn Ngọc Phú, Phạm Văn Luận, Lê Việt Hà</i>	246
Nghiên cứu tách đồng trong xi lò SKS Lào Cai bằng quá trình thiêu sunfat với axit H ₂ SO ₄ và hòa tách nước <i>Trần Trung Tới</i>	253
Kết quả nghiên cứu thay thế máy tuyển nổi cũ bằng máy tuyển nổi cơ giới - khí nén tự tràn tại nhà máy tuyển đồng Sin Quyền, Lào Cai <i>Lý Xuân Tuyền, Trần Thuận Đức, Đỗ Văn Quang, Tạ Quốc Hùng, Phạm Văn Luận</i>	258

Comparison of ordinary kriging and inverse distance weighting interpolation methods: A case Study at Ta Thiet deposit of cement limestone deposits, Binh Phuoc province, Vietnam

Tran Dinh Bao^{1,*}, Vu Dinh Trong², Nguyen Dinh An³, Fomin S.I.⁴

¹ Surface Mining Department, Faculty of Mining Saint Petersburg mining University

²Surface Mining Department, Faculty of Geosciences, Geoengineering and Mining Freiberg University of Mining and Technology

³ Surface Mining Department, Faculty of Mining Hanoi University of mining and geology

⁴ Surface Mining Department, Faculty of Mining Saint Petersburg mining University

ABSTRACT

Limestone deposits are primary raw material for cement manufacturing plants. However, mining engineers and geologists faces challenges in determining an appropriate, accurate and cost-effective estimation method. Limestone mineralization in Ta Thiet deposit is complicated due to the complex lithological structure of the deposit. Through the company applies geostatistical analyses and Ordinary Kriging (OrK) method which have been widely used and have been proven to be a very good estimation method, OK is still complex and time-consuming. There is a need for other simple, fast and accurate alternatives such as Inverse Distance Weighting (IDW). For this purpose, data collected from 194 exploratory boreholes were analyzed by statistics to calculate and generate the anisotropic ellipsoids and the variograms of the constituents in the limestone deposit. The correlation analyses of the estimation result showed that although OrK is a good estimation method, however it is complex and time-consuming, whereas IDW showed better result. Therefore, IDW is a cost-effective method for estimating quality of the limestone deposit.

Keywords: limestone; geostatistics; Ordinary Kriging; Inverse Distance Weighting; correlation analysis.

1. Introduction

Limestone deposits are the main raw material for cement plants because it fulfills both the demands of quality and the quantity of oxides of calcium, silica, aluminum and iron i.e. CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 (Ingram K.D. and Daugherty K.E., 1991). However, the limestone deposits also contain harmful constituents that influence the cement quality and manufacturing such as MgO , Loss On Ignition (LOI), SO_3 , K_2O , Na_2O , TiO , P_2O_5 , and Insoluble Residues. In addition, the quality of the constituents on mining benches at quarries is rarely homogeneous. To improve the quality, these raw materials in quarries that were mined and crushed are mixed together or with corrective materials from the outside sources (Kathal K.K. and Mukherjee M.K., 1999). To reduce the cost and maintain a consistent supply of raw materials to a cement plant, a high accurate ore grade model is used to produce reliable estimates of ore grades as accurately as possible (Abdullah Arik, 1990). However, a good model is not easy to obtain due to the complex lithological structure of deposit.

To save the cost and maintain a consistent supply of raw materials to a cement plant, a good ore grade model is created to produce reliable estimates of ore grades, representing the deposit as accurately as possible (Abdullah Arik, 1990). However, a good model is not easy to generate due to the complex lithological structure of deposit. In the case of Ta Thiet quarry, the limestone deposit existed various lithological units and are interrupted by a number of caters and caves. Generally, there was a wide spatial variations in the grade attributes. An ideal exploratory drilling program could be able to deal with those variations but it would be highly expensive. Borehole data are limited to describe properly the grade variations.

In spite of standard geostastical methods such as OrK were employed to capture the spatial variation of the deposit but sometimes they were ineffective.

Krige (1951) was a pioneer in the field of geostatistics. It was then developed with his theory of

* Tác giả liên hệ

Email: trandinobao@humg.edu.vn

regionalised variables (Webster R., Oliver M., 2001). Geostatistics is concerned with spatial data in order to understand how data values change over distance or depend on spatial correlation. The most common use of geostatistics is to make estimations in which unknown values at the unsampled location can be interpolated by the known sample value at other locations. Geostatistical methods use kriging algorithms to estimate unknown values. Several methods consist of linear and nonlinear kriging methods, IDW, interpolating polynomials, splines and power and Fourier series fitting (Wackernagel H., 2003). OK is probably one of the most common geostatistical methods being applied in estimation because it has gained much recognition and has proven to be very good estimator. The largest advantage of OK is that the average squared error between the true value and the estimate is as small as possible. In addition, OK provides an unbiased estimate. It means that if OK is repeated a large number of times, the errors will be close to zero.

The company who owns Ta Thiet deposit have decided to select the OrK method for grade estimation and resource modeling. However, the OrK is complex and time consuming in comparison with the IDW which is simple, fast and accurate (Cressie N.A.C, 1993). Moreover, the mine is under pressure within a limited time to produce quickly reliable resource estimation for production planning and design. This study indicates that the ID method could be used as a good alternative resource estimation method for OrK for Ta Thiet limestone deposit. In addition, Gencom Surpac 6.3.2 was applied to fulfill this study.

In the case of Ta Thiet quarry, the limestone deposit existed various lithological units and are interrupted by a number of caters and caves. Generally, there was a wide spatial variation in the grade attributes. An ideal exploratory drilling program could be able to deal with those variations but it would be highly expensive. Borehole data are limited to describe properly the grade variations. In spite of standard geostastical methods such as OrK were employed to capture the spatial variation of the deposit but sometimes they were ineffective.

2. Study area and data

2.1. Study area

The Ta Thiet limestone deposit is located in Binh Phuoc, Southern Vietnam (Fig 1). The limestone deposit was mined to supply raw materials for the Ha Tien cement plant which is 10 km far away. The area of exploration was about 2.25 square km. The slope of and elevation of the terrain in the study are 2-5° and 40-60m, respectively. Most of the area was covered with a small soil layer containing mud and sand.

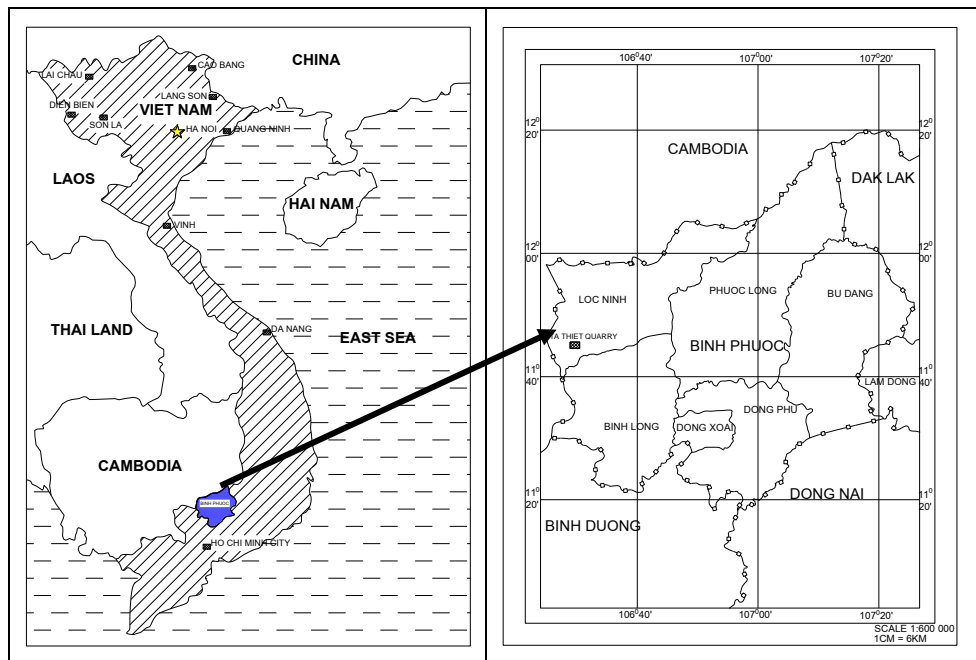


Fig. 1. Study area

The quarry works with nine benches. Each has a height of 10 m and a width of 30 m. For the purposes of resource estimation, a block model of the deposit was created with a block size of 30 m × 30 m × 10 m in the Northern, Eastern and elevation respectively.

2.2. Data used

In study area, 194 exploratory boreholes were drilled in a grid pattern with the spacing varies from 50-100m and the average length was about 35 m. Samples collected from the boreholes were at intervals of less than 1 m.

Ta Thiet deposit was extracted by three major lithologies including soil, laterite and clay and limestone. For the present study, the raw borehole data were composited based on domains which are the lithologies. Cross-sections were constructed perpendicular to the strike of mineralization. Based on these cross-sections, geological models (solid models) were constructed for each lithological units.

3. Method used

3.1. Ordinary Kriging

OrK is probably one of the most common geostatistical methods being applied in estimation because it has gained much recognition and has proven to be very good estimator. In this study, OrK was applied to estimate the grades in Ta Thiet deposit. This method requires the preliminary modeling step of a variance distance relationship. Hence, OrK is more complex and time consuming than ID which does not require such step (Yasrebi J. và nnk, 2009; Zimmerman D. và nnk, 1999). Moreover, OrK works under the assumption of a stationary condition (Cressie N.A.C, 1993). However, the largest advantage of OrK is that the average squared error between the true value and the estimate is as small as possible.

3.2. Inverse Distance Weighting

Based on the assumption that things that are close to one another has more influence than those that are farther apart, ID method predicts a value of an unmeasured location using the measured values of the locations surrounding it. Weights are assigned to data points depending on the unmeasured point's distance to the measured location. In this study, the ID method was applied by using results from variography and anisotropic ellipsoid. In addition, various weighting powers of 1, 2, 3, and 4 (ID1, ID2, ID3, ID4) were applied to find the best weighting powers in estimating the grades in Ta Thiet deposit.

3.3. Quality assessment

In this study, the accuracy of both methods was evaluated by determining whether the estimation results are able to reproduce the main statistical characteristics of raw (borehole) data. Simultaneously, the analyses of trend, grade curve and average bench grade were done to compare the applicability and the accuracy of ID for quality estimation of the Ta Thiet deposit with OrK.

4. Results and discussion

4.1. Statistics analysis of the grade attributes of Ta Thiet deposit

Table 1. Basic statistics of the grade attributes of Ta Thiet deposit in each domain

Domains	Attributes	No. of samples	Mean	Median	Standard variation	Variance	Coefficient of variation	Skewness	Kurtosis
Soil	Al ₂ O ₃	4931	12.39	12.48	12.57	3.54	0.28	0.31	4.70
	Fe ₂ O ₃	2189	24.33	21.81	17.71	313.55	0.73	0.30	1.70
	SiO ₂	1317	44.25	38.36	20.95	439.25	0.47	0.69	2.42
Laterite & Clay	Al ₂ O ₃	1925	14.07	13.75	4.18	17.48	0.29	-0.25	4.47
	Fe ₂ O ₃	1925	24.62	22.81	16.69	278.79	0.67	0.12	1.47
	SiO ₂	988	35.75	33.29	13.82	191.21	0.38	0.59	2.98
Limestone	CaO	4949	45.19	49.21	128.08	11.32	0.25	-2.28	7.86
	MgO	4932	1.88	1.66	0.88	0.93	0.49	1.17	3.95
	LOI	4931	37.29	40.49	62.68	7.9	0.21	-2.48	9.05

The first step in performing a geostatistical evaluation is to analyse the raw data to improve the quality of the estimations. Fig 2 presents the histogram plots of the grade attributes CaO in the limestone domain. The histograms of Al₂O₃, Fe₂O₃, SiO₂, MgO and LOI were generated based on the composites of the borehole data in each lithological domain of the grade attributes. In this study, the assay data were composed to the length of 1 m. Al₂O₃, Fe₂O₃ and SiO₂ were available in the domains of soil, and clay and laterite while CaO, MgO and LOI exist in the domain of limestone. Statistics of Al₂O₃, Fe₂O₃ and SiO₂ in the limestone domain as well as MgO and LOI in the soil, and clay and laterite domains were also performed showing that their percentages in these domains were too small. Hence, these statistics were not necessary to be shown and modeled in this study. Table 1 shows the basic statistics of the composite data of each grade attributes according their domains.

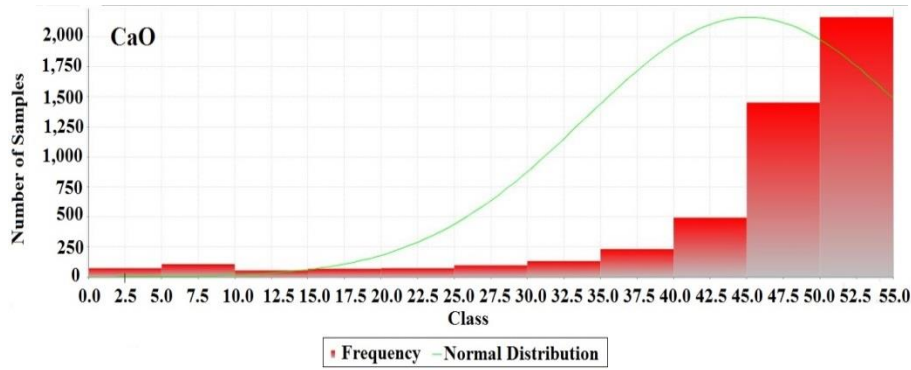


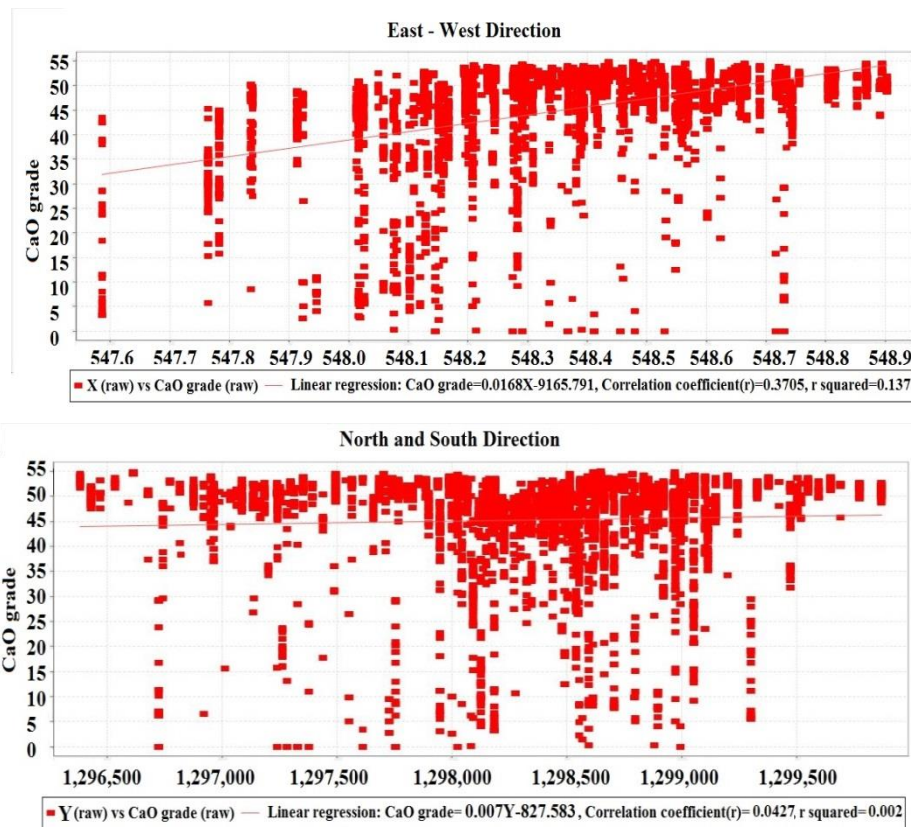
Fig. 2. Histograms showing grade distribution of CaO in the limestone domain.

From these histograms, it can be seen that no attribute has an actual normal distribution. In fact, Kriging does not require that data follow a Normal distribution (ESRI, 2001). The data were therefore not normalized and the raw data can be used. Table 1 shows all grade attributes were not too erratic (all coefficients of variation < 1) but CaO and LOI were skewed towards the left side (skewness: -2.28 and -2.48 respectively) and that there might be some difficulties in resource estimation with the data (Dowd P.A., 1992).

Fig.3 indicates visually there was no trend of the CaO grade attributes in all directions. Hence, the assumption of a stationary appears to be tenable (Daya A.A., 2014).

4.2. Variogram modelling

In order to understand how the data correlated with distance and direction, variograms were used to describe these concepts. Experimental variograms which are calculated based on the raw data, displays several important components including Nugget, Sill and Range. For the sake of kriging, experimental variogram is replaced by variogram models which consist of: Nugget, Spherical, Exponential, Gaussian and Power (Bohling Geoff, 2005). Spherical is the most common model used in the mining industry. In this study, the spherical model was therefore used.



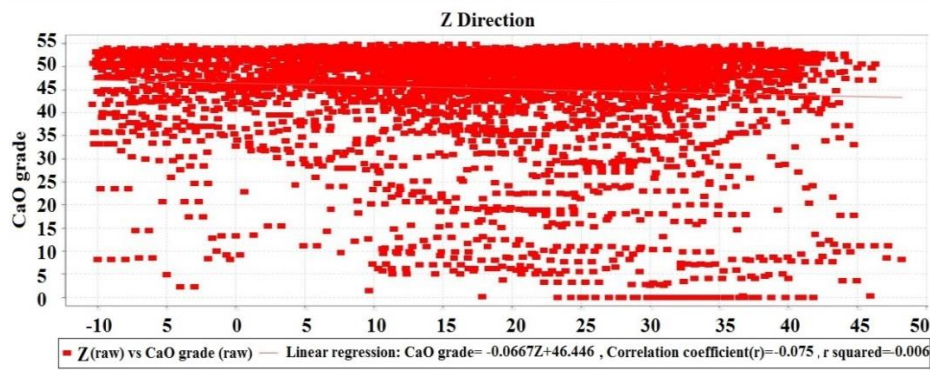


Fig. 3. Variability of MgO, and LOI in three directions in limestone domain

First of all, downhole variograms were calculated along azimuth of 0° , plunge of 0° , spread of 90° and lag spacing of 1 m to obtain the nugget variance for the various domains. This is the shortest lag spacing to enhance the estimation of the nugget variance. The downhole experimental variograms and their spherical models with the nuggets are shown in Table 2.

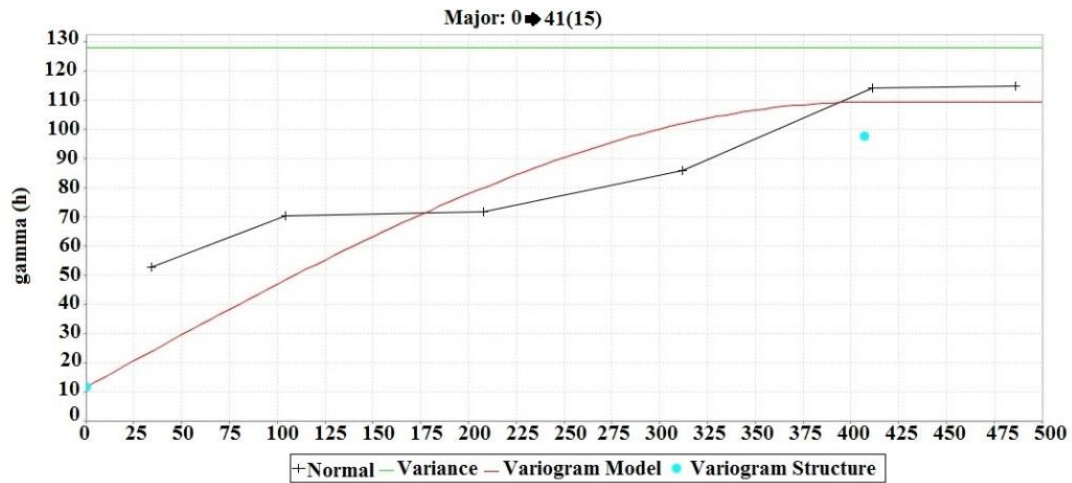
Table 2. Nugget values of down-hole variogram model of the grade attributes in the domains

Attributes	Soil domain			Laterite & Clay domain			Limestone domain		
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	LOI
Nugget	1	17.3	12.97	6.07	5.03	17.47	11.35	0.05	5.03

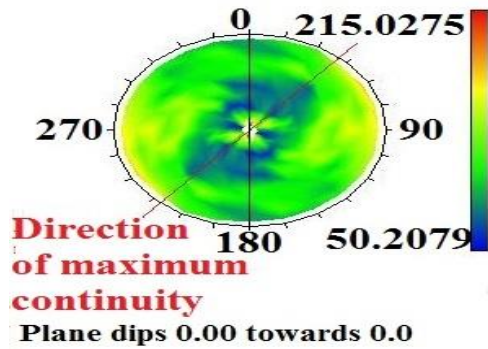
In this study, the grade estimation was based on search ellipsoids which are a tool to choose known sample values to estimate unknown values. These ellipsoids are defined by three main components including major axis, semi-major axis and minor axis. Semi-major axis perpendicular to minor axis and both belong to a plane perpendicular to a reference plane on that major axis belongs. The reference plane is important since it can be used to understand the anisotropy of the data or which has the longest continuous. On this plane, the variograms are calculated and visualised in different possible azimuths at once to create the primary variogram map. Looking to the primary variogram map, the direction of maximum continuity can be chosen by the azimuth that appears to have the lowest total variance. For this study, the reference plane chosen was horizontal and along the strike of the deposit or exactly, has the dip of 0° and the dip direction of 0° . The directional variograms on the reference plane were calculated and modelled with lag spacing of 50 m (equal to the average distance between the exploration drill holes), spread of 15° and a maximum lag distance of 150m along 24 different azimuths. The primary variogram map, the experimental variogram of the maximum continuity (the black line), its model (the red line) and the search ellipsoid of CaO in the limestone domain is shown in Fig 4.

The maps for CaO and LOI in the limestone domain show a moderate-strong anisotropy in the reference plane with the direction of the maximum continuity possibly being defined in the direction of 41° and 160° , respectively. Whereas, other constituents show a weak anisotropy in their domains. Table 3 contains parameters of the major variogram models and of the search ellipsoids used for the grade estimation in each domain.

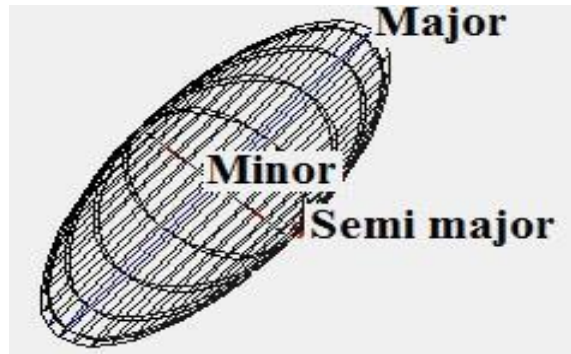
In all cases, the variogram models were cross-validated to check their fit with their experimental ones. A scatter plot of the predicted versus actual CaO values in the limestone domain is presented in Fig 5 and others in Appendix 6. In all cases, the correlation coefficients (r) were approximately 1 indicating a good model (Dowd P.A., 1992).



(a) Experimental variogram of maximum continuity and its model



(b) Primary variogram map



(c) Search ellipsoid

Fig. 4. Experimental variogram of maximum continuity, its model (a), primary variogram map (b), and search ellipsoid of CaO in the limestone domain (c)

4.3. Grade estimation of the Ta Thiet deposit using OrK and ID

Table 3. Parameters of the search ellipsoids for grade estimation of each constituents in the domains

Domains	Grade attribute	Nugget	Sill	Range	Bearing	Plunge	Dip	Major/semi-major factor	Major/minor factor
Soil	Al ₂ O ₃	1	10.85	209.76	40	0	13	1.406	17.0
	Fe ₂ O ₃	17.3	305.11	241.75	85	0	-12	2.153	5.164
	SiO ₂	12.97	500.35	164.66	150	0	-12	1.797	5.052
Laterite & Clay	Al ₂ O ₃	6.07	11.56	298.23	76	0	-13	1.00	12.015
	Fe ₂ O ₃	17.47	225.34	209.19	85	0	-13	2.459	7.134
	SiO ₂	5.03	225.28	254.03	76	0	-12	1.975	36.092
Limestone	CaO	11.35	97.73	407.2	41	0	-12	2.325	8.209
	MgO	0.05	0.80	193.47	85	0	0	1.392	5.489
	LOI	5.03	36.56	145.13	160	0	-19	3.752	34.387

Grade estimation of the Ta Thiet deposit was done by two methods ID and OrK based on the parameters of search ellipsoids and the variogram models. The parameters of the search ellipsoid were applied for both ID and OrK method. For ID methods, various weighting powers of 1,2,3, and 4 (ID1, ID2, ID3, ID4) were applied.

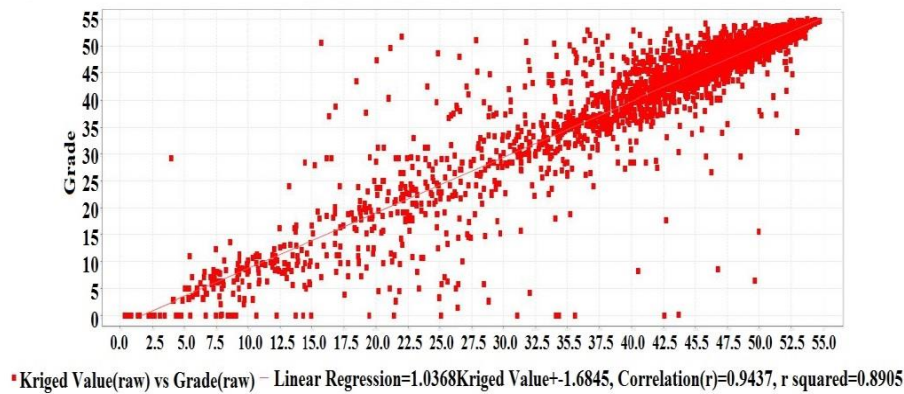


Fig. 5. Scatter plot of predicted values (Kriged values) versus actual values (Grade) of Cao in the limestone domain

4.4. Statistics

According to the Table 4, through the mean values of the grade attributes in their domains were not different significantly, but smoothing effect existed in all cases when their variance values were lower considerably than the composites, especially for ID1 and OrK. Reduced variability of estimated value is referred to as the smoothing effect of kriging and it is a consequence of combining several samples to form an estimate (ESRI, 2001). Nevertheless, Table 5 generally indicates that the ID estimates can compare well with the OrK estimates by their statistical results.

Table 4. Summary of estimation result

Attributes	ID1		ID2		ID3		ID4		OrK	
	Tonnage (10 ³ tons)	Grade (%)	Tonnage (10 ³ tons)	Grade (%)	Tonnage (10 ³ tons)	Grade (%)	Tonnage (10 ³ tons)	Grade (%)	Tonnage (10 ³ tons)	Grade (%)
Al ₂ O ₃	60044	14.1	60044	14.8	60044	14.06	60044	14.04	60044	13.8
Fe ₂ O ₃	79653	26.81	79653	26.51	79653	27.51	79653	26.81	79653	24.81
SiO ₂	40283	37.59	40283	43.77	40283	37.63	40283	43.57	40283	38.59
CaO	255220	44.03	255220	44.01	255220	44.00	255220	43.98	255220	43.8
MgO	139536	1.82	139536	1.82	139536	1.82	139536	1.82	139536	1.81
LOI	82707	37.36	82707	37.35	82707	37.33	82707	37.32	82707	37.32

Table 5. Statistics of estimates by ID methods, OrK method and Composites (Comp)

Domains	Attributes	Mean (g/t)						Variance (g/t) ²					
		Comp	ID1	ID2	ID3	ID4	OrK	Comp	ID1	ID2	ID3	ID4	OrK
Soil	Al ₂ O ₃	12.3	12.2	12.1	12.1	12.0	11.9	10.8	2.5	3.0	3.6	4.1	4.05
	Fe ₂ O ₃	24.3	25.5	25.8	26.0	26.1	24.4	313.6	121.4	131.0	139.9	147.1	120.7
	SiO ₂	44.3	44.9	44.9	46.8	44.8	46.8	439.3	157.8	180.7	170.7	218.0	170.7
Laterite & Clay	Al ₂ O ₃	14.1	13.4	14.4	14.4	14.4	14.2	17.5	5.7	7.7	8.2	8.5	7.2
	Fe ₂ O ₃	24.6	22.1	22.2	22.3	22.3	22.0	278.8	129.9	137.7	144.4	149.8	138.5
	SiO ₂	35.8	37.6	37.7	37.7	37.8	38.5	191.2	94.2	99.9	106.0	110.6	92.19
Limestone	CaO	45.2	44.0	44.0	44.0	44.0	43.8	128.1	126.2	128.4	130.5	132.3	126.4
	MgO	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0.9	0.6	0.6	0.6	0.7	0.4
	LOI	37.3	36.3	36.3	36.3	36.2	36.3	62.7	55.9	58.9	61.5	63.6	53.9

4.5. Trend analysis

Trend analysis was done for all constituents in the deposit to compare the downhole composite grades against the estimates done by two methods ID and OrK along the North direction. Fig 6 presents these comparisons of CaO. The estimates show strong correlation with the composites ($r > 0.95$) except from LOI in limestone domain showing average correlation ($r > 0.5$) due to the negative skews in their distribution (see Table 1). Once again all estimates made by ID correlate highly with the ones made by OrK ($r > 0.99$).

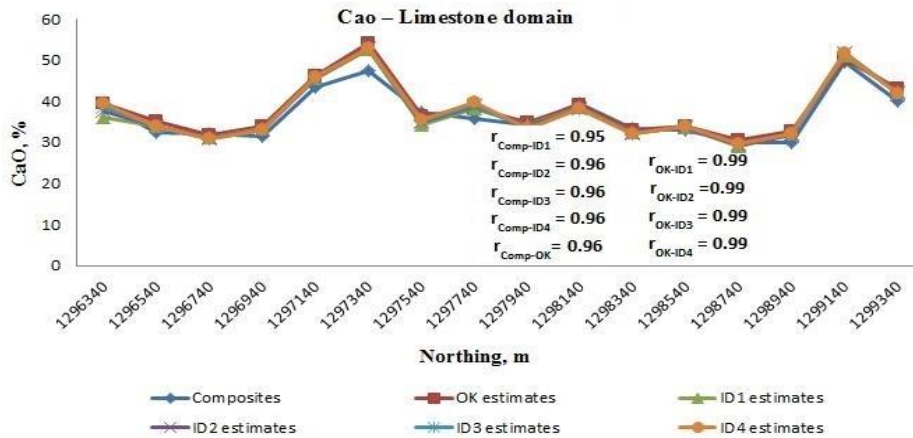


Fig. 6. Trend analysis for the downhole composites and the estimates of CaO made by IDs and OrK methods

4.6. Average bench grade

Average grade was calculated based on the mining bench height (10 m) for all constituents in the deposit. Fig 7 illustrates the correlation between the average bench grade of CaO estimated by ID and OrK methods. The value of correlation coefficients indicates that if ID2 or ID4 methods were used to estimate SiO₂ and Fe₂O₃ grade in soil domain or if ID1, ID2, ID3 methods were used to estimate Al₂O₃ grade in laterite and clay domain, the average grade of these attributes was different significantly from that was estimated by OrK method. Except from those ID methods, the rest shows similar results as gained by OrK method.

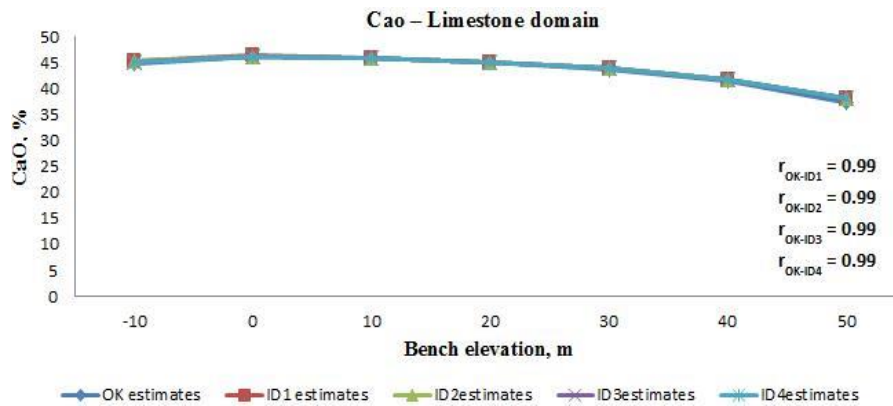


Fig. 7. Average bench grade of CaO correlation between the ID and OrK methods

4.7. Grade tonnage curve

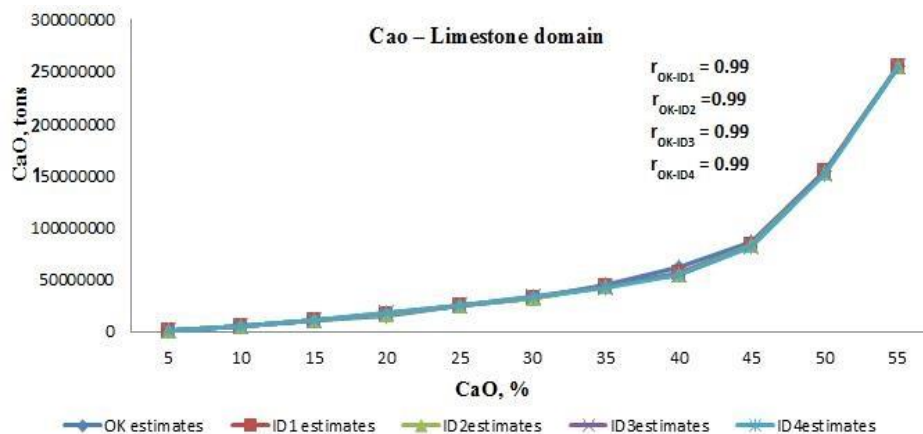


Fig. 8. Correlation of grade tonnage curves of CaO generated by ID and OrK methods

Grade tonnage curves of all constituents in the deposit were plotted for both OrK and ID methods. A comparison of the grade – tonnage curves of CaO was also carried out as shown in Fig 8. Generally the ID methods in most cases provide the same tonnage and average grade as OrK does at any given cut-off.

5. Conclusions and recommendations

- (i) There is a more smoothing effect in the OrK than in the ID estimates;
- (ii) The correlation between the OrK and ID methods indicates that there is no significant difference between them. However, this correlation does not exist in the case of ID2, ID4 used to estimate SiO₂ and Al₂O₃ grades in the soil domain or ID1, ID2, ID3 used to estimate Al₂O₃ in the laterite and clay domain.
- (iii) For the Ta Thiet deposit, ID method could be used to replace OrK in resource estimation when time-saving is required and a comparable estimation result is still produced;
- (iiii) Care should be taken to control the smoothing effect generated by both ID and OrK methods, and the skewness of data, especially CaO and LOI grades, by normal transformation techniques.

Acknowledgement

The authors are very grateful to the Ha Tien Cement Joint Stock Company for their kind permission to use the data. They also express their thanks to the Saint-Petersburg University, Russia for the use of Surpac software.

References

- Abdullah Arik, 1990. *Effects of search parameters on kriged reserve estimation*. International journal of mining and geological engineering 8, pp.319–331.
- Bohling Geoff, 2005. *Introduction to geostatistics and variogram analysis*. Kansas geological survey, pp.1-20.
- Al-Hassan Sulemana, Adjei David, 2015. *Competitiveness of Inverse Distance Weighting Method for the Evaluation of Gold Resources in Fluvial Sedimentary Deposits: A case study*. Journal of Geosciences and Gematics, vol.3, no.5: 122-127, doi:10.12691/jgg-3-5-2.
- Cressie N.A.C, 1993. *Statistics for Spatial Data, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics: Applied Probability and Statistics*. New York: John Wiley & Sons, Inc:120-121.
- Daya A.A., 2014. *Application of disjunctive kriging for estimating economic grade distribution in an iron ore deposit: a case study of the Choghart North Anomaly*. Iran, J Geol Soc India, pp.567–576.
- Dowd P.A., 1992. *Geostatistical Ore Reserve Estimation - A case study on a Disseminated Nickel Deposit*. Case Histories in Mineral Deposits Evaluation, Geological Society Special Publication, London, (Annels, A. E. ed.), pp. 243-256.
- ESRI, 2001. *Using ArcGIS Geostatistical Analyst*. USA., pp: 40.
- Marat Abzalov, 2016. *Applied Mining Geology, Modern Approaches in Solid Earth Sciences*. Springer, 448pp, ISBN 978-3-319-39263-9, pp.270.
- Ingram K.D. and Daugherty K.E., 1991. *A Review of Limestone Additions to Portland Cement and Concrete*. Cement and Concrete Composites, vol. 13, no. 3.
- Kathal K.K. and Mukherjee M.K., 1999. *Waste Management: Utilization of Fly Ash in Optimization of Raw Mix Design for the Manufacture of Cement*. Journal of Mines, Metals, and Fuels.
- Sinclair A.J. and Blackwell G.H., 2002. *Applied Mineral Inventory Estimation*. Cambridge, Kluwer Academic Publishers, pp. 330-337.
- Shahbeik Sh., Afzal P., Moarefvand P., Qumarsy M., 2014. *Comparison between Ordinary Kriging (OrK) and Inverse Distance Weighted (IDW) based on estimation error Case study: in Dardevey iron ore deposit, NE Iran*. Arabian Journal of Geosciences, Arab J Geoscience. 7:3693-5343.
- Wackernagel H., 2003. *Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications*. Springer, Berlin, pp.3-87.
- Webster R., Oliver M., 2001. *Geostatistics for Environmental Scientists*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, pp. 271.
- Yasrebi J., Saffari M., Fathi H., Karimian N., Moazallahi M., Gazni R., 2009. *Evaluation and comparison of ordinary kriging and inverse distance weighting methods for prediction of spatial variability of some chemical parameters*. Res J Biol Sci 4:93–102.
- Zimmerman D., Pavlik C., Ruggles A., Armstrong M.P., 1999. *An experimental comparison of ordinary and universal kriging and inverse distance weighting*. Math Geol 31:375–390.

Phân tích nguyên nhân tai nạn và đề xuất các giải pháp an toàn khai thác Lò chợ N-6-4 vỉa 6 – khu Nam mỏ than Dương Huy

Đào Văn Chi^{1*}, Nguyễn Văn Thịnh¹, Đinh Thị Thanh Nhân¹

¹Trường Đại học Mở - Địa chất, Việt Nam

TÓM TẮT

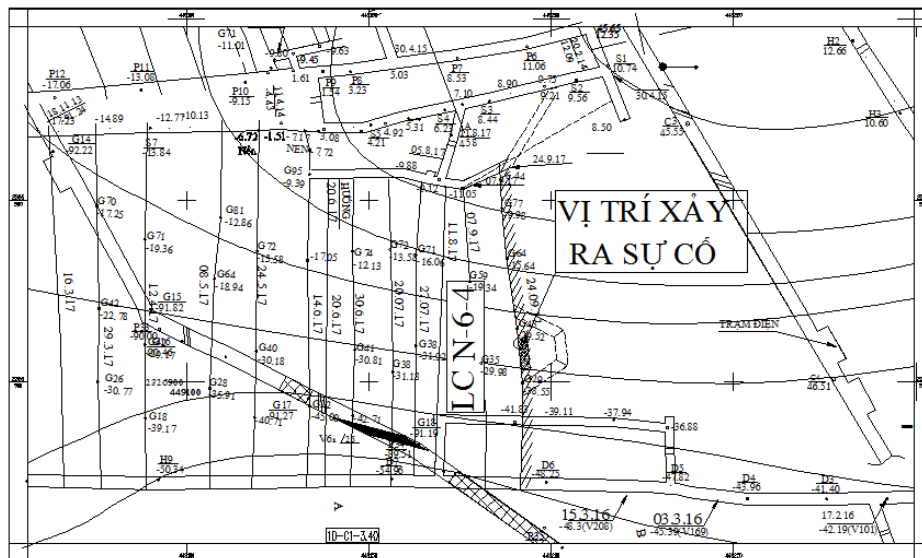
Lò chợ N-6-4 vỉa 6 của mỏ than Dương Huy được khai thác từ tháng 06 năm 2016. Trong quá trình khai thác vừa qua vào ngày 29 tháng 9 năm 2017 đã xảy ra sự cố tụt nóc, đổ lò cục bộ, các giá từ 35-: - 40 bị xô, dạt và đổ gây tai nạn nghiêm trọng ảnh hưởng đến quá trình sản xuất của mỏ. Do vậy bài báo tiến hành phân tích hiện trạng Lò chợ khi bị tai nạn và một số nguyên nhân xảy ra sự cố đồng thời đề xuất các giải pháp phòng ngừa tai nạn trong quá trình khai thác tại Lò chợ. Từ đó sẽ giảm nguy cơ mất an toàn, đảm bảo quá trình sản xuất ổn định của Công ty trong thời gian tới.

Từ khóa: Lò chợ, tai nạn, sự cố, khai thác

1. Khái quát chung về Lò chợ n-6-4 vỉa 6 - khu nam mỏ than Dương Huy

Lò chợ N-6-4 vỉa 6 khu Nam của mỏ than Dương Huy được khai thác từ tháng 06 năm 2016, từ mức -40 -:- +10. Khu vực khai thác có chiều dài theo phương 350m; chiều dài theo hướng dốc = 94,5 mét; khẩu bạm trụ; góc dốc trung bình 25°; chống giữ Lò chợ bằng 85 giá thủy lực đi động XDY và 03 khảm chống bằng xà hộp; liên kết giữa các giá chống bằng văng gỗ D120, nóc Lò chợ trải lưới thép B50 kết hợp chèn gỗ D100; đến ngày 29/9/2017 chiều dài đã khấu theo phương được 222 mét. Lò dọc vỉa vận tải (lò song song chân) mức -40 chiều dài còn lại 156m, chống giữ bằng vì sắt hình vòm SVP-17 tiết diện $S_d = 9,5m^2$. Lò thông gió mức +10 có chiều dài 39 mét, chống giữ bằng vì sắt hình vòm SVP, tiết diện $S_d = 9,5m^2$. Quá trình khai thác than trong Lò chợ được vận tải bằng máng trượt, than từ Lò chợ vận chuyển đổ vào băng tải đặt ở lò dọc vỉa vận tải mức -40, rót xuống goòng 3 tấn mức -100, sau đó qua hệ thống bun ke - băng tải ra ngoài mặt bằng [Công ty than Dương Huy - TKV, 2017].

Vào khoảng 4 giờ 30 phút, ngày 29 tháng 9 năm 2017 (ca 3 ngày 28/9/2017) trong khu vực khai thác Lò chợ của phân xưởng khai thác 3 xảy ra hiện tượng tụt nóc, đổ lò cục bộ ảnh hưởng đến an toàn trong quá trình khai thác khu vực Lò chợ. Do vậy, nội dung bài báo tiến hành phân tích những nguyên nhân và đề xuất một số giải pháp khắc phục, phòng chống nguy cơ mất an toàn trong quá trình sản xuất tại Lò chợ N-6-4 vỉa 6 khu Nam mỏ than Dương Huy.



Hình 1. Vị trí Lò chợ N-6-4 vỉa 6 khu mỏ Dương Huy

* Tác giả liên hệ

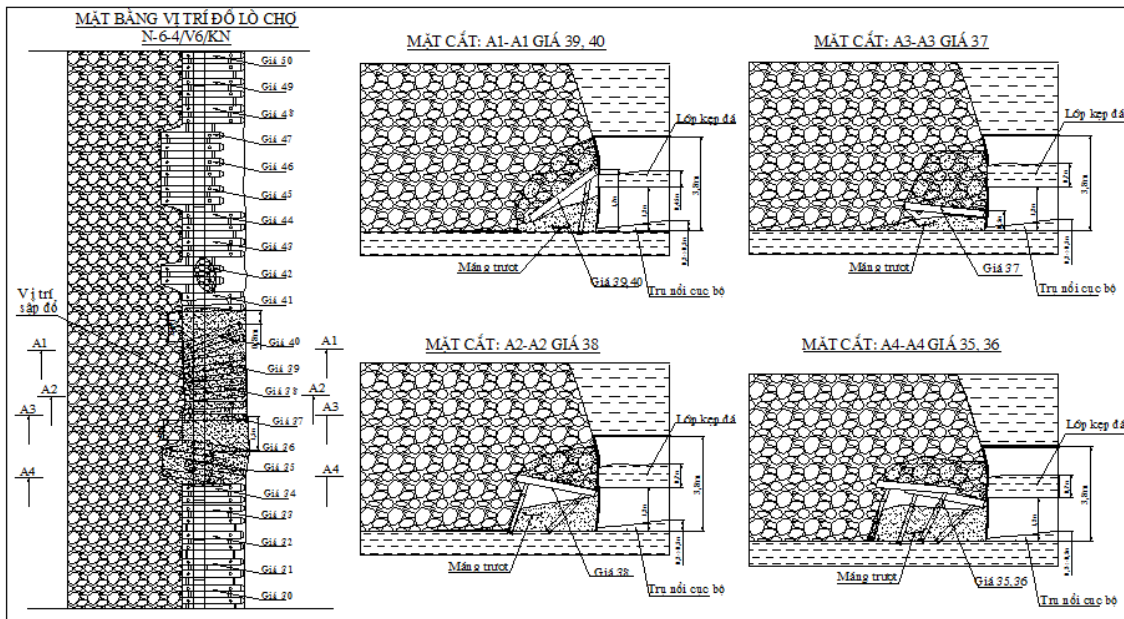
Email: daovanchi@humg.edu.vn

2. Phân tích hiện trạng và nguyên nhân xảy ra tai nạn trong quá trình khai thác tại Lò chợ N-6-4 vỉa 6 khu nam mỏ than Dương Huy

2.1. Phân tích hiện trạng lò chợ sau khi xảy ra sự cố

Sau khi sự cố mất an toàn xảy ra tại Lò chợ của phân xưởng khai thác 3 chúng tôi tiến hành quan sát, phân tích và thấy rằng hiện trạng Lò chợ sau khi xảy ra sự cố như sau [Trần Xuân Hà và nnk, 2012; Bộ công thương, 2011].

- Lò chợ có tổng thể 85 giá + 3 khảm, chiều dài theo hướng dốc là 94,5m.
- Giá 85 -:- 54 trong Lò chợ ở tình trạng ổn định, chiều cao 1,75m; khoảng cách giữa các giá 1,0m, kỹ thuật đảm bảo theo yêu cầu.
- Giá 54 -:- 40 đã khoan nổ mìn khâu gương xong; giá số 53 di chuyển xong, 51, 52 đã đẩy dầm tiến gương chưa di chuyển; giá 43 -:- 53 đã di chuyển xong; giá 42, 41 chưa di chuyển xà và bị đẩy sát gương, Lò chợ cao 1,63m.
- Giá 40 -:- 38 đã di chuyển; giá 39, 40 bị xô dạt, đổ theo hướng từ trên xuống, còn khoảng trống phía luồng gương cao 80 cm, rộng 60 cm, cột luồng gương của hai giá 39, 40 đứng thẳng áp sát gương Lò chợ, cột sau bị đổ hoàn toàn.
- Giá 37 đổ nằm dọc theo phương, sát cách trụ 0,2 -:- 0,3m.
- Giá 35, 37 bị xô dạt, đổ về phía gương, giá số 35 xô, dạt đầu vào giá 34, giá 36 đổ dạt đầu vào giá 35.
- Giá 30 -:- 34 tình trạng vuông vắn ổn định
- Giá 35 -:- 40 - lưới thép B50 trải nóc lò không bị rách, bục.
- Giá 1 -:- 30 ổn định, chiều cao 2,2m, khoảng cách giữa các giá là 1,0m; kỹ thuật đảm bảo theo yêu cầu. Sơ đồ vị trí các giá bị xô, đổ trong Lò chợ được thể hiện chi tiết trên hình 2.



Hình 2. Vị trí xảy ra tai nạn trong khu vực Lò chợ

2.2. Phân tích một số nguyên nhân xảy ra tai nạn

Từ quá trình quan sát, đánh giá tình trạng Lò chợ sau khi xảy ra sự cố chúng tôi tiến hành xác định một số nguyên nhân dẫn đến hiện tượng tụt nóc, đổ lò cục bộ như sau:

- Khu vực giá 35 -:- 40 trong Lò chợ có góc dốc cục bộ 30^0 -:- 33^0 , lớp trụ nối cục bộ từ 0,2 -:- 0,3m. Đây cũng là nguyên nhân dẫn đến hiện tượng xô, dạt của các giá bất thường dẫn đến sự cố tai nạn. Một số cột chống của các giá khu vực này đặt trên nền trụ bị trơn trượt. Vì vậy dễ dẫn đến hiện tượng xô, đổ các giá.

- Công tác chỉ đạo tổ chức sản xuất, kiểm soát các điều kiện kỹ thuật an toàn Lò chợ N-6-4 via 6 khu Nam của phân xưởng khai thác than 3 trong ca 3 ngày 28/9/2017 chưa đạt yêu cầu, cụ thể: trong quá trình di chuyển giá 36 thì nóc giá bị tụt lờ khoảng 0,5m³, ngay khi sự việc xảy ra mặc dù đã có cán bộ quản lý yêu cầu cấp thợ phụ trách các giá này dừng di chuyển giá, thực hiện công tác kiểm tra củng cố, xử lý điểm tụt lờ, bơm bổ sung áp lực các cột chống, căn chỉnh các cột giá từ giá 35÷38 và tăng cường cột số 5. Tuy nhiên trong quá trình chỉ đạo, củng cố khu vực giá 35÷38 chưa dự báo hết được các nguy cơ mất an toàn. Do vậy khi áp lực nóc Lò chợ tác động đột ngột làm tụt đổ giá 35÷40 dẫn đến xảy ra sự cố gây tai nạn lao động.

- Do nhóm công nhân làm việc từ giá 35÷38 thực hiện chưa đảm bảo kỹ thuật trong quá trình thi công khâu gương di chuyển giá thủy lực di động loại XDY; quá trình củng cố giá 38 (tăng cường cột 5) đã không kiểm soát tốt áp lực các cột chống khu vực thi công (áp lực các cột chống không đảm bảo) nên khi áp lực Lò chợ gia tăng đột ngột dẫn đến các giá từ 35÷40 bị tụt đổ, từ đó gây tai nạn lao động cho công nhân trong quá trình khai thác.

- Công tác kiểm tra, giám sát sản xuất của cán bộ phân xưởng khai thác 3, cán bộ các phòng ban chưa đạt yêu cầu; chưa dự báo được đầy đủ các nguy cơ mất an toàn ở khu vực Lò chợ N-6-4 via 6 khu Nam mức -40 ÷ +10 để tham mưu, đề xuất và triển khai thực hiện các biện pháp phòng ngừa tai nạn lao động.

- Công tác tuyên truyền giáo dục ý thức tự chủ, nhận thức về công tác an toàn của Phân xưởng khai thác 3 chưa hiệu quả.

3. Nghiên cứu đề xuất một số giải pháp tăng cường công tác quản lý an toàn và phòng ngừa tai nạn trong quá trình khai thác tại Lò chợ N-6-4 via 6 khu nam mỏ than Dương Huy

3.1. Một số giải pháp xử lý khi xảy ra sự cố

Sau khi xảy ra sự cố các phòng ban chức năng tiến hành chỉ đạo triển khai huy động nhân lực, vật tư, thiết bị cần thiết để tổ chức ứng cứu tại chỗ, xem xét báo cáo ban đầu cũng như sơ đồ vị trí sự cố, phân công nhiệm vụ các đồng chí trong ban chỉ đạo thực hiện nhiệm vụ trong đó tổ chức ngay các đội cứu hộ chia thành các mũi đi vào hiện trường chỉ đạo.

Chỉ đạo các phòng ban phân xưởng cung cấp vận chuyển thiết bị vật tư từ mặt bằng vào phục vụ công tác cứu hộ. Triển khai công tác lắp đặt hệ thống thông tin liên lạc, triệu tập đội cứu hộ cứu nạn có trang bị đủ thiết bị vào lò để phục vụ công tác cứu hộ.

3.2. Một số giải pháp phòng ngừa

- Thông báo cho tất cả Cán bộ công nhân viên trong toàn Công ty biết về vụ tai nạn lao động trên để tự liên hệ rút kinh nghiệm cho bản thân khi tham gia lao động sản xuất. Tổ chức hội nghị kiểm điểm rút kinh nghiệm vụ tai nạn lao động trong toàn Công ty và đánh giá nhìn nhận các nguy cơ để triển khai các giải pháp phòng tránh, loại trừ [Phùng Quốc Huy, 2017; Viện Khoa học Công nghệ mỏ - Vinacomin, Hà Nội 2009].

- Các phân xưởng hầm lò phải phổ biến lại và thực hiện nghiêm túc quy trình kỹ thuật, biện pháp an toàn khai thác Lò chợ giá thủy lực XDY đến tất cả các công nhân thường xuyên. Tại các Lò chợ trước và sau khi nổ mìn, các cán bộ phụ trách trực tiếp như Phó quản đốc trực ca, lò trưởng phải tổ chức kiểm tra, kiểm soát áp lực, nhận diện đánh giá các nguy cơ mất an toàn để có biện pháp xử lý loại trừ các nguy cơ đảm bảo đủ điều kiện an toàn mới cho thi công tiếp. Chủ động kiểm tra, rà soát bổ sung đầy đủ phụ kiện giá thủy lực di động, chuẩn bị đầy đủ vật tư (gỗ, lưới thép, dây thép...) phục vụ thi công trong ca (có ít nhất 10% dự phòng ở đầu chợ, chân chợ).

- Kiểm tra, rà soát đánh giá lại toàn bộ các điều kiện thực tế tại các gương Lò chợ nếu có những thay đổi phải có biện pháp điều chỉnh, sửa đổi phù hợp điều kiện thực tế và trực tiếp hướng dẫn, giám sát đơn vị thi công đảm bảo an toàn.

- Thường xuyên kiểm tra, rà soát lại các điều kiện kỹ thuật an toàn ở tất cả các diện sản xuất nếu phát hiện thấy vi phạm, nguy cơ mất an toàn phải quyết liệt dừng sản xuất yêu cầu tổ chức khắc phục triệt để mới được thi công tiếp.

- Các đồng chí Lãnh đạo các phân xưởng chấn chỉnh công tác quản lý kỹ thuật an toàn – vệ sinh lao động của đơn vị mình, chủ động kiểm tra rà soát, cập nhật hiện trường sản xuất hàng ca, hàng ngày nếu phát hiện thấy những nguy cơ mất an toàn phải lập được phương án sản xuất, tổ chức các biện pháp khắc phục triệt để loại trừ những nguy cơ mất an toàn mới được tiếp tục thi công, không được để công nhân làm việc trong khu vực tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn, không đảm bảo môi trường vệ sinh lao động.

- Khi bố trí các cặp khâu tại các vị trí xung yếu, chênh cos thì phải chỉ đạo các cặp thợ có kinh nghiệm xử lý tốt để đảm bảo an toàn.

4. Kết luận

Như vậy có thể nói, thông qua trình quan sát đánh giá tình trạng Lò chợ đã xác định được một số nguyên nhân dẫn đến tai nạn nghiêm trọng tại Lò chợ N-6-4 vỉa 6 khu Nam mỏ than Dương Huy là do trong quá trình khai thác đã xảy ra hiện tượng tụt nóc, đổ lò cục bộ. Quá trình kiểm tra, giám sát, chỉ đạo xử lý sự cố chưa sát sao và chưa dự báo hết được các nguy cơ gây mất an toàn. Do vậy chưa tham mưu, đề xuất và triển khai thực hiện các biện pháp phòng ngừa được tai nạn lao động.

Với một số giải pháp xử lý sự cố trực tiếp trong Lò chợ và các giải pháp về kỹ thuật cũng như các giải pháp quản lý an toàn đã nêu trên giúp cho mỏ nhanh chóng ổn định sản xuất và khôi phục lại hoạt động của Lò chợ trong thời gian tới.

5. Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin được cảm ơn các đồng chí lãnh đạo Công ty than Dương Huy, các cán bộ phòng kỹ thuật và các bạn đồng nghiệp đã giúp đỡ trong quá trình nghiên cứu hoàn thiện bài báo này.

Tài liệu tham khảo

Công ty than Dương Huy - TKV, *Báo cáo hiện trạng khai thác Vỉa 6 Khu Nam*, Quảng Ninh 2017.

Trần Xuân Hà và nnk. *An toàn vệ sinh lao động trong khai thác mỏ hầm lò*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội – 2012.

Bộ Công thương, *Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về An toàn trong khai thác than hầm lò*, Nhà xuất bản Lao động Hà Nội - 2011.

Phùng Quốc Huy, Bùi Việt Hưng, *Xây dựng Văn hóa an toàn trong các doanh nghiệp mỏ - nền tảng phát triển bền vững*, Hội thảo khoa học “Đáp ứng nhu cầu than của nền kinh tế - Hiện trạng và giải pháp”, NXB Công thương, 2017.

Viện Khoa học Công nghệ mỏ- Vinacomin, Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu phân tích đánh giá tai nạn chết người trong khai thác than và đề xuất các giải pháp tổng hợp nâng cao mức độ đảm bảo an toàn lao động”, Hà Nội 2009.

ABSTRACT

Analysis of cause and proposal for accident prevention in exploration process in face N-6-4 Seam 6 of Duong Huy coal mining

Dao Van Chi^{1*}, Nguyen Van Thinh¹, Dinh Thi Thanh Nhan¹

¹Faculty of Mining, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

N-6-4 longwall has been mined at No. 6 coal seam of Duong Huy coal mine since June 2016. At this longwall, shield support fall downed from 35th shield support to 43th shield support on September 29th, 2017, That break's consequence is caused serious accidents affecting the production process of the mine. This article analyzes the current situation of the longwall and cause of the problem. From there, propose solutions to prevent accidents in the process of exploitation at the longwalls of Duong Huy coal mine.

Key words: Open market, accident, incident, exploitation

Ứng dụng phần mềm EndnoteX8 quản lý tài liệu tham khảo trong các công trình khoa học Đại học Mở-Địa chất

Đào Văn Chi¹, Lê Tiến Dũng^{1*}, Vũ Thái Tiến Dũng¹

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Hiện nay các công trình nghiên cứu khoa học của các học viên thạc sỹ, nghiên cứu sinh tiến sỹ, các bài báo khoa học và các công trình nghiên cứu đều yêu cầu có trích dẫn các tài liệu tham khảo kế thừa từ các công trình đã nghiên cứu trước đó. Tuy nhiên việc trích dẫn các tài liệu tham khảo trong các luận văn, luận án, tạp chí và đề tài các cấp của Trường Đại học Mở-Địa chất còn chưa nhất quán, theo các chuẩn khác nhau và cũng chưa được giám sát chặt chẽ. Do vậy nội dung bài báo tiến hành nghiên cứu ứng dụng của phần mềm EndNote X8 để xây dựng hệ thống thông tin thư viện các tài liệu tham khảo, phục vụ cho công tác trích dẫn các tài liệu tham khảo trong các công trình nghiên cứu khoa học. Hệ thống thư viện các tài liệu tham khảo này giúp cho các nhà nghiên cứu khoa học chủ động trong việc trích dẫn một cách chính xác, sắp xếp theo thứ tự lô gíc và thay đổi nhanh chóng cách trích dẫn, đáp ứng được các yêu cầu khác nhau của các tạp chí, hội nghị, các nhà xuất bản.

Từ khóa: Tài liệu tham khảo, trích dẫn, công trình khoa học, EndNote X8

1. Mở đầu

Hiện nay, bất kỳ trong các bài viết khoa học, báo cáo nghiên cứu, các luận văn thạc sỹ, luận án tiến sỹ, các bài báo và các công trình nghiên cứu khoa học của Việt Nam nói chung cũng như của Trường Đại học Mở - Địa chất nói riêng cũng phải kế thừa các công trình nghiên cứu trước đó. Do vậy, cách trích dẫn và liệt kê các tài liệu tham khảo (TLTK) đóng vai trò quan trọng trong nghiên cứu khoa học (Vũ Cao Đàm, 2011). Cho nên khi trích dẫn đúng và đủ các tài liệu tham khảo sẽ đánh giá và phản ánh sự tôn trọng, ghi nhận cũng như năng lực nghiên cứu của các nhà khoa học đối với sản phẩm trí tuệ của người khác. Nếu trong công trình khoa học có tính kế thừa từ các công trình khoa học trước đó mà không trích dẫn nguồn tham khảo thì chúng là của tác giả. Như vậy nội dung của công trình khoa học không có độ tin cậy cao và tác giả không có tính trung thực trong khoa học. Tuy nhiên hiện nay trong Trường Đại học Mở - Địa chất phương pháp trích dẫn và cách thức trích dẫn các tài liệu tham khảo ở các tạp chí, luận văn, giáo trình và các công trình khoa học có những yêu cầu khác nhau, thậm chí không có yêu cầu cụ thể... Do đó đối với những người làm công tác nghiên cứu khoa học sẽ gặp rất nhiều khó khăn khi sử dụng các tài liệu tham khảo để trích dẫn có tính lô gíc, thứ tự trước – sau và tính nhất quán... Vì vậy để hệ thống hóa và chuẩn hóa khi trích dẫn các tài liệu tham khảo đáp ứng được yêu cầu của các tạp chí, các nhà xuất bản, các công trình nghiên cứu khoa học, thực tế có nhiều cách từ thủ công đến sử dụng các phần mềm có bản quyền hoặc miễn phí. Trong nội dung của bài báo nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu và giới thiệu ứng dụng phần mềm EndNote X8 khi xây dựng thư viện tài liệu tham khảo, phục vụ trích dẫn cho các công trình khoa học, đây là vấn đề vô cùng cần thiết.

2. Tổng quan về các yêu cầu trích dẫn tài liệu tham khảo trong các công trình nghiên cứu khoa học trên thế giới và Việt Nam

Trong phạm vi của bài báo chúng tôi tiến hành nghiên cứu tổng quan, thống kê và phân tích các yêu cầu, phương pháp trích dẫn tài liệu tham khảo ở một số Tạp chí, Hội nghị khoa học thuộc lĩnh vực ngành mỏ của một số nước trên thế giới và Việt Nam như sau:

2.1. Tổng quan trên thế giới

Ở Tạp chí “An toàn mỏ” của Trường Đại học Mở và Công nghệ Trung Quốc không có quy định cụ thể in trên bìa Tạp chí đối với các tài liệu tham khảo (Tạp chí An toàn mỏ, 2012). Tuy nhiên các tài liệu tham khảo được viết theo thứ tự trong ngoặc vuông và móc lên phía trên của chữ viết, ví dụ như: xxx^[1]; xxx^[2];; xxx^[n], khi được trích dẫn trong các bài báo thông thường được viết như sau:

* Tác giả liên hệ

Email: t.d.le@humg.edu.vn

Tên tác giả → Tên bài báo → Tên tạp chí; Nhà xuất bản; đơn vị phát hành → năm xuất bản, số... → Từ trang... đến trang...?

Tương tự ở Tạp chí “*An toàn và bảo vệ môi trường*” và Tạp chí “*Kỹ thuật năng lượng và Quản lý*” (Tạp chí Kỹ thuật năng lượng và Quản lý, 2012) của Trung Quốc, tài liệu tham khảo cũng được quy định giống như Tạp chí “*An toàn mỏ*” của Trường Đại học Mỏ và Công nghệ Trung Quốc.

Đối với các tạp chí ngành mỏ bên Nga như: Tạp chí mỏ (Горный Журнал) – ISSN 0017-2278 (Scopus), xuất bản lần đầu năm 1825; Tạp chí than (Журнал Уголь) – ISSN 0041-5790, xuất bản lần đầu năm 1925 hay các tạp chí khác đều có các quy định cụ thể chi tiết đối với các tài liệu tham khảo cho từng tạp chí. Tuy nhiên, các quy định này đều xây dựng dựa trên tiêu chuẩn chung của Liên bang Nga GOST 7.1-2003 (năm 2003), cụ thể thứ tự trích dẫn đối với từng loại tài liệu như sau:

+ *Đối với tài liệu tham khảo là bài báo trích dẫn từ tạp chí:*

Tên tác giả → Tên bài báo → Tên tạp chí → Năm xuất bản → Số tập → Trang bắt đầu và trang kết thúc.

+ *Đối với tài liệu tham khảo là sách:*

Tên tác giả → Tên sách → Nơi xuất bản → Nhà xuất bản → Năm xuất bản → Tổng số trang.

+ *Đối với tài liệu tham khảo là bài báo trích dẫn từ tuyển tập hội nghị, báo cáo:*

Tên tuyển tập → Số tập → Nơi xuất bản → Nhà xuất bản → Trang bắt đầu và trang kết thúc.

+ *Đối với tài liệu tham khảo là từ nguồn internet:*

Tiêu đề của nguồn internet và tên bài → Chế độ truy cập (link)

Một ví dụ khác lấy từ yêu cầu của Tạp chí quốc tế Cơ học Đá và Khoa học Mỏ (International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences) của Nhà xuất bản Elsevier thuộc danh mục SCI (ISSN 1365-1609). Về cơ bản, các tài liệu trích dẫn trong nội dung bài báo được ghi ở dạng chỉ số mũ và liên tục theo thứ tự xuất hiện. Các số mũ ghi bên ngoài (bên phải) các dấu chấm hết câu và dấu phẩy, bên trong (bên trái) dấu hai chấm và chấm phẩy. Trong danh mục tài liệu ở cuối bài báo, các tài liệu được đánh số theo thứ tự xuất hiện trong bản thảo. Một ví dụ cụ thể cho trích dẫn tạp chí: Tên tác giả → Tên bài báo → Tên tạp chí → Năm xuất bản → Số tập → Trang bắt đầu và trang kết thúc; hoặc trích dẫn sách: Tên tác giả → Tên sách → Số phiên bản → Nơi xuất bản → Nhà xuất bản → Năm xuất bản → Tổng số trang (Tạp chí quốc tế Cơ học Đá và Khoa học Mỏ, 2018).

2.2. Tổng quan ở Việt Nam

a) Ở Việt Nam một số tạp chí thuộc ngành mỏ như Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất của Trường Đại học Mỏ - Địa chất có quy định chi tiết trong phần “*Thẻ lệ gửi bài*” tại trang bìa sau của mỗi cuốn tạp chí khi xuất bản (Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, 2017). Cụ thể được quy định đối với các loại Bài báo đăng trên tạp chí; các Bài báo hội thảo, Sách tham khảo và các Báo cáo có sự khác nhau như sau:

* *Đối với bài báo đăng trên tạp chí*

Tên các tác giả → Năm xuất bản → Tên bài báo → Tên tạp chí → Số tạp chí → Từ trang... đến trang...?

* *Đối với bài báo hội thảo*

Tên các tác giả → Năm xuất bản → Tên bài báo → Tên hội thảo → Địa danh → Từ trang... đến trang...?

* *Đối với sách tham khảo*

Tên các tác giả → Năm xuất bản → Tên sách → Nhà xuất bản → Địa danh

* *Đối với các Báo cáo*

Tên các tác giả → Năm xuất bản → Tên báo cáo; công trình; đề tài → Cơ quan phát hành → Địa danh.

b) Ở một Tạp chí khác cũng thuộc ngành mỏ và có uy tín lâu năm là Tạp chí Công nghiệp mỏ của Hội Khoa học và Công nghệ mỏ Việt Nam (Tạp chí Công nghiệp mỏ, 2017). Việc trích dẫn các tài liệu tham khảo mặc dù không có quy định được in trên mỗi cuốn tạp chí như Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất của Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tuy nhiên khi đọc và tìm hiểu thì chúng tôi thấy các bài báo khi trích dẫn các tài liệu tham khảo thông thường được viết theo thứ tự trong ngoặc vuông, đặt cùng hàng

(dòng) với chữ viết: [1]; [2]; [3]; [n]. Tên của các tài liệu tham khảo được trích dẫn trong Tạp chí được viết như sau:

Tên tác giả → Tên bài báo → Tên tạp chí; Nhà xuất bản; đơn vị phát hành → Số xuất bản; năm xuất bản, địa danh... → Từ trang... đến trang...?

Như vậy có thể nói, cùng là các Tạp chí khoa học thuộc lĩnh vực ngành mỏ đó là Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất của Trường Đại học Mỏ - Địa chất và Tạp chí Công nghiệp mỏ của Hội Khoa học và Công nghệ mỏ Việt Nam đã có quy định khác nhau về yêu cầu trích dẫn các tài liệu tham khảo trong các bài báo. Do vậy đối với các tác giả khi viết bài báo gửi các Tạp chí này phải hiểu rõ được các quy định cụ thể này.

c) Đối với một số Hội nghị khoa học như “Hội nghị toàn quốc Khoa học trái đất và Tài nguyên phát triển bền vững (ERSD 2018)” do Trường Đại học Mỏ - Địa chất tổ chức vào ngày 07/12/2018. Khi các tác giả viết bài báo để gửi Hội nghị thì các tài liệu tham khảo trong quá trình trích dẫn được hướng dẫn cụ thể và chi tiết như sau:

Tài liệu tham khảo được đặt ngay sau phần kết luận của bài báo, được sắp xếp theo thứ tự ABC theo họ tên của tác giả đầu tiên, cụ thể đối với từng loại như sau:

* *Bài báo đăng trên tạp chí*: Tên tác giả, năm xuất bản. Tên bài báo. Tên tạp chí (in nghiêng) tập (kỳ), từ trang... đến trang...

* *Bài báo hội thảo*: Tên tác giả, năm xuất bản. Tên bài báo. Tên Hội nghị, Hội thảo (in nghiêng), ngày và nơi họp, nơi xuất bản. Từ trang... đến trang...

* *Sách tham khảo*: Tên tác giả, người biên tập (nếu có), năm xuất bản. Tựa sách đầy đủ (kể cả tựa con, nếu có, in nghiêng). Tập (nếu có), lần tái bản (nếu có), nhà xuất bản và nơi xuất bản (thành phố, quốc gia) và số trang đã tham khảo hoặc số trang của cuốn sách nếu tham khảo toàn bộ.

* *Báo cáo khoa học*: Tên tác giả, năm xuất bản. Tên báo cáo. Loại báo cáo (in nghiêng), nơi họp, nơi xuất bản, và số trang đã tham khảo hoặc số trang của báo cáo nếu tham khảo toàn bộ.

* *Luận văn tốt nghiệp, Luận văn Thạc sĩ, Luận án Tiến sĩ*: Tên tác giả, năm xuất bản. Tên luận văn, luận án (in nghiêng). Loại luận văn, luận án, nơi xuất bản, số trang đã tham khảo hoặc số trang của luận văn, luận án nếu là tham khảo toàn bộ.

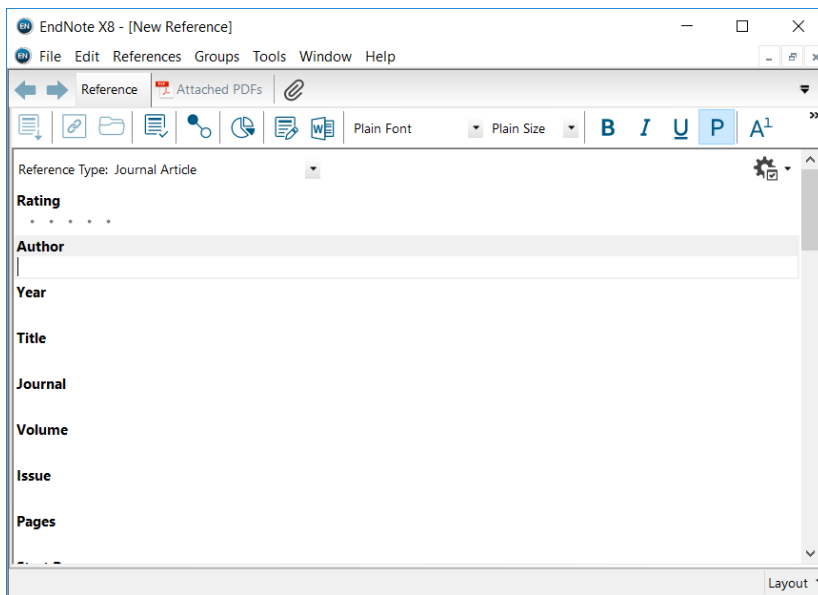
Cách trích dẫn tài liệu tham khảo: Tài liệu tham khảo được trích dẫn trong bài báo theo định dạng: Tên tác giả, năm công bố của tài liệu trích dẫn (ví dụ: Barton, 1990; Trần Văn A và Nguyễn Văn B, 2005; Hall và nnk, 2018; ...). Nếu trong 1 đoạn văn có nhiều trích dẫn thì các tài liệu tham khảo được phân cách nhau bằng ký tự ‘;’.

3. Khái quát chung về phần mềm EndNote X8

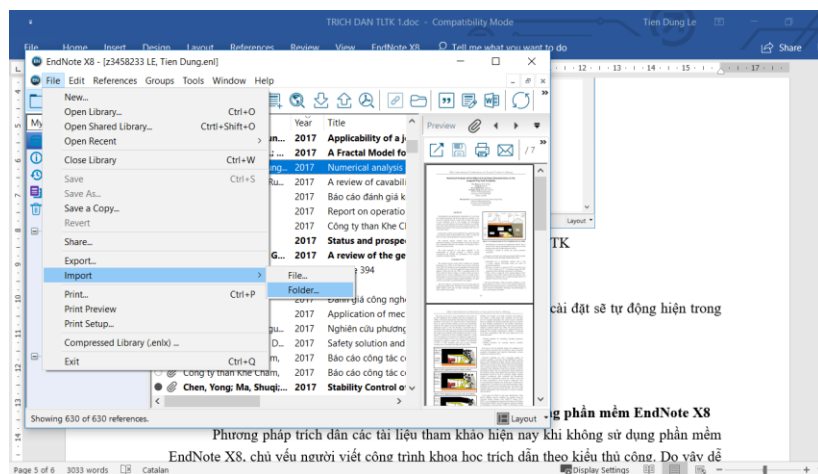
Endnote là phần mềm tính phí phục vụ quản lý và sử dụng TLTK một cách chuyên nghiệp với các tính năng chính: ghi các TLTK trong một hoặc nhiều thư viện; đồng bộ TLTK giữa các thiết bị công nghệ và thư viện trực tuyến; chia sẻ thư viện TLTK với người dùng Endnote khác; và trích dẫn TLTK trong các chương trình xử lý văn bản. Endnote được sử dụng rộng rãi trong các trường đại học và tổ chức trên thế giới nhờ ưu điểm lưu trữ dữ liệu lớn; cho phép tìm kiếm, nhập, tùy chỉnh và trích xuất tài liệu dễ dàng; lưu trữ, đồng bộ và chia sẻ dữ liệu trực tuyến thuận tiện; và hỗ trợ kỹ thuật chuyên nghiệp. Phần mềm có thể tải về từ trang chủ <https://endnote.com/> với bản dùng thử 30 ngày. Trong phạm vi bài báo nhóm tác giả trình bày trên phiên bản X8 với bản quyền đầy đủ cung cấp bởi UNSW Sydney Australia: (<https://www.it.unsw.edu.au/students/software/endnote.html#EndNoteSpecificLicensingConditions>).

Thao tác làm việc chính trong Endnote, cũng như trong các phần mềm quản lý TLTK khác, là tạo thư viện TLTK (cơ sở dữ liệu) và trích xuất các tài liệu này khi dùng các trình xử lý văn bản (ví dụ, Microsoft Word). Việc khởi tạo thư viện mới và sau đó nhập thông tin TLTK bằng thủ công là dễ dàng với người dùng máy tính phổ thông (Hình 1). Tuy nhiên, việc nhập thông tin từ cơ sở dữ liệu khác trên máy tính (Hình 2) hoặc từ cơ sở dữ liệu trực tuyến sẽ tận dụng được các nguồn dữ liệu sẵn có, tiết kiệm thời gian, công sức và giảm thiểu sai sót trong quá trình nhập liệu. Hình 3 minh họa thao tác tìm kiếm TLTK trực tuyến trực tiếp từ Endnote với bước 1- vào chế độ Online Search Mode, bước 2- chọn cơ sở dữ liệu online, bước 3- gõ từ khóa và tìm kiếm, bước 4- chèn/copy TLTK vào thư viện trên máy tính. Hình 4 minh họa thao tác tìm kiếm và nhập TLTK từ một trang dữ liệu trực tuyến (Scindirect) có hỗ trợ xuất dữ

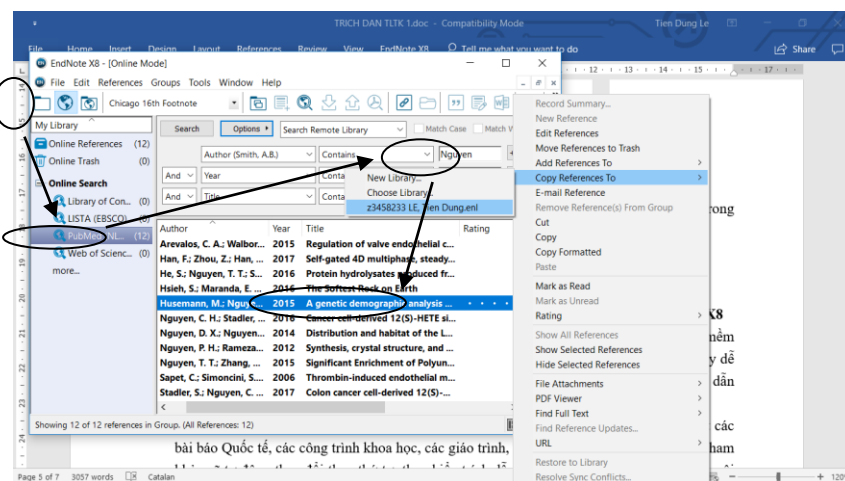
liệu Endnote. Lưu ý sau khi Export, một file *.ris sẽ được tải về, người dùng chỉ cần click vào file này là các thông tin sẽ tự động chèn vào thư viện Endnote.



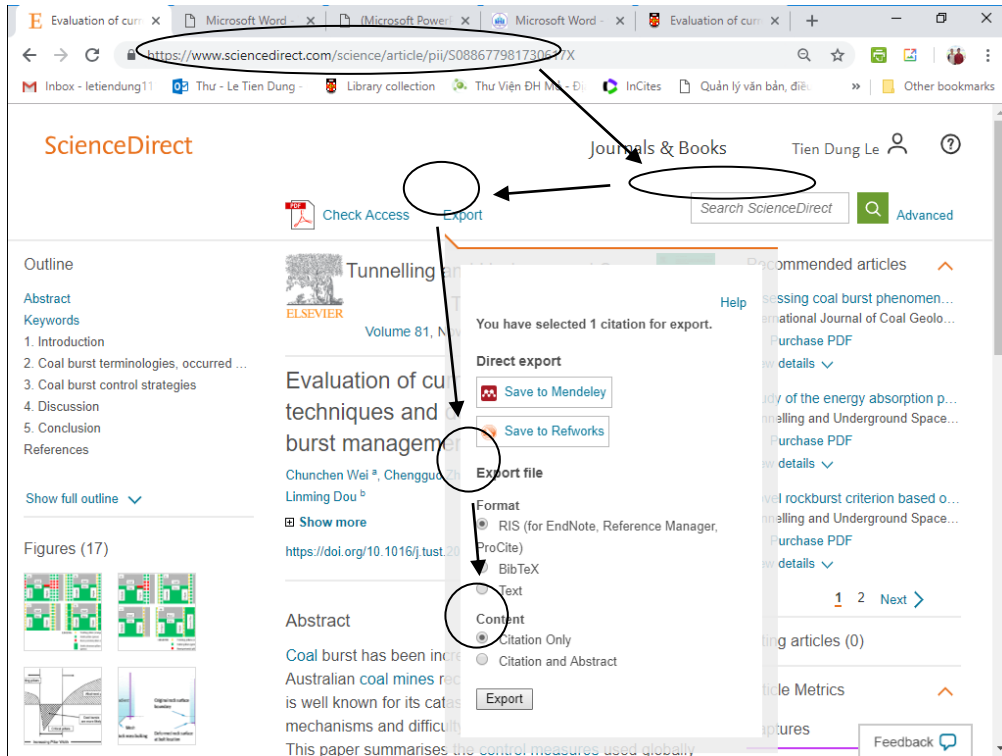
Hình 1. Nhập thông tin thủ công vào các trường cho một TLTK



Hình 2. Nhập TLTK từ cơ sở dữ liệu/thư viện khác có sẵn trên máy tính.

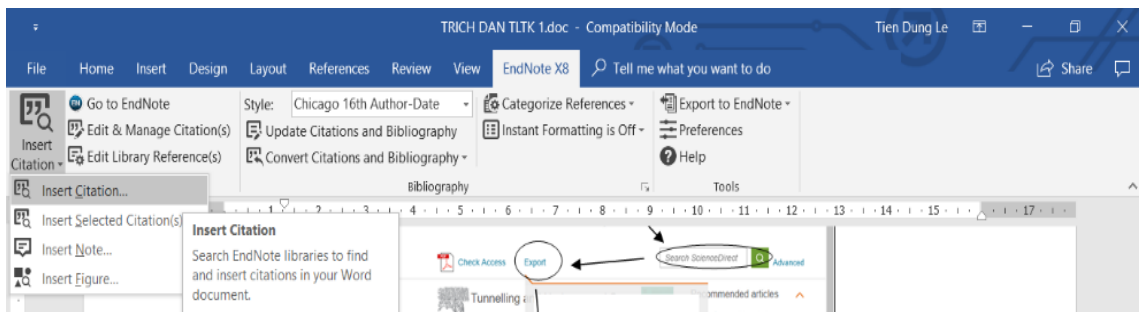


Hình 3. Tìm kiếm TLTK từ cơ sở dữ liệu trực tiếp trên Endnote



Hình 4. Tìm kiếm TLTK từ cơ sở dữ liệu trực tuyến, ví dụ Sciencedirect.com

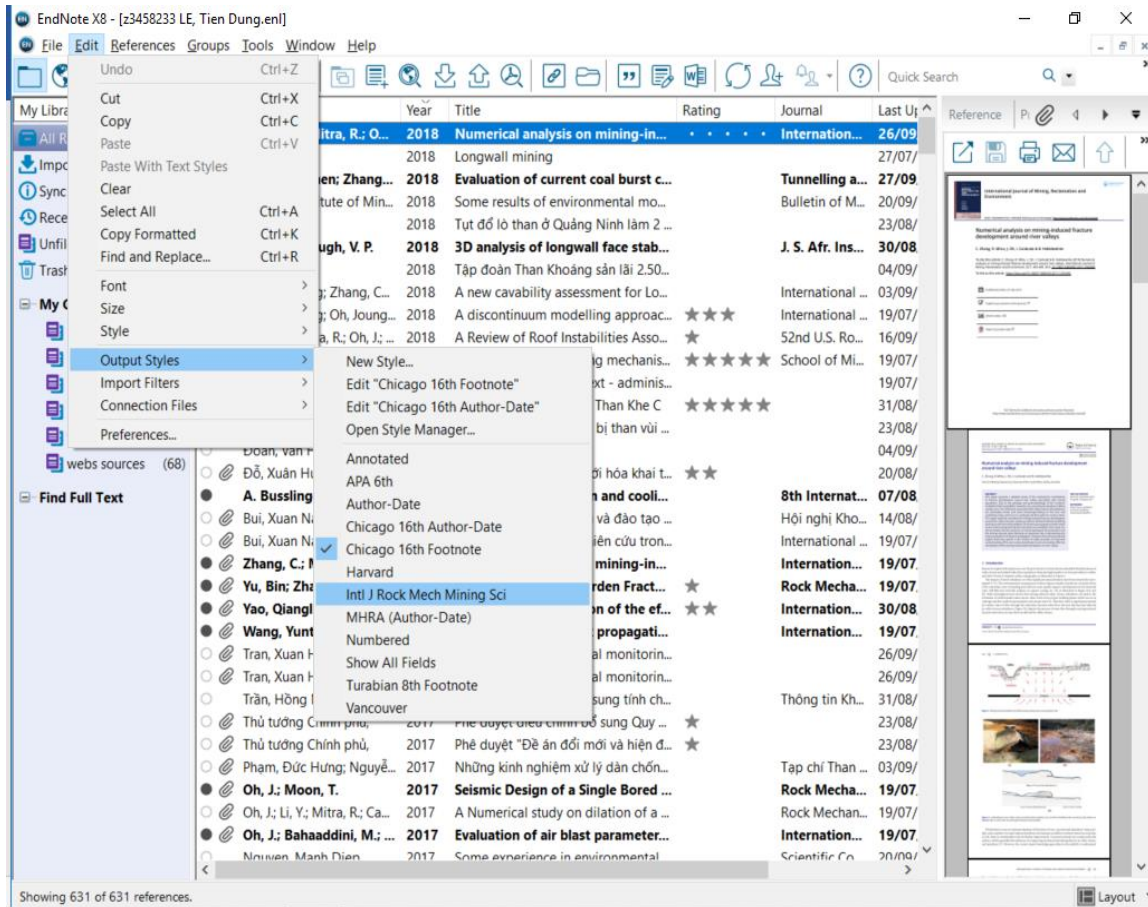
Với người dùng Microsoft Word, Endnote sau khi được cài đặt sẽ tự động trở thành 1 Tab trong giao diện Word. Người soạn thảo văn bản có thể chèn, chỉnh sửa, cập nhật, chuyên định dạng trích dẫn một cách dễ dàng (Hình 5).



Hình 5. Giao diện Tab Endnote trong Microsoft Word 2016

Khi viết một công trình khoa học, người dùng Endnote ngoài việc nắm rõ thao tác tạo và sử dụng thư viện TLTK còn phải biết chỉnh sửa định dạng TLTK trong văn bản theo các yêu cầu khác nhau tùy nơi công trình được gửi đến. Endnote cung cấp một thư viện các kiểu định dạng rất đa dạng có thể phù hợp ngay với yêu cầu hoặc nếu không, người dùng có thể tự tạo mới/chỉnh sửa cho phù hợp (Hình 6). Người dùng cũng có thể tải thêm kiểu định dạng từ trang chủ Endnote <https://endnote.com/downloads/styles/>.

Một tính năng thú vị của Endnote là cho phép người dùng tìm kiếm nội dung trong các tài liệu ở dạng PDF đính kèm vào các TLTK. Đây là một nguồn thư viện khác (file PDF) rất hữu ích cho việc tìm kiếm thông tin mà không phải mở từng file để kiểm tra. Phiên bản X9 mới nhất tích hợp nhiều tính năng liên quan đến làm việc nhóm (chia sẻ) và kết nối sâu tới Web of Science. Các tính năng chi tiết của các phiên bản Endnote gần đây có thể tìm hiểu thêm tại <https://researchsoftware.com/software/bibliography/endnote/compare-endnote-versions>.



Hình 6. Chính sửa kiểu định dạng của TLTK xuất ra trong văn bản.

4. Đánh giá hiệu quả sử dụng phần mềm EndNote X8 khi xây dựng thư viện các tài liệu tham khảo

Phương pháp trích dẫn các tài liệu tham khảo hiện nay khi không sử dụng phần mềm EndNote X8, chủ yếu người viết công trình khoa học trích dẫn theo kiểu thủ công. Do vậy dễ bị nhầm lẫn cho người viết và nhầm lẫn cho cả người đọc khi các tài liệu được trích dẫn với số lượng lớn.

Khi sử dụng phần mềm EndNote X8 sẽ mang lại nhiều tiện ích, đặc biệt khi viết các bài báo Quốc tế, các công trình khoa học, các giáo trình, sách chuyên khảo... Các tài liệu tham khảo sẽ tự động thay đổi theo thứ tự, theo kiểu trích dẫn mỗi khi chúng ta thêm hoặc bớt nội dung nghiên cứu trong các công trình khoa học của mình.

5. Kết luận

Với các Tạp chí khoa học và các công trình nghiên cứu khoa học khác nhau trên thế giới và ở Việt Nam thì có các yêu cầu trích dẫn tài liệu khoa học khác nhau.

Thông qua phần mềm EndNote X8 giúp cho cán bộ, sinh viên, học viên cao học, nghiên cứu sinh Trường Đại học Mở - Địa chất xây dựng được thư viện các tài liệu tham khảo. Để từ đó dễ dàng và nhanh chóng sử dụng tham khảo khi nghiên cứu các công trình nghiên cứu khoa học.

Khi sử dụng phần mềm EndNote X8 chúng ta sẽ có được các thư viện tài liệu tham khảo theo yêu cầu của mỗi Tạp chí, công trình khoa học khác nhau, đồng thời giúp cho chúng ta kiểm soát, thay đổi và hiệu chỉnh cách trích dẫn các tài liệu tham khảo theo quy định của các Tạp chí và các công trình nghiên cứu khoa học khác nhau.

Kính đề nghị Trường Đại học Mở - Địa chất chuẩn hóa, ban hành hướng dẫn chi tiết và có tính nhất quán về yêu cầu trích dẫn các tài liệu tham khảo khi công bố các công trình nghiên cứu luận văn thạc sỹ, luận án tiến sỹ, các bài báo khoa học và các công trình khoa học.

Tài liệu tham khảo

- Vũ Cao Đàm, 2011. *Đánh giá nghiên cứu khoa học*. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
- Tạp chí An toàn mỏ*, 2012. Trường Đại học Mỏ và Công nghệ Trung Quốc. Tập số 43, kỳ số 11.
- Tạp chí Công nghiệp mỏ*, 2017. Hội Khoa học và Công nghệ mỏ Việt Nam, số 2.
- Tạp chí Cơ học Đá và Khoa học Mỏ*, 2018. Nhà xuất bản Elsevier, tập 106.
- Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất*, 2017. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, tập số 58, kỳ 2.
- Tạp chí Kỹ thuật năng lượng và Quản lý*, 2012. Nhà xuất bản Tạp chí học thuật mạng Trung Quốc, tập số 43, kỳ số 11.

ABSTRACT

Application of Endnote X8 in managing reference for publications by Hanoi University of Mining and Geology

Dao Van Chi¹, Le Tien Dung¹, Vu Thai Tien Dung¹

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

To present, scientific publications from master student, PhD student, conference and journal all follow strict requirements regarding references used in research. However, at Hanoi University of Mining and Geology, the referencing in master thesis, PhD thesis, project report and journal have been implemented in different styles, which is not consistent and not strictly monitored neither. This paper presents an investigation on the application of Endnote X8 software for building library of references when writing scientific works. A library created by this software assists researcher in citing and formatting references correctly, quickly and logically according to different requirements from various organizations and publishers.

Keywords: Reference, Cite, Scientific Publication, Endnote X8.

Biện pháp đảm bảo an toàn sản xuất và giảm chi phí thông gió khi khai thác ở độ sâu lớn tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh

Đặng Vũ Chí^{1,*}, Đặng Phương Thảo¹, Nguyễn Văn Thịnh¹

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Thông gió mỏ là lĩnh vực không thể thiếu được trong khai thác mỏ hầm lò. Ở nhiều mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh hệ thống thông gió chung cũng như các trạm quạt gió chính đã tồn tại hàng chục năm. Trong các năm tới, các mỏ sẽ chuyển diện sản xuất xuống các mức sâu hơn. Điều này đòi hỏi phải điều chỉnh chế độ công tác của các quạt gió hiện tại cũng như xây dựng các trạm quạt gió mới. Song song với công tác đảm bảo lưu lượng gió cho các hộ tiêu thụ trong mỏ, cần nghiên cứu giải pháp giảm chi phí trong thông gió mỏ. Kết quả phân tích các số liệu thực tế về lưu lượng gió và hạ áp chung của mạng gió mỏ đặt ra vấn đề nghiên cứu cách tiếp cận mới trong thiết kế hoàn thiện hệ thống thông gió mỏ cũng như định hướng trang thiết bị thông gió khi các mỏ chuyển diện khai thác xuống các mức sâu hơn. Bài viết đề cập đến các yêu cầu trong thiết kế thông gió và sử dụng hiệu quả các thiết bị thông gió, nhằm giảm chi phí thông gió mỏ và định hướng tự động hóa thông gió ở các đơn vị khai thác than vùng Quảng Ninh.

Từ khóa: Thông gió mỏ; trạm quạt gió; lưu lượng gió; chi phí thông gió; tự động hóa thông gió;

1. Đặt vấn đề

Từ đầu thế kỷ này, cùng với sự phát triển của ngành khai thác than vùng Quảng Ninh, hầu hết các mỏ than hầm lò đều xây dựng các trạm quạt gió mới. Các trạm quạt gió này đã tăng cường thông gió, đảm bảo an toàn sản xuất, đáp ứng yêu cầu tăng sản lượng khai thác than hầm lò trong nhiều năm qua.

Hiện tại nhiều mỏ đang chuẩn bị và chuyển diện khai thác xuống các mức sâu hơn. Thông gió đã và đang trở thành một lĩnh vực được chú trọng đặc biệt nhằm đảm bảo duy trì môi trường là việc cho các vị trí làm việc trong lòng đất. Để duy trì sản xuất than ổn định, cần định hướng xây dựng chiến lược đảm bảo thông gió mỏ trong giai đoạn phát triển tiếp theo. Hiện tại, ở các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh đang sử dụng khoảng hơn 60 trạm quạt gió chính. Các quạt gió này hoạt động suốt ngày đêm và tiêu hao một sản lượng điện khá lớn. Khi khai thác ở độ sâu lớn, mạng gió mỏ sẽ phức tạp hơn và chi phí năng lượng cho thông gió mỏ sẽ tăng lên. Tuy nhiên, nếu áp dụng các biện pháp trang bị và sử dụng các quạt gió phù hợp có thể giảm đến 40% chi phí điện năng lượng trong thông gió mỏ.

2. Đặc điểm các trạm quạt gió chính ở các mỏ hầm lò trên thế giới và của nước ta

2.1. Đặc điểm các trạm quạt gió chính ở các mỏ hầm lò trên thế giới

Cùng với quá trình phát triển hoạt động ngành khai thác mỏ, hệ thống thông gió cho mỏ hầm lò các nước trên thế giới đã chế tạo và đưa vào sử dụng nhiều loại quạt gió khác nhau, nhưng có thể phân thành 2 nhóm chủ yếu theo đặc điểm cấu tạo: quạt gió ly tâm và các quạt gió hướng trục

Các quạt ly tâm

Các quạt gió ly tâm sử dụng nhiều ở các nước thuộc Liên Xô (cũ) bắt đầu từ những năm cuối của thập kỷ 30 và được hoàn thiện sơ đồ khí động học bắt đầu từ những năm của thập kỷ 50. Một trong những quạt đầu tiên loại VS có đường kính bánh công tác đến 5m. Quạt ly tâm được sử dụng ở các mỏ hầm lò độ sâu lớn do có thể tạo ra hạ áp cao hơn so với quạt hướng trục và hoạt động thường có hiệu suất lớn hơn. Những năm về sau, ở Ukraine đã chế tạo các quạt ly tâm VRSD-4,5 và VSD 47,5Y, đường kính bánh công tác 4500 và 4750mm. Ở CHLB Đức hãng TLT đã cho ra đời các quạt ly tâm công suất cao và lưu lượng gió đến 700- 800m³/s [Maksimenko V.L., Ivanov A.U., 2015].

Các quạt hướng trục

Cùng với các nước có nền công nghiệp khai khoáng phát triển như CHLB Đức, Anh, Mỹ, vào những năm 40 thế kỷ XX ở Liên Xô (cũ) đã chế tạo các loại quạt hướng trục VOK, VOKD. Đến thập kỷ 60 ra đời loại quạt VOKR có thể đảo chiều gió; tiếp đó đã tiến hành nghiên cứu loại quạt VOA có thể thay đổi chế độ công tác và hướng gió khi quạt đang vận hành. Ở CHLB Đức, từ những năm cuối thập kỷ 70 của

* Tác giả liên hệ

Email: dangvuchi@yahoo.com

thế kỷ trước, 82% các quạt gió mỏ là loại hướng trục 75% trong số đó cánh quạt xoay được khi quạt vận hành.

Sử dụng các quạt này tiết kiệm được tới 40% điện năng; vào đầu thế kỷ này, tổng lưu lượng gió đưa vào các mỏ than lên tới hàng nghìn m³/s và chủ yếu sử dụng các quạt TLT- Turbo (CHLB Đức). Tại Tây Ban Nha, để thông gió cho mỏ Monsakro người ta sử dụng quạt gió ZITRON đường kính bánh công tác 5,3m và công suất động cơ đến 10000 kW. Đặc điểm của loại quạt này là góc nghiêng các cánh quạt cũng như chế độ công tác của quạt có thể điều chỉnh kể cả khi quạt đang vận hành.

2.2. Đặc điểm các trạm quạt gió chính ở các mỏ hầm lò của nước ta

Trước đây, các mỏ than hầm lò nước ta đã được trang bị các quạt gió chính của Liên Xô (cũ) như VOKD-1,5 (mỏ Mao Khê), VOKD-2,4 (mỏ Mông Dương), VOD-21 (mỏ Vàng Danh), VOD-1,6 (các mỏ Khe Chàm, Dương Huy). Hiện tại, ở các mỏ hầm lò nước ta đang sử dụng các quạt gió chính chủ yếu nhập từ Trung Quốc. Các loại quạt Trung Quốc có giá thành thấp so với các quạt cùng loại của Nga, Đức, Mỹ,...Thế hệ quạt sử dụng đầu tiên ở nước ta như 2K60, 2K56, 2K58,... Tiếp đó là các loại quạt BD, FBCZ và FBCDZ đang sử dụng ở nhiều mỏ than hầm lò Quảng Ninh.

Cần phải nhìn nhận những tiến bộ vượt bậc và thành công trong công tác thông gió ở các mỏ than vùng Quảng Ninh. Để đáp ứng sản lượng khai thác than tăng nhanh ở hầu hết các mỏ, từ đầu thế kỷ này, hệ thống thông gió với các quạt gió mới đã đáp ứng yêu cầu sản xuất thực tế trong nhiều năm qua. Tuy nhiên, ở hầu hết các trạm quạt đang sử dụng các động cơ điện không điều chỉnh được tốc độ. Trên thực tế chế độ công tác của quạt gió không đạt được hiệu suất cao. Thực trạng này dẫn đến chi phí điện năng khá cao. Theo đánh giá các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh [Ban KCM- TKV, 2017] chi riêng điện năng cho các trạm quạt gió trung bình chiếm 25,87% điện năng tiêu thụ chung ở mỏ.

3. Xác định lưu lượng gió cho mỏ trong thiết kế thông gió mỏ

3.1. Cơ sở lý thuyết tính toán lưu lượng gió

Trong thiết kế thông gió mỏ, lưu lượng gió cho mỏ Q_m được tính toán trên cơ sở lưu lượng gió cần thiết thông gió cho tất cả các vị trí công tác trong mỏ [Trần Xuân Hà, Đặng Vũ Chí, Nguyễn Cao Khải, Nguyễn Văn Thịnh, 2014]

$$Q_m = 1,1(k \cdot \sum Q_{LC} + \sum Q_{CB} + \sum Q_{HT} + \sum Q_{RG}), \text{ m}^3/\text{ph} \quad (1)$$

trong đó: $\sum Q_{LC}$, $\sum Q_{CB}$, $\sum Q_{HT}$ và $\sum Q_{RG}$ - tổng lưu lượng gió cần thông gió các lò chợ, các gương lò chuẩn bị, cho các hầm trạm và lưu lượng gió rò trong mỏ, m³/ph; k- hệ số dự trữ khi tăng sản lượng của lò chợ.

Lưu lượng gió cần cung cấp cho các hệ tiêu thụ nêu trên được tính toán theo yêu cầu đối với số người có mặt đồng nhất, theo sản lượng khai thác hay độ xuất khí, theo lượng thuốc nổ lớn nhất ở các gương lò; đồng thời tốc độ gió trong các đường lò phải nằm trong giới hạn cho phép theo Quy phạm an toàn.

Trên cơ sở xây dựng yêu cầu về lưu lượng gió quạt cần tạo ra Q_y và thực hiện việc xác định chế độ công tác của quạt với góc nghiêng cánh quạt θ_B (hình 1).

Với cơ sở tính toán nêu trên, quạt gió phải đáp ứng được trị số lớn nhất trong các kết quả tính toán lưu lượng gió nêu trên. Như vậy, lưu lượng gió tại mọi vị trí ở mỏ hầm lò luôn cần đáp ứng giá trị không đổi theo kết quả tính toán, kể cả đối với lò chợ sản lượng khai thác hay độ xuất khí cao hơn so với dự báo hay đối với các gương lò dừng sản xuất hoặc có độ xuất khí thấp hơn do các yếu tố khách quan.

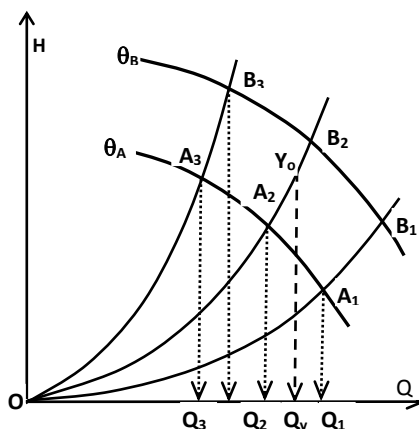
Việc tính toán lưu lượng gió như trên ở mức độ nhất định thích hợp khi các điều kiện mỏ - địa chất và yếu tố kỹ thuật- công nghệ ổn định. Trên thực tế các vỉa than vùng Quảng Ninh có điều kiện địa chất- kỹ thuật mỏ khá phức tạp. Ngoài ra, khi thiết kế thông gió mỏ chưa đủ các thông tin cụ thể về số liệu dự báo mức độ chứa khí, độ thoát khí từ các vỉa than... Điều này đòi hỏi phải luôn tiến hành kiểm soát khí mỏ trong quá trình thực hiện công tác khấu than và đào đường lò ở mỏ; đồng thời cần áp dụng những biện pháp điều chỉnh, phân phối gió trong quá trình sản xuất.

3.2. Xác định lưu lượng gió cần thiết để thông gió trong giai đoạn phát triển sản xuất ở các mức khai thác sâu hơn

Khi thiết kế lựa chọn quạt gió chính để thông gió cho mỏ thường xuất phát từ cơ sở lý thuyết nêu trên. Trạm quạt gió chính được trang bị để thông gió mỏ trong thời gian khá dài (thường dự định không dưới 10 năm). Dựa trên kế hoạch sản xuất trong giai đoạn này, thực hiện xác định yêu cầu về lưu lượng gió, hạ áp quạt cần tạo ra để chọn thiết bị quạt hợp lý và sẽ tiến hành điều chỉnh chế độ công tác của quạt đáp ứng yêu cầu thông gió theo thực tế ở các thời kỳ khác nhau: Q_1 , Q_2 và Q_3 (hình 1).

Như vậy, với các quạt đang được trang bị ở các mỏ hầm lò nước ta, để đạt được các trị số lưu lượng và hạ khác nhau, cần phải thay đổi thay đổi góc nghiêng của các cánh quạt (θ_A , θ_B , ...) khi quạt dừng vận hành. Một biện pháp khác có thể áp dụng để tăng cường năng lực công tác của quạt là thay động cơ với tốc độ quay cao hơn, nhưng cần phải tuân theo giới hạn tối đa về tốc độ dài của cánh quạt.

Khi mỏ chuyển diện khai thác ở độ sâu lớn hơn, định hướng trang bị quạt gió công suất và hiệu suất công tác cao. Đặc biệt chú trọng các thiết bị đồng bộ để có thể tiến tới áp dụng tự động hóa trong vận hành và điều chỉnh chế độ làm việc của quạt.



Hình 1. Lưu lượng gió quạt tạo ra ở các giai đoạn phát triển sản xuất mỏ

4. Các giải pháp điều chỉnh lưu lượng để thông gió mỏ

4.1. Tiêu thụ điện năng trong thông gió mỏ

Việc đánh giá mức độ tiêu thụ điện năng trong thông gió mỏ được tiến hành theo các cách tiếp cận khác nhau. Ở đây chỉ giới thiệu và phân tích các số liệu về chi phí này ở một số nước có nền công nghiệp khai thác mỏ phát triển từ trước.

Ngay từ những năm 60 của thế kỷ trước, ở Anh đã đặt ra yêu cầu về loại quạt cần hoạt động với chế độ điều khiển tự động, bởi vì có thể tiết kiệm 40% năng lượng điện. Trong giá thành một tấn than khai thác, chi phí cho năng lượng (nhiệt và điện), chiếm đến 33%, chỉ sau chi phí lương cho thợ mỏ. Một báo cáo gần đây chỉ ra rằng khai thác mỏ chiếm tới 22% tổng tiêu thụ năng lượng công nghiệp của Canada [Millar, D. Levesque, 2016]. Theo số liệu của Bộ Tài nguyên thiên nhiên Canada, từ năm 2001 đến 2010 chi phí năng lượng quy đổi cho 1 tấn khai thác tăng 2,8 lần chủ yếu do độ sâu khai thác mỏ tăng lên. Ở Ba Lan nghiên cứu cũng nhấn mạnh việc kiểm soát các quạt chính để giảm thiểu mức tiêu thụ điện năng (Krzystanek & Wasilewski, 2008). Đã trong nhiều năm qua, tại Mỹ đã nhận được sự quan tâm về tiêu thụ năng lượng trong ngành công nghiệp khai thác mỏ. Kết quả đánh giá cho thấy tiêu thụ điện hàng năm cho ngành khai thác mỏ 44 tỷ kWh; trong đó các hệ thống thông gió mỏ tiêu thụ khoảng 12 tỷ kWh (Xenergy, 1998). Từ nhiều năm nay, Bộ Năng lượng Hoa Kỳ đã triển khai Chương trình động cơ tiết kiệm (DOE) cho các ngành công nghiệp nặng [Riyaz Papar, P.E., 2008].

Tuy nhiên khó có thể thực hiện việc so sánh chi phí cho thông gió ở các quốc gia khác nhau. Tại Liên Xô (cũ) trong giá thành một tấn than năng lượng (nhiệt và điện) ban đầu chỉ chiếm 1- 2% và đến những năm 70 của thế kỷ trước mới đạt 7-8%. Điều đó không có nghĩa là thiết bị máy móc tiết kiệm đáng kể năng lượng. Với quan niệm “khai thác mỏ là ngành có mức độ rủi ro tương đối cao và đưa thêm không khí trên mức cần thiết không gây tổn hại gì và có thể là giải pháp nâng cao mức độ an toàn lao động”. Tuy nhiên, xu hướng phát triển về năng lượng và các chính sách về tiết kiệm điện năng cũng như giảm lượng khí phát thải vào môi trường hiện nay đã đặt ra chiến lược sử dụng thiết bị mỏ tiết kiệm năng lượng trong sự phát triển công nghiệp chung toàn thế giới.

Ở nước ta, các mỏ than có khí hạng cao như Mạo Khê, Khe Chàm, Quang Hanh tỷ lệ này khoảng 32% và chi phí điện năng cho 1 tấn khai thác đạt 6-7 kWh/T. Như vậy, nếu tính cả điện năng cho thông gió cục bộ và các công trình thông gió trong mỏ, điện năng cần thiết cho công tác thông gió đạt ở mức tương đương với các mỏ khai thác hầm lò trên thế giới, mặc dù các mỏ vùng Quảng Ninh chưa khai thác ở độ sâu lớn.

4.2. Giải pháp điều chỉnh lưu lượng gió và giảm chi phí trong thông gió khi mỏ khai thác ở độ sâu lớn

Hiện tại, khi hoàn thiện hệ thống thông gió mỏ với mục đích tăng cường lưu lượng gió cho mỏ có thể áp dụng các giải pháp sau:

-*Giảm sức cản của mạng gió mỏ*: sức cản chung của mạng gió có thể giảm nhờ áp dụng các biện pháp giảm sức cản các nhánh gió hoặc đơn giản sơ đồ thông gió. Chi phí trên thực tế để giảm sức cản toàn mạng gió khá lớn. Phương pháp này thường được áp dụng khi kết hợp với các mục đích khác do yêu cầu

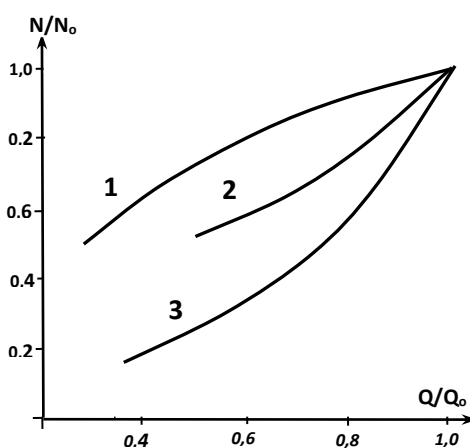
an toàn hoặc vận tải,... Đơn giản hóa mạng gió mở sẽ đạt được khi tập trung hóa sản xuất nhờ tăng sản lượng khai thác lò chợ và giảm số lượng các hộ tiêu thụ gió nói chung.

-*Giảm rò gió và điều chỉnh phân phối gió hợp lý*: phương án mang tính chất khả thi cao trên thực tế ở các mỏ. Hiệu quả của phương pháp này phụ thuộc vào chất lượng thi công các công trình thông gió. Với các mạng gió phức tạp như ở các mỏ Mạo Khê, Vàng Danh, Mông Dương,..., áp dụng giải pháp này khó đạt hiệu quả như mong muốn. Đồng thời, các công trình thông gió đã thi công tốt luôn đòi hỏi cần kiểm tra nghiêm ngặt và củng cố thường xuyên.

-*Sử dụng quạt gió điều chỉnh mềm góc lắp cánh khi vận hành*: các loại quạt đang sử dụng ở các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh có thể điều chỉnh góc lắp cánh bản lá bánh công tác khi dừng quạt. Một số loại quạt hướng trục được chế tạo với cơ cấu điều chỉnh mềm góc lắp cánh bởi động cơ riêng và có thể điều chỉnh lưu lượng gió khi đang vận hành. Sử dụng loại quạt gió này có thể giảm tiêu thụ điện năng tới 30%.

-*Điều chỉnh chế độ làm việc của quạt nhờ thiết bị biến tần*: giải pháp này nhằm tạo ra chế độ làm việc của quạt gió theo yêu cầu thực tế bằng cách thay đổi mềm tốc độ quay động cơ quạt nhờ thiết bị biến đổi tần số. Với phương pháp này điện năng có thể tiết kiệm tới 40%).

Hiện nay, phần lớn các thiết bị quạt gió chính ở mỏ đều sử dụng loại động cơ không điều chỉnh được tốc độ quay. Để điều chỉnh lưu lượng gió sử dụng bộ phận dẫn gió trong cấu tạo quạt hướng trục. Biện pháp này không đạt được hiệu quả tối ưu về tiết kiệm điện năng tiêu thụ. Ở thời điểm khởi động quạt gió, đòi hỏi động cơ quạt vận hành với công suất cao hơn mức yêu cầu 10-15%. Trong cả thời gian mỏ hầm lò tồn tại, các diện khai thác có hướng chuyển xuống các mức sâu hơn, sức cản và các đặc tính khí động học khác của mạng gió mở thay đổi. Để duy trì được chế độ thông gió ổn định khi sức cản mạng gió thay đổi, phạm vi cần điều chỉnh hạ áp có thể từ 2 đến 4- 6 lần. Ngoài ra, lưu lượng gió yêu cầu thông gió cho mỏ cũng thay đổi từ 1,5 đến 3 lần so với khi mỏ đưa vào hoạt động ban đầu [Maksimenko V.L., Ivanov A.U., 2015].



Hình 2. Tiêu thụ điện năng của các phương pháp điều chỉnh lưu lượng gió

Trên hình 2 giới thiệu mức độ thay đổi công suất tiêu thụ động cơ quạt gió khi áp dụng các phương pháp điều chỉnh lưu lượng gió khác nhau. Đường cong 1- áp dụng biện pháp giảm sức cản chung của mạng gió; đường cong 2- điều chỉnh lưu lượng gió nhờ thay đổi mềm góc lắp cánh bản lá bánh công tác và đường cong 3- sử dụng biến tần đối với động cơ không đồng bộ ba pha.

Nhiều nghiên cứu về thông gió mỏ khi khai thác ở độ sâu lớn đã đưa đến nhận xét chung: điện năng tiết kiệm được trong thông gió chủ yếu đạt được do thay đổi tốc độ quạt. Tiết kiệm điện năng phụ thuộc nhiều vào yêu cầu thực tế về lưu lượng gió. Với các khung thời gian khác nhau, lưu lượng gió cần đưa vào mỏ sẽ khác nhau. Đây là cơ sở để điều chỉnh lưu lượng gió quạt cần tạo ra; đồng thời thay đổi tốc độ quay của động cơ phù hợp với nhu cầu thông gió thực tế của mỏ. Vào thời điểm nhu cầu lưu lượng gió tối thiểu, mức độ tiết kiệm điện năng có thể đạt tới 60% [Maksimenko V.L., Ivanov A.U., 2015].

Kết quả phân tích trên đây cho thấy, về phương diện kinh tế và tiết kiệm điện năng cho thông gió mỏ, cần thiết phải sử dụng thiết bị quạt gió với động cơ điều khiển được chế độ công tác khi quạt đang vận hành.

5. Tăng cường hiệu quả sử dụng thiết bị thông gió khi các mỏ than vùng Quảng Ninh khai thác xuống sâu

5.1. Sử dụng hiệu quả các trạm quạt hiện có và định hướng thiết bị thông gió

Khi các mỏ khai thác ở các mức sâu hơn, việc tăng cường lưu lượng gió có thể đạt được nhờ áp dụng các biện pháp sau.

Đối với các trạm quạt gió hiện có:

- Điều chỉnh góc lắp cánh bản lá bánh công tác;
- Duy tu bảo dưỡng và sửa chữa rãnh gió và hệ thống đường lò liên quan với quạt gió chính để đảm bảo sức cản khí động học nhỏ nhất;
- Nếu điều kiện kỹ thuật cho phép, thay thế động cơ công suất và hiệu suất cao hơn;
- Áp dụng công nghệ khai thác tiên tiến, nâng cao sản lượng khai thác lò chợ và tập trung hóa sản xuất
- Tiến hành thu khí mê tan đối với các vỉa than có độ xuất khí cao trong quá trình khai thác.

Đối với trang thiết bị quạt gió mới:

- Quạt gió được trang bị phải đáp ứng được lưu lượng, hạ áp và hiệu suất cao nhất trong các giai đoạn sản xuất mỏ;
- Động cơ quạt phải có công suất và hiệu suất cao và đáp ứng được yêu cầu điều chỉnh tốc độ quay khi đang vận hành;
- Trạm quạt gió cần trang bị các thiết bị đồng bộ để có thể thực hiện tự động hóa điều chỉnh lưu lượng gió mỏ.

5.2. Chiến lược xây dựng hệ thống tự động hóa thông gió mỏ đối với các mỏ than hầm lò nước ta

Hệ thống tự động hóa trong thông gió mỏ được xây dựng theo các nguyên tắc sau:

Nguyên tắc thứ nhất là thực hiện quan trắc thường xuyên nồng độ mê tan, tốc độ và hướng gió trong các đường lò và nếu các thông số này sai lệch với mức cho phép (theo Quy phạm an toàn) sẽ tự dừng hoạt động của thiết bị, máy móc. Nguyên tắc này rất đơn giản về mặt phương tiện kỹ thuật áp dụng, nhưng việc dừng thời gian làm việc và hoạt động của máy móc, thiết bị sẽ dẫn đến thiệt hại đáng kể về kinh tế đối với doanh nghiệp mỏ hầm lò.

Hiện tại ở nhiều mỏ than vùng Quảng Ninh đã áp dụng hệ thống cảnh báo khí tự động. Tuy nhiên, thực tế khi thi công các gương lò đào và khấu than ở lò chợ, đặc biệt là các lò chợ cơ giới hóa ở các vỉa than có khí, đôi khi đây lại là rào cản đối với việc duy trì sản xuất liên tục và ảnh hưởng không nhỏ đến năng suất lao động. Cho nên, hệ thống được xây dựng trên nguyên tắc thứ nhất mang tính chất cảnh báo và phòng ngừa trong công tác an toàn sản xuất ở mỏ hầm lò. Đây là giải pháp không mang chiến lược lâu dài trong sự phát triển ngành công nghiệp khai thác mỏ nước ta.

Nguyên tắc thứ hai trong điều khiển tự động thông gió là kiểm soát tổng thể toàn bộ hệ thống, kể cả trạng thái không khí mỏ: nồng độ khí mê tan và tốc độ gió, trạng thái và chế độ hoạt động của thiết bị, các công trình thông gió... Dựa trên dữ liệu thu được, sử dụng chương trình máy tính để phân tích và xác lập điều khiển chế độ vận hành các thiết bị của hệ thống. Kết quả điều khiển toàn hệ thống nhằm mục đích giảm hàm lượng khí mê tan cũng như các khí có hại khác trong khu vực công tác mỏ.

Hệ thống được xây dựng theo nguyên tắc này được đánh giá là khá hoàn chỉnh về tự động hóa trong thông gió mỏ. Hệ thống điều khiển tự động thông gió mỏ cần duy trì tốc độ gió trong các đường lò theo quy phạm và nồng độ mê tan ở luồng gió thải bằng cách thay đổi lưu lượng quạt gió chính và điều chỉnh các công trình phân phối gió trong mỏ. Hiệu quả điều khiển đạt được rõ rệt khi cần thiết thay đổi lưu lượng của quạt gió chính. Ở các mỏ khi lưu lượng gió cần tăng đáng kể vào thời điểm nổ mìn,... hoặc ngược lại, cần giảm lưu lượng gió vào những ngày nghỉ hay trong các ca thực hiện duy tu, bảo dưỡng. Đây là giải pháp kinh tế rất hiệu quả đối với các doanh nghiệp khai thác hầm lò. Áp dụng giải pháp này giảm đáng kể mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị quạt gió chính, tạo điều kiện thuận lợi khởi động quạt và giảm dòng khởi động. Mặt khác, khi sử dụng động cơ tần số biến đổi, hiệu suất tĩnh sẽ cao hơn và góp phần giảm thêm điện năng tiêu thụ.

Xây dựng một hệ thống tự động hóa cho cả quạt gió chính cũng như điều khiển tự động các công trình phân phối gió hoàn toàn mang tính khả năng, nhưng đây là vấn đề chiến lược về duy trì ổn định khai thác mỏ. Hiện nay, hệ thống điều khiển kỹ thuật số đa chức năng cho phép ứng dụng để thực hiện tự động hóa toàn bộ thông gió mỏ. Điều này tự động đảm bảo phân phối gió theo tất cả các đường lò cũng như gương lò theo một số tham số như: khí mê tan, các khí sinh ra khi nổ mìn, bụi và số người có mặt trong mỏ.

Kết luận

Trong giai đoạn tới để duy trì ổn định sản xuất than, cần có kế hoạch hoàn thiện hệ thống thông gió khi các mỏ khai thác ở độ sâu lớn.

Cần xây dựng cơ sở thiết kế, tính toán lưu lượng theo yêu cầu thông gió thực tế và phụ thuộc vào biểu đồ tổ chức sản xuất chung của toàn mỏ.

Các trạm quạt gió chính cần bổ sung hệ thống thiết bị có khả năng điều chỉnh chế độ công tác của quạt

theo yêu cầu lưu lượng gió thay đổi để đảm bảo an toàn sản xuất và giảm chi phí thông gió chung cho mỏ.
Khi các mỏ than khai thác ở độ sâu lớn và tăng sản lượng, cần định hướng chiến lược tự động hóa điều khiển hệ thống thông gió mỏ.

Tài liệu tham khảo

- Ban KCM Tập đoàn Than và Khoáng sản Việt Nam, 2017. Báo cáo tổng kết công tác khai thác, thông gió, an toàn của Tập đoàn Công nghiệp than- khoáng sản Việt Nam các năm 2010 đến 2016.
Trần Xuân Hà và nnk, 2014. Giáo trình thông gió mỏ. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật. Hà nội.
Maksimenko V.L., Ivanov A.U, 2015. Saving energy of the electric motor of the main ventilation in mine. Moscow, Nedra.
(Максименко В. Л., Иванов А. Ю, 2015. Энергосбережение электроприводов главного проветривания горнодобывающих предприятий. Москва, Недра).
Millar, D. Levesque. 2016. Leakage and air flow resistance in mine (Canada).
Riyaz Papar, P.E, 2008. Increasing Energy Efficiency of Mine Ventilation Systems. Lawrence Berkeley National Laboratory, USA.

ABSTRACT

Proper mine ventilation increases safety and can dramatically reduce costs when operating coal seams in deeper levels

Dang Vu Chi¹, Dang Phuong Thao¹, Nguyen Van Thinh¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

Ventilation in an underground mine is of critical importance to the occupational health and safety conditions for workers. In many Quang Ninh coal mines, the ventilation system and the main fan stations have been used for decades. In the coming years, coal mines in Quang Ninh are increasing with increased coal production particularly from deeper seams. This leads to regulate a range of operating points of fans as well as build fan stations. It is necessary to provide a flow of air to working places in mine, as well as to study solutions to reduce costs of mine ventilation.

Based on the analysis of data on airflow rates and depression of the airflow networks, research has been undertaken to the design of ventilation systems and selecting the ventilation equipment when operating coal seams in deeper levels. The requirements for the design of mine ventilation system, selecting efficient ventilation equipment for reducing ventilation costs and automation of ventilation systems in Quang Ninh coal mines have been presented.

Keywords: Mine ventilation; Fan statio; Air flow; Ventilation cost; Automation ventilation.

Nghiên cứu khả năng sử dụng trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ lò chuẩn bị trong quá trình khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh

Đinh Văn Cường^{1,*}, Trần Văn Thanh², Nguyễn Anh Tuấn³

¹Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất

³Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

TÓM TẮT

Trữ lượng nằm trong trụ bảo vệ đường lò dự kiến để lại (tồn thất) trong quá trình khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh tương đối lớn, khoảng 93,5 triệu tấn, chiếm trên 10% tổng trữ lượng được huy động (924,2 triệu tấn). Đây là trữ lượng sẵn sàng, được khoanh vùng bởi các đường lò chuẩn bị khu vực lò chợ, nếu có thể khai thác sẽ cho phép tiết kiệm tài nguyên than không tái tạo. Đồng thời, việc khai thác than trong trụ bảo vệ sẽ tận dụng được các công trình khai thông sẵn có nên không phải chịu chi phí khấu hao mở mỏ, góp phần giảm chi phí mét lò chuẩn bị, từ đó cho phép kéo dài tuổi thọ và tăng hiệu quả đầu tư xây dựng. Trên thế giới, để giảm tồn thất than trong trụ bảo vệ đường lò, sơ đồ công nghệ khai thác sử dụng trụ bảo vệ nhân tạo được áp dụng khá phổ biến. Theo đó, để đồng thời khai thác được than trong trụ bảo vệ và duy trì lò dọc via vận tải làm lò thông gió cho lò chợ phía dưới, trụ than sau khai thác sẽ được thay thế bằng trụ nhân tạo hình thành từ dải đá chèn, các cụm cột, củi kim loại, vật liệu hóa chất hoặc hỗn hợp vữa bê tông mác thấp hình thành từ tro bay, tro đáy nhà máy nhiệt điện, kết hợp đá thải nghiền và một lượng phụ gia xi măng, ... Trong phạm vi báo cáo, nhóm tác giả sẽ đánh giá khả năng và đề xuất một số sơ đồ công nghệ cũng như loại hình vật liệu thi công trụ nhân tạo phù hợp.

Từ khóa: "Trụ bảo vệ nhân tạo trong khai thác than hầm lò", Trụ nhân tạo bảo vệ lò chuẩn bị, Trữ lượng than trong trụ bảo vệ lò chuẩn bị"

1. Đặt vấn đề

Tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh, hệ thống khai thác cột dài theo phương được áp dụng phổ biến và luôn đóng góp phần lớn sản lượng cho các đơn vị. Với hệ thống này, để duy trì lò vận tải đào trong than của phân tầng trên làm lò thông gió cho lò chợ phân tầng dưới, quá trình khai thác dọc theo phương sẽ để lại một dải than giáp lò vận tải làm trụ bảo vệ. Tùy thuộc vào chiều sâu khai thác, đặc điểm địa chất mỏ khu vực đường lò cần bảo vệ, trụ than có kích thước theo hướng dốc từ 12 ÷ 20m, tương ứng trữ lượng để lại chiếm khoảng 12 ÷ 15% tổng trữ lượng huy động trong không gian khai thác lò chợ (chiều dài lò chợ theo hướng dốc phổ biến từ 100 ÷ 150m). Đây là trữ lượng sẵn sàng, được khoanh vùng bởi các đường lò chuẩn bị, nếu có thể khai thác sẽ cho phép tiết kiệm đáng kể tài nguyên than không tái tạo, giảm nguy cơ cháy nội sinh tại các khu vực via than có khả năng tự cháy. Đồng thời, việc khai thác than trong trụ bảo vệ sẽ tận dụng được các công trình khai thông sẵn có nên không phải chịu chi phí khấu hao mở mỏ, góp phần giảm chi phí mét lò chuẩn bị, từ đó cho phép giảm giá thành sản xuất, kéo dài tuổi thọ và tăng hiệu quả đầu tư xây dựng. Để giải quyết vấn đề này, sơ đồ công nghệ khai thác sử dụng trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ lò chuẩn bị đã được áp dụng thành công tại nhiều nước trên thế giới, hiệu quả đáp ứng tốt yêu cầu đặt ra.

2. Kinh nghiệm áp dụng trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ lò chuẩn bị trên thế giới và trong nước

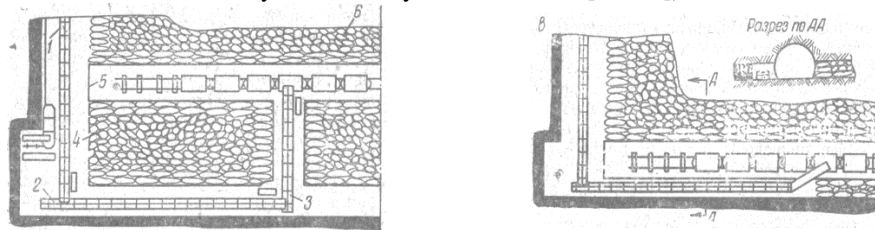
Công nghệ khai thác sử dụng trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ lò chuẩn bị đã được áp dụng khá phổ biến trên thế giới. Trong đó, vật liệu được sử dụng để thi công trụ có thể là cụm cột, củi lợn gỗ/kim loại, dải đá chèn, gạch/đá hộc xây hay vật liệu hóa chất. Thời gian gần đây, vật liệu là hỗn hợp bê tông mác thấp được cấu thành từ tro xỉ nhà máy nhiệt điện, đá thải nghiền kết hợp phụ gia, xi măng cũng được áp dụng và ngày càng trở nên phổ biến.

Trụ bảo vệ nhân tạo bằng dải đá chèn thường được áp dụng khi khai thác các via than có chiều dày nhỏ (thường dưới 2,0m) theo hệ thống khai thác liền gương, đào lò chuẩn bị theo sơ đồ gương mở rộng [Phùng Mạnh Đắc, 1991; Lê Đức Nguyên, 2016]. Để không gian làm việc đảm bảo yêu cầu theo quy

*Tác giả liên hệ

Email: dinhcuongvimsat@gmail.com

định, gương lò chợ và lò thông gió, vận tải đào tiến trước gương sẽ phải cắt một phần đá vách hoặc trụ via. Đá sau khi cắt sẽ được vận chuyển vào phạm vi dự kiến xây dựng trụ bảo vệ nhân tạo, qua đó sẽ đồng thời cho phép khai thác tối đa tài nguyên, không phải vận chuyển đá ra ngoài cửa lò và hạn chế nguy cơ cháy nội sinh (hình 1). Phương pháp này trước đây được sử dụng khá phổ biến tại Liên Xô cũ (ví dụ như mỏ Centralnaya-Bokovskaya khai thác via than số 51 Nadbokovskiy có chiều dày 1,0m; mỏ Volodarskiy khai thác via than h8 Maidannovskiy có chiều dày từ 1,1 ÷ 1,15m [7; 8; 9]).



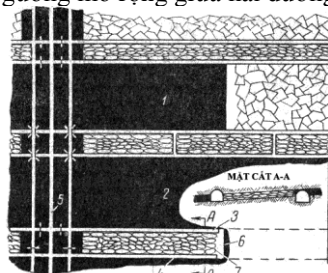
a. Trường hợp góc dốc via lớn

b. Trường hợp góc dốc via nhỏ (<15°)

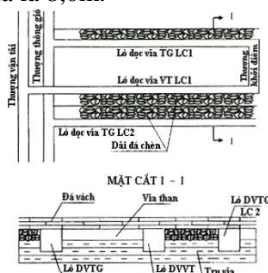
1 – Máng cào lò chợ; 2, 3 – Máng cào chuyển tải than; 4, 6 – Dải chèn từ đá nổ mìn tại gương lò dọc via; 5; 5 – Lò dọc via vận tải

Hình 1. Sơ đồ thi công trụ nhân tạo bằng dải đá chèn theo hệ thống khai thác liền gương

Sơ đồ thi công như thể hiện trong hình 1 tồn tại nhược điểm là dải đá chèn có độ co ngót lớn nên diện tích sử dụng đường lò chuẩn bị giảm mạnh sau thi công. Bên cạnh đó, lò chợ phân tầng dưới (nếu có) trong quá trình khai thác sẽ phải khâu qua phần đá chèn 4 (hình 1b) của gương khâu mở rộng hoặc phải đào lại tuyến lò thông gió mới (hình 1a), nên cơ bản chỉ áp dụng được cho lò chợ cuối cùng trong tầng. Nhược điểm này sẽ được khắc phục khi tổ chức đào đồng thời cặp lò vận tải (lò chợ phân tầng trên), thông gió (lò chợ phân tầng dưới) bằng giải pháp gương mở rộng. Khi đó, trụ than giữa hai đường lò sẽ được khai thác để tạo không gian chứa đá thải từ gương lò dọc via trong quá trình đào (hình 2) mà không phải vận chuyển ra ngoài, công tác thông gió thực hiện bằng hạ áp chung nên đơn giản và tiết kiệm chi phí. Ví dụ áp dụng sơ đồ này tại Nga có thể kể đến mỏ than Lugansugol (thi công lò dọc via trong via than có chiều dày từ 1,5 ÷ 1,8m, diện tích đào 14,5 m², đào bằng khoan nổ mìn kết hợp máy đánh rạch, tốc độ đào đạt 501m/tháng) và Kalininygol thuộc vùng than Tula (thi công lò dọc via trong via than có chiều dày từ 1,2 ÷ 1,5m, diện tích đào 8,0 m², sử dụng combai ПК-3, tốc độ đạt 1635 m/tháng). Tại Trung Quốc, Mỏ Bát Nhất (Sơn Đông) cũng áp dụng sơ đồ này để thi công các cặp lò thông gió, vận tải khi khai thác via than số 16 có chiều dày 0,8 m, đường lò có dạng hình vuông, chiều cao, chiều rộng lò 2,0 m, chiều dài phần gương mở rộng giữa hai đường lò được chèn đá là 8,0m.



a. Sơ đồ áp dụng tại Nga



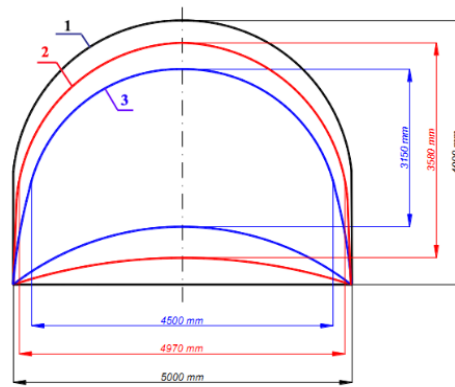
b. Sơ đồ áp dụng tại Trung Quốc

Hình 2. Sơ đồ thi công trụ nhân tạo bằng dải đá chèn theo hệ thống khai thác cột dài theo phương

Trụ bảo vệ bằng các cụm cột, cũi lợn kim loại hoặc trụ đỡ nhân tạo được áp dụng ở via than có chiều dày lớn hơn. Ví dụ, việc áp dụng giải pháp này có thể kể đến mỏ Ziemowit (Ba Lan), sử dụng kết cấu trụ nhân tạo bằng bê tông (đường kính 0,6m) để bảo vệ các đường lò dọc via có chiều cao từ 4,0 ÷ 4,3m, rộng 5,0 ÷ 5,5m khi khai thác lò chợ 902 và 904 tại via 209 (chiều dày via 4,5m, góc dốc 4°). Kết quả áp dụng thành công, các đường lò được bảo vệ đảm bảo kích thước yêu cầu làm lò thông gió cho lò chợ kế tiếp (903 và 905), giảm được 30 ÷ 60% chi phí so với đào lò mới (hình 3). Tuy nhiên, tồn tại chưa được giải quyết là vấn đề rò gió và trào khí, nhiệt, nước từ khu vực đã khai thác vào lò chợ liền kề phía dưới [Piotr Nielacny, 2009]. Cùng với nhược điểm này, trong điều kiện via than có khả năng tự cháy, giải pháp sẽ không được phép áp dụng.



a. Trụ bê tông trên đường lò



- 1 – Kích thước khi đào;
- 2 – Kích thước phạm vi ngã ba lò chợ;
- 3- Kích thước tại vị trí 200m phía sau gương lò chợ

b. Kết quả bảo vệ đường lò dọc vỉa 062

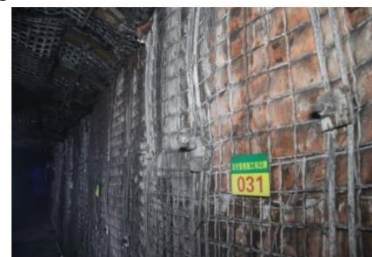
Hình 3. Kết quả áp dụng giải pháp thay thế trụ than bảo vệ lò chuẩn bị bằng trụ bê tông tại mỏ Ziemowit (Ba Lan)

Để khắc phục nhược điểm của hình thức kết cấu trụ bảo vệ nhân tạo bằng cụm cột, củi hay trụ bê tông (chi phí gỗ cao, tiềm ẩn nguy cơ cháy, rò gió, xuất khí, nhiệt, nước từ khu vực đã khai thác, ...), một số mỏ hầm lò trên thế giới đã xây dựng trụ nhân tạo thành các dải liên tục ở phạm vi hông lò chuẩn bị cần bảo vệ, qua đó đảm bảo độ kín khít và cách ly tốt khu vực đã khai thác. Trụ nhân tạo có chiều cao bằng chiều dày vỉa than được khai thác, chiều rộng tùy thuộc vào yêu cầu chịu lực và vật liệu thi công, nhưng thông thường bằng từ 0,7 ÷ 1,1 lần chiều dày vỉa. Tại Ba Lan, vật liệu sử dụng để xây dựng các dải trụ bảo vệ thường được hình thành từ hỗn hợp nước, xi măng, tro bay và các cốt liệu rắn khác để tăng khả năng kháng nén của trụ. Dải trụ sau thi công từ 6 ÷ 7 giờ sẽ đông kết chịu lực, sau 28 ngày khả năng chịu nén có thể đạt 24 MPa [Piotr Niefacny, 2009].

Tại Trung Quốc, việc thay thế trụ than bằng các dải trụ nhân tạo cũng được áp dụng khá phổ biến. Có thể kể đến mỏ Tân Nguyên (Tập đoàn than Dương Môi, tỉnh Sơn Đông) áp dụng giải pháp này để bảo vệ lò dọc vỉa cấp gió sạch của lò chợ cơ giới hóa đồng bộ 3107 tại vỉa số 3 (chiều dày 2,8m, góc dốc 4°). Lò được chống neo chất dẻo cốt thép kết hợp neo cáp, chiều rộng 4,0m, chiều cao 2,8m, chiều dài đường lò 1592m, độ sâu so với bề mặt địa hình 500m. Dải trụ nhân tạo được xây dựng bằng hỗn hợp khoáng hóa (hóa chất) hàm lượng nước cao (tỷ lệ hóa chất-nước-phụ gia là 1-5-1), kích thước trụ: cao x rộng là 2,8x2,0m, xuyên qua thân trụ được bố trí bổ sung neo thép để tăng khả năng chịu nén. Kết quả áp dụng đạt tốt, kích thước đường lò đảm bảo yêu cầu, dải trụ duy trì ổn định không bị phá hủy, áp lực mô lớn nhất tác động lên dải trụ là 12,75 MPa, chi tiết thể hiện trong hình 4 [张自政, 2015].



a. Vị trí thi công dải trụ nhân tạo



b. Dải trụ nhân tạo thi công hoàn thiện

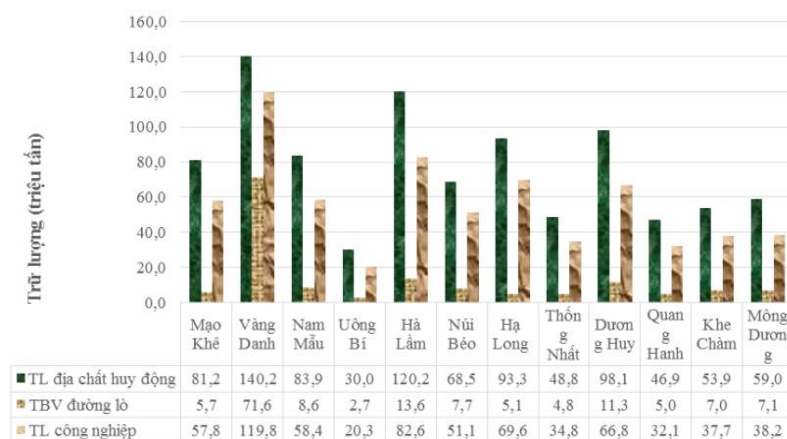
Hình 4. Dải trụ nhân tạo bảo vệ lò chuẩn bị tại mỏ Tân Nguyên, Tập đoàn than Dương Môi, tỉnh Sơn Đông

Bên cạnh các ưu điểm là dễ thi công, khả năng chịu lực cao, thời gian thực hiện nhanh, ít co ngót, cách ly tốt khu vực đã khai thác, giải pháp thi công dải trụ nhân tạo bằng vật liệu hóa chất có nhược điểm là giá thành cao. Thời gian gần đây, một số mỏ tại Trung Quốc như Hoa Thái, Tế Nam, Ngọa Long Hồ, Bình Môi, Đại Trang, ... đã sử dụng vật liệu thi công trụ bảo vệ nhân tạo là vật liệu dạng vữa gồm hỗn hợp tro bay, tro đáy nhà máy nhiệt điện, kết hợp một lượng phụ gia xi măng. Kết quả áp dụng đạt tốt tương đương vật liệu hóa chất, trong khi đó giá thành được giảm đáng kể. Đồng thời, việc sử dụng tro bay, tro đáy cũng cho phép giải quyết một lượng không nhỏ chất thải rắn từ các nhà máy nhiệt điện tại các khu vực lân cận [刘德明, 2013; 柳成懋, 2015; 张大虎, 2010; 张年有, 2017; 刘国磊, 2012].

Tại Việt Nam, thời gian qua vấn đề khai thác không để lại/hạn chế trụ bảo vệ (đào lò men) hoặc sử dụng trụ bảo vệ nhân tạo (sử dụng kết cấu cũ gỗ) đã được nghiên cứu áp dụng tại một số mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh [Phùng Mạnh Đắc, 1991], gồm: lò chợ 7 vỉa G mỏ Tân Lập (năm 1991 ÷ 1993), vỉa 8 (năm 1993), lò chợ số 1 vỉa 7 TVD - mỏ Vàng Danh (năm 1998) và vỉa 7 khu Nam, mỏ Dương Huy (năm 2004). Việc áp dụng thử nghiệm các giải pháp khai thác đã cho phép giảm đáng kể tổn thất than ở trụ bảo vệ lò chuẩn bị, nhưng do hạn chế của vật liệu thi công trụ, nên hiệu quả bảo vệ đường lò chưa thực sự đáp ứng yêu cầu đặt ra. Nhìn chung, việc nghiên cứu chuyên sâu về công nghệ khai thác sử dụng trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ đường lò chuẩn bị, cũng như vật liệu sử dụng thi công trụ chưa được đề cập nhiều trong ngành mỏ Việt Nam.

3. Tiềm năng áp dụng trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ lò chuẩn bị tại các mỏ hầm lò Việt Nam

Kết quả đánh giá tại 12 dự án mỏ hầm lò lớn vùng Quảng Ninh (Mạo Khê, Vàng Danh, Nam Mẫu, ...) [Trương Đức Dư, 2015] cho thấy, trữ lượng nằm trong trụ bảo vệ đường lò dự kiến để lại trong quá trình khai thác khoảng 93,5 triệu tấn, chiếm 10,11% tổng trữ lượng được huy động (924,2 triệu tấn). Đây đều là trữ lượng sẵn sàng, sẽ được khoanh vùng bởi các đường lò chuẩn bị khu vực lò chợ, độ tin cậy đạt mức chắc chắn (111), nếu được khai thác sẽ góp phần giảm tổn thất tài nguyên và nâng cao hiệu quả đầu tư xây dựng mỏ, chi tiết xem hình 5.



Hình 5. Phân bố trữ lượng nằm trong trụ bảo vệ đường lò theo các dự án mỏ

Vấn đề tồn tại trong tính toán chiều rộng trụ bảo vệ đường lò chuẩn bị trong các dự án mỏ nêu trên là kích thước trụ bảo vệ được xác định giống nhau ở tất cả các tầng khai thác có chiều sâu khác nhau. Trong khi đó, theo giáo sư Protodiakonov, chiều rộng trụ bảo vệ theo hướng dốc (L_r) phụ thuộc trực tiếp và tỷ lệ thuận với chiều sâu khai thác mỏ. Chi tiết thể hiện trong công thức (1) dưới đây.

$$L_r \geq \frac{\cos \alpha}{5} \times \zeta \times \sqrt{\frac{L_d \times H}{f}}, (m) \quad (1)$$

Trong đó:

L_d - Chiều dài theo hướng dốc của lò chợ, m;

α - Góc dốc của vỉa, độ;

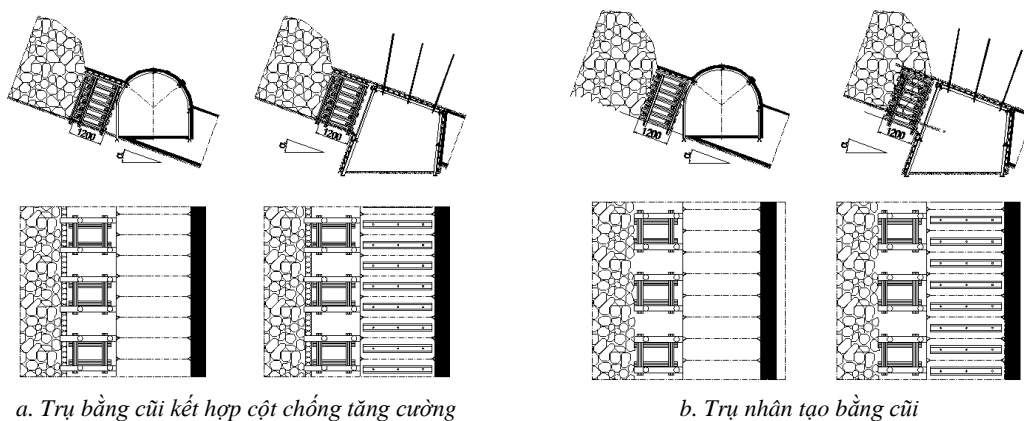
H - Chiều sâu khai thác trung bình, m;

f - Hệ kiên cố của đá vách theo thang chia của Protodiakonov;

ζ - Hệ số kể đến độ bền của than và đá trụ.

Thực tế hiện nay, các mỏ hầm lò đang khai thác các tầng phía trên của dự án mỏ, chiều sâu khai thác so với bề mặt địa hình không lớn, kích thước trụ bảo vệ lò chuẩn bị hầu hết được các mỏ hầm lò lựa chọn theo kinh nghiệm, bình quân khoảng 15m. Tuy nhiên, thực tế tại một số mỏ như Vàng Danh, quá trình đào lò chuẩn bị và khai thác tại khu giếng Vàng Danh, trụ than bảo vệ lò dọc vỉa đã có kích thước lên tới 20,0m vẫn chưa đáp ứng yêu cầu bảo vệ, lò bị nén lún phải chống xén nhiều mới đảm bảo yêu cầu sử dụng lại cho lò chợ kế tiếp. Trong khi đó, theo kế hoạch của các mỏ, thời gian tới sẽ phải khai thác xuống sâu hơn (chiều sâu lên tới 550 ÷ 750m so với bề mặt địa hình [Đỗ Ngọc Tước, 2012], chi tiết xem bảng 1), nếu vẫn áp dụng giải pháp truyền thống, kích thước trụ sẽ phải tăng theo tương ứng, đi cùng với đó, trữ lượng thực tế phải để lại (tổn thất) trong trụ bảo vệ đường lò sẽ lớn hơn so với giá trị dự kiến trong các dự án mỏ.

- (2) Sử dụng trụ bảo vệ nhân tạo là kết cấu cụm cột bê tông hoặc cũi gỗ (để tăng khả năng chịu lực của cũi có thể lấp đầy đá thải bên trong cũi hoặc sử dụng cột chống tăng cường). Trụ nhân tạo kiểu này áp dụng được cho điều kiện vỉa có chiều dày lớn hơn (tại mỏ Ziemowit, Ba Lan, chiều dày vỉa khu vực đường lò bảo vệ là 4,5m). Tương tự giải pháp sử dụng dải đá chèn, kết cấu trụ nhân tạo là cụm cột hay cũi lộn cũng không phù hợp để áp dụng tại các khu vực chịu ảnh hưởng lớn của nước mặt, nước ngầm. Đặc biệt, trong điều kiện vỉa than khu vực có tính tự cháy, giải pháp này sẽ không được áp dụng do nhược điểm rò rỉ gió vào khu vực khai thác lớn.

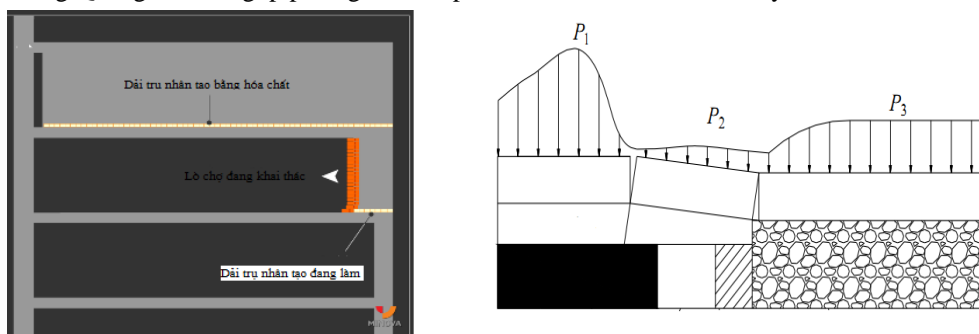


a. Trụ bằng cũi kết hợp cột chống tăng cường

b. Trụ nhân tạo bằng cũi

Hình 7. Trụ nhân tạo hình thành từ kết cấu cũi kết hợp cụm cột

- (3) Sử dụng trụ bảo vệ nhân tạo dạng dải liên tục theo phương, vật liệu sử dụng xây dựng trụ là hóa chất hoặc hỗn hợp bê tông mác thấp gồm tro bay, tro đáy nhà máy nhiệt điện, kết hợp một lượng phụ gia xi măng (hình 8). Giải pháp này phù hợp để sử dụng cho nhiều điều kiện chiều dày vỉa khác nhau, khả năng cách ly tốt nên áp dụng được cho các khu vực chịu ảnh hưởng của nước mặt, nước ngầm cũng như trong điều kiện vỉa than khai thác có khả năng tự cháy. Trong điều kiện Việt Nam, tỉnh Quảng Ninh hiện đang là địa bàn có nhiều nhà máy nhiệt điện than nhất cả nước với tổng công suất phát điện khoảng 5.550 MW, tương ứng lượng tro xỉ thải ra hàng năm khoảng 7,5 triệu tấn/năm [Lê Đức Nguyên, 2016]. Việc giải quyết lượng tro xỉ này đang là thách thức rất lớn cho các nhà máy nhiệt điện trong vấn đề lưu trữ, xử lý đảm bảo an toàn cho môi trường sống của cư dân địa phương và cảnh quan khu vực. Nếu có thể sử dụng tro xỉ để xây dựng các dải trụ nhân tạo bảo vệ đường lò chuẩn bị trong quá trình khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh sẽ góp phần giảm tải áp lực nêu trên cho các nhà máy nhiệt điện.



Hình 8. Sơ đồ công nghệ khai thác sử dụng trụ nhân tạo bằng hóa chất hoặc hỗn hợp bê tông mác thấp

4. Kết luận

Áp dụng công nghệ sử dụng trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ lò chuẩn bị trong quá trình khai thác tại các mỏ hầm lò Việt Nam là cần thiết, khả thi để giảm tổn thất tài nguyên than không tái tạo, chi phí mét lò chuẩn bị, giá thành sản xuất và nâng cao hiệu quả đầu tư xây dựng mỏ. Trong phạm vi bài báo, trên cơ sở kinh nghiệm áp dụng công nghệ trên thế giới, đánh giá tiềm năng trữ lượng áp dụng công nghệ trong nước, nhóm tác giả đã đề xuất một số loại hình công nghệ, giải pháp sử dụng trụ nhân tạo thay thế hình thức trụ than bảo vệ lò chuẩn bị theo phương pháp truyền thống. Để có thể triển khai ở quy mô công nghiệp tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh, thời gian tới cần lựa chọn vị trí khu vực lò chợ cụ thể, làm cơ sở thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu về áp lực mỏ tác động lên trụ nhân tạo, vị trí bố trí và kích thước cần thiết của trụ, cũng như kiểu loại, tỷ lệ cấp phối vật liệu, thiết bị phù hợp để thi công xây dựng trụ, tiếp đó áp dụng thử nghiệm trong thực tế để theo dõi, đánh giá và hoàn thiện công nghệ trước khi nhân rộng.

Tài liệu tham khảo

Phùng Mạnh Đắc, Nguyễn Anh Tuấn và nnk (1991), *Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ: Nghiên cứu áp dụng các sơ đồ công nghệ khai thác không để lại trụ than bảo vệ*, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội.

Đỗ Ngọc Tước và nnk (2012), *Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ: Nghiên cứu các giải pháp nhằm đáp ứng sản lượng nâng cao hiệu quả và mức độ an toàn các mỏ hầm lò, lộ thiên công suất lớn khi khai thác xuống sâu*, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội.

Đào Hồng Quảng và nnk (2013), *Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ: Nghiên cứu đề xuất giải pháp kỹ thuật công nghệ hợp lý trong đào chống các đường lò chuẩn bị khi khai thác vỉa than mỏng đến dày trung bình vùng Quảng Ninh*, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội.

Lê Đức Nguyên và nnk (2016), *Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ: Nghiên cứu lựa chọn vật liệu chèn hợp lý trong công nghệ chèn lò bằng sức nước để bảo vệ bề mặt tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh*, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội.

Trương Đức Du, Lê Đức Nguyên, Đỗ Ngọc Tước (2015), Các giải pháp kỹ thuật công nghệ nhằm tăng thu hồi than, Hội thảo khoa học “Nâng cao hiệu quả khai thác than – dầu khí đáp ứng nhu cầu năng lượng quốc gia, Hội KHCN Mỏ Việt Nam, (12/2015), tr. 66-75.

Dự án đầu tư xây dựng các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh do Công ty Cổ phần Tư vấn Đầu tư Mỏ và Công nghiệp – Vinacomin và Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin lập.

Проведение штретков широким забоем на шахте «Центральная-Боковская», бюллетень ЦИТИ 1957.

Разработка угольных пластов без выдачи породы на поверхность, Косович В.Л., Углетехниздат 1958, 125с.

Краткий справочник горного инженера угольной шахты, Бойко А.А., Москва 1963, 642с.

Задачик по подземной разработке угольных месторождений.

Piotr Niełacny (2009), *Praca doktorska: Dobór technologii utrzymywania wyrobisk przyścianowych w jednostronnym otoczeniu zrobów na podstawie pomiarów przemieszczeń górotworu*, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie.

刘德明, 赵平谦, 晏立森. 平煤股份一矿戊8-22180工作面沿空留巷膏体充填材料的应用研究[J]. 华东科技:学术版, 2013(8):372-372.

柳成懋, 戚洋. 沿空留巷膏体充填工作面顶板控制技术[C]. 全国采矿学术会议2015.

张大虎, 范祥峰. 膏体充填沿空留巷技术在卧龙湖煤矿的应用[J]. 安徽科技, 2010(8):50-51.

张年有. 膏体充填沿空留巷技术研究[J]. 煤矿现代化, 2017(1):4-6.

刘国磊, 温朋朋, 贾广辉. 济阳煤矿膏体充填沿空留巷技术[J]. 煤矿安全, 2012, 43(12):94-96.

张自政 (2015), 博士学位论文: 沿空留巷充填区域直接顶稳定机理及控制技术研究, 中国矿业大学.

ABSTRACT

Study on the possibility of using artificial pillar to replace the coal pillar protecting roadway during the process of exploitation in coal mines in Quangninh

Dinh Van Cuong^{1*}, Tran Van Thanh², Nguyen Anh Tuan³

¹Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

²Hanoi University of Mining and Geology

³Vietnam National Coal - Mineral Industries Holding Corporation Limited

The coal reserve of pillar protecting mine roadways, which is expected to leave (losses) in the mining process, is relatively large in the Quangninh coal mines, about 93.5 million tons, accounting for over 10% of the total coal reserve (924.2 million tons). This is a readily available coal reserve and currently had

prepared by the roadways in longwall mining. If we exploit coal pillar, it will not only allow for saving non-renewable coal resources, but also make use of the available facilities. So there is no depreciation charge of opening the mine, contributing to reducing the cost of preparing excavation, thereby allowing for the extension of the mining age and increase the efficiency of construction investment. In the world, in order to reduce the loss of coal in the pillar protected roadways, the mining technology schemat using artificial pillar is widely used. Accordingly, in order to simultaneously both exploit the coal in the pillar and maintain the roadway along the reservoir for ventilation of the longwall below, the coal ribs will be replaced with artificial pillar formed from the strips of stone, metal roof support, chemical materials or low-grade concrete mixes formed from fly ash, bottom ash from coal-fired power plants, combined with crushed stone and some cement additives. This paper will evaluate the ability and proposed some mining technological schemat as well as the type of construction materials suitable artificial pillar.

Keywords: Artificial pillar; coal pillar; underground coal mining; mining technology

Tổng quan Hệ thống Khai thác Quặng Hàm lò trên Thế giới và Đánh giá Hiện trạng Áp dụng ở Việt Nam

Lê Tiến Dũng^{1,*}, Đào Văn Chi¹
¹Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Khai thác quặng bằng phương pháp hàm lò xuất hiện ở Việt Nam với quy mô công nghiệp từ những năm 1950 tại mỏ Thiếc Tĩnh Túc Cao Bằng và tới thời điểm hiện tại luôn đóng góp to lớn vào sự phát triển kinh tế-xã hội quốc gia. Hệ thống khai thác (HTKT) quặng hàm lò bao gồm cách bố trí các đường lò, trình tự đào lò và phương pháp khấu quặng; và do đó, phải được thiết kế hợp lý, đảm bảo tính hiệu quả kinh tế-kỹ thuật cho mỗi điểm mỏ. Các HTKT áp dụng ở Việt Nam đang bị giới hạn chủ yếu tới một số hệ thống truyền thống với tổn thất tài nguyên lớn. Các hệ thống này phải được nghiên cứu đánh giá hiện trạng và khả năng nâng cao hiệu quả áp dụng. Nội dung bài báo trình bày tổng quan HTKT quặng hàm lò trên thế giới và đánh giá hiện trạng áp dụng các hệ thống ở Việt Nam. Dựa trên kết quả đánh giá tổng quan, bài báo đề xuất một số định hướng nghiên cứu trọng yếu nhằm nâng cao hiệu quả thiết kế và sử dụng HTKT quặng cho các mỏ hàm lò nước nhà.

Từ khóa: Quặng Hàm lò; Hệ thống Khai thác; Tổng quan; Hướng nghiên cứu

1. Đặt vấn đề

Theo Chiến lược khoáng sản đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030 của Thủ tướng Chính phủ (Thủ tướng Chính phủ, 2011), quan điểm chỉ đạo, định hướng phát triển, và chính sách đối với việc khai thác các loại quặng có nêu:

- Khoáng sản là tài nguyên không tái tạo, cần phải được quản lý, bảo vệ, khai thác, sử dụng hợp lý, tiết kiệm, có hiệu quả nhằm đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững kinh tế-xã hội, an ninh quốc phòng và môi trường;
- Khai thác phải gắn với chế biến, tạo sản phẩm có giá trị kinh tế cao; đến năm 2020 chấm dứt các cơ sở chế biến khoáng sản manh mún, công nghệ lạc hậu, hiệu quả kinh tế thấp, gây ô nhiễm môi trường;
- Khuyến khích chuyển giao công nghệ tiên tiến, thân thiện với môi trường trong khai thác, chế biến khoáng sản; tăng cường năng lực, đổi mới thiết bị và công nghệ.

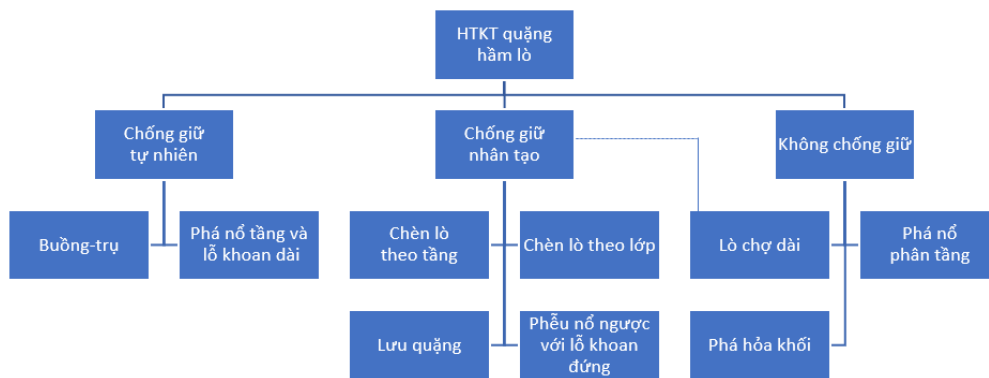
Theo Quy chuẩn Việt Nam về an toàn trong khai thác quặng hàm lò (Bộ Công Thương, 2017), “Hệ Thống Khai Thác” là hệ thống đường lò trong giới hạn khu khai thác, liên quan mật thiết với nhau về không gian, thời gian và mục đích sử dụng. Cụ thể hơn, hệ thống khai thác (HTKT) quặng bao gồm cách bố trí các đường lò, trình tự đào lò và phương pháp khấu quặng (Đỗ Mạnh Phong, 2001). Một HTKT nếu được thiết kế hợp lý sẽ có vai trò quan trọng và tiên quyết tới việc đảm bảo tính hiệu quả kinh tế-kỹ thuật cho mỗi điểm mỏ. Công tác lựa chọn và áp dụng các HTKT quặng hàm lò ở Việt Nam, do điều kiện địa chất-mỏ thân quặng phức tạp cũng như hạn chế trong việc tiếp cận các phương pháp tiên tiến trên thế giới, chưa được thực hiện và tối ưu hóa một cách khoa học. Chính vì thế, việc đánh giá tổng quan các HTKT trên thế giới và ở Việt Nam là cần thiết, cung cấp một nền tảng hiểu biết vững chắc cho các nghiên cứu chuyên sâu phục vụ đáp ứng chiến lược phát triển khoáng sản nước nhà.

2. Tổng quan hệ thống khai thác quặng hàm lò

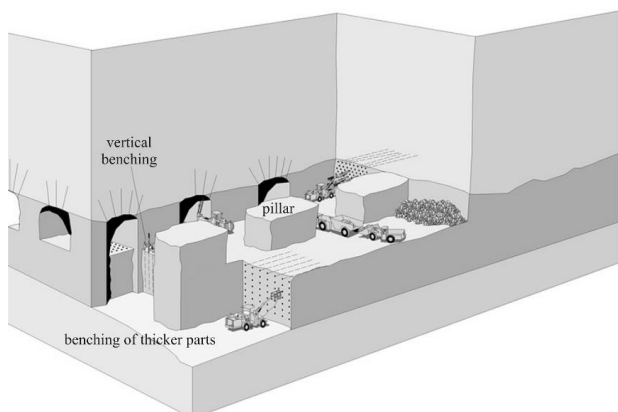
Các HTKT được phân loại bởi các nhà khoa học Liên Xô cũ (Đỗ Mạnh Phong, 2001) thành ba nhóm chính dựa trên phương pháp điều khiển áp lực khoáng không gian đã khai thác. Đó là nhóm HTKT với chống giữ tự nhiên khoáng không gian đã khai thác, nhóm HTKT với chống giữ nhân tạo khoáng không gian đã khai thác; và nhóm HTKT với phá hóa đất đá. Tương tự, các nhà khoa học phương tây (Brady and Brown, 2004; Hamrin, 2001) phân loại các HTKT theo sơ đồ trên Hình 1. Mô hình lý thuyết của một số HTKT quặng hàm lò điển hình được minh họa trên các Hình 2(a-d).

* Tác giả liên hệ

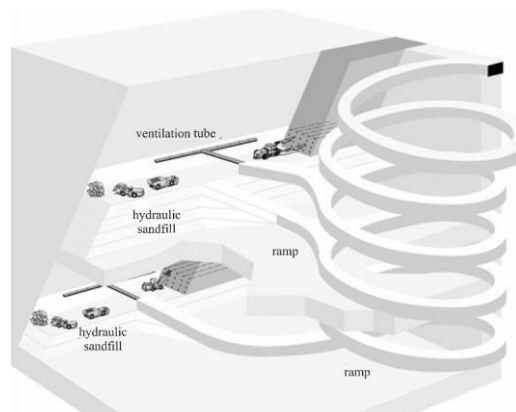
Email: t.d.le @humg.edu.vn



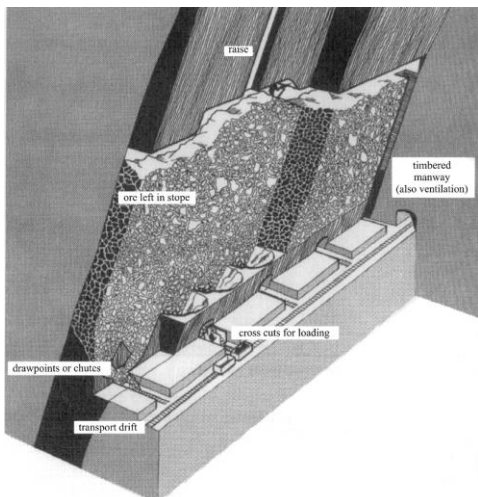
Hình 1. Phân loại các HTKT quặng hầm lò (Brady and Brown, 2004)



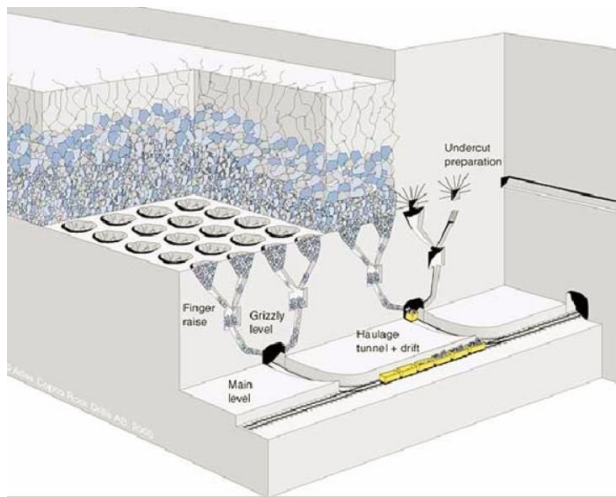
Hình 2(a). Hệ thống khai thác Buồng-trụ (Room-and-pillar) (Hamrin, 2001)



Hình 2(b) Hệ thống khai thác chèn lò (cut-and-fill stoping) (Hamrin, 2001)



Hình 2(c) Hệ thống khai thác lưu quặng (shrink stoping) (Hamrin, 2001)



Hình 2(d) Hệ thống khai thác phá hỏa khối (block caving) (Hamrin, 2001)

Các HTKT áp dụng tại một số mỏ quặng hầm lò lớn nhất trên thế giới được tổng hợp trong Bảng 1 (Vergne, 2008). Theo đó, hệ thống phá hỏa khối quặng là được áp dụng phổ biến nhất trong khi các hệ thống phá nổ phân tầng và buồng-trụ cũng được áp dụng. HTKT phá nổ phân tầng cũng đang được áp dụng rộng rãi ở Australia, ví dụ các mỏ Capricorn Copper, Ernest Henry và Mugana (Department of Natural Resources and Mines, 2016).

Bảng 1. HTKT áp dụng tại các mỏ quặng hầm lò lớn nhất trên thế giới (Vergne, 2008)

Công ty	Mỏ	Vị trí	Khoáng sản	Công suất tấn/ngày	Hệ thống khai thác
LKAB	Kiruna	Thụy Điển	Sắt	52,000	70% phá hòa phân tầng 22% khấu phân tầng
MIM Holdings	Mount Isa	Úc	Kẽm	31,000	Khấu phân tầng
JM Asbestos	Jeffrey	Canada	Amiang	20,000	Phá hòa khối
BHP	San Manuel	Mỹ	Đồng	68,000	Phá hòa khối
Codelco	El Teniente	Chile	Đồng	100,000	Phá hòa khối
Lepanto	Far Southeast	Philippines	Vàng	17,000	Phá nổ bằng lỗ khoan dài

Các mỏ quặng hầm lò ở Việt Nam trong phạm vi bài báo được giới hạn tới các mỏ thuộc Tổng Công ty Khoáng sản – TKV. Các mỏ này phân bố trên diện rộng, chủ yếu khai thác quặng kẽm chì, thiếc, vàng và đồng. Các mỏ quặng đều nằm ở các vùng sâu, xa, địa hình đồi núi cao tương đối phức tạp và phân cắt mạnh (Lê Văn Chinh, 2015). Các HTKT tại một số mỏ điển hình được đánh giá và thể hiện trên Bảng 2.

Bảng 2. Đánh giá HTKT tại một số điểm mỏ điển hình Tổng công ty Khoáng sản – TKV

Hệ thống khai thác	Tên mỏ	Ưu điểm	Nhược điểm
Buồng lưu quặng	Chì kẽm Lang Hít. (Ngoài ra: Cúc Đường, Vi Kẽm)	Phù hợp với thân quặng dốc đứng, chiều dày mỏng đến trung bình	Tồn thất quặng do phải để lại trụ bảo vệ lò vận tải, thông gió, thượng cạnh khối.
Buồng-trụ	Kẽm chì Chợ Điền (Ngoài ra: thiếc gốc Suối Bắc)	Phù hợp với thân quặng có chiều dày lớn, góc dốc thoải	Việc bố trí các HTKT còn nhiều bất cập do công tác thăm dò đánh giá các khối quặng chưa chính xác. Các thông số của hệ thống chưa được tính toán phù hợp, dẫn đến tổn thất lớn.
Chia lớp kết hợp với chèn lò	Vàng Minh Lương	Phù hợp với các thân quặng dốc đứng, chiều dày từ mỏng đến trung bình, có giá trị kinh tế cao	Các thông số chiều dài và chiều cao của buồng ngăn, dẫn tới chi phí đào lò chuẩn bị tăng. Góc dốc buồng khai thác theo lớp ngang là 0° nên thời gian vận tải trong một chu kỳ lớn.

3. Phương pháp lựa chọn hệ thống khai thác

Về mặt kỹ thuật, việc sử dụng một phương pháp hầm lò để khai thác quặng cơ bản được quyết định bởi đặc tính thân quặng (kích thước và hình dạng, độ sâu và góc dốc, hàm lượng đủ lớn so với chi phí) và đặc tính bền vững của đất đá xung quanh. Dựa trên các thông số cơ bản này, một loạt phương pháp định tính và định lượng hỗ trợ lựa chọn HTKT hợp lý cho một thân quặng đã được phát triển trên thế giới. Một số phương pháp phổ biến nhất sẽ được giới thiệu trong khuôn khổ bài báo này.

3.1 Boshkov and Wright

Boshkov and Wright (1973) đề xuất một trong số những phương pháp đầu tiên phục vụ cho việc đánh giá lựa chọn HTKT quặng hầm lò. Phương pháp này sử dụng các mô tả chung của chiều dày, góc dốc, độ bền vững của thân quặng và đá xung quanh để xác định các HTKT mà thực tế trước đó đã được áp dụng trong các điều kiện địa chất-mỏ tương tự. Phương pháp này có thể đề xuất đến bốn HTKT khác nhau có thể áp dụng cho cùng một điều kiện thân quặng. Chi tiết xem trong Bảng 3.

3.2 Hartman

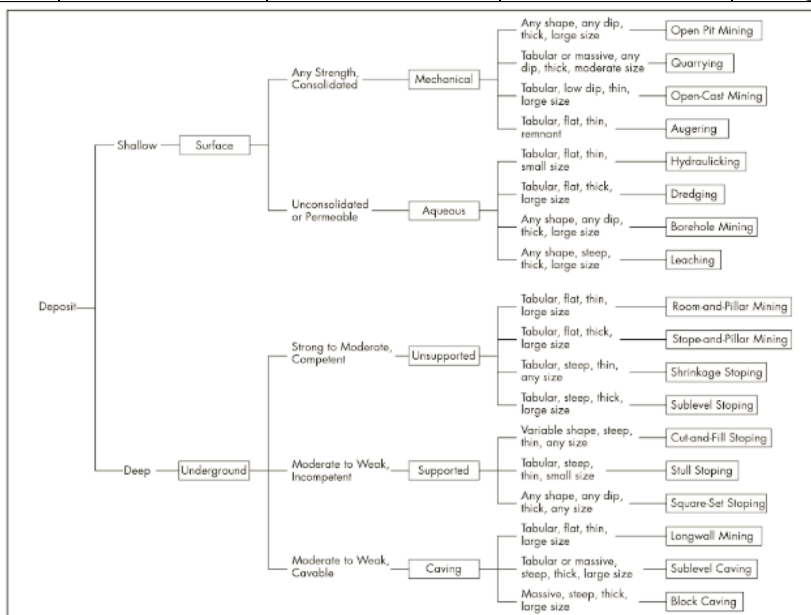
Hartman (1987) đề xuất một quy trình (phương pháp) lựa chọn HTKT dựa trên hình khối thân quặng và điều kiện xung quanh thân quặng (Hình 3). Quy trình này tương tự với phương pháp của Boshkov and Wright (1973) nhưng hướng tới các điều kiện mỏ cụ thể hơn. Lưu ý rằng sự phân loại của Hartman là cho cả khai thác hầm lò và lộ thiên, than và quặng.

3.3 Morrison

Phương pháp của Morrison (1976) phân chia các HTKT thành 3 nhóm: A- trụ bảo vệ cứng (Rigid Pillar Support); B- sụt lún bề mặt có điều khiển & lò chợ dài (Controlled Subsidence & Sequential Longwall); C- phá hòa (Caving), xem Hình 4. Kích thước thân quặng (chiều rộng), phương thức thức chống giữ, và sự tích tụ năng lượng biến dạng được sử dụng là các tiêu chuẩn để xác định HTKT hợp lý.

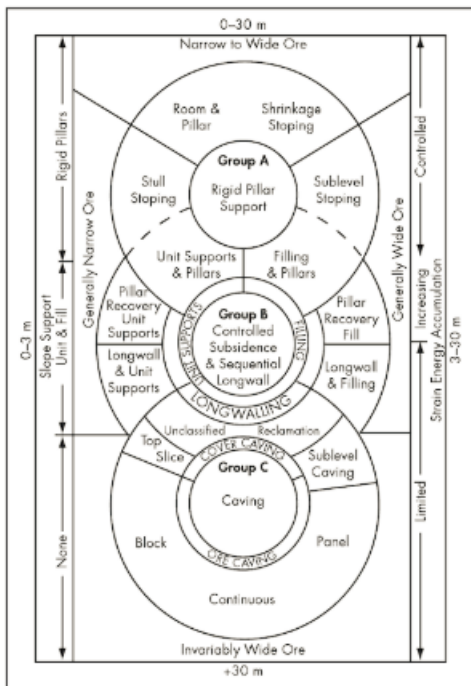
Bảng 3. Phương pháp Boshkov and Wright

Dạng thân quặng	Góc dốc	Độ kiên cố quặng	Độ kiên cố đá	HTKT phổ biến
Phân lớp mỏng	Nằm ngang	Kiên cố	Kiên cố	Không phá hóa & trụ thường; Buồng-trụ; Lò chợ dài.
		Yếu hoặc kiên cố	Yếu	Lò chợ dài.
Phân lớp dày	Nằm ngang	Kiên cố	Kiên cố	Không phá hóa & trụ thường; Buồng-trụ; Lớp ngang.
		Yếu hoặc kiên cố	Yếu	Lớp ngang; Phá nổ phân tầng
Mạch quặng mỏng	Dốc đứng	Yếu hoặc kiên cố	Kiên cố	Hỗn hợp lộ thiên-hầm lò.
		Không xác định	Không xác định	Như “phân lớp mỏng”.
		Kiên cố	Kiên cố	Không phá hóa; Buồng lưu quặng; Chèn lò.
		Yếu	Yếu	Chèn lò; Chống khung gỗ
Mạch quặng dày	Dốc đứng	Yếu	Kiên cố	Không phá hóa; Chống khung gỗ.
		Không xác định	Không xác định	Lớp băng; Chống khung gỗ.
		Kiên cố	Kiên cố	Như “phân lớp dày/khối”
		Yếu	Yếu	Không phá hóa; Hỗn hợp lộ thiên-hầm lò; Buồng lưu quặng; Chống khung gỗ.
Khối	Không xác định	Yếu	Kiên cố	Chèn lò; Chia lớp ngang; Phá nổ phân tầng; chống khung gỗ.
		Kiên cố	Kiên cố	Không phá hóa; Chia lớp ngang; Phá nổ phân tầng; Phá hòa khối; Chống khung gỗ.
		Yếu	Yếu	Chia lớp ngang; Phá nổ phân tầng; Chống khung gỗ
Khối	Không xác định	Kiên cố	Kiên cố	Hỗn hợp lộ thiên-hầm lò
		Yếu	Yếu hoặc kiên cố	Buồng lưu quặng; Phá nổ phân tầng; Chèn lò.
		Yếu	Yếu hoặc kiên cố	Chia lớp ngang; Phá nổ phân tầng; Phá hòa khối; Chống khung gỗ.

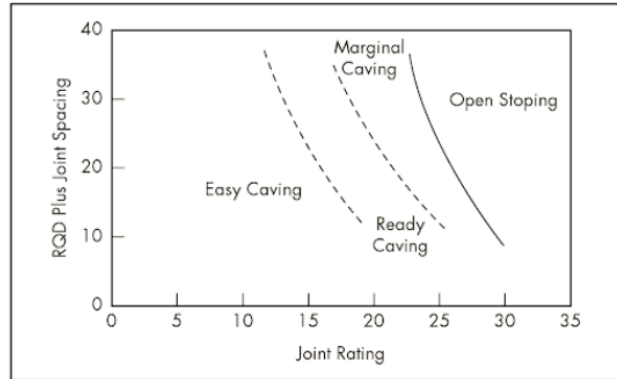


Source: Hartman 1987, reproduced with permission of John Wiley and Sons, Inc.

Hình 3. Phương pháp Hartman



Hình 4. Phương pháp Morrison



Hình 5. Phương pháp Laubscher

3.4 Laubscher

Laubscher (1981) giới thiệu một biểu đồ giúp lựa chọn hợp lý các HTKT quặng với số lượng lớn. HTKT được so sánh ở đây là giữa phá hòa khối và khấu buồng, và sử dụng khả năng tự phá hòa/sập đổ là tiêu chuẩn so sánh. Các tham số được dùng để xác định xem có dùng một HTKT phá hòa hay không chủ yếu liên quan đến các đặc tính của nứt nẻ: mức độ, chỉ số chất lượng đá (RQD), khoảng cách, độ nhám, lấp nhét và điều kiện thủy văn (Hình 5).

4. Nâng cao hiệu quả sử dụng hệ thống khai thác Việt Nam

Căn cứ vào chiến lược khoáng sản đã nêu ở phần đầu bài báo, Tổng Công ty Khoáng sản – TKV đã và đang hướng tới việc xây dựng các mỏ khai thác quặng hầm lò tương đối hiện đại, thu hồi khoáng sản có ích ở mức độ cao nhất, giảm thiểu ô nhiễm môi trường, tăng năng suất lao động, tăng mức độ an toàn và cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động. Tuy nhiên, mục tiêu này không dễ thực hiện khi mà các quặng ở Việt Nam có nguồn gốc thành tạo là nhiệt dịch-chiêu dày, chiều dài theo phương và theo hướng dốc biến động, hàm lượng quặng và trữ lượng mỏ không lớn. Thực tế với điều kiện địa chất mỏ khó khăn, các kỹ sư không có nhiều lựa chọn trong việc thiết kế hệ thống khai thác cũng như cơ giới hóa đồng bộ các công tác mỏ. Căn cứ vào việc đánh giá tổng quan các HTKT đang được áp dụng trên thế giới và ở Việt Nam cũng như các phương pháp lựa chọn HTKT, nhóm tác giả đề xuất một số hướng nghiên cứu chính nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng các HTKT trong các mỏ quặng hầm lò Việt Nam như sau:

- **Lựa chọn hệ thống khai thác hợp lý.** Khi thiết kế các mỏ quặng hầm lò, các kỹ sư chủ yếu đề xuất các HTKT trên cơ sở phân tích định tính các điều kiện địa chất-mỏ trước khi tiến hành so sánh chi tiết về mặt kỹ thuật và kinh tế. Cách tiếp cận này là tương tự như với các phương pháp cổ điển của Boshkov and Wright (1973), Hartman (1987) và Morrison (1976). Các phương pháp này có ưu điểm là đơn giản, dễ thực hiện; tuy nhiên mang tính định lượng ít và bị giới hạn tới một số lượng các tham số nhất định. Các phương pháp xác định mang tính định lượng (ví dụ Nicholas, 1992) cần được nghiên cứu xem xét áp dụng để nâng cao hiệu quả lựa chọn HTKT;
- **Tính toán hợp lý các thông số hệ thống khai thác.** Thực tế áp dụng ở các mỏ hầm lò Việt Nam đã cho thấy các thông số của HTKT chưa tối ưu và có thể tính toán hợp lý hơn. Ví dụ tính toán kích thước trụ bảo vệ các thượng chia khối khai thác hoặc chống giữ nhân tạo thượng để giảm thiểu tổn thất quặng;
- **Tổ chức sản xuất hợp lý các công tác lò chơ.** Ví dụ trong HTKT buồng lưu quặng ở các mỏ Việt Nam, công tác khai thác có thể được bố trí kết hợp với công tác đào lò nổi (tới thượng), dẫn đến việc kéo dài thời gian làm việc. Nếu công tác thiết kế HTKT bỏ được các trụ bảo vệ thì sẽ giảm được thời gian và khối lượng công tác chuẩn bị, làm tăng năng suất lao động;
- **Cơ giới hóa công tác đào lò chuẩn bị.** Do các đường lò chuẩn bị đào trong đá hoặc quặng có độ kiên cố lớn nên thường dùng phương pháp khoan nổ mìn để đào lò. Tuy nhiên việc sử dụng khoan thủ

công dẫn đến năng suất phá nổ thấp và tiêu tốn nhiều công lao động. Việc sử dụng máy khoan tự hành hoặc có người điều khiển cần phải được nghiên cứu áp dụng ngay ở giai đoạn thiết kế HTKT.

5. Kết luận

Nội dung bài báo trình bày tổng quan về các HTKT quặng hầm lò trên thế giới và đánh giá các HTKT hiện đang áp dụng ở Việt Nam. Cùng với đó các phương pháp hỗ trợ lựa chọn HTKT hợp lý ở giai đoạn nghiên cứu tiền khả thi một mỏ quặng cũng đã được đánh giá. Kết quả chỉ ra rằng trên thế giới việc phân loại các HTKT chủ yếu là dựa trên các phương thức điều khiển áp lực mỏ. Ở Việt Nam, việc lựa chọn HTKT khi thiết kế còn mang nhiều tính định tính; các thông số của HTKT chọn chưa được tối ưu hóa, dẫn đến việc tổ chức sản xuất cũng chưa hợp lý; và công tác cơ giới hóa khi đào lò còn ở mức độ thấp. Từ đó, nhóm tác giả đề xuất bốn hướng nghiên cứu chính nhằm nâng cao hiệu quả thiết kế và sử dụng HTKT cho các mỏ quặng hầm lò Việt Nam: 1- lựa chọn HTKT hợp lý; 2- tối ưu hóa các thông số của HTKT; 3- bố trí tổ chức sản xuất hợp lý các công tác lò chợ; và 4- cơ giới hóa công tác đào lò chuẩn bị.

Tài liệu tham khảo

- Boshkov, S. H. & Wright, F. D. 1973. Basic and parametric criteria in the selection, design and development of underground mining systems. *SME Engineering Handbook*. New York: AIME.
- Bộ Công Thương. 2017. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong khai thác quặng hầm lò.
- Brady, B. H. G. & Brown, E. T. 2004. *Rock mechanics for underground mining*. London, Kluwer Academic Publishers.
- Department of Natural Resources and Mines. 2016. Queensland's metalliferous and industrial minerals.
- Đỗ Mạnh Phong. 2001. *Bài giảng Khai thác Quặng Hầm lò*. ĐH Mỏ-Địa Chất Hà Nội.
- Hamrin, H. 2001. Underground mining methods and applications. *Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies*. Littleton, Co: SME.
- Hartman H. L. 1987. *Introductory mining engineering*. Wiley.
- Morrison, R. G. K. 1976. *A Philosophy of Ground Control: A Bridge Between Theory and Practice*. Department of Mining and Metallurgical Engineering, McGill University.
- Nicholas, D. E. 1992. Selection procedure. *SME Mining Engineering Handbook*. Littleton, CO: SME.
- Laubscher, D. H. 1981. Selection of underground mass mining methods. *Design and Operation of Caving and Sublevel Stopping Mines*, New York. Society of Mining Engineers, AIME, 23-38.
- Lê Văn Chính. 2015. *Phân tích đánh giá công nghệ khai thác quặng hầm lò hiện nay của Tổng công ty khoáng sản và đề xuất giải pháp công nghệ nhằm nâng cao hiệu quả khai thác các mỏ quặng hầm lò*. Luận văn Thạc sĩ. Hanoi University of Mining and Geology.
- Thủ Tướng Chính phủ. 2011. *Phê duyệt Chiến lược khoáng sản đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030*.
- Vergne, J. D. L. 2008. *Hard Rock Miner's Handbook*. Stantec Consulting.

ABSTRACT

A Review of Ore Underground Mining Methods and Assessment of Application in Vietnam

Le Tien Dung¹, Dao Van Chi¹

¹Hanoi University of Mining and Geology

Underground mining methods for ore extraction have been industrially applied in Vietnam since 1950s at Tinh Tuc Cao Bang Tin mine and to present they have greatly contributed to the social-economic development of the nation. An underground mining method (HTKT) consists of roadway layout, roadway development sequence and ore breaking method; and therefore, it must be properly designed, ensuring the technical-economic efficiency for a mine site. The methods being applied in Vietnam are limited to several conventional methods with high rate of ore loss. The current application and improvability of the applied methods must be assessed. This paper presents a review of the widely applied methods in the world and an assessment of the methods' efficiency in Vietnam. From the review, key research orientations are recommended to improve the design and use of ore mining methods for Vietnam underground mines.

Nghiên cứu xây dựng quy trình thi công khai thác lò chợ cơ giới chống giữ bằng dàn 2ANSH cho khu vực khoáng sàng Hồng Thái- Mạo Khê

Nguyễn Văn Dũng¹, Nguyễn Phi Hùng², Nguyễn Cao Khải^{2*}, Đặng Phương Thảo², Lê Duy Khánh³
¹Tổng Công ty Đông Bắc, ²Trường đại học Mỏ - Địa chất, ³Công ty than Hà Lâm

TÓM TẮT

Đối với những vỉa than mỏng dốc đứng lò chợ bám vách và trụ vỉa, chiều cao khẩu gương toàn lò chợ trong khoảng 2,2 - 2,0 m. Phần than sát vách vỉa có chiều dày 0,5 - 1,0 m là loại than mềm. Đá vách trực tiếp vỉa than là sét than, sét kết phân mỏng, chiều dày khoảng 1,5m, dễ tách lớp và sụt lở khi lộ gương nên lò chợ thường xuyên bị rỗng nóc gây khó khăn cho công tác di chuyển vì chống. Mặt khác, trong thời gian mùa mưa, lò chợ khai thác gần địa hình bề mặt nên ảnh hưởng trực tiếp từ mặt trước. Nước chảy qua lò chợ nhiều làm tụt nóc lở gương, hạn chế công tác khai thác và tải than. Trong thời gian này, phần lớn các công tác lò chợ là củng cố và tháo tách nước nên ảnh hưởng rất lớn tới công suất khai thác. Đồng thời các chỉ tiêu sản lượng và năng suất lao động v.v. trong thiết kế đã xây dựng quá cao, công nhân khó mà thực hiện được. Hiện tại, chỉ tiêu năng suất lao động đặt ra là 20 tấn/ công, nhưng thực tế chỉ đạt 2,5 tấn/công. Do vậy, thu nhập của công nhân ở đây thấp, khiến một số người sinh ra chán nản. Bởi vậy, việc nghiên cứu áp dụng công nghệ cơ giới hóa khai thác bằng tổ hợp dàn chống 2 ANSH cho các vỉa mỏng, dốc đứng ở Than Hồng Thái (và Mạo Khê) nhằm nâng cao năng suất, khai thác triệt để tài nguyên và đảm bảo an toàn là rất cần thiết. Để đạt được năng suất lao động như mong muốn cần thiết phải xây dựng được quy trình thi công hợp lý.

Từ khóa: Giàn chống 2ANSH, lò dọc vỉa thông gió, lò dọc vỉa vận tải, cột thủy lực DZ22, gương khẩu.

1. Công tác tạo khám lắp đặt dàn chống khai thác

Khám để lắp đặt dàn chống (đơn nguyên) là một đoạn lò chợ nằm liền với lò dọc vỉa thông gió. Để thuận lợi cho quá trình vận tải than và do lò thượng khởi điểm mở lò chợ không thẳng, tránh tình trạng dàn chống đầu tiên ra ngoài lò thượng khởi điểm vì vậy khi mở khám lắp đặt thiết bị thì luồng đầu tiên được mở có chiều dài là 5 m theo chiều hướng dốc vỉa (tức là từ hông bên vách lò dọc vỉa thông gió xuống phía dưới theo chiều hướng dốc là 5 m), tiến độ khẩu gương là 1,08 m theo đường phương của vỉa. Luồng đầu tiên được chống bằng gỗ kết hợp với thùy dọc. Các luồng tiếp theo được chống bằng cột thủy lực đơn DZ - 25 kết hợp với gỗ thùy dọc và thùy ngang làm xà, công tác khẩu chống tạo khám bằng búa chèn kết hợp với thủ công, kích thước của đoạn lò chợ từ luồng thứ 2 cho đến khi đủ chiều dài là 42m theo đường phương và 5m theo chiều hướng dốc. Và để lắp đặt toàn bộ giàn chống trong lò chợ thì chiều dài theo đường phương tính từ thượng khởi điểm là 42m. Chiều dài theo chiều dốc của vỉa tính từ lò dọc vỉa thông gió xuống là 5,0 m. Hộ chiều chống lò chợ như hình 1. [Lê Như Hùng, 2012]

1.1 Công tác khẩu, chống tạo khám lắp đặt dàn chống:

Công tác phá than tạo khám lắp đặt dàn chống được sử dụng búa chèn để khẩu gương, việc khẩu than để tạo khám có kích thước như sau: 2,5 m theo chiều hướng dốc và 3,0 m theo phương. Vật liệu làm xà bằng gỗ thùy dọc và thùy ngang, cột để chống giữ khám bằng cột TLĐ DZ - 25, đầu cột liên kết với xà bằng dây thép F 3mm, các chân cột được liên kết với nhau bằng văng chân cột. Khẩu than tạo khám trong vỉa theo hướng dốc xuống phía dưới là 2,0 m và chống bằng thùy dọc, hướng khẩu chống tiến theo phương và đánh gánh tăng cường cho vì chống của khám. Trình tự thi công như sau:

- Củng cố chắc chắn xung quanh vị trí làm việc, xúc tải than ở nền lò dọc vỉa thông gió, đánh khuôn cát môn ở lò dọc vỉa thông gió, đóng thang đi lại bên luồng tháo than, làm Baza chắn than, lắp đặt sàn thao tác.

- Bắt mép vì chống khám:

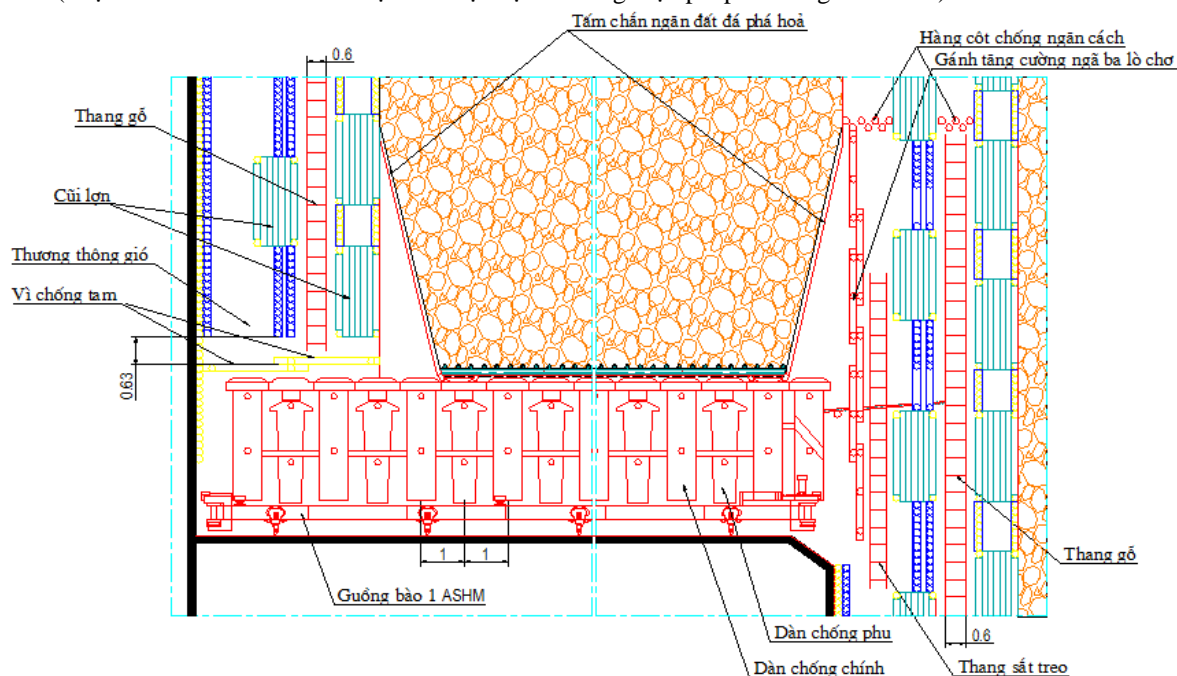
+ Để thuận lợi cho quá trình vận tải than khi mở khám thì cho tháo 02 hàng cột chống bên hông của lò thượng tại vị trí mở khám, vị trí bắt đầu tháo hai hàng cột đoạn thứ nhất của lò thượng cách nền lò dọc vỉa thông gió theo chiều hướng dốc xuống phía dưới là 1,2m và chiều dài đoạn hông lò cần tháo này theo hướng dốc là 0,8m.

* Tác giả liên hệ

Email: nguyengkhaihd@gmail.com

+ Nối tiếp đoạn hông lò thượng cần tháo thứ hai xuống phía dưới là 1 m thì bắt đầu cho tháo hai hàng cột hông lò thượng đoạn thứ 2, nối tiếp vị trí đoạn hông lò cần tháo thứ 2 là vị trí cần tháo hàng cột hông lò đoạn thứ 3 và chiều dài các đoạn cần tháo là 1,2 m. Tổng chiều dài các vị trí cần tháo là 2,4m, tổng chiều dài các vị trí để lại vì chống là 3,4m.

+ Trình tự thi công mở khám lắp đặt dàn chống: Tải than nên lò dọc via thông gió, đánh khuôn cát môn(việc đánh khuôn cát môn được thể hiện cụ thể trong biện pháp thi công mở khám).



Hình 1: Hệ chiếu chống giữ

*** Các bước thi công ở khám thứ nhất như sau:**

- Bước 1:

Củng cố lò thượng khởi điểm mở lò chợ đã có tại vị trí chuẩn bị bắt mép.

- Bước 2:

Đánh gánh tăng cường, tháo hai hàng cột chống sắt hông lò để thuận lợi cho quá trình vận tải than (kích thước đánh gánh tăng cường, khoảng cách, vị trí cần tháo được thể hiện cụ thể trong biện pháp thi công).

- Bước 3:

Khẩu guồng luồng thứ nhất, được sử dụng bằng búa chèn, khẩu theo hướng dốc là 5m, theo phương của via là 1,08m. Sau khi khẩu xong thì tải than, dọn nền, lên xà vào cột, cài chèn, làm bậc đi lại cho khám (Các chèn được chèn kín hoặc khoảng cách giữa các thanh chèn là 0,2-:0,25 m/thanh tùy theo điều kiện địa chất của từng via).

*** Các bước thi công ở khám thứ hai như sau:**

- Bước 1: Khẩu tạo đoạn thứ nhất của khám thứ hai với kích thước: 2,5m theo chiều hướng dốc và 3,0 m theo phương. Và chống bằng thiêu ngang, có đánh gánh tăng cường cho khám. Khẩu khám theo trình tự từ trên xuống dưới theo chiều hướng dốc. Chống khám sử dụng cột thủy lực đơn (TLĐ) và xà gỗ (đầu cột liên kết với xà bằng dây thép Φ 3, các chân cột được liên kết với nhau bằng văng chân cột hoặc bằng dây xích).

- Bước 2: Đánh gánh tăng cường, xếp chông pin tăng cường phía bên luồng đầu tiên

- Bước 3: Khẩu khám đoạn thứ 2 của khám thứ 2 với kích thước: 2m theo hướng dốc của via, 3m theo phương của via. Và chống bằng thiêu dọc, có đánh gánh tăng cường cho khám, khẩu khám theo trình tự từ vách xuống trụ của via, tiến độ của một lần khẩu là 1,0m. Sau khi khẩu xong thì đánh gánh tăng cường cho khám, đặt dầm nền chống nún dàn chống, tạo không gian lắp đặt dàn chống thứ nhất.

- Bước 4: Củng cố khám, vận chuyển dàn chống số 1 vào vị trí lắp đặt.
- Bước 5: Dùng Palăng nâng dàn chống ra khỏi tích và xoay theo hướng tiến của gương lò chợ (theo hướng dốc).
- Bước 6: Dùng tời kết hợp với Palăng thả dàn chống đến vị trí lắp đặt.
- Bước 7: Chất tải cho dàn chống, nâng xà dàn chống áp sát vào vách lò.
- Bước 8: Khẩu, đào chống khám luồng thứ 3, tháo cột chống ở khám, lắp đặt dàn chống số 2. Lắp đặt dàn chống số 2 thực hiện tương tự như dàn chống số 1.
- Bước 9: Vận chuyển và lắp đặt dàn chống số 3 được thực hiện tương tự như dàn chống số 2
- Bước 10: Vận chuyển và lắp đặt đơn nguyên số 4,5 được thực hiện tương tự khi khẩu chống xong các tiến độ tiếp theo.

Lưu ý:

+ Khi lắp đặt đến dàn chống số 6 và số 7 xong thì tiến hành lắp đặt guồng bào để phục vụ công tác tải than khi mở khám.

+ Khẩu tạo các khám tiếp theo thì tiến độ và dụng cụ chống giữ khám tương tự như khám thứ 2.

+ Tiến độ khẩu gương khám thứ 3 theo phương vỉa là 2,16m, các khám thứ 4 cho đến khi đủ chiều dài là 42m thì tiến độ khẩu gương là 2,0m.

1.2 Lắp đặt dàn chống trong khám

Khi khẩu, chống khám được 2 luồng, tiến hành công tác lắp đặt dàn chống số 1. Sau đó, công tác lắp đặt dàn chống số 2 và số 3, tiếp theo được tiến hành nối tiếp với quá trình khẩu gương khám (sau mỗi chu kỳ khẩu đào gương khám lắp đặt thêm một dàn chống). Khoảng cách từ dàn chống lắp đặt tới gương khám theo phương là 3 m trở lên.

* Chuẩn bị vật tư, thiết bị, vận chuyển dàn chống để lắp đặt:

Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ và thiết bị vận chuyển, lắp đặt. Dàn chống được vận chuyển bằng tích chở chuyên dùng. Khối lượng vật tư thiết bị chính phục vụ công tác lắp đặt, xem bảng:

Bảng liệt kê vật tư - Thiết bị phục vụ công tác vận chuyển lắp đặt

TT	Tên vật tư, thiết bị	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
1	Tời JD - 11,4	Cái	1	
2	Tời JH - 14	Cái	1	
3	Tích vận chuyển	Cái	2	
4	Pa lăng 5 tấn	Cái	4	
5	Cáp thép $\Phi 19,5$, L = 5m	Sợi	4	
6	Cáp thép $\Phi 13$, L = 20m	Sợi	1	
7	Con lăn đỡ cáp	Bộ	15	
8	Puly đảo hướng D = 420	Cái	2	
9	Cóc hãm guồng	Bộ	2	

* Chuẩn bị không gian lắp đặt:

Vị trí lắp đặt dàn chống là ở khám, công tác chuẩn bị bao gồm:

- Củng cố, tạo không gian lắp đặt.

- Lắp đặt tời, treo palăng phục vụ công tác di chuyển và lắp đặt dàn chống.

***Vận chuyển dàn chống vào vị trí lắp đặt:**

Dùng tời kéo và palăng đưa dàn chống vào vị trí lắp đặt trong khám (dàn chống được nằm theo hướng dốc và đảm bảo đúng vị trí qui định) đầu dàn chống hướng về phía dưới theo hướng dốc.

Sử dụng tời hãm định vị dàn chống tại vị trí lắp đặt, sau đó chất tải cho dàn chống.

***Lắp ráp các dàn chống của tổ hợp theo trình tự sau:**

Sau khi đào chống mở khám được 3 luồng tiến hành lắp đặt dàn chống số 1 (dàn chống chính), sau đó lắp đặt dàn chống tiếp theo được tiến hành nối tiếp với quá trình khấu gương ở khám.

Lắp đặt tời, treo Palăng phục vụ cho công tác di chuyển và lắp đặt dàn chống số 1, dùng tời kéo và Palăng đưa dàn chống vào vị trí lắp đặt của khám (mỗi loại dàn chống sẽ có quy định thứ tự đặt cụ thể) đầu dàn chống hướng xuống phía dưới theo hướng dốc của vỉa, sau đó chất tải cho dàn chống số 1 áp sát lên nóc lò.

Lắp đặt dàn chống số 1 cách thượng vận tải lò chợ là 1,15m (1 luồng) để tránh hiện tượng trong quá trình khấu than, lò thượng khởi điem mở lò chợ không thẳng hàng thì dàn chống số 1 có thể cắt vào vị chống của thượng khởi điem.

Lắp đặt dàn chống số 2 nối tiếp với dàn chống số 1 (Trình tự thi công lắp đặt dàn chống số 1 và dàn chống số 2 được thể hiện cụ thể trong biện pháp thi công). Sau đó chất tải cho dàn chống số 2.

Nối các ống cao áp với bộ van của các dàn chống, bịt đầu ra từ phía đối diện trong bộ van bằng nút chịu lực, tạo áp cho dàn chống đạt áp lực công tác, áp lực trong đường đẩy không lớn hơn 20 Mpa (200 KG/cm²). Để tránh biến dạng các tai vấu của các tấm chắn trên và các quai kẹp cột chống trên đế của dàn chống phụ khi nâng hoặc hạ dàn chống, độ chênh lệch giữa các cột không cho phép vượt quá 0,5 m.

Lắp đặt dàn chống số 3 , nối tấm chắn với đế của dàn chống phụ liền kề; tăng áp để nâng dàn chống số 1, dùng xích liên kết hợp trên của tấm chắn với vị chống của dàn chống chính.

Lắp đặt dàn chống số 4 bằng thanh giằng nối dàn chống này với tấm chắn của dàn chống số 3. Bằng các thanh nhíp nối dàn chống số 4 với dàn chống số 2, chất tải để nâng dàn chống số 4, dùng xích liên kết hợp trên của tấm chắn dàn chống số 3 với dàn chống số 4. Lắp một đầu của xích di chuyển với dàn chống số 3, đầu còn lại lắp với các dàn chống số 2 và số 4 (qua các khớp nối bản lề trên các dàn chống).

Tiếp tục lắp đặt các dàn chống của tổ hợp dàn chống và các tấm chắn theo thứ tự trên sơ đồ lắp đặt tổ hợp. Lắp đặt dàn chống cuối sau khi đã lắp xong guồng bào.

***Lắp đặt guồng bào:**

Lắp đặt đầu dẫn động tại vị trí gần thượng tháo than, sao cho tâm trục bánh xích trùng với đường mép ngoài lò chợ. Kích đây cánh tay đòn của dàn chống số 1 nối với con trượt nằm trong rãnh của nắp hộp giảm tốc. Hãm con trượt khỏi bị trôi dọc nhờ đầu hãm và bạc lót.

Nối trục cuối với thân đầu dẫn động và hãm trục cuối bằng nêm hãm chuyên dụng.

Kết nối tất cả các dầm dẫn hướng với nhau bằng các dầm nối, hãm dầm nối bằng ốc và nêm hoặc bằng các tấm hãm có chốt dây thép. Khi lắp các dầm dẫn hướng, trước tiên phải lắp các con trượt vào các rãnh chữ T, sau đó lắp các đầu kích đẩy (trên dàn chống có giá treo) với các con trượt. Các tay đòn thứ 2 và thứ 3 nối với các con trượt qua đầu nối lớn và đầu nối nhỏ.

Lắp đặt và hãm cố định bộ tang đuôi trên dầm cuối.

Căng xích kéo đầu công tác và nối xích bằng mắt nối, tạo thành vòng khép kín. Kiểm tra độ căng của xích và không có các đoạn xích bị vắn, rối.

Lắp các xe lăn cát than trên xích kéo, cách nhau khoảng 2,2 - 2,5m theo sơ đồ lắp đặt đầu công tác. Cho phép xô dịch vị trí xe lăn so với vị trí đã định với khoảng cách dưới 3 mắt xích về phía bất kỳ.

2 Trình tự thực hiện các công việc trong chu kỳ khai thác lò chợ

Kiểm tra củng cố lò chợ: Lò chợ trước khi khấu gương, phải được kiểm tra củng cố. Các công việc bao gồm: Kiểm tra hệ thống đường ống cấp dịch, hệ thống cấp điện, các chi tiết của tổ hợp dàn chống.

*** Đánh các đoạn tiến trước gương lò chợ**

Lên các xà dọc (chống bằng cột TLĐ và 1 đầu cắm sâu vào gương lò chợ) và các xà ngang trước không gian gương lò chợ để giữ phần không gian nóc trước khi khấu (trình tự thi công được thể hiện trong bản vẽ thi công

*** Khấu gương lò chợ:**

Kiểm tra tình trạng dàn chống, gương lò chợ dọc theo tuyến hành trình của guồng bào.

Kiểm tra tình trạng của guồng bào trước khi vận hành.

*** Chu kỳ khấu một lớp than bao gồm các bước:**

Căn cứ vào áp lực mở của lò chợ, sức chịu tải của dàn chống (sức chịu tải của dàn trên 1 m^2 che chắn không nhỏ hơn 240 kN/m^2 và sức chịu tải của dàn chống không nhỏ hơn 800 kN) và kinh nghiệm khai thác lò chợ sử dụng dàn chống của Ucraina, thiết kế xây dựng hộ chiếu chống giữ lò chợ như sau: [Vũ Đình Tiến 2005]

Chiều dài lò chợ của một cột: 60 m.

Khoảng cách giữa các dàn chống trong tổ hợp: 1,0 m.

Số lượng dàn chống trong tổ hợp: 60 dàn.

1- Hạ guồng bào để cắt than phần vách.

2- Làm sạch lớp than còn bám trên vách.

3- Khấu tiếp lớp than phần trụ.

4- Hạ, di chuyển và nâng (tạo kháng lực) cho các dàn chống phụ.

5- Hạ, di chuyển và nâng (tạo kháng lực) cho các dàn chống chính.

*** Vận hành guồng bào, khấu than lò chợ được thực hiện như sau:**

+ Khấu than lò chợ theo chiều dốc của vỉa, việc phá than ở gương lò chợ nhờ hệ thống guồng bào. Guồng bào dịch chuyển dọc gương lò chợ theo hành trình và khấu từ nóc xuống nền lò chợ.

+ Gương khấu được chia làm 2 phần: Phần dưới sát nền và phần trên sát nóc lò chợ. Khấu than phần nóc trước, sau đó đầu của máy bào được đẩy lên - xuống theo mặt đứng bằng kích chao - lắc thủy lực để khấu hết phần than nền.

+ Máy bào được đẩy chính diện vào gương bằng bàn điều khiển thủy lực chung hoặc từng phần nhờ khối điều khiển cục bộ đặt trên giá treo. Sau khi khấu hết gương theo tiến độ (0,63 m/tiến độ) và theo chiều dài lò chợ, máy bào được chuyển về vị trí ban đầu, trước khi di chuyển dàn chống lò chợ. [Lê Như Hùng 2004; Lê Như Hùng, 1995]

*** Di chuyển dàn chống, chống giữ gương lò chợ:**

Sau khi khấu gương lò chợ (tiến độ 0,63m), tiến hành di chuyển các dàn chống theo các bước như sau:

- Bước 1 . Di chuyển dàn chống phụ:

+ Dỡ tải cho các dàn chống phụ trên suốt chiều dài lò chợ nhờ bộ điều khiển thủy lực.

+ Điều khiển cho các kích đẩy để đẩy các dàn chống phụ về phía gương lò chợ theo tiến độ bằng bước khấu (0,63m).

+ Sau đó chất tải cho các dàn chống phụ.

- Bước 2 . Di chuyển dàn chống chính:

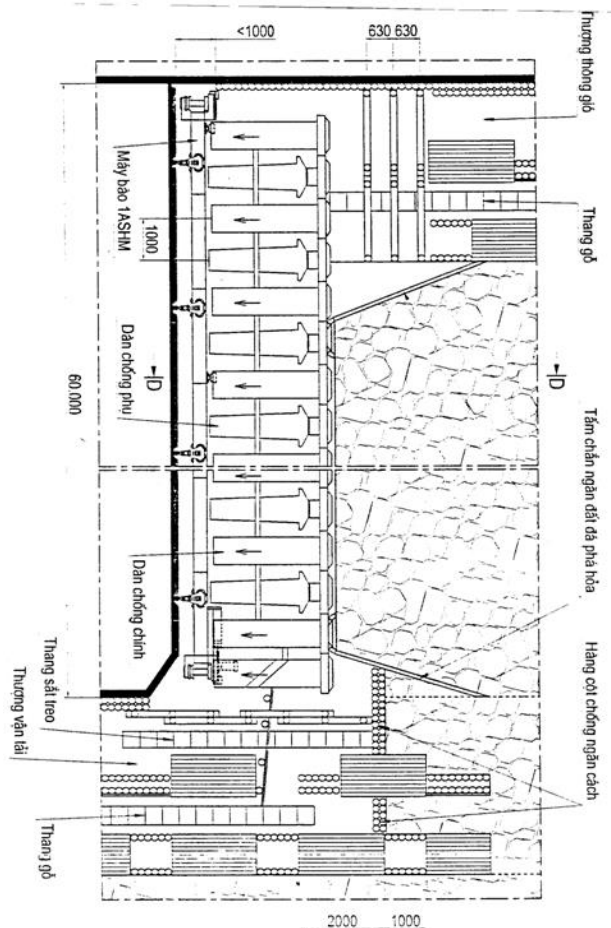
+ Tiếp theo sử dụng bàn điều khiển thủy lực giảm áp cho cụm dàn chống chính, đồng thời điều khiển các kích di chuyển, kéo các dàn chống chính về phía gương lò chợ sao cho thẳng hàng với dàn chống phụ.

+ Sau đó chất tải cho dàn chống chính, hoàn tất công tác di chuyển.

chống được thực hiện sau mỗi chu kỳ khai thác lò chợ (sau 8 luồng khai thác), công việc được tiến hành như sau:

+ Đánh hai hàng cột bích sát nhau ngăn phần lò thượng tháo than phía sau tổ hợp dàn chống lò chợ.

+ Các cột bích được đánh ở khoang đi lại và khoang tháo than, vị trí hai hàng cột bích ngang với tâm chắn phía sau của tổ hợp dàn chống và được chống so le nhau. [Đào Trọng Cường, 2017]



Hình 3. Sơ đồ vận hành giàn 2ANSH

3. Kết luận

Để giải quyết những khó khăn trong quá trình sản xuất mang lại có yếu tố chủ quan và khách quan, đáp ứng nhu cầu tăng sản lượng, nâng cao năng suất lao động, giảm tổn thất than, nâng cao mức độ an toàn và cải thiện điều kiện làm việc cho người công nhân, Căn cứ vào đặc điểm địa chất khu vực, trình độ công nghệ khai thác của Công ty, Căn cứ vào điều kiện địa chất mỏ của các khu vực khai thác vỉa 12 mức +200/+350 chiều dày vỉa trung bình từ 1,8-:-2,0 m; góc dốc vỉa trung bình 46°, khả năng áp lực mỏ không lớn và trên cơ sở đặc tính kỹ thuật của các tổ hợp thiết bị khai thác, sau khi xây dựng quy trình lắp đặt một cách đầy đủ cho tổ hợp 2ANSH sẽ đem lại hiệu quả trong sản xuất.

Tài liệu tham khảo

Đào Trọng Cường, Đỗ Mạnh Phong, Đặng Vũ Chí, Nguyễn Quế Thanh (2017), “Nghiên cứu xây dựng điều kiện áp dụng các loại hình công nghệ khai thác vỉa than dày trung bình và dốc đứng”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam, số 11, tr 60-64.

Le Nhu Hung, 2012 *Proceedings of '99 International Workshop on Underground Thick-Seam Mining*.

Le Nhu Hung, Vo Trong Hung, 2004. *Sep 1995 Research of Priding the Analysis and determination of the fully mechanized top - caving technology*. Hanoi.

Le Nhu Hung, 1995. *Estimate the situation of the Mineral Resources Exploitation and It's Impacts on the Environment in some Main Arias*. Report of Research theme KT-02-11.

Vũ Đình Tiến, 2005. *Công nghệ khai thác hầm lò*. NXB Giao thông vận tải.

ABSTRACT

Research procedure installation and operation when application 2ANSH mechanisms work in specific geological conditions Hong Thai-Mao Khe coal area

Nguyen Van Dung^{1,*}, Nguyen Phi Hung²; Nguyen Cao Khai²; Dang Phuong Thảo², Le Duy Khanh³
¹*Dong Bac coal Corporations*, ²*Hanoi University of Mining and Geology*, ³*Halam coal Company*

For steep and thin coal seams, the face height is from 2.0 to 2.2 m. The coal portion adjacent to roof is soft with a thickness of 0.5–1.0 m. The immediate roof, which consists of thin siltstone and claystone layers in a total thickness of 1.5 m, is likely to delaminate and cave above coal face that causes difficulty for movement of face support. Alternatively, during rainy season, the face is close to surface and is directly impacted by surface water. Water flow contributes to face/roof fall, interrupting coal production and transportation. During the interruption time, longwall activities are mainly maintenance and water pumping that significantly impact the production. The designated productivity is 20 tonnes/man-shift, but real output was only 2.5 tonnes/man-shift. Low salary discourages workers here from working. As a result, a study on application of mechanised technology using 2ANSH shield for steep and thin coal seams at Hong Thai (and Mao Khe) for reducing coal loss, improving production and safety is of great importance. In order to achieve this aim, it is necessary to develop an appropriate schedule for longwall operation.

Key words: 2ANSH mechanisms support, ventilation tunnel, transpost tunnel, DZ22 support, working face

Ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn đến các công trình trên mặt khi khai thác tại mỏ Đông Tràng Bạch, Ưng Bí, Quảng Ninh

Trần Quang Hiếu^{1*}, Bùi Xuân Nam¹, Trần Tuấn Minh¹, Nguyễn Đình An¹,

Nguyễn Hoàng¹, Nguyễn Quang Huy²

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông vận tải

TÓM TẮT

Trên cơ sở phân tích, đánh giá bằng phần mềm phân tích số Phase 2 có quan tâm đến các tham số mô hình lý thuyết kết hợp với các kết quả đo đạc sau khi nổ mìn thực nghiệm cho phép đánh giá ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn khi khai thác các đường lò dưới sâu đến công trình bảo vệ trên mặt đất và đề xuất các giải pháp nổ mìn an toàn, hiệu quả trong quá trình khai thác tại mỏ than hầm lò Đông Tràng Bạch khu vực Ưng Bí, tỉnh Quảng Ninh.

Từ khóa: Sóng chấn động; nổ mìn; mỏ than hầm lò; mô hình số.

1. Đặt vấn đề

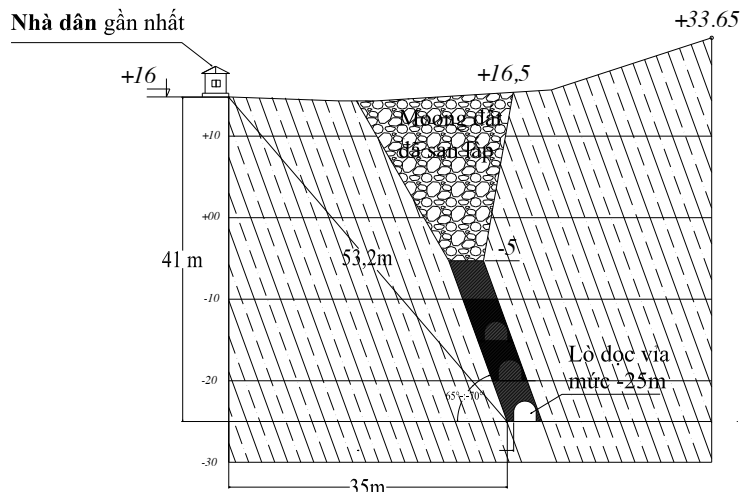
Mỏ than Đông Tràng Bạch tại phường Phương Đông, Thành phố Ưng Bí hiện tại do Công ty cổ phần Xí nghiệp than Ưng Bí đang triển khai thực hiện đầu tư và khai thác với trữ lượng than nguyên khai: 1.165.815 tấn, Công suất khai thác theo than nguyên khai: 70.000T/năm. Khu vực Khai thác nằm về sườn phía Nam, dọc theo dải đồi núi thấp, chạy dài theo hướng Đông – Tây. Đỉnh núi có độ cao lớn nhất là +105,29m, độ cao thấp nhất dao động trong khoảng +15,0m đến +35,0m. Địa hình thoải dần về phía Nam tạo nên địa hình bằng phẳng. Toàn khu mỏ Đông Tràng Bạch có chứa đến 57 vỉa than trong đó có 26 vỉa có giá trị công nghiệp (Văn bản số 873/SCT-KAM).

Khu mỏ nằm ở vị trí giao thông thuận lợi cả về đường bộ và đường thủy. Về đường bộ có các đường quốc lộ 18A, quốc lộ 10 chạy phía Nam mỏ, cách mỏ 1km. Trong khu vực mỏ kinh tế xã hội tương đối phát triển. Có nhiều doanh nghiệp sản xuất công nghiệp lân cận khu vực khai thác mỏ. Dân cư đông đúc và có hệ thống hạ tầng tương đối hoàn chỉnh về giao thông, về trường học, các cơ sở y tế. Tại khu vực khai thác mỏ chỉ có một số hộ dân trồng rừng, làm vườn mà không sinh sống tại khu khai thác. Thực tế thi công hiện nay, ngoài mặt bằng Công ty đang thực hiện ý kiến chỉ đạo của UBND thành phố Ưng Bí triển khai san lấp đất đá vào các hồ sâu chứa nước do việc đào bới khai thác trái phép trước đây để lại, phòng tránh đuối nước bảo đảm an toàn cho công trình xây dựng và nhân dân trong khu vực, đồng thời tổ chức xây dựng nhà xưởng tại mặt bằng sân công nghiệp +16m và thi công đào lò xây dựng cơ bản theo thiết kế được duyệt ở mức -25m và -80m trong phạm vi ranh giới được giao bằng phương pháp khoan nổ mìn.

Hiện tại, Công ty đang tiến hành nổ mìn khai thác than tại gương lò dọc vỉa mức -25m (hình 1), nằm gần khu vực nổ mìn có các hộ dân sinh sống xung quanh. Khoảng cách từ vị trí nổ mìn đến công trình bảo vệ gần nhất (nhà ông Thanh) theo phương nằm ngang là 35 mét; khoảng cách theo phương đường chéo là 53,2 m; khoảng cách thẳng đứng từ gương lò mức -25m đến mặt đất là 41 m. Do vậy, để công tác khai thác mỏ được hoạt động hiệu quả và đảm bảo an toàn theo quy định của QCVN 02:2008/BCT của Bộ Công Thương (QCVN 02:2008/BCT) thì cần thiết phải nghiên cứu xác định vùng ảnh hưởng của sóng chấn động khi nổ mìn khai thác tại lò dọc vỉa mức -25m đến các công trình bảo vệ trên mặt bằng. Sử dụng phần mềm phân tích số Phase 2 cho phép xác định được vùng ảnh hưởng của chấn động nổ mìn từ đó xác định được quy mô mỗi đợt nổ mìn hợp lý nhất để đảm bảo an toàn cho các công trình trên mặt đất cũng như nâng cao hiệu quả công tác nổ mìn tại mỏ Đông Tràng Bạch.

* Tác giả liên hệ

Email: tranquanghieu@hmg.edu.vn



Hình 1. Mặt cắt địa hình tại lò dọc vỉa mức -25m đến khu nhà dân gần nhất trên mặt đất

2. Xác định vùng ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn tại lò dọc vỉa -25m đến công trình bảo vệ trên mặt đất tại mỏ Đông Tràng Bạch

2.1. Xác định ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn khi khai thác tại lò dọc vỉa mức -25m đến các công trình bảo vệ trên mặt đất bằng mô hình phân tích số

Sử dụng phần mềm phân tích số Phase 2 (Trần Tuấn Minh và nnk, 2017) để đánh giá tác động nổ mìn khi khai thác đường lò đến công trình trên bề mặt đất, trên cơ sở xác định được vùng ảnh hưởng của chấn động nổ mìn cho phép xác định quy mô mỗi đợt nổ hợp lý nhất để đảm bảo an toàn cho các công trình trên mặt đất cũng như nâng cao hiệu quả công tác nổ mìn tại mỏ Đông Tràng Bạch. Các tham số của mô hình lý thuyết cần phân tích bao gồm:

Khối lượng thuốc nổ lớn nhất tại 1 đợt nổ tại gương than mức -25m: $Q = 0,8 - 1,2 \text{ kg (2580/GP-SCT)}$;

Khoảng cách từ gương lò -25m đến công trình cần bảo vệ gần nhất: 53,2 m;

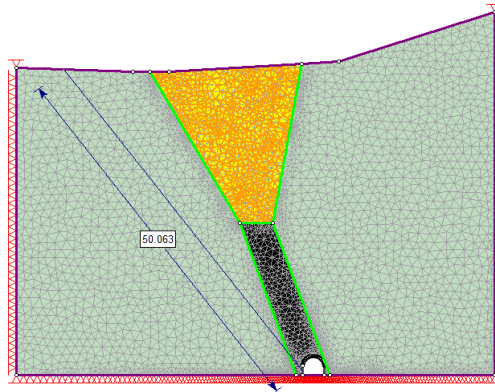
Khoảng cách thẳng đứng từ gương lò -25m đến mặt đất: 41 m;

Đặc tính của đất đá trong mô hình được mô tả như trong bảng 1 (Văn bản số 873/SCT-KAM).

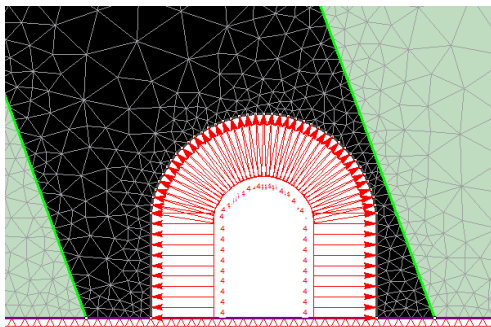
Bảng 1. Đặc tính cơ lý của đất đá khu vực nổ mìn phục vụ xây dựng mô hình lý thuyết

TT	Loại đất đá	Dung trọng (g/cm ³)	Tỷ trọng (g/cm ³)	Lực nén (kG/cm ²)	Lực kéo (kG/cm ²)
1	Sạn kết	2,58	2,67	1681	1681
2	Cát kết	2,63	2,71	1303	107,15
3	Bột kết	2,65	2,74	677	19,15
4	Sét kết	2,63	2,72	534	

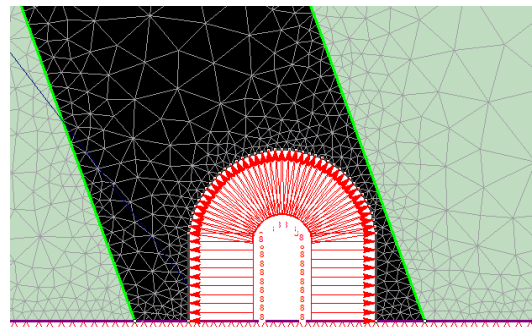
Giả sử quá trình nổ mìn ở gương lò với các sự thay đổi khối lượng thuốc nổ khác nhau thì ở trên biên của đường lò đất đá sẽ chịu một giá trị áp lực nổ mìn là P , ở đây để đánh giá ảnh hưởng của công tác nổ mìn đến độ ổn định của công trình trên bề mặt, ta đưa vào biên mô hình với áp lực nổ mìn một lần lớn nhất tương ứng. Ở đây do đường lò dọc vỉa trong than được nổ mìn với lượng thuốc nổ nhỏ ($Q = 0,8 - 1,2 \text{ kg}$) (theo văn bản 2580/GP-SCT), trong mô hình chúng ta thay đổi các áp lực nổ mìn tương đương gán vào biên của đường lò tương ứng $P = 4 - 5 \text{ MPa}$ tương ứng với lượng thuốc nạp trên biên không quá 1,2 kg. Bảng mô hình số trong phần mềm Phase 2 có thể mô phỏng cho bài toán nghiên cứu như hình 2. Ở đây điều kiện biên ngoài mô hình coi như cố định để coi như sóng chấn động không ảnh hưởng ở biên mô hình. Áp lực nổ mìn gây ra đối với đất đá khu vực xung quanh được mô hình bằng áp lực nổ tương đương có chiều từ trong đường lò đi vào trong khối đất đá như hình 3. Bài toán cần xem xét ở đây là thay đổi áp lực nổ mìn ở đường lò để tránh ảnh hưởng đến sự dịch chuyển, ổn định của các công trình trên bề mặt.



Hình 2. Mô hình phân tích số bằng phần mềm Phase 2



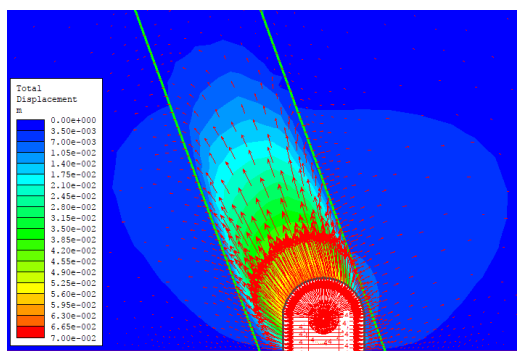
Hình 3. Xây dựng mô hình nổ mìn khi áp lực nổ mìn ở gương lò bằng 4 MPa



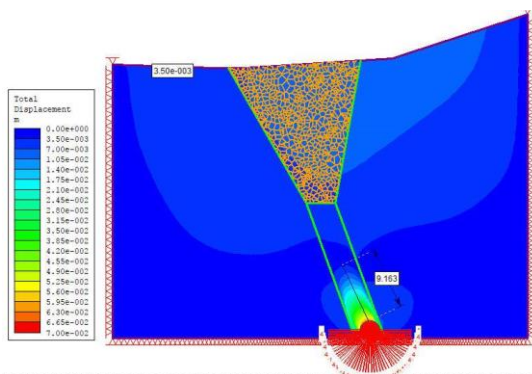
Hình 4. Xây dựng mô hình nổ mìn khi áp lực nổ mìn ở gương lò bằng 8 MPa

Sử dụng mô hình phân tích số chúng ta thu được dịch chuyển lớn nhất của đất đá xung quanh đường lò và ở khu vực nền công trình trên bề mặt cũng như ở vị trí bề mặt đất bên dưới công trình, kết quả được mô tả như trong hình 5, 6 có thể nhận định rằng, công trình ổn định khi tổng dịch chuyển của đất đá nền đất dưới công trình bề mặt phải nhỏ hơn giá trị Peak displacement (chuyển vị đỉnh lớn nhất) từ máy đo đặc ảnh hưởng của chấn động nổ mìn với các máy đo chấn động Blastmate III hiện nay ở Việt Nam (Nhữ Văn Bách và nnk, 2006; Nguyễn Đình An và nnk, 2010; Trần Quang Hiếu và nnk, 2017; Đàm Trọng Thắng, 2015; Чан Куанг Хиену và nnk, 2013; Чан Куанг Хиену, 2014).

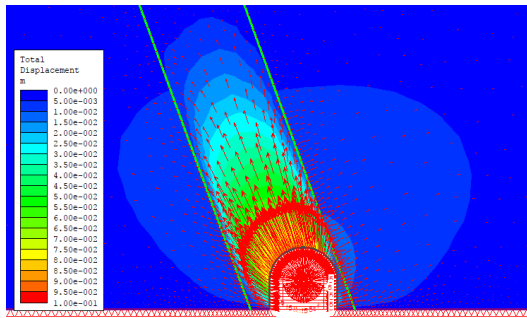
Từ kết quả của mô hình, chúng ta thu được các giá trị dịch chuyển tổng thể của các phần tử đất đá ở phía nền công trình như các hình 5 đến 7 ở bên dưới.



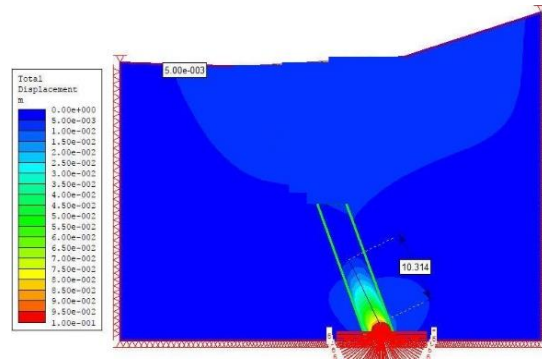
Hình 5. Vùng ảnh hưởng chính của áp lực nổ mìn (4MPa)



Hình 6. Chuyển vị đất đá tổng thể lớn nhất do tác động nổ mìn ở vị trí móng công trình $3,5 \cdot 10^{-3}m$ (3,5mm - 4MPa)



Hình 7. Vùng ảnh hưởng chính của áp lực nổ mìn (5MPa)



Hình 8. Chuyển vị đất đá tổng thể lớn nhất do tác động nổ mìn ở vị trí móng công trình $5.10^{-3}m$ (5mm - 5MPa)

Từ hình 5 và 8 cho thấy, vùng ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn tại mức -25m nằm ở khoảng cách 9,163 - 10,314m. Giá trị này nhỏ hơn nhiều so với khoảng cách từ gương lò mức -25m đến nhà phía trên cần bảo vệ là 53,2m. Do vậy có thể khẳng định, khi nổ mìn tại mức -25m với khối lượng thuốc nổ $Q = (0,8 - 1,2)kg$ tương đương với áp lực nổ mìn từ 4-5 MPa là hoàn toàn đảm bảo an toàn về sóng chấn động cho các công trình bảo vệ trên mặt đất.

2.2. Kết quả nổ mìn thực nghiệm đánh giá ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn đến các công trình bảo vệ trên mặt đất theo QCVN 02:2008/BCT

Trên cơ sở các kết quả tiến hành nghiên cứu phân tích, xác định vùng ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn tại mức -25m bằng phần mềm phân tích số Phase 2 ở phần trên cho phép xác định quy mô mỗi đợt nổ mìn hợp lý nhằm đảm bảo an toàn cho các công trình bảo vệ trên mặt theo QCVN 02:2008/BCT.

Để kiểm chứng kết quả nghiên cứu ở phần trên, trong phần này nhóm tác giả đi tiến hành nổ mìn thực nghiệm để giám sát chấn động nổ mìn tại mỏ Đông Tráng Bạch với quy mô đợt nổ mìn thay đổi từ 0,6 - 1,2 kg. Các thông số nổ mìn thực nghiệm tại lò dọc vỉa mức -25m giới thiệu trong bảng 2.

Bảng 2. Các thông số nổ mìn thực nghiệm tại lò dọc vỉa mức -25m

STT	Nhóm lỗ mìn	Số lượng lỗ mìn, lỗ	Chiều dài lỗ mìn, mm	Tổng số kíp, cái	Tổng lượng thuốc, kg	Thứ tự nổ	Chỉ tiêu thuốc nổ q , kg/m^3
1	Lỗ đột phá	03	900	03	0,6	Đợt 1	0,55
2	Chân cột+nền	05	900	05	1,0	Đợt 2	
3	Lỗ tạo biên	06	900	06	1,2	Đợt 3	
4	Tổng số	14	2700	14	2,8		

Trong quá trình nổ mìn thực nghiệm, để tiến hành đo giám sát chấn động nổ mìn nhóm nghiên cứu đã tiến hành 06 đợt nổ mìn, sử dụng 02 máy đo chấn động Blastmate III (Canada) đặt tại 02 vị trí giám sát (nhà ông Thanh và bà Thoa). Vị trí nổ mìn và vị trí các điểm thực hiện giám sát chấn động giới thiệu trong bảng 3 và hình 9, hình 10.

Bảng 3. Vị trí nổ mìn và vị trí các điểm thực hiện giám sát chấn động

Đợt nổ mìn	Khoảng cách vị trí nổ mìn đến điểm đo giám sát, m	Khối lượng thuốc nổ sử dụng, kg	Vị trí điểm đặt máy đo giám sát sóng chấn động tại các hộ gia đình
Đợt 1	53,2	0,6	Nhà ông Thanh
Đợt 2	53,2	1,0	
Đợt 3	53,2	1,2	
Đợt 4	221,7	0,6	Nhà bà Thoa
Đợt 5	221,7	1,0	
Đợt 6	221,7	1,2	



Hình 9. Vị trí cửa lò thông gió mức +16 ÷ -25m



Hình 10. Vị trí tiến hành nổ mìn thực nghiệm tại gương lò dọc vỉa mức -25m

Các kết quả đo giám sát chấn động nổ mìn tại các hộ nhà dân giới thiệu trong bảng 4, hình 10, và 11.

Bảng 4. Kết quả đo giám sát chấn động nổ mìn tại các hộ nhà dân

Đợt nổ mìn	Tổng khối lượng thuốc nổ, kg	Khoảng cách vị trí nổ mìn đến điểm đo giám sát, m	Lượng thuốc nổ tức thời lớn nhất, kg	Tốc độ dao động tổng hợp V, mm/s
Đợt 1	2,8	53,2	0,6	2,4
Đợt 2	2,8	53,2	1,0	3,18
Đợt 3	2,8	53,2	1,2	3,10
Đợt 4	2,8	221,7	0,6	0,907
Đợt 5	2,8	221,7	1,0	1,287
Đợt 6	2,8	221,7	1,2	0,898



Hình 11. Giám sát chấn động nổ mìn
tại nhà bà Thoa



Hình 12. Giám sát chấn động nổ mìn
tại nhà ông Thanh

3. Phân tích, đánh giá kết quả nổ mìn thực nghiệm tại mỏ Đông Tràng Bạch

Trên cơ sở tiến hành nghiên cứu phân tích, xác định vùng ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn bằng phần mềm phân tích số Phase 2 cho thấy: vùng ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn tại mức -25m nằm ở khoảng cách 9,163 – 10,314m. Giá trị này nhỏ hơn nhiều so với khoảng cách từ gương lò mức -25m đến nhà dân gần nhất phía trên cần bảo vệ là 53,2m. Do vậy có thể khẳng định, khi nổ mìn tại mức -25m với khối lượng thuốc nổ $Q = (0,8 - 1,2)$ kg tương đương với áp lực nổ mìn từ 4-5 MPa là hoàn toàn đảm bảo an toàn về sóng chấn động cho các công trình bảo vệ trên mặt đất.

Trên cơ sở các kết quả nổ mìn thử nghiệm giám sát chấn động tại mỏ Đông Tràng Bạch giới thiệu trong bảng 4 cho thấy với quy mô vụ nổ đã nghiên cứu xác định trong mục 2.1 thì giá trị tốc độ giao động lớn nhất nhận được ở các kết quả đo là $V_{\max1} = 3,18$ mm/s tại đợt nổ thứ 2 và $V_{\max2} = 1,287$ mm/s tại đợt nổ thứ 5. Đối chiếu với giá trị tốc độ giao động cho phép theo quy định trong QCVN 02 :2008/BCT là $V_{cp} \leq 25,4$ mm/s thì các kết quả đo được ở trên đều nhỏ hơn nhiều so với quy định ($V_{\max1}, V_{\max2} < V_{cp}$). Do vậy các vụ nổ thực hiện trong quá trình khai thác đều đảm bảo an toàn về sóng chấn động cho các công trình bảo vệ trên mặt đất theo quy định trong QCVN 02:2008/BCT.

4. Kết luận và kiến nghị

Trên cơ sở phân tích, đánh giá bằng phần mềm phân tích số Phase 2 có quan tâm đến các tham số mô hình lý thuyết kết hợp với các kết quả nổ mìn thực nghiệm cho phép đánh giá ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn khi khai đào các đường lò dưới sâu đến công trình bảo vệ trên mặt đất và xác định quy mô vụ nổ mìn hợp lý, đồng thời đề xuất các giải pháp nổ mìn an toàn, hiệu quả trong quá trình khai thác tại mỏ than hầm lò Đông Tràng Bạch khu vực Ưông Bí, tỉnh Quảng Ninh;

Qua việc nổ mìn thực nghiệm với quy mô vụ nổ xác định bằng phần mềm phân tích số Phase 2, tiến hành giám sát ảnh hưởng của nổ mìn thi công đào lò khai thác tại Dự án khối Nam mỏ than Đông Tràng Bạch - Công ty CP Xí nghiệp than Ưông Bí có các kết quả thực tế đo được so sánh với quy định trong Quy chuẩn Việt Nam QCVN 02:2008/BCT Bộ Công Thương (Quy định tại Mục 5 - Quy định về giám sát các ảnh hưởng nổ mìn) đều nằm trong giới hạn an toàn cho phép;

Các kết quả nghiên cứu, tính toán cho điều kiện nổ mìn khai thác tại mỏ Đông Tràng Bạch có thể áp dụng cho những mỏ khai thác hầm lò có điều kiện tương tự để dự báo, đánh giá ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn đến các công trình cần bảo vệ trên mặt.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn Công ty CP Xí nghiệp than Ưông Bí đã tạo điều kiện và giúp đỡ nhóm cùng tham gia tiến hành nổ mìn thực nghiệm để hoàn thiện các kết quả nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

Nguyễn Đình An, Nhữ Văn Bách, Trần Quang Hiếu, Nhữ Văn Phúc, 2010. *Nghiên cứu các giải pháp nâng cao hiệu quả và giảm những tác động có hại đến môi trường khi nổ mìn ở mỏ đá vôi Văn Xá thuộc Công ty HH xi măng LUKS (Việt Nam)*. Báo Hội nghị Khoa học kỹ thuật mỏ lần thứ 19, trường ĐH Mỏ - Địa chất, trang 3-9.

Nguyễn Đình An, Trần Quang Hiếu, Trần Khắc Hùng, 2011. *Một số phương pháp xác định vận tốc dao động cực đại gây ra bởi chấn động nổ mìn trong khai thác mỏ lộ thiên*. Tuyển tập báo cáo Hội nghị KHKT mỏ toàn quốc lần thứ 20, trang 119-124.

Nhữ Văn Bách, Lê Văn Quyên, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Đình An, Nhữ Văn Phúc, 2006. *Những biện pháp giảm thiểu tác dụng chấn động khi nổ mìn ở mỏ Núi Béo*. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, số 14, trang 58-62.

Trần Quang Hiếu, Nguyễn Đình An, Nhữ Văn Phúc, Belin V.A., 2014. *Phân tích và đánh giá kết quả nghiên cứu nổ mìn thực nghiệm trên mỏ Núi Béo nhằm mục đích giảm thiểu tác dụng chấn động và sóng va đập không khí khi nổ mìn gần các công trình dân cư*. Tuyển tập báo cáo Hội nghị KHKT mỏ toàn quốc lần thứ 24, trang 210-216.

Trần Quang Hiếu, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Anh Tuấn, Lê Quý Thảo, 2017. *Công tác Khoan - nổ mìn và Kỹ thuật an toàn sử dụng VLNCN trong ngành mỏ và công trình*. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

Trần Tuấn Minh, Đặng Văn Kiên, Trần Quang Hiếu, Nguyễn Quang Huy, 2017. *Ảnh hưởng của chấn động nổ mìn khi thi công một đường hầm mới đến độ ổn định của đường hầm cũ bên cạnh*. Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 4, trang 53-59.

Đàm Trọng Thắng, Bùi Xuân Nam, Trần Quang Hiếu, 2015. *Nổ mìn trong ngành mỏ và công trình*. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

Vật liệu nổ công nghiệp – yêu cầu an toàn bảo quản, vận chuyển và sử dụng QCVN 02:2008/BCT.

Văn bản số 873/SCT-KAM ngày 08/5/2014 của Sở Công Thương tỉnh Quảng Ninh V/v thẩm định thiết kế cơ sở Dự án khai thác khối Nam mỏ than Đông Trảng Bạch.

Giấy phép sử dụng vật liệu nổ công nghiệp số 2580/GP-SCT ngày 10/10/2016 của Sở Công Thương tỉnh Quảng Ninh cấp cho mỏ than Đông Trảng Bạch.

Tran Quang Hieu, Nguyen Dinh An, Pham Van Viet, Ta Minh Duc, Belin V.A, 2014. *Effects of climatic conditions on air blast overpressure when blasting near residents area at surface coal mines in Quang Ninh*. Proceedings of the 3rd International Conference on Advances in Mining and Tunneling, 21-22 October, 2014, Vung Tau - Viet Nam, p. 116-119.

Чан Куанг Хиеу, В.А. Белин, 2013. *Анализ результатов натурных измерений параметров воздушных и сейсмических волн при проведении БВР на угольных карьерах «Нуйбео» во Вьетнаме*. Горный информационно-аналитический бюллетень, № 8, С. 213 - 219.

Чан Куанг Хиеу, 2014. *Определение влияния конструкции забойки на интенсивность УВВ, обеспечивающего уменьшение опасной зоны взрыва на угольных разрезах Вьетнама*. Горный информационно-аналитический бюллетень, № 1, С. 422 - 425.

Садовский М.А., 2004. *Механическое действие воздушных ударных волн взрыва по данным экспериментальных исследований*. Избранные труды: Геофизика и физика взрыва. М.: Наука, С. 9-87.

Кутузов Б.Н., 2009. *Безопасность взрывных работ в горном деле и промышленности: Учебное пособие*. М.: Из-во Горная книга, Изд-во МГГУ, 670 с.

ABSTRACT

Effects of blast-induced ground vibration on surface structures in Dong Trang Bach underground mine in Uong Bi, Quang Ninh

Tran Quang Hieu¹, Bui Xuan Nam¹, Tran Tuan Minh¹, Nguyen Dinh An¹, Hoang Nguyen¹,
Nguyen Quang Huy²

¹ Hanoi university of mining and geology, Vietnam

² Institute of transport science and technology, Vietnam

The paper aims to assess the effects of blast-induced ground vibration at Dong Trang Bach underground coal mine, Quang Ninh on the surface structures. Based on the analysis results of Phase 2 software using the parameters of the theoretical model and the measured values of ground vibration, an assessment of blast-induced ground vibration was conducted. Subsequently, a series of methods for safety and effectiveness in blasting were proposed in blasting operations at Dong Trang Bach underground coal mine.

Keywords: ground vibration; blasting; underground mine; numerical modelling.

Nâng cao hiệu quả công tác nổ mìn trong điều kiện địa chất phức tạp tại phía Bắc khai trường vỉa 15, 16 mỏ than Khánh Hoà

Trần Quang Hiếu^{1,*}, Bùi Xuân Nam¹, Nguyễn Hoàng¹, Nguyễn Đình An¹, Bùi Ngọc Hùng²

¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

² Công ty Than Khánh Hòa - VVMI

TÓM TẮT

Nổ mìn là khâu đầu tiên trong dây chuyền công nghệ khai thác ở các mỏ than lộ thiên, nó đóng góp một phần lớn trong nhiệm vụ hoàn thành sản lượng khai thác hàng năm của mỏ than Khánh Hòa. Bài báo tiến hành nghiên cứu và đề xuất những giải pháp kỹ thuật và công nghệ nổ mìn an toàn, hiệu quả nhằm nâng cao chất lượng đập vỡ đất đá trong điều kiện địa chất phức tạp tại phía Bắc khai trường vỉa 15 vỉa 16 mỏ than Khánh Hoà tỉnh Thái Nguyên.

Từ khóa: Mỏ than lộ thiên; Nổ mìn; Mỏ Khánh Hòa.

1. Đặt vấn đề

Mỏ than Khánh Hoà thuộc địa phận các xã gồm xã Phúc Hà - Thành phố Thái Nguyên, xã An Khánh - huyện Đại Từ, xã Sơn Cẩm - Thành phố Thái Nguyên, tỉnh Thái Nguyên. Mỏ than thuộc Tổng Công ty Công Nghiệp mỏ Việt Bắc – TKV, hiện nay mỏ đang tiến hành khai thác theo dự án đầu tư được phê duyệt với các thông số cơ bản: Đất bóc tối đa: 9,6 triệu m³/năm, than nguyên khai: 800.000 tấn/năm, chiều sâu khai thác đến mức -400m và dự kết thúc khai thác vào năm 2037. Khai trường lộ thiên mỏ Khánh Hoà nằm ở phía Đông khu mỏ (Từ tuyến XX về phía Đông), qua quá trình khai thác nhiều năm từ trước đến nay địa hình khu vực mỏ đã thay đổi nhiều. Địa hình cao nhất hiện tại là +45m phía Tây khai trường, địa hình thấp nhất hiện tại là -220m (Quyết định số 1988/QĐ-HDQT).

Công tác khoan - nổ mìn để phá vỡ đất đá mỏ là một trong những khâu đầu tiên trong quy trình công nghệ khai thác than, nó đóng vai trò hết sức quan trọng và chiếm một phần chi phí không nhỏ trong giá thành sản phẩm. Nâng cao hiệu quả mỗi vụ nổ mìn là một trong các yếu tố chính ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất của các thiết bị xúc bốc, vận tải, san gạt v.v.... Hiện tại, mỏ Khánh Hòa đang khai thác tập trung khai thác về phía Bắc đến mức -210m gồm các vỉa 13, 14, 15, 15A, 16. Một trong những khó khăn khi nổ mìn là điều kiện địa chất tương đối phức tạp, dẫn đến chất lượng phá vỡ đất đá bằng nổ mìn bị ảnh hưởng, nhất là khu vực phía Bắc khai trường vỉa 15 và vỉa 16. Do vậy, việc nghiên cứu và đề xuất những giải pháp kỹ thuật và công nghệ nổ mìn an toàn, hiệu quả nhằm nâng cao chất lượng đập vỡ đất đá trong điều kiện địa chất phức tạp tại phía Bắc khai trường vỉa 15 và vỉa 16 mỏ than Khánh Hoà có tính cấp thiết, đáp ứng yêu cầu thực tế của mỏ hiện nay.

2. Điều kiện địa chất và hiện trạng công tác nổ mìn khai trường vỉa 15, 16 mỏ Khánh Hòa

2.1. Điều kiện địa chất mỏ

Các vỉa 15,16 khu vực phía Bắc khai trường mỏ than Khánh Hòa có cấu tạo là một nếp lồi lớn. Trục nếp lồi lộ ra ở phía Đông Bắc và cắm dần về phía Tây Nam từ 40⁰ ÷ 50⁰. Hai cánh nếp lồi mở rộng ra và dốc từ 50⁰ ÷ 80⁰. Điều kiện địa chất thủy văn (ĐCTV), địa chất công trình (ĐCCT) tương đối phức tạp: Nước mặt khu mỏ Khánh Hoà thuộc loại Bicacbonat Canxi, có thể sử dụng trong sản xuất, để phục vụ sinh hoạt cần sử lý vì hàm lượng sắt cao; Nước tầng ngầm thay đổi theo mùa, mùa mưa mực nước dâng cao hơn miệng lỗ khoan ở mức +29,04m, vào mùa khô mực nước hạ xuống mức thấp nhất +27.82m, biên độ dao động mực nước trong năm thủy văn là 1,22m.

Đất đá khu vực phía Bắc là các loại đá trầm tích bao gồm: Cát kết, bột kết, sét kết, sét than, đá vôi sét..., đất đá bị nhàu nát, vỡ vụn, có nhiều mạch thạch anh xuyên cắt và nhiều mặt trượt nhỏ, cấu trúc địa chất phân bố trên các tầng không đồng nhất dẫn đến chất lượng phá vỡ đất đá bằng nổ mìn bị ảnh hưởng. Các chỉ tiêu cơ lý đất đá khai trường vỉa 15, 16 mỏ Khánh Hòa giới thiệu trong bảng 1 (Dự án khai thác lộ thiên mỏ Khánh Hòa đến năm 2020).

* Tác giả liên hệ

Email: tranquanghieu@hmg.edu.vn

Bảng 1. Tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý đất đá khai trường via 15, 16 mỏ Khánh Hòa

Loại đất đá	Khối lượng riêng, Δ (g/cm ³)	Cường độ kháng nén σ_n (kG/cm ²)	Cường độ kháng kéo σ_k (kG/cm ²)	Góc nội ma sát φ (độ.phút)	Lực dính kết C, (kG/cm ²)
Đá vôi sét	2,63- 2,741	264 - 1577	57,3-128,52	32 ⁰ -34 ⁰	106,31-278
Đá sét kết	2,62-2,659	205,5-463,92	35,19 - 77,58	30 ⁰ -31 ⁰	58,13-130,54
Bột kết vôi	2,671-2,713	501,31-1006,59	80,47-152,16	32 ⁰ -34 ⁰	126,68-250,65
Đá cát kết	2,682-2,733	980,3-1462,87	153,89-212,63	33 ⁰ -35,5 ⁰	249-368,94



Hình 1. Toàn cảnh khu vực phía Bắc khai trường via 15, 16 mỏ than Khánh Hòa



Hình 2. Đất đá tại khu vực phía Bắc khai trường via 15, 16 mỏ than Khánh Hòa

2.2. Hiện trạng công tác nổ mìn

Tiến hành khoan các lỗ mìn sử dụng máy khoan máy thuỷ lực có đường kính 152 mm. Khoan trong đất đá có thể trọng trung bình $\gamma_d = 2,67 \text{ T/m}^3$, độ cứng trung bình $f = 8$, lớn nhất $f = 12,1$. Các thông số khoan nổ mìn trên mỏ giới thiệu trong bảng 2.

Bảng 2. Các thông số nổ mìn mỏ đang áp dụng

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Đường kính lỗ khoan, d_k	mm	152
2	Chiều cao tầng, H	m	15
3	Đường kháng chân tầng, W_{ct}	m	5,5÷6,0
4	Khoảng cách các lỗ khoan trong hàng, a	m	5,5
5	Khoảng cách các hàng lỗ khoan, b	m	5,0
6	Chiều sâu khoan thêm, L_{KT}	m	2,0
7	Chiều cao cột bua, L_b	m	5,5÷6,5
8	Chỉ tiêu thuốc nổ, q	kg/m ³	0,32÷0,35
9	Suất phá đá, S	m ³ /m	24÷25

2.3. Thuốc nổ sử dụng

Hiện tại, trên mỏ sử dụng các loại thuốc nổ ANFO, Nhũ tương NT-13, EE-31, TFD-15WR để nổ mìn phá đá. Trong đó, tỷ lệ thành phần các loại thuốc nổ sử dụng như sau: ANFO thường: chiếm khoảng 55%; Thuốc nổ nhũ tương $\phi 120$ mm chiếm khoảng 25%, TFD -15WR $\phi 120$ mm chiếm khoảng 20%. Thuốc nổ ANFO được dùng cho các lỗ khoan khô, hoặc dùng kết hợp thuốc nổ chịu nước với các lỗ khoan ít nước. Trường hợp lỗ khoan có chiều cao cột nước lớn thì dùng 100% thuốc nổ chịu nước. Công tác nổ mìn xử lý đá quá cỡ được thực hiện bằng máy khoan có đường kính lỗ khoan $\phi 42$, sử dụng thuốc nổ nhũ tương, hoặc thuốc nổ AD1 $\phi 32$.

2.4. Phương tiện nổ và phương pháp nổ mìn

Gần 100% khối lượng đất đá được nổ bằng phương pháp vi sai, nổ tức thời chủ yếu dùng khi xử lý đá quá cỡ. Phương tiện nổ chính bao gồm: Dây nổ, hệ thống truyền tín hiệu nổ, kíp điện tức thời và dây điện. Chủ yếu kíp điện tức thời chỉ dùng để khởi nổ thay hệ thống sơ cấp của mạng truyền tín hiệu nổ. Điều khiển bãi nổ chủ yếu dùng hệ thống truyền tín hiệu nổ. Hệ thống truyền tín hiệu nổ chủ yếu do Tổng công ty công nghiệp Quốc phòng sản xuất và cung ứng, ngoài ra còn một phần nhỏ của hãng ICI cung ứng. Loại kíp phi điện trên mặt sử dụng có độ chậm vi sai 17÷100ms và kíp phi điện dưới lỗ có độ chậm 400ms. Thuốc nổ mỗi bao gồm các loại MN-31-400g; MN-31-175g; NTLĐ-2-250g, NTLĐ-2-500g.

2.5. Nhận xét và đánh giá chung

- Đất đá khu vực phía Bắc có cấu trúc địa chất tương đối phức tạp, đất đá bị nhàu nát, vỡ vụn, có nhiều mạch thạch anh xuyên cắt và nhiều mặt trượt nhỏ, cấu trúc địa chất phân bố trên các tầng không đồng nhất dẫn đến ảnh hưởng tới chất lượng phá vỡ đất đá bằng nổ mìn;

- Thuốc nổ sử dụng đã được nội địa hóa hoàn toàn với chủng loại khá đa dạng. Việc sử dụng thuốc Anfo trong điều kiện đất đá không chứa nước hoặc ở phần khô của lỗ khoan có nước là hoàn toàn phù hợp đối với mỏ Khánh Hòa. Tuy nhiên nếu dùng Anfo trong lỗ khoan nhỏ và đất đá khó nổ không phát huy được hiệu quả vì công suất của thuốc nổ bị hạn chế trong lỗ khoan có đường kính nhỏ. Việc sử dụng thuốc nổ chịu nước với tỷ lệ lớn sẽ làm tăng chi phí nổ mìn, đặc biệt nếu không có giải pháp nâng cao mật độ nạp thì hiệu quả khoan nổ sẽ giảm mạnh. Việc nạp thuốc chịu nước dạng bao gói bằng phương pháp thủ công là một hạn chế lớn, nó vừa kéo dài thời gian thi công (làm tăng thời gian chết của thiết bị mỏ) vừa làm giảm mật độ nạp mìn;

- Với điều kiện ĐCTV-ĐCCT phức tạp tại phía Bắc khai trường vỉa 15, 16 như trên thì cần thiết phải quan tâm tới việc lựa chọn kết cấu lượng thuốc nổ (LTN), phối hợp giữa các loại thuốc nổ trong lỗ khoan hợp lý để vừa nâng cao hiệu quả đập vỡ, giảm tác dụng có hại và giảm chi phí khoan nổ của Công ty là rất cần thiết.

3. Nghiên cứu lựa chọn kết cấu LTN, sự phối hợp các loại thuốc nổ trong lỗ khoan hợp lý khi nổ mìn tại khu vực phía Bắc khai trường vỉa 15, 16 mỏ than Khánh Hòa

3.1. Cơ sở lý thuyết chung

Một trong những biện pháp nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng nổ là sử dụng kết cấu LTN hợp lý. Trong lỗ khoan có đường kính lớn ($\geq 165\text{mm}$), việc sử dụng LTN phân đoạn không khí đã thực sự phát huy được hiệu quả, tuy nhiên nó chỉ thích hợp khi lỗ khoan khô, mật độ nạp mìn cao tạo điều kiện có được khoảng trống không khí. Trong thực tế lỗ khoan khô thì việc nạp thuốc hạt rời, rẻ tiền, mật độ thấp, người ta thiên về sử dụng cột thuốc liên tục với phương châm sử dụng tối đa chiều sâu lỗ khoan để nạp thuốc, lúc đó bán kính đập vỡ sẽ được mở rộng. Thông thường sử dụng loại thuốc nổ có năng lượng cao hơn ở phía dưới của lỗ khoan; còn thuốc nổ dạng hạt rẻ tiền, công suất trung bình và thấp được nạp ở phần trên. Còn trong trường hợp ngược lại: đất đá phần trên kiên cố, phần dưới mềm thì hoặc là dùng thuốc nổ mạnh phía trên, thuốc nổ yếu hơn nằm phía dưới, hoặc dùng một loại thuốc nổ. Trong điều kiện các lỗ khoan có nước thì lựa chọn kết cấu phối hợp 2 loại thuốc: thuốc nổ chịu nước nạp hết chiều cao cột nước, còn thuốc nổ không chịu nước nạp ở phần trên khô.

3.2. Phối hợp 2 loại thuốc nổ trong một lỗ khoan

Trong thực tế khi thiết kế, việc sử dụng 2 loại thuốc nổ trong một lỗ khoan sẽ giúp nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng và nâng cao chất lượng nổ mìn trong đất đá phức tạp, đa dạng về độ bền và độ chứa nước. Nhưng cần phải có một phương pháp tính toán chính xác các thông số nổ mìn cơ bản, giúp cho việc thi công được thuận lợi. Để phối hợp các loại thuốc nổ có đặc tính năng lượng nổ khác nhau, mật độ chất nổ khác nhau, phương pháp tiến hành công tác nạp nổ khác nhau, trước hết cần phải biết các đại lượng đặc trưng của các loại thuốc nổ, đó là nhiệt lượng nổ, khả năng công nổ, mật độ chất nổ, mật độ nạp mìn, phương pháp nạp, và điều kiện nạp.

3.2.1. Khi phối hợp nạp theo thứ tự

Ta có LTN chịu nước nạp xuống dưới có chiều cao L_{T1} , nạp hết chiều cao cột nước: L_n ($L_{T1}=L_n$); thuốc nổ không chịu nước nạp phía trên có chiều cao L_{T2} . Xác định mối quan hệ giữa L_{T1} và L_{T2} và chiều cao cột thuốc L_t , theo công thức (1), (2) (Lê Văn Quyên, 2006; Nhữ Văn Bách, 2003; Đàm Trọng Thắng và nnk, 2015):

$$L_{T1} = \frac{k_1 \cdot P_2}{k_2 \cdot P_1} \cdot L_{T2}, m; \quad (1)$$

$$L_t = L_{T1} + L_{T2}, m; \quad (2)$$

trong đó:

k_1, k_2 - tương ứng là hệ số qui đổi thuốc nổ theo nhiệt lượng nổ ứng với loại thuốc nổ 1 và 2;

P_1, P_2 - khối lượng thuốc nổ nạp/1m lỗ khoan tương ứng với thuốc nổ 1 và 2, kg/m;

L_{T1} - chiều cao cột thuốc chịu nước, m;

L_{T2} - chiều cao cột thuốc không chịu nước, m;

L_n - Chiều cao cột nước, m.

Chiều cao cột thuốc L_t có thể xác định qua công thức:

$$L_t = H + (k_{kt} - k_b)d_k, \text{ m}; \quad (3)$$

trong đó:

H- Chiều cao tầng, m;

$L_{kt} = k_{kt} \cdot d_k$: Chiều sâu khoan thêm, m;

d_k : Đường kính lỗ khoan, m;

k_{kt} : Đại lượng phụ thuộc vào tính đất đá, độ nổ, ($k_{kt} = 3 - 15$);

k_b : Đại lượng phụ thuộc vào tính chất đất đá và loại thuốc nổ ($k_b=20-35$);

- Chỉ tiêu thuốc nổ chung (tính theo thuốc nổ thực tế dùng):

$$q_t = \frac{L_{t1} \cdot P_1 + L_{t2} \cdot P_2}{\frac{P_1}{Q_1} L_{t1} + \frac{P_2}{Q_2} L_{t2}}, \text{ kg/m}^3; \quad (4)$$

trong đó:

q_t : Chỉ tiêu thuốc nổ chung, kg/m³;

q_1, q_2 : Chỉ tiêu thuốc nổ tương ứng với thuốc nổ loại 1 và 2, kg/m³;

Từ các kết quả có được, ta xác định được các đại lượng L_{T1}, L_{T2} , từ đó ta khối lượng thuốc nổ trong 1 lỗ khoan qui về thuốc nổ chuẩn, từ đó tính ra khối lượng thuốc nổ thực tế mỗi loại và các thông số nổ mìn.

3.2.2. Khi phối hợp nạp theo kiểu xen kẽ

Để tăng khả năng kích nổ, tăng mật độ nạp mìn và mở rộng mạng lưới lỗ khoan dùng phương pháp nạp phối hợp xen kẽ giữa bao thuốc bột (khả năng kích nổ tốt) với thuốc nổ hạt rời (khả năng kích nổ yếu hơn). Tùy theo tỷ lệ chiếm của thuốc đóng bao (n), mật độ mỗi loại, đường kính lỗ khoan ta xác định được khối lượng thuốc nổ nạp trên 1m lỗ khoan (Lê Văn Quyền, 2006; Nhữ Văn Bách, 2010):

$$P = \frac{\pi d_k^2}{4} \cdot \frac{100 \cdot \rho_1 \cdot \rho_2}{(100 - n)\rho_1 + n \cdot \rho_2}, \text{ kg/m} \quad (5)$$

trong đó:

d_k - đường kính lỗ khoan, m;

ρ_1, ρ_2 - mật độ thuốc nổ tương ứng với hai loại thuốc, kg/m³;

n- tỉ số phần trăm giữa các loại thuốc, %.

Ta tính được tỷ lệ % loại thuốc bao gói tham gia tối ưu nhất (khi đó chiều cao thuốc đóng bao chiếm hết chiều cao cột thuốc, còn thuốc rời chiếm hết thể tích hình vành khăn) (Lê Văn Quyền, 2006; Nhữ Văn Bách, 2010):

$$n_0 = \frac{100 \cdot \rho_1}{\left(\frac{d_k}{d_t}\right)^2 \cdot \rho_2 + (\rho_1 - \rho_2)}, \text{ %} \quad (6)$$

Từ đó xác định được chỉ tiêu thuốc nổ chung khi phối hợp, các thông số mạng nổ, khối lượng thuốc nổ mỗi loại trong lỗ khoan.

+ Chỉ tiêu thuốc nổ chung q_c :

$$q_c = \frac{100 \cdot q_1 \cdot q_2}{n_0 \cdot q_2 + (100 - n_0) q_1}, \text{ kg/m}^3 \quad (7)$$

trong đó:

q_1, q_2 - chỉ tiêu thuốc nổ tương ứng với thuốc nổ loại 1 và 2, kg/m³.

+ Khối lượng thuốc nổ chung:

$$Q_t = \frac{\pi d_k^2}{4} \cdot \frac{100 \cdot \rho_1 \cdot \rho_2}{n_0 \cdot \rho_2 + (100 - n_0) \rho_1} [H + (k_{kt} - k_b) \cdot d_k], \text{ kg} \quad (8)$$

trong đó:

H: Chiều cao tầng, m;

d_k : Đường kính lỗ khoan, m;

k_{kt} : Đại lượng phụ thuộc vào tính đất đá, độ nổ, ($k_{kt} = 3 - 15$);

k_b : Đại lượng phụ thuộc vào tính chất đất đá và loại thuốc nổ ($k_b=20-35$);

+ Khối lượng thuốc mỗi loại:

* Loại bao gói:

$$Q_{11} = n_0 \cdot Q_1, \text{ kg} \quad (9)$$

* Loại bao rời:

$$Q_{12} = (100 - n_0) \cdot Q_1, \text{ kg} \quad (10)$$

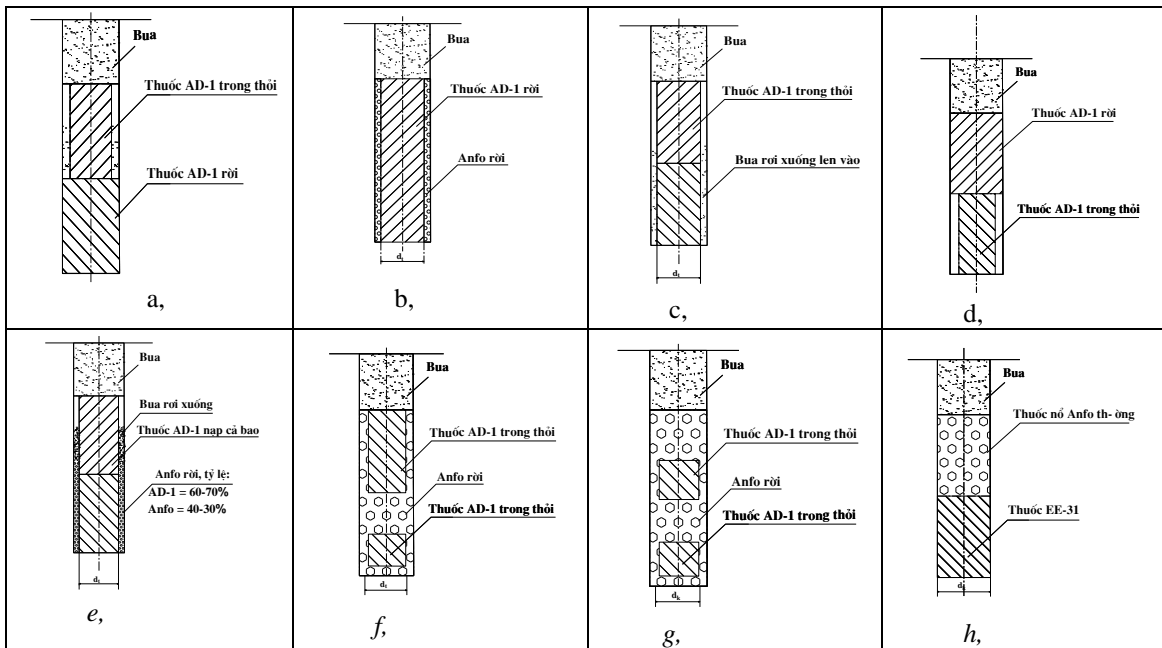
Chú ý: - Khi nạp thứ tự thì n là tỷ lệ thuốc mỗi loại quy về thuốc nổ chuẩn

- Khi nạp xen kẽ thì n hoặc (n_0) là tỷ lệ thuốc mỗi loại trong tổng số thuốc nổ thực tế.

3.3. Nghiên cứu lựa chọn kết cấu LTN, sự phối hợp các loại thuốc nổ trong lỗ khoan hợp lý khi nổ mìn tại khu vực phía Bắc khai trường vỉa 15, 16 mỏ than Khánh Hòa

Trên cơ sở phân tích các yếu tố địa chất, tính toán và phân chia LTN khác nhau trong lỗ khoan ở phần trên, dưới đây là các sơ đồ kết cấu LTN tính toán áp dụng cho điều kiện cụ thể tại khu vực phía Bắc khai trường vỉa 15, 16 mỏ than Khánh Hòa:

3.3.1. Trường hợp lỗ khoan khô (đất đá không chứa nước):

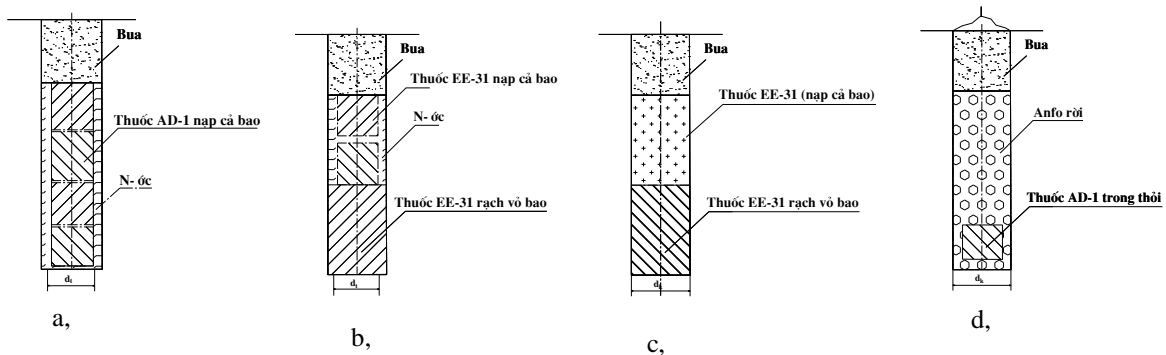


Hình 3. Sơ đồ kết cấu LTN trong trường hợp lỗ khoan khô (đất đá không ngậm nước)

a-Đất đá khó nổ ở phần dưới của tầng, chi phí nổ cao vì AD-1 đắt; b-Mật độ nạp mìn tăng, giảm được chi phí nổ vì thuốc Anfo rẻ tiền, phù hợp với đất đá khó nổ; c- Mật độ nạp mìn thấp, nếu mạng nổ rộng thì chất lượng đập vỡ kém; d- Mật độ thuốc phân trên tầng, phần dưới giảm, thích hợp với đất đá khó nổ, ở phần trên của tầng, đất đá khó nổ chi phí nổ cao; e- Tỷ lệ thuốc AD-1 tăng, phần dưới của tầng đảm bảo mật độ nạp cao thích ứng với đất đá khó nổ và rất khó nổ; f- Nạp kết hợp AD-1 (nguyên bao) + Anfo (rời) tỷ lệ Anfo cao hơn AD-1 (khoảng 60-70%/40-30%) thích hợp đất đá trung bình đến khó nổ (giảm được chi phí nổ). Khả năng kích nổ, hiệu quả đập vỡ ở phần trên tầng; g- Tỷ lệ Anfo rời /AD-1 (nạp cả bao) khoảng (80-90%)/(15-10%), thích hợp với đất đá trung bình và dễ nổ (giảm được chi phí nổ, khả năng kích nổ được tăng cường); h- Nạp kết hợp thuốc nổ EE-31 chịu nước bên dưới và thuốc nổ Anfo không chịu nước bên trên giúp giảm chi phí nổ mìn.

Trong các phương án trên, ưu việt hơn là các phương án b, g, h

3.3.2. Trong trường hợp lỗ khoan có nước (đất đá ngậm nước):



Hình 4. Sơ đồ kết cấu LTN trong trường hợp đất đá chứa nước

a- Lỗ khoan nhiều nước: Mật độ nạp mìn thấp, các thời thuốc nổ tiếp xúc với nhau kém sẽ làm gián đoạn quá trình kích nổ. Tổng số nổ mìn hẹp, giá thành cao, chất lượng đập vỡ phần dưới kém; b- Lỗ khoan nhiều nước: Mật độ nạp mìn ở phần dưới tăng, thích hợp với đất đá khó nổ ở phần dưới. Thông số nổ mìn tăng lên so với a và giảm được chi phí do tăng thông số và đảm bảo chất lượng đập vỡ; c- Lỗ khoan có nước: nạp EE-31 đã rạch vỏ bao đến hết chiều cao cột nước, sau đó nạp Anfo rời (nếu đất đá dễ nổ) hoặc kết hợp thoi AD-1 với Anfo rời (nếu đất đá khó và rất khó nổ). Phương pháp này tăng được mạng lưới thông số và giảm chi phí; d- Trường hợp nước tĩnh, có thể thay việc nạp nhũ tương chịu nước bằng thuốc nổ không chịu nước. Khi dùng bơm rút hết nước, dùng túi nilon cách nước.

Trong các phương án trên thì phương án b và c có lợi nhất, sau đó đến d và a, tuy nhiên cần so sánh chi phí bơm nước và bao cách nước với chênh lệch chi phí thuốc giữa 2 loại.

4. Kết luận

- Khoan nổ mìn là khâu đầu tiên trong dây chuyền công nghệ khai thác mỏ lộ thiên, đóng góp một phần lớn trong nhiệm vụ hoàn thành sản lượng hàng năm của mỏ. Việc nghiên cứu lựa chọn các thông số nổ mìn hợp lý cho mỏ than Khánh Hòa đồng thời đảm bảo an toàn cho các công trình bảo vệ nằm gần phía Bắc khai trường vỉa 15, 16 mỏ than Khánh Hòa là rất cần thiết.

- Trên cơ sở đánh giá những khó khăn và thuận lợi về các yếu tố tự nhiên, kỹ thuật của khu vực phía Bắc khai trường vỉa 15, 16 mỏ than Khánh Hòa. Bài báo đã đề xuất, tính toán lựa chọn kết cấu LTN trong lỗ khoan sao cho hợp lý, đạt hiệu quả cao khi tiến hành nổ mìn, áp dụng các biện pháp nạp thuốc trong điều kiện có nước ngậm để công tác nổ mìn đạt hiệu quả tốt. Trong quá trình khai thác cần phải xác định tính chất cơ lý của đá đối với từng khu vực, tiến hành khoan nổ thử nghiệm kết hợp theo dõi, đúc kết để tính toán hoàn thiện các thông số khoan nổ mìn một cách chính xác hơn.

- Để áp dụng có hiệu quả những giải pháp nêu trên đòi hỏi phải có sự thống nhất phối hợp chặt chẽ giữa các đơn vị cung cấp thuốc nổ, đơn vị lập hộ chiếu thi công và đơn vị thi công. Đặc biệt quá trình thi công đòi hỏi phải có sự kiểm tra, giám sát chặt chẽ của cán bộ kỹ thuật và coi đây là nhiệm vụ bắt buộc của công ty than Khánh Hòa.

Tài liệu tham khảo

- Nhữ Văn Bách, 1990. *Phá vỡ đất đá bằng phương pháp khoan nổ mìn*.
- Nhữ Văn Bách, 2003. Đặc điểm quá trình phá vỡ đất đá dưới nước bằng nổ mìn. *Tạp chí Công nghiệp mỏ*, số 2. Hội Khoa học và công nghệ mỏ Việt Nam. Hà Nội, trang 7-8.
- Nhữ Văn Bách, 2010. Những vấn đề cơ bản về công tác nổ mìn khi khai thác các mỏ lộ thiên sâu. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, số 5. Hội Khoa học Công nghệ mỏ Việt Nam. Hà Nội, trang 19-22.
- Nhữ Văn Bách, Lê Văn Quyền, Lê Ngọc Ninh, Nguyễn Đình An, 2015. *Công nghệ nổ mìn hiện đại với lỗ khoan đường kính lớn áp dụng cho các mỏ đá vật liệu xây dựng của Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.

Lê Văn Quyền, 2006. Nghiên cứu xác định các thông số nổ mìn khi phối hợp hai loại thuốc nổ trong

một lỗ khoan. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất*, số 13, trang 65-68.

Đàm Trọng Thắng, Bùi Xuân Nam, Trần Quang Hiếu, 2015. *Nổ mìn trong ngành mỏ và công trình*. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

Dự án khai thác lộ thiên mỏ Khánh Hòa đến năm 2020. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam.

Quyết định số 1988/QĐ-HĐQT ngày 22/08 /2008 của Hội đồng Quản trị Tập đoàn TKV *V/v giao thầu quản lý, bảo vệ ranh giới mỏ, tài nguyên trữ lượng than và tổ chức khai thác than cho Công ty TNHH MTV Công nghiệp mỏ Việt Bắc-TKV*.

Садовский М.А., 2004. Механическое действие воздушных ударных волн взрыва по данным экспериментальных исследований. *Избранные труды: Геофизика и физика взрыва*. М.: Наука. С.9-87.

Кутузов Б.Н., 2009. *Безопасность взрывных работ в горном деле и промышленности: Учебное пособие*. М.: Из-во Горная книга, Изд-во МГГУ, 670 с.

ABSTRACT

Improving the efficiency of blasting operations in Khanh Hoa open-pit coal mine, Thai Nguyen: A case study in No. 15 and 16 coal seams

Tran Quang Hieu^{1,*}, Bui Xuan Nam¹, Nguyen Hoang¹, Nguyen Dinh An¹, Bui Ngoc Hung²

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

² *Khanh Hoa coal Company - VVMI*

Blasting is the first stage the operations in open-pit mines. It plays a big role in increasing the performance of Khanh Hoa open-pit coal mine. In this paper, several methods and techniques are proposed for safety and improving the quality of rock fragmentation by blasting method in Khanh Hoa open-pit coal mine, Thai Nguyen province. The number of 15 and 16 coal seams, which have complex geological conditions were selected as a case study.

Keywords: Open-pit coal mine; Blasting; Khanh Hoa open-pit coal mine

Phát triển mô hình hồi quy véc-tơ hỗ trợ trong dự đoán mức độ đập vỡ đất đá trên mỏ lộ thiên

Nguyễn Hoàng^{1,*}, Bùi Xuân Nam¹

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Nổ mìn là một trong những phương pháp phá vỡ đất đá hiệu quả nhất trên mỏ lộ thiên. Hiệu quả của nổ mìn được đánh giá bằng nhiều tiêu chí khác nhau, trong đó quan trọng nhất vẫn là mức độ đập vỡ đất đá. Kích thước trung bình của cục đá sau khi nổ mìn là chỉ tiêu đặc trưng cho vấn đề này. Nó chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố phức tạp và có thể được giải quyết tối ưu bằng cách tiếp cận hệ thống trí thông minh nhân tạo. Trong nghiên cứu này, một nỗ lực đã được thực hiện để phát triển mô hình hồi quy véc-tơ hỗ trợ (SVR) cho dự đoán mức độ đập vỡ đất đá. 136 bộ dữ liệu được thu thập tại một mỏ đá vôi của Việt Nam phục vụ cho mục đích nghiên cứu này. Sai số bình phương trung bình quần phương (RMSE) và hệ số xác định (R^2) được sử dụng để đánh giá hiệu suất của mô hình dự báo SVR. Các kết quả đã chỉ ra rằng SVR là mô hình ưu việt với $RMSE = 1,207$ và $R^2 = 0,980$ trên bộ dữ liệu thử nghiệm. Các kết quả của nghiên cứu này bước đầu cho việc ứng dụng trí thông minh nhân tạo trong dự báo mức độ đập vỡ đất đá khi nổ mìn. Nó nên được sử dụng trong thực tế để dự báo kích thước trung bình cục đá trước khi tiến hành nổ mìn nhằm tối ưu hóa hiệu quả nổ mìn về cả mặt kinh tế và kỹ thuật.

Từ khóa: Nổ mìn; trí thông minh nhân tạo; hồi quy véc-tơ hỗ trợ; mức độ đập vỡ đất đá; mỏ lộ thiên

1. Đặt vấn đề

Mức độ đập vỡ đất đá là một trong những yêu cầu quan trọng trong quá trình nổ mìn trên các mỏ lộ thiên. Nó ảnh hưởng trực tiếp tới các khâu công nghệ sau đó như xúc bốc, vận tải, và nghiền sàng (Nguyễn Hoàng, Đỗ Ngọc Hoàn, Lê Thị Minh Hạnh, và Đoàn Trọng Luật, 2014). Mức độ đập vỡ của đất đá được cho là lý tưởng khi chúng không phát sinh đá quá cỡ sau khi nổ mìn và phù hợp với các khâu công nghệ sau đó, đặc biệt là khâu nghiền sàng (Branko Božić, 1998). Các phương pháp phá vỡ đất đá bằng cơ học cũng có thể được áp dụng trên các mỏ lộ thiên (Hoang Nguyen và Xuan Nam Bui, 2015). Tuy nhiên, chúng thường mang lại hiệu quả phá vỡ thấp hơn và chi phí cao hơn (Mario A Morin và Francesco Ficarazzo, 2006). Do đó, nổ mìn vẫn là phương pháp phá vỡ đất đá hiệu quả nhất trên các mỏ lộ thiên. Hiệu quả kinh tế của mỏ có thể được nâng cao bằng cách tối ưu hóa mức độ đập vỡ đất đá khi nổ mìn. Vì vậy, dự báo chính xác mức độ đập vỡ đất đá khi nổ mìn là cần thiết để nâng cao hiệu quả công tác nổ mìn cũng như hiệu quả kinh tế chung cho mỏ.

Tổng quan các tài liệu cho thấy, một số học giả đã nỗ lực phát triển các mô hình thực nghiệm để dự báo mức độ đập vỡ đất đá trong quá trình nổ mìn (Hans Hjelmberg, 1983; VM Kuznetsov, 1973). Tuy nhiên, chúng thường mang lại mức độ tin cậy không cao do không có khả năng giải thích các mối quan hệ phi tuyến tính của các yếu tố ảnh hưởng tới mức độ đập vỡ đất đá (Samira Shams, Masoud Monjezi, Vahid Johari Majd, và Danial Jahed Armaghani, 2015). Các yếu tố ảnh hưởng tới mức độ đập vỡ đất đá có thể được chia thành bốn loại khác nhau, bao gồm: Các yếu tố địa kỹ thuật như mật độ đất đá, độ cứng, độ bền nén, kéo, cắt; Các yếu tố liên quan tới nổ mìn như mật độ thuốc nổ, tốc độ nổ, chỉ tiêu thuốc nổ; Các yếu tố kỹ thuật như thời gian vi sai, độ nhảy của mìn nổ, vị trí khơi nổ, sơ đồ đầu ghép mạng nổ; Các thông số hình học như đường căn chân tầng, khoảng cách giữa các lỗ khoan và hàng lỗ khoan, chiều dài cột thuốc, chiều dài cột bua, ... (A Bahrami, Masoud Monjezi, K Goshtasbi, và A Ghazvinian, 2011).

Trong những năm gần đây, trí thông minh nhân tạo đã trở nên phổ biến hơn và được áp dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt là các vấn đề kỹ thuật (Nguyễn Hoàng, Bùi Xuân Nam, và Trần Quang Hiếu, 2017; Bùi Xuân Nam và Nguyễn Hoàng, 2018). Sự xuất hiện của trí thông minh nhân tạo và các thuật toán máy học đã mang lại nhiều thay đổi đáng kể trong lĩnh vực khai thác mỏ nói chung và khai thác lộ thiên nói riêng. Bài toán tối ưu hóa hiệu quả đập vỡ đất đá bằng nổ mìn cũng đã được các nhà khoa học nghiên cứu và phát triển dựa trên trí thông minh nhân tạo và các thuật toán máy học. (A Bahrami và nnk, 2011) đã phát triển thành công một mô hình mạng nơ-ron nhân tạo (Artificial neural network – ANN) để dự đoán mức độ đập vỡ đất đá tại một mỏ quặng sắt của Iran. 220 vụ nổ đã được thu

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenhoang@humg.edu.vn

thập cho mục đích nghiên cứu của họ với mười thông số đầu vào bao gồm đường kính lỗ khoan, đường cân chân tầng, chỉ tiêu thuốc nổ, chỉ số tác dụng nổ, chiều dài cột bua, khối lượng thuốc nổ trong mỗi đợt nổ, khoảng cách giữa các hàng lỗ khoan, suất phá đá, độ ổn định bờ mỏ, và chiều sâu lỗ khoan. Một mô hình ANN 10-9-7-1 tối ưu (10 nơ-ron trong lớp đầu vào, 9 nơ-ron trong lớp ẩn thứ nhất, 7 nơ-ron trong lớp ẩn thứ 2, và 1 nơ-ron trong lớp đầu ra) đã được tìm thấy trong nghiên cứu của họ với sai số bình quân phương trung bình RMSE = 0.56 và hệ số xác định $R^2 = 0.97$. Trong một nghiên cứu khác, (Danial Jahed Armaghani, 2018) cũng đã phát triển thành công một mô hình lai dựa trên thuật toán “cạnh tranh đế quốc” (Imperialism competitive algorithm - ICA) và hệ thống ANN, gọi tắt là mô hình dự báo ICA-ANN. 111 vụ nổ đã được thu thập cho nghiên cứu của họ. (Danial Jahed Armaghani, 2018) đã chứng minh rằng mô hình ICA-ANN đã phát triển mang lại hiệu suất vượt trội nhất trong dự đoán mức độ đập vỡ đất đá với RMSE = 0.047 và $R^2 = 0.941$ trên bộ dữ liệu thử nghiệm. Ngoài ra, một số nhà khoa học khác cũng đã tiếp cận trí thông minh nhân tạo để dự báo mức độ đập vỡ đất đá với mức độ chính xác cao (Parvin Faraji Asl, Masoud Monjezi, Jafar Khademi Hamidi, và Danial Jahed Armaghani, 2018; Hassan Bakhshandeh Amnieh và Ahmad Jafari, 2017; Wei Gao và nnk 2018; Mahdi Hasanipanah, Hassan Bakhshandeh Amnieh, Hossein Arab, và Mohammad Saber Zamzam, 2018; Youngjong Sim, Gye-Chun Cho, và Ki-II Song, 2017).

Xem xét các tài liệu cho thấy, trí thông minh nhân tạo đã được áp dụng và phát triển thành công tại nhiều nơi trên thế giới trong dự đoán mức độ đập vỡ đất đá khi nổ mìn. Tuy nhiên, chúng không được áp dụng ở tất cả mọi nơi. Hơn nữa, các mô hình đã phát triển không thể áp dụng cho mọi khu vực. Do đó, trong bài báo này, nhóm tác giả đi nghiên cứu và phát triển một mô hình dự báo mức độ đập vỡ đất đá tại một mỏ đá vôi của Việt Nam. Thuật toán hồi quy véc tơ hỗ trợ (Support vector regression – SVR) được áp dụng trong nghiên cứu này cho dự báo kích thước trung bình của cục đá sau khi nổ mìn.

2. Phương pháp nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Như đã đề cập, thuật toán hồi quy véc tơ hỗ trợ (Support vector regression – SVR) được nghiên cứu và phát triển để dự đoán kích thước trung bình của cục đá sau khi nổ mìn trong nghiên cứu này. Support Vector Machine (SVM) là một phương pháp học máy dựa trên lý thuyết thống kê và được phát triển vào những năm 1990 (Corinna Cortes và Vladimir Vapnik, 1995) và tiếp được phát triển bằng thuật toán có hiệu suất cao với một chút điều chỉnh. SVM có khả năng giải quyết các bài toán phân loại và hồi quy. Theo (Corinna Cortes và Vladimir Vapnik, 1995), SVM ban đầu chỉ được sử dụng cho các bài toán phân loại. Đến năm 1996, một phiên bản của SVM cho các bài toán hồi quy được đề xuất bởi (Harris Drucker và nnk, 1997) và chính thức được sử dụng vào năm 1997 với tên gọi Support Vector Regression (SVR) – là một nhánh của thuật toán SVM (Nguyễn Hoàng, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Tuấn Anh, và Nguyễn Tuấn Thành, 2018).

Hàm SVM tổng quát được xác định theo công thức sau:

$$f(x) = w \cdot x + b = \sum_{i=1}^k (a_i - a_i^*) K(x, x_i) + b \quad (1)$$

Trong đó: a_i , a_i^* và b thu được thông qua việc giải quyết các vấn đề tối ưu được trình bày trong công thức (2) và (3). Thông thường, một phần nhỏ của a_i , a_i^* không phải là không, và được gọi là vector hỗ trợ.

$$w(a, a^*) = -\frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^k (a_i - a_i^*)(a_j - a_j^*) K(x_i, x_j) + \sum_{i=1}^k y_i (a_i - a_i^*) - \varepsilon \sum_{i=1}^k (a_i + a_i^*) \quad (2)$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{i=1}^k (a_i - a_i^*) = 0 \\ 0 \leq a_i, a_i^* \leq C, (i = 1, 2, \dots, k) \end{cases} \quad (3)$$

Trong đó: C là hệ số bất lợi, thể hiện mức độ bất lợi đối với các mẫu lỗi quá mức ε ; $K(x_i, x_j)$ là hàm hạt nhân, giải quyết các vấn đề tính toán có kỹ năng cao. Một trong các hàm hạt nhân của SVM được sử dụng trong nghiên cứu này là hàm hạt nhân chính xuyên tâm và được xác định theo công thức (4):

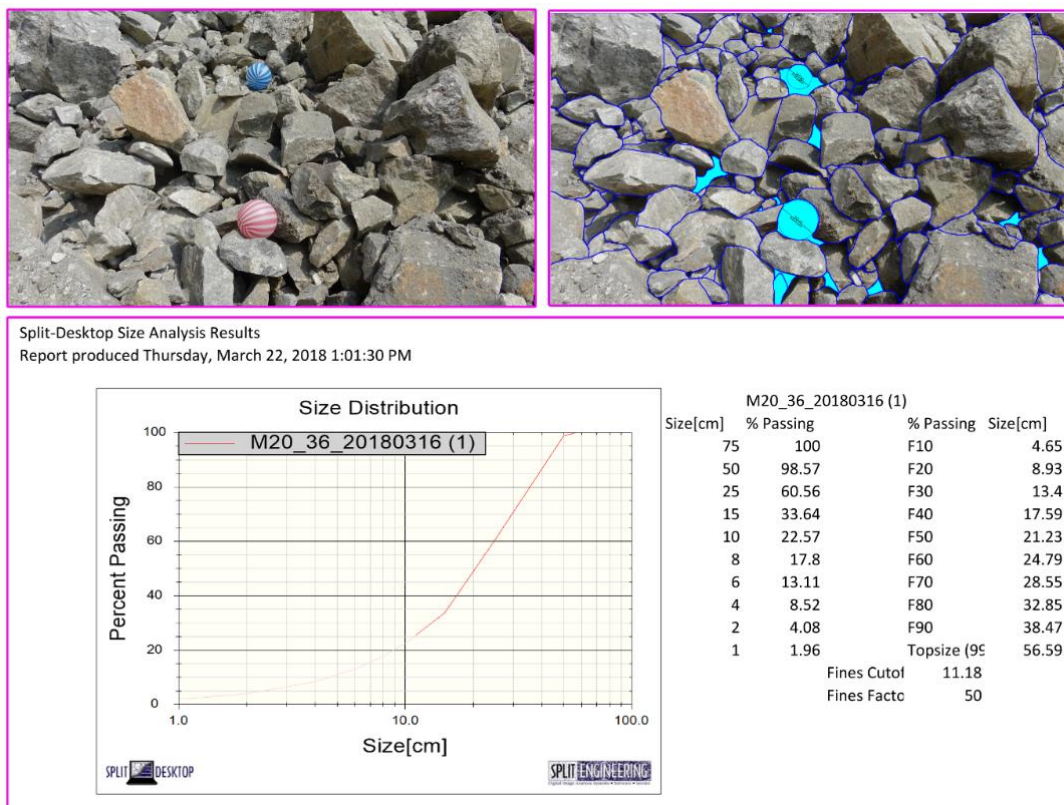
$$K(x, y) = \exp\left[-\frac{\|x - y\|^2}{2\sigma^2}\right] \quad (4)$$

Với x, y lần lượt là các biến đầu vào và đầu ra của hàm, σ là hệ số hạt nhân của thuật toán.

2.2. Dữ liệu sử dụng

Để thực hiện nghiên cứu này, 136 dữ liệu được thu thập tại mỏ đá vôi của Việt Nam bao gồm: các thông số nổ mìn (đường căn chân tầng, khối lượng thuốc nổ trong mỗi đợt vi sai, chiều dài cột bua, các thông số mạng lỗ khoan, chỉ tiêu thuốc nổ, chiều cao tầng) và kích thước trung bình của cục đá sau khi nổ mìn.

Để xác định kích thước trung bình của cục đá, 136 bức ảnh đồng đá sau khi nổ mìn được chụp lại và phân tích bằng phần mềm Split Desktop để xác định kích thước trung bình của cục đá (Hình 1). Các thông số còn lại được thu thập từ các hộ chiếu nổ mìn của mỏ. Các dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu này được tóm tắt trong bảng 1.



Hình 1. Phân tích kích thước trung bình cục đá bằng phần mềm Split Desktop

Bảng 1. Tóm tắt dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu

Q	q	H	L _b
Min. :106.0	Min. :0.3500	Min. : 6.100	Min. :1.800
1st Qu.:180.8	1st Qu.:0.4000	1st Qu.: 8.400	1st Qu.:2.900
Median :207.5	Median :0.4100	Median : 9.150	Median :3.200
Mean :208.6	Mean :0.4126	Mean : 9.084	Mean :3.218
3rd Qu.:233.0	3rd Qu.:0.4300	3rd Qu.: 9.800	3rd Qu.:3.500
Max. :302.0	Max. :0.4600	Max. :11.300	Max. :4.400
a	W	D	-
Min. :2.800	Min. :5.300	Min. :46.00	-
1st Qu.:3.700	1st Qu.:5.700	1st Qu.:58.75	-
Median :4.100	Median :5.850	Median :64.00	-
Mean :4.081	Mean :5.849	Mean :65.07	-
3rd Qu.:4.500	3rd Qu.:6.000	3rd Qu.:72.00	-
Max. :5.100	Max. :6.500	Max. :93.00	-

3. Phát triển mô hình hồi quy véc tơ hỗ trợ

Để phát triển mô hình SVR dự báo kích thước trung bình của cục đá sau khi nổ mìn, bộ dữ liệu ban đầu được chia thành hai phần: 80% (tương đương 111 dữ liệu) được sử dụng để huấn luyện mô hình; 20% còn lại (tương đương 25 dữ liệu) được sử dụng để kiểm tra và đánh giá hiệu suất của mô hình dự báo.

Hiệu quả của quá trình huấn luyện và kiểm tra được đánh giá thông qua các chỉ tiêu sai số bình quân phương trung bình (RMSE) và hệ số xác định (R^2) được xác định theo các công thức (5-6).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (5)$$

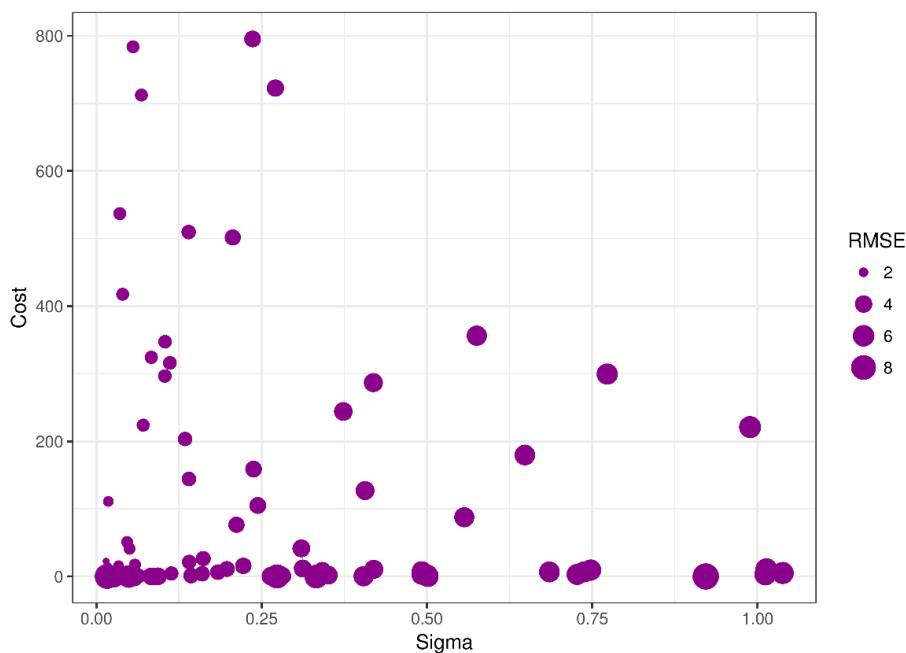
$$R^2 = 1 - \frac{\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2} \quad (6)$$

Trong đó: n là tổng số quan sát; y_i là giá trị thực tế, cm; \hat{y}_i là giá trị dự báo, cm; \bar{y} là trung bình của các giá trị đo thực tế, cm.

Sai số bình quân phương trung bình là một trong những đại lượng cơ bản và thường được sử dụng phổ biến cho việc đánh giá kết quả của mô hình dự báo số trị. Người ta thường hay sử dụng đại lượng sai số bình phương trung bình quân phương (RMSE) biểu thị độ lớn trung bình của sai số. RMSE không chỉ ra độ lệch giữa giá trị dự báo và giá trị thực tế. Giá trị của RMSE nằm trong khoảng $(0, +\infty)$. MAE cũng tương tự như RMSE nhưng các chỉ tiêu đánh giá đơn giản hơn nhiều. RMSE và MAE lý tưởng nhất khi bằng 0.

R^2 là hệ số xác định thể hiện mức độ phù hợp của dữ liệu với thuật toán. R^2 nằm trong khoảng $(0,1)$ và lý tưởng nhất khi $R^2 = 1$ và bằng 0 là tệ nhất.

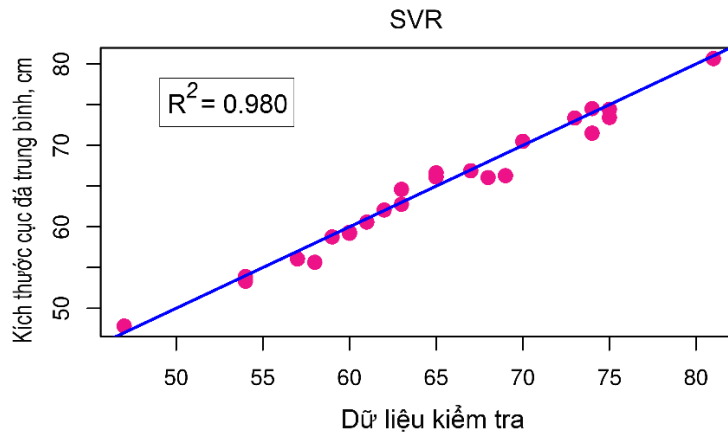
Đối với mô hình SVR, σ và C là hai tham số được sử dụng để kiểm soát chất lượng của mô hình dự báo. Bộ dữ liệu huấn luyện bao gồm 111 dữ liệu quan sát được sử dụng để phát triển mô hình SVR. Một kỹ thuật lưới tìm kiếm được áp dụng với 100 mô hình SVR khác nhau để xác định các giá trị tối ưu cho σ và C . Các kỹ thuật lấy mẫu lại cũng được áp dụng để tránh tình trạng “thừa ăn khớp” (overfitting) của mô hình dự báo. Các mô hình SVR được phát triển dựa trên mã code đã được lập trình của nhóm tác giả. Cuối cùng, một mô hình SVR tối ưu đã được xác định trong tổng số 100 mô hình SVR khác nhau đã xây dựng với $\sigma = 0.015$ và $C = 22.694$. Hiệu suất của 100 mô hình SVR trên bộ dữ liệu huấn luyện được minh họa trong hình 2. Hiệu suất của mô hình SVR được chọn trên bộ dữ liệu huấn luyện đạt $RMSE = 1,843$ và $R^2 = 0,968$.



Hình 2. Hiệu suất của các mô hình SVR trên bộ dữ liệu huấn luyện

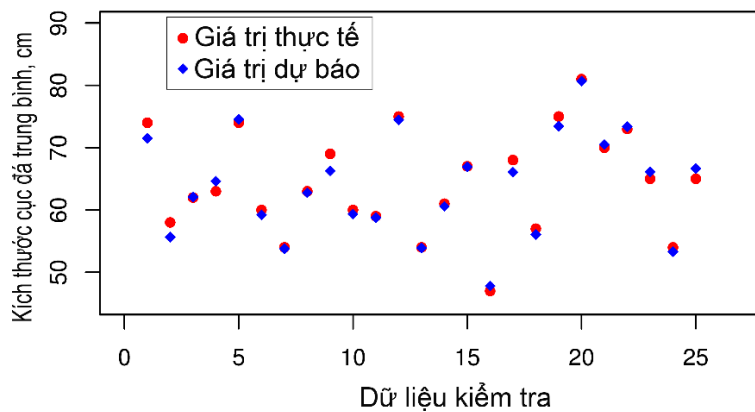
4. Kết quả và thảo luận

Như đã nêu trong phương pháp nghiên cứu, 20% bộ dữ liệu (tương đương 25 quan sát) được sử dụng để kiểm tra và đánh giá hiệu suất của mô hình SVR đã xây dựng dựa trên các chỉ số hiệu suất của mô hình, RMSE và R^2 . Theo đó, với mô hình SVR đã được lựa chọn, bộ dữ liệu kiểm tra đã được sử dụng để dự báo kích thước cục đá trung bình. Các giá trị sai số bình quân phương trung bình RMSE và hệ số xác định R^2 đã được tính toán dựa trên các giá trị dự báo và các giá trị thực tế. Các kết quả cho thấy mô hình SVR đã phát triển cung cấp hiệu suất rất cao trên bộ dữ liệu kiểm tra với $RMSE = 1,207$ và $R^2 = 0,980$. Hình 3 minh họa mối quan hệ giữa các giá trị dự báo và các giá trị thực tế thông qua hệ số R^2 .



Hình 3. Mối quan hệ giữa các giá trị thực tế và các giá trị dự báo của mô hình SVR

Nhìn vào hình 3, có thể thấy rằng mức độ phù hợp của dữ liệu kiểm tra với mô hình là rất cao. Lưu ý rằng, bộ dữ liệu kiểm tra không được sử dụng để phát triển mô hình. Chúng được sử dụng như những dữ liệu mới chưa từng thấy bao giờ để đánh giá khách quan mức độ chính xác của mô hình dự báo mức độ đập vỡ đất đá. 25 giá trị dự báo bằng mô hình SVR được so sánh với giá trị thực tế trên hình 4.



Hình 4. So sánh mức độ chính xác của mô hình SVR

Nhìn vào hình 4, có thể thấy rằng các giá trị dự báo bằng mô hình SVR rất gần với các giá trị thực tế. Điều này cho thấy mức độ siêu việt của mô hình SVR đã thiết lập.

5. Kết luận

Mức độ đập vỡ đất đá khi nổ mìn là tiêu chí rất quan trọng để đánh giá hiệu quả của công tác nổ mìn cũng như hiệu quả sản xuất cho toàn mỏ. Đặc biệt là đối với các mỏ xi măng hoặc các mỏ có khâu nghiền sàng thì việc kiểm soát và dự báo chính xác kích thước cục đá nổ mìn là cần thiết để cải thiện hiệu quả của nổ mìn và các khâu công nghệ sau đó. Dựa trên các kết quả của nghiên cứu này, nhóm tác giả thấy rằng trí thông minh nhân tạo là một bước đột phá trong lĩnh vực khai thác mỏ nói chung và trong khoa học dự báo các vấn đề liên quan đến khai thác mỏ lộ thiên nói riêng. SVR là một thuật toán mạnh mẽ có khả năng cung cấp mô hình dự báo kích thước cục đá trung bình với độ chính xác cao. Nó nên được áp

dụng rộng rãi trong thực tế để nâng cao hiệu quả sản xuất cho mỏ, giảm tỉ lệ tổn thất. Tuy nhiên, việc xây dựng mô hình dự báo SVR tối ưu thường phức tạp và tốn nhiều thời gian; đòi hỏi người thực hiện phải am hiểu sâu về trí thông minh nhân tạo và các phương pháp tối ưu chúng. Việc xác định được một mô hình SVR tối ưu cho dự báo kích thước cục đá trung bình thiên về một nghệ thuật hơn là một kỹ thuật thông thường.

Tài liệu tham khảo

Nguyễn Hoàng, Đỗ Ngọc Hoàn, Lê Thị Minh Hạnh và Đoàn Trọng Luật. 2014. Nghiên cứu mối quan hệ giữa kích thước cục đá nổ mìn với các khâu xúc bốc và vận tải trên mỏ lộ thiên, *Hội nghị khoa học kỹ thuật mỏ toàn quốc lần thứ 24*.

Nguyễn Hoàng, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Tuấn Anh và Nguyễn Tuấn Thành. 2018. So sánh hiệu quả giữa thuật toán hồi quy tuyến tính và phi tuyến tính trong dự báo sóng chấn động nổ mìn trên mỏ than Núi Béo - Quảng Ninh. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, Số 2/2018:78-84.

Nguyễn Hoàng, Bùi Xuân Nam và Trần Quang Hiếu. 2017. Ứng dụng thuật toán rừng ngẫu nhiên để dự báo sóng va đập không khí sinh ra do nổ mìn trên mỏ than Đèo Nai, Quảng Ninh. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, Số 6/2017:47-53.

Bùi Xuân Nam và Nguyễn Hoàng. 2018. Đánh giá khả năng sử dụng mạng nơ-ron nhân tạo dự báo sóng chấn động nổ mìn cho mỏ lộ thiên. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, Số 01/2018:60-66.

Danial Jahed Armaghani. 2018. Rock Fragmentation Prediction through a New Hybrid Model Based on Imperial Competitive Algorithm and Neural Network. *Smart Construction Research*.

Parvin Faraji Asl, Masoud Monjezi, Jafar Khademi Hamidi và Danial Jahed Armaghani. 2018. Optimization of flyrock and rock fragmentation in the Tajareh limestone mine using metaheuristics method of firefly algorithm. *Engineering with Computers*, 34(2):241-251.

A Bahrami, Masoud Monjezi, K Goshtasbi và A Ghazvinian. 2011. Prediction of rock fragmentation due to blasting using artificial neural network. *Engineering with Computers*, 27(2):177-181.

Hassan Bakhshandeh Amnieh và Ahmad Jafari. 2017. Prediction of fragmentation due to blasting using mutual information and rock engineering system; case study: Meydook copper mine. *Int. Journal of Mining & Geo-Engineering*, 51(1):23-28.

Branko Božić. 1998. Control of fragmentation by blasting. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, 10(1):49-57.

Corinna Cortes và Vladimir Vapnik. 1995. Support-vector networks. *Machine learning*, 20(3):273-297.

Harris Drucker, và nnk 1997. *Support vector regression machines*. Paper Presented at the Advances in neural information processing systems.

Wei Gao, và nnk 2018. Developing GPR model for forecasting the rock fragmentation in surface mines. *Engineering with Computers*, 34(2):339-345.

Mahdi Hasanipanah, Hassan Bakhshandeh Amnieh, Hossein Arab và Mohammad Saber Zamzam. 2018. Feasibility of PSO-ANFIS model to estimate rock fragmentation produced by mine blasting. *Neural Computing and Applications*, 30(4):1015-1024.

Hans Hjelmberg. 1983. *Some ideas on how to improve calculations of the fragment size distribution in bench blasting*. Paper Presented at the 1st International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting. Lulea University Technology Lulea, Sweden.

VM Kuznetsov. 1973. The mean diameter of the fragments formed by blasting rock. *Soviet Mining*, 9(2):144-148.

Mario A Morin và Francesco Ficarazzo. 2006. Monte Carlo simulation as a tool to predict blasting fragmentation based on the Kuz-Ram model. *Computers & Geosciences*, 32(3):352-359.

Hoang Nguyen và Xuan Nam Bui. 2015. *Simulation on rock breaking process of hydraulic breaker while breaking on the bench in surface mines according to the Bousinessq mathematical results*. Paper Presented at the International Workshop on Advances in Surface Mining for Environment Protection and Sustainable Development.

Samira Shams, Masoud Monjezi, Vahid Johari Majd và Danial Jahed Armaghani. 2015. Application of fuzzy inference system for prediction of rock fragmentation induced by blasting. *Arabian Journal of Geosciences*, 8(12):10819-10832.

Youngjong Sim, Gye-Chun Cho và Ki-Il Song. 2017. Prediction of Fragmentation Zone Induced by Blasting in Rock. *Rock mechanics and rock engineering*, 50(8):2177-2192.

ABSTRACT

Development of support vector regression for estimating rock fragmentation in open-pit mine

Nguyen Hoang¹, Bui Xuan Nam¹

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

Blasting is one of the most effective technique for rock fragmentation in open-pit mine. The effect of blasting is assessed by a variety of criteria, the most important of which is fragmentation. The average size of rock is the indicator of fragmentation. It is influenced by many complex factors and can be solved optimally by approaching the artificial intelligence system. In this study, an effort was conducted for development of support vector regression model (SVR) in estimating rock fragmentation. 136 datasets were investigated for this aim. Performance indices include Root mean square error (RMSE) and Determination coefficient (R^2) used for evaluating the performance of the model. The results indicated that SVR is a superior model with an RMSE of 1.207 and R^2 of 0.980 on testing datasets. It should be applied in practical engineering to optimize the effects of blasting and production.

Keywords: Blasting; artificial intelligence; support vector regression; rock fragmentation; open-pit mine.

Nghiên cứu, phân tích, lựa chọn điều kiện biên hợp lý khi sử dụng phần mềm RS2 xác định dịch chuyển đất đá xung quanh lò chợ đã khai thác

Dương Đức Hùng^{1,*}, Phạm Quốc Tuấn², Đỗ Ngọc Tú³

^{1,3}Trường Đại học Mở - Địa chất

²Công ty TNHH Tư vấn đầu tư Xây dựng Điện lực

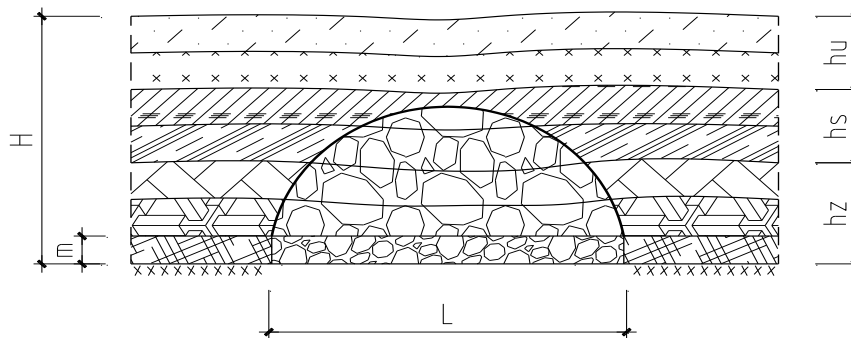
TÓM TẮT

Trong khai thác mỏ hầm lò, sau khi thu hồi khoáng sản sẽ để lại khoảng trống trong lòng đất. Đất đá xung quanh có xu hướng dịch chuyển hướng vào khoảng trống làm phá vỡ trường ứng suất nguyên sinh, trường ứng suất thứ sinh xuất hiện. Quá trình biến đổi trường ứng suất - biến dạng thứ sinh sẽ lan truyền dịch chuyển đất đá lên bề mặt địa hình. Đến thời điểm xác lập trạng thái cân bằng mới, các vùng đất đá xung quanh khoảng trống khai thác sẽ có biểu hiện khác nhau: Vùng phá hủy, sập lở; vùng tách lớp do uốn võng; vùng lún bề mặt do dịch chuyển. Do tính phức tạp của môi trường và quy mô của bài toán nên nhiều kết quả nghiên cứu theo các phương pháp truyền thống chỉ mới đưa ra công thức tính chiều cao vùng phá hủy. Sử dụng phương pháp số với các tham số môi trường đất đá và điều kiện biên phù hợp sẽ thu được bức tranh tổng thể mô tả trạng thái các vùng đất đá xung quanh khoảng trống khai thác có kích thước lớn (lò chợ khai thác vỉa dày). Nội dung cơ bản của bài báo sẽ phân tích ảnh hưởng của điều kiện biên khi sử dụng phần mềm tính số RS2 để xác định sự dịch chuyển đất đá xung quanh lò chợ trong khai thác vỉa dày. Kết quả giải bài toán với thông số đầu vào của đất đá như nhau, điều kiện biên khác nhau đã cho thấy phân bố ứng suất, chuyển vị tại các vùng là khác nhau. Đặc biệt là vùng hông và nền lò chợ.

Từ khóa: Lò chợ; dịch chuyển đất đá; điều kiện biên; phần mềm RS2.

6. Đặt vấn đề

Sau khi thu hồi khoáng sản, khoảng trống khai thác trong lòng đất được hình thành. Dưới tác dụng của lực trọng trường, trường ứng suất thứ sinh xuất hiện, đất đá có xu hướng dịch chuyển hướng vào khoảng trống khai thác. Tùy thuộc độ sâu khai thác, kích thước khoảng trống, tính chất cơ lý của các lớp đất đá phía trên mà biểu hiện dịch chuyển của đất đá có những biểu hiện khác nhau. Nói chung, sau khoảng thời gian nhất định, khi trạng thái cân bằng mới ổn định, sẽ tồn tại ba vùng đất đá xung quanh khoảng trống: 1) vùng phá hủy, sập lở; 2) Vùng tách các lớp đất đá do uốn võng với độ võng lớn; 3) Vùng lún sụt bề mặt địa hình do dịch chuyển xuống dưới. Sơ đồ tổng quan ba vùng dịch chuyển đất đá xung quanh khoảng trống khai thác được biểu diễn trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ tổng quan ba vùng dịch chuyển đất đá

trong đó:

- H - độ sâu khoảng trống khai thác;
- h - chiều cao khoảng trống khai thác;
- L - chiều rộng khoảng trống khai thác;
- h_u - chiều cao vòm phá hủy sập lở tính từ độ sâu khai thác;
- h_s - chiều dày vùng phá hủy tách lớp;

*Tác giả liên hệ

Email: duongduchung@humg.edu.vn

h_0 - chiều dày vùng lún sụt bề mặt địa hình.

Trong khai thác mỏ hầm lò, chủ yếu quan tâm đến chiều cao vòm phá hủy h_z để từ đó xác định áp lực đất đá tác dụng lên kết cấu chống. Cho đến nay, nhiều nhà địa cơ trên thế giới và trong nước đã kết hợp mô hình giải tích và kinh nghiệm để chủ yếu thiết lập công thức tính dự báo chiều cao vòm phá hủy sập lở cho từng loại đất đá khác nhau. Bảng 1: Tổng hợp và giới thiệu một số biểu thức được xây dựng để tính chiều cao vòm phá hủy do sập lở h_z của một số tác giả trên thế giới (Nguyễn Quang Phích, Phạm Văn Chung, 2013).

Bảng 1. Công thức tính dự báo chiều cao vùng phá hủy h_z

Tác giả/thời gian	Biểu thức xác định chiều cao vùng phá hủy do sập lở	
Ritter (1879)	$h_z = \frac{L^2}{16c}$ hoặc $h_z = \frac{\gamma}{8c} \left[L + 2m \cdot ctg \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \right]^2$	
Kommerell (1912)	$h_z = 100 \frac{\Delta z}{k_d}$	
Bierbaumer (1913)	Cho khối đá yếu $h_z = \frac{L}{2} ctg \varphi$	Cho khối đá cứng chắc $h_z = H \left[1 - \frac{H \cdot tg \varphi \cdot tg^2 (45 - \varphi / 2)}{L + 2m \cdot tg (45 - \varphi / 2)} \right]$
Protodiakonov (1930)	Cho khối đá yếu $h_z = \frac{L}{2tg \varphi}$	Cho khối đá cứng chắc $h_z = \frac{L}{2f}$
Ximbarevich (1933)	Cho khối đá dạng hạt kết dính $h_z = \frac{L + 2 \cdot m \cdot ctg (45 - \varphi / 2)}{2 \cdot tg \varphi}$	Cho khối đá cứng chắc $h_z = \frac{L / 2 + m \cdot tg (45 - \varphi / 2)}{f}$
Segal (1934)	$h_z = \frac{1 - 2\nu}{4\nu} L - m$	
Slesarev (1940)	Cho khối đá yếu $h_z = \frac{L^2}{4H} ctg \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$	Cho khối đá cứng chắc $h_z = \frac{\gamma \cdot L^2}{16 \cdot R_r}$
Pakrovski (1948)	$h_z = \frac{3m}{2(k_r - 1)}$	
Xutovics (1951)	$h_z = \frac{L + 2m \cdot tg (45 + \varphi / 2)}{2}$	

Tác giả/thời gian	Biểu thức xác định chiều cao vùng phá hủy do sập lở
Ruppeneit (1954)	$h_z = \frac{L}{2} \left\{ \left[\left(\frac{2\gamma.H}{R_r} - 1 \right) \sin \varphi + 1 \right] \exp \frac{1 - \sin \varphi}{2 \sin \varphi} - 1 \right\}$
Mohr (1954)	$h_z = \frac{\nu.L}{2(1-\nu)}$
Gmoszynski (1960)	$h_z = \frac{0,5.L.\ln(\gamma H / c)}{1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg}^2(45 - \varphi / 2)}$
Orlov(1961)	$h_z = \frac{0,8^3 \sqrt{H} [L + 2m.\operatorname{ctg}(45 + \varphi / 2)]}{f}$
Borisov (1962)	$h_z = \frac{1,7.L.R_r}{\sqrt{(2\gamma.H)^2 - 11R_r^2}}$
Dersanov (1962)	$h_z = \frac{1-2\nu}{4\nu} \left[L + 2m.\operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \right]$
Salustowicz (1968)	$h_z = \sqrt{\left(\frac{m}{2} \right)^2 + \left[0,5 \left(m - 2 + (m-1) \frac{R_r}{p_z} \right)^2 \left(\frac{L}{2} \right)^2 \right]} - \frac{m}{2}$
Sirokov (1969)	$h_z = \frac{0,5.L + \left(K_c \frac{\gamma H}{R_c} - 1 \right) . m . \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)}{K_k . f}$
Sirokov (1973)	$h_z = 0,5 \left(\sqrt{L^2 - m^2} - m \right) \text{ với } \frac{2\gamma H}{R_c} \leq 1$
Jarosz (1977)	$h_z = m \left(\frac{3}{4} \cdot \frac{k_r + 1}{k_r - 1} + \frac{1}{2} \right)$
Arkuszewski (1978)	$h_z = m \left(\frac{4(k_r + 1) - \pi(k_r - 1)}{2\pi(k_r - 1)} \right)$

Trong bảng 1: L- chiều rộng khoảng trống khai thác hay chiều dài lò chợ; c - hệ số nén chặt đá theo Ritter, γ dung trọng của đá; m - chiều dày vỉa than hay quặng khai thác (chiều cao khoảng trống khai thác); φ - góc ma sát, Δz - chiều cao sập lở của lớp đá vách trực tiếp, k_d - hệ số nở rời của đá theo Kommerell; H- độ sâu khai thác, f - hệ số kiên cố của đá theo Protodiakonop; ν - hệ số Poison; R_r , R_c - độ

bền kéo và độ bền nén của khối đá; k_r - hệ số nở ròi theo Pakrovski, $k_r = 1/\nu$ hằng số Poisson; p_z - áp lực theo phương thẳng đứng; K_c - hệ số tập trung ứng suất; K_k - hệ số suy giảm độ bền.

Có thể nhận thấy rằng, các công thức tính dự báo chiều cao h_z và h_s phụ thuộc nhiều vào chủ quan, kinh nghiệm của từng tác giả và vùng nghiên cứu. Hầu hết công thức trên không phản ánh đầy đủ thông số hình học của khoảng trống khai thác, tính chất cơ học của vùng đất đá xung quanh. Đặc biệt, chưa có tác giả nào xét đến ảnh hưởng của dịch chuyển ngang và dưới lên trong công thức tính h_z và h_s .

Với tính phức tạp cũng như quy mô của bài toán, các mô hình giải tích và kinh nghiệm khó có thể thu được bức tranh tổng thể cả về định tính và định lượng các vùng dịch chuyển, phá hủy đất đá xung quanh khoảng trống khai thác. Hiện nay, với sự trợ giúp của máy tính điện tử, nhiều phần mềm tính số dùng trong địa kỹ thuật cho phép giải bài toán một cách toàn diện làm cơ sở để các nhà thiết kế mô lựa chọn được phương án tối ưu nhất.

2. Phân tích bài toán phân bố ứng suất, chuyển vị vùng đất đá xung quanh khoảng trống khai thác bằng phần mềm RS2 với điều kiện biên khác nhau.

2.3. Giới thiệu phần mềm RS2.

Hiện nay, nhiều phần mềm địa kỹ thuật được lập trình trên cơ sở các phương pháp số khác nhau. Theo phương pháp sai phân hữu hạn (FDM) có các phần mềm: FLAC, LS - DYNA 3D,...; Theo phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) có các phần mềm: PHASE2, PLAXIS,... (Nguyễn Quang Phúc, 2006).

Các phần mềm được lập trình trên cơ sở các phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) có tính hệ thống cao, phạm vi áp dụng để giải các bài toán kỹ thuật rộng hơn nên được sử dụng phổ biến hơn cả. Trong báo cáo sẽ sử dụng phần mềm RS2 để khảo sát các vùng dịch chuyển đất đá xung quanh khoảng trống khai thác.

RS2 là phần mềm phần tử hữu hạn 2 chiều cực mạnh (Hãng Rocscience Inc) dùng để giải các bài toán trong đất và đá. RS2 có thể giải quyết hầu hết các vấn đề địa kỹ thuật như đào hố móng sâu, đào hầm, ổn định mái dốc, dòng thấm trong công trình và đất đá, nén lún cố kết theo thời gian, tính toán bài toán động (do máy móc hoặc động đất). Đặc biệt RS2 cũng hỗ trợ tính toán rủi ro trong công trình địa kỹ thuật.

RS2 hỗ trợ hầu hết các dạng dạng kết cấu chống đỡ phổ biến hiện nay như vòm hầm bê tông phun, vòm hầm bằng thép, tường chắn đất, cọc, vòm hầm thi công theo từng giao đoạn, vvv... Chương trình cũng hỗ trợ thiết kế vòm hầm gồm biểu đồ bao sức chịu tải của vòm hầm, giúp xác định hệ số an toàn của kết cấu vòm hầm. Các loại neo bao gồm neo anchor, neo đất, neo đá, neo vữa...

Các mô hình đất và đá tiên tiến nhất hiện nay cũng được hỗ trợ trong RS2 ví dụ như mô hình Mohr Coulomb, Generalize Hoek-Brown, Cam Clay, mô hình nón và mũ, softening hardening model. Kết cấu vết nứt trong đất và đá có thể mô phỏng bằng 2 phương pháp: sử dụng mô hình đất đá có kể đến vết nứt hoặc tiến hành mô phỏng lưới vết nứt bằng khả năng đồ họa mạnh của chương trình. RS2 sử dụng bộ vi xử lý 64 bit và tính toán parallel giúp cho tốc độ tính toán được tăng lên rất nhiều.

2.2. Sử dụng RS2 giải bài toán phân bố ứng suất, chuyển vị với điều kiện biên khác nhau

2.2.1. Xây dựng sơ đồ tính và các thông số môi trường đất đá.

a) Sơ đồ tính của bài toán được xây dựng trên cơ sở mô hình bài toán biến dạng phẳng, điều kiện biên theo chuyển vị. Tải trọng chính là trọng lượng của đất đá bên trên, áp lực ngang và áp lực phía dưới tác động vào khoảng trống. Xác định phạm vi vùng khảo sát với điều kiện chuyển vị phải bằng không (trạng thái nguyên sinh). Dựa trên các thông số môi trường đất đá xung quanh, kinh nghiệm quan trắc và khả năng xử lý của máy tính để chọn sơ đồ tính hợp lý. Môi trường đất đá rất phức tạp, vừa có tính chất đàn hồi, tính nhớt và dẻo giảm bền (Dương Đức Hùng, 2003). Sự phân bố ứng suất, chuyển vị đất đá xung quanh khoảng trống khai thác cho đến khi xác lập trạng thái ổn định mới là hàm phụ thuộc thời gian. Do vậy, tính lưu biến nhớt -dẻo giảm bền sẽ được thể hiện khá rõ.

b) Các thông số của môi trường đất đá.

Đất đá xung quanh khoảng trống khai thác rất phức tạp, từng địa tầng có cấu tạo và biểu hiện phân lớp, nứt nẻ khác nhau. Do vậy, từ kết quả khảo sát hiện trường và trong phòng, cần thiết xây dựng được các thông số của môi trường đất đá phù hợp (thông số hữu hiệu) để đưa vào giải các bài toán nhằm đảm bảo độ tin cậy cao. Hiện nay, nhiều phương pháp hiện đại được áp dụng để xác định các thông số cơ học của đá có tính dị hướng (Phạm Quốc Tuấn, 2017). Trong khai thác mỏ, xây dựng công trình ngầm và mỏ phần mềm tính các thông số của đá Rocdata được sử dụng khá phổ biến. Trong bảng 2, sử dụng Rocdata thu được kết quả xác định các thông số của đá tại mỏ Nam Mẫu (Phạm Văn Chung, 2018).

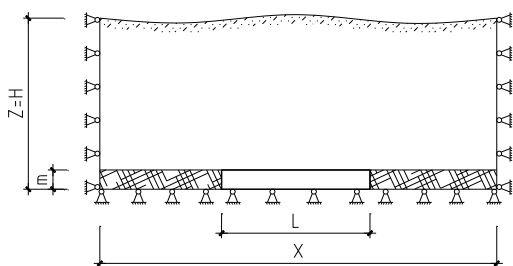
Bảng 2. Kết quả xác định E, C, ϕ tại mỏ Nam Mẫu theo Rocdata

TT	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)	Hệ số đàn hồi E (MPa)	Lực dính kết C (MPa)	Góc ma sát trong (độ)
1	Cát kết	114,0	45	0,8	17	2115,00	0,807	42,358
2	Bột kết	42,0	37	0,8	7	691,36	0,324	23,276
3	Sét kết	31,0	11	0,8	4	244,03	0,410	12,281
4	Than	17,1	8	0,8	4	93,01	0,059	3,500

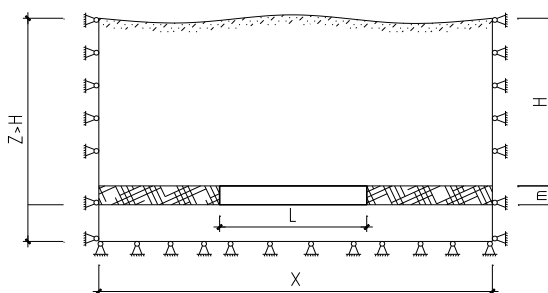
2.2.2. Sử dụng RS2 giải bài toán phân bố ứng suất, chuyển vị với hai điều kiện biên khác nhau.

Bài toán: Xác định phân bố ứng suất, chuyển vị xung quanh khu vực lò chợ đã khai thác vỉa dày với các tham số đầu vào sau: Độ sâu: $H = 380$ mét; Chiều dài lò chợ $L = 100$ mét. Chiều dày vỉa than $m = 18$ mét; Các thông số đất đá lấy theo bảng 2 tương ứng thứ tự các lớp: Bỏ qua chiều dày lớp đất phủ; Lớp cát kết; lớp bột kết; lớp sét kết. Các thông số đất đá lấy theo bảng 2.

Sử dụng phần mềm RS2 khảo sát hai trường hợp (TH) theo chiều dày của từng lớp đá với điều kiện biên khác nhau: Trường hợp 1: biên dưới $Z = H$ (hình 2); Trường hợp 2: biên dưới $Z = H + 20$ (hình 3).



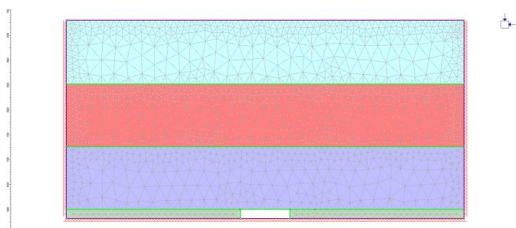
Hình 2. Điều kiện biên dưới $Z = H$



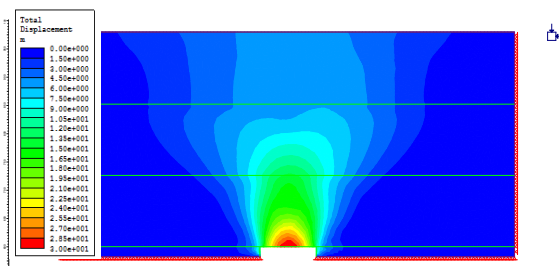
Hình 3. Điều kiện biên dưới $Z = H + 20$

Trường hợp 1.1. Phạm vi vùng khảo sát và chiều dày các lớp đất đá: $Z = H = 380$ m, $X = 750$ m, chiều dày các lớp đá là như nhau; Bỏ qua chiều dày lớp đất phủ.

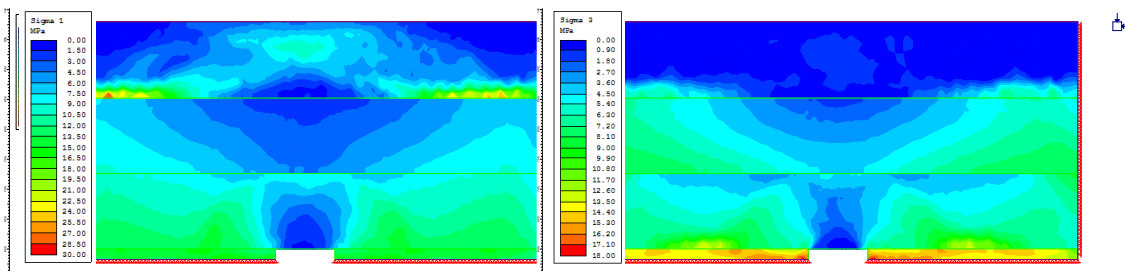
Mô hình số và kết quả tính phân bố chuyển vị biểu diễn trên các hình 4, 5, 6, 7.



Hình 4. Mô hình số FEM mô phỏng bằng phần mềm RS2 với TH 1.1



Hình 5. Giá trị chuyển vị tổng thể của các lớp đất đá

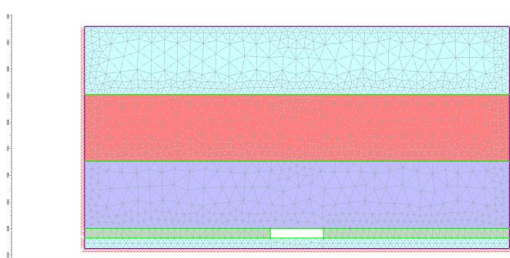


Hình 6. Giá trị ứng suất chính lớn nhất σ_1

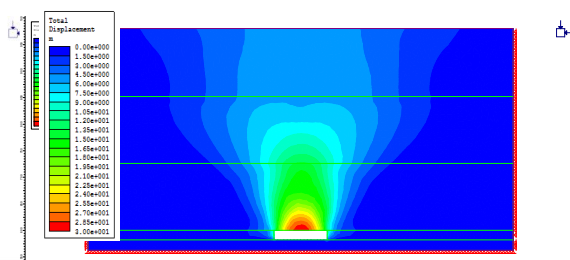
Hình 7. Giá trị ứng suất chính nhỏ nhất σ_3

Trường hợp 1.2. Phạm vi vùng khảo sát và chiều dày các lớp đất đá: $Z=H+20=400\text{ m}$, $X=750\text{ m}$, chiều dày các lớp đá là như nhau; Bỏ qua chiều dày lớp đất phủ.

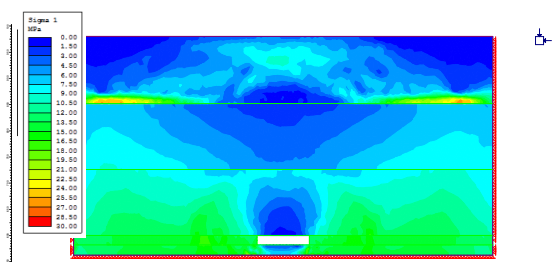
Mô hình số và kết quả tính phân bố chuyển vị biểu diễn trên các hình 8, 9, 10, 11.



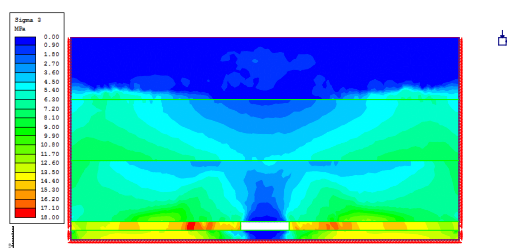
Hình 8. Mô hình số FEM mô phỏng bằng phần mềm RS2 với TH 1.1



Hình 9. Giá trị chuyển vị tổng thể của đất đá



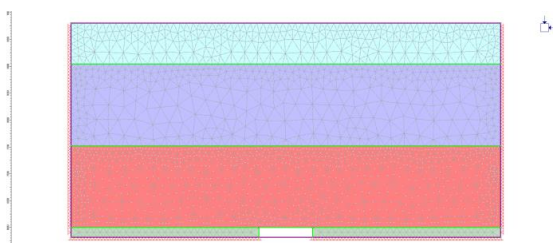
Hình 10. Giá trị ứng suất chính lớn nhất σ_1



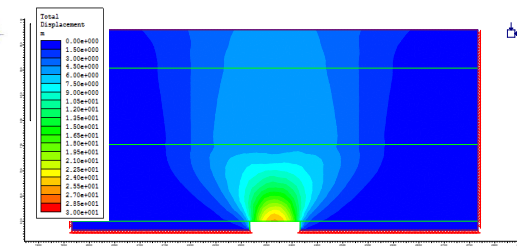
Hình 11. Giá trị ứng suất chính nhỏ nhất σ_3

Trường hợp 2.1. Phạm vi vùng khảo sát và chiều dày các lớp đất đá: $Z=H=380\text{ m}$, $X=750\text{ m}$, chiều dày các lớp bột kết và sét kết gấp đôi lớp cát kết; bỏ qua chiều dày lớp đất phủ.

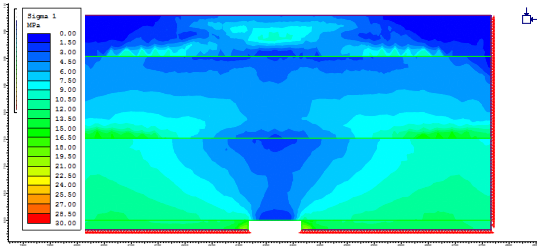
Mô hình số và kết quả tính phân bố chuyển vị biểu diễn trên các hình 12, 13, 14, 15.



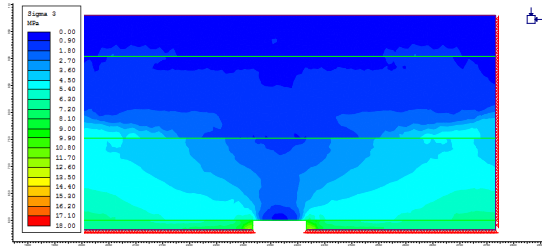
Hình 12. Mô hình số FEM mô phỏng bằng phần mềm RS2 với TH 1.1



Hình 13. Giá trị chuyển vị tổng thể của đất đá



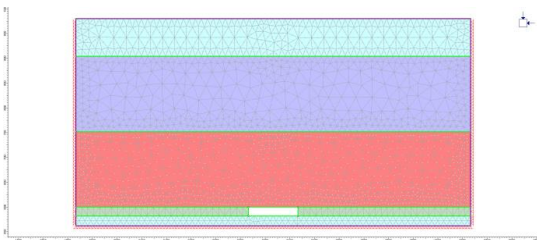
Hình 14. Giá trị ứng suất chính lớn nhất $\sigma_1(\sigma_1)$



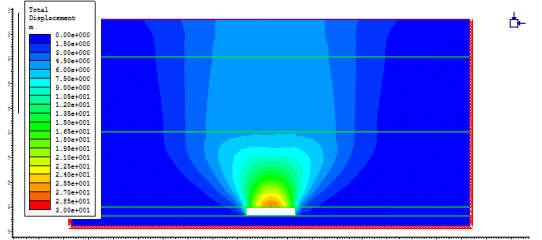
Hình 15. Giá trị ứng suất chính nhỏ nhất $\sigma_3(\sigma_3)$

Trường hợp 2.2. Phạm vi vùng khảo sát và chiều dày các lớp đất đá: $Z=H+20=400\text{ m}$, $X=750\text{ m}$, chiều dày các lớp bột kết và sét kết gấp đôi lớp cát kết; Bỏ qua chiều dày lớp đất phủ.

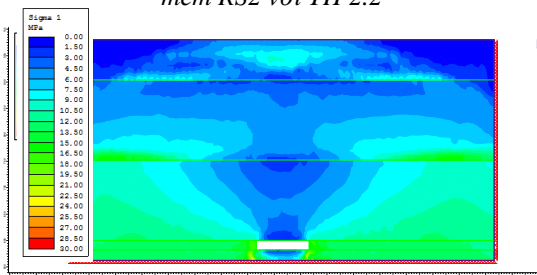
Mô hình số và kết quả tính phân bố chuyển vị biểu diễn trên các hình 16, 17, 18, 19.



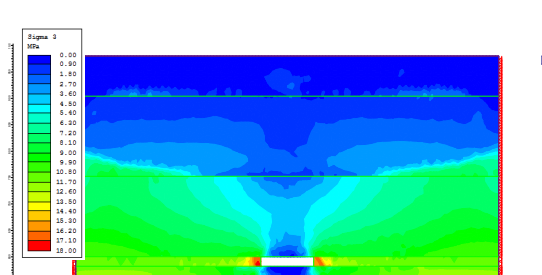
Hình 16. Mô hình số FEM mô phỏng bằng phần mềm RS2 với TH 2.2



Hình 17. Giá trị chuyển vị tổng thể của đất đá



Hình 18. Giá trị ứng suất chính lớn nhất $\sigma_1(\sigma_1)$



Hình 19. Giá trị ứng suất chính nhỏ nhất $\sigma_3(\sigma_3)$

3. Kết quả và thảo luận

Kết quả khảo sát phân bố ứng suất, chuyển vị xung quanh khoảng trống khai thác bằng RS2 có thể đưa ra một số nhận xét sau:

- Phân bố ứng suất, chuyển vị xung quanh khoảng trống khai thác có biểu hiện 3 vùng rõ rệt. Phía trên khoảng trống, véc tơ chuyển vị chủ yếu là chuyển vị đứng và có trị số khác nhau khi chiều dày của các lớp đất đá không giống nhau (hình 5, 13 và 9, 17).

- Với điều kiện biên (biên dưới) khác nhau, phân bố ứng suất có dạng khác nhau, đặc biệt vùng đất đá hai bên và phía dưới khoảng trống khai thác (hình 6, 7, 10, 11, 14, 15, 18, 19). Điều này có ý nghĩa quan trọng đối với khoảng trống cần chống giữ trong vùng đất đá “mềm”.

- Khi khoảng trống khai thác có chiều dày m và chiều dài L không lớn, đất đá là loại đá “cứng”, có thể bỏ qua ảnh hưởng ứng suất và dịch chuyển của đất đá hai bên và phía dưới khoảng trống.

4. Kết luận

- Sử dụng phần mềm tính số phù hợp để giải các bài toán kỹ thuật nói chung và bài toán địa kỹ thuật nói riêng sẽ thu được kết quả tin cậy, phù hợp với xu thế của cuộc cách mạng 4.0;

- Lựa chọn sơ đồ tính với điều kiện biên và các thông số của đất đá phù hợp sẽ nhận được kết quả càng chính xác cả về định tính và định lượng.

- Khi xung quanh khoảng trống khai thác là loại đá “mềm”, ảnh hưởng của chiều dày m và chiều dài L là đáng kể đến trạng thái dịch chuyển của đất đá đặc biệt với những vùng cần bảo vệ phía trên hoặc khoảng trống cần chống giữ.

Tài liệu tham khảo

Phạm Văn Chung, 2018. *Nghiên cứu xây dựng mô hình biến động địa cơ khu vực lò chợ cơ giới hóa khai thác vỉa dày [r] một số mỏ than hầm lò Quảng Ninh*. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Hà Nội

Dương Đức Hùng, 2003. *Mô hình hóa các tính chất cơ học đá và vật liệu tương tự có tính đến biểu hiện biến dạng sau phá hủy*. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Hà Nội.

Nguyễn Quang Phích, 2006. *Nghiên cứu ứng dụng một số phương pháp số trong tính toán công trình ngầm*. Báo cáo Đề tài cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo, mã số B2005 -36 -88TD.

Nguyễn Quang Phích, Phạm Văn Chung, 2013. *Nghiên cứu xây dựng mô hình địa cơ, dự báo hiện tượng phá hủy, dịch chuyển và biến dạng trong khai thác than vùng Quảng Ninh*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, số 43, 7-2013, trang 67 -71.

Phạm Quốc Tuấn, 2017. *Nghiên cứu ảnh hưởng của sự dị hướng độ bền của đá phân lớp, phân phiến, nứt nẻ đến sự ổn định của công trình ngầm thủy công*. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Hà Nội

Hãng Rocscience Inc, Canada (<http://www.rocscience.com>)

ABSTRACT

Research, analysis, choosing suitable boundary conditions when using RS2 software to determine rock movement around exploited longwall

Duong Duc Hung¹, Pham Quoc Tuan², Do Ngoc Tu¹

¹*Hanoi University of Mining and Geology*

²*Power Engineering Investment Consulting Company Limited - PEIC, Co Ltd*

In underground mining, after the collecting minerals, gaps will be left in the ground. The surrounding rocks tend to shift in the direction of the gap to break the primary stress field, then secondary stress field appears. The transformation of the secondary stress-deformed field will spread rock up to the terrain surface. By the time of establishment of the new equilibrium, the rock areas around the mining space will have different manifestations: the area of destruction, collapse; Delamination due to sagging surface subsidence by displacement. Due to the complexity of the environment and the scale of the problem, many results of traditional methods only indicate the calculation of the height of the demolition area. Using the Numerical method with rock parameters and appropriate boundary conditions, the overall picture of the status of rock areas around the large-scale mining area (thick-seam long wall) can be described. The basic content of the article will analyze the effect of the boundary condition when using the RS2 numerical software to determine the movement of rock round the longwall in the thick seam mining. Problem results with the same rock parameters and different boundary conditions, it is shown that the stress distribution, displacement in the regions is different. In particular, it appears in the side surface and the ground of long wall.

Keywords: long wall; rock movement; boundary conditions; RS2 software.

Nghiên cứu ứng dụng sản phẩm neo cáp sản xuất trong nước áp dụng đào lò và khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh

Nông Việt Hùng^{1,*}, Phạm Quang Nam¹, Phạm Minh Đức¹, Lưu Công Nam¹

¹*Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin*

TÓM TẮT

Kết cấu chống neo là kết cấu chống chủ động và có phạm vi áp dụng rộng. Do phần lớn các thành phần của kết cấu neo hiện nay vẫn phải nhập khẩu nên giá thành còn cao và chưa chủ động được trong sản xuất. Việc nghiên cứu thiết kế chế tạo neo cáp và các phụ kiện neo phục vụ chống giữ các đường lò ở trong nước nhằm giảm chi phí chống giữ, nâng cao năng lực cung ứng, kịp thời phục vụ sản xuất đã được triển khai trong thời gian gần đây. Tuy nhiên, các sản phẩm neo cáp và phụ kiện chế tạo trong nước cần phải được nghiên cứu áp dụng trong các điều kiện khác nhau để có cơ sở phát triển áp dụng đại trà tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh. Bài báo giới thiệu về cơ chế làm việc, các yêu cầu kỹ thuật của kết cấu chống neo, neo cáp, cũng như một số kết quả nghiên cứu áp dụng thử nghiệm tại hiện trường của Công ty than Quang Hanh-TKV.

Từ khóa: neo chất dẻo cốt thép, chế tạo neo, neo cáp

1. Đặt vấn đề

Hàng năm, khối lượng các đường lò thi công đào mới trong toàn ngành than là rất lớn, khoảng 220÷250 km; trong đó, các đường lò đào trong than và qua vùng đất đá mềm yếu chiếm tỉ trọng lớn, khoảng hơn 85%. Những năm gần đây, các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh đã đẩy mạnh việc áp dụng vì neo trong việc chống giữ các đường lò nhờ những ưu điểm của loại vật liệu chống này so với các vật liệu, kết cấu chống truyền thống (khung chống hình vòm từ thép SPV, vò chống bê tông, bê tông cốt thép,...). Neo cáp được sử dụng chống kết hợp với các loại vì chống khác, tạo thành kết cấu chống hỗn hợp, nâng cao hiệu quả chống giữ và kết quả áp dụng tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh gần đây đã cho thấy rõ điều đó. Cho đến nay, trong ngành than đã có những nghiên cứu thiết kế chế tạo neo cáp và các phụ kiện neo phục vụ công tác chống tại các mỏ hầm lò. Các kết quả nghiên cứu đã bước đầu được triển khai tại hiện trường thi công của Công ty than Quang Hanh-TKV. Tuy nhiên, cần phải có thêm các nghiên cứu áp dụng trong các điều kiện thực tế khác nhau để có cơ sở ứng dụng rộng rãi các sản phẩm đã được nghiên cứu một cách đại trà trong toàn TKV.

2. Cơ chế làm việc của neo cáp sử dụng chống giữ các đường lò than và đá mềm yếu

Neo cáp là loại kết cấu nhẹ, chống giữ có tính chủ động và thường được sử dụng hỗn hợp với các loại kết cấu chống khác (khung chống thép, bê tông cốt thép, neo chất dẻo cốt thép). Tại Trung Quốc và nhiều nước trên thế giới, neo cáp được sử dụng có đường kính khác nhau, từ 15,2 đến 21,8 mm. Độ bền chịu kéo của các sợi cáp khá lớn, khoảng từ 26 đến 58 tấn/sợi. Thông số sơ bản của một số loại cáp neo có thể thấy được ở Bảng 1 dưới đây [BG/T 5224-2014]:

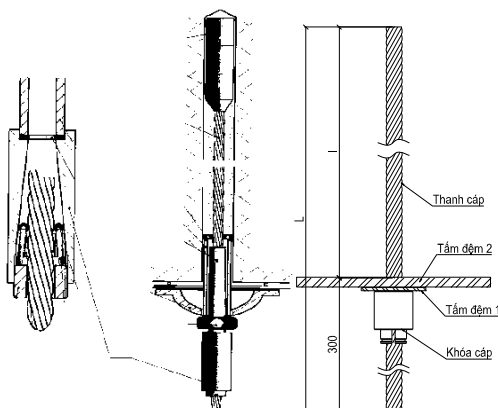
Bảng 1. Thông số kỹ thuật một số loại cáp neo được sử dụng tại Trung Quốc

Mã hiệu chủng loại	CB152	CB178	CB189	CB216	CB218
Đường kính (mm)	15.2	17.8	18.9	21.6	21.8 (22)
Sợi hay tao thép, số lượng	7	7	7	7	19
Trọng lượng (kg/m)	1.1	1.5	1.72	2.23	2.48
Độ bền kéo (kN)	260	350	387	504	580
Độ giãn dài % min	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Chiều dài, m	theo yêu cầu	theo yêu cầu	theo yêu cầu	theo yêu cầu	theo yêu cầu

* Tác giả liên hệ

Email: hungtroc2001@yahoo.com

Cấu tạo của một bộ neo cáp bao gồm 4 thành phần chính như sau: Cáp neo, Vành đế, Nêm chốt, Tấm đệm. Kết cấu của một bộ neo cáp thể hiện trong hình 1 dưới đây:



Hình 1. Kết cấu neo cáp sử dụng vật liệu dính kết bằng chất dẻo

Khác với neo cáp sử dụng vữa dính kết là chất dẻo, để tăng độ bền bám dính, tăng lực ma sát giữa chất dính kết sau khi đông cứng, neo cáp sử dụng chất dính kết là dung dịch xi măng được gia công thêm các búi phình ra dạng củ hành. Khi bơm dung dịch, xi măng sẽ lấp đầy các búi cáp này. Nhờ các dây cáp dạng búi củ hành nên cốt thép nằm sát thành lỗ khoan hơn. Độ bền khối bê tông cốt thép cao hơn so với những vị trí bó cáp liên kết với nhau dạng phẳng.

Một ưu điểm lớn của neo cáp là khả năng dự ứng lực. Sau khi gia tải, thanh neo được tăng cường tải trọng trước bằng hoặc lớn hơn khối lượng đất đá trong vòm cân bằng, làm hạn chế khả năng dịch chuyển của phần đất đá này sau khi khai đào.

Ngoài sợi cáp là thành phần chính của neo, một bộ neo cáp còn bao gồm các phụ kiện khác, như tấm đệm, khóa neo hoặc chốt hãm. Các phụ kiện này phụ thuộc vào loại chất kết dính và yêu cầu kỹ thuật, nguyên lý làm việc khác nhau của mỗi loại chất dính kết.



Hình 2. Bộ khóa neo cáp (gồm vành đỡ và nêm chốt)

Đối với các tấm đệm được sử dụng cho neo cáp, thông thường có dạng phẳng. Tuy nhiên, khi neo làm việc, các tấm đệm không chỉ có nhiệm vụ đỡ mà còn có tác dụng ép chặt các lớp chặt lại với nhau, do đó đòi hỏi độ bền, khả năng chống uốn tấm đệm phải cao. Các tấm đệm có thể được dập các gân để tăng khả năng chịu lực hoặc được chế tạo dạng cầu để tăng khả năng tiếp xúc giữa tấm đệm với bề mặt biên lỗ.

Ngoài những phụ kiện chủ yếu trên cần sử dụng lưới thép, các tấm ốp để tăng độ liên kết giữa các neo, giảm khả năng bị lở biên lỗ.

3. Các kết quả nghiên cứu chế tạo và áp dụng thử nghiệm tại hiện trường

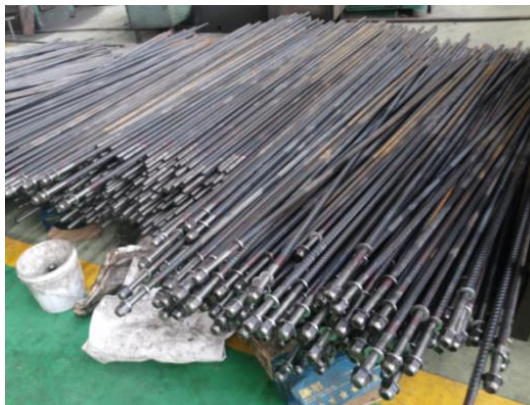
3.1. Các kết quả nghiên cứu chế tạo neo cáp và một số phụ kiện phục vụ chống lở tại các mỏ hầm lò TKV

Ngoài các tiêu chuẩn hiện hành đang áp dụng tại Việt Nam, nghiên cứu đã lựa chọn thêm tiêu chuẩn của Trung Quốc là GB/T 5224-2014 để làm cơ sở chế tạo sợi cáp neo và một số phụ kiện neo. Trên cơ

sở các tiêu chuẩn chế tạo đã lựa chọn, Viện Khoa học Công nghệ Mô đã phối hợp với Công ty Cổ phần cơ khí ô tô Cẩm Phả triển khai gia công chế tạo một số loại neo cáp và phụ kiện làm cơ sở để triển khai đưa vào áp dụng thử nghiệm tại hiện trường.

1) Cáp neo và thanh neo

Thanh neo chất dẻo cốt thép hiện đang được gia công chế tạo từ loại thép tròn gân thuộc nhóm thép AII. Áp dụng các kết quả của đề tài, Công ty Cổ phần cơ khí ô tô Cẩm Phả (VMIC) đã gia công chế tạo hoàn chỉnh bộ thanh neo chất dẻo cốt thép với chiều 2,1m, đi kèm với đó là các phụ kiện như tấm đệm và ecu chịu lực.



Hình 3. Thanh neo chất dẻo cốt thép chế tạo tại Công ty VMIC

Cáp neo thường có yêu cầu rất cao về độ bền. Cáp neo được gia công từ những sợi thép có độ cứng theo Rockwell C (HRC) hoặc độ cứng Brinell (HB). Vật liệu gia công cáp phải là thép hợp kim hoặc thép carbon loại: Thép hợp kim 40 Cr, thép carbon 45. Hiện nay, sợi cáp thép vẫn là sản phẩm phải nhập khẩu do chưa đầu tư được dây chuyền chế tạo.

2) Vành đỡ

Vành đỡ (barrel) và nêm chốt (hình 2) là những phụ kiện quan trọng liên quan đến nhau để giữ chặt tấm đệm neo và cáp neo.

Vành đỡ được gia công từ thép có độ bền tương đương hoặc lớn hơn độ bền của nêm (HRC50-HRC65). Do yêu cầu độ bền và mức độ chống biến dạng cao, nên vành để được tạo lỗ bằng phương pháp nguội.

3) Nêm chốt

Nêm chốt là phụ kiện để khóa chặt cáp vào vành đỡ giữ cáp không chuyển vị. Chính vì thế chất lượng hay độ bền của vành đỡ và nêm chốt rất quan trọng. Nếu độ bền của nêm thấp hay còn gọi là thép non, khi tải trọng tăng cáp neo sẽ bị kéo tuột. Nêm chốt thường được chế tạo dạng 2 hay 3 mảnh và được tạo gân ở mặt tiếp xúc với sợi cáp để tăng tiếp xúc và gắn chặt vào sợi cáp để giữ không cho cáp bị kéo tuột. Vì vậy độ cứng của nêm thường phải cao hơn độ cứng của cáp neo và góc vát (nghiêng) nêm khoảng 18° . Nêm chốt và cáp neo được gia công nguội từ thép có độ cứng HRC 50 – 65.



Hình 4. Gia công chế tạo Vành đỡ và Nêm chốt tại Công ty VMIC

4) Tấm đệm

Tấm đệm là một bộ phận (phụ kiện) trong kết cấu neo làm nhiệm vụ ngăn chặn hay đỡ trong quá trình dịch chuyển của khối đá dọc thân neo cáp. Các tấm đệm có thể là dạng phẳng hoặc được dập gân tăng lực hoặc được dập lỗ dạng hình cầu để tăng khả năng bám sát biên lò. Đặc tính của một số dạng tấm đệm có thể xem ở Bảng 2 dưới đây.



Hình 5. Tấm đệm neo cáp được dập gân chịu lực

Bảng 2: Đặc tính kỹ thuật của tấm đệm neo

Kích thước ngoài, mm	Chiều dày, mm	Lỗ giữa tấm đệm, mm	Tải trọng phá huỷ, T	Trọng lượng, kg
100x100x8	8	36	20	0,268
100x100x6	6	36	12	1,060
150x150x10	10	36	24	1,760
200x200x6	6	36	12	1,800
150x150x10	10	50	24	1,740

5) Tấm chèn lưới thép

Tấm chèn sử dụng lưới thép được gia công bằng phương pháp hàn điểm tại các mối tiếp xúc các sợi thép ngang và dọc, hai đầu của các sợi thép dọc được uốn gấp tạo thành các móc. Khi lắp ráp các móc để móc các tấm chèn với nhau tạo thành liên kết mạng để tấm chèn không bị tuột. Sử dụng thép sợi đường kính 6 mm độ bền kéo 20-45KN hàn lắp ghép tạo thành tấm chèn thép.

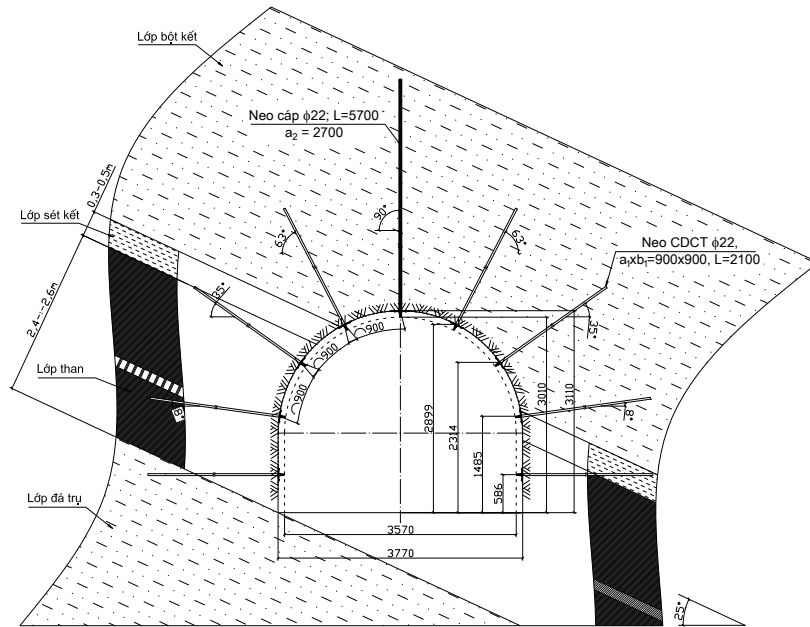
3.2. Triển khai áp dụng chống thử nghiệm tại hiện trường

Trên cơ sở thiết kế chống giữ bằng neo kết hợp neo cáp cho đường lò DVTG mức -60 lò chợ Trung tâm 17.1, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin đã phối hợp với Công ty than Quang Hanh - TKV triển khai đưa các sản phẩm của đề tài nghiên cứu áp dụng tại Công ty than Quang Hanh - TKV.

Ngoài sản phẩm nhập khẩu từ Trung Quốc là sợi cáp thép $\phi 21,8$ mm, toàn bộ các sản phẩm khác như là chất dẻo dính kết, bộ thanh neo chất dẻo cốt thép (thanh neo, tấm đệm, ecu chịu lực), các phụ kiện neo cáp khác đều là các sản phẩm được nghiên cứu chế tạo trong nước tại Công ty Cổ phần cơ khí ô tô Cẩm Phả.

Đoạn lò DVTG mức -60 lò chợ Trung tâm 17.1 từ IIK 140- IIK160 được thi công đào dọc theo vỉa than 17.1 với chiều dày vỉa trung bình là 2,5m; đất đá ngay sát phía nóc lò là lớp sét kết chiều dày 0,3÷0,5m; Các thanh neo chất dẻo cốt thép chiều dài 2,1m và neo cáp chiều dài 5,7m được thi công xuyên qua lớp sét kết và được ghim chặt trong lớp bột kết có chiều dày lớn, ít nứt nẻ.

Hệ chiếu chống giữ đường lò DVTG mức -60 lò chợ Trung tâm 17.1 được thể hiện trong hình 6.



Hình 6. Hệ chiếu chống DVTG mức -60 lò chợ Trung tâm 17.1

Để có cơ sở đánh giá mức độ ổn định của đường lò DVTG mức -60 lò chợ Trung tâm 17.1, các trạm trắc dịch chuyển đất đá biên lò bằng bộ đo chỉ thị màu sẽ được lắp đặt ngay sau khi thi công các thanh neo chất dẻo cốt thép và neo cáp.

Các kết quả đo đạc tại hiện trường sau khi thi công chống giữ bằng neo kết hợp neo cáp cho thấy đường lò hoàn toàn ổn định. Các thanh neo được thi công đảm bảo kết cấu và khoảng cách theo mạng hình vuông kích thước 900x900mm và được kéo rút kiểm tra khả năng mang sau khi thi công là 4,6T/5,0T (đạt 92% khả năng mang tải tính toán) so với thiết kế; sau khi thi công, các thanh neo cáp sẽ được kích kéo căng bằng thiết bị chuyên dụng với lực kéo tương đương 20T. Các kết quả cập nhật số liệu quan trắc bằng bộ đo chỉ thị màu cho thấy đất đá nóc lò không có độ dịch chuyển (các thước đo của bộ đo chỉ thị màu không dịch chuyển so với khi vừa lắp đặt xong).

4. Kết luận

Phạm vi áp dụng của neo cáp là rất lớn, neo cáp được sử dụng hiệu quả trong việc chống giữ các đường lò có tiết diện lớn, các vị trí đường lò giao nhau, xử lý các trường hợp đường lò mất ổn định do gia tăng áp lực mỏ. Các sản phẩm neo cáp và phụ kiện neo hiện nay đã được nghiên cứu sản xuất trong nước, tuy nhiên, mức độ áp dụng còn hạn chế do giá thành sản xuất thử nghiệm còn cao.

Với các kết quả từ việc triển khai áp dụng thử nghiệm các sản phẩm neo cáp sản xuất trong nước tại Công ty than Quang Hanh – TKV đã mở ra triển vọng áp dụng rộng rãi tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh. Các sản phẩm neo cáp sản xuất trong nước sẽ dần được đa dạng hóa tùy theo mỗi điều kiện thực tế thi công tại các mỏ hầm lò. Việc cung ứng kịp thời và phù hợp của các loại sản phẩm neo cáp trong mỗi điều kiện thi công khác nhau sẽ góp phần chung vào việc nâng cao mức độ an toàn, giảm giá thành xây dựng các đường lò và giá thành khai thác.

Tài liệu tham khảo

Bộ Giao thông Vận tải: Tiêu chuẩn nê-m neo Việt Nam T13; T15; D13. D15 dùng trong kết cấu bê tông dự ứng lực 22 TCVN 267-2000.

Nghiên cứu chế tạo nê-m neo cáp bê tông dự ứng lực thay thế nê-m neo nhập ngoại; đề tài KC.02.21/06-10.

Nghiên cứu thiết kế, chế tạo neo cáp mà một số phụ kiện neo phục vụ chống lò tại các mỏ hầm lò TKV; Đề tài KC.01.DD02-17/16-20.

BG/T 5224-2014. Tiêu chuẩn Nước Cộng hòa nhân dân Trung Hoa: Cáp thép dùng trong bê tông ứng suất trước.

Воронин С.А. Использование канатных анкеров в выемочных выработках в условиях слабых боковых пород / С.А. Воронин, Ю.М. Халимендик, А.В. Бруй [и др.] // Уголь Украины. – 2013. – No 6.

Разумов Е.А. Опыт применения канатных анкеров для сохранения и повторного использования штреков угольных шахт / Е.А. Разумов, П.В. Гречишкин, А.В. Самок [и др.] // Уголь. – 2012. – No 6. – С. 10 – 12.

Жаров А.М. Закономерности геомеханических процессов при бесцеликовых технологических схемах / А.М. Жаров. – М.: МГГУ, 2007. – 44 с.

Ю.М. Халимендик, А.С. Барышников. Использование канатных анкеров при креплении выработок в условиях слоистых пород.

ABSTRACT

Applied research on domestic productions of cable anchor using supported minning underground in mine area of Quang Ninh province

Viet Hung Nong^{1*}, Quang Nam Pham¹, Cong Nam Luu¹

¹*Institute of Mining Science and Technology*

Anchor bolt is an active reinforcement structure and has been widely applied. Since major components of anchor bolt have been imported from overseas, this equipment is still high in price and is not proactively manufactured in Vietnam. In recent years, investigation on designs of anchor cable bolt and supplements for roadway to reduce cost and timely serve production has been deployed. However, the cable anchor bolt and its supplements should be studied for application in different conditions, from which it can be applied on a large scale of Quang Ninh coal field. This paper presents mechanisms, technical requirements for anchor bolt, cable bolt as well as experimental results at Quang Hanh mine site – TKV.

Keywords: Plastic anchor steel, Anchor design, Cable bolt.

Nghiên cứu một số nguyên nhân và giải pháp khắc phục sự cố khi khai thác lò chợ cơ giới hóa

Nguyễn Phi Hùng^{1,*}, Nguyễn Cao Khai¹, Bùi Mạnh Tùng¹,
Trần Văn Thanh¹, Nguyễn Văn Dũng²
¹Đại học mỏ địa chất; ²Tổng Công ty Đông Bắc

TÓM TẮT

Công nghệ cơ giới hóa sản xuất than đã trở thành xu thế tất yếu trong khai thác mỏ. Quá trình khai thác mỏ hàm lượng áp dụng công nghệ cơ giới hóa từng phần hoặc toàn phần, nguyên nhân khách quan là do điều kiện địa chất phức tạp, đá vách yếu hoặc hệ thống khe nứt làm cho áp lực tại gương lò chợ cao, nguyên nhân chủ quan là do phương pháp khâu chưa hoàn chỉnh, thiết bị hỏng hóc ... dẫn đến hiện tượng tụt nóc, lở gương. Khi điều kiện sản xuất xảy ra hiện tượng này dẫn đến việc xô lệch vỉ chống, đổ lò làm ách tắc sản xuất, thậm chí gây tai nạn lao động. Chính vì vậy cần thiết phải có những giải pháp kịp thời, hiệu quả nhằm hạn chế cũng như khắc phục sự cố khi xảy ra trong quá trình sản xuất an toàn. Ở đây bài báo đã đưa ra các nguyên nhân xảy ra sự cố tụt nóc lò chợ cơ giới hóa trong điều kiện của lò chợ cơ giới vỉa 11 ở mỏ than Dương Huy. Trên cơ sở nguyên nhân và nghiên cứu các điều kiện tự nhiên và kỹ thuật cụ thể, bài báo đưa ra các giải pháp kỹ thuật hợp lý để áp dụng xử lý nhằm nâng cao sản lượng khai thác và đảm bảo an toàn lao động cho người công nhân.

Từ khóa: Giàn chống tự hành; máy khâu; tụt nóc; gương lò chợ; lở gương

1. Nguyên nhân chính gây ra hiện tượng lở gương tụt nóc

- Sự thay đổi đột ngột điều kiện địa chất vỉa, tại gương lò xuất hiện biến động địa chất cục bộ như hệ thống khe nứt xuất hiện với tần suất và mật độ dày, gần đứt gãy lớn, vỉa biến động về chiều dày góc dốc đột ngột, do nước ngầm...

- Gương lò chợ không vuông ke với phương vỉa, vỉ chống không đảm bảo kỹ thuật thi công.

- Tốc độ tiến gương lò chợ chậm, làm tăng áp lực luồng gương.

- Do việc điều chỉnh tang khâu than phần nóc không hợp lý.

- Công tác đẩy xà trượt chống giữ nóc lò chậm, phần đá vách bị lưu không một thời gian dài không được chống giữ kịp thời. [Trần Văn Huỳnh 2003; Đỗ Mạnh Phong 2006]

2. Biện pháp xử lý chung

- Đảm bảo lò chợ vuông ke vỉa và điều chỉnh tốc độ tiến gương phù hợp với thiết kế.

- Thực hiện đúng qui trình, hệ chiều khai thác.

- Điều chỉnh tang khâu nóc, đảm bảo khâu đúng chiều cao lò chợ theo thiết kế.

- Công tác đẩy xà trượt chống giữ nóc và đẩy tấm chắn gương áp sát gương lò chợ phải kịp thời khi máy khâu đi qua.

- Khi lò chợ bị lở gương, tụt nóc xử lý như sau:

+ Dùng chèo tạo lỗ trước gương hoặc dùng khoan khí nén khoan lỗ trước gương có đường kính lỗ 120 mm, chiều sâu lỗ từ 0,4 ÷ 0,8 m tùy thuộc tiến độ dầm thép.

+ Sử dụng dầm thép CBII hoặc ray thu hồi, chiều dài từ 1,2 ÷ 1,6 m, gác đầu vào lỗ đã chọn tía, một đầu gác lên xà trượt chống hoặc liên kết gông với dầm của chu kỳ trước.

+ Chèn kín gỗ đoán lên trên dầm thép, chèn kích phía trên nóc chắc chắn.

+ Trường hợp dầm có chiều dài lớn, có thể dùng cột thủy lực đơn chống tăng cường vào dầm thép sát gương lò chợ, buộc dây thép liên kết chắc chắn đầu cột thủy lực đơn với dầm thép. [Trần Văn Thanh, 2006; Vũ Đình Tiến, 2005]

Hiện tượng lở gương, tụt nóc được thể hiện theo hình 1 và 2.

3. Xử lý trong các trường hợp cụ thể

3.1. Trường hợp để giàn chống lún xuống nền

1. Đặc điểm:

Trong tính toán ở cả 2 trường hợp giàn chống di trên nền than và nền đất sét thì không xảy ra hiện tượng lún nền. Nhưng trong quá trình khai thác thực tế vẫn có thể xảy ra hiện tượng lún nền khi than nền và đất sét có ngầm nước.

2. Nguyên nhân:

- Đất đá trụ vỉa có cường độ kháng lún thấp (nhỏ hơn 0,60 Mpa đối với giàn chống trung gian và nhỏ

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenphihung@humg.edu.vn

hơn 0,57 đối với giàn chống quá độ).

- Áp lực đá vách lớn tác dụng lên giàn chống.

- Lò chợ xuất hiện nước hoặc quản lý nước trong lò chợ không hợp lý (nước phun sương, nước rò rỉ tại hệ thống đường ống) nên lò chợ bị tích tụ nước làm cho cường độ đá trụ giảm hoặc bị trương nở.

3. Biện pháp xử lý:

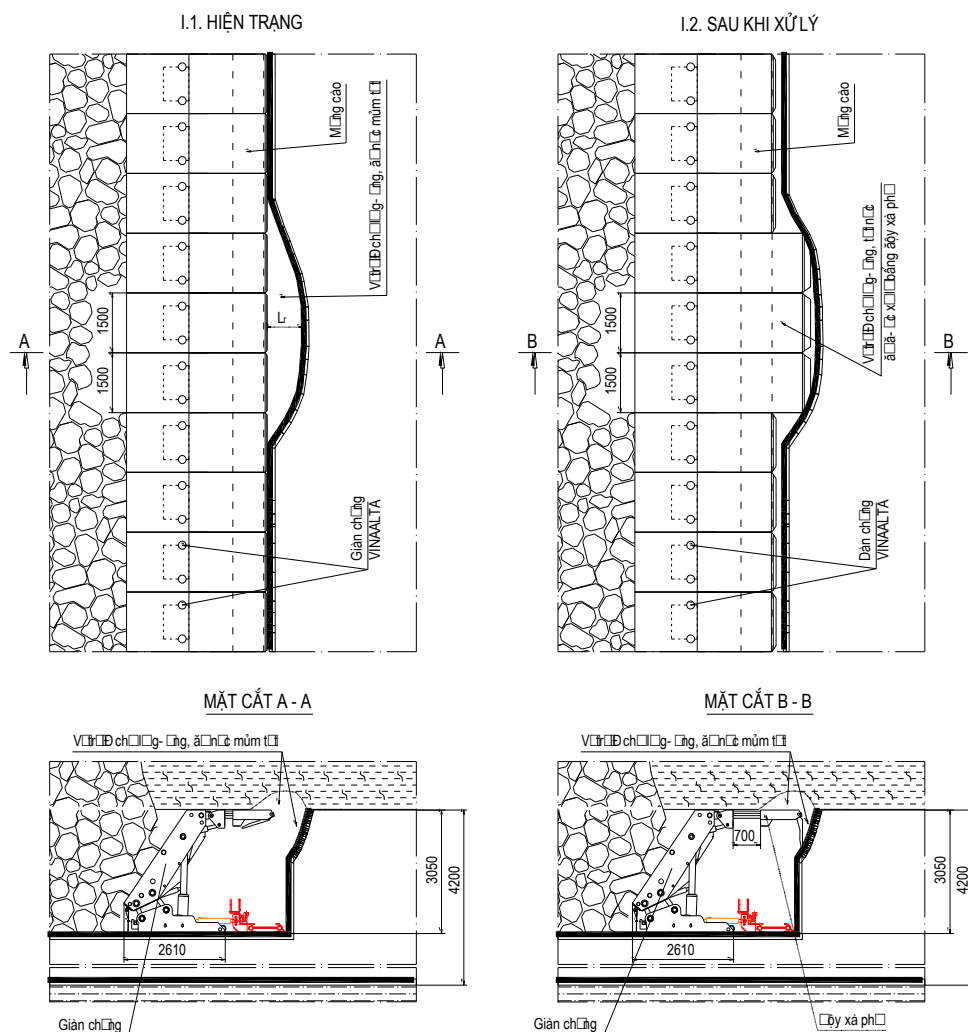
- Khi để lún xuống nền với chiều sâu không lớn, đệm vài tấm gỗ dưới đế, khi giàn chống đẩy về phía trước, để giàn chống đặt trên tấm gỗ, dần dần trở về vị trí bình thường trên nền.

- Để giàn chống lún sâu vào nền, khi sử dụng phương pháp đệm tấm gỗ không có hiệu quả, khi đó dùng 2 cột chống thủy lực DW35-300/110X chống đỡ hai bên xà giàn chống bị lún (Một đầu cột TLĐ đỡ xà nóc của giàn chống bị lún, đầu còn lại tỳ lên đế chân cột của giàn liền kề). Sau đó, thực hiện thao tác hạ giàn chống của giàn bị lún. Lúc này, hai cột chống đỡ cố định xà, để giàn được nâng lên. Đặt các đệm gỗ vào khoảng hở giữa đế giàn và nền lò, bơm chất tải cho giàn bị lún.

Sau khi xử lý lún xong, công tác di chuyển giàn chống sang luồng mới được tiến hành tương tự như di chuyển giàn khâu chống thường kỳ. [Phòng KCM Công ty than Dương Huy, 2016]

***Lưu ý:** Hai cột chống đỡ xà của giàn chống bị lún phải chống cân nhau tránh xoay giàn khi dỡ tải.

HÌNH 1: LÒ CHỢ BỐ G- 0NG, $L_r \leq 1,5M$ RỘNG NHỎ



3.2. Trường hợp đang khâu, máy khâu bị hỏng.

1. Đặc điểm: Trong quá trình khai thác lò chợ, đột ngột máy bị hỏng không thực hiện tiếp công tác khâu gương.

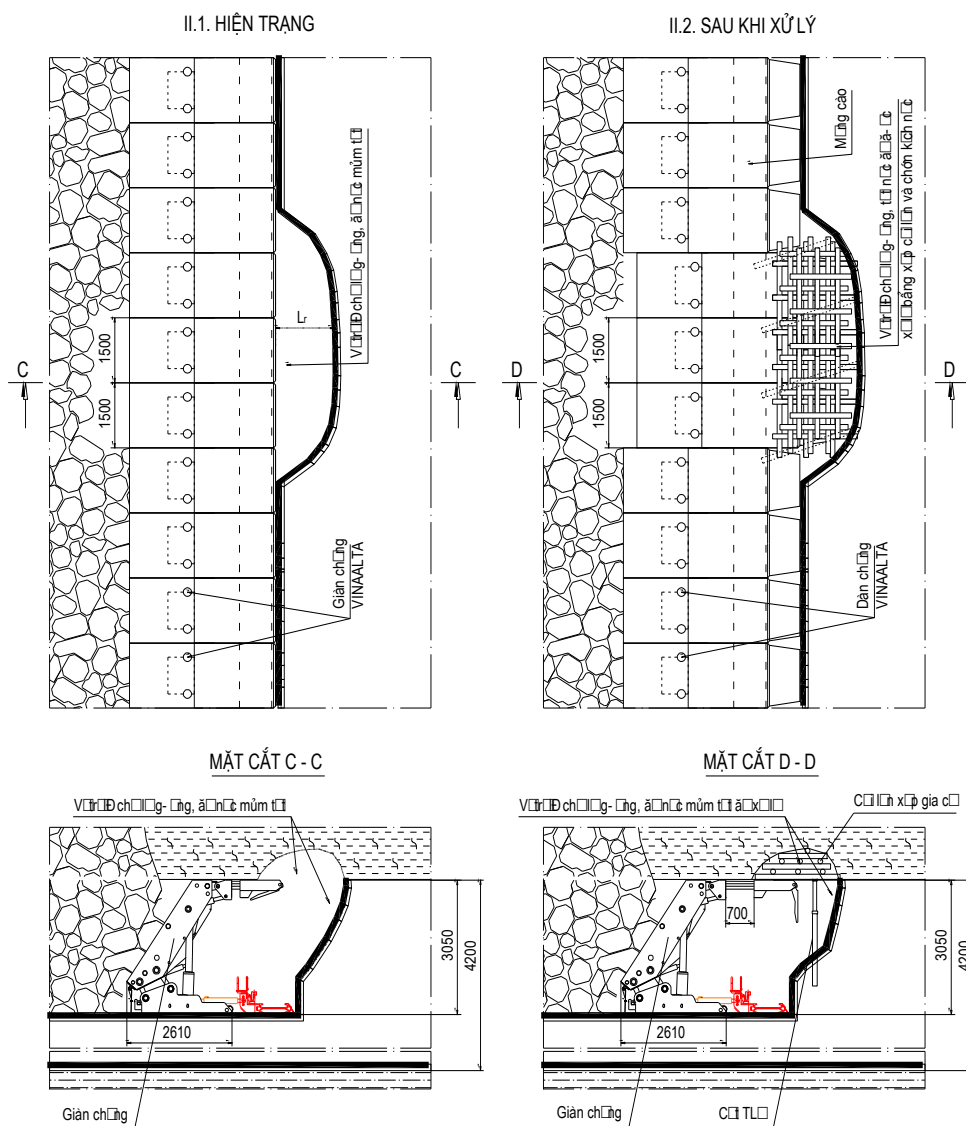
2. Nguyên nhân:

- Do công tác kiểm tra, chuẩn bị máy khâu trước khi vận hành chưa tốt.
- Do máy có những trục trặc bất thường (máy bị sự cố).

3. Biện pháp khắc phục:

- Dùng công tác khẩu gương, cắt nguồn điện vào máy khâu, đóng ngắt nguồn nước chống bụi.
- Sửa nóc luồng gương lò chợ ở vị trí máy khâu đứng, nâng xà đỡ gương giữ nóc, đồng thời kiểm tra cùng cố đoạn lò chợ ở vị trí xung quanh máy khâu.
- Vận hành máng cào, công nhân dùng xẻng, cuốc dọn sạch than ở vị trí máy khâu đứng để tạo không gian thoáng cho việc sửa chữa máy.
- Tiến hành kiểm tra, phát hiện nguyên nhân và tiến hành sửa chữa máy khâu.
- Sau khi khắc phục sự cố máy khâu xong, máy hoạt động trở lại bình thường, tiếp tục đưa máy vào vị trí khấu than lò chợ.

HÌNH 2: LỘ CHỖ BÊN G- NG, $L > 1,5M$ TRONG NỘI LỘ



3.3. Sự cố về giàn chống tự hành

Giàn tự hành mẫu đã được thử nghiệm tính năng bền và cường độ phù hợp tiêu chuẩn. Khi bộ giàn xuất xưởng đã được nghiệm thu nghiêm ngặt, các kết cấu liên kết và linh kiện thủy lực có đủ cường độ, tính năng đáng tin cậy, không thể xảy ra sự cố lớn dưới tình trạng bình thường. Nhưng trong quá trình sử dụng giàn dưới mỏ, do điều kiện địa chất phức tạp, còn có các nhân tố ảnh hưởng khác, nếu tính thêm nguy hiểm ẩn chứa hoặc thao tác không đúng quy trình, khi đó giàn tự hành không tránh khỏi sự cố. Vì vậy, cần phải tăng cường công tác duy trì và quản lý đồng bộ thiết bị cơ giới hóa, bảo đảm không hoặc ít xảy ra sự cố. Trong trường hợp khi gặp sự cố dù lớn hay nhỏ đều phải tìm nguyên nhân kịp thời, giải quyết nhanh chóng, làm cho giàn tự hành cũng như các thiết bị luôn luôn ở trong tình trạng hoạt động tốt.

1. Kết cấu và chốt liên kết:

* **Kết cấu:**

Kết cấu của giàn thông thường là đảm bảo, có đủ cường độ trong phạm vi làm việc của giàn, nhưng trong quá trình sử dụng cũng có thể bị vỡ hoặc lở cục bộ, một vài chỗ có thể xuất hiện các vết nứt: vị trí ở cột đế giàn, vị trí liên kết của các loại kích, bộ phận phía trước của đế giàn. Nguyên nhân có thể do trong quá trình sử dụng xuất hiện tình trạng chịu lực tập trung đột ngột, ứng lực của mối hàn tập trung hoặc điều khiển không đúng. Cách xử lý: tìm cách phòng ngừa vết nứt mối hàn mở rộng. Củng cố lò chợ, hạ giàn và tạo không gian xử lý hàn lại các vết nứt (trong điều kiện kiểm tra nồng độ khí mỗ cho phép).

*** Chốt liên kết:**

Chốt dùng để liên kết các bộ phận với nhau. Nó có khả năng bị mòn, cong và đứt. Chốt liên kết hai đầu của cột và kích có khả năng rất lớn bị cong đứt. Nguyên nhân bị cong đứt là: Vật liệu và cách xử lý nhiệt không phù hợp yêu cầu thiết kế, thao tác không đúng. Nếu phát hiện chốt bị cong và bị mòn thì nên thay thế kịp thời.

2. Hệ thống thủy lực và phụ tùng đi kèm

Những sự cố thường gặp của giàn phần nhiều có liên quan với hệ thống thủy lực và phụ tùng đi kèm như: đường ống và đầu nối rò rỉ; bộ phận điều khiển thủy lực mất tác dụng, cột và kích không làm việc.... Cho nên, điều quan trọng để bảo vệ giàn tự hành là ở hệ thống thủy lực và phụ tùng thủy lực.

*** Đường ống và đầu nối:**

- Các nguyên nhân làm cho đường ống và vị trí nối rò rỉ là:
 - + Gioăng hình O hoặc phớt không đúng kích thước hay bị hỏng;
 - + Mặt bịt kín của đầu nối ống bị mòn hoặc dung sai quá nhiều;
 - + Đầu nối đường ống ép không chắc;
 - + Trong quá trình sử dụng đường ống bị các vật nặng đè hỏng, đầu nối bị va chạm
 - + Chất lượng đường ống không tốt hoặc hết hạn sử dụng....
- Các biện pháp khắc phục:
 - + Đối với những linh kiện làm kín không vừa hoặc bị hỏng phải thay ngay;
 - + Đường ống, đầu nối bị rò rỉ do những nguyên nhân khác thì đưa đến xưởng để sửa chữa.
 - + Trong quá trình bảo quản và vận chuyển đầu nối đường ống phải bảo vệ tốt, không làm hỏng gioăng, phớt làm kín.
 - + Khi thay hoặc nối đường ống không nên đập, cắm mạnh. Sau khi lắp xong không nên tháo ra lắp vào nhiều lần.

+ Phải chú ý thu dọn, sắp xếp đường ống gọn gàng.

*** Phụ tùng đi kèm:**

- Các phụ tùng thủy lực của giàn tự hành như: van điều khiển, van một chiều, van khoá, van an toàn, phin lọc... xảy ra sự cố, thường là do:
 - + Linh kiện làm kín (gioăng hình O, phớt) bị hỏng không làm kín được;
 - + Đệm và đế van bằng nhựa bị thép vụn cắm vào;
 - + Hệ thống thủy lực bị ô nhiễm, tạp chất và bụi bẩn chui vào;
 - + Đầu nối và mối hàn có thể bị hở v.v.
- Các biện pháp khắc phục:
 - + Phải thay thế ngay và đưa đến xưởng để sửa chữa những phụ tùng thủy lực bị sự cố;
 - + Đảm bảo sạch sẽ cho hệ thống thủy lực, định kỳ rửa sạch các phin lọc;
 - + Các phụ tùng quan trọng điều khiển thủy lực (như linh kiện bịt kín) phải bảo quản tốt;
 - + Kiểm tra định kỳ tính năng của lò xo; phải kiểm nghiệm tính năng của các loại van;
 - + Nếu mối hàn bị hở thì nên tháo phụ tùng bịt kín bên trong ra để hàn lại và kiểm nghiệm áp lực theo yêu cầu.

*** Cột và kích:**

- Việc hoàn thành các thao tác của giàn phải nhờ cột và các loại kích theo yêu cầu của người vận hành, nếu cột hoặc kích bị sự cố (ví dụ tác động quá chậm hoặc không thao tác được), sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến chức năng chống đỡ và di chuyển của giàn. Nếu cột và kích tác động chậm, có thể là do:
 - + Áp lực bơm dung dịch quá thấp hoặc lưu lượng không đủ;
 - + Chưa mở van khoá, đường ống, phin lọc dung dịch bị tắc;
 - + Van điều khiển (van một chiều và van an toàn) hỏng làm tắc đường dung dịch.
 - + Cột, xilanh hoặc piston của kích bị hở hoặc biến dạng;
- Các biện pháp khắc phục:
 - + Hiệu chỉnh lại trạm bơm dung dịch;
 - + Mở van, nếu đường ống bị bẩn phải rửa sạch phin lọc;
 - + Thay các van điều khiển bị hỏng;
 - + Thay các cột, kích không còn khả năng làm việc.

3. Thao tác giàn tự hành:

Trong quá trình thao tác giàn chống đỡ, có thể xảy ra những sự cố sau: lực chống ban đầu thấp, lực chống định mức cao, dẩy trượt không thẳng, di chuyển giàn không kịp thời, kiểm tra bảo dưỡng giàn chống không tốt xuất hiện rỗng nóc gây hỏng giàn.

*** Lực chống ban đầu và lực chống định mức:**

Lực chống của giàn trực tiếp liên quan tới việc điều khiển xà chính hạ xuống và quản lý xà chính, cho nên phải đảm bảo giàn có đủ lực chống ban đầu. Nguyên nhân chính làm cho lực chống ban đầu thấp là áp lực dung dịch không đủ hoặc hệ thống thủy lực bị rò rỉ. Thời gian nạp dung dịch quá ngắn cũng là một nguyên nhân. Biện pháp đảm bảo giàn có đủ lực chống ban đầu là áp lực trạm bơm dung dịch phải nằm trong phạm vi áp lực làm việc định mức, thường xuyên quan sát sự thay đổi của áp lực trạm bơm dung dịch, điều chỉnh áp lực kịp thời; hệ thống thủy lực không được rò rỉ, nên giảm tối đa tổn hao áp lực của đường ống. Nhưng nếu lực chống ban đầu quá lớn sẽ bất lợi cho một số nội dung quản lý xà chính. [MarkChristopherGaunaMichael, 2017]

Lực chống định mức của giàn quá mức, sẽ bất lợi cho phụ tùng thủy lực và phụ tùng giàn, thậm chí gây nên hỏng. Nguyên nhân chính làm cho lực chống giàn tự hành vượt mức là: Van an toàn chịu áp lực cao hơn định mức và mất tác dụng. Khi lực chống đạt đến giá trị định mức, van an toàn không mở được và tiếp tục chịu đựng lực chống tăng lên, làm cho lực chống định mức quá mức. Biện pháp đề phòng lực chống quá mức: Phải kiểm tra điều chỉnh định kỳ van an toàn, đảm bảo áp lực của van giữ ở mức cho phép; không được tùy ý điều chỉnh áp lực làm việc của van. Nếu chỉ nhìn van an toàn mà không xác định được lực chống định mức có quá mức hay không, thì nên quan sát khi xà chính có áp lực đến lần đầu tiên rồi theo chu kỳ. Nếu thấy đa số, thậm chí toàn bộ van không mở, thì nhất thiết phải kiểm tra van an toàn có bình thường không. Thông thường áp lực đến xà chính hoặc áp lực cục bộ gia tăng sẽ làm cho van an toàn mở ra, đó là hiện tượng bình thường. Ngược lại, nếu van an toàn không mở thì chứng tỏ lực chống giàn tự hành được điều chỉnh quá cao. (MarkChristopherGaunaMichael, 2017)

*** Sự ảnh hưởng của máng cào, máy khâu và giàn chống:**

Lò chợ có phẳng và thẳng hay không, có quan hệ trực tiếp đến xà chính (có phẳng và thẳng) để máy khâu cắt than, chúng có ảnh hưởng lẫn nhau. Nếu để giàn mấp mô không bằng phẳng, thậm chí xuất hiện tầng bậc, thì việc di chuyển sẽ gặp rất nhiều khó khăn. Cụ ly di chuyển giàn không đủ sẽ ảnh hưởng đến bước khâu của máy khâu. Nếu xà chính và để giàn mấp mô thì máng cào và giàn sẽ bị nghiêng, có thể làm cho tang khâu của máy khâu cắt đột ngột vào đầu xà giàn. Việc đẩy máng cào và kéo giàn có bằng, thẳng hay không là điều then chốt để đảm bảo “hai bằng”, “ba thẳng” của lò chợ.

Giàn tự hành áp dụng phương thức làm việc chống đỡ kịp thời. Dưới tình trạng bình thường, sau khi máy khâu đã cắt than, theo phương thức thao tác giàn bắt đầu di chuyển giàn cách tang khâu phía sau 3÷5 giàn, tiến hành từng cái một theo thứ tự. Khi nóc vò nhàu, diện tích khoảng trống trên xà lớn có thể điều khiển xà phụ của giàn đỡ tạm nóc sau khi máy khâu vừa cắt than. Sau khi di chuyển giàn, bắt đầu đẩy máng cào cách máy khâu khoảng 15 m. Việc đẩy máng cào và di chuyển giàn phải nhịp nhàng với nhau, độ cong của nó không nên quá lớn, thường cần di chuyển 2-3 lần tại một vị trí mới hoàn thành một tiến độ.

3.4. Trường hợp góc dốc của vỉa thay đổi

1. Đặc điểm:

Trong phạm vi lò chợ một số vị trí góc dốc thay đổi lò chợ CGH đồng bộ bỏ nền hoặc khâu phải xén trụ vỉa hoặc khâu lẫn lớp.

2. Nguyên nhân:

Do những biến động địa chất của vỉa than.

3. Biện pháp xử lý:

Phòng Địa chất, Trắc địa cần phải tiến hành cập nhật vị trí lò chợ đồng thời khảo sát xác định tính chất và mức độ biến động địa chất của vỉa than về chiều dày, góc dốc. Sau đó tùy theo tình trạng thực tế có thể thực hiện một trong các giải pháp sau:

*** Trường hợp góc dốc của vỉa thay đổi cục bộ với độ biến động nhỏ**

+ Khi khâu dọc lò chợ xuất hiện hướng dốc lên, nền lò phải cắt bằng, để sao cho góc hướng lên không lớn hơn 3-5°, đồng thời đảm bảo đi giá phải có áp lực lên đỉnh, để tránh hiện tượng mất nền, nóc than càng khâu càng cao.

+ Khi chuyển máng cào cần phải đẩy đi kéo lại ngược nhau nhằm tránh hiện tượng chuyển máng cào trên lớp than nổi, dẫn tới việc máng cào khó khăn ép xuống nền lò.

+ Khi máy khâu cắt than, công nhân vận hành cần nắm rõ lượng khâu dưới máng của tang khâu, không nên cắt lượng than lưu trên nền càng dày, làm cho khả năng khâu hướng lên của lò chợ càng cao, dẫn tới hiện tượng mất nền.

*** Trường hợp góc dốc của vỉa thay đổi cục bộ với độ biến động lớn**

Tuy nhiên, nóc lò chợ vẫn có khả năng duy trì phẳng, song do nền hoặc nóc lò chợ gặp đá trên diện rộng có thể theo phương hoặc cả theo chiều dốc. Tiến hành thực hiện giải pháp xử lý sau:

+ Khoan nổ mìn tại những vị trí gương lò chợ gặp đá. Công tác khoan nổ mìn được thực hiện theo hộ chiếu khai thác ban hành.

+ Trong quá trình vận tải phải tách than, đá riêng tránh đá lẫn trong than quá nhiều làm giảm chất lượng than.

3.5. Trường hợp lò chợ có chiều dài thay đổi

1. Đặc điểm:

Trong quá trình khai thác chiều dài lò chợ theo độ dốc bị thay đổi làm cho các giá khung không chống giữ hết hoặc chống giữ vượt quá chiều dài lò chợ.

2. Nguyên nhân:

- Lò chợ gặp biến động địa chất (thay đổi góc dốc vỉa, gặp phay phá, đứt gãy, để lại trụ bảo vệ các công trình.

- Công tác đào lò chuẩn bị (lò dọc vỉa vận tải, lò song song chân, lò dọc vỉa thông gió không đảm bảo duy trì ổn định chiều dài lò chợ.

- Trong quá trình khai thác, phải thực hiện các công tác căn chỉnh gương khâu theo điều kiện địa chất đảm bảo điều kiện kỹ thuật an toàn

- Do công nhân thực hiện công tác di chuyển giàn chống

3. Biện pháp xử lý:

Xác định khoảng cách và mức độ biến động chiều dài của lò chợ theo hướng khâu (theo phương). Từ đó quyết định việc lắp giàn chống bổ sung hoặc kéo dài khám khâu theo chiều dốc của lò chợ, các giải pháp được tiến hành như sau:

*** Chiều dài lò chợ thay đổi theo hướng ngấn lại:**

Căn cứ tình hình thực tế, tiến hành tháo bớt số lượng giàn chống trong lò chợ hoặc rút ngắn chiều dài khám đầu hoặc khám chân lò chợ cho phù hợp với gương khâu mới.

Quá trình thu hồi giàn chống và thu hồi vỉ chống của khám được thực hiện như đối với trường hợp thu hồi giàn chống khi kết thúc diện khai thác. Giàn chống sau khi thu hồi được vận chuyển qua lò chợ bằng tời trục hoặc palăng lên lò dọc vỉa thông gió đưa về vị trí tập kết.

*** Chiều dài lò chợ thay đổi theo hướng dài ra:**

Căn cứ tình hình thực tế, tiến hành lắp đặt thêm giàn chống hoặc kéo dài chiều dài khám lò chợ cho phù hợp với gương khâu mới.

Đào cúp, lắp đặt hệ thống tời trục → Tháo dỡ cầu máng cào → Lắp đặt đường xe → Vận chuyển giàn chống vào vị trí lắp đặt và tiến hành lắp đặt → Tháo dỡ đường xe → Lắp đặt trở lại máng cào.

*** Trình tự lắp đặt bổ sung:**

- Dùng tay điều khiển để nâng tối đa chiều cao giàn chống và thu hồi xỉ lạnh của kích đẩy máng cào về trạng thái ban đầu. Tạo khoảng trống chiều rộng tối thiểu để lắp đặt bổ sung giàn chống bằng cách căn chỉnh các giàn chống xung quanh hoặc tháo dỡ, vận chuyển giàn chống từ vị trí lắp đặt tới lò thông gió hoặc lò vận tải gần nhất (Căn cứ vào điều kiện cụ thể để quyết định).

- Dùng hệ thống tời, pa lăng để vận chuyển, căn chỉnh giàn chống vào vị trí lắp đặt và tiến hành lắp đặt. Sau đó vận chuyển lắp đặt trở lại giàn chống đã tháo dỡ.

- Lắp đặt trở lại cầu máng cào, kích đẩy máng, tháo dỡ đường xe.

3.6. Trường hợp giàn chống bị xô lệch

1. Nguyên nhân:

- Khi nền vỉa than không bằng phẳng, nhấp nhô, hoặc vỉa than nhô cao lên, xà giàn chống không kích sát nóc

- Độ dốc của vỉa than lớn.

- Trong quá trình di chuyển giàn, căn chỉnh chưa tốt,

- Chưa lắp đặt cụm liên kết chống trôi, đỡ và đẩy tấm chắn cạnh của giàn

2. Biện pháp xử lý:

- Độ nghiêng lệch của giàn chống không lớn, khi cục bộ xà giàn chống chưa tiếp xúc với đá vách, có thể dựng cột gỗ chống lò đỡ chắc xà giàn chống, di chuyển giàn chống về phía trước, dần dần điều chỉnh vỉ chống ngay ngắn, khôi phục trạng thái bình thường.

- Dựng kích kéo lại giàn chống bị nghiêng lệch trở về vị trí đứng, có thể sử dụng phương pháp dựng 2 kích vừa kéo vừa chống, điều chỉnh giàn chống bị nghiêng lệch trở về trạng thái bình thường

3.7. Trường hợp lò chợ gặp phay phá:

- Khi biên độ của đứt gãy tương đối nhỏ, vỉa than chưa đứt hoàn toàn, phải xem sản trạng của đứt gãy, lần lượt sử dụng phương pháp phá vách hoặc phá trụ, làm cho giàn chống thủy lực dần dần di chuyển qua một cách hợp lý nhất. Công tác khâu chống như trường hợp khâu nâng, hạ nền.

- Khi biên độ của đứt gãy tương đối lớn, tạo nên vỉa than không liên tục, phải đào lại thượng mở lò chợ. Chuyển máy khâu, máng cào lò chợ và giàn chống vào thượng mở lò chợ mới, coi như một lần

chuyển lò chợ, thời gian mất khoảng 1 tháng, đối với sản xuất lò chợ áp dụng cơ giới hóa đồng bộ là một tổn thất rất lớn. Do đó khi tiến hành thiết kế lò chợ cơ giới hóa đồng bộ, cần nghiên cứu kỹ tài liệu địa chất, tìm hiểu rõ ràng phân bố và khoảng cách đứt gãy lớn nhỏ của đứt gãy để đưa ra quyết định thiết kế lò chợ cơ giới hóa đồng bộ.

4. Kết luận

Khi xảy ra sự cố tụt nóc lò gương nhất thiết phải tìm hiểu nguyên nhân cụ thể để có giải pháp xử lý phù hợp. Thực hiện đúng quy trình quy phạm cụ thể đã được lập trong hộ chiếu thi công. Luôn luôn đảm bảo vì chống vướng ke với vỉa, tốc độ tiến gương phù hợp, không được để khoảng trống lưu không vách quá lâu.

Các giải pháp cụ thể đã được trình bày như trên được áp dụng hiệu quả trong quá trình khai thác áp dụng công nghệ cơ giới hóa toàn phần hoặc từng phần. Trong một số điều kiện cụ thể vẫn được áp dụng với các lò chợ thông thường khác.

Tài liệu tham khảo

Trần Văn Huỳnh và nnk, 2003. *Mở vỉa khai thác than hầm lò cho khoáng sàng dạng vỉa*, NXB Giao thông vận tải.

Phòng KCM, 2016. *Biện pháp sản xuất năm 2016*. Công ty than Dương Huy.

Đỗ Mạnh Phong, Vũ Đình Tiên, 2006. *Áp lực mỏ hầm lò*. NXB Giao thông vận tải.

Trần Văn Thanh, 2006. *Công nghệ khai thác phi truyền thống*. Đại học Mỏ-Địa chất.

Vũ Đình Tiên, 2005. *Công nghệ khai thác hầm lò*. NXB Giao thông vận tải.

MarkChristopherGaunaMichael, 2017. *Preventing roof fall fatalities during pillar recovery: A ground control success story* (Ngăn ngừa sập đổ đá vách trong quá trình gia cố trụ bảo vệ: Câu chuyện thành công về kiểm soát mặt đất) International Journal of Mining Science and Technology Volume 27, Issue 1, January 2017, Pages 107-113

ABSTRACT

Solution to prevent roof fall risks in the mechanized longwall operations at Hong Thai coal Company

Nguyễn Phi Hùng^{1*}; Nguyen Cao Khai¹; Bui Manh Tung¹; Tran Van Thanh¹; Nguyen Van Dung²

¹Hanoi University of Mining and Geology, ²Dong Bac coal Corporations

Mechanised technology for coal production has become an inevitable trend in underground mining. Mining operation can be fully or partly mechanised, however, it may lead to face and roof falls. The phenomenon is due to objective causes such as complex geological conditions, weak roof or highly jointed discontinuities, or due to subjective causes like incomplete mining method or breakdown equipment. Therefore, for the purpose of safety, it is important to have effective solutions to minimising and remedying the problem. This paper presents causes for face fall at the mechanised longwall Seam 11 Duong Huy coal mine. Based on these causes and investigations of geotechnical conditions, the paper proposes pertaining technical solutions to remedy for improving face production as well as safety of workers.

Keywords: mechanized longwall mining system, combine, roof falls, longwall face, working face bricked

Giải pháp kỹ thuật đảm bảo an toàn khi khai thác vỉa 11 dưới moong lộ thiên – Công ty cổ phần than Hà Lâm Vinacomin

Phạm Đức Hưng^{1*}, Vũ Trung Tiến¹, Đỗ Anh Sơn¹, Bùi Mạnh Tùng¹, Nguyễn Văn Quang¹

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

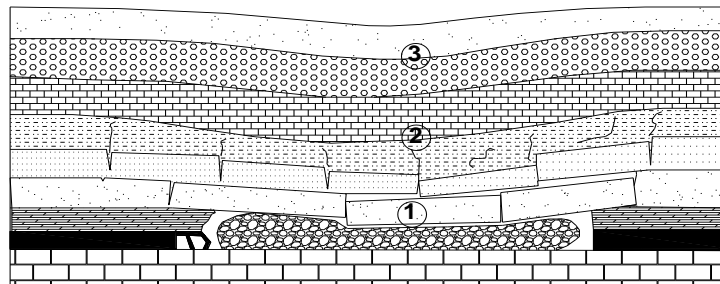
TÓM TẮT:

Khai thác hầm lò gây ra sự biến dạng của đá vách có thể sẽ phát triển đến mặt đất phụ thuộc vào tốc độ tiến của lò chợ. Đá vách của lò chợ có thể phân biệt thành ba đới, đặc trưng cho các mức độ phá hủy của đá mở khác nhau như: Đới sập đổ; đới uốn võng rạn nứt và đới sụt lún. Lò chợ 11-1.16 vỉa 11 mỏ Hà Lâm nằm dưới moong -54 bãi thải lộ thiên mỏ than Núi Béo có chứa lượng nước rất lớn. Theo các nghiên cứu của Nga và Trung Quốc, khi khai thác vỉa than dốc thoải đến nghiêng điều khiển đá vách bằng phá hóa toàn phần sẽ gây ra sự biến dạng địa tầng. Quá trình này ở dạng dịch chuyển không bị phá hủy, cũng có thể ở dạng nứt nẻ và đứt gãy. Việc khai thác các vỉa dày có thu hồi than nóc thì quá trình dịch chuyển có thể phát triển tới mặt đất. Ban đầu, các lớp đá nằm ngay trên vỉa than bị phá hủy, sau đó xảy ra sự dịch chuyển của các lớp đá vách nằm trên theo tiến độ khấu than. Tiếp đến trong đới nứt nẻ hình thành lên các hệ thống khe nứt làm cho nước bị thấm thấu và được dẫn từ các tầng chứa nước bên trên và từ bề mặt địa hình đến công trình khai thác hầm lò. Như vậy, ở đây luôn tiềm ẩn những nguy cơ về bụi nước gây mất an toàn. Trong phạm vi bài báo nhóm tác giả đề xuất giải pháp kỹ thuật nhằm đảm bảo an toàn khi khai thác hầm lò dưới moong lộ thiên của vỉa 11 mỏ than Hà Lâm.

Từ khóa: Cơ giới hóa hạ trần thu hồi than nóc; điều khiển đá vách; bụi nước; Kỹ thuật khai thác an toàn

1. Đặt vấn đề

Vỉa 11 của mỏ than Hà Lâm có chiều dày trung bình là 12m, góc dốc trung bình 6 độ. Lò chợ 11- 1.16 vỉa 11 mức -150 ÷ -180 sử dụng công nghệ khai thác cơ giới hóa hạ trần thu hồi than nóc với chiều cao khẩu gương 2,6m, với công suất thiết kế 600.000 tấn/năm [Tài liệu địa chất khu vực khai thác vỉa 11 mỏ Hà Lâm, 2012]. Vỉa 11 nằm dưới moong lộ thiên -54 của mỏ than Núi Béo thuộc loại vỉa dày thoải đến nghiêng, các lò chợ tại đây đều áp dụng phương pháp điều khiển đá vách bằng phá hóa toàn phần, như vậy sẽ gây ra sự biến dạng của địa tầng ở đá vách. Sự biến dạng có thể biểu hiện ở dạng dịch chuyển của đá mà không bị phá hủy, cũng có thể ở dạng nứt nẻ và đứt gãy [Hoàng, P. L., 2002]. Khi khai thác vỉa dày có thu hồi than nóc thì quá trình dịch chuyển có thể phát triển tới mặt đất. Theo hướng từ khoảng trống đã khai thác lên phía trên, trong địa tầng đá vách lò chợ có thể hình thành ba đới (vùng), đặc trưng các mức độ phá hủy khác nhau của đất đá bao gồm: đới sập đổ hỗn loạn; đới nứt nẻ và đới uốn võng [Tiền Minh Cao; Trịnh Hy Chính, 2003] thể hiện như trên hình 1.



Hình 1: Các vùng dịch chuyển biến dạng khối đá phía trên khu vực khai thác điều khiển đá vách bằng phá hóa toàn phần:

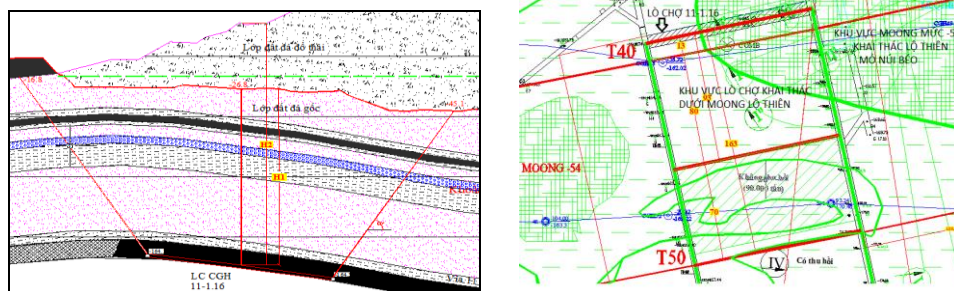
1 – Đới sập đổ; 2 – Đới nứt nẻ - 3 – Đới sụt lún

P phía trên đới sập đổ là đới nứt nẻ, đất đá trong đới này cơ bản giữ được cấu trúc ban đầu. Sự dịch chuyển đất đá trong vùng này hình thành lên các hệ thống khe nứt theo các mặt phân lớp và vuông góc với mặt phân lớp. Căn cứ vào mật độ và kích thước khe nứt vùng góc với mặt phân lớp có thể xác định được khả năng thấm thấu và dẫn nước từ các tầng chứa nước bên trên và từ bề mặt địa hình đến công trình khai thác hầm lò. Lò chợ 11-1.16 nằm tại khu vực của các moong bãi thải lộ thiên gồm moong -54; -80; -60, khu vực có chứa lượng nước

* Tác giả liên hệ

Email: phamduchung@humg.edu.vn

theo tính toán của Viện KHCN mỏ khoảng 500.000m³ [Viện KHCN Mỏ, 2017]. Trong đó chiều dài theo phương của lò chợ nằm trực tiếp dưới moong lộ thiên -54 mỏ Núi Béo là 93m, vùng khai thác bị ảnh hưởng của moong lộ thiên -54 theo phương là 163m, khoảng cách từ nóc lò chợ này đến đáy moong -54 là H₁ = 91m được thể hiện như trên hình 2.



Hình 2: Điều kiện khai thác của lò chợ 11- 1.16 và 11 mỏ Hà Lâm

Các thiết bị cơ giới hóa của lò chợ 11 – 1.16 đã hoàn tất, trong quá trình chuẩn bị khâu than, mỏ đã tiến hành khoan 06 lỗ tháo nước từ các đường lò dọc vỉa hướng lên đáy moong lộ thiên quanh khu vực lò chợ. Quan trắc cho thấy lượng nước chảy từ các lỗ khoan này lớn nhất là 51m³/h. Như vậy, việc tiến hành khai thác ở lò chợ của vỉa 11 luôn tiềm ẩn những nguy cơ về bụi nước gây mất an toàn trong sản xuất. Do đó tập đoàn than khoáng sản Việt Nam đã yêu cầu mỏ Hà Lâm tạm dừng các hoạt động khai thác tại lò chợ 11 – 1.16 cho đến khi tìm được các giải pháp an toàn. Thách thức lớn cho mỏ than Hà Lâm là ngoài việc làm tốt công tác tháo nước ở khu vực này thì cần có giải pháp kỹ thuật hợp lý để đảm bảo khai thác an toàn cho lò chợ 11 – 1.16 vỉa 11.

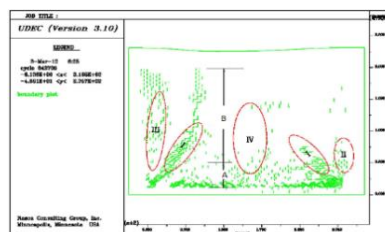
2. Giải pháp khai thác đảm bảo an toàn trong lò chợ 11-1.16 vỉa 11 mỏ Hà Lâm

2.1. Xác định chiều cao sập đổ và nứt nẻ của đá vách theo mô hình số

Để đảm bảo an toàn khi khai thác lò chợ 11 – 1.16 cần nghiên cứu đề xuất một vài phương án khai thác như: a) Chuyển diện đào lò khởi điểm mới (phương án 1); b) Căn cứ vào điều kiện địa chất, kết quả xác định tham số cơ lý hóa của đất đá ở vỉa 11, sử dụng phần mềm UDEC (Universal Distinct Element Code) lập mô hình số quan trắc trạng thái của đá vách khi tiến hành khai thác với chiều cao khâu gương 2,6m và các tỉ lệ thu hồi than nóc là: 90% (phương án 2); 50% (phương án 3) và không thu hồi (phương án 4).

Với phương án khai thác a) thì lò chợ được chuyển ra khỏi khu vực ảnh hưởng của nước trong các moong, mức độ an toàn được nâng cao, lò chợ có thể khai thác thường kỳ. Tuy nhiên sẽ làm gián đoạn sản xuất do phải chuyển diện, ảnh hưởng kế hoạch sản lượng khai thác của công ty; chi phí nhân công, vật tư lớn chuyển diện lớn. Hơn nữa, chi phí công tác xén thu hồi vỉa chống các đường lò cũ, khó khăn trong công tác khấu tận thu tài nguyên, khâu qua nhiều lò cũ và tổn thất 70.819 tấn than do khâu trải lưới lãn cáp thép tạo diện thu hồi dàn chống và để lại phân than không khai thác được sau thượng khởi điểm mới. Ngoài ra, sẽ không có giải pháp cho các diện khâu tiếp theo, đặc biệt vào mùa mưa.

Với phương án b) sẽ tiến hành xác định kích thước của đới sập đổ và đới nứt nẻ ở khu vực đá vách, từ đó so sánh với khoảng cách từ đáy moong đến nóc lò chợ nhằm đánh giá nguy cơ bụi nước từ moong -54 phía trên vỉa 11. Đồng thời sẽ xác định bước gãy của đá vách nhằm đề xuất giải pháp khai thác đảm bảo an toàn khi tiến hành khai thác cho lò chợ 11 – 1.16. Quá trình được thực hiện dựa theo cấu tạo địa chất của khu vực khai thác vỉa 11 và tham số cơ lý đất đá tại hiện trường làm tham số đầu vào cho việc lập các mô hình nêu ở trên. Việc xác định chiều cao sập đổ và nứt nẻ được thể hiện như ở hình 3.



Hình 3: Trạng thái đá vách lò chợ 11-1.16 vỉa 11 mỏ Hà Lâm

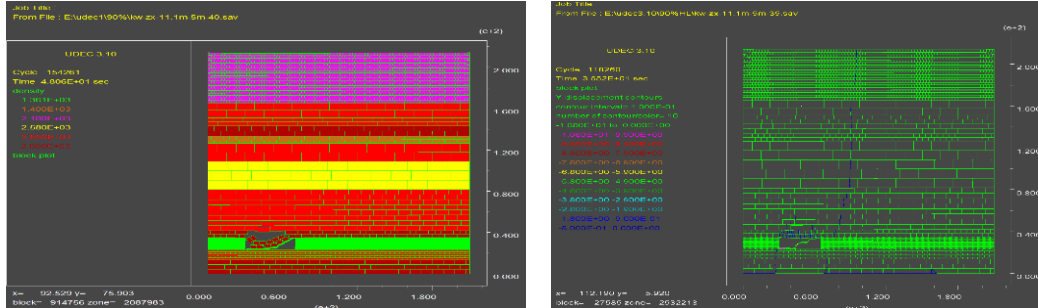
A – Chiều cao nứt nẻ của đá vách; B – chiều cao sập đổ của đá vách

I – Khu vực khe nứt phát triển; II Khu vực nứt nẻ phát triển phía trước lò chợ;

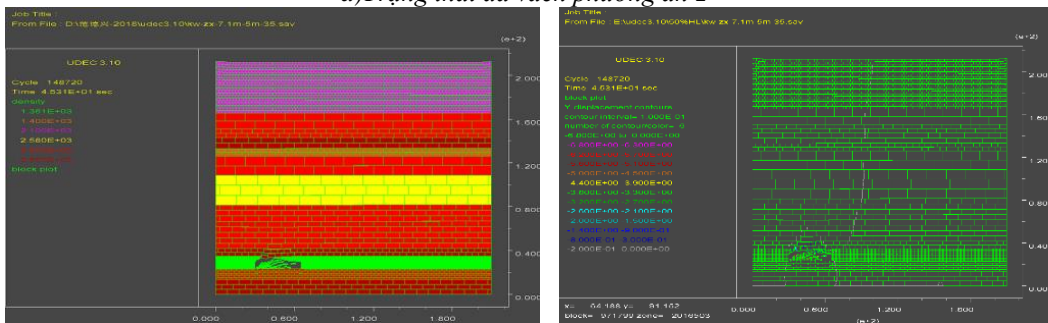
III Khu vực nứt nẻ phát triển phía sau lò chợ; IV – Khu vực nền chập của đá vách phá hóa.

Căn cứ vào kết quả phân tích từ phần mềm UDEC xác định kích thước sập đổ của đá vách, chiều cao sập đổ và nứt nẻ của đá vách lò chợ vỉa 11 từ đó đề xuất giải pháp nhằm nâng cao an toàn khi khai thác vỉa 11 mỏ Hà Lâm.

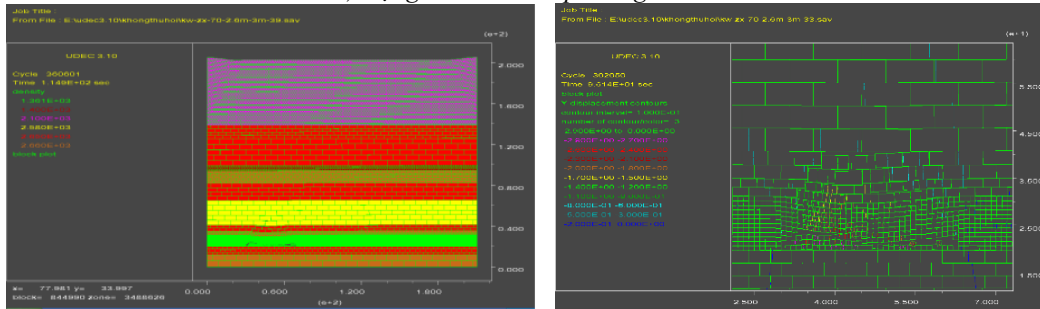
Tiến hành thực hiện quan trắc trạng thái của đá vách của lò chợ ở các trường hợp trên với mỗi lần bước tiến của lò chợ là 3m/ngày tương đương với 5 luồng khẩu ở lò chợ. Kết quả của việc xử lý các mô hình cho thấy khi lò chợ khẩu theo phương được 15m thì vách trực tiếp sập đổ rõ rệt, đá vách cơ bản có hiện tượng võng nứt, các khe nứt ở đây bắt đầu hình thành mạnh. Lò chợ tiếp tục khẩu đến 35m theo phương ở các trường hợp, vách trực tiếp hoàn toàn sập đổ và bắt đầu hình thành khe nứt khu vực vách cơ bản. Trạng thái đá vách được thể hiện như trên hình 4.



a)Trạng thái đá vách phương án 2



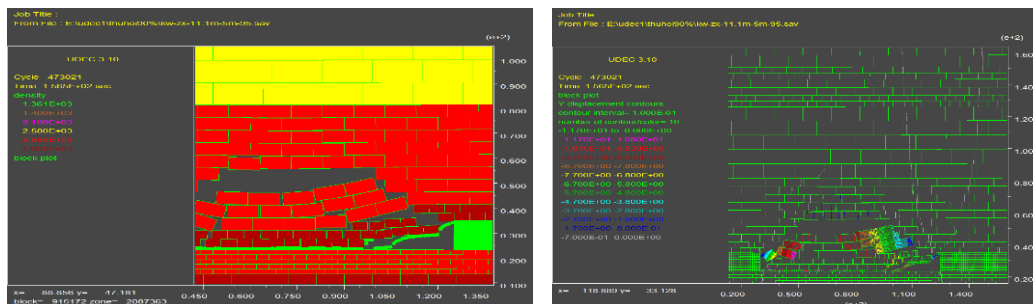
b)Trạng thái đá vách phương án 3



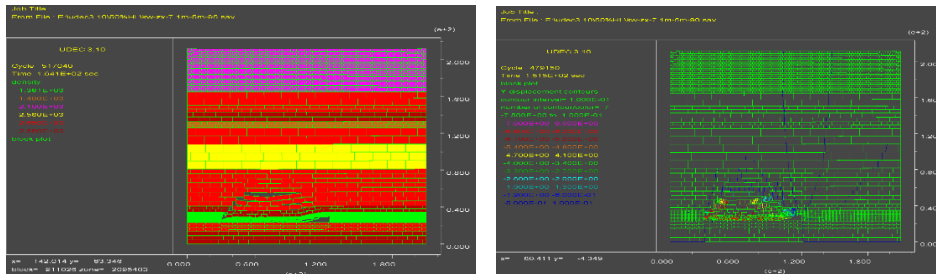
c)Trạng thái đá vách phương án 4

Hình 4: Quá trình sập đổ và hình thành khe nứt của đá vách khi lò chợ khẩu theo phương 35m

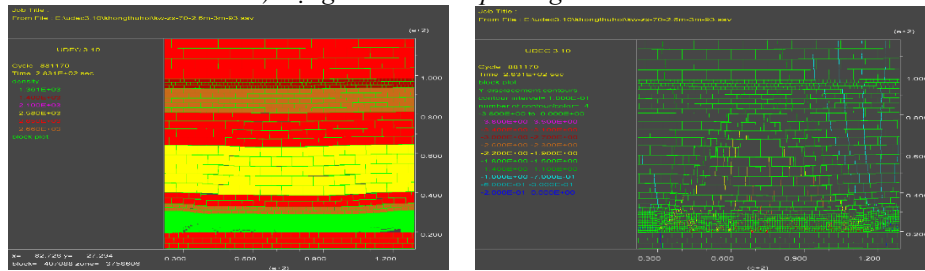
Lò chợ tiếp tục khẩu đến 93m theo phươngtrạng thái đá vách được thể hiện như trên hình5, khi đó xác định tổng chiều cao sập đổ và chiều cao nứt nẻ của các trường hợp lần lượt được xác định: 60 ÷ 70m;55 ÷ 65m; 50 ÷ 60m.



a)Trạng thái đá vách phương án 2

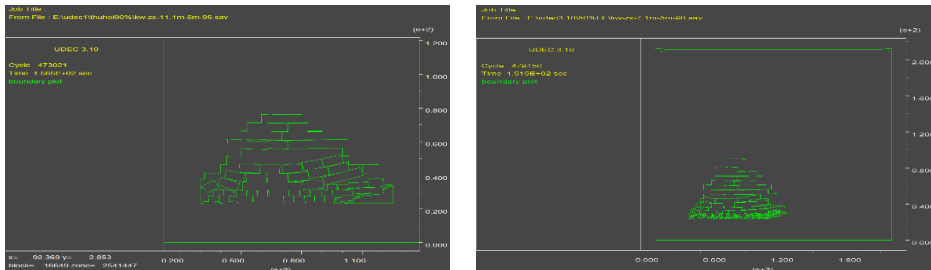


b)Trạng thái đá vách phương án 3

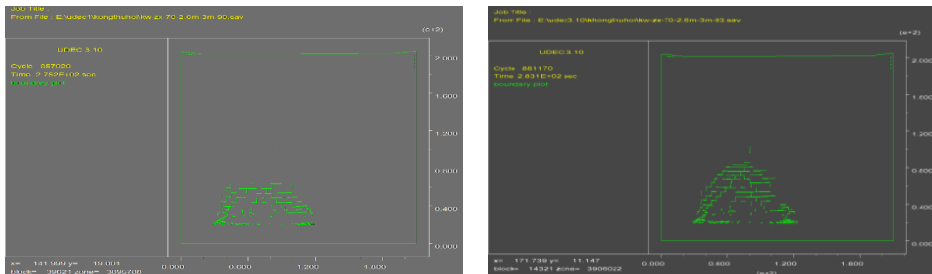


c)Trạng thái đá vách phương án 4

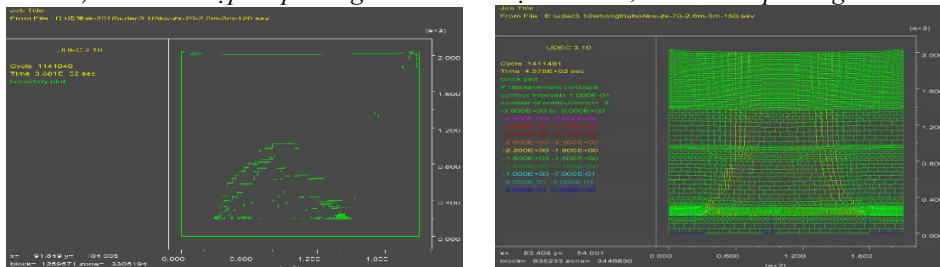
Hình 5: Quá trình sập đổ và hình thành khe nứt của đá vách khi lò chợ khấu theo phương



a)Chiều cao sập đổ phương án 2; 3 khi lò chợ khấu 93m theo phương



b)Chiều cao sập đổ phương án 4 khi lò chợ tiến 93m; 120m theo phương



c)Chiều cao sập đổ và quá trình hình thành khe nứt đá vách của phương án 4 khi lò chợ tiến 150m theo phương
Hình 6: Quá trình sập đổ và hình thành khe nứt của đá vách khi lò chợ khấu theo phương 93m, 150m

Như vậy có thể thấy các phương án khai thác khác nhau khi lò chợ khấu được theo phương 93m trở đi thì chiều cao sập đổ và nứt nẻ của đá vách có sự thay đổi rõ rệt. Khi đó phương án 2; 3 tổng chiều cao sập đổ và nứt nẻ của đá vách khoảng 60 -:- 70m, đồng thời hệ thống các khe nứt phát triển mạnh đến tận đáy móng -54 tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn khi khai thác. Ở phương án 4, lò chợ tiếp tục khấu đến 120m theo phương trở đi thì chiều cao sập đổ và nứt nẻ của đá vách ít có sự thay đổi do quá trình vách sập đổ đã dần đi vào ổn định.

2.2. Tính toán bước sập đổ ban đầu của đá vách

a) Tính toán bước sập đổ ban đầu của đá vách trực tiếp

Bước sập đổ ban đầu của đá vách trực tiếp phụ thuộc vào tính chất của đá vách trực tiếp và được xác định theo công thức của GS. A.A. Boritsov:

$$L_{bd(TT)} = \xi_u \sqrt{\frac{2h_{tt}^2 \cdot \sigma_{u1}}{q \cdot (1 - \mu^2)}} \quad (\text{cm}) \quad (1)$$

Trong đó:

- ξ_u - Hệ số giảm khẩu độ khi uốn của đá vách trực tiếp
- h_{tt} - Chiều dày đá vách trực tiếp, cm;
- σ_{u1} - Giới hạn bền uốn của đá vách trực tiếp, KG/cm²;
- q - Tải trọng của đất đá vách trực tiếp, KG/cm²;
- μ - Hệ số biến dạng ngang của đất đá vách trực tiếp,

Thay các tham số của khu vực khai thác vỉa 11 mỏ Hà Lâm vào công thức (1):

$$L_{bd(TT)} = 0,5 \sqrt{\frac{2 \times 800^2 \times 10}{2,1 \times (1 - 0,3^2)}} = 1290 \text{ (cm)} = 13 \text{ (m)}$$

b) Tính toán bước sập đổ ban đầu của đá vách cơ bản

Theo GS. A.A. Boritsov, bước sập đổ ban đầu của đá vách cơ bản được xác định theo công thức của GS. V.D. Xlexarev:

$$L_{bd(C)} = \frac{a \cdot l_e}{(a - l_e)} \quad (2)$$

Trong đó:

- a - Chiều dài lò chợ, đối với lò chợ CGH11-1.16, m
- h_{CB} - chiều dày lớp đá vách cơ bản;
- σ_{u2} - Giới hạn bền uốn của đá vách cơ bản, KG/cm²;
- q_{CB} - Tải trọng của đất đá tác động lên đá vách cơ bản, bằng tự trọng của đá vách cơ bản và tải trọng của đất đá bên trên tác động lên vách cơ bản, (T/m²);
- q_z - Tải trọng của khu vực bãi thải tác động lên vách cơ bản, (T/m²);
- l_e - Chiều dài chịu tải trọng của vách cơ bản và đất đá bên trên tác động lên vách cơ bản, (m);

$$l_e = \sqrt{\frac{q_z}{q_{CB}} + \left[\left(\frac{h_{CB}^2 \cdot \sigma_{u2}}{6 q_{CB}} \right) - 0,7 \right]}$$

Thay số vào công thức (2) bước sập đổ ban đầu của đá vách cơ bản:

$$L_{bd(CB)} = 40,8 \text{ (m)}$$

Kết hợp với kết quả phân tích trên mô hình UDEC và kết quả tính toán theo công thức thực nghiệm cho thấy bước sập đổ ban đầu của vách trực tiếp và vách cơ bản lò chợ 11- 1.16 có sự tương đồng. Kết quả này sẽ làm cơ sở để lựa chọn giải pháp khai thác an toàn cho vỉa 11 mỏ Hà Lâm.

3. Kết luận

Căn cứ vào điều kiện khai thác ở lò chợ 11-1.16 của vỉa 11 mỏ Hà Lâm, tác giả đã đưa ra 04 phương án khai thác khác nhau. Với phương án 1 có thể thấy đảm bảo được điều kiện an toàn nhất đối với người và thiết bị cho lò chợ. Tuy nhiên, ở phương án này cần để lại 163m theo phương trụ than dẫn đến mất 70.819 tấn than kèm theo các chi phí cho việc tháo và lắp các thiết bị lò chợ, ảnh hưởng nghiêm trọng đến kế hoạch sản xuất hiệu quả kinh tế của mỏ. Ở các phương án còn lại, dùng các tham số về cơ lý của đất đá tại hiện trường vỉa 11 mỏ Hà Lâm làm tham số đầu vào cho phần mềm UDEC để lập mô hình số các phương án khai thác nhằm quan trắc diễn biến trạng thái của đá vách lò chợ theo tiến độ khấu gương. Kết quả phân tích mô hình cho thấy ở các phương án khi lò chợ tiến được 15m theo phương thì vách trực tiếp có hiện tượng sập đổ, lò chợ khấu được 35m theo phương thì quá trình sập đổ vách rõ rệt, điều này tương đương với kết quả tính toán bước sập đổ của vách trực tiếp vách cơ bản theo lý thuyết của GS. A.A. Boritsov và V.D. Xlexarev. Quá trình phân tích các mô hình số cũng cho thấy, khi lò chợ khấu được 93m theo phương thì tổng chiều cao sập đổ và nứt nẻ của đá vách ở các phương án lần lượt là 60 ÷ 70m; 55 ÷ 65m; 50 ÷ 60m. Tuy nhiên, phương án 2; 3 có thể thấy rõ hệ thống khe nứt khu vực vách lò chợ phát triển mạnh đến tận đáy moong mức -54, tiềm ẩn nguy cơ cao về bụi nước vào khu vực khai thác. Quan trắc tiếp phương án 4 khi lò chợ khấu được 120m; 150m theo phương cho thấy tổng chiều cao sập đổ và nứt nẻ của đá vách ít có sự thay đổi do vách dần dần đi vào ổn định.

Như vậy khai thác theo phương án 4 là tối ưu nhất, vừa đảm bảo về vấn đề kinh tế và vấn đề an toàn khi tiến hành khai thác lò chợ 11- 1.16 là giải pháp cho việc khai thác vỉa 11 mỏ Hà Lâm. Ở phương án 4,

khi lò chợ khấu theo phương từ 163m trở đi cần tích cực theo dõi áp lực cũng như các biện pháp tháo nước trong lò và kiểm soát được lưu lượng nước còn tồn tại trong moong của bãi thải, đồng thời dần dần điều chỉnh lượng than nóc thu hồi nhằm giảm tổn thất cho vỉa 11.

Tài liệu tham khảo

- Hoàng, P. L., 2002. Công nghệ khai thác cơ giới hóa (Tiếng Trung). NXB công nghiệp than Trung Quốc.
Luu Khắc Công, 2008. Tự động hóa các khâu công nghệ trong khai thác cơ giới hóa (Tiếng Trung).
Tài liệu địa chất khu vực khai thác vỉa 11 mỏ Hà Lâm, 2012
Tiền Minh Cao; Trịnh Hỷ Chính, 2003. Điều khiển áp lực mỏ (Tiếng Trung). NXB Trường ĐH Mỏ và Công nghệ Từ Châu, Trung Quốc.
Viện KHCN Mỏ, 2017. Báo cáo kết quả xác định lượng nước trong moong bãi thải mức -54; -60; -80 mỏ than Núi Béo.

Abstract

Technical solutions to ensure safety of mining coal seam 11 under open pit – Ha Lam joint stock Company

Pham Duc Hung^{1*}, Vu Trung Tien¹, Do Anh Son¹, Bui Manh Tung¹, Nguyen Van Quang¹
¹*Hanoi University of Mining and Geology*

Process of underground mining will be caused deformation of stone wall that may develop to the ground depending on the speed of longwall. In the direction from space which is exploited into the stratum the stratigraphic area can be divided into three zone, characterized by different levels of destruction of rock such as zone of collapse; zone of crack; zone of sag. Longwall 11-1.16 seam 11 of the thick sloping down to the slope of Ha Lam mine under the pits -54; -80; -60 belong to waste – rock pile of Nui Beo coal mine, which contains so much water. According to Russian & Chinese studies, the process of exploiting shallow slope - sloping seams, the pressure control of rock by roof caving method will causes the deformation of the rock from. Deformation can be expressed in the form of rock displacement without being destroyed also in the form of fracture. In case of the exploitation of thick seams with the recovery of top coal, the process can develop to the ground. Initially, the layers lying on the coal seams were destroyed and the the movement of the upper rock layers was followed by the development of coal mining. Above the collapsed area is the cracked area, the rock in this area basically retains the original structure. The movement of rock in this zone forms on fractured systems in layers and perpendicular to the surface. The density and size of fractures perpendicular to layered surface, it is possible to determine the permeability and conductivity of water from the upper aquifers and from the terrain surface to the pit mining therefore coal mining always implies the irruption of water causing insecurity within the scope of the article, the group proposed a technical solution to ensure the safety of mining under the open pit.

Keyword: Fully-mechanized longwall top coal caving technology; roof caving; irruption of water;

Giải pháp hoàn thiện hệ thống thông gió khu mỏ Cẩm Thành, Công ty than Hạ Long đảm bảo sản lượng khai thác giai đoạn đến năm 2020

Nguyễn Cao Khải^{1*}, Nguyễn Văn Thịnh¹, Đặng Vũ Chí¹, Nguyễn Phi Hùng¹, Trần Văn Thanh¹

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Trong quá trình tiến hành khai thác mỏ hầm lò, do nhiều nguyên nhân làm hệ thống khai thác mỏ thay đổi. Các nguyên nhân cơ bản phải kể đến là kế hoạch khai thác ở các lò chợ và lò chuẩn bị, đặc biệt là sự thay đổi về quy mô và sản lượng khai thác của mỏ. Việc thay đổi hệ thống thông gió mỏ sẽ dẫn đến phá vỡ và thay đổi các cấu trúc của hệ thống thông gió đã tính toán thiết kế, làm giảm hiệu quả thông gió và không đáp ứng được mục tiêu chính của công tác thông gió mỏ, trực tiếp ảnh hưởng tới công tác an toàn môi trường làm việc trong mỏ. Trong bối cảnh hiện nay, ở các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh đã và đang ngày càng mở rộng quy mô khai thác về cả chiều rộng lẫn chiều sâu, do vậy không tránh khỏi việc làm thay đổi hệ thống thông gió mỏ. Vì vậy, các mỏ càng cần phải nghiên cứu các giải pháp để hoàn thiện hệ thống thông gió sao cho phù hợp với sự phát triển cũng như điều kiện cụ thể của mỏ, để nâng cao hiệu quả của công tác thông gió đáp ứng và đảm bảo tốt an toàn môi trường mỏ. Trên cơ sở hiện trạng thông gió của khu mỏ than Cẩm Thành, Công ty than Hạ Long. Ở đây, báo cáo đã tính đến việc khu mỏ phải tăng sản lượng trong giai đoạn đến năm 2020, từ đó đề xuất các giải pháp phù hợp, nhằm hoàn thiện hệ thống thông gió, giúp Công ty có được sự chủ động trong việc thực hiện kế hoạch sản xuất lâu dài, đảm bảo an toàn môi trường làm việc và góp phần giảm chi phí trong khâu thông gió mỏ.

Từ khóa: Thông gió mỏ, Hoàn thiện hệ thống thông gió, Khu Cẩm Thành.

1. Hiện trạng khai thác khu Cẩm Thành

Công ty than Hạ Long là một trong những Công ty khai thác than hầm lò có sản lượng lớn trong Tập đoàn Công nghiệp Than và Khoáng sản Việt Nam. Công ty gồm 03 khai trường (khu khai thác: Cẩm Thành, Tân Lập, Hà Ráng), kế hoạch hiện tại năm 2017 với tổng sản lượng khoảng 1,65 triệu T/năm, và kế hoạch dự kiến năm 2018 là 1,75 triệu T/năm. Khu khai trường Cẩm Thành với kế hoạch khai thác năm 2017 là 400.000 T/năm, để đạt được sản lượng này khu mỏ phải huy động 03 lò chợ khai thác và 08 gương lò đào. Theo kế hoạch thì khu Cẩm Thành sẽ là một khu vực phải tăng sản lượng lớn, giai đoạn đến năm 2020 có thể tăng sản lượng lên khoảng 700.000 T/năm và sẽ phải huy động tới 05 lò chợ vào khai thác [Phòng Thông gió, 2017]. Để tăng sản lượng khai thác của khu vực bắt buộc phải xây dựng kế hoạch khai thác tương ứng và dẫn đến cấu trúc của hệ thống thông gió phải thay đổi, thậm chí bị phá vỡ (thay đổi gần như hoàn toàn). Nhiệm vụ đặt ra là phải nghiên cứu áp dụng các giải pháp phù hợp để hoàn thiện hệ thống thông gió cho mỏ, nhằm đáp ứng các mục tiêu của công tác thông gió mỏ là đảm bảo môi trường và an toàn. Song phải đáp ứng tiêu chí về hiệu quả tính đầu tư tức.

2. Tính toán thông gió cho khu mỏ Cẩm Thành

2.1. Tính toán hiện trạng thông gió cho khu mỏ

2.1.1. Sơ đồ thông gió hiện tại của khu mỏ

Sơ đồ mạng gió mỏ hiện trạng khu vực được cấu trúc từ các đường lò với 3 lò chợ hoạt động và 8 gương lò chuẩn bị như trên giản đồ thông gió mỏ hình 1. Nhìn chung đây là mạng gió khá phức tạp. Khu mỏ được thông gió bằng phương pháp thông gió hút với một trạm quạt loại BD-II-6-No15/2x55kW [Nguyễn Cao Khải, 2017].

2.1.2. Tính lưu lượng gió hiện tại cho khu vực

Để tính toán lưu lượng gió chung cho mỏ ta áp dụng công thức [Trần Xuân Hà và nnk, 2014]:

$$Q_m = 1,1(K_{st} \cdot \Sigma Q_{lc} + \Sigma Q_{cb} + \Sigma Q_{ht} + \Sigma Q_{rg}); m^3/s \quad (1)$$

Trong đó:

1,1 – Hệ số kể đến sự phân phối gió không đều trong các luồng gió.

* Tác giả liên hệ

Email: nguyencao@khai.com

K_{s1} - Hệ số tính đến sự tăng sản lượng của lò chơ (chọn $k_t = 1.1$).

ΣQ_{rg} - Tổng lưu lượng gió rò trong mỏ, m^3/s .

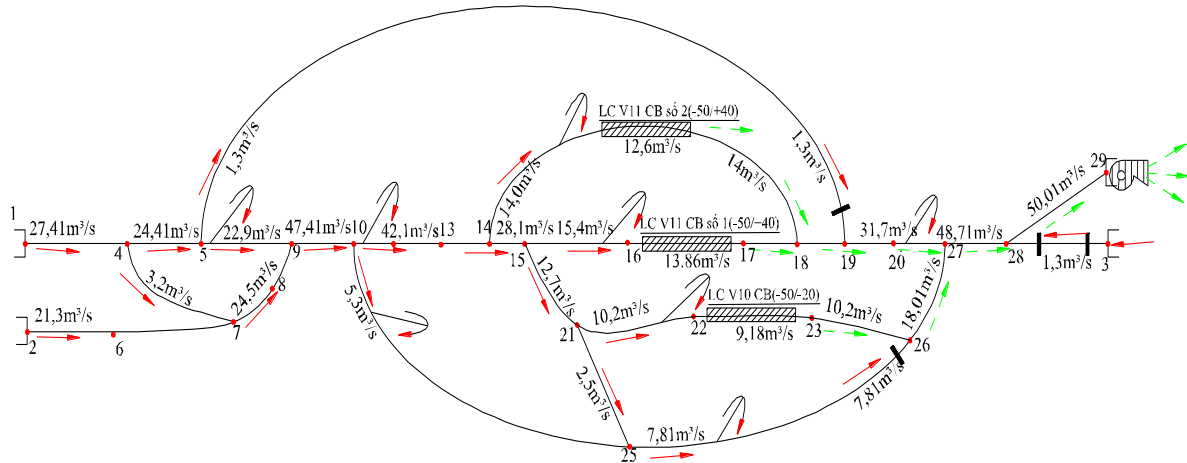
ΣQ_{lc} - Tổng lưu lượng gió cần thiết cho gương lò chơ, m^3/s .

ΣQ_{cb} - Tổng lưu lượng gió cần thiết cho gương lò đào, m^3/s .

ΣQ_{ht} - Tổng lưu lượng gió cần thiết cho hầm trạm, m^3/s .

Với hiện trạng khai thác khu vực, ta tính toán được có lưu lượng gió cho khu mỏ như sau [Nguyễn Cao Khải, 2017]:

$$Q_m = 1,1(1,1 \times 17,0 + 16,8 + 4,36 + 5,6) = 50,01 m^3/s$$



Hình 1. Giản đồ thông gió hiện tại tại khu Cẩm Thành (năm 2017)

2.1.3. Tính hạ áp hiện tại cho khu vực

Như trên giản đồ hình 1 cho thấy khu mỏ có 4 luồng gió chính. Để xác định được hạ áp của mỏ ta đi tính toán hạ áp của các luồng gió và áp dụng theo công thức [Trần Xuân Hà và nnk, 2014]:

$$h_m = \Sigma h_{ms} + \Sigma h_{cb}, mmH_2O \quad (2)$$

Trong đó:

Σh_{ms} : Tổng hạ áp gây ra do sức cản ma sát của các đoạn lò nối tiếp nhau theo một luồng gió, tính từ điểm gió vào đến điểm gió ra. Hạ áp này tính theo công thức [Trần Xuân Hà và nnk, 2014]:

$$h_{ms} = \alpha_i \frac{L_i \cdot P_i}{S_i^3} \cdot Q_i^2 ; mm H_2O \quad (3)$$

Trong đó:

α_i : Hệ số sức cản khí động học ở đường lò thứ i trên luồng gió, kGS^2/m^4 ;

L_i, P_i, S_i : Chiều dài, chu vi, tiết diện của đường lò thứ i ;

Q_i : Lượng gió đi qua đường lò thứ $i, m^3/s$

Σh_{cb} : Tổng hạ áp do sức cản cục bộ tính theo một luồng gió, trong thực tế thường lấy từ (10 - 25%) H_{ms} .

Thay các thông số và tính toán có kết quả hạ áp mỏ như sau: $h_1 = 85,03 mmH_2O$ (hạ áp luồng 1); $h_2 = 82,49 mmH_2O$ (hạ áp luồng 2); $h_3 = 78,80 mmH_2O$ (hạ áp luồng 3) và $h_4 = 67,26 mmH_2O$ (hạ áp luồng 4).

Để cân bằng hạ áp mỏ, ở đây áp dụng phương pháp cân bằng là sử dụng cửa sổ gió để điều chỉnh. Hạ áp mỏ được chọn là $h_1 = 85,03 mmH_2O$.

2.1.4. Xác định chế độ làm việc hiện tại của quạt gió chính

* Xác định lưu lượng gió các quạt cần tạo ra

Để tính toán lưu lượng gió quạt cần tạo ra, ta áp dụng công thức sau [Trần Xuân Hà và nnk, 2014]:

$$Q_q = K_r Q_m, m^3/s. \quad (4)$$

Trong đó:

K_r – Hệ số rò gió tại trạm quạt, $K_r = 1,15$

Q_m – Lưu lượng gió yêu cầu toàn mỏ, $Q_m = 50,01 \text{ m}^3/\text{s}$

Kết quả tính toán lưu lượng gió cho quạt như sau [2]: $Q_q = 57,51 \text{ m}^3/\text{s}$.

* Xác định hạ áp quạt cần tạo ra

Hạ áp của quạt được tính theo công thức [Trần Xuân Hà và nnk, 2014]:

$$h_q = (k_1 \cdot R_m + R_{tbq}) \cdot Q_q^2, \text{ mmH}_2\text{O} \quad (5)$$

Trong đó:

k_1 - hệ số kể đến sự rò gió tại trạm quạt, $k_1 = 1/k_r^2$, $k_1 = 0.76$

R_m - sức cản mỏ: Đối với khu mỏ thì ta có sức cản của các nhánh đường lò tương ứng với 3 trạm quạt như sau: $R_m = 0.033998 \text{ k}\mu$;

R_{tbq} - sức cản nội bộ thiết bị quạt ($R_{tbq} = a \cdot \pi \cdot D^4$): Đối với các quạt gió chính của khu mỏ thì ta có sức cản của các nhánh đường lò tương ứng với 3 trạm quạt như sau: $R_{tbq} = 0,0031$;

Thay vào ta có [2]: $h_q = 102,5 \text{ mmH}_2\text{O} = 1025 \text{ Pa}$;

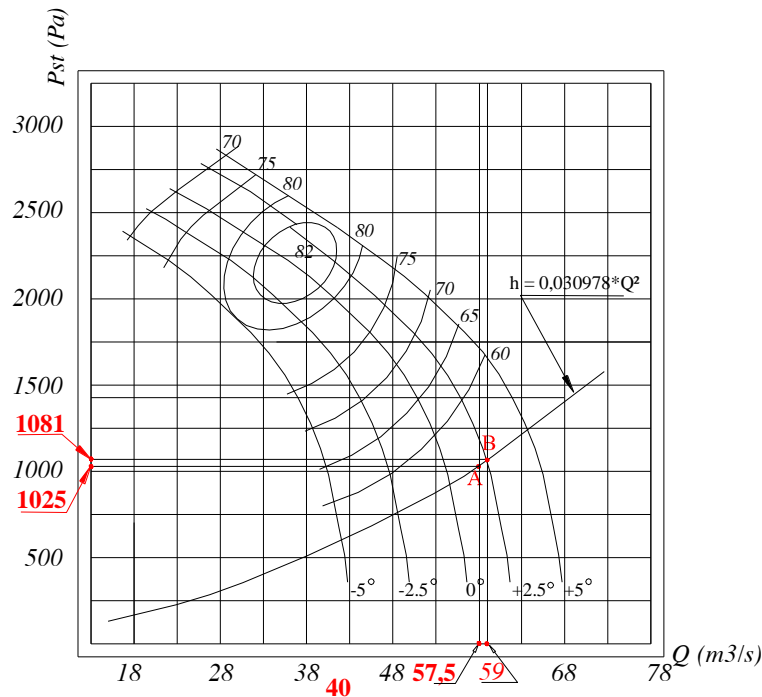
* Xác định chế độ làm việc hợp lý của các quạt gió chính

Việc tính toán xác định chế độ làm việc của các quạt gió chính như sau:

- Phương trình đường đặc tính mỏ: $h = 0,030978 \cdot Q^2$;

- Chế độ làm việc của các quạt gió chính

Kết quả xác định chế độ làm việc của quạt gió chính như trên hình 2. Điểm làm việc là điểm B, với các thông số làm việc của quạt như sau: Lưu lượng quạt tạo ra: $Q_{ct} = 59 \text{ m}^3/\text{s}$; Hạ áp quạt tạo ra: $h_{ct1} = 108,2 \text{ mmH}_2\text{O} = 1082 \text{ Pa}$; Góc lắp cánh của bánh công tác: $\theta = +25^\circ$ và Hiệu suất làm việc của quạt: $\eta = 0,54$.



Hình 2. Đồ thị xác định chế độ làm việc hiện tại của quạt gió BD-II-6-No15
Khu Cẩm Thành, Công ty than Hạ Long

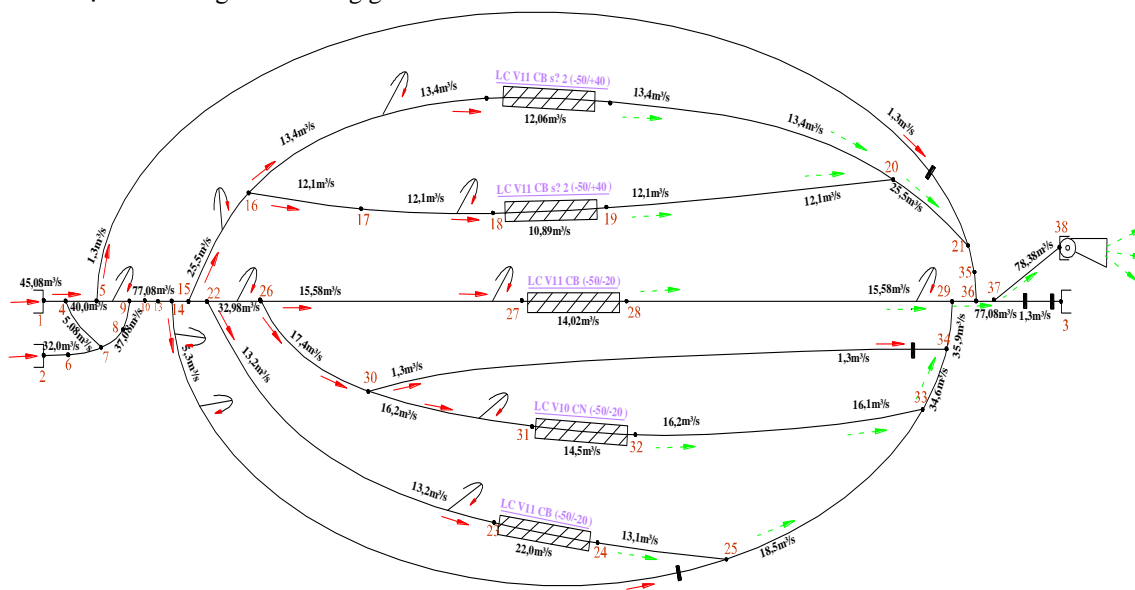
2.2. Tính toán thông gió cho khu vực mỏ khi tăng sản lượng khai thác

Việc tính toán thông gió cho khu vực mỏ khi tăng sản lượng khai thác được tiến hành tương tự như tính toán thông gió cho khu mỏ hiện tại, nhưng theo các thông số của khu mỏ khi tăng sản lượng khai thác. Kết quả tính toán như sau [Nguyễn Cao Khải, 2017]:

2.2.1. Sơ đồ thông gió của khu mỏ khi tăng sản lượng khai thác

Để đảm bảo sản lượng khu mỏ lên 700.000 T/năm, khu Cẩm Thành tiến hành khai thác các vỉa than gồm: Vỉa 10 và vỉa 11. Khu mỏ phải huy động 5 lò chợ và 10 gương lò đào. Sơ đồ thông gió của mỏ được

thể hiện như trên giản đồ thông gió hình 3.



Hình 3. Giản đồ thông gió khu Cẩm Thành, khi tăng sản lượng khai thác

2.2.2. Tính lưu lượng gió cho khu vực mỏ khi tăng sản lượng

Với điều kiện khi tăng sản lượng khai thác khu vực, ta tính toán được lưu lượng gió cho khu mỏ như sau:

$$Q_m = 1,1(1,1 \times 32,6 + 23,5 + 4,74 + 7,16) = 78,38 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.2.3. Tính hạ áp cho khu vực khi tăng sản lượng

Như trên giản đồ thông gió hình 3, cho thấy mạng gió có 5 luồng gió chính. Kết quả tính toán hạ áp của các luồng gió cụ thể như sau: $h_1 = 118,81 \text{ mmH}_2\text{O}$ (Lò chợ V11 CB số 1 mức -50/+40); $h_2 = 113,45 \text{ mmH}_2\text{O}$ (Lò chợ V11 CB số 2 mức -50/+40); $h_3 = 126 \text{ mmH}_2\text{O}$ (Lò chợ V10 CB mức -50/-20); $h_4 = 130,58 \text{ mmH}_2\text{O}$ (Lò chợ V10 CN mức -50/-20); $h_5 = 125,81 \text{ mmH}_2\text{O}$ (Lò chợ V11B CB mức -50/-20). Trong số 5 luồng gió mỏ, có luồng $h_4 = 130,58 \text{ mmH}_2\text{O}$ (Lò chợ V10 CN mức -50/-20) là lớn nhất. Ta chọn hạ áp ở luồng $h_4 = 130,58 \text{ mmH}_2\text{O}$ làm hạ áp chung của khu mỏ. Các luồng khác được điều chỉnh cân bằng hạ áp bằng việc đặt cửa sổ gió điều chỉnh.

2.2.4. Xác định chế độ làm việc của quạt gió chính khi tăng sản lượng

* Xác định lưu lượng gió các quạt cần tạo ra [Nguyễn Cao Khải, 2017]

Kết quả tính toán lưu lượng gió cho các quạt như sau: $Q_q = 90,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

* Xác định hạ áp quạt cần tạo ra [Nguyễn Cao Khải, 2017]

Hạ áp quạt cần tạo ra: $h_q = 197,3 \text{ mmH}_2\text{O} = 1973 \text{ Pa}$;

* Xác định chế độ làm việc hợp lý của các quạt gió chính

Như vậy với đặc tính kỹ thuật và năng lực làm việc của loại quạt BD-II-6-No15/2x55kW hiện nay của khu mỏ đang sử dụng sẽ không đáp ứng thông gió cho mỏ nếu như chỉ sử dụng 1 quạt hoạt động và để 1 quạt ở chế độ dự phòng. Chính vì vậy nếu phương án sử dụng quạt BD-II-6-No15/2x55kW hiện có chỉ là giải pháp tạm thời trước mắt, còn về lâu dài phải tính việc đầu tư loại quạt gió mới.

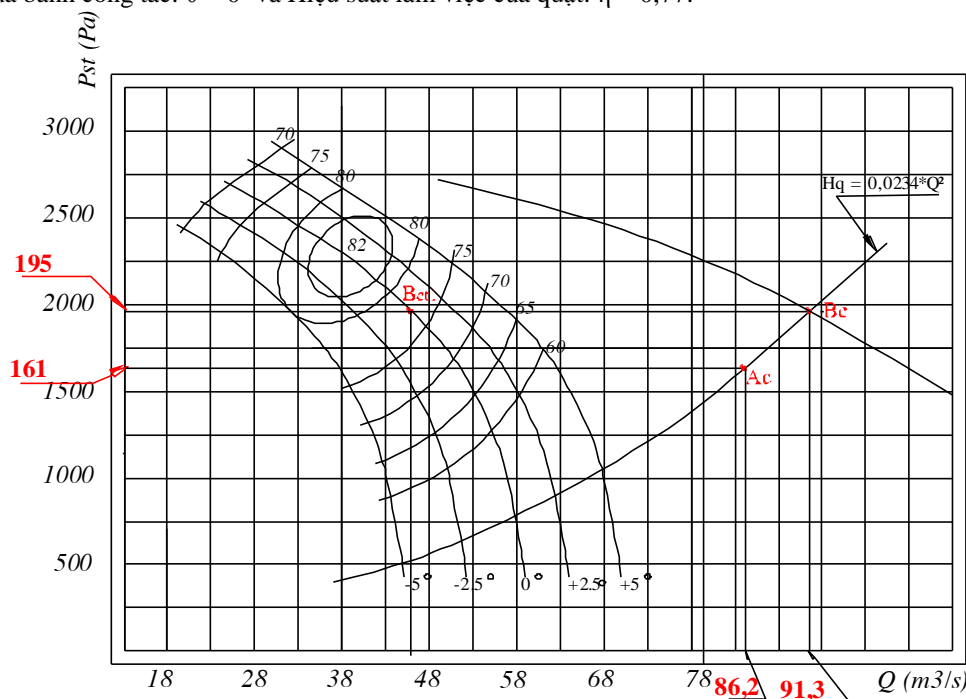
Khi sử dụng loại quạt BD-II-6-No15/2x55kW hiện có thì phải huy động cả 2 quạt cùng chạy với chế độ liên hợp song song gần nhau và không còn quạt dự phòng. Kết quả xác định chế độ làm việc của quạt như sau:

- Phương trình đường đặc tính mỏ: $h = 0,0243 \cdot Q^2$;

- Chế độ làm việc của các quạt gió chính

Kết quả xác định chế độ làm việc của quạt gió chính như trên hình 4. Điểm làm việc là điểm B, với các thông số làm việc của quạt như sau: Điểm làm việc là điểm B_{ct1} ; Lưu lượng bộ quạt tạo ra $Q_c = 91,3$

m³/s; Lưu lượng quạt tạo ra: $Q_{ct} = 45,6 \text{ m}^3/\text{s}$; Hạ áp quạt tạo ra: $h_{ct} = 195,1 \text{ mmH}_2\text{O} = 1951 \text{ Pa}$; Góc lắp cánh của bánh công tác: $\theta = 0^\circ$ và Hiệu suất làm việc của quạt: $\eta = 0,77$.



Hình 4. Đồ thị xác định chế độ công tác của quạt gió chính Khu Cẩm Thành, khi tăng sản lượng (theo phương án sử dụng 02 quạt BD-II-6-No15/2x55kW ghép liên hợp)

3. Giải pháp hoàn thiện hệ thống thông gió mỏ khi tăng sản lượng khai thác

1- Định hướng về phương pháp thông gió và vị trí đặt quạt

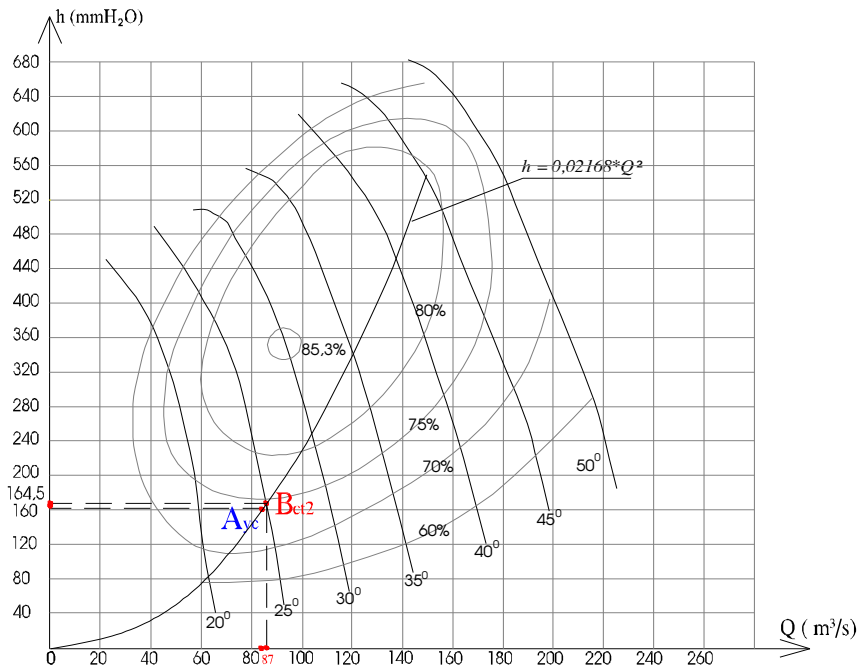
Công tác thông gió cho khu mỏ Cẩm Thành khi tiếp tục kế hoạch khai thác từ mức -50 lên +40 vẫn tiến hành như hiện nay. Cụ thể là: Thông gió chung cho khu mỏ vẫn sử dụng phương pháp thông gió hút, với 01 trạm quạt gió chính như hiện nay: loại BD-II-6-No15/2x55kW) tại cửa lò mức +117. Tuy nhiên nếu sản lượng khu Cẩm Thành tăng trạm quạt này sẽ không đáp ứng, đề xuất: Nâng công suất của Trạm quạt gió mức +117 từ trạm quạt gió loại BD-II-6-N15/2x55kW lên loại quạt gió 2K56-N024 hay loại FBDCZ-6-No24/2x315 kW hoặc loại quạt có công suất tương đương.

2- Định hướng về nhu cầu lượng gió chung cần đưa vào mỏ.

Lưu lượng gió chung của mỏ cần đảm bảo được nhu cầu gió sạch như hiện tại (khoảng 57,5 m³/s) để duy trì sản xuất, đồng thời nếu khu Cẩm Thành huy động thêm lò chợ để tăng sản lượng khai thác theo kế hoạch, thì nhu cầu gió khu vực phía Cẩm Thành sẽ tăng, vì vậy phải có giải pháp tính toán phù hợp.

3- Giải pháp sử dụng quạt gió chính:

Dự kiến lưu lượng gió cho mỏ khoảng 78,38 m³/s. Có nghĩa là trạm quạt gió chính cần làm việc với năng lực lớn hơn, do vậy, loại quạt BD-II-6-No15/2x55kW không còn đáp ứng. Lúc đó mỏ cần thay đổi loại quạt khác có công suất lớn hơn. Ở đây, nội dung nghiên cứu xét tới nhu cầu phát triển của mỏ tới giai đoạn sau năm 2025, vì vậy chúng tôi đề xuất sử dụng loại quạt 2K56-No24 (hoặc loại quạt có công suất tương tự). Dự kiến tính toán chế độ làm việc của quạt gió loại 2K56-No24 khi tăng sản lượng khai thác như trên hình 5.



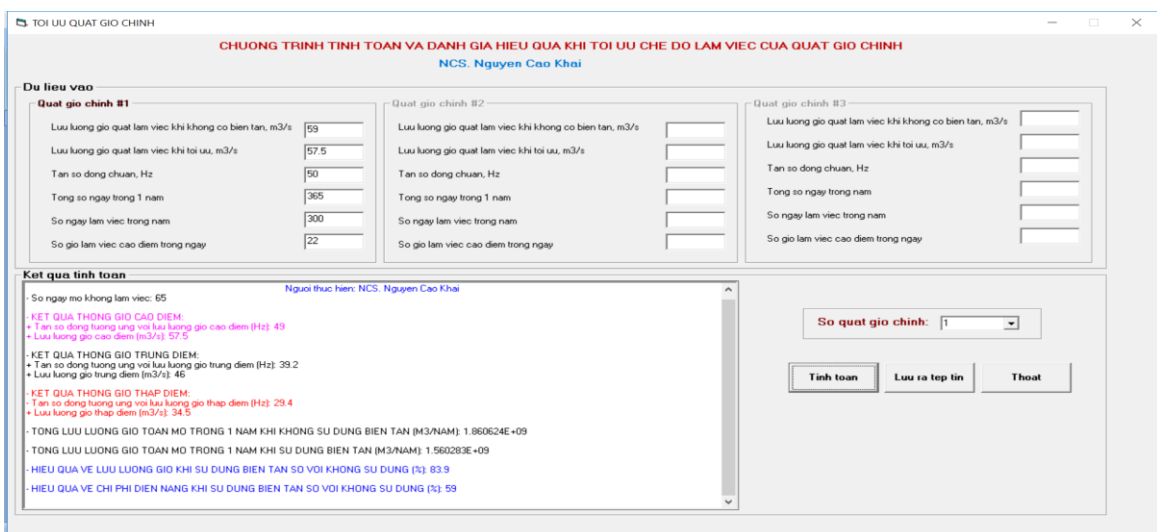
Hình 5. Đồ thị xác định chế độ công tác của quạt gió chính Khu Cẩm Thành, khi tăng sản lượng (theo phương án sử dụng quạt 2K56-No24)

- Chế độ làm việc của các quạt gió chính

Kết quả xác định chế độ làm việc của quạt gió chính như trên hình 5. Với các thông số làm việc của quạt như sau: Điểm làm việc là điểm B_{ct2}; Lưu lượng quạt tạo ra: Q_{ct} = 87 m³/s; Hạ áp quạt tạo ra: h_{ct} = 164,5 mmH₂O; Góc lắp cánh của bánh công tác: θ = 2,5⁰ và Hiệu suất làm việc của quạt: η = 0,74.

4- Giải pháp tối ưu chế độ làm việc của quạt gió chính

Để nâng cao hiệu quả thông gió mỏ cũng như giảm giá thành khai thác, chúng tôi đề xuất giải pháp sử dụng biến tần để điều chỉnh chế độ làm việc của quạt nhằm tối ưu chế độ làm việc của quạt gió chính, đáp ứng nhu cầu thông gió của mỏ, nhưng giúp cho việc sử dụng tiết kiệm, hiệu quả điện năng và đảm bảo an toàn môi trường [Babak G.A, K.P. Bocharov, AT Volokhiev, 1982], [V.V. Sobolev, 2007]. Việc tính toán hiệu quả áp dụng biến tần được thực hiện bằng phần mềm tính toán như trên hình 6.



Hình 6. Kết quả tính toán tối ưu chế độ làm việc hiện tại của quạt BD-II-6-No15/2x55kW

4. Kết luận

Việc tính toán thông gió hiện tại và khi tăng sản lượng khai thác theo kế hoạch cho thấy về cơ bản hệ thống thông gió khu mỏ vẫn đáp ứng yêu cầu như các đường lò, cửa chắn gió,... Tuy nhiên năng lực yêu cầu thông gió mỏ đòi hỏi tăng cao từ mức $57,51\text{m}^3/\text{s}$ lên $90,01\text{m}^3/\text{s}$, ảnh hưởng lớn đến năng lực đáp ứng thông gió của trạm quạt gió chính và trạm quạt gió hiện tại không còn phù hợp. Để đáp ứng và nâng cao hơn nữa hiệu quả hoạt động thông gió mỏ, Công ty cần phải thực hiện một số giải pháp để hoàn thiện hệ thống thông gió như sau:

1- Các giải pháp trước mắt

Cần phải tăng cường công tác quản lý đặc biệt là công tác đóng mở cửa gió để đảm bảo điều chỉnh bổ sung lượng gió cho lò chợ còn thiếu, để cải thiện điều kiện làm việc tốt hơn. Đồng thời phải luôn đảm bảo chất lượng đường ống gió tốt hơn, giảm rò gió tới mức tối đa khi thông gió cho các gương lò chuẩn bị; Gia công các cửa kiểm tra chế độ làm việc của quạt gió chính tại các trạm quạt và gia công, sửa chữa các cửa chắn gió, đặc biệt là cửa gió ở cửa lò đặt trạm quạt gió chính, nhằm giảm tối đa lượng gió rò.

2- Định hướng chung về công tác thông gió khi tăng sản lượng khai thác

Khi khu vực Cẩm Thành đưa thêm lò chợ vào hoạt động để tăng sản lượng khu khai thác (hiện nay mới có 03 lò chợ hoạt động, do vậy khi tăng sản lượng có thể phải huy động tới 5 lò chợ hoạt động), cần phải có kế hoạch thay quạt gió chính loại BD-II-6-No15 bằng loại quạt có công suất lớn hơn như loại 2K56-No24 (hoặc tương đương); Đầu tư biến tần để điều chỉnh chế độ làm việc của quạt gió chính, nhằm tăng hiệu quả thông gió và giảm chi phí thông gió, góp phần giảm giá thành khai thác mỏ, đáp ứng tốt điều kiện an toàn và môi trường.

3- Kiến nghị

Công ty cần nhanh chóng thực hiện đầy đủ các giải pháp kỹ thuật đã đề xuất ở trên để nâng cao chất lượng thông gió cho mỏ.

Lời cảm ơn:

Các tác giả xin ghi nhận những đóng góp của Công ty than Hạ Long và nhóm tác giả thực hiện Đề tài cơ sở mã số: T17-15, Trường Đại học Mỏ - Địa chất đã giúp hoàn thiện nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

Trần Xuân Hà và nnk, 2014. *Giáo trình thông gió mỏ*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 357tr.

Nguyễn Cao Khai, 2017. Nghiên cứu hoàn thiện hệ thống thông gió cho khu mỏ Cẩm Thành, Công ty than Hạ Long đảm bảo tăng sản lượng từ 400.000 T/năm lên 700.000T/năm. *Báo cáo tổng kết đề tài cơ sở mã số: T17-15*, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Tr.34-72.

Phòng Thông gió, 2017. Kế hoạch sản xuất và thông gió khu Cẩm Thành giai đoạn đến 2017 và Kế hoạch dự kiến năm 2020. Công ty than Hạ Long-TKV. Tr.1-26.

Babak G.A, K.P. Bocharov, AT Volokhiev, 1982. *Main ventilation fans for underground mining*. - M.: Nedra, - P 296.

V.V. Sobolev, 2007. Energy saving of electrical equipment for the main ventilation of mining enterprises//*Mining Information and Analytical Bulletin*. - Moscow. - No. 7. - P. 391-395.

ABSTRACT

Complete of ventilation system of Cam Thanh mined coal mine, Ha Long coal company to ensure the exploitation output in the period up to 2020

Nguyen Cao Khai^{1*}, Nguyen Van Thinh¹, Dang Vu Chi¹, Nguyễn Phi Hùng¹, Tran Van Thanh¹
¹Hanoi University of Mining and Geology

In the process of mining pit mines, due to various reasons mining system changes. The main reasons for this are the mining production plans, especially the changes in scale and output of mining. Changes to the mine ventilation system will result in the break and alteration of the structure of the design ventilation system, which reduces the effectiveness of the ventilation and does not meet the main objective of mine ventilation, directly affect the safety of the working environment in the mine. In the present context, coal mines in Quang Ninh have been expanding their exploitation scale in both width and depth, do that

change the ventilation system of mine. Therefore, underground coal mines in QuangNinh need to be researched to improve the ventilation system in line with the development and specific conditions of the mine, to improve the efficiency of the ventilation work and to ensure the safety of the mine environment. Based on the current situation of the ventilation of Cam Thanh coal mine area, Ha Long coal company. Here, the report ctakes into account the plan when the mine increases its mining output in the period to 2020, from that suggesting appropriate solutions to improve the ventilation system, enabling the Company to take initiative in Implement long-term production plan, ensure safety of working environment and reduce cost of mine ventilation.

Keywords: Mine Ventilation; Complete Ventilation System; Cam Thanh area.

Xác định chế độ làm việc hợp lý của các quạt gió chính khu mỏ than Thành Công - Cao Thắng, Công ty than Hòn Gai

Nguyễn Cao Khải^{1*}, Đào Văn Chi¹, Lê Tiến Dũng¹,
Nguyễn Văn Quang¹, Vũ Thái Tiến Dũng¹, Đinh Thị Thanh Nhân¹
¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

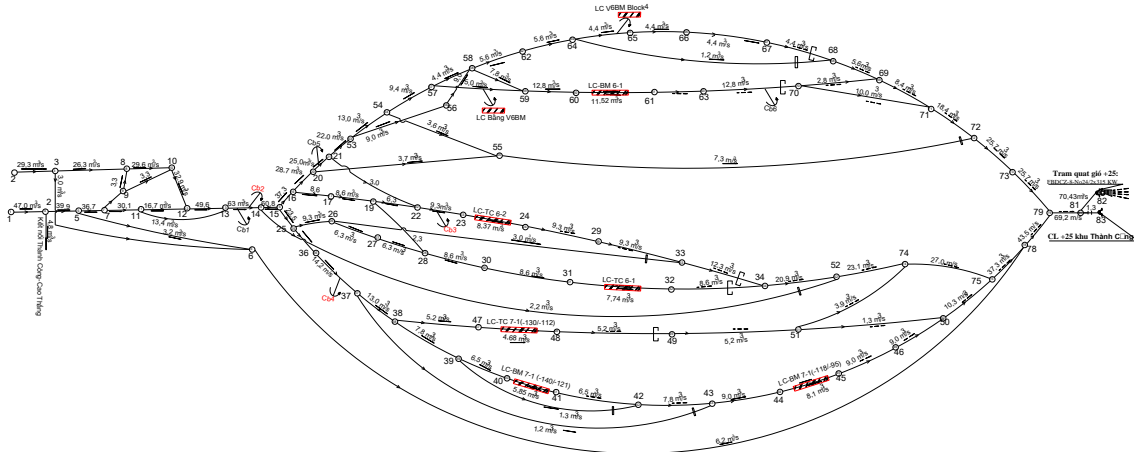
TÓM TẮT

Thông gió mỏ là một trong những quy trình đóng một vai trò hết sức quan trọng trong hoạt động khai thác mỏ hầm lò. Đặc biệt là lĩnh vực đảm bảo môi trường làm việc, trực tiếp ảnh hưởng tới công tác an toàn mỏ. Trong bối cảnh hiện nay, ở các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh đã và đang ngày càng tăng sản lượng, mở rộng khai thác và xuống sâu, vai trò của công tác thông gió mỏ đối với công tác an toàn môi trường càng tăng lên. Dẫn đến chi phí cho thông gió mỏ sẽ tăng theo. Có nhiều nguyên nhân làm tăng chi phí thông gió, trong đó phải kể đến việc chế độ làm việc của quạt gió không hợp lý. Khu mỏ than Cao Thắng - Thành Công của Công ty than Hòn Gai hiện đang sử dụng các quạt gió chính có công suất nhỏ, trong tương lai diện tích khai thác sẽ phải mở rộng và tăng sản lượng khai thác. Bài viết đưa ra kết quả tính toán xác định chế độ làm việc hợp lý của các quạt gió chính hiện tại và trong tương lai khi tăng sản lượng khai thác, trên cơ sở đó nâng cao hiệu quả của việc thông gió, đồng thời giúp mỏ có được chính sách đầu tư mua sắm thiết bị quạt phù hợp để phục vụ kế hoạch sản xuất trong tương lai.

Từ khóa: Thông gió mỏ, Chế độ làm việc của quạt gió mỏ, Quạt gió chính, Khu Thành Công-Cao Thắng.

1. Đặc điểm hiện trạng khai thác và thông gió mỏ

Khu Thành Công – Cao Thắng đang đào lò từ mức -240 trở lên, khai thác từ mức -220 trở lên. Nhìn chung, hiện trạng khai thác năm 2017 với công suất mỏ cho quý IV là khoảng 405835 tấn/quý khu mỏ phải huy động 9 lò chợ và 11 gương lò đào. Thực chất khu khai trường này gồm 2 khu Thành Công và Cao Thắng hợp nhất thành một. Khu Cao Thắng hiện đang khai thác ở mức -160 lên, còn khu Thành Công thì đang khai thác ở mức -220 trở lên, hai khu này được nối thông với nhau bằng đường lò nối mức -160 từ giếng chính khu Thành Công sang đường lò xuyên via mức -160 khu Cao Thắng [Phòng Thông gió, 2017].



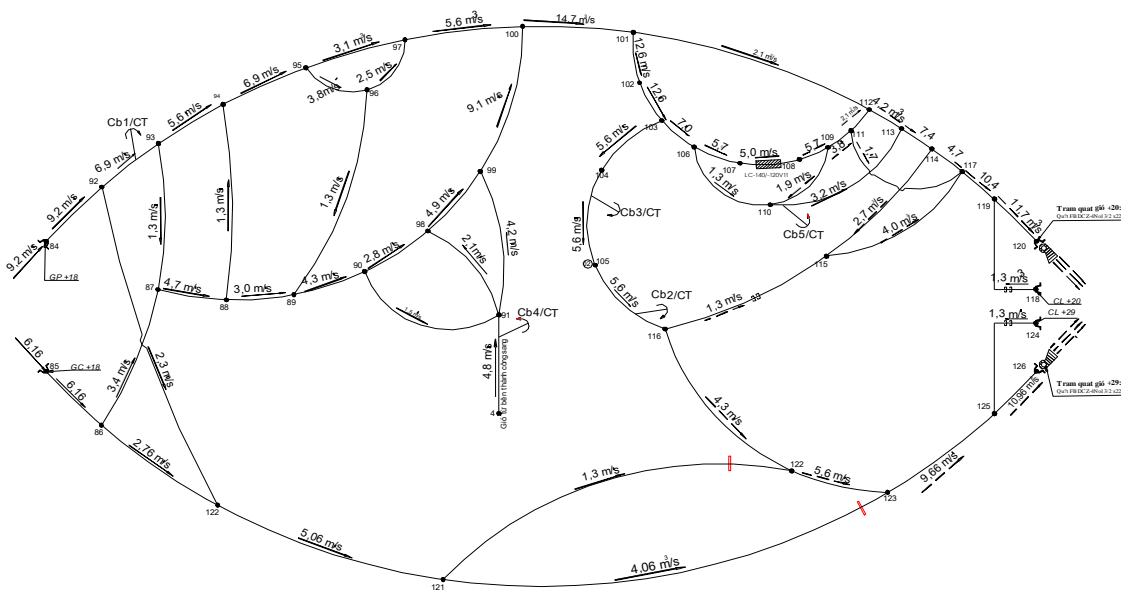
Hình 1. Giản đồ thông gió khu mỏ Thành Công

Hiện khu mỏ đang được thông gió hút bằng 03 trạm quạt gió chính: Khu Thành Công với trạm quạt đặt tại cửa lò +25 (quạt gió mã hiệu FBDCZ-8-N⁰-24/2x315kW) và Khu Cao Thắng với 2 trạm quạt gồm: trạm quạt đặt tại cửa lò mức +20 và trạm quạt đặt tại cửa lò mức +29 (với cùng loại quạt gió mã hiệu FBDCZ-4-N⁰-13/2x22kW). Sơ đồ mạng gió được thể hiện như trên giản đồ thông gió hình 1 và hình 2 [Trần Xuân Hà, Nguyễn Cao Khải, 2017]. Đánh giá chung thì khu Thành Công - Cao Thắng cho thấy công tác thông gió mỏ tương đối thuận lợi, các trạm quạt gió làm việc vẫn ở chế độ công suất thấp như 2

* Tác giả liên hệ

Email: nguyencao.khai@ gmail.com

trạm quạt ở khu Cao Thắng làm việc ở góc lắp cánh nhỏ nhất (-2,5) còn quạt ở khu Thành Công cũng mới làm việc ở góc lắp cánh 35⁰ cũng đã đảm bảo thông gió an toàn và đáp ứng nhu cầu phục vụ sản xuất cho mỏ.



Hình 2. Giản đồ thông gió khu Cao Thắng

2. Tính toán thông gió cho khu Thành Công – Cao Thắng

2.1. Tính toán lưu lượng gió chung cho mỏ

Để tính toán thông gió cho khu Thành Công-Cao Thắng ta áp dụng công thức [Trần Xuân Hà và nnk, 2014]:

$$Q_m = 1,1(K_{sl} \cdot \Sigma Q_{lc} + \Sigma Q_{cb} + \Sigma Q_{ht} + \Sigma Q_{rg}); m^3/s \quad (1)$$

Trong đó:

1,1 – Hệ số kể đến sự phân phối gió không đều trong các luồng gió.

K_{sl}- Hệ số tính đến sự tăng sản lượng của lò chỢ (chọn k_t = 1.1).

ΣQ_{rg} - Tổng lưu lượng gió rò trong mỏ, m³/s.

ΣQ_{lc} – Tổng lưu lượng gió cần thiết cho gương lò chỢ, m³/s.

ΣQ_{cb} – Tổng lưu lượng gió cần thiết cho gương lò đào, m³/s.

ΣQ_{ht} – Tổng lưu lượng gió cần thiết cho hầm trạm, m³/s.

* Tính lưu lượng gió cho các lò chỢ

Với kết quả tính toán lưu lượng gió cho lò chỢ theo 4 yếu tố: Theo số người làm việc lớn nhất; Theo sản lượng (độ xuất khí metan); Theo yếu tố bụi; Theo lượng thuốc nổ một lần lớn nhất, ta chọn lưu lượng gió cho lò chỢ theo yếu tố lớn nhất. Kết quả tính tổng lưu lượng gió cho 9 lò chỢ: ΣQ_{lc} = 41,0 m³/s.

* Tính lưu lượng gió cho các gương lò chuẩn bị

Với kết quả tính toán lưu lượng gió các gương lò chuẩn bị theo 4 yếu tố; Theo lượng thuốc nổ; Theo độ thoát khí metan thoát ra ở gương lò chuẩn bị; Theo số người làm việc lớn nhất và Theo yếu tố bụi, ta chọn lưu lượng gió cho gương lò chuẩn bị theo yếu tố lớn nhất. Kết quả tính tổng lưu lượng gió cho 11 gương lò chuẩn bị: ΣQ_{cb} = 18,3 m³/s.

* Tính lưu lượng gió cho các hầm bơm, trạm điện

Căn cứ vào công suất và số lượng các hầm trạm ta tính được tổng lưu lượng gió cho các hầm trạm ΣQ_{cb} = 7,15 m³/s.

* Tính lưu lượng gió rò trong mỏ

Căn cứ vào số lượng các cửa gió và thành chắn trong khu vực mỏ ta tính được tổng lưu lượng gió rò trong mỏ là: ΣQ_{rg} = 13,1m³/s

* Tính tổng lưu lượng gió cho khu mỏ

Kết quả tính lưu lượng gió cho khu mỏ như sau: [Trần Xuân Hà, Nguyễn Cao Khải, 2017]

$$Q_m = 1,1(1,1 \times 41,0 + 19,3 + 7,15 + 13,1) = 93,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.2. Tính phân phối gió

Khu Thành Công - Cao thẳng được thông gió bởi 03 trạm quạt đặt ở các cửa lò các mức: Mức: +25 là loại quạt FBDCZ-8-No24/2x315kW; Mức +20 và +29 là loại quạt FBDCZ-6-No13/2x22kW. Như vậy ta phải tính toán lưu lượng gió cho 03 trạm quạt đảm nhiệm, để xác định chế độ làm việc của 03 trạm quạt chính trên. Trên cơ sở các hệ tiêu thụ gió, hệ thống mạng gió mở, ta phân phối gió tương ứng về các nhánh gió do 3 trạm quạt đảm nhiệm. Kết quả tính toán lưu lượng gió về các nhánh cho các trạm quạt đảm nhiệm như sau: [Trần Xuân Hà, Nguyễn Cao Khải, 2017]

- Quạt 1 (mức +25 (FBDCZ-8-No24/2x315kW): $Q_{m1} = 70,43 \text{ m}^3/\text{s}$;

- Quạt 2 (mức +29 (FBDCZ-6-No13/2x22kW): $Q_{m2} = 10,96 \text{ m}^3/\text{s}$;

- Quạt 3 (mức +20 (FBDCZ-6-No13/2x22kW): $Q_{m3} = 11,74 \text{ m}^3/\text{s}$;

Kết quả tính toán phân phối gió được thể hiện trên hình 1 và hình 2.

2.3. Tính toán hạ áp mở

Như trên giản đồ hình 1 cho thấy khu mỏ có 4 luồng gió chính. Để xác định được hạ áp của mỏ ta đi tính toán hạ áp của các luồng gió và áp dụng theo công thức [Trần Xuân Hà và nnk, 2014]:

$$h_m = \sum h_{ms} + \sum h_{cb}, \text{ mm H}_2\text{O} \quad (2)$$

Trong đó:

$\sum h_{ms}$: Tổng hạ áp gây ra do sức cản ma sát của các đoạn lò nối tiếp nhau theo một luồng gió, tính từ điểm gió vào đến điểm gió ra. Hạ áp này tính theo công thức [Trần Xuân Hà và nnk, 2014]:

$$h_{ms} = \alpha_i \frac{L_i \cdot P_i}{S_i^3} \cdot Q_i^2 ; \text{ mm H}_2\text{O} \quad (3)$$

Trong đó:

α_i : Hệ số sức cản khí động học ở đường lò thứ i trên luồng gió, kGS^2/m^4 ;

L_i, P_i, S_i : Chiều dài, chu vi, tiết diện của đường lò thứ i;

Q_i : Lượng gió đi qua đường lò thứ i, m^3/s

$\sum h_{cb}$: Tổng hạ áp do sức cản cục bộ tính theo một luồng gió, trong thực tế thường lấy từ (10 - 25%) H_{ms} .

Kết quả tính hạ áp các luồng như sau [Trần Xuân Hà, Nguyễn Cao Khải, 2017]:

* Hạ áp các luồng do quạt FBDCZ-8-No24 tại mức +25 đảm nhiệm:

$h_1 = 223,01 \text{ mmH}_2\text{O}$ (qua 2 lò chợ nối tiếp: LCBM7-1 mức -140/1-121 và LCBM7-1 mức -118/-95);

$h_2 = 97,19 \text{ mmH}_2\text{O}$ (qua lò chợ: LCTC6-2);

$h_3 = 197,29 \text{ mmH}_2\text{O}$ (qua lò chợ: LCBM6-1 và LC bằng V6 BM);

$h_4 = 213,77 \text{ mmH}_2\text{O}$ (qua lò chợ: LCTC6-1);

$h_5 = 220,25 \text{ mmH}_2\text{O}$ (qua lò chợ: LCTC7-1);

$h_6 = 215,94 \text{ mmH}_2\text{O}$ (qua lò chợ: LC V6 BM Blook4).

* Hạ áp các luồng do quạt FBDCZ-6-No13 tại mức +29 đảm nhiệm: $h_7 = 90,86 \text{ mmH}$.

* Hạ áp các luồng do quạt FBDCZ-6-No13 tại mức +20 đảm nhiệm: $h_8 = 110,43 \text{ mmH}_2\text{O}$ (qua lò chợ: LC V11 CT -140/-120).

* Cân bằng hạ áp mở:

Ở đây, chỉ có phần trạm quạt mức +25 phải cân bằng hạ áp, do có tới 6 luồng gió. Còn 2 trạm quạt ở mức +29 và +20 chỉ có một luồng chính. Để cân bằng hạ áp mỏ, ta áp dụng phương pháp cân bằng là sử dụng cửa sổ gió để điều chỉnh. Hạ áp mở được chọn là $h_1 = 223,01 \text{ mmH}_2\text{O}$.

3. Tính toán xác định chế độ làm việc của các trạm quạt gió chính

3.1. Xác định lưu lượng gió các trạm quạt cần tạo ra

- Tính toán lưu lượng gió trạm quạt cần tạo ra, ta áp dụng công thức [Trần Xuân Hà và nnk, 2014]:

$$Q_q = K_r Q_m, \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (4)$$

Trong đó:

K_r – Hệ số rò gió tại trạm quạt, trạm quạt bán cố định lấy $K_r = 1,15$

Q_m – Lưu lượng gió yêu cầu toàn mỏ, m^3/s

Kết quả tính toán lưu lượng gió cho các trạm quạt như sau:

- Quạt 1 (mức +25 (FBDCZ-8-No24/2x315kW): $Q_{q1} = 81,0 \text{ m}^3/\text{s}$;

- Quạt 2 (mức +29 (FBDCZ-6-No13/2x22kW): $Q_{q2} = 12,6 \text{ m}^3/\text{s}$;

- Quạt 3 (mức +20 (FBDCZ-6-No13/2x22kW): $Q_{q3} = 13,58 \text{ m}^3/\text{s}$;

3.2. Xác định hạ áp các quạt cần tạo ra

Hạ áp của quạt được tính theo công thức [Trần Xuân Hà và nnk, 2014]:

$$H_q = (k_1 \cdot R_m + R_{tbq}) \cdot Q_q^2, \text{ mmH}_2\text{O} \quad (5)$$

Trong đó:

k_1 - hệ số kể đến sự rò gió tại trạm quạt, $k_1 = 1/k_r^2$, $k_1 = 0.76$

R_m - sức cản mô, $k\mu$; Đối với khu mô thì ta có sức cản của các nhánh đường lò tương ứng với 3 trạm quạt như sau: $R_{m1} = 0.04496 \text{ k}\mu$; $R_{m2} = 0.75592 \text{ k}\mu$ và $R_{m3} = 0.80118 \text{ k}\mu$.

R_{tbq} - sức cản nội bộ thiết bị quạt ($R_{tbq} = a \cdot \pi/D^4$), $k\mu$. Đối với các quạt gió chính của khu mô thì ta có sức cản của các nhánh đường lò tương ứng với 3 trạm quạt như sau: $R_{tbq1} = 0,0047$; $R_{tbq2} = R_{tbq1} = 0,055$;

Thay vào ta có hạ áp của các quạt cần tạo ra:

- Quạt 1: mức +25 (FBDCZ-8-No24/2x315kW): $h_{q1} = 255 \text{ mmH}_2\text{O}$;

- Quạt 2: mức +29 (FBDCZ-6-No13/2x22kW): $h_{q2} = 100 \text{ mmH}_2\text{O}$;

- Quạt 3: mức +20 (FBDCZ-6-No13/2x22kW): $h_{q3} = 121 \text{ mmH}_2\text{O}$.

3.3. Xác định chế độ làm việc của các quạt gió chính

Việc tính toán xác định chế độ làm việc của các quạt gió chính như sau: [Trần Xuân Hà, Nguyễn Cao Khải, 2017], [Nguyễn Cao Khải và nnk, 2015]

3.3.1. Xác định phương trình và xây dựng đường đặc tính của mô:

Phương trình đường đặc tính mô của các nhánh về 3 trạm quạt như sau:

- Quạt 1: Cửa lò mức +25 (FBDCZ-8-No24/2x315kW): $h_1 = 0,03887 \cdot Q^2$;

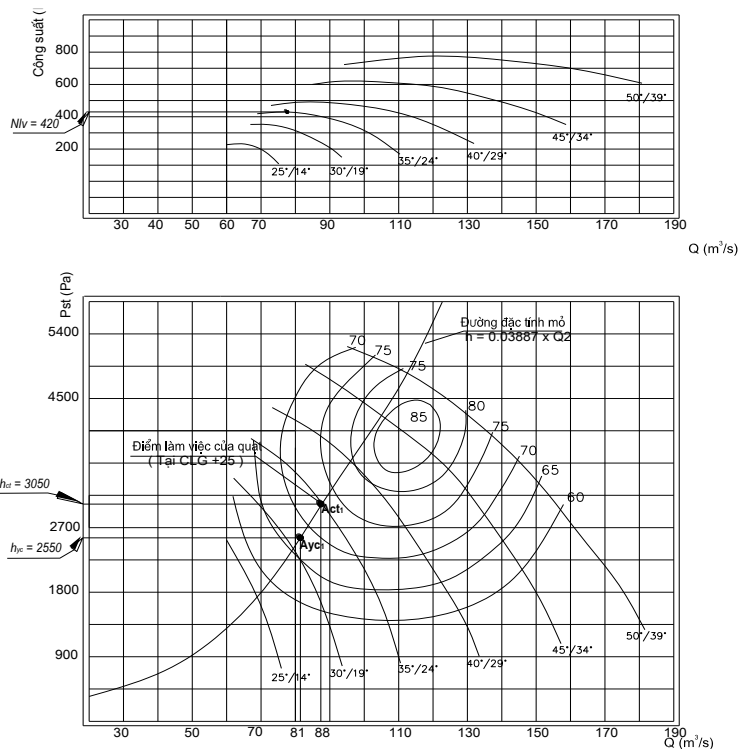
- Quạt 2: Cửa lò mức +29 (FBDCZ-6-No13/2x22kW): $h_2 = 0,6295 \cdot Q^2$;

- Quạt 3: Cửa lò mức +20 (FBDCZ-6-No13/2x22kW): $h_3 = 0,6639 \cdot Q^2$.

3.3.2. Chế độ làm việc của các quạt gió chính

Kết quả xác định chế độ làm việc của các quạt gió chính như sau:

* Quạt 1: Cửa lò mức +25 (FBDCZ-8-No24/2x315kW), như trên hình 3.



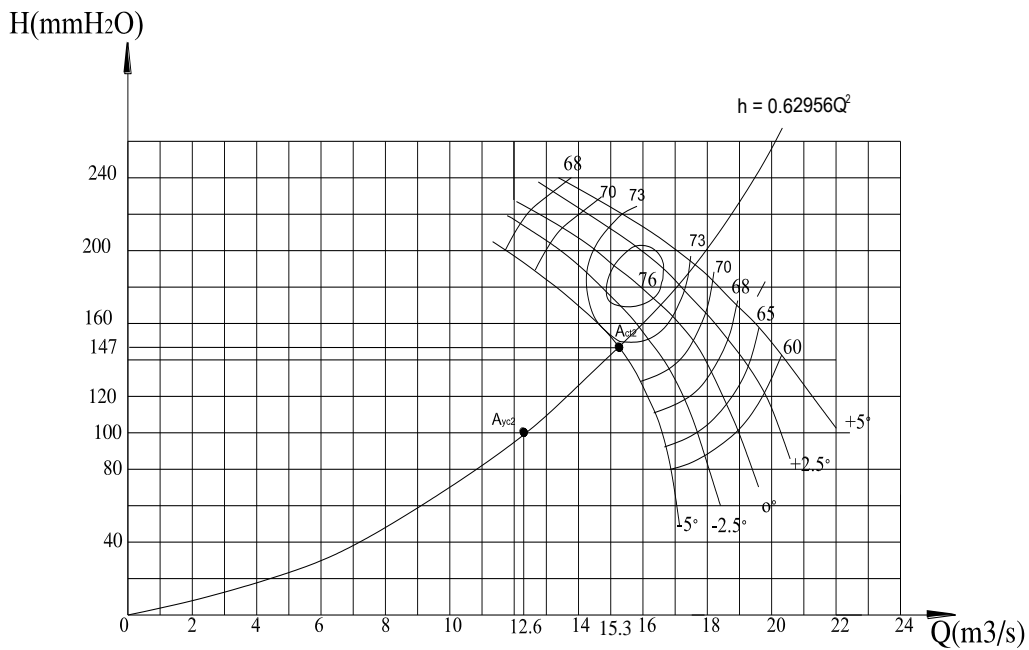
Hình 3. Đồ thị xác định chế độ làm việc của quạt gió FBDCZ-8-No24 tại cửa lò mức +25

Khu Thành Công

Với các thông số làm việc của quạt: Lưu lượng quạt tạo ra: $Q_{ct1} = 88 \text{ m}^3/\text{s}$; Hạ áp quạt tạo ra: $h_{ct1} = 305 \text{ mmH}_2\text{O}$; Góc lắp cánh của bánh công tác: $\theta = 35^\circ$ và Hiệu suất làm việc của quạt: $\eta = 0,73$.

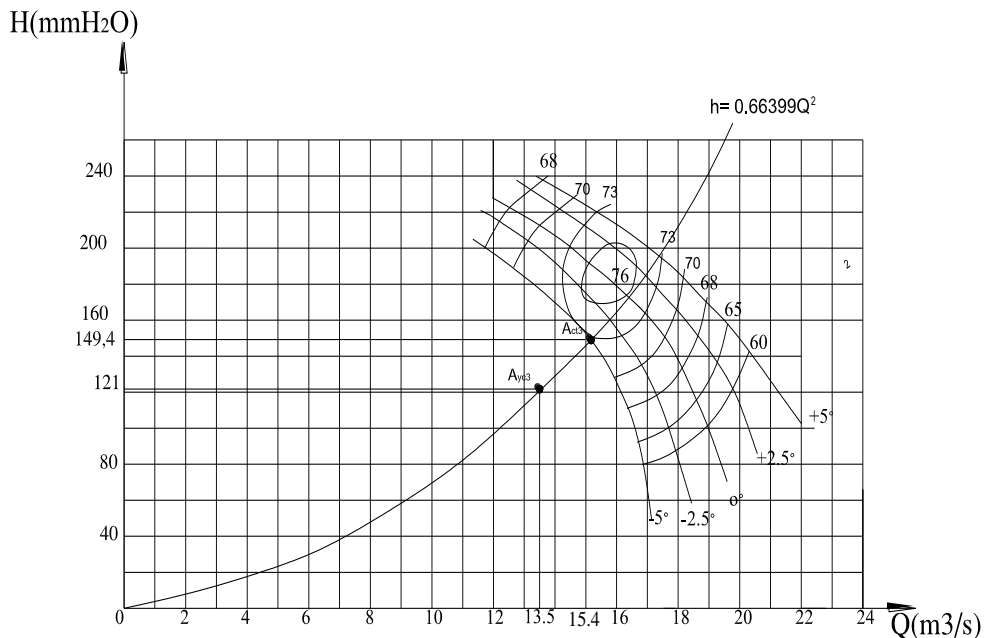
* Quạt 2: Cửa lò mức +29 (FBDCZ-6-No13/2x22kW), như trên hình 4. Với các thông số làm việc của

quạt: Lưu lượng quạt tạo ra: $Q_{ct2} = 15,3 \text{ m}^3/\text{s}$; Hạ áp quạt tạo ra: $h_{ct2} = 147,4 \text{ mmH}_2\text{O}$; Góc lắp cánh của bánh công tác: $\theta = -5^\circ$ và Hiệu suất làm việc của quạt: $\eta = 0,72$.



Hình 4. Đồ thị xác định chế độ công tác của quạt gió FBDCZ-6-No13 tại cửa lò mức +29 Khu Cao Thắng

* Quạt 3: Cửa lò mức +20 (FBDCZ-6-No13/2x22kW), như trên hình 5. Với các thông số làm việc của quạt: Lưu lượng quạt tạo ra: $Q_{ct1} = 15,4 \text{ m}^3/\text{s}$; Hạ áp quạt tạo ra: $h_{ct1} = 149 \text{ mmH}_2\text{O}$; Góc lắp cánh của bánh công tác: $\theta = -5^\circ$ và Hiệu suất làm việc của quạt: $\eta = 0,73$.



Hình 5. Đồ thị xác định chế độ công tác của quạt gió FBDCZ-6-No13 tại cửa lò mức +20 Khu Cao Thắng

4. Kết luận

Kết quả tính toán chế độ làm việc của các quạt gió chính khu Thành Công – Cao Thắng, Công ty than Hòn Gai cho thấy năng lực thông gió hiện tại của các trạm quạt gió là phù hợp và đảm bảo đáp ứng cho

thông gió hiện tại. Năng lực dự trữ của các quạt gió chính vẫn còn, đặc biệt là trạm quạt ở mức +25 khu Thành Công. Tuy nhiên 2 trạm quạt ở các mức +29 và +20 ở khu Cao Thắng tuy năng lực dự trữ vẫn còn, nhưng do 2 trạm quạt này sử dụng là loại quạt FBDCZ-6-No13, nên năng lực thông gió không lớn, năng lực dự trữ về lưu lượng tối đa chỉ tới khoảng 17m³/s, mặc dù mới chỉ làm việc ở góc lắp cánh -2,5 nhưng lưu lượng gió chỉ còn tăng được khoảng 3,5m³/s nữa. Khu Cao Thắng hiện mới chỉ có 1 lò chợ hoạt động, vì vậy trong tương lai khi khu Cao Thắng đưa thêm lò chợ vào hoạt động thì cần phải tính toán đến việc thay thế trạm quạt gió mới. Ở đây có xét tới việc năng lực dự trữ của trạm quạt gió mức +25 khu Thành Công còn nhiều, nhưng do sự kết nối của 2 khu vực mới ở mức -160, do vậy không thể đưa gió bản từ khu Cao Thắng quay về và thoát ra cửa lò mức +25 của khu Thành Công.

Giải pháp khi đưa lò chợ ở khu Cao Thắng vào hoạt động để tăng sản lượng khai thác của khu vực lên theo kế hoạch, thì Công ty phải tính toán bổ sung thay thế một trạm quạt gió ở cửa lò mức +20 hoặc thay thế cả 2 trạm quạt khu Cao Thắng bằng một trạm quạt có năng lực thông gió lớn, công suất tương đương loại FBDCZ-8-No24 [Babak G.A, K.P. Bocharov, AT Volokhiev. 1982].

Lời cảm ơn:

Các tác giả xin ghi nhận những đóng góp của Công ty than Hòn Gai và nhóm tác giả thực hiện đề tài “Kiểm định mạng gió khu mỏ Thành Công-Cao Thắng, Công ty than Hòn Gai năm 2017” đã giúp hoàn thiện nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

Trần Xuân Hà và nnk, 2014. *Giáo trình thông gió mỏ*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 357tr.

Trần Xuân Hà, Nguyễn Cao Khải, 2017. Kiểm định mạng gió khu mỏ Thành Công-Cao Thắng, Công ty than Hòn Gai năm 2017. *Báo cáo tổng kết công trình*, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Tr.27-40.

Nguyễn Cao Khải và nnk, 2015. Xác định chế độ làm việc hợp lý của các trạm quạt gió chính để nâng cao hiệu quả thông gió cho một số mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh. *Tạp chí công nghiệp mỏ, số 2-2015*, Hà Nội, Tr.25-29.

Phòng Thông gió, 2017. *Kế hoạch sản xuất và thông gió khu Thành Công-Cao Thắng năm 2017*. Công ty than Hòn Gai-TKV, Tr.1-28.

Babak G.A, K.P. Bocharov, AT Volokhiev. 1982. *Main ventilation fans for underground mining*. - M.: Nedra, - P 296.

ABSTRACT

Determine the reasonable working mode of the main fan of area coal mine Thanh Cong - Cao Thang, Hon Gai Coal Company

Nguyen Cao Khai^{1*}; Dao Văn Chi¹; Le Tien Dung¹;
Nguyễn Văn Quang¹; Vu Thai Tien Dung¹; Dinh Thi Thanh Nhan¹
¹Hanoi University of Mining and Geology

Mine ventilation is one of the processes that play a very important role in underground mining. Special particularly in the field of working environment, directly affect mine safety. In the present context, underground coal mines in Quang Ninh have been increasing their production and mining activities, and the role of mine ventilation in environmental protection has increased. The resulting cost for mine ventilation will increase accordingly. There are many reasons to increase the cost of ventilation, including the unreasonable working mode of the blower. CaoThang-ThanhCong coal mine area of Hon Gai Coal Company is currently using the main wind turbines with small capacity. In the future, the exploitation area will have to expand and increase the exploitation output. The paper gives the results of calculations to determine the reasonable working mode of the current and future main fans as they increase the output of the exploitation, thereby improving the efficiency of the ventilation, and help the mine has a policy to invest in the procurement of suitable fan equipment to serve the production plan in the future.

Keywords: Mine Ventilation; Mode work of main fan; Main fan; Thanh Cong-Cao Thang area.

Nghiên cứu áp dụng thử nghiệm công nghệ khai thác chèn lò tại mỏ than Ngã Hai-Công ty than Quang Hanh

Vũ Thành Lâm¹, Đào Hồng Quảng², Lê Đức Nguyên², Phan Văn Việt^{2,*}

¹ Tập đoàn Công nghiệp Than khoáng sản Việt Nam-TKV

² Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

TÓM TẮT

Với mục tiêu nghiên cứu huy động triệt để tài nguyên than đáp ứng nhu cầu phát triển bền vững theo định hướng của TKV, nhóm tác giả nghiên cứu thiết kế các giải pháp công nghệ khai thác chèn lò bằng vữa cho điều kiện lò chợ vỉa 14 mỏ than Ngã Hai-Công ty than Quang Hanh. Thông qua khảo sát hiện trường thực tế, nghiên cứu trong phòng thí nghiệm và trên mô hình tương đương, đã tính toán lựa chọn được tỉ lệ hợp lý hỗn hợp giữa tro đáy, tro bay, xi măng và nước; thiết kế dây chuyền chế biến và hệ thống vận chuyển vữa chèn công suất 60 m³/h; tính toán lựa chọn giải pháp chống giữ lò chợ và thi công chèn lò. Với giải pháp thiết kế lựa chọn: các tham số dịch động bề mặt theo tính toán dự báo lý thuyết gồm độ lún $\eta_{\max} = 59,7$ mm; độ nghiêng $i_{\max} = 0,71$ mm/m; độ cong $K = 0,019$ mm/m; dịch chuyển ngang $\xi = 50,6$ mm; biến dạng ngang $\varepsilon = 0,43$ mm/m, đáp ứng yêu cầu bảo vệ công trình bề mặt; công suất lò chợ 60.000 tấn/năm; năng suất lao động 3,2 tấn/công; giá thành khai thác 635.000 đồng/tấn.

Từ khóa: khai thác chèn lò; vữa chèn; tro đáy; tro bay

1. Đặt vấn đề

Vùng Quảng Ninh có trữ lượng than phân bố dưới các công trình, đối tượng bề mặt cần bảo vệ rất lớn, khoảng 2,1 tỷ tấn, trong đó khoảng 0,6 tỷ tấn nằm trong ranh giới các dự án mỏ đã được phê duyệt [Đào Hồng Quảng và nnk, 2014]. Theo kinh nghiệm trên thế giới, áp dụng công nghệ chèn lò cho phép khai thác an toàn, hiệu quả vỉa than nằm dưới những công trình, đối tượng cần bảo vệ mà không cần di dời các công trình, đối tượng trên bề mặt. Do đó, có thể tận thu tối đa tài nguyên, mang lại hiệu quả kinh tế lớn. Tại Việt Nam, công nghệ khai thác chèn lò toàn phần bằng phương pháp tự chảy được áp dụng thử nghiệm lần đầu tiên vào năm 2006 tại lò chợ vỉa 8, Cánh Bắc, Công ty Than Mạo Khê đã thu được những kết quả nhất định, bước đầu cho thấy tính khả thi của công nghệ trong việc điều khiển đá vách, hạn chế sụt lún biến dạng bề mặt, chứng minh công nghệ chèn lò là một trong những giải pháp tối ưu nhất để giải quyết vấn đề huy động khai thác triệt để nguồn tài nguyên không tái tạo [Nguyễn Anh Tuấn và nnk, 2006]. Trước nhu cầu từ thực tế sản xuất, Bộ Công Thương và Tập đoàn Công nghiệp than Khoáng sản Việt Nam (TKV) chủ trương đẩy mạnh nghiên cứu áp dụng công nghệ khai thác chèn lò nhằm sớm huy động trữ lượng than phân bố dưới khu vực cần bảo vệ bề mặt. Theo đó, có nhiều công trình nghiên cứu đã được triển khai, điển hình như đề tài trọng điểm cấp Nhà nước “Nghiên cứu áp dụng công nghệ chèn lò khai thác than trong các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh”, đề tài cấp Bộ “Nghiên cứu lựa chọn vật liệu chèn hợp lý trong công nghệ chèn lò bằng sức nước để bảo vệ bề mặt tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh”. Các đề tài nghiên cứu đã đề xuất những giải pháp công nghệ phù hợp cho các khu vực cần chèn lò vùng Quảng Ninh, tuy nhiên đến nay kết quả đề tài chưa được triển khai áp dụng vào thực tế.

Trên cơ sở kết quả đề tài nói trên, TKV có kế hoạch tiếp tục triển khai áp dụng thử nghiệm công nghệ khai thác chèn lò tại một trong các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh nhằm đánh giá tính khả thi của các giải pháp kỹ thuật, nắm bắt, làm chủ công nghệ chèn lò, đánh giá hiệu quả bảo vệ bề mặt, hiệu quả kinh tế của công nghệ, làm cơ sở tiến tới áp dụng với quy mô công nghiệp. Để phục vụ công trình nghiên cứu của TKV, đưa công nghệ chèn lò vào triển khai áp dụng thực tế, việc nghiên cứu thiết kế đồng bộ các giải pháp kỹ thuật công nghệ bao gồm từ nghiên cứu lựa chọn vật liệu chèn, cấp phối vật liệu, thiết kế dây chuyền chế biến và hệ thống vận chuyển vữa chèn, đến các giải pháp thi công chèn trong lò chợ... là rất cần thiết. Bài viết này trình bày một số kết quả nghiên cứu thiết kế các giải pháp công nghệ khai thác chèn lò bằng vữa cho điều kiện lò chợ vỉa 14 mỏ than Ngã Hai-Công ty than Quang Hanh.

* Tác giả liên hệ

Email: phanvietkt@gmail.com

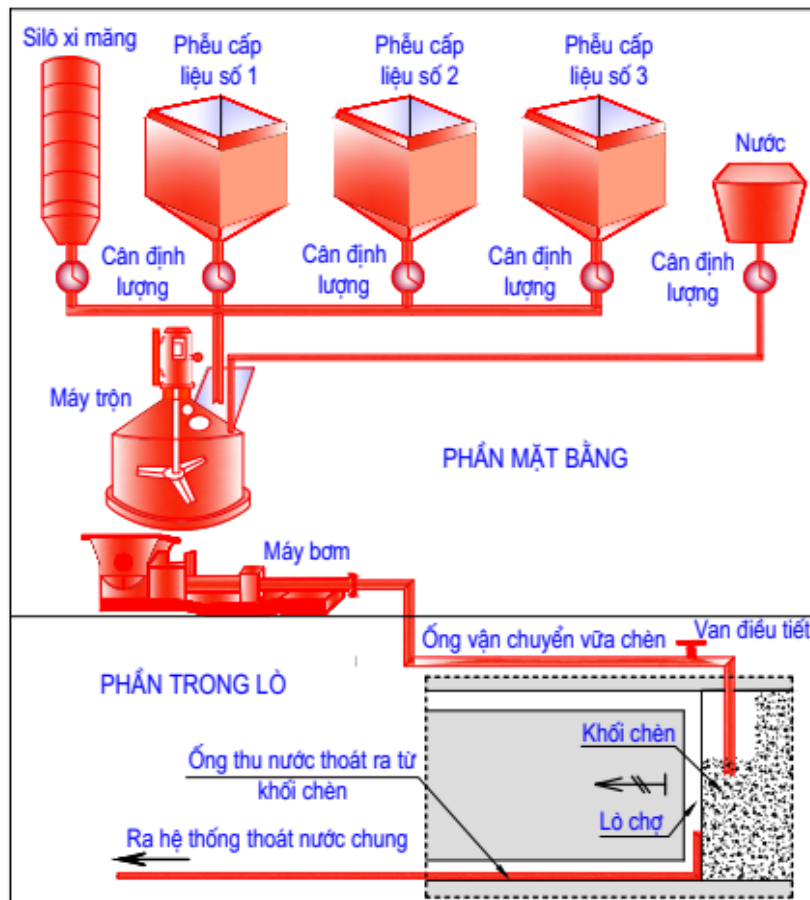
2. Nghiên cứu thiết kế các giải pháp công nghệ khai thác chèn lò

Trong báo cáo này tập chung nghiên cứu các giải pháp công nghệ khai thác chèn lò cho điều kiện vỉa 14 khu Trung Tâm, mỏ than Ngã Hai, có điều kiện chiều dày trung bình 2,2m, góc dốc thoải, trung bình 9⁰, áp dụng sơ đồ công nghệ khai thác cột dài theo phương, lò chợ khấu một lớp toàn chiều dày vỉa. Các giải pháp công nghệ khai thác chèn lò được tính toán thiết kế như sau:

2.1. Nghiên cứu lựa chọn phương pháp chèn lò

Theo tỉ lệ điền đầy không gian đã khai thác lò chợ, chèn lò được chia thành chèn lò toàn phần và chèn lò bán phần. Để phù hợp với mục tiêu thử nghiệm là đánh giá hiệu quả bảo vệ bề mặt, thiết kế lựa chọn phương pháp chèn lò toàn phần. Tùy thuộc vào phương pháp vận chuyển vật liệu chèn và trạng thái hỗn hợp vật liệu chèn khi đưa vào lò chợ (dạng khô, hỗn hợp lỏng, hoặc dạng vữa...) có thể phân thành các phương pháp chèn lò chính: chèn lò thủ công tự chảy; chèn lò cơ khí; chèn lò khí nén; chèn lò thủy lực; chèn lò bằng vữa. Mỗi phương pháp chèn lò có các ưu, nhược điểm về phạm vi áp dụng, chi phí đầu tư dây chuyền thiết bị, công suất khai thác lò chợ, chi phí vật liệu chèn, hiệu quả kinh tế, hiệu quả bảo vệ công trình bề mặt... Trong đó, phương pháp chèn lò bằng vữa đang được áp dụng phổ biến và hiệu quả tại một số nước trên thế giới đặc biệt là Trung Quốc, Nga, Canada...[D. M. Bronnikov, 1989; LIU Jinxiao, 2014].

Phương pháp chèn lò bằng vữa sử dụng hỗn hợp vật liệu chèn dạng bê tông mác thấp, được chế biến tại trạm trộn bề mặt từ các thành phần gồm cốt liệu, chất kết dính xi măng, nước và phụ gia khác (nếu có) theo tỉ lệ nhất định, sau đó được vận tải thủy lực nhờ hệ thống máy bơm và đường ống xuống vị trí thi công trong lò. Tại lò chợ, khối vữa chèn sau thi công một thời gian nhất định sẽ đông cứng đạt giá trị cường độ kháng nén ban đầu, cho phép tháo dỡ cốp pha để khấu lò chợ chu kỳ tiếp theo. Cường độ kháng nén của khối chèn tiếp tục tăng theo thời gian đạt giá trị ổn định có tác dụng chống giữ đá vách, không chế dịch chuyển địa tầng, bảo vệ công trình bề mặt. Sơ đồ nguyên lý công nghệ chèn lò bằng vữa thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý công nghệ chèn lò bằng vữa

Phương pháp chèn lò bằng vữa có những ưu điểm: mức độ cơ giới hóa cao, năng suất chèn lớn; sử dụng nguồn vật liệu chèn sẵn có, giá thành rẻ; độ co ngót khối chèn nhỏ, hiệu quả bảo vệ công trình bề mặt tốt, áp dụng được trong trường hợp khu vực có yêu cầu khắt khe về mức độ bảo vệ bề mặt; giá thành chèn lò và chi phí đầu tư dây chuyền công nghệ không quá cao; phạm vi áp dụng rộng rãi với các điều kiện vỉa than và loại hình công nghệ khai thác khác nhau. Thiết kế lựa chọn phương pháp chèn lò bằng vữa để áp dụng cho điều kiện lò chợ vỉa 14 khu Trung Tâm, mỏ Ngã Hai.

2.2. Nghiên cứu lựa chọn thành phần và tỉ lệ phối trộn hỗn hợp vật liệu chèn

Đối với công nghệ khai thác chèn lò bằng vữa, hỗn hợp vữa chèn phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật như: có độ linh động cao, thời gian đông kết phù hợp cho phép bơm vận tải qua hệ thống đường ống với cung độ lớn (lên tới vài km); khối chèn khi đông kết đạt độ bền kháng nén nhất định, có khả năng chống giữ đá vách [Yang Baogui, 2015]. Do đó, việc lựa chọn các thành phần vật liệu chèn đóng vai trò vô cùng quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng vận tải đường ống và hiệu quả bảo vệ bề mặt, đồng thời là nhân tố quan trọng quyết định giá thành và hiệu quả kinh tế của công nghệ chèn lò. Theo kinh nghiệm, các thành phần vật liệu chèn phải được lựa chọn đáp ứng các tiêu chí như: cốt liệu là loại tro không cháy, giá rẻ, nguồn cung lớn, phân bố gần mỏ để thuận lợi vận chuyển tập kết, đường kính hạt cốt liệu lớn nhất không quá 25mm, tỉ lệ phần trăm khối lượng hạt có đường kính < 5mm chiếm từ 40 ÷ 45%. Chất kết dính phải đảm bảo nguồn cung phong phú, giá thành rẻ, thời gian đông kết phù hợp theo cung độ vận chuyển và thời gian thi công chèn thực tế, đồng thời đảm bảo cường độ kháng nén của khối chèn theo yêu cầu bảo vệ bề mặt [LIU Jinxiao, 2014].

Trên cơ sở kết quả khảo sát công nghệ chèn lò bằng vữa tại mỏ than Đại Trang, tỉnh Sơn Đông - Trung Quốc năm 2017 của đoàn cán bộ TKV, đối chiếu với khả năng cung ứng các nguồn vật liệu chèn vùng mỏ Quảng Ninh [Đào Hồng Quảng và nnk, 2014; Lê Đức Nguyên và nnk, 2016] cho thấy, có thể xem xét sử dụng các nguồn vật liệu như: đá thải mỏ; xỉ thải; cát sông; hoặc tro xỉ thải nhà máy nhiệt điện. Trong đó, nguồn vật liệu có tính khả thi cao sử dụng làm vật liệu chèn lò là tro xỉ nhiệt điện và đá thải mỏ. Tuy nhiên qua nghiên cứu, khảo sát cho thấy, tro xỉ nhiệt điện so với đá thải mỏ có ưu điểm là sử dụng trực tiếp được, không cần gia công nghiền sàng nên cắt giảm khối lượng đầu tư thiết bị và chi phí nghiền sàng tương đối lớn; nhược điểm là cung độ vận chuyển tập kết đến khai trường mỏ xa hơn, nhưng mức độ chênh lệch về chi phí vận chuyển không lớn. Do đó, thiết kế lựa chọn cốt liệu vữa chèn là tro xỉ nhiệt điện. Đối với chất kết dính xi măng, để giảm tối đa chi phí vận chuyển, chọn xi măng sản xuất từ các nhà máy trên địa bàn lân cận khai trường mỏ Công ty than Quang Hanh, ví dụ nhà máy xi măng Cẩm Phả, xi măng Thăng Long....



Hình 2. Các thành phần hỗn hợp vật liệu chèn

Với các thành phần vật liệu chèn đã lựa chọn, Viện KHCN Mỏ đã phối hợp với một số chuyên gia Trường Đại học Xây dựng Hà Nội tiến hành khảo sát và lấy mẫu tro xỉ tại nhà máy nhiệt điện Cẩm Phả để làm các thí nghiệm xác định tỉ lệ phối trộn hỗn hợp (cấp phối) vật liệu chèn. Tiêu chí xây dựng cấp phối vật liệu chèn là: vữa chèn đảm bảo độ linh động và thời gian đông kết phù hợp, cho phép bơm vận chuyển đường ống từ mặt bằng vào vị trí thi công tại lò chợ có cung độ lớn nhất 470m; khối chèn sau thi công từ 12 ÷ 16h phải đảm bảo khả năng tự đứng vững, cho phép tháo cốp pha để khẩu lò chợ luồng tiếp theo; giá thành chế biến 1m³ vữa chèn nhỏ nhất. Kết quả đã xác định tỉ lệ phần trăm khối lượng của các thành phần vật liệu theo cấp phối tối ưu là: tro đáy 55%, tro bay 15%, xi măng 4% và nước 26%. Với tỉ lệ phối trộn này, vữa chèn có dung trọng 1,95 g/cm³, độ sụt 20 ÷ 22 cm, thời gian đông kết ban đầu (cho phép bơm vận chuyển đường ống) là 2,5 ÷ 3h, thời gian đông kết lâu dài 10 ÷ 12h, cường độ kháng nén của khối chèn sau 24h là 0,15 MPa, giá thành chế biến 1m³ vữa chèn khoảng 163.000 đồng/m³. Chi tiết cấp phối vữa chèn như bảng 1 dưới đây:

Bảng 1. Tỷ lệ phối trộn các thành phần (cấp phối) để tạo 1 m³ hỗn hợp vữa chèn

TT	Thành phần vật liệu	Khối lượng thể tích (kg/m ³)	Cấp phối theo thể tích		Cấp phối theo khối lượng	
			Thể tích (m ³)	Tỷ lệ (%)	Khối lượng (kg)	Tỷ lệ (%)
1	Tro đáy (cỡ hạt < 15mm)	1.350	0,79	42,1	1.073	55
2	Tro bay	550	0,53	28,2	293	15
3	Xi măng	1.400	0,06	2,9	78	4
4	Nước	1000	0,51	26,8	507	26
Tổng cộng		-	1,89	100,0	1.950	100,0

2.3. Thiết kế dây chuyền chế biến và hệ thống vận chuyển vữa chèn

2.3.1. Tính toán năng suất vận tải yêu cầu

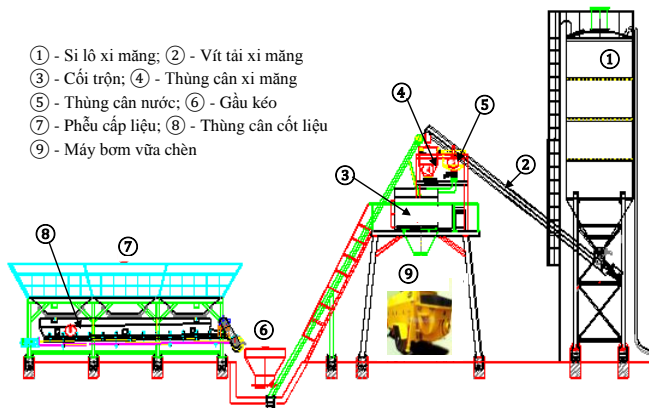
Năng suất yêu cầu của hệ thống vận chuyển vật liệu chèn được xác định như sau:

$$Q_{yc} = \frac{k_c \times (m_k \times L_d + S_1 + S_2) \times r}{K_b \times T_{cl}} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (1)$$

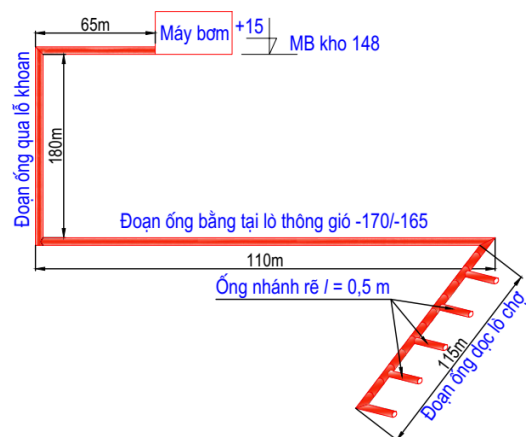
Trong đó: k_c - hệ số chèn, đối với chèn lò toàn phần tạm tính $k_c = 0,95$; m_k - chiều cao khẩu gương lò chơ, $m_k = 2,2m$; L_d - chiều dài lò chơ theo hướng dốc, $L_d = 115m$; S_1, S_2 - diện tích sử dụng lò vận tải và lò thông gió, $S_1 = S_2 = 7,3m^2$; r - bước chèn lò, $r = 0,8m$; K_b - hiệu suất làm việc của bơm, $K_b = 0,8$; T_{cl} - thời gian vận hành máy bơm trong một chu kỳ chèn lò, lấy theo biểu đồ tổ chức chu kỳ sản xuất, $T_{cl} = 5$ giờ.

Thay số tính được công suất vận tải yêu cầu $Q_{yc} = 50,8$ (m³/h), thiết kế tính toán lựa chọn dây chuyền chế biến và hệ thống bơm vận chuyển vữa chèn có công suất 60 m³/h.

2.3.2. Thiết kế tổ hợp trạm trộn bề mặt



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của tổ hợp trạm trộn vữa chèn



Hình 4. Sơ đồ tuyến đường ống vận chuyển vữa chèn

Tổ hợp trạm trộn vữa chèn trên mặt bằng được mô phỏng như hình 3, với các thành phần vật liệu chèn sử dụng gồm: cốt liệu tro đáy, tro bay; chất kết dính xi măng và nước. Trạm trộn được thiết kế với công suất 60 m³/h, nguyên lý làm việc như sau: cốt liệu tro bay, tro đáy được vận chuyển bằng ô tô từ bãi thải nhà máy nhiệt điện về tập kết tại kho chứa mặt bằng trạm trộn, sau đó được máy xúc tải xúc đổ vào phễu cấp liệu (7), qua hệ thống cân định lượng cốt liệu (8), xuống gầu kéo (6), tại đây cốt liệu được tời kéo lên đổ vào cối trộn (3). Xi măng từ silô được vận chuyển bằng vít tải (2), qua cân định lượng xi măng (4) đổ vào cối trộn (3). Tương tự, nước sạch từ nguồn cấp qua cân định lượng nước (5) đổ vào cối trộn (3). Hỗn hợp vật liệu được cấp tự động vào thùng trộn theo tỷ lệ nhất định sẽ được phối trộn đều tạo thành dạng vữa, sau đó xả trực tiếp vào thùng chứa của máy bơm theo từng mẻ trộn. Từ khoang bơm, vữa chèn được máy bơm đẩy theo hệ thống đường ống đưa tới vị trí cần thi công trong lò chơ.

2.3.3. Tính toán lựa chọn đường kính ống

Đường kính ống vận chuyển vữa chèn được xác định theo công thức:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{yc}}{3600 \times \pi \times v_t}} \quad (\text{m}) \quad (2)$$

Trong đó: D - đường kính trong của ống, (m); Q_{yc} - lưu lượng vận tải yêu cầu, $Q_{yc} = 50,8$ (m³/h); v_t - tốc độ vận tải hỗn hợp chèn, $v_t = 1,1 \div 1,3$ (m/s);

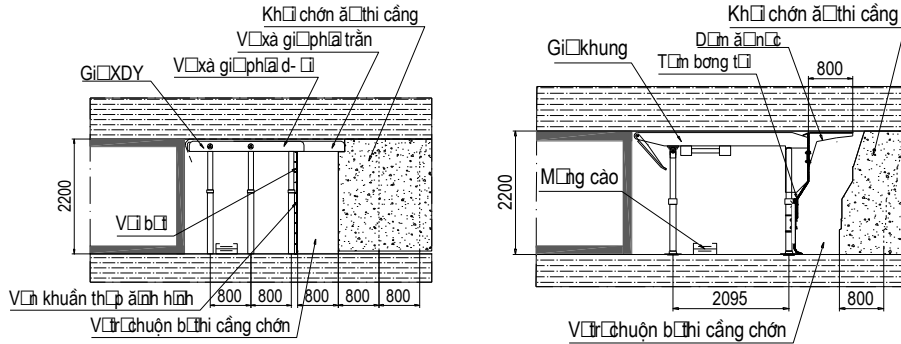
Thay số tính được đường kính ống $D = 0,122m$, chọn ống có kích thước quy chuẩn gần nhất là DN125 có đường kính trong 125mm. Khi đó tốc độ thực tế của dòng vật liệu chèn chảy trong ống dẫn xác định theo công thức trên là $v_t = 1,15m/s$, do đó đường kính ống chọn đáp ứng công suất vận tải theo yêu cầu.

2.3.4. Thiết kế hệ thống đường ống vận chuyển vừa chèn

Hệ thống đường ống vận chuyển vừa chèn được bố trí theo sơ đồ hình 4 với tổ hợp trạm trộn và máy bơm đặt tại mặt bằng Kho 148 mức +15, vừa chèn từ bơm được đẩy theo đường ống trên mặt bằng có chiều dài 65m tới vị trí lỗ khoan; qua lỗ khoan thẳng đứng xuống lò thông gió mức -170/-165 có chiều dài 180m; theo đoạn ống bằng tại lò thông gió mức -170/-165 có chiều dài 110m tới đầu lò chợ; cuối cùng được vận chuyển theo đường ống bố trí dọc tuyến lò chợ có chiều dài 115m, trên tuyến ống này bố trí các nhánh rẽ để bơm vừa chèn vào không gian phía sau lò chợ. Tổng chiều dài tuyến đường ống vận chuyển vừa chèn tính toán cho điểm xa nhất khoảng 470m.

2.4. Thiết kế giải pháp công nghệ khai thác và chèn lò

Phù hợp với điều kiện sản trạng vỉa than và điều kiện sản xuất thực tế của mỏ, công nghệ khấu than được lựa chọn bằng khoan nổ mìn, chống giữ lò chợ bằng giá thủy lực di động XDY hoặc giá khung. Theo đó, giải pháp chống giữ vách tạo không gian thi công chèn và làm thành be cách ly không gian chèn với luồng gương có thể thực hiện bằng lắp dựng thành be ván khuôn thép định hình khi chống giữ bằng giá XDY, hoặc gia công chế tạo bổ sung dầm đỡ nóc kết hợp tấm chắn bằng tải tạo khung cốp pha di động khi chống giữ lò chợ bằng giá khung. Hình 5 minh họa một số giải pháp chống giữ và cách ly không gian thi công chèn với luồng gương lò chợ.



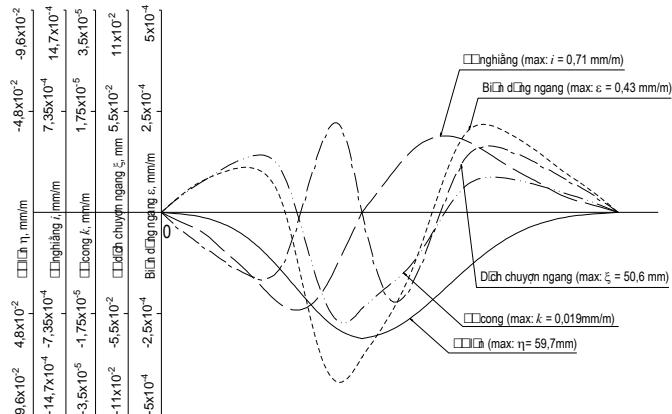
a. Lò chợ chống giữ bằng giá XDY

b. Lò chợ chống giữ bằng giá khung

Hình 5. Một số giải pháp chống giữ và cách ly không gian thi công chèn lò

1. Kết quả và thảo luận

Với các giải pháp công nghệ lựa chọn, thiết kế tính toán dự báo mức độ sụt lún bề mặt địa hình với tỉ lệ chèn lò >85%, kết quả cho giá cực đại các tham số dịch động bề mặt như sau: độ lún $\eta_{max} = 59,7 mm$; độ nghiêng $i_{max} = 0,71 mm/m$; độ cong $K = 0,019 mm/m$; dịch chuyển ngang $\xi = 50,6 mm$; biến dạng ngang $\varepsilon = 0,43 mm/m$. Đối chiếu với quy tắc bảo vệ công trình tránh ảnh hưởng có hại do khai thác của LB Nga và Trung Quốc [D. M. Bronnikov, 1989; Yang Baogui, 2015] cho thấy, giá trị các tham số dịch chuyển, biến dạng bề mặt theo tính toán lý thuyết trên được xếp loại phá hủy cấp I (biến dạng ngang $\varepsilon \leq 2mm/m$; độ nghiêng $i \leq 3mm/m$; độ cong $K \leq 0.2mm/m$), có mức độ ảnh hưởng đến công trình bề mặt rất nhỏ, do đó không cần tiến hành cải tạo, sửa chữa, hoặc gia cố công trình trên bề mặt.



Hình 6. Giá trị dịch chuyển biến dạng trên mặt cắt ngang lò chợ

Kết quả tính toán thiết kế cho các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật lò chợ khả quan: công suất 60.000 tấn/năm, năng suất lao động 3,2 tấn/công, chi phí xi măng tính cho 1000 tấn than 69,2 tấn/1000T, giá thành khai thác dự kiến 635.000 đồng/tấn. Tổng hợp các chỉ tiêu kinh tế-kỹ thuật cơ bản lò chợ xem chi tiết trên bảng 2.

Bảng 2. Tổng hợp các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật lò chợ

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Số lượng
I	Chỉ tiêu chung của lò chợ		
1	Chiều dày trung bình vỉa/chiều cao khấu gương	m	2,2
2	Chiều dài lò chợ	m	115
3	Tiên độ luồng khấu	m/luồng	0,8
4	Công suất lò chợ	tấn/năm	60.000
5	Năng suất lao động trực tiếp	tấn/công-ca	3,2
6	Tồn thất than	%	15
II	Chi phí vật liệu phục vụ khai thác		
1	Chi phí thuốc nổ	kg/1000tấn	152,4
2	Chi phí kíp nổ	kíp/1000tấn	762
3	Chi phí gỗ	m ³ /1000tấn	2,42
4	Chi phí lưới thép B40	kg/1000tấn	832
5	Chi phí dầu nhũ hóa	kg/1000tấn	341
III	Chi phí vật liệu cho thi công chèn lò		
1	Chi phí gỗ làm thành be	m ³ /1000 tấn	5,1
2	Chi phí vải bạt dứa	m ² /1000 tấn	1.262
3	Chi phí ván khuôn thép cho 1000 tấn than	tám/1000tấn	17
4	Chi phí vật liệu chèn cho 1000 tấn than		
-	Tro đáy	tấn/1000tấn	746,3
-	Tro bay	tấn/1000tấn	207,4
-	Xi măng	tấn/1000tấn	69,2
5	Chi phí nước sạch cho 1000 tấn than	m ³ /1000tấn	393
IV	Giá thành khai thác 1 tấn than		
		đồng/tấn	635.000

2. Kết luận

Với công nghệ khai thác chèn lò bằng vữa và vật liệu chèn sử dụng là tro xỉ nhà máy nhiệt điện, thiết kế đã tính toán xác định tỉ lệ cấp phối các thành phần vật liệu, tính toán thiết kế dây chuyền chế biến và hệ thống bơm vận chuyển vữa chèn với công suất 60m³/h đáp ứng theo quy mô lò chợ thử nghiệm và thiết kế giải pháp thi công chèn lò trong lò chợ. Kết quả cho các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật lò chợ khả quan, giá trị các tham số dịch động bề mặt theo tính toán dự báo lý thuyết đáp ứng yêu cầu bảo vệ công trình bề mặt, qua đó khẳng định tính khả thi về mặt kỹ thuật của công nghệ chèn lò.

Kết quả nghiên cứu trên là cơ sở để thiết kế và triển khai áp dụng thử nghiệm vào sản xuất cho điều kiện lò chợ vỉa 14 khu Trung Tâm, mỏ Ngã Hai. Việc thử nghiệm thành công cho phép triển khai nhân rộng cho các đơn vị sản xuất của TKV để huy động tài nguyên dưới công trình cần bảo vệ, trong đó trước mắt có thể huy động khai thác 132 triệu tấn than trong trụ bảo vệ tại các mỏ như Mạo Khê, Vàng Danh, Hà Lâm, Núi Béo, Mông Dương, Khe Chàm, Quang Hanh... Bên cạnh đó còn góp phần xử lý khối lượng lớn tro xỉ thải các nhà máy nhiệt điện, giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Đề nghị Tập đoàn TKV xem xét chỉ đạo triển khai áp dụng các giải pháp thiết kế vào sản xuất./.

Tài liệu tham khảo

Đào Hồng Quảng và nnk, 2014. Nghiên cứu áp dụng công nghệ chèn lò khai thác than trong các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh. *Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước*, Viện KHCN Mỏ, Hà Nội, 124 trang.

Lê Đức Nguyên và nnk, 2016. Nghiên cứu lựa chọn vật liệu chèn hợp lý trong công nghệ chèn lò bằng sức nước để bảo vệ bề mặt tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh. *Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ*, Viện KHCN Mỏ, Hà Nội, 106 trang.

Nguyễn Anh Tuấn và nnk, 2006. 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. *Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước*, Viện KHCN Mỏ, Hà Nội, 118 trang.

Vũ Thành Lâm, 2017. *Tối ưu hóa các tham số công nghệ chèn lò bằng sức nước trong khai thác than dưới các công trình cần bảo vệ trên mặt mỏ vùng Quảng Ninh*. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Hà Nội, trang 19-26.

D. M. Bronnikov, 1989. *Công tác chèn lò trong các mỏ hầm lò*. NXB Matcova - Nedra, trang 32-56.

Guo Weijia, *Công nghệ khai thác than chèn lò*, Nhà xuất bản Công nghiệp Than Bắc Kinh, Trung Quốc-2013, 357 trang.

Yang Baogui, *Công nghệ khai thác than chèn lò bằng hỗn hợp vữa kết dính nồng độ cao*, Nhà xuất bản Công nghiệp Than Bắc Kinh, Trung Quốc-2015, 235 trang.

LIU Jinxiao, 2014. Basic experiment and study on optimal proportioning and mechanical properties of waste paste. *China Mining Safety and Environmental Protection*, trang 23-28.

ABSTRACT

Research on the Application of Backfill Mining Technology at Nga Hai coal mine - Quang Hanh coal Company

Vu Thanh Lam¹, Dao Hong Quang², Le Duc Nguyen², Phan Van Viet²

¹ Vietnam National Coal - Mineral Industries Holding Corporation Limited

² Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

In order to ensure maximum exploitation of coal resource as well as meet the requirements of sustainable development according to the strategy of Vinacomin, the authors researched, designed and proposed mining backfill technology suitable for conditions of longwall TT.14 -14 in No. 14 coal seam - Nga Hai coal mine. Through field survey, laboratory research, and equivalent modeling, a reasonable proportion of fly ash, bottom ash, cement and water was calculated; design of processing line system and transportation system of backfilling materials with capacity of 60 m³/hour; Calculating longwall support selection and backfilling method. The parameters of surface subsidence and deformation according to the design solution include the maximum settlement $\eta_{\max} = 59.7$ mm; the maximum tilt $i_{\max} = 0.71$ mm/m; curvature $K = 0.019$ mm/m; the horizontal displacement $\xi = 50.6$ mm; horizontal deformation $\varepsilon = 0.43$ mm/m. The capacity of the longwall is 60,000 tons per year; labor productivity is 3.2 tons per worker-day; the mining cost is 635,000 VND per ton.

Keywords: Fill mining; filling slurry; bottom ash; flyash

Tính toán, dự báo biến dạng sụt lún trên bề mặt địa hình khi khai thác cụm vỉa than dưới khu dân cư tại mỏ than Núi Béo

Lê Quang Phục^{1,*}, Zubov Vladimir Pavlovich¹, Đào Văn Chi², Vũ Thái Tiên Dũng²

¹ Trường Đại học Mỏ Siant-Peterburg, LB Nga

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất

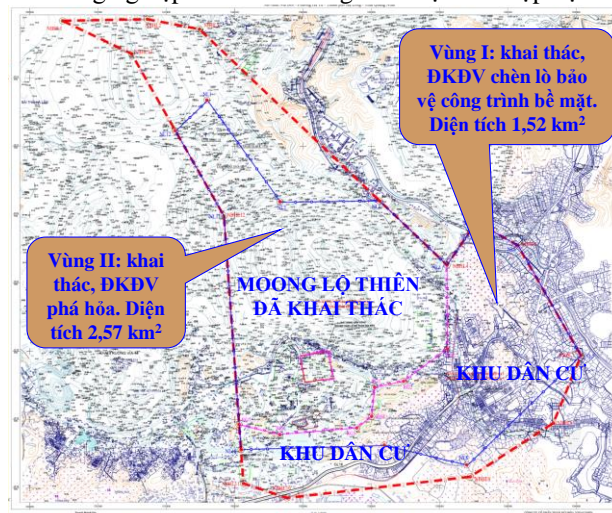
TÓM TẮT

Dự án đầu tư xây dựng công trình khai thác hầm lò mỏ than Núi Béo nằm trong quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020 có xét triển vọng đến năm 2030. Theo kết quả đánh giá thì trữ lượng than còn lại sau khi khai thác lộ thiên là rất lớn: khoảng 66 triệu tấn (cấp 121 + 122 + 222) và 12,7 triệu tấn (cấp 333). Mỏ than hầm lò Núi Béo khi đi vào hoạt động có đặc thù là khai thác sau khi khai trường lộ thiên kết thúc và một phần hầm lò cánh Đông và Nam nằm dưới các công trình công nghiệp và dân dụng cần phải bảo vệ. Kết quả đánh giá cho thấy phần trữ lượng nằm dưới các công trình này tương đối lớn, khoảng 26,6 triệu tấn. Để tận thu tài nguyên, Công ty có kế hoạch khai thác khu vực trữ lượng này với giải pháp điều khiển đá vách bằng chèn lò toàn phần. Do vậy, nhằm đưa ra cơ sở bảo vệ công trình, nhóm tác giả thực hiện tính toán, dự báo biến dạng sụt lún trên bề mặt địa hình khi khai thác cụm vỉa trên. Kết quả nghiên cứu của bài báo có thể làm tài liệu cơ sở cho Công ty đề ra các giải pháp giảm thiểu ảnh hưởng tới các công trình bề mặt trong quá trình khai thác.

Từ khóa: Khai thác; sụt lún; biến dạng; dân cư;

1. Đặt vấn đề

Núi Béo là một trong những Công ty khai thác than lớn trực thuộc Tập đoàn Than - Khoáng sản Việt Nam. Cách đây vài năm, với công nghệ khai thác than lộ thiên tiên tiến, Công ty đã từng sản xuất mỗi năm trên 5 triệu tấn than. Do trữ lượng than lộ thiên ngày càng xuống sâu, công tác môi trường trên địa bàn thành phố Hạ Long cũng đặt ra nhiệm vụ cần phải thay đổi công nghệ khai thác thân thiện với môi trường hơn, theo định hướng phát triển kinh tế - xã hội và quy hoạch thành phố du lịch của tỉnh Quảng Ninh. Trước yêu cầu đó, Công ty đã chủ động giảm dần sản lượng khai thác than lộ thiên, chủ động đề xuất với lãnh đạo Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam lập dự án khai thác than hầm lò.



Hình 1. Bản đồ mỏ than Núi Béo (ghi chú: DKĐV - điều khiển đá vách)

* Tác giả liên hệ

Email: lequangphuc@humg.edu.vn

Theo kết quả đánh giá thì trữ lượng than còn lại sau khi khai thác lộ thiên là rất lớn: khoảng 66 triệu tấn (cấp 121 + 122 + 222) và 12,7 triệu tấn (cấp 333). Mỏ than hầm lò Núi Béo khi đi vào hoạt động có đặc thù là khai thác sau khi khai trường lộ thiên kết thúc và một phần hầm lò cánh Đông và Nam nằm dưới các công trình công nghiệp và dân dụng cần phải bảo vệ. Thực tế tại nhiều khu vực khai thác hầm lò vùng Quảng Ninh, việc khai thác than hầm lò áp dụng điều khiển đá vách bằng phá hóa toàn phần gây ra các biến dạng, sụt lún vượt quá giới hạn cho phép của các công trình cần bảo vệ trên bề mặt. Do vậy, đối với các khu vực vỉa than mà trên bề mặt có các công trình cần bảo vệ phải áp dụng công nghệ khai thác có điều khiển đá vách đặc biệt hoặc để lại trụ than bảo vệ. Với điều kiện cụ thể tại mỏ than Núi Béo, bề mặt địa hình phía Đông và Nam có các khu dân cư, công trình công nghiệp, đường quốc lộ, đường trong quy hoạch, đường điện cao thế, ... thì việc nghiên cứu giải pháp công nghệ khai thác hợp lý đảm bảo an toàn cho các công trình trên là rất quan trọng. Tổng diện tích khu vực này là khoảng 1,52 km² với tổng trữ lượng công nghiệp là 20.314 triệu tấn. Độ sâu khai thác các vỉa than so với bề mặt địa hình từ 60 ÷ 400m, chiều dày các vỉa dao động từ 2,5 ÷ 8,0m, góc dốc thay đổi từ 14 ÷ 27⁰. [Dự án đầu tư xây dựng công trình khai thác hầm lò mỏ than Núi Béo, 2010].

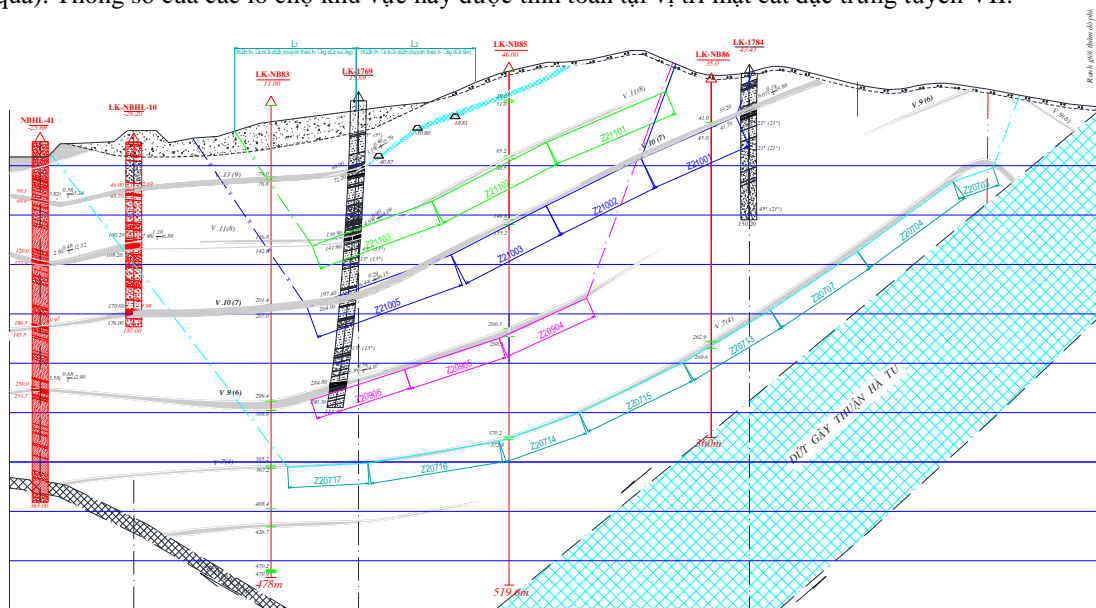
Sau khi nghiên cứu, phân tích và tính toán, dự án khai thác hầm lò đã lựa chọn công nghệ khai thác phần trữ lượng than nằm dưới các khu vực này có kết hợp với điều khiển đá vách bằng chèn lò toàn phần. Vật liệu chèn lò sử dụng đá nghiền từ đất đá thải khai thác lộ thiên, đất đá đào lò hoặc đá thải nhà máy tuyển. Thành phần vật liệu chèn có cỡ hạt 10 ÷ 80 mm chiếm 50%, phần còn lại là các vật liệu cỡ hạt 1 ÷ 10 mm. Để tăng độ chặt của khối chèn bổ sung vữa xi măng. Thành phần 1 m³ vật liệu chèn gồm 2,4 tấn đá, 0,5 tấn cát, 0,16 tấn xi măng và 0,15 m³ nước. [Dự án đầu tư xây dựng công trình khai thác hầm lò mỏ than Núi Béo, 2010].

Phương pháp điều khiển đá vách bằng chèn lò toàn phần sẽ hạn chế được khả năng sụt lún và ảnh hưởng đến các công trình trên mặt [Phùng Mạnh Đắc, 2012.]. Tuy nhiên cần tính toán và dự báo mức độ sụt lún khi áp dụng phương pháp này để có cái nhìn tổng thể và giải pháp khắc phục kịp thời khi có sự cố xảy ra, đảm bảo an toàn cho các công trình. Do đó, bài báo tính toán và đưa ra dự báo sơ bộ về mức độ sụt lún bề mặt địa hình khi tiến hành khai thác cụm vỉa than này.

2. Tính toán mức độ sụt lún, biến dạng bề mặt địa hình khi khai thác các lò chợ

2.5. Thông số lò chợ của các vỉa than dưới khu vực dân cư

Theo nhiều nghiên cứu cho thấy trị số dịch chuyển của vách vỉa than trong quá trình khai thác hầm lò là yếu tố quyết định đến biến dạng và sụt lún trên bề mặt địa hình. Trị số này phụ thuộc cơ bản vào các yếu tố: phương pháp chèn lò, tốc độ khai thác, tính chất của vật liệu chèn. Theo thiết kế, khoảng trống sau lò chợ sau khi khai thác sẽ được lấp đầy bằng vật liệu chèn, tuy nhiên do tính chất chèn chặt của vật liệu và phương pháp chèn nên khoảng trống khai thác không thể lấp đầy toàn bộ, đá vách dưới tác dụng của áp lực mỏ vẫn hạ xuống một trị số nhất định và trên thực tế khoảng trống đã khai thác không phải là chiều cao khấu than mà là chiều cao còn lại giữa vật liệu chèn và đá vách đã được hạ xuống [Phùng Mạnh Đắc, 2012.]. Chiều cao của lớp này trong tính toán được gọi là chiều cao hiệu quả (chiều dày khai thác hiệu quả). Thông số của các lò chợ khu vực này được tính toán tại vị trí mặt cắt đặc trưng tuyến VII.



Hình 2. Mặt cắt địa chất đặc trưng (mặt cắt tuyến VII)

Các thông số đầu vào phục vụ tính toán cho trong bảng 1:

Bảng 1. Thông số kỹ thuật các lò chợ đi qua tuyến VII [1]

Via	Lò chợ	Ký hiệu	Độ sâu t. bình H , m	Chiều dày khai thác vỉa than m , mm	Góc dốc TB α , độ	Chiều dài lò chợ theo hướng dốc D_1 , m	Chiều dài lò chợ theo đường phương D_2 , m
Via 11	Z21101	CLCGH	59	3000	25	130	350
	Z21102	CLCGH	94	3000	27	130	430
	Z21103	CLCGH	124	4000	16	130	900
Via 10	Z21001	CLCGH	73	3500	25	105	990
	Z21002	CLCGH	121	4500	25	105	980
	Z21003	CLCGH	154	4500	22	105	970
	Z21005	CLCGH	178	4500	15	150	710
Via 9	Z20904	CLTC	254,3	3000	20	97,2	380
	Z20905	CLTC	259	3000	16	100,4	410
	Z20906	CLTC	270	3000	17	99,3	420
Via 7	Z20703	CLTC	81	6500	29	42,8	340
	Z20704	CLTC	126,4	6500	33	119,36	690
	Z20707	CLCGH	206,4	6500	33	106,15	600
	Z20713	CLCGH	261,8	7500	33	102,71	1175
	Z20714	CLCGH	369,3	8000	23	85,72	995
	Z20715	CLTC	340,3	8000	23	116,7	490
	Z207016	CLTC	355,3	8000	9	134,19	190
Z207017	CLCGH	354,1	6500	3	81	640	

2.6. Xác định độ lún cực đại gây ra bởi từng lò chợ trên mặt địa hình

Trên cơ sở quy tắc bảo vệ những công trình và đối tượng tự nhiên khỏi sự ảnh hưởng tiêu cực từ các đường lò của các mỏ than của Bộ Công nghiệp than Liên Bang Nga, độ lún cực đại gây ra bởi từng lò chợ riêng biệt trên mặt địa hình được xác định theo công thức:

$$\eta_m = q_0 \cdot m_{HQ} \cdot \cos \alpha \cdot N_1 \cdot N_2; \text{ mm} \quad (1) [3]$$

trong đó:

q_0 - hệ số độ lún cực đại tương đối, đối với điều kiện mỏ Núi Béo, $q_0 = 0,7$.

m_{HQ} - chiều dày khai thác hiệu quả, mm;

α - góc dốc vỉa tại vị trí lò chợ, độ;

N_1 và N_2 - giá trị tra bảng, xác định tương ứng bởi tỷ lệ giữa kích thước theo hướng dốc D_1 và theo phương D_2 của lò chợ đối với chiều sâu khai thác trung bình H (xem bảng 2).

Bảng 2. Bảng tra giá trị N_1 và N_2

D_1/H	$\geq 1,6$	1,4	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
N_i	1,0	0,92	0,85	0,78	0,69	0,65	0,60	0,55	0,49	0,43

Theo tài liệu [3], chiều dày khai thác hiệu quả khi thiếu số liệu quan trắc thực tế được xác định theo công thức sau:

$$m_{HQ} = \frac{m \cdot B_1 + h_k (1 - B_1)}{1 - k + k \cdot B_1} \leq m \text{ (m)} \quad (2) [3]$$

trong đó:

h_k - hệ số tính toán đến mức độ không điền đầy khối chèn bởi vật liệu chèn phụ thuộc vào công nghệ chèn, theo kinh nghiệm của Viện VNIMI lấy $h_k = 0,15 \cdot m \cdot B_1$;

k - là hệ số phụ thuộc vào công nghệ khai thác lò chợ, được xác định theo công thức sau:

$$k = \frac{l}{l_0} + 0,1 \leq 1 \quad (3) [3]$$

trong đó:

l - Khoảng cách từ tâm lò chợ đến biên giới khối chèn (phụ thuộc vào loại vỉa chống lò chợ, bước chèn).

l_0 - là giá trị phụ thuộc vào loại đá vách, với vách sập đổ trung bình, $l_0 = 40m$;

Theo Dự án [Dự án đầu tư xây dựng công trình khai thác hầm lò mỏ than Núi Béo, 2010], tương ứng

với loại vỉ chống lựa chọn áp dụng cho các lò chợ, khoảng cách “l” được xác định: với lò chợ cơ giới hóa: l = 5,1 m; với lò chợ chống giá thủy lực: l = 3,2 m;

thay số:

- Với lò chợ cơ giới hóa: k = 0,23

- Với lò chợ chống bằng giá thủy lực: k = 0,18

B₁ - Hệ số lún nén của vật liệu chèn. Độ lún nén là do khối chèn bị mất nước trong các lỗ rỗng, do độ sụt của mác khối chèn, do tự trọng của khối chèn đồng thời chịu một áp lực của đá vách uốn võng xuống và do công nghệ chèn. Trong trường hợp chèn lò ở Núi Béo, vật liệu chèn là hỗn hợp gồm đá + cát + xi măng + nước có tỷ lệ trộn gần giống với mác bê tông M100 nên sau khi chèn, vật liệu chèn co ngót và đông cứng tạo thành khối bê tông. Do đó, để có cơ sở tính toán, tương ứng với bê tông mác M100, bài báo dự kiến lựa chọn chọn B₁ = 5%.

2.7. Xác định độ lún gây ra bởi từng lò chợ trong bồn dịch chuyển, sụt lún

Căn cứ vào quy tắc bảo vệ những công trình và đối tượng tự nhiên khỏi sự ảnh hưởng tiêu cực từ các đường lò của các mỏ than của Bộ Công nghiệp than Liên Bang Nga, độ lún gây ra bởi từng lò chợ tại một điểm bất kỳ trong bồn dịch chuyển trên tuyến mặt cắt được xác định theo công thức:

$$\eta_{xy} = \eta_m \cdot S(z) \quad (4) [3]$$

trong đó:

- S(z): là hàm số đồ thị đường cong độ lún mẫu, giá trị xác định theo bảng 8 phụ thuộc vào hệ số N₁; z = y/L với y là khoảng cách từ điểm xem xét đến điểm có độ lún cực đại (tâm bồn dịch chuyển).

- L là kích thước bán bồn dịch chuyển tại hướng điểm đang xem xét. Theo [Правила охраны, 1998], các giá trị hàm số mẫu S(z), S'(z), S''(z) được tra theo bảng 3.

Bảng 3. Bảng tra giá trị các hàm số mẫu S(z), S'(z), S''(z) [3]

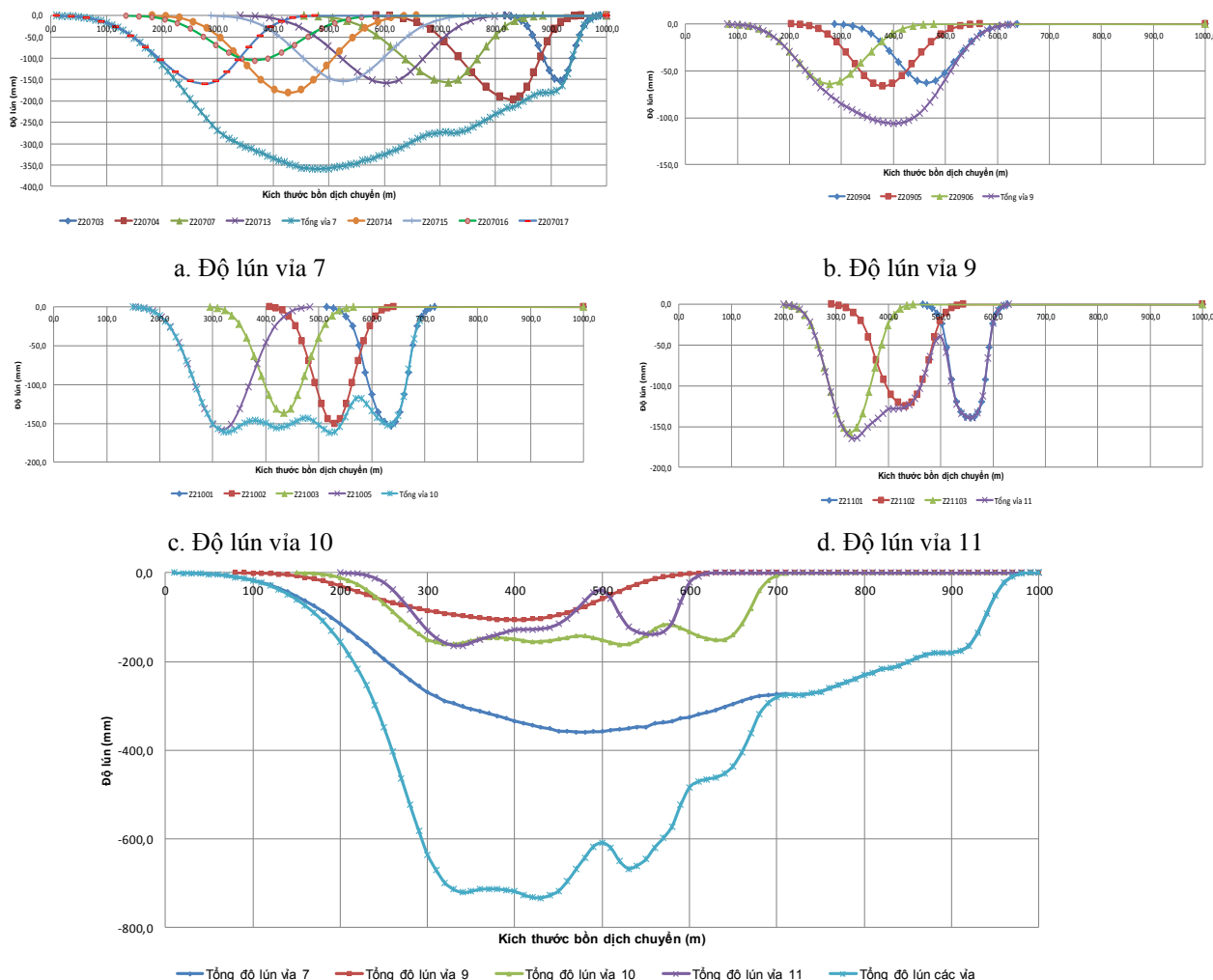
y/L		1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
N = 1	S(z)	0	0,01	0,03	0,08	0,17	0,38	0,66	0,86	0,95	0,99
	S'(z)	0	0,1	0,3	0,6	1,5	2,3	2,6	1,6	0,5	0,2
	S''(z)	0	1	2	6	11	6,8	-8	-11	-5,6	-2,3
N = 0,9	S(z)	0	0,01	0,03	0,08	0,16	0,32	0,55	0,74	0,89	0,97
	S'(z)	0	0,2	0,3	0,7	1,2	2	2,2	1,7	1,1	0,6
	S''(z)	0	1	2,5	4,5	6,5	8	-2,5	-6	-6,5	-5,5
N = 0,8	S(z)	0	0,01	0,03	0,08	0,16	0,31	0,49	0,68	0,85	0,96
	S'(z)	0	0,2	0,3	0,7	1,1	1,7	2	1,8	1,4	0,7
	S''(z)	0	1,1	2,2	3,7	5,1	6	-0,4	-3,5	-6,2	-6,8
N ≤ 0,7	S(z)	0	0,01	0,03	0,08	0,16	0,29	0,46	0,65	0,83	0,96
	S'(z)	0	0,2	0,3	0,7	1	1,4	1,8	1,9	1,6	0,8
	S''(z)	0	1,2	2	2,9	3,6	4	3,4	-1	-5,9	-8

Kết quả tính toán độ lún cực đại gây ra bởi từng lò chợ trên mặt địa hình xem bảng 4 và biểu đồ hình 3.

Bảng 4. Tính toán độ lún cực đại gây ra bởi từng lò chợ trên mặt địa hình

Lò chợ	α, độ	k	B ₁	h _k	m _{HQ} , mm	D ₁ /H	D ₂ /H	N ₁	N ₂	η _{max} , mm
Trên mặt cắt VII										
Z21101	25	0,29	0,05	22,5	236,5	2,20	5,93	1	1	150,1
Z21102	27	0,29	0,05	22,5	236,5	1,38	4,57	0,91	1	134,3
Z21103	16	0,29	0,05	30	315,4	1,05	7,26	0,8	1	169,8
Z21001	25	0,29	0,05	26,25	276,0	1,44	13,56	0,94	1	164,6
Z21002	25	0,29	0,05	33,75	354,8	0,87	8,10	0,72	1	162,1
Z21003	22	0,29	0,05	33,75	354,8	0,68	6,30	0,64	1	147,4
Z21005	15	0,29	0,05	33,75	354,8	0,84	3,99	0,71	1	170,3
Z20904	20	0,22	0,05	22,5	216,7	0,38	1,49	0,48	0,96	65,7
Z20905	16	0,22	0,05	22,5	216,7	0,39	1,58	0,48	0,99	69,3
Z20906	17	0,22	0,05	22,5	216,7	0,37	1,56	0,47	0,98	66,8
Z20703	29	0,22	0,05	48,75	469,4	0,53	4,20	0,56	1	160,9
Z20704	33	0,22	0,05	48,75	469,4	0,94	5,46	0,75	1	206,7
Z20707	33	0,29	0,05	48,75	512,5	0,51	2,91	0,56	1	168,5

Z20713	33	0,29	0,05	56,25	591,4	0,39	4,49	0,49	1	170,1
Z20714	23	0,29	0,05	60	630,8	0,23	2,69	0,48	1	195,1
Z20715	23	0,22	0,05	60	577,7	0,34	1,44	0,46	0,94	161,0
Z207016	9	0,22	0,05	60	577,7	0,38	0,53	0,48	0,57	109,3
Z207017	3	0,29	0,05	48,75	512,5	0,23	1,81	0,48	1	172,0



e. Tổng độ lún các vỉa

Hình 3. Biểu đồ độ lún khi khai thác các vỉa than áp dụng điều khiển đá vách bằng chèn lò trên tuyến mặt cắt VII

Kết quả tính toán cho thấy, tại tâm bồn dịch chuyển khi khai thác các vỉa than, mức độ sụt lún có thể đạt giá trị $\eta_{\max} = 732$ mm.

3. Đánh giá, dự báo mức độ ảnh hưởng sụt lún do khai thác các lò chợ dưới khu vực dân cư mỏ than Núi Béo

Từ kết quả tổng hợp trên các bảng và biểu đồ cho thấy, mặc dù áp dụng phương pháp điều khiển đá vách bằng chèn lò toàn phần nhưng mức độ sụt lún trên bề mặt địa hình vẫn còn rất lớn. Điều này là do trong quá trình tính toán nhóm tác giả đã dự báo đến mức độ co ngót của vật liệu chèn và mức độ nén chặt được khoảng trống khai thác sau lò chợ. Thực tế các công việc thực hiện trong môi trường mỏ hầm lò là rất khó khăn và đặc biệt là việc vận chuyển và chèn lấp vật liệu chèn vào khu vực đã khai thác. Do đó, khả năng gây ra sụt lún bề mặt là không thể tránh khỏi.

Với kết quả tính toán như trên, theo tiêu chuẩn của Liên Bang Nga [Правила охраны, 1998], khả năng biến dạng của bồn dịch chuyển còn xét đến biến dạng cong và biến dạng ngang của bồn dịch chuyển. Tuy nhiên, với mức độ sụt lún tính toán ở trên, nếu khai thác hết các vỉa than thì mức độ sụt lún sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến các hộ dân sống bên trên. Tại tâm bồn sụt lún ($\eta_{\max} = 732$ mm) có thể làm nứt tường móng công trình, đổ nhà. Do vậy, việc áp dụng khai thác tận thu than tại các vỉa nằm dưới khu vực dân cư cần

phải tính toán và thử nghiệm thật chi tiết và cụ thể, xây dựng hệ thống quan trắc, giám sát để đánh giá đầy đủ mức độ ảnh hưởng của quá trình khai thác gây ra.

4. Kết luận

Sau khi nghiên cứu và tính toán kiểm tra các thông số dịch chuyển trên mặt cắt đặc trưng tuyến VII cho thấy việc áp dụng công nghệ khai thác với điều khiển đá vách bằng chèn lò toàn phần để bảo vệ các công trình trên bề mặt là phù hợp trong bối cảnh công nghệ khai thác than hầm lò ở Việt Nam hiện nay. Tuy nhiên, mức độ sụt lún do việc khai thác gây ra đối với các công trình trên bề mặt là rất lớn và có khả năng tác động tiêu cực đến các công trình bề mặt. Do đó, Công ty than Núi Béo cần cân nhắc trong việc tổ chức và lập kế hoạch khai thác các vỉa than này. Để đảm bảo đủ độ tin cậy, nhóm tác giả kiến nghị cần nghiên cứu, áp dụng thử nghiệm để có cơ sở đánh giá, điều chỉnh công nghệ chèn lò và hỗn hợp vật liệu chèn cho phù hợp với điều kiện thực tế khai thác.

Tài liệu tham khảo

Dự án đầu tư xây dựng công trình khai thác hầm lò mỏ than Núi Béo. Viện KHCN Mỏ, Hà Nội – 2010.

Phùng Mạnh Đắc, 2012. *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 KHCN Mỏ, Hà Nội.

Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных выработок на угольных месторождениях, С-Петербург, ВНИМИ, 1998.

ABSTRACT

Calculate, forecast deformation subsidence on terrain surface when mining coal clusters below the residential area at Nuibeo's coal mine

Le Quang Phuc^{1*}, ZUBOV Vladimir Pavlovich¹ Dao Van Chi², Vu Thai Tien Dung²

¹*Saint-Petersburg mining University, Russian Federation;*

²*Hanoi University of Mining and Geology, Viet Nam*

Nui Beo coal mine construction project is included in the development plan of the coal industry in Vietnam up to 2020 with prospects up to 2030. According to the assessment, the remaining coal reserves after Surface mining is very large: about 66 million tons (121 + 122 + 222) and 12.7 million tons (grade 333). Nui Beo pit coal mine, when being put into operation, is exploited after the opening of the open-air garden and part of the underground and south wing of the industrial and civil works must be protected. The results show that the reserves under these structures are relatively large, about 26.6 million tons. In order to recover the resources, the company plans to exploit this reserve area with a solution to control the stone wall by inserting the furnace. Therefore, in order to provide the basis for protection of works, the authors make calculations and forecasts of deformation subsidence on the terrain surface when exploiting the clusters. The research results of the article can serve as a basis for the Company to work out solutions to reduce the impact on surface structures during the exploitation.

Keywords: Exploited; subsidence; deformation; residential;

Quy luật xuất hiện áp lực mỏ và biến dạng đá vách trong lò chợ cơ giới hóa TT7.9 khu Ngã Hai - Công ty than Quang Hanh

Lê Quang Phục^{1,*}, Zubov Vladimir Pavlovich¹, Đào Văn Chi², Vũ Thái Tiến Dũng²

¹ Trường Đại học Mỏ Saint-Peterburg, LB Nga

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Lò chợ cơ giới hóa TT7.9 khu Ngã Hai - Công ty than Quang Hanh là một trong các lò chợ được quy hoạch áp dụng dây chuyền công nghệ cơ giới hóa cho điều kiện vỉa dày trung bình, dốc thoải của Công ty. Theo kết quả đánh giá, sản lượng lò chợ đạt công suất thiết kế và mục tiêu đề ra. Tuy nhiên, cũng như các lò chợ đã thực hiện trước, trong quá trình triển khai áp dụng tại lò chợ TT7.9 đã phát sinh một số sự cố như lở gương, tụt nóc lò theo tính chu kỳ mà chưa được nghiên cứu, đánh giá. Các sự cố này đều do nguyên nhân tác động của đá vách lên lò chợ và phần than trước gương lò. Nhằm dự báo sự xuất hiện của các hiện tượng này trong lò chợ, góp phần giảm thiểu rủi ro, nâng cao hiệu quả khai thác cho các lò chợ tiếp theo, nhóm tác giả thực hiện phân tích, đánh giá quy luật xuất hiện áp lực mỏ và biến dạng đá vách trong lò chợ cơ giới hóa TT7.9. Kết quả nghiên cứu của bài báo có thể làm tài liệu cơ sở cho Công ty đề ra các giải pháp giảm thiểu ảnh hưởng của đá vách trong quá trình áp dụng, nâng cao hiệu quả khai thác.

Từ khóa: Cơ giới hóa; UDEC; dày trung bình; dốc thoải;

1. Đặt vấn đề

Theo định hướng phát triển ngành than Việt Nam thì việc đẩy mạnh áp dụng cơ giới hóa vào sản xuất là tất yếu. Để đảm bảo sản lượng toàn ngành, Công ty than Quang Hanh cũng là một trong các đơn vị được Tập đoàn Công nghiệp than khoáng sản Việt Nam lựa chọn triển khai sử dụng thiết bị hiện đại vào khai thác lò chợ tại các vỉa than có chiều dày trung bình, dốc thoải. Dây chuyền lò chợ CGH bắt đầu khai thác từ tháng 12/2015 đến hết tháng 6/2018 đã khai thác đến lò chợ thứ 4, chuyển diện 3 lần, tổng sản lượng đã thực hiện 338.602 tấn. Lò chợ CGH đầu tiên TT6.1: khai thác từ 18/12/2015 đến 13/10/2016 (10 tháng) tham gia sản lượng 103.185 tấn. Lò chợ CGH thứ hai TT6.2 đạt sản lượng than khai thác 77.775 tấn. Lò chợ CGH thứ ba TT7.6 đạt sản lượng than khai thác 80.876,4 tấn. Hiện tại, dây chuyền thiết bị cơ giới hóa đang được triển khai áp dụng tại lò chợ TT7.9 với sản lượng 6 tháng đầu năm đạt 76.767 tấn. [Công ty than Quang Hanh, 2018] Mặc dù việc áp dụng công nghệ khai thác đáp ứng được yêu cầu đặt ra là đảm bảo an toàn, giảm tổn thất (tổn thất trung bình 16,5%) nhưng chưa đáp ứng được yêu cầu nâng cao sản lượng khai thác. Các nguyên nhân dẫn đến hạn chế này là do điều kiện địa chất của mỏ rất phức tạp, nhiều đứt gãy dẫn đến chiều dài theo phương của các lò chợ ngắn, phải chuyển diện nhiều. Ngoài ra, trong quá trình khai thác đã phát sinh một số sự cố như lở gương, tụt nóc lò theo tính chu kỳ gây ách tắc sản xuất, giảm năng suất lao động và sản lượng lò chợ. Nguyên nhân dẫn đến sự cố này là do áp lực của đá vách tác động lên lò chợ trong quá trình khai thác. Cho đến nay, việc nghiên cứu quy luật sập đổ và biến dạng của đá vách trên các lò chợ áp dụng dây chuyền công nghệ này tại mỏ vẫn chưa được nghiên cứu. Do đó, để góp phần nâng cao sản lượng, đề xuất giải pháp giảm thiểu và khai thác phù hợp với quy luật sập đổ đá vách thì cần thiết phải nghiên cứu tính quy luật sập đổ và biến dạng của đá vách trong các lò chợ này.

2. Quy luật xuất hiện áp lực mỏ và biến dạng đá vách trong lò chợ cơ giới hóa tại Công ty than Quang Hanh

2.1. Lựa chọn phương pháp nghiên cứu

Ngày nay, với sự phát triển của khoa học kỹ thuật và công nghệ máy tính, để nghiên cứu, tính toán các kết quả biến động trong quá trình khai thác hầm lò người ta có thể sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết, phương pháp mô hình mô phỏng vật lý hoặc phương pháp mô hình số. Phương pháp nghiên cứu lý thuyết thường cho kết quả không sát với thực tế do thông số trong tính toán thường lấy giá trị tương đối. Phương pháp mô hình mô phỏng vật lý bằng vật liệu tương đương cho kết quả tương đối chính xác nhưng

* Tác giả liên hệ

Email: lequangphuc@humg.edu.vn

cần có sự gia công vật chất với tỷ lệ đồng dạng chính xác với thực tế. Ngoài ra, với phương pháp này sẽ phải mất rất nhiều thời gian cho mỗi lần thay đổi điều kiện khác nhau. Với phương pháp mô phỏng bằng mô hình số thường cho kết quả nhanh, các thông số nghiên cứu đã được lập trình với kết quả tương đồng với thực tế trong mỗi điều kiện. Hiện nay, phương pháp này đang được áp dụng phổ biến trên thế giới để mô phỏng lò chợ khai thác do có nhiều ưu điểm như: thuận tiện, đơn giản, cho kết quả nhanh. Ngoài ra, với trợ giúp của máy tính có thể đưa hàng loạt các thông số đầu vào trong việc phân tích, đánh giá, góp phần nâng cao mức độ chính xác của kết quả nghiên cứu.

Trên cơ sở những phân tích trên, bài báo lựa chọn phương pháp nghiên cứu là: sử dụng mô hình số để mô phỏng quá trình khai thác lò chợ.

Cho đến nay, có rất nhiều các phần mềm số được sử dụng để phân tích tính ổn định, biến dạng của than và khối đất đá xung quanh các khoảng trống ngầm sau khi khai thác và đào lò. Nói chung, các phần mềm phân tích số hiện nay thường được lập trình trên cơ sở các phương pháp số cơ bản sau: Phương pháp phần tử hữu hạn; Phương pháp sai phân hữu hạn; Phương pháp độ hội tụ giới hạn; Phương pháp phần tử biên; Phương pháp toán rời rạc,...

Mỗi phương pháp trên đều có những phạm vi sử dụng và đều dựa trên một giả thiết tính toán ổn định cũng như sử dụng các tiêu chuẩn phá hủy hay tiêu chuẩn bền khác nhau. Hiện nay, trong lĩnh vực phân tích ổn định, biến dạng của than và khối đất đá xung quanh khoảng trống ngầm trong quá trình khai thác và đào lò, cũng như thiết kế kết cấu chống giữ các khu vực khai thác trong các mỏ than hầm lò. Một trong các phần mềm đang được áp dụng phổ biến và có tính chính xác cao mà nhóm tác giả lựa chọn sử dụng đó là sử dụng phần mềm UDEC.

UDEC tên viết tắt (Universal Distinct Element Code) xuất hiện sớm nhất từ những năm 1970 là chương trình phần tử tính toán theo phương pháp sai phân hữu hạn, phục vụ tính toán, thiết kế địa kỹ thuật và mỏ. Với chương trình UDEC có thể phân tích mạng lưới với hàng nghìn phần tử và tốc độ tính nhanh, ngoài ra có thể lợi dụng UDEC để thay đổi những tham số nhỏ nhất trên mô hình, được đại diện bởi một tập hợp các khối rời rạc liên kết lại với nhau.

Chương trình cho phép mô phỏng các biểu hiện từ các kết cấu từ đất, đá hoặc các vật liệu khác ngay cả ở trạng thái chảy dẻo khi giới hạn dẻo bị vi phạm. Trong phương pháp tính này, miền nghiên cứu được biểu diễn bởi các phần tử hay vùng, tạo thành mạng lưới sai phân, do người sử dụng tạo lập cho phù hợp với hình dạng của vật thể được nghiên cứu.

Chương trình UDEC có thể khảo sát thuận tiện các vấn đề cơ học phức tạp. Một loạt các mô hình cơ học được cài đặt trong chương trình cho phép mô phỏng các đặc điểm phi tuyến, không thuận nghịch, đặc trưng cho các vật liệu địa chất hoặc các vật liệu tương tự.

2.2. Lựa chọn lò chợ nghiên cứu [Viện KHCN Mỏ]

Hiện tại, dây chuyền thiết bị cơ giới hóa đang được áp dụng tại lò chợ TT7.9 khu Ngã Hai, Công ty than Quang Hanh. Do đó, nhóm tác giả thực hiện tính toán và nghiên cứu tại lò chợ này. Các thông số của lò chợ như sau:

- Chiều dày vỉa trung bình: $m = 2,4$ m.
- Góc dốc vỉa trung bình: $\alpha = 18^\circ$.
- Trọng lượng thể tích của than: $\gamma = 1,58$ T/m³
- Chiều dài theo hướng dốc của khu vực thiết kế: $L_d = 90$ m.
- Chiều dài theo phương của khu vực thiết kế: $L_p = 290$ m.
- Đặc điểm đá vách, trụ:

Vách trực tiếp: Trực tiếp trên vỉa than là lớp bột kết với chiều dày từ $2,7 \div 19,1$ m trung bình $9,4$ m, cường độ kháng nén trung bình $\sigma_n = 40,9$ Mpa, trọng lượng thể tích $2,66$ tấn/m³. Đồi chỗ ngay sát vỉa xuất hiện lớp vách giả dạng sét than từ $0,3 \div 0,56$ m. Vách trực tiếp thuộc loại ổn định trung bình.

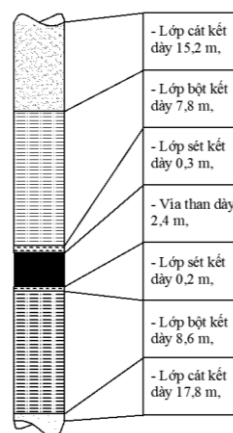
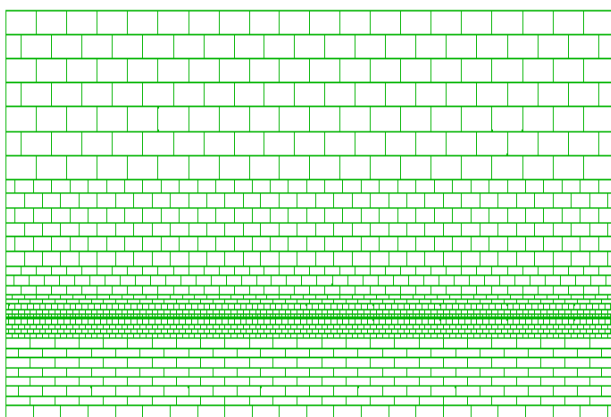
Vách cơ bản: Vách cơ bản chủ yếu là bột kết hoặc cát kết, đồi chỗ là sạn kết với chiều dày từ $7,7 \div 15,5$ m, trung bình $12,4$ m, cường độ kháng nén trung bình $\sigma_n = 85,8$ MPa. Vách thuộc loại sập đổ trung bình đến khó sập đổ.

Trụ trực tiếp: Nằm trực tiếp dưới vỉa than là lớp bột kết dày từ $1,7 \div 8,6$ m trung bình $4,6$ m, cường độ kháng nén trung bình $\sigma_n = 40,9$ Mpa, trọng lượng thể tích $2,66$ tấn/m³. Đồi chỗ xuất hiện lớp trụ giả là sét kết, sét than có cường độ kháng nén trung bình $19,9$ MPa. Trụ thuộc loại bền vững trung bình.

2.3. Thành lập mô hình tính toán

2.3.1. Thành lập mô hình

Mô hình tính toán được lập trên cơ sở lò chợ khai thác TT7.9. Căn cứ sự phân bố của lớp đất đá và tính chất cơ lí của đá vách và trụ, nhóm tác giả thành lập mô hình với kích thước: dài x rộng: 200 m x 90 m.



Hình 1. Mô hình lò chợ TT7.9 thành lập trong phần mềm UDEC Hình 2. Cột địa tầng đặc trưng tại khu vực lò chợ TT7.9

Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ lý của từng loại đá xây dựng mô hình

Loại đá	Thành phần	Tỷ trọng (kg/m ³)	C.độ kháng kéo (Mpa)	C.độ kháng nén (Mpa)	Lực đàn hồi (Mpa)	Hệ số (μ)	Lực dính kết (Mpa)	Góc ma sát ($^{\circ}$)	Hệ số kiên cố (f)
Đá vách trực tiếp	Bột kết	2660	4,17	40,9	27763	0,23	6,6	53	4,32
Đá vách cơ bản	Cát kết	2660	5,62	85,8	28778	0,23	6,2	54	4,26
Vía than	Than	1580	0,93	11,56	7640	0,33	1,74	52	1,16
Đá trụ	Bột kết	2660	4,17	19,9	27763	0,23	6,6	53	4,32

2.3.2. Giới hạn biên giới mô hình

Điều kiện biên giới của mô hình được chọn như sau: Mô hình được giới hạn bởi hai bên (trái, phải) và phía trên, dưới. Phía dưới có tọa độ (0,0), phía trên đỉnh lấy biên giới tự do [3]. Lò chợ nằm ở độ sâu trung bình 225m do vậy ứng suất thẳng đứng trên mô hình tăng thêm $2,5 \times 2,25 = 5,6$ Mpa. Căn cứ vào độ chính xác thiết bị điện tử xác định ứng suất (cấu trúc ứng suất) khi đó ứng suất tác động trực tiếp của các mức trên mô hình tăng thêm khoảng $5,6 \times 1,3 = 7,3$ MPa.

2.4. Tính toán và phân tích kết quả mô hình

2.4.1. Giải trình tính toán mô hình

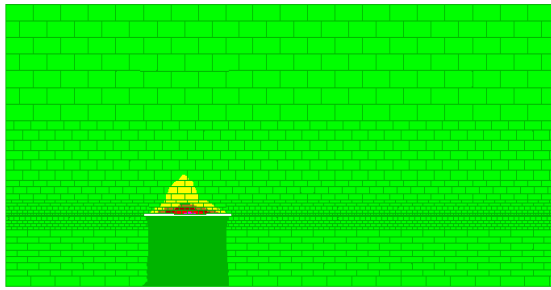
Mô hình UDEC chủ yếu phân tích: qui luật chuyển động của lớp đá vách phía trên và dưới; qui luật xuất hiện áp lực mỏ và qui luật biến dạng đất đá [Yuan Yu Jie, 2008]. Tiến độ chu kỳ khai thác 2m, chiều cao khai thác 2,4m. Udec sẽ giải quyết các vấn đề sau: Qui luật xuất hiện áp lực mỏ; Qui luật phân bố ứng suất và dịch chuyển đá vách lò chợ.

Để phần mềm Udec có thể phân tích và cho kết quả tốt thì phải nhập vào các điều kiện biên liên tục, ngoài ra phải bổ sung thêm một số tham số và điều kiện bên ngoài của thực tế sau đó tiến hành chạy phần mềm. Trong quá trình tính toán phần mềm sẽ cho kết quả như hình 3.

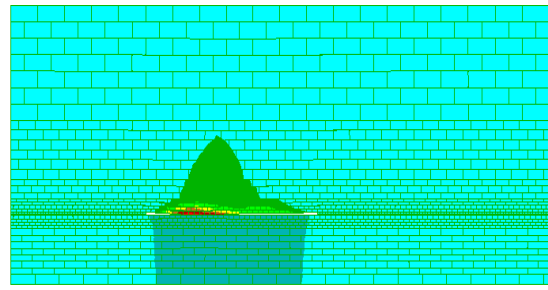
2.4.2. Phân tích kết quả tính toán mô hình

a, Phân tích bước sập đổ đá vách

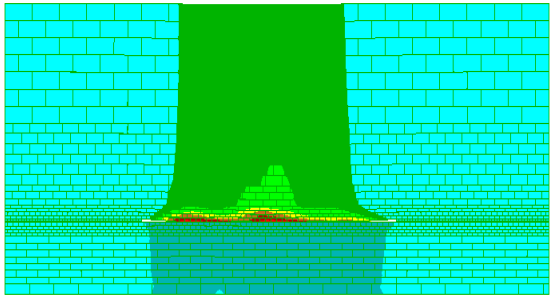
Cùng với quá trình khai thác than sẽ làm ảnh hưởng tới trạng thái ban đầu đá vách dẫn tới sự phân bố mới của áp lực phía trên đá vách, khi đó sẽ làm cho đá vách dịch chuyển. Khi lò chợ dịch chuyển được 32m đá vách trực tiếp lần đầu tiên bị sập đổ (hình 3.a), vách cơ bản di chuyển vị trí lớn nhất là 10cm; Khi lò chợ dịch chuyển được 64m đá vách trực tiếp lần thứ 2 bị sập đổ (hình 3.b), vách cơ bản di chuyển vị trí lớn nhất là 30cm; Khi lò chợ dịch chuyển được 94m đá vách trực tiếp lần thứ 3 bị sập đổ (hình 3.c), vách cơ bản di chuyển vị trí lớn nhất là 45cm; Khi lò chợ tiến đủ 100m (hình 3.d), vách cơ bản di chuyển vị trí lớn nhất là 45cm.



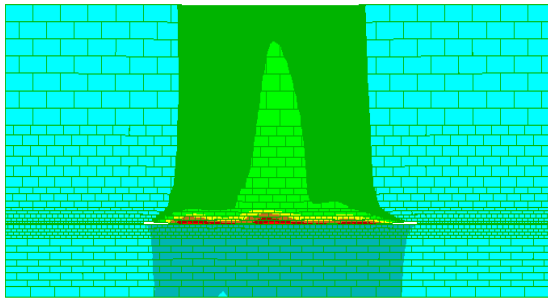
(a) Khi lò chợ khấu được 16 tiến độ (32m)



(b) Khi lò chợ khấu được 32 tiến độ (64m)



(c) Khi lò chợ khấu được 47 tiến độ (94m)



(d) Khi lò chợ khấu được 50 tiến độ (100m)

Hình 3. Phân tích quá trình xuất hiện áp lực mỏ trên nóc lò chợ

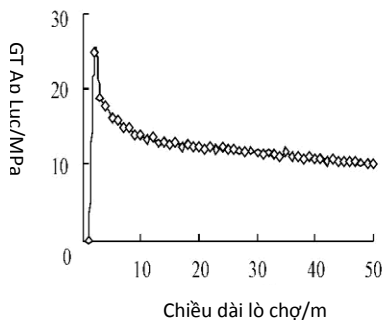
Trong điều kiện khai thác than vỉa mỏng, do khoảng trống khai thác là tương đối nhỏ, do đó về cơ bản là vách trực tiếp của lò chợ có thể lấp đầy được khoảng trống khai thác, vách cơ bản chỉ một bộ phận phát sinh rạn nứt, do đó áp lực do vách cơ bản gây ra là không đáng kể. Vì vậy ta chỉ phân tích tình hình xuất hiện áp lực của vách trực tiếp.

Dựa trên kết quả tính toán của phần mềm UDEC ta thấy lần đầu xuất hiện áp lực mỏ vách trực tiếp trên nóc lò chợ khi lò chợ dịch chuyển được 32m, sau đó chu kỳ xuất hiện của áp lực mỏ là 30m, vách cơ bản xuất hiện rạn nứt, sự ảnh hưởng áp lực vách cơ bản không đáng kể.

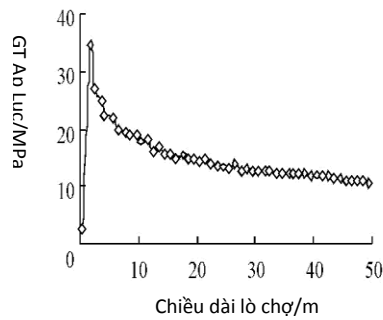
b, Phân tích qui luật phân bố áp lực tác dụng lên cột chống phía trước gương lò chợ

Khi xuất hiện áp lực ở lò chợ sự phân bố áp lực tác dụng trực tiếp trong đá vách lên phía trước lò chợ như (hình vẽ 3÷5). Phạm vi ảnh hưởng của áp lực tác dụng lên phía trước lò chợ trong lần đầu xuất hiện là $0m \div 32m$, trong đó phạm vi ảnh hưởng lớn nhất là $1m \div 4m$ với giá trị áp lực là $16 MPa \div 25 MPa$. Phạm vi ảnh hưởng của áp lực tác dụng lên cột chống phía trước lò chợ trong lần thứ hai xuất hiện là $0m \div 36m$, trong đó phạm vi ảnh hưởng lớn nhất là $1m \div 4m$ với giá trị áp lực là $22 MPa \div 35 MPa$. Trong lần 3 xuất hiện áp lực thì tương tự như lần 2 nhưng giá trị áp lực $24 MPa \div 35 MPa$.

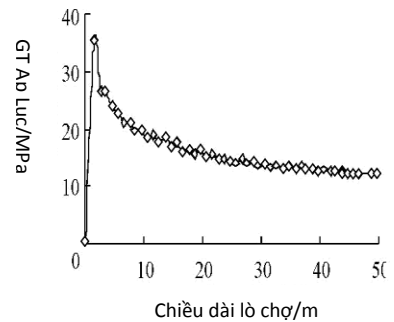
Trong lò chợ cơ giới hóa khai thác than TT7.9 tại khu Ngã Hai – Công ty than Quang Hanh thì qui luật phân bố áp lực tác động lên cột chống phía trước gương lò chợ như sau: Phạm vi ảnh hưởng của áp lực mỏ trong thời gian khai thác phía trước gương lò chợ từ $0m \div 36m$, trong đó phạm vi ảnh hưởng lớn nhất là $1m \div 4m$ với giá trị áp lực là $16 MPa \div 35 MPa$.



Hình 4. Phân bố ứng suất lần đầu xuất hiện áp lực mỏ phía trước gương lò chợ



Hình 5. Phân bố áp lực mỏ xuất hiện lần 2 phía trước gương lò chợ

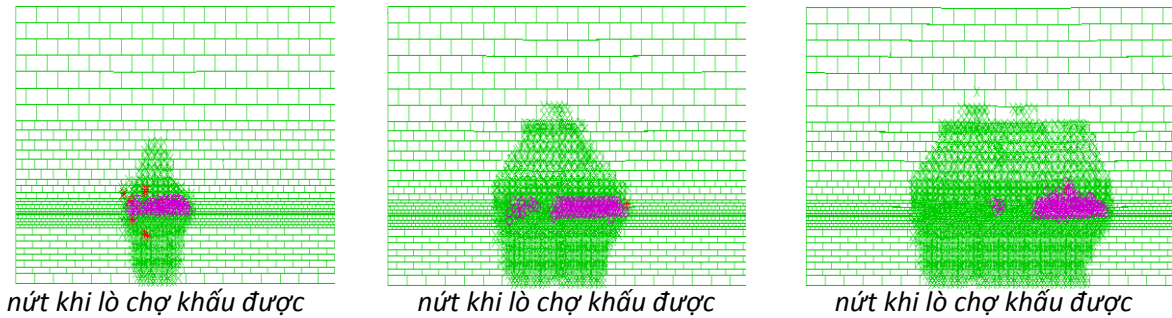


Hình 6. Phân bố áp lực mỏ xuất hiện lần 3 phía trước gương lò chợ

d, Phân tích sự ảnh hưởng vách cơ bản lò chợ

Cùng với quá trình khai thác lò chợ, vách trực tiếp phát sinh sập đổ theo chu kỳ khai thác. Khi lò chợ dịch chuyển được 34m thì xuất hiện áp lực lần đầu làm phá vỡ cấu trúc đất đá (xuất hiện các rạn nứt) với độ cao ảnh hưởng 22m; Khi lò chợ dịch chuyển được 64m thì xuất hiện áp lực lần hai làm phá vỡ cấu trúc đất đá (xuất hiện các rạn nứt) với độ cao ảnh hưởng 33m và rạn nứt đó sẽ ảnh hưởng tới vách cơ bản; Khi lò chợ dịch chuyển được 94m thì xuất hiện áp lực lần ba làm phá vỡ cấu trúc đất đá (xuất hiện các rạn nứt) với độ cao ảnh hưởng 33m và rạn nứt đó sẽ ảnh hưởng tới vách cơ bản (hình 7);

Từ đó có thể thấy rằng, cùng với khai thác lò chợ sẽ phát sinh rạn nứt phía trên và một phần ảnh hưởng tới vách cơ bản, tuy nhiên về cơ bản thì vách cơ bản vẫn ổn định.



Hình 7. Tình trạng xuất hiện rạn nứt đá vách trong quá trình khai thác than lò chợ

3. Kết luận

Trên cơ sở tính toán và phân tích mô hình số mô phỏng quá trình khai thác tại lò chợ cơ giới hóa TT7.9 khu Ngã Hai - Công ty than Quang Hanh, nhóm tác giả rút ra một số kết luận sau:

(1) Khi khai thác than vỉa dày trung bình, do không gian khai thác không lớn nên đá vách trực tiếp có thể lấp đầy khoảng chống khai thác, vách cơ bản chỉ bộ phận phát sinh rạn nứt, do đó áp lực vách cơ bản xuất hiện là không đáng kể.

(2) Căn cứ vào kết quả phân tích của phần mềm Udec ta thấy lò chợ lần đầu xuất hiện áp lực mỏ khi dịch chuyển được 32m, áp lực mỏ theo chu kỳ là 30m, vách cơ bản xuất hiện rạn nứt.

(3) Do lò chợ TT7.9 có điều kiện địa chất phức tạp (vách tương đối cứng vững) do đó thời gian áp lực tác động lên lò chợ là có phạm vi tương đối rộng, áp lực thường dịch chuyển và tác động lên hàng cột chống phía trước và phần than gương lò chợ, vùng ảnh hưởng là tương đối rộng. Vì vậy sẽ có hiện tượng lở gương, tụt nóc và đặc biệt là ở hai đầu lò chợ (do áp lực tựa lớn). Do đó, cần phải đảm bảo an toàn trong khai thác thì mới nâng cao được hiệu quả khai thác.

(4) Hiện nay có nhiều phương pháp nghiên cứu áp lực mỏ, tuy nhiên sử dụng phần mềm Udec để nghiên cứu áp lực mỏ được nhiều nước phát triển trên thế giới sử dụng, kết quả nghiên cứu của phần mềm tương đối chính xác so với thực tế. Dựa trên việc nghiên cứu trên phần mềm để lựa chọn các giáp pháp chống giữ, điều chỉnh áp lực mỏ cho hợp lý đảm bảo an toàn lao động.

Tài liệu tham khảo

Công ty than Quang Hanh-TKV, Báo cáo về công tác cơ giới hóa trong khai thác than hầm lò, 2018. Quảng Ninh, 2018.

Viện KHCN Mỏ, Dự án đầu tư thiết bị cơ giới hóa khai thác than tại mỏ Ngã Hai, Hà Nội, 2015.

Yuan Yu Jie, Zhao Qiang, Li Shao Ben, 2008. Nghiên cứu kỹ thuật khống chế đất đá với qui luật áp lực mỏ lò chợ cơ giới hóa trong 2 điều kiện khó khăn. Tạp chí kinh tế than khu tự trị Nội Mông.

ABSTRACT

The rules apparition mine pressure and transfigure stone roof in the longwall mechanized furnace TT7.9 – area Nga Hai, Quang Hanh coal company

Le Quang Phuc^{1*}, ZUBOV Vladimir Pavlovich¹, Dao Van Chi², Vu Thai Tien Dung²

¹*Saint-Petersburg mining University, Russian Federation;*

²*Hanoi University of Mining and Geology, Viet Nam*

The longwall mechanized furnace TT7.9 - area Nga Hai, Quang Hanh coal company is one of the longwall planned to apply the mechanized production for medium seam, small sloping conditions of the Company. According to the assessment results, the longwall furnace output reached the designed capacity and target. However, as the longwall has done before, during the implementation at the longwall furnace TT7.9 a number of incidents such as face slides, loosening the roof of the cycle has not yet been investigated, evaluate. These incidents are caused by the impact of the stone roof on the longwall and coal in front of the oven. In order to forecast the occurrence of these phenomena in the longwall, contributing to minimizing the risks and improving the efficiency of exploitation for the next longwall, the authors analyze and evaluate the rules Quarry and deformation of stone roof in mechanized furnace TT7.9. Research results of the article can make the base document for the company to propose measures to reduce the impact of stone roof during the application, improve the efficiency of exploitation.

Keywords: mechanized; UDEC; line for medium; sloping small;

Phương pháp xác định thông số nổ mìn hợp lý cho mỏ quặng đồng Phukham - CHDCND Lào

Leepor Vaxingxong¹, Phạm Văn Hòa^{2*}

¹Công ty Phubia – CHDCND Lào

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Chi phí khoan – nổ mìn thường chiếm 30% đến 40% chi phí khai thác mỏ, việc tiết kiệm chi phí này sẽ có ý nghĩa lớn nhằm giảm giá thành khai thác, tăng lợi nhuận cho mỏ. Mỏ quặng đồng Phukham thuộc công ty Phubia Mining (CHDCND Lào) là một mỏ lớn với tổng trữ lượng địa chất 227 triệu tấn quặng, do vậy việc tiết kiệm chi phí khoan – nổ mìn có ý nghĩa lớn đối với công tác khai thác mỏ. Xuất phát từ yêu cầu mức độ đập vỡ, mức độ khó nổ của đất đá mỏ, bài báo giới thiệu phương pháp xác định thông số nổ mìn hợp lý cho mỏ trên cơ sở phân tích dự báo thành phần cỡ hạt đất đá nổ mìn Kuz-Ram nhằm giảm giá thành khai thác, tăng lợi nhuận cho mỏ. Phương pháp này cho thấy sự phù hợp và khả thi với điều kiện thực tế của mỏ.

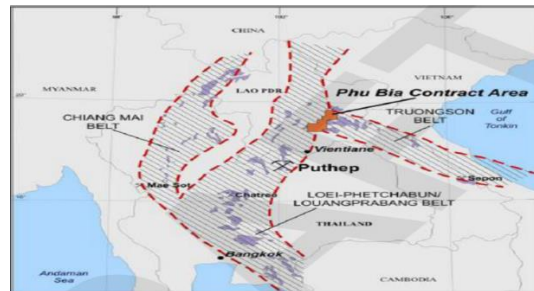
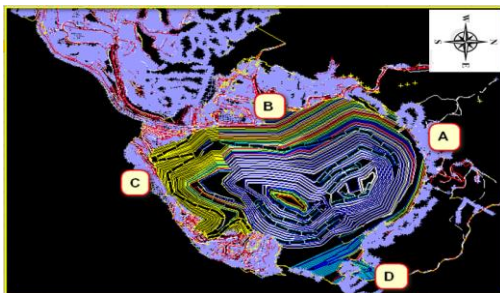
Từ khóa: Thông số nổ mìn, mỏ Phubia, nổ mìn, cỡ hạt đất đá nổ mìn

1. Đặt vấn đề

Mỏ quặng đồng Phukham thuộc công ty Phubia Mining (Tập đoàn Panaust, Australia), nằm trong một đồi núi phía Tây của Bản Phavolo, huyện Xaysomboun, tỉnh Xaysomboun (Trung-Bắc Lào) và cách Thủ đô Viêng Chăn về phía Bắc khoảng 120km. Mỏ có diện tích khai trường 2,631 km², chiều sâu kết thúc mức +230mRL, điểm cao nhất của núi +700mRL, chiều dài theo phương 1975m và chiều rộng mỏ 1160m. Tọa độ khu vực biên giới mỏ được giới hạn dựa trên UTM 48N và bản đồ vị trí khu mỏ (Universal Transverse Mercator 48 North) được trình bày trong bảng 1 và hình 1, tương ứng.

Bảng 1. Tọa độ khu vực biên giới mỏ

Tọa độ	Phía Bắc A	Phía Tây B	Phía Nam C	Phía Đông D
X	279839	279471	279857	208857
Y	2089810	2088952	2088184	2089281



Hình 1: Bản đồ vị trí khu mỏ

Mỏ quặng đồng Phukham có tất cả 5 vỉa chính, các vỉa có chiều dày thay đổi từ 5-150m, có thể nằm dốc nghiêng về phía Tây-Nam với độ dốc thay đổi từ 45-70 độ. Tổng trữ lượng địa chất là 227 triệu tấn quặng và tổng trữ lượng khai thác là 176 triệu tấn quặng. Đất đá của mỏ có độ kiên cố $f=8\div 14$ và tỷ trọng trung bình của đất đá là 2,5 tấn/m³.

Mỏ được thiết kế sử dụng hệ thống khai thác xuống sâu hai bờ công tác – bãi thải ngoài, làm toi đất đá bằng phương pháp khoan nổ mìn, xúc bốc bằng máy xúc thủy lực gầu thuận và gầu ngược có dung tích gầu xúc từ 6,5 m³ đến 15,8m³ và vận tải trực tiếp bằng ô tô CAT 100 tấn. Năng suất khai thác trung bình quặng hằng năm 17,1 tr.tấn/năm và đất đá 18,4 tr.tấn/năm.

* Tác giả liên hệ

Email: phamvanhoa@humg.edu.vn

Công tác làm tơi đất đá bằng phương pháp khoan nổ mìn được mở sử dụng chủ yếu, với yêu cầu của dây chuyền sản xuất thì chất lượng đập vỡ phải đảm bảo kích thước cục đá lớn nhất cho phép là $\leq 50\text{cm}$ đối với quặng và $\leq 120\text{cm}$ đối với đất đá. Hiện tại trên mỏ đang sử dụng 2 loại máy khoan, loại máy khoan nhỏ ROC-L7 có đường kính 127 mm và loại máy khoan lớn DM45 có đường kính 200 mm, năng suất thực tế khoan tại mỏ là $35\div 40$ m/giờ.

Mỏ đang sử dụng thuốc nổ nhũ tương để phá nổ đất đá tại mỏ (70% Bulk Emulsion + 30% Amonium Nitrate), có tỷ trọng $1,15\text{ g/cm}^3$, áp lực nổ là 36628 bar, năng lượng nổ 3.87 MJ/Kg và tốc độ nổ 4200m/s. Phương pháp nạp mìn cơ giới hóa trực tiếp bằng xe MMU.

Phương pháp nổ mìn là phương pháp nổ mìn vi sai phi điện. Sử dụng máy PED ST để kích nổ từ xa.

Các phương tiện nổ đang sử dụng tại mỏ có như sau:

- Kíp nổ dùng trên mặt: Kíp nổ 100 ms, 67ms, 42ms, 25ms và 17 ms.
- Kíp nổ xuống lỗ mìn: Kíp nổ 400ms, 450ms và 500ms.
- Sử dụng loại mìn nổ 400g
- Dây nổ $5\div 10$ g/m
- Thuốc nổ nhũ tương bao gói (Package Emulsion) dùng chủ yếu nổ phá đá quá cỡ
- Máy điều khiển nổ PED TS + Đầu phát tín hiệu với khoảng cách xa đến 1.6km

Bảng 2. Bảng tổng hợp các thông số khoan nổ mìn

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị	
			d = 127mm	d = 200mm
Chỉ tiêu thuốc nổ	q	Kg/m ³	0,5	0,7
Chiều cao tầng	H	m	10	10
Góc nghiêng sườn tầng	α	độ	45 ÷ 70	45 ÷ 70
Khoảng cách an toàn từ mép tầng để lỗ khoan hàng ngoài	C	m	2	2
Khoảng cách giữa các hàng lỗ khoan	a	m	3,5	6
Khoảng cách giữa các lỗ khoan	b	m	4	7
Đường kính lỗ khoan	d	mm	127	200
Chiều sâu lỗ khoan	L	m	11,5	11,5
Chiều sâu khoan thêm	L _{kt}	m	1,5	1,5
Góc nghiêng lỗ khoan	β	độ	90	90
Chiều dài bua	L _b	m	3	5
Lượng thuốc nổ trong 1 lỗ khoan	Q _{lỗ}	kg	119	218,50

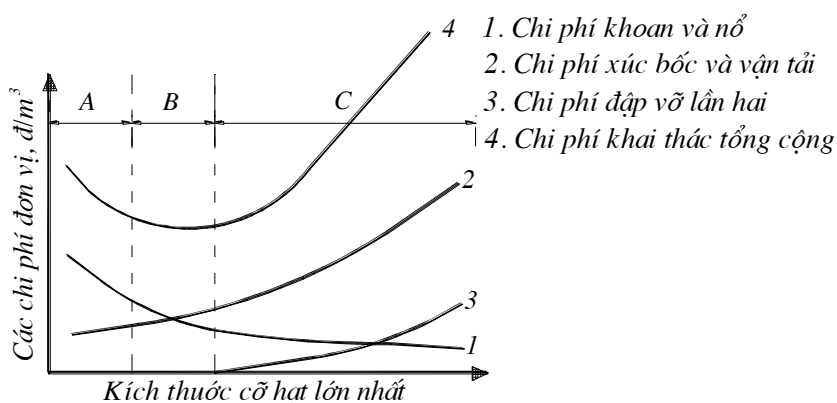
Trong thực tế công tác nổ mìn tại mỏ quặng đồng Phukham cho thấy: nhiều vụ nổ vẫn xảy ra hiện tượng phụt bua sớm, hiện tượng đá văng, còn tồn tại nhiều đá quá cỡ và để lại mô chân tầng. Do vậy, việc nghiên cứu xác định các thông số nổ mìn hợp lý cho mỏ là rất cần thiết.

2. Cơ sở phương pháp xác định các thông số nổ mìn hợp lý cho mỏ quặng đồng Phukham

Khi sử dụng phương pháp khoan – nổ mìn trong công tác phá vỡ đất đá, chi phí tổng cộng – hiệu quả của hoạt động sản xuất là tương thích với sự tối ưu của công tác khoan và nổ mìn. Các chi phí xúc bốc, vận tải và nghiền đập giảm xuống với sự tăng lên của mức độ đập vỡ, trong khi chi phí khoan nổ tăng lên khi tăng mức độ đập vỡ. Mức độ đập vỡ đất đá được xem là một vấn đề quan trọng nhất trong khai thác quặng vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả và chi phí khoan nổ mìn, các khâu công nghệ tiếp theo như xúc bốc, vận tải và nghiền đập.

Chi phí khai thác tổng cộng có giá trị nhỏ nhất tại kích thước cỡ hạt đập vỡ tối ưu (Mackenzie 1967). Việc dự báo kích thước cỡ hạt đập vỡ tối ưu sẽ giúp người quản lý mỏ lựa chọn được các thông số nổ mìn

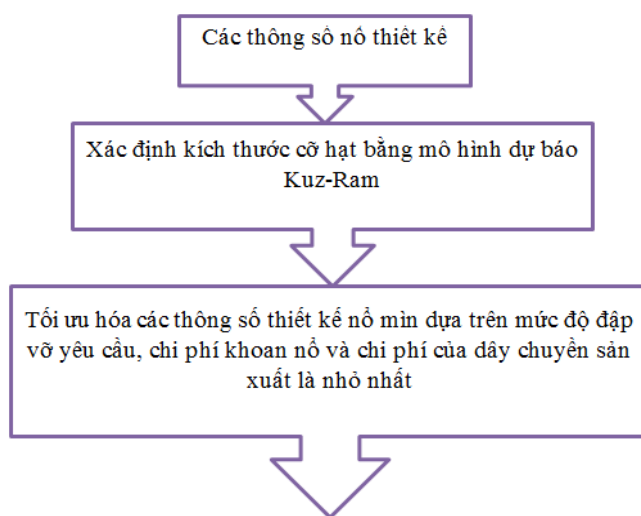
tối ưu nhằm phá vỡ ra những kích cỡ vật liệu đá hoặc quặng theo yêu cầu với một chi phí đã biết và trong việc lựa chọn các hệ thống máy nghiền và băng tải khác. Kích thước cỡ hạt tối ưu có thể không phải là kích thước cỡ hạt yêu cầu nhưng biết được kích thước cỡ hạt tối ưu và sự phân bố cỡ hạt đất đá nổ mìn, người làm công tác điều hành mỏ sẽ điều chỉnh các thông số nổ mìn hợp lý để đạt được các mục tiêu đề ra (Morin and Ficarazzo 2006). Mối quan hệ giữa khâu khoan nổ mìn với các khâu công nghệ khác đến mức độ đập vỡ đất đá và chi phí được biểu diễn trong hình 1 (Jimeno, Jimeno et al. 1995). Ta thấy, các chi phí khoan nổ mìn, xúc bốc và vận tải, đập vỡ lần hai hợp thành chi phí khai thác tổng cộng (đường cong 4). Đường cong này chỉ ra rằng miền B có chi phí tổng cộng giảm đến mức tối thiểu trong phạm vi có thể chấp nhận được. Ngoài phạm vi này (vùng A và vùng C) các chi phí đơn vị của một hoặc nhiều khâu khai thác tạo thành chi phí khai thác tổng cộng quá mức hoặc rất cao.



Hình 1. Sự thay đổi các chi phí đơn vị và kích thước cỡ hạt đập vỡ lớn nhất đến chi phí khai thác tổng cộng (Jimeno, Jimeno et al. 1995)

Các thông số nổ mìn hợp lý cho mỏ quặng đồng Phukham được xác định dựa trên mức độ đập vỡ yêu cầu và chi phí khoan nổ mìn nhỏ nhất. Bên cạnh đó, các chi phí của dây chuyền sản xuất tương ứng với mức độ đập vỡ do các thông số thiết kế lựa chọn mang lại đạt mục tiêu chi phí thấp nhất. Sơ đồ các bước hoàn thiện các thông số nổ mìn hợp lý cho mỏ được biểu diễn ở hình 2.

Để dự báo kích thước cỡ hạt sau khi nổ mìn, mô hình Kuz-Ram thường được sử dụng. Mô hình Kuz-Ram là mô hình dự báo mức độ đập vỡ thực nghiệm dựa trên cơ sở mô hình của Kuznetsov (1973) và Rosin&Rammmler được điều chỉnh bởi Cunningham (1983, 1987), bắt nguồn từ hệ số mức độ đồng đều trong công thức của Rosin&Rammmler xác định từ các thông số nổ mìn. Các tính chất của đá, các tính chất của chất nổ và các biến số thiết kế được kết hợp trong phiên bản hiện đại của mô hình dự báo mức độ đập vỡ Kuz-Ram.



Hình 2. Sơ đồ hoàn thiện các thông số nổ mìn cho mỏ quặng đồng Phukham

Dựa trên các công thức đã chọn, các thông số nổ mìn hợp lý được tiến hành xác định thông qua mô hình dự báo mức độ đập vỡ đất đá sau nổ mìn Kuz-Ram, từ đó đánh giá được kích thước cỡ hạt trung bình sau khi nổ, kích thước cỡ hạt đặc trưng và kích thước cỡ hạt P80 (80% lọt sàng).

$$X_m = AK^{-0.8} Q_E^{0.167} (115 / S_{ANFO})^{0.633} \quad (1)$$

Ở đây: X_m là kích thước cỡ hạt trung bình (cm), A là chỉ số độ khó nổ của đá, K là chỉ tiêu thuốc nổ (kg/m^3), Q_E -Khối lượng chất nổ được sử dụng (kg), S_{ANFO} là khả năng công nổ theo trọng lượng của chất nổ (so sánh với ANFO).

Chỉ số độ khó nổ A được tính toán để điều chỉnh mức độ đập vỡ trung bình trên cơ sở loại đá và hướng khởi nổ (Lilly 1986).

$$A = 0.06(\text{RMD} + \text{JF} + \text{RDI} + \text{HF}) \quad (2)$$

Ở đây A là chỉ số độ khó nổ, RMD là chỉ số mô tả khối đá, JF là hệ số độ nứt nẻ, RDI là chỉ số mật độ của đá, HF là hệ số độ cứng. Các hệ số này được tính toán từ các dữ liệu địa chất như: kích thước khối tại thực địa, khoảng cách giữa các khe nứt, hướng khe nứt, tỷ trọng của đám, mô đun đàn hồi, độ bền nén của đá,...

Kích thước cỡ hạt phân bố của các vật liệu được tính toán từ công thức Rosin & Rammler có dạng:

$$y = 100(1 - e^{-(X/X_C)^n}) \quad (3)$$

Ở đây y là tỷ lệ phần trăm cỡ hạt ít hơn kích thước X (%), X là đường kính của cục đá (cm), X_C là kích thước cỡ hạt đặc trưng (cm), n là hệ số mức độ đồng đều, và e là cơ số logarit tự nhiên.

Vì công thức Kuznetsov đã dự báo kích thước cỡ hạt trung bình X_m mà ứng với nó 50% vật liệu có thể đi qua, kích thước cỡ hạt đặc trưng được tính toán từ kích thước cỡ hạt trung bình để sử dụng cho công thức Rosin & Rammler bằng cách thay $X = X_m$ và $y = 0.5$ vào công thức 3, ta có thể tìm thấy:

$$X_C = \left(\frac{X_m}{0.693^{1/n}} \right) \quad (4)$$

Kích thước cỡ hạt trung bình của vật liệu đạt được từ một vụ nổ là không đủ thông tin trong việc giải thích hiệu quả của vụ nổ đó. Có thể có hai đồng đá phá vỡ có cùng kích thước cỡ hạt trung bình nhưng chúng lại có sự phân kích thước cỡ hạt khác biệt. Các hạt rất to và các hạt rất mịn có thể đưa lại một kích thước cỡ hạt trung bình chấp nhận được nhưng có thể gây ra các vấn đề trong các hoạt động khai thác tiếp theo. Sự phân bố cỡ hạt đồng đều là một thông số quan trọng phải được xem xét.

Hệ số mức độ đồng đều n được tính toán từ công thức được phát triển bởi Cunningham (1987). Hệ số mức độ đồng đều n đối với công thức Rosin & Rammler được đánh giá như sau:

$$n = (2.2 - 14 \frac{W}{d}) \left[\frac{1 + \frac{a}{W}}{2} \right]^{0.5} \left(1 - \frac{E}{W} \right) \left(\frac{L}{H} \right) \quad (5)$$

Ở đây W là đường căn (m), a là khoảng cách giữa các lỗ mìn (m), d là đường kính lỗ mìn (mm), E là độ lệch tiêu chuẩn khi khoan (m), L là tổng chiều dài lượng thuốc nổ (m), và H là chiều cao tầng (m). Cunningham (1987) đã chú ý rằng hệ số mức độ đồng đều n thường thay đổi trong khoảng 0.8 và 1.5.

3. Xác định thông số nổ mìn hợp lý cho mỏ quặng đồng Phukham

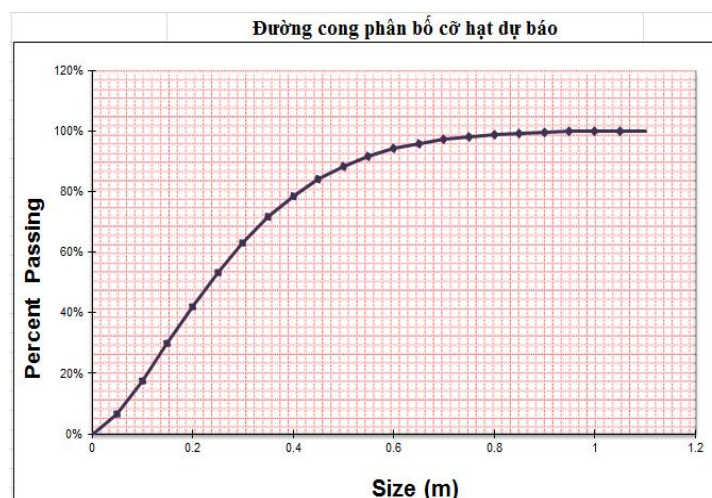
Để tối ưu hóa được các thông số nổ mìn hợp lý cho công tác nổ mìn tại mỏ quặng đồng Phukham, 5 thiết kế nổ quặng với đường kính lỗ mìn 127mm được tác giả đưa vào xem xét. Các thiết kế được đưa vào tính toán dự báo mức độ đập vỡ trong mô hình Kuz-Ram rồi rút ra thiết kế hợp lý nhất đảm bảo kích cỡ kích thước cỡ hạt hợp lý và chi phí dây chuyền sản xuất phù hợp nhất. Trong các thiết kế này sử dụng thuốc nổ nhũ tương, quặng có hệ số độ khó nổ $A = 6.9$. Yêu cầu kích thước cỡ hạt lớn nhất đối với quặng là 50cm để đưa vào trạm đập. Giá thành chất nổ, phương tiện nổ, chi phí khoan được lấy theo báo giá vật liệu nổ cung ứng cho mỏ quặng đồng Phukham tại thời điểm tính toán. Các thông số thiết kế nổ mìn trong quặng được trình bày trong bảng 3. Bảng 4 trình bày kết quả tính toán dự báo mức độ đập vỡ và chi phí khoan nổ cho thiết kế nổ phá quặng. Kết quả dự báo thành phần cỡ hạt của các thiết kế nổ trong quặng được biểu diễn dưới dạng đường cong phân bố thành phần cỡ hạt của bãi nổ. Hình 3 biểu diễn một đường cong phân bố thành phần cỡ hạt cho thiết kế nổ trong quặng Q5.

Bảng 3. Tổng hợp các thông số nổ thiết kế trong quặng

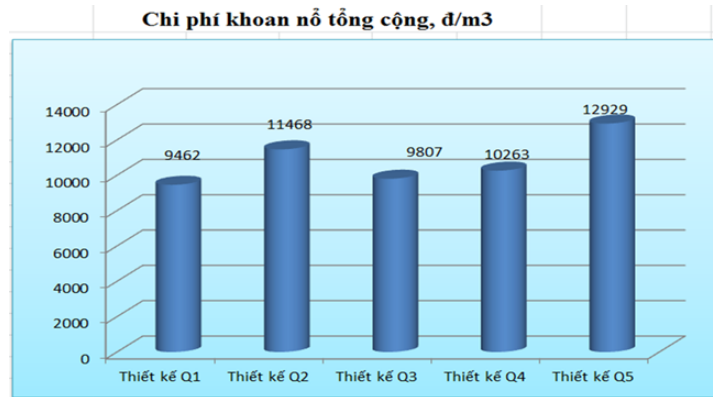
Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị				
			Thiết kế Q1	Thiết kế Q2	Thiết kế Q3	Thiết kế Q4	Thiết kế Q5
Chiều cao tầng	H	m	10	10	10	10	10
Góc nghiêng sườn tầng	α	độ	80	80	80	80	80
Chỉ tiêu thuốc nổ	q	Kg/m ³	0.47	0.57	0.49	0.51	0.64
Đường căn chân tầng	W	m	4.4	4.4	5	5	4.4
Khoảng cách giữa các lỗ mìn	a	m	5.3	4.8	5	5	4.4
Khoảng cách giữa các hàng lỗ mìn	b	m	4.6	4	4.5	4.3	3.8
Chiều dài búa	L _b	m	3.8	3.8	3.8	3.8	4
Chiều sâu khoan thêm	L _{kt}	m	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Chiều cao cột thuốc	L _t	m	7.5	7.5	7.5	7.5	7.3
Chiều sâu lỗ khoan	L _k	m	11.3	11.2	11	11.3	11.3
Sức chứa thuốc nổ trong một mét lỗ khoan	P	Kg/m	14.5	14.6	14.6	14.6	14.6
Lượng thuốc nổ cho một lỗ mìn	Q	Kg/lỗ	109	109	109	109	106

Bảng 4. Kết quả tính toán dự báo mức độ đập vỡ và chi phí khoan nổ cho thiết kế nổ phá quặng

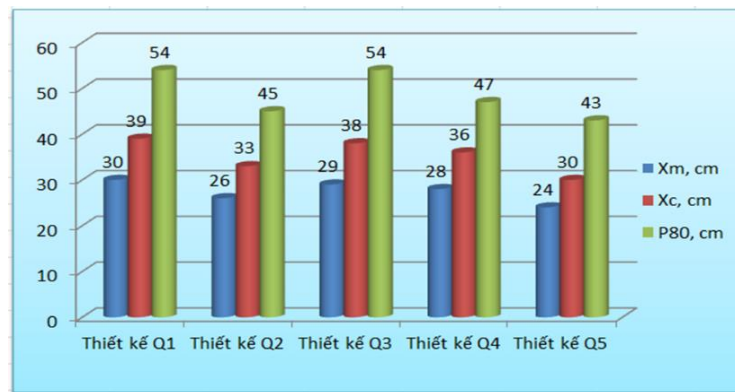
Thông số	Ký hiệu	Giá trị				
		Thiết kế Q1	Thiết kế Q2	Thiết kế Q3	Thiết kế Q4	Thiết kế Q5
Kích thước cỡ hạt trung bình (tính theo Kuznetsov)	X _m , cm	30	26	28	28	24
Hệ số mức độ đồng đều (Rosin & Rammler)	n	1.5	1.35	1.45	1.49	1.5
Kích thước cỡ hạt đặc trưng	X _c , cm	39	33	38	36	33
Kích thước cỡ hạt P80(80% lọt sàng)	P80, cm	54	45	53	49	43
Chi phí khoan để đập vỡ 1 m ³ đất đá	C _K , đ/m ³	2243	2700	2325	2433	3129
Chi phí nổ mìn	C _N , đ/m ³	7218	8768	7486	7830	9800
Chi phí khoan nổ tổng cộng	C _{KN} , đ/m ³	9462	11468	9807	10263	12929



Hình 3. Đường cong dự báo phân bố thành phần cỡ hạt cho thiết kế nổ Q5.



Hình 4. Kết quả so sánh chi phí khoan nổ của 05 thiết kế nổ phá quặng đề xuất



Hình 5. Kết quả so sánh kích thước cỡ hạt trung bình X_m, kích thước cỡ hạt đặc trưng X_c và kích thước cỡ hạt P80 (80% lọt sàng)

4. Kết quả và thảo luận

Kết quả tính toán chi phí chi phí khoan nổ tổng cộng (hình 4) và dự báo kích thước cỡ hạt trung bình X_m, kích thước cỡ hạt đặc trưng X_c và kích thước cỡ hạt P80 (80% lọt sàng) (hình 5) cho thấy: thiết kế có kết quả đảm bảo kích thước cỡ hạt trung bình X_m, kích thước cỡ hạt đặc trưng X_c và kích thước cỡ hạt P80 (80% lọt sàng) là có thiết kế thứ Q2, Q4 và Q5 còn thiết kế Q1 và Q3 thì không đảm bảo kích thước cỡ hạt P80 (P80% > 0.5m). Xét về chi phí khoan nổ tổng cộng của 03 thiết kế trên, thiết kế Q4 có chi phí khoan nổ tổng cộng nhỏ nhất nên tác giả lựa chọn thiết kế thứ 4 là thiết kế hợp lý cho công tác khoan nổ quặng tại mỏ quặng đồng Phú Kham.

Bảng 5. Tổng hợp các thông số thiết kế nổ quặng được lựa chọn cho công tác nổ mìn tại mỏ quặng đồng Phú Kham

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
Chiều cao tầng	H	m	10
Góc nghiêng sườn tầng	α	độ	80
Chỉ tiêu thuốc nổ	q	kg/m ³	0.51
Đường căn chân tầng	W	m	5
Khoảng cách giữa các lỗ mìn	a	m	5
Khoảng cách giữa các hàng lỗ mìn	b	m	4.3
Chiều dài bua	L _b	m	3.8
Chiều sâu khoan thêm	L _{kt}	m	1.3
Chiều cao cột thuốc	L _t	m	7.5
Chiều sâu lỗ khoan	L _k	m	11.3
Sức chứa thuốc 1 mét lỗ khoan	P	kg/m	14.6
Lượng thuốc nổ cho một lỗ mìn	Q	Kg	109

5. Kết luận

Mô hình Kuz-Ram là mô hình dự báo chất lượng đập vỡ đất đá sau khi nổ mìn phổ biến trên các mỏ lộ thiên lớn trên thế giới hiện nay. Trên cơ sở lý thuyết và mối quan hệ ràng buộc lẫn nhau giữa các thông số, các chỉ tiêu, tính chất cơ lý và mức độ đập vỡ yêu cầu cụ thể, sự ảnh hưởng lẫn nhau của khâu khoan

nổ mìn đến các khâu trong dây chuyền sản xuất, thiết lập mối quan hệ của chúng về các chỉ tiêu và chi phí, đưa vào mô hình dự báo và đánh giá mức độ đập vỡ và chi phí tổng cộng cho dây chuyền sản xuất hợp lý. Việc sử dụng mô hình dự báo chất lượng đập vỡ của đất đá sau khi nổ Kuz-Ram đã trợ giúp cho việc lựa chọn thiết kế nổ phù hợp với các yêu cầu mức độ đập vỡ và chi phí. Mô hình này là mô hình dự báo hiệu quả và khả thi với kết quả tối ưu hóa thông số nổ mìn cho mỏ quặng đồng Phukham – CHDCND Lào. Các kết quả lựa chọn thiết kế nổ sẽ trợ giúp hiệu quả cho công tác nổ mìn phá quặng tại mỏ. Phương pháp và mô hình áp dụng này cần được đánh giá các quả nổ thực tế để có sự điều chỉnh mô hình dự báo ngày càng sát thực tế hơn.

Lời cảm ơn

Các tác giả xin trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ của cán bộ, nhân viên công ty Phubia đã giúp đỡ trong thời gian thực tập và nghiên cứu tại mỏ.

Tài liệu tham khảo

Jimeno, C. L., E. L. Jimeno and J. A. C. Francisco (1995). *Drilling and Blasting of Rock*, A.A. Balkema, Rotterdam.

Lilly, P. A. (1986). "An empirical method of assessing rock mass blastability." *Processing of large open pit mining conference*: 89-92.

Mackenzie, A. S. (1967). "Optimum blasting." *Proceedings 28th Annual Minnesota Mining Symposium, Duluth*: 181-188.

Morin, M. and F. Ficarazzo (2006). "Monte Carlo simulation as a tool to predict fragmentation based on the Kuz-Ram model." *Computer & Geosciences* 32(3): 352-359.

Leppor Vaxingxong (2015), "Nghiên cứu xác định các thông số nổ mìn hợp lý nhằm nâng cao hiệu quả nổ mìn và giảm thiểu tác động có hại tới môi trường khi khai thác mỏ quặng đồng Phukham – CHDCND Lào". Luận văn thạc sỹ Kỹ thuật Khai thác mỏ. Trường đại học Mỏ - Địa chất.

ABSTRACT

Method for determining suitable blasting parameters for Phukham copper mine - Lao people's Democratic Republic

Leppor Vaxingxong¹, Pham Van Hoa^{2*}

¹*Phubia Mining Limited – Lao people's Democratic Republic*

²*Hanoi University of Mining and University*

Drilling and blasting take about 30% to 40% of mining cost, saving this cost has a great meaning in reducing production cost, increasing mining profit. Phukham surface copper mine belonging to Phubia Mining Limited (Lao people's Democratic Republic) is a large mine with ore reserve of about 227 million tons, therefore, saving the drilling and blasting costs will reduce the mining cost. Based on the requirement on fragmentation, the blastability of rock masses, this paper presents the method for determining the suitable blasting parameters by using Kuz-Ram method to predict the fragment distribution of blasted rocks. The Kuz-Ram method shows the relevance and feasibility to practical conditions of the mine.

Keywords: blasting parameters, blasting of rock, rock fragmentation

Nghiên cứu các giải pháp giảm thiểu nồng độ bụi tại các gương lò đào của mỏ than Núi Béo

Nguyễn Văn Quang^{1,*}, Nguyễn Văn Thịnh¹, Phạm Đức Hưng¹
¹Trường Đại học Mở - Địa chất

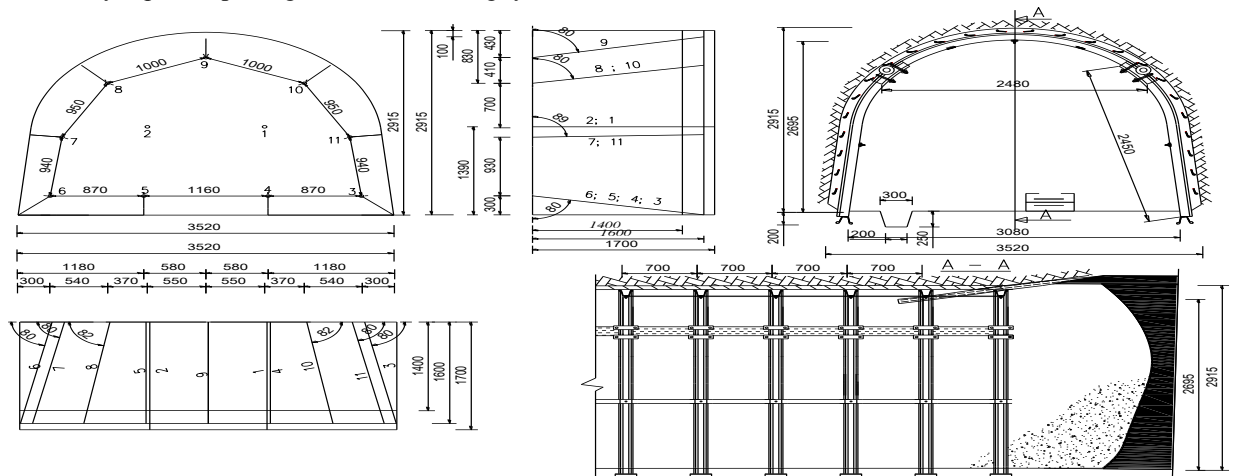
TÓM TẮT

Mỏ than Núi Béo than hầm lò Núi Béo có diện tích 5,6 km², cách Thành phố Hạ Long - Tỉnh Quảng Ninh 7 km về phía Đông Bắc, được quản lý bởi Công ty Cổ phần than Núi Béo- Vinacomin. Sau khi kết thúc khai thác phần nông bằng phương pháp khai thác lộ thiên, phần sâu của mỏ than Núi Béo được chuẩn bị khai thác bằng phương pháp khai thác hầm lò. Hiện nay, mỏ đang trong giai đoạn xây dựng các đường lò xây dựng cơ bản và các đường lò chuẩn bị để phục vụ cho dự án khai thác phần sâu bằng phương pháp khai thác hầm lò. Hiện nay, tại có đang thi công đồng thời 6 gương lò đào, chủ yếu là các đường lò dọc vỉa và các đường lò thượng. Trong 6 gương lò thì có 2 gương có nồng độ bụi vượt quá giới hạn cho phép theo QCVN 05:2013/BTNMT. Bụi mỏ tồn tại ở dạng lơ lửng trong không khí và rất có hại đối với sức khoẻ của con người, đặc biệt là bụi đá với cỡ hạt mịn. Các bệnh liên quan đến bụi mỏ phổ biến nhất là: Silicôzơ, antracôzơ hoặc Silicôzơ- antracôzơ; Bài báo đã nghiên cứu, phân tích, đánh giá kỹ điều kiện địa chất – mỏ, đặc điểm công nghệ đào chống lò, xác định nồng độ bụi tại các gương lò và đề xuất các giải pháp áp dụng phù hợp nhằm giảm thiểu lượng bụi phát sinh từ các gương lò đào của mỏ than Núi Béo. Đặc biệt đã áp dụng kết quả nghiên cứu cho đường lò thượng mở lò chợ 41105 tại mỏ than Núi Béo và đem lại kết quả khả quan, đưa nồng độ bụi phát sinh tại gương lò về trong giới hạn cho phép theo QCVN 05:2013/BTNMT.

Từ khóa: Bụi; Gương lò đào; Núi Béo

1. Đặc điểm công tác đào lò tại mỏ than Núi Béo

Hiện nay mỏ than Núi Béo đang tập trung đào 6 gương lò với tiết diện từ 8,4 m² đến 12m² đó là: Thượng 32252 mức -50/-30; Dọc vỉa thông gió 31152 -30; Dọc vỉa vận tải -50; thượng TGVV -35/-20; Lò DVVT 41103; thượng mỏ lò chợ 41105. Các đường lò này đều được chuẩn bị trên vỉa 11. Vỉa này phân bố trên toàn mỏ, thuộc loại vỉa có chiều dày trung bình đến rất dày. Chiều dày vỉa thay đổi từ 0.59m ÷ 17.13m, trung bình là 5.43m. Góc dốc vỉa thay đổi từ 5⁰ ÷ 60⁰, trung bình 25⁰. Vỉa có từ 0 ÷ 8 lớp đá kẹp. Chiều dày lớp đá kẹp trung bình 1.15m.[Công ty CP than Núi Béo-Vinacomin, 2018]



Hình 1. Sơ đồ đào chống đường lò 8,4m² đào trong than

* Tác giả liên hệ

Email:nguyenvanquang.hl@humg.edu.vn

2. Nguồn gốc phát sinh bụi than trong các đường lò đào

Trong đào lò nói chung và ở mỏ than Núi Béo nói riêng, bụi phát sinh chủ yếu ở các khâu: Khoan, nổ mìn, xúc bốc, vận tải, tốc độ gió quá lớn...

Kết quả đo đặc nồng độ bụi trong các gương đào lò được thể hiện trong bảng 1

- *Bảng 1. Kết quả đo đặc bụi tại các đường lò chuẩn bị [Sở Y tế môi trường tỉnh Quảng Ninh, 2018]*

STT	Tên đường lò	Kết quả đo nồng độ bụi tại các gương lò, ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Giới hạn nồng độ bụi theo QCVN 05:2013/BTNMT, ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ghi chú
1	Thượng 32252 mức -50/-30	302	300	
2	Độc vỉa thông gió 31152 mức-30	278	300	
3	Độc vỉa vận tải mức -50	293	300	
4	Lò thượng TGVV -35/-20	258	300	
5	Lò DVVT 41103	286	300	
6	Thượng mở lò chợ 41105	312	300	

Từ kết quả đo đặc thực tế cho thấy nồng độ bụi tại các gương lò đào khá cao, trong 6 gương lò đào thì có 2 gương lò có nồng độ bụi vượt quá giới hạn cho phép.

3. Đề xuất, lựa chọn các giải pháp giảm thiểu nồng độ bụi tại gương lò đào

3.1. Đề xuất giải pháp giảm thiểu nồng độ bụi

3.1.1. Chống bụi bằng phương pháp thông gió

Thông gió là phương pháp chống bụi rất hiệu quả khi đào lò. Kết quả nghiên cứu của nhiều chuyên gia đã cho thấy, để hiệu quả chống bụi tốt nhất cần tạo ra tốc độ gió tối ưu ở gương lò là: 0,5 đến 0,7m/s [Trần Xuân Hà, 2013]

3.1.2. Chống bụi khi khoan lỗ mìn

Khi khoan các lỗ mìn sẽ tạo ra bụi hay mùn khoan ở đáy lỗ khoan. Để xử lý lượng bụi phát sinh này không tung vào không khí ở khu vực khoan, người ta có thể sử dụng một trong các giải pháp sau: Khoan ướt; Khoan khô với biện pháp hút và lọc bụi và Khoan bán ướt (khoan với biện pháp dùng bọt khí).

- Khoan ướt

Đây là biện pháp rửa lỗ khoan bằng nước, nhờ biện pháp này nên bụi không thoát ra khỏi lỗ khoan dưới dạng tự do mà hỗn hợp với nước rồi bị đẩy ra ngoài dưới dạng dung dịch. Việc rửa lỗ khoan có thể cung cấp nước dọc trục và cung cấp nước bên sườn. Khi rửa lỗ khoan cung cấp nước dọc trục, nước đi vào rãnh của cần khoan qua rãnh ở chòong và rãnh ở thân búa. Phương án cung cấp nước dọc trục này được áp dụng cho máy khoan khí ép, máy khoan điện cầm tay, khoan điện có cột đỡ. Hiệu quả giảm bụi trong phương pháp chống bụi này đạt 95 - 97% so với khi khoan khô không chống bụi và trong đa số các trường hợp nồng độ bụi đạt dưới mức tối đa cho phép.

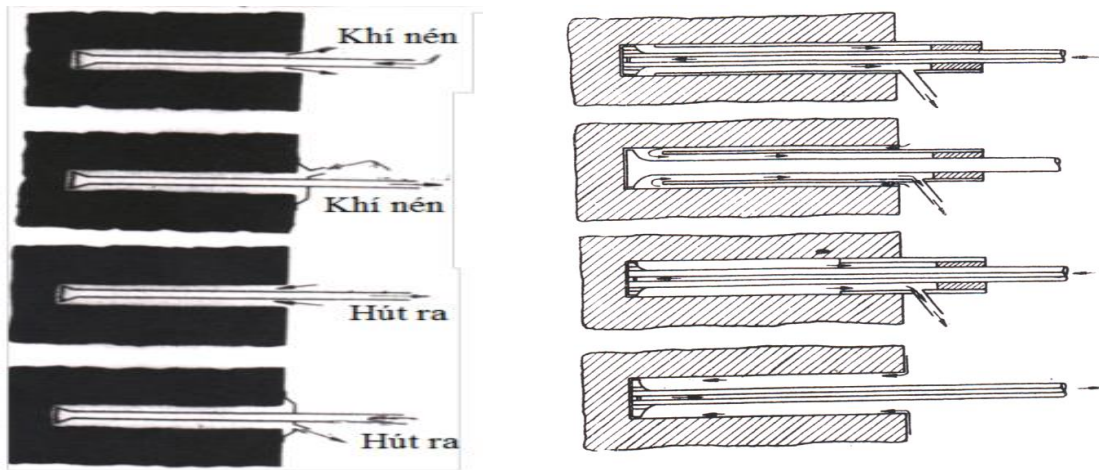
Lượng nước cần cung cấp cho lỗ khoan để đạt được hiệu quả khử bụi không được nhỏ hơn 3 l/phút đối với máy khoan hạng nặng. [Trần Xuân Hà, 2013]

- Khoan bán ướt (khoan với việc chống bụi bằng bọt khí)

Hiện đang có một số chất tạo bọt có tính chất sinh ra dung dịch bọt khí đặc và do lực liên kết nhân tạo, bọt khí này liên kết các hạt bụi dễ dàng. Bọt khí sinh ra nhờ đưa khí nén vào một loại dung dịch nhất định. Bọt khí được sinh ra như thế được bơm vào lỗ khoan thay thế nước hoặc vào miệng lỗ khoan. Lượng nước tiêu thụ trong phương pháp chống bụi này là rất nhỏ, cho nên phương pháp chống bụi này được chỉ dẫn sử dụng ở mỏ thiếu nước hoặc cần giảm tiêu thụ nước nhằm bảo vệ điều kiện vi khí hậu hoặc bảo vệ đất đá ở nền đường lò. Đồng thời phương pháp chống bụi này cũng nên sử dụng khi khoan lỗ khoan nghiêng và lỗ khoan đứng. [Trần Xuân Hà, 2013]

- Chống bụi khi khoan với việc hút và lọc bụi

Trong trường hợp này bụi phát sinh do khoan sẽ được hút ra khỏi lỗ khoan hoặc qua ty khoan, hoặc qua miệng lỗ khoan



Hình 2. Thu bụi từ lỗ khoan

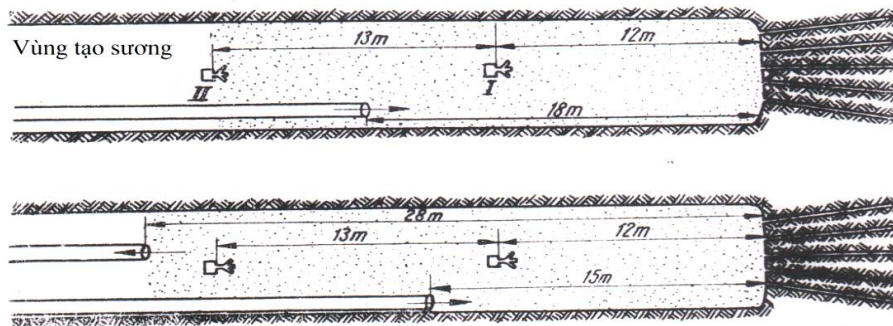
Nếu việc hút bụi ở miệng lỗ khoan thì khi đó sử dụng một số thiết bị bịt miệng lỗ khoan, còn khi hút bụi từ đáy lỗ khoan, công việc hút bụi sẽ được tiến hành nhờ ty khoan hoặc nhờ khoảng không gian giữa ty khoan và ống kim loại đưa vào lỗ khoan.

3.1.3. Chống bụi khi nổ mìn

Công tác nổ mìn là một trong những nguồn tạo bụi chủ yếu trong mỏ. Các phương pháp chống bụi bao gồm: dùng màn sương, treo các túi nước treo, nấp búa nước cho lỗ mìn và kết hợp các phương pháp trên.

- Dùng màn sương nước

Biện pháp này tiến hành bằng cách tạo ra sau gương lò một đoạn dài từ 10 - 20 m một màn sương gồm những hạt nước vô cùng nhỏ, các hạt nước này làm ẩm bụi khiến cho trọng lượng của chúng tăng lên và bắt buộc phải lắng đọng

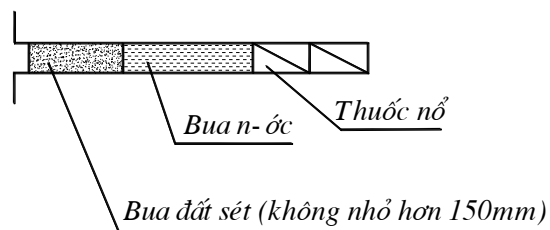


Hình 3. Chống bụi nhờ phun sương

Để tăng hiệu quả thì cần cho thêm nước phun ướt các chất thấm ướt, có thể làm giảm 80- 95% bụi. Ngoài ra nó còn có tác dụng khử Axit Nitric. Nhờ đó mà thời gian thông gió được rút ngắn, hiệu quả làm giảm ụxytnitơ từ 50- 60%. [Trần Xuân Hà, 2013]

- Nổ mìn sử dụng búa nước

Nấp búa cho lỗ mìn bằng nước là đặt các túi nước vào lỗ mìn tiếp theo sau là các thỏi thuốc thay cho đất sét, các túi nước này được lèn chặt bằng đất sét.[Trần Xuân Hà, 2013]



Hình 4. Nấp búa cho lỗ mìn bằng nước

Vỏ của các túi nước được chế tạo từ các ống Polietylen có đường kính nhỏ hơn đường kính lỗ mìn 1-3 mm, đầu túi được bịt chặt hoặc được bịt kín bởi van 1 chiều.

- *Sử dụng túi nước treo khi nổ mìn*

Hiệu quả của phương pháp này cũng tương tự như ở phương pháp nạp búa cho lỗ mìn bằng các túi nước. Các túi nước được treo trước gương lò khoảng 1,5-2 m và chúng sẽ bị nổ tung ra khi mìn nổ, tạo nên một lớp sương mù trước gương lò.

Số lượng túi cần thiết cho một lần nổ được xác định sao cho đối với 1m² tiết diện lò sẽ có không ít hơn 5 túi, mỗi túi có dung tích 10-12 lít.

3.1.4. Chống bụi khi xúc bốc

Khi xúc bốc đất đá hoặc khoáng sản sau khi nổ mìn cũng làm phát sinh lượng bụi đáng kể. Để chống bụi trong công tác này, người ta sử dụng phương pháp phun tưới bằng thủ công hoặc bằng các vòi phun tự động được lắp đặt trên máy xúc.

3.2. Lựa chọn các giải pháp chống bụi hợp lý cho gương lò đào tại mỏ than Núi Béo

3.2.1. Các giải pháp được lựa chọn

Để đáp ứng được yêu cầu giảm thiểu nồng độ bụi, đồng thời nâng cao năng suất lao động cần phải phối kết hợp các giải pháp chống bụi sao cho hợp lý. Đối với các gương lò đào tại mỏ than Núi Béo với đặc điểm là tiết diện đào lò không lớn, hầu hết các đường lò đều đào trong than nên các giải pháp được lựa chọn như sau:

- **Trong thông gió khi đào lò:** Cần yêu cầu tốc độ gió đi qua đường lò với tốc độ 0,5 đến 0,7m/s, tốc độ gió trong ống gió ≤ 12 m/s, khoảng cách từ miệng ống gió tới gương lò ≤ 10 m nhằm hòa loãng bụi nguyên sinh tốt nhất và tránh phát sinh bụi thứ sinh.

- **Khi khoan lỗ mìn:** Cần sử dụng các loại máy khoan có mũ chụp để thu bụi, tránh phát sinh ra gương lò. Sử dụng khoan ướt hoạt khoan bán ướt tại gương lò than sẽ không hợp lý vì hầu hết đều sử dụng máy khoan điện và tại các gương lò đào không có sẵn nước.

- **Khi nổ mìn:** Nhằm hòa loãng bụi nhanh, hấp thụ khí độc và nhiệt độ tại gương lò, nên sử dụng phun sương dập bụi để tạo màn sương tại các gương lò đào. Với phương pháp này đã được áp dụng rất hiệu quả tại mỏ than Hà Lâm, cho hiệu quả dập bụi đến 70%. Phương pháp này được trình bày như hình 3. Còn phương pháp sử dụng búa nước và treo túi nước tại gương lò sẽ khó khăn do thời gian chuẩn bị búa nước và túi nước sẽ lâu. Mặt khác nếu xảy ra hiện tượng rò rỉ sẽ rất dễ dẫn đến tình trạng mìn cầm hoặc chập kíp do hầu hết thuốc nổ tại các gương lò này đều là thuốc nổ không chịu nước và nổ mìn bằng kíp điện.

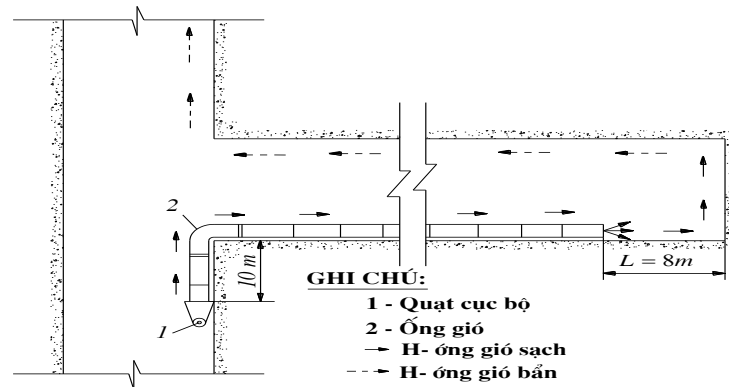
- **Khi xúc bốc:** Nếu đã sử dụng phun sương dập bụi trong quá trình nổ mìn thì trong khâu xúc không cần phải sử dụng phương pháp chống bụi nữa, do các hạt bụi đã bị làm ẩm và trong quá trình xúc vẫn sử dụng phun sương.

- Trang bị bảo hộ cá nhân: Ngoài những giải pháp chống bụi như trên, cần phải trang bị bảo hộ chống bụi cho mỗi người lao động làm việc tại gương lò như: Khẩu trang chống bụi, mũ chống bụi,...

3.2.2. Lựa chọn đường lò thiết kế giải pháp chống bụi

Đường lò được lựa chọn thiết kế giải pháp chống bụi là thượng mở lò chợ 41105 tại mỏ than Núi Béo có nồng độ bụi đo được là 312 μ g/m³, vượt quá giới hạn cho phép theo QCVN 05:2013/BTNMT (300 μ g/m³). Với đặc điểm là đường lò thượng, có độ dốc theo độ dốc của dốc của vỉa 11 (dốc 26⁰), đường lò được đào trong vỉa than và có thời gian thi công không lâu (đường lò đào để mở lò cắt), với tốc độ đào lò hiện tại thì thượng mở lò chợ 41105 có thời gian thi công khoảng 45 ngày. Với thời gian ngắn, đường lò dốc nên nghiên cứu đã đề xuất các giải pháp giảm thiểu nồng độ bụi trong gương lò và giải pháp giảm thiểu ảnh hưởng đến người lao động như sau:

- Giải pháp thông gió: Luôn duy trì khoảng cách từ miệng ống gió tới gương lò là 8m, tốc độ gió đi trong đường lò là 0,5m.



Hình 5. Sơ đồ thông gió khi đào lò thượng mở lò chợ 41105 tại mỏ than Núi Béo

Kết quả đo đạc sau khi áp dụng giải pháp duy trì tốc độ gió đi trong đường lò và khoảng cách từ miệng ống gió cho thấy: Nồng độ bụi trong đường lò cách gương lò 20m là $189\mu\text{g}/\text{m}^3$, nồng độ bụi tại gương lò sau khi nổ mìn và được thông gió tích cực (30 phút) là $254\mu\text{g}/\text{m}^3$, đã giảm $58\mu\text{g}/\text{m}^3$ (so với kết quả $312\mu\text{g}/\text{m}^3$ trước đó). Kết quả này nằm trong giới hạn cho phép theo QCVN 05:2013/BTNMT.

Ngoài ra với đặc điểm là đường lò dốc nên để giảm thiểu bụi hít vào cơ thể người công nhân, cần thiết phải sử dụng khẩu trang chống bụi chuyên dụng để giảm thiểu ảnh hưởng của bụi đến sức khỏe công nhân là nhỏ nhất.



Hình 6. Khẩu trang chống bụi chuyên dụng cho mỏ hầm lò

4. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu cho thấy, để giảm thiểu nồng độ bụi và giảm thiểu ảnh hưởng của bụi đối với công tác khai thác mỏ nói chung và người lao động nói riêng cần thực hiện các công tác sau: Trước hết ta cần trang bị các thiết bị bảo hộ cho người công nhân để đảm bảo an toàn bụi cho người lao động cùng với đó là việc tiến hành các biện pháp nhằm giảm hàm lượng bụi chung cho gương lò như: Trong khâu khoan cần sử dụng máy khoan có thiết bị thu bụi hoặc gia công phần mũ chụp để thu bụi lắp cho máy khoan không có thiết bị thu bụi; Trong khâu nổ mìn ưu tiên sử dụng phương pháp phun sương dập bụi nhằm giảm bụi, giảm nhiệt độ và hấp thụ khí độc.

Cần đảm bảo với tốc độ gió qua các đường lò đào 0,5 m/s đến 0,7m/s, tốc độ gió trong ống gió $\leq 12\text{m/s}$, khoảng cách từ miệng ống gió tới gương lò $\leq 10\text{m}$. [Bộ công thương, 2011]

Kết quả áp dụng giải pháp đối với thượng mở lò chợ 41105 tại mỏ than Núi Béo khá khả quan với nồng độ bụi tại gương lò (nơi tập trung số lượng người nhiều nhất trong đào lò) giảm từ $312\mu\text{g}/\text{m}^3$ xuống còn $254\mu\text{g}/\text{m}^3$. Với nồng độ bụi này, môi trường làm việc của công nhân được đảm bảo theo QCVN 05:2013/BTNMT.

Tài liệu tham khảo

- Công ty CP than Núi Béo-Vinacomin, 2018, *Kế hoạch khai thác*, Quảng Ninh
- Sở Y tế môi trường tỉnh Quảng Ninh, 2018, *Báo cáo tổng kết công tác môi trường các mỏ than 6 tháng đầu năm*, Quảng Ninh
- Bộ công thương, 2011, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong khai thác than hầm lò, Hà Nội
- Trần Xuân Hà, 2013. *An toàn vệ sinh công nghiệp trong khai thác mỏ hầm lò*, Nhà Xuất bản Khoa học kỹ thuật – Hà Nội

ABSTRACT

Research on solutions to reduce concentration of dust at faces of coal mine Nui Beo

Nguyen Van Quang¹, Nguyen Van Thinh¹, Pham Duc Hung¹
¹Hanoi University of Mining and Geology

Nui Beo coal mine with an area of 5.6 km². It is far 7 km from north – east of Ha Long city, managed by Vinacomin - Nui Beo Coal Joint Stock Company. after finishing the mining of the shallow coal by the open pit method, the depth of the Nui Beo coal mine is being prepared by mining method. At present, the mine is in the process of constructing the basic heading and heading preparations to serve the deep mining project by underground mining method. Currently, the mine is being constructed at the same time 6 face of stope, include level, brake icline. There are two face with dust concentration higher than allowed, QCVN 05:2013/BTNMT. Dust mines is exist in suspended in the air, harmful to the health of workers. especially rock dust with silky particle size, causing diseases: Silicozơ, antracozơ hoặc Silicozơ- antracozơ. The paper has studied, analyzed and evaluated the geological conditions of the mine, the characteristics technology of the exploit-hold heading, determine the dust concentration in the face heading and Proposed appropriate solutions to reduce the amount of dust resulting from the face heading of Nui Beo coal mine. Particularly, the research results have been applied for the brake incline at 41105 at Nui Beo Coal Mine and bring about positive results, reduce the concentration of dust in the face heading to the limit allowed by QCVN 05: 2013. / BTNMT.

Keywords: Dust, Face, NuiBeo coal mine

Nghiên cứu ứng dụng năng lượng nổ để nén ép nền đất yếu bằng lượng nổ tập trung

Đàm Trọng Thắng^{1,*} Nguyễn Trí Tá¹
¹ Học Viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT

Để có thể thuyết phục và ứng dụng hiệu quả năng lượng nổ nhằm nén ép nền đất yếu phục vụ gia cường, gia cố đất dưới nền móng công trình, cần phải nghiên cứu hoàn thiện phương pháp tính toán nổ. Chính vì vậy bài báo đã sử dụng phương pháp giải tích kết hợp với thực nghiệm nhằm nghiên cứu hoàn thiện bản chất quá trình tác dụng nổ nén ép nền đất bằng lượng nổ tập trung, đưa ra phương pháp xác định hệ số đặc trưng cho mức độ nén ép của nền đất và phương pháp tính toán thông số lượng nổ tập trung để nổ nén ép nền đất.

Từ khóa: Nổ; nén ép đất; gia cường nền đất; gia cố nền đất.

1. Đặt vấn đề

Khi xây dựng những công trình trên nền đất yếu, việc gia cố nền để có độ chặt đảm bảo được cường độ chịu tải yêu cầu cho công trình là vấn đề rất quan trọng. Nếu như không xử lý tốt nền móng, các công trình xây dựng trên các loại đất đá này sẽ bị lún hoặc bị hư hại. Việc gia cố đất yếu, đất dẻo, được làm bằng nhiều phương pháp khác nhau: vét bùn, nén ép, gia tải trước, gia cố bằng cọc gỗ, cọc tre, cọc bê tông, cọc cát... (Đàm Trọng Thắng và nnk, 2015; Орленко Л.П. и др, 2002). Hiệu quả của các phương pháp này tùy theo điều kiện địa chất khu vực và tính chất của công trình. Ngoài những ưu điểm, các phương pháp trên có nhược điểm là thời gian thi công bị kéo dài, phương tiện công kênh và giá thành đắt. Vì thế, việc tìm một biện pháp thích hợp có hiệu quả kinh tế kỹ thuật để gia cường, gia cố đất yếu là một nhiệm vụ có tính cấp thiết.

Ở nước ta năng lượng nổ chủ yếu được nghiên cứu ứng dụng trong việc phá hủy đất đá, việc nghiên cứu ứng dụng trong gia cường, gia cố vật liệu trong đó có đất yếu còn ít được quan tâm. Ngược lại trên thế giới năng lượng nổ rất được quan tâm trong việc gia cường, gia cố vật liệu (Đàm Trọng Thắng và nnk, 2015; Viện KHCN giao thông vận tải, 2016). Hiện tại ở ta cũng chưa được đầu tư một cách hệ thống cho việc tạo ra công nghệ nổ gia cường, gia cố đất đá (Nguyễn Đình Ấu và Nhữ Văn Bách, 1998; Hoàng Văn Tân và nnk, 1973; Viện KHCN giao thông vận tải, 2016; Орленко Л.П. и др, 2002). Những tài liệu ta được tiếp cận được còn hạn chế về bí quyết kỹ thuật và công nghệ. Chính vì vậy việc tiếp tục đầu nghiên cứu ứng dụng năng lượng nổ trong công tác gia cường, gia cố cho nền đất là một hướng đi có ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Bản chất phương pháp này chính là sự nén ép tạo buồng rỗng trong nền đất bằng nổ. Sau nổ đất xung quanh buồng rỗng được nén chặt hơn, còn buồng rỗng được nhồi cát hoặc vữa bê tông. Kết quả làm tăng sức chịu tải cho nền đất.

2. Phân tích cơ sở lý thuyết nổ nén ép đất

2.1. Quan điểm cân bằng năng lượng

Thể năng của lượng nổ:

$$W = E_0 \cdot A \cdot Q, \text{ kG.m/kg} \quad (1)$$

trong đó:

E_0 - nhiệt lượng riêng của chất nổ, kCal/kg; Với thuốc nổ Amonit số 6JV có $E_0 = 1000$ kCal/kg;

Q - khối lượng chất nổ, kg;

A - đương lượng công của nhiệt, bằng 427 kG.m/kCal.

Khi nổ ngầm trong đất dẻo, coi quá trình nổ là đoạn nhiệt, theo định luật bảo toàn năng lượng, thể năng của lượng nổ bằng tổng năng lượng nén ép đất đá (W_n), trong vùng nén năng lượng làm biến dạng không

* Tác giả liên hệ

Email: damtrongthang0806@gmail.com

thuận nghịch (W_{bd}) trong vùng biến dạng và năng lượng gây chấn động đất (W_c) trong vùng đàn hồi có dạng sau:

$$W = W_n + W_{bd} + W_c \quad (2)$$

Các công trình nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm nổ trong môi trường đất đá vô tận đã chứng minh rằng, ba vùng này có tuân theo qui luật đồng dạng và tỉ lệ bán kính tác dụng giữa các vùng có thể xem như không đổi trong mỗi loại đất đá nhất định (Кутузов Б.Н. và Рубцов В.К., 1970; Кутузов Б.Н., 1990; Седов Л.И., 1967). Vì vậy đề đơn giản bài toán có thể đưa vào hệ số sử dụng năng lượng hữu ích trong vùng nén có dạng:

$$\eta = \frac{W - W_{bd} - W_c}{W} \text{ hay } \eta = \frac{W_n}{W} \quad (3)$$

Theo kết quả nghiên cứu của A.N Khanucaep $\eta = 0,6 - 0,7$. Thay (1) vào (3) rút ra:

$$W_n = \eta \cdot E_0 \cdot A \cdot Q \quad (4)$$

Năng lượng cần thiết để nén ép đất tạo thành buồng rỗng trong vùng nén của lượng nổ tập trung được xác định như sau:

$$W_n = \iiint_V W_{0n} dV = 4\pi W_{0n} \int_{r_0}^{R_n} R^2 dR \quad (5)$$

$$W_n = \frac{4}{3} \pi W_{0n} (R_n^3 - r_0^3) \quad (6)$$

trong đó:

W_{0n} - năng lượng tiêu tốn riêng cần thiết để nén ép đất đến trạng thái vòm cân bằng với áp lực nổ tính trên một đơn vị thể tích đất, kG.m/m³;

V - thể tích vùng đất đá bị nén thành vùng rỗng.

Cân bằng (4) và (6), tiến hành biến đổi cho phép rút ra bán kính vùng nén ép có dạng:

$$R_n = \sqrt[3]{1 + \eta \cdot A \cdot \rho_t \cdot \frac{E_0}{W_{0n}}} \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi\rho_t}} \sqrt[3]{Q} \quad (7)$$

Đặt: $K_n = \sqrt[3]{1 + \eta \cdot A \cdot \rho_t \cdot \frac{E_0}{W_{0n}}} \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi\rho_t}}$, khi đó công thức (7) được viết dưới dạng rút gọn:

$$R_n = K_n \cdot \sqrt[3]{Q} \quad (7')$$

trong đó:

K_n - được gọi là các hệ số đặc trưng cho tác dụng nổ ở vùng nén (còn gọi là hệ số nén ép đất của nổ), nó phụ thuộc vào loại đất đá và loại chất nổ. Đất đá càng bền vững khó nén thì bán kính vùng nén càng nhỏ và ngược lại;

W_{0n} - năng lượng tiêu tốn riêng cần thiết để nén ép đất đến trạng thái vòm ổn định tính trên một đơn vị thể tích đất, kG.m/m³;

ρ_t - mật độ thuốc nổ, kg/m³.

2.2. Quan điểm cân bằng áp lực nổ dẫn nổ trong buồng mìn

Theo định luật dẫn nổ khí nổ mạnh ta có mối quan hệ giữa áp suất trong sản phẩm khí nổ (P) với thể tích dẫn nổ (V) có dạng:

$$P \cdot V^n = const \quad (8)$$

Qui luật trên có các điều kiện sau: $n = k = 3$ khi $P \geq P_k$ và $n = \gamma = 7/5$ khi $P \leq P_k$.

Qui luật dẫn nở sản phẩm nổ từ thể tích buồng mìn ban đầu (tương ứng bán kính r_0) đến thể tích vùng nén ép (tương ứng bán kính R_{0n}) xảy ra theo hai giai đoạn theo qui luật entropi khác nhau trong (8). Vì vậy tại điểm tiếp xúc hai entropi đối với lượng nổ tập trung ta nhận được hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} r_0 / R_k = (P_k / P_0)^{1/3k} \\ R_k / R_n = (P_{0n} / P_k)^{1/3\gamma} \end{cases} \quad (9)$$

Sau khi biến đổi nhận được:

$$R_n = \left(\frac{P_0}{P_k}\right)^{\frac{1}{3k}} \cdot \left(\frac{P_k}{P_{0n}}\right)^{\frac{1}{3\gamma}} \cdot \left(\frac{3}{4\pi\rho_t}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot \sqrt[3]{Q} \quad (10)$$

Đặt: $\left(\frac{P_0}{P_k}\right)^{\frac{1}{3k}} \cdot \left(\frac{P_k}{P_{0n}}\right)^{\frac{1}{3\gamma}} \cdot \left(\frac{3}{4\pi\rho_t}\right)^{\frac{1}{3}} = K'_n$, khi đó biểu (10) có thể được viết dưới dạng rút gọn:

$$R_n = K'_n \cdot \sqrt[3]{Q} \quad (10')$$

trong đó:

P_0 - áp suất ban đầu trong sản phẩm nổ, kG/cm²;

k, γ - các chỉ số đa biến;

P_k, P_{0n} - tương ứng là trị áp suất trung gian trong sản phẩm khí nổ khi chuyển trạng thái entropi và trị số áp lực giới hạn của đất ở trạng thái cân bằng với áp lực sản phẩm nổ trong buồng nén;

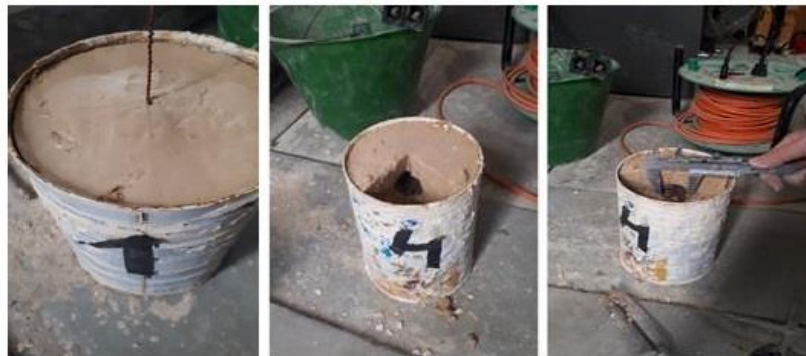
K'_n - được gọi là các hệ số đặc trưng cho tác dụng nổ ở vùng nén (còn gọi là hệ số nén ép đất của nổ), nó phụ thuộc vào loại đất đá và loại chất nổ. Đất đá càng bền vững khó nén thì bán kính vùng nén càng nhỏ và ngược lại.

Nhận xét: Phân tích hai quan điểm tính toán nổ ngầm nén ép đất ở trên nhận thấy điểm tương đồng về dạng phụ thuộc của bán kính vùng nén vào bán kính lượng nổ hay khối lượng thuốc nổ. Sự tương đồng này càng chứng minh tính đúng đắn của chân lý về sự đồng dạng về tác dụng nổ trong môi trường (Кутузов Б.Н. và Рыбцов В.К., 1970; Кутузов Б.Н., 1990; Седов Л.И., 1967). Điểm tương đồng ở đây chính là sự xuất hiện hệ số đặc trưng cho tiêu tốn năng lượng nổ để nén đất K_n, K'_n . Về bản chất hai hệ số này là một, vì vậy có thể dùng chung một kí hiệu là K_n . Hệ số này cần phải được xác định chính xác hơn từ con đường thực nghiệm.

3. Nghiên cứu thực nghiệm về nổ nén ép đất bằng lượng nổ tập trung trên mô hình nổ điện

3.1. Mô tả thí nghiệm

Tiến hành thí nghiệm nổ nén ép đất yếu dạng sét tự nhiên với các chỉ tiêu cơ lý được đo đạc xác định trong bảng 1:



Hình 1. Ảnh mô hình mẫu thí nghiệm trước và sau khi nổ

Bảng 1. Tính chất cơ lý của mẫu đất thí nghiệm

Khối lượng riêng, ρ (kg/m ³)	Độ ẩm tự nhiên, W (%)	Hệ số rỗng, ϵ	Tốc độ truyền sóng âm, (m/s)
1932÷1997	5,39÷5,91	0,112÷0,151	410÷594

Mẫu đất sét được chứa trong hộp sắt hình trụ đường kính 130mm, cao 170mm. Năng lượng nổ được tạo ra nhờ thiết bị tạo xung nổ điện có công suất tối đa 550 Jun. Đầu nổ là dây đồng được cắm ngập trong mẫu đất sét ở độ sâu khác nhau, xem hình 1.

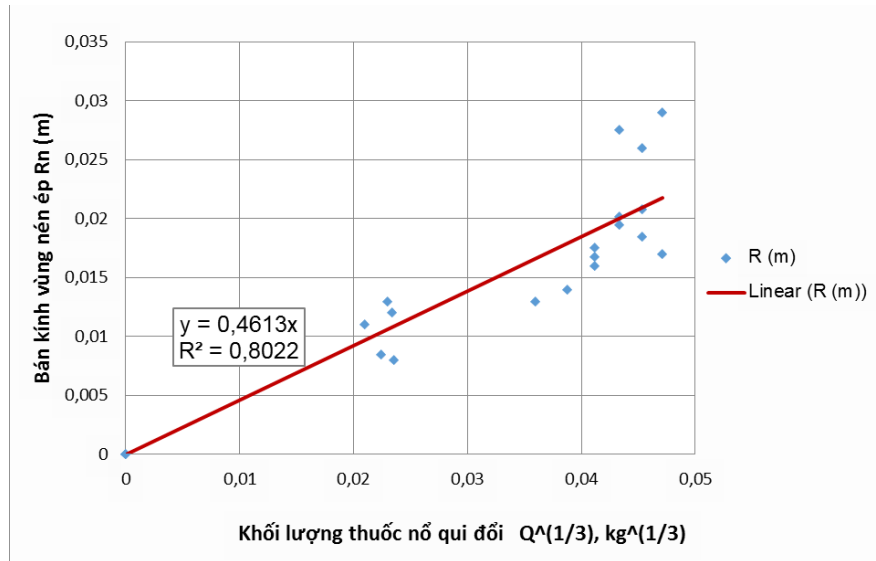
3.2. Nội dung và kết quả thí nghiệm

Tiến hành 18 vụ nổ ngầm có công suất từ 40J đến 450J trong phạm vi chiều sâu chôn đầu nổ từ 20mm đến 40mm. Kết quả thí nghiệm được mô tả trong bảng 2 và hình 2.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm

TT	Chiều sâu tâm nổ, (mm)	Năng lượng vụ nổ, (J)	Đường kính buồng nén ép khi nổ ngầm, (mm)	Ghi chú
1	30	300	35,000	Nổ ngầm
2	30	350	40,300	Nổ ngầm
3	30	400	52,0	Nổ ngầm
4	30	450	34,0	Nổ ngầm
5	30	450	58,0	Nổ ngầm
6	40	200	26,0	Nổ ngầm
7	40	250	28,0	Nổ ngầm
8	40	300	32,0	Nổ ngầm
9	30	300	33,5	Nổ ngầm
10	30	350	39,0	Nổ ngầm
11	30	400	37,0	Nổ ngầm
12	30	400	41,6	Nổ ngầm
13	25	350	55,0	Nổ ngầm
14	30	40	22,0	Nổ ngầm
15	30	48	17,0	Nổ ngầm
16	30	55	24,0	Nổ ngầm
17	30	52	26,0	Nổ ngầm
18	30	56	16,0	Nổ ngầm

Để phân tích số liệu thực nghiệm trong bảng 2, năng lượng nổ điện được quy đổi về năng lượng của thuốc nổ tiêu chuẩn amonit số 6JV. Thuốc nổ Amonit số 6JV có nhiệt lượng riêng $E_v=1028$ kCal/kg= 1028.000 Cal/kg. Biết 1 kCal= 4190 J, nên $E_v=4307320$ J/kg = $4.307,32$ J/g, mật độ trung bình của thuốc nổ amonit số 6JV là $\Delta=1$ g/cm³.



Hình 2. Dạng phụ thuộc thực nghiệm giữa bán kính buồng nổ ngầm và khối lượng thuốc nổ tương đương quy đổi về Amonit số 6JV

Tiến hành phân tích các số liệu trong bảng 2 trên phần mềm Excell theo phương pháp bình phương tối thiểu và nguyên tắc đồng dạng tác dụng cơ học nổ, cho phép nhận được dạng phụ thuộc thực nghiệm giữa bán kính buồng nổ ngầm vào khối lượng thuốc nổ tương đương quy đổi về Amonit số 6JV, được chỉ ra trên hình 2. Kết quả nhận được sự phụ thuộc của bán kính buồng nổ nén ép vào khối lượng thuốc nổ có dạng sau:

$$R_n = 0,4613 \cdot \sqrt[3]{Q}, \quad R^2 = 0,8022 \quad (11)$$

trong đó: R- hệ số tương quan hay còn gọi là hệ số đường cong xấp xỉ.

Qui luật thực nghiệm nổ nén ép nền đất (11), được xử lý theo lý thuyết đồng dạng hoàn toàn trùng với dạng công thức lý luận (7') và (10'), trong đó hệ số đặc trưng cho tác dụng vùng nén: $K_n = 0.4613 \text{ kg/m}^3$.

4. Xây dựng phương pháp tính toán nổ nén ép nền đất yếu dưới chân công trình

Cơ học đất đã chứng minh rằng, khả năng chịu tải của đất phụ thuộc vào hàm lượng độ rỗng trong đất hay phụ thuộc vào hệ số độ rỗng của đất. Đất có độ rỗng càng lớn thì khả năng chịu tải càng nhỏ và ngược lại (Đàm Trọng Thắng và nnk, 2015). Như vậy để làm tăng sức chịu tải của nền đất cho nền móng công trình cần làm giảm hệ số độ rỗng. Dựa trên nguyên tắc này đã ra đời một số phương pháp truyền thống như cọc cát, đầm lèn... Sự hình thành buồng nén ép rỗng khi nổ ngầm về bản chất cũng chính là sự thủ tiêu các lỗ rỗng trong vùng biến dạng vượt giới hạn bền xung quanh buồng mìn. Như vậy có thể đưa ra cơ sở lý luận ban đầu cho việc tính toán nổ nén ép nền đất dưới chân công trình như sau:

Giả sử nền đất ban đầu được đặc trưng bởi hệ số độ rỗng ε_0 . Theo yêu cầu nền đất mới cần phải tăng sức chịu tải cho công trình tương ứng với hệ số độ rỗng cần đạt là ε_1 . Tổng thể tích lỗ rỗng (ΔV_r) cần phải khử trong thể tích (V_s) vùng nền móng chân công trình gia cường là:

$$\Delta V_r = (\varepsilon_0 - \varepsilon_1) \cdot V_s \quad (12)$$

Khối lượng thuốc nổ được xác định đảm bảo theo điều kiện nổ ngầm:

$$Q = K \cdot f_{th}(n) \cdot h^3 \quad (13)$$

trong đó:

K - tiêu tốn thuốc nổ đơn vị, kg/m^3 ;

$f_{th}(n)$ - hàm chỉ số tác dụng nổ tới hạn để đảm bảo tác dụng nổ ngầm;

h - chiều sâu chôn lượng nổ.

Bán kính vùng nén được xác định theo công thức (7') hoặc (10') với hệ số đặc trưng cho tác dụng vùng nén cần được xác định trong thí nghiệm theo phương pháp trình bày trong mục 3.

Tổng số lượng nổ tập trung cần thiết trong vùng đất gia cường dưới chân công trình:

$$N = \frac{\Delta V_r}{V_n} = \frac{3(\varepsilon_0 - \varepsilon_1) \cdot V_s}{4\pi R_n^3} \quad (14)$$

Khi sử dụng mạng nổ ô vuông hay tam giác đều, số hàng lượng nổ và số lượng nổ trong hàng, được tính theo sự phân bố của tổng số lượng nổ tập trung tính toán trong diện tích vùng gia cường.

5. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu phân tích lý thuyết và thực nghiệm trình bày ở trên cho phép rút ra một số kết luận sau:

- Bán kính buồng nén ép khi nổ ngầm tỉ lệ thuận với căn bậc ba của khối lượng thuốc nổ và phụ thuộc vào đặc tính cơ lý của đất và loại thuốc nổ sử dụng thông qua hệ số nén ép đất của nổ. Khi cố định khối lượng thuốc nổ, nếu đất càng bền vững thì bán kính vùng nén ép càng lớn và ngược lại;

- Khi tăng khối lượng thuốc nổ thì bán kính vùng nén ép tăng và ngược lại, tuy nhiên việc tính toán khối lượng thuốc nổ tối đa ở mỗi độ sâu chôn thuốc cần phải thỏa mãn yêu cầu của điều kiện nổ ngầm (13);

- Tổng số lượng nổ tập trung cần thiết trong vùng đất gia cường dưới chân công trình tỉ lệ thuận với hiệu số độ rỗng đất trước và sau nổ, thể tích đất trong vùng gia cường và tỉ lệ nghịch với lập phương bán kính vùng nén;

- Việc hình thành vùng nén ép dạng buồng rỗng hình cầu khi nổ ngầm trong đất là một qui luật tất yếu xảy ra khi nổ lượng nổ tập trung trong đất. Việc hình thành buồng nén ép rỗng cho phép làm thủ tiêu hay thu nhỏ lỗ rỗng trong đất, nhờ đó làm tăng khả năng chịu tải của đất dưới chân công trình.

Tài liệu tham khảo

Nguyễn Đình Ấu, Nhữ Văn Bách, 1998. *Phá vỡ đất đá bằng phương pháp khoan nổ mìn*. NXB Giáo dục Hà Nội, 352 trang.

Hoàng Văn Tân và nnk, 1973. *Những phương pháp xây dựng trên nền đất yếu*. NXB KHKT Hà Nội, 346 trang.

Đàm Trọng Thắng và nnk, 2015. *Nổ mìn trong ngành mỏ và công trình*. NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ, Hà Nội, trang 111-220.

Viện KHCN giao thông vận tải, 2016. *Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu ứng dụng năng lượng nổ để gia cường đất yếu"*. Bộ Giao thông vận tải, Hà Nội, 152 trang.

Орленко Л.П. и др, 2002. *Физика взрыва, Том 1*. Издательство "Физматлит", Москва, с: 676-757.

Кутузов Б.Н., Рубцов В.К., 1970. *Физика взрывного разрушения горных пород*. Раздел 1. Издательство МГИ, Москва, 176с.

Кутузов Б.Н., 1990. Лабораторные работы по дисциплине "Разрушение горных пород взрывом". МГИ, Москва, 46с.

Седов Л.И., 1967. *Методы подобия и размерности в механика*. Издательство "Наука", Москва, 370с.

ABSTRACT

Study on the application of explosive energy to compress the weak ground by a concentrated charge

Dam Trong Thang¹; Nguyen Tri Ta¹

¹ Military Technical Academy

To complete gradually the technology of compress the weak ground for strengthening and reinforcing the soil under foundation, it is necessary to complete the method of explosive calculation. Therefore, the paper combines the analytical method with the experimental method to completing study the essence of the explosive compressing process of the ground by using the concentrated charge, give the method of determining the coefficient of the compression level of the ground and the method of calculating the concentrated charge to compress the ground.

Key words: explosive; compress the ground; strengthening; reinforcing.

Đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp hoàn thiện hệ thống thông gió của mỏ than Tân Lập, Quảng Ninh

Nguyễn Văn Thịnh^{1,*}, Trần Xuân Hà¹, Đặng Vũ Chí¹, Nguyễn Cao Khải¹, Đào Văn Chí¹
¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Thông gió mỏ hầm lò giữ một vai trò quan trọng trong quá trình khai thác các mỏ hầm lò nói chung và các mỏ than hầm lò nói riêng. Thông gió mỏ cung cấp không khí sạch cho con người và máy móc thiết bị làm việc trong mỏ, hoà loãng nồng độ các khí độc, khí có hại, hoà loãng nồng độ bụi và đưa chúng ra khỏi mỏ nhằm đảm bảo an toàn lao động và và đảm bảo điều kiện vi khí hậu dễ chịu tại các vị trí làm việc. Mặt khác, đây còn là biện pháp hữu hiệu để phòng chống nổ khí mê tan và nổ bụi than.

Mỏ than Tân Lập hiện đang khai thác từ mức -50 đến mức -100 với công suất 700.000 tấn/năm và đang đào sâu thêm giếng xuống mức -200 để chuẩn bị khai thác mức -100/-200 trong thời gian tới. Hiện nay, phương pháp thông gió cho mỏ là phương pháp thông gió hút với sử dụng trạm quạt gió chính mã hiệu 2k56-N24/400kW đặt tại cửa lò mặt bằng mức +17.

Với đặt điểm của mỏ than Tân Lập ngày càng khai thác xuống sâu, sản lượng mỏ chưa tăng nhưng số lượng gương lò đào chuẩn bị cho mức -100/-200 tăng lên đáng kể. Do đó, một số hộ tiêu thụ trong mỏ xuất hiện tình trạng thiếu gió sạch gây ảnh hưởng đến điều kiện làm việc của công nhân lao động và công tác an toàn trong khai thác mỏ.

Bài báo đã phân tích đánh giá hiện trạng thông gió của mỏ, tìm ra nguyên nhân ảnh hưởng đến công tác thông gió và đề xuất giải pháp hoàn thiện hệ thống thông gió cho mỏ than Tân Lập nhằm nâng cao hiệu quả thông gió cho mỏ và loại trừ tình trạng thiếu gió tại các hộ tiêu thụ gió của mỏ.

Từ khóa: Thông gió, Trạm quạt, Tân Lập

1. Đặc điểm mỏ than Tân Lập

Mỏ than Tân Lập nằm về phía Đông Bắc thị xã Cẩm Phả tỉnh Quảng Ninh. Giới hạn toạ độ địa lý: Từ 21⁰01'40" đến 21⁰02'55" vĩ độ Bắc; Từ 107⁰18'00" đến 107⁰18'08" kinh độ Đông

Khu mỏ được khai thông bằng lò bằng tại mức +17 kết hợp với cặp giếng nghiêng tại mặt bằng sân công nghiệp +17 đến mức -100 sau đó mở các sân ga, hầm trạm và đào các mũi xuyên vỉa, dọc vỉa đá các mức để khai thông cho các vỉa.

- Hệ thống khai thác mỏ đang áp dụng là hệ thống khai thác cột dài theo phương, công nghệ khấu than bằng khoan nổ mìn, chống giữ lò chợ bằng cột thủy lực đơn và giá thủy lực di động.

2. Đánh giá hiện trạng thông gió mỏ than Tân Lập

2.1. Phương pháp thông gió và vị trí đặt quạt

Mỏ được xếp loại I về khí cháy nổ, mở mỏ bằng các lò bằng xuyên vỉa đào từ ngoài địa hình ở mức +17, kết hợp với cặp giếng nghiêng đến mức -100. Hiện nay khu mỏ Bắc Cọc Sáu, Công ty than Hạ Long- TKV được thông gió bằng phương pháp thông gió hút, nhờ sử dụng trạm quạt gió chính mã hiệu 2k56-N24 đặt tại cửa lò xuyên vỉa mức thông gió +17, quạt gió này do Trung Quốc sản xuất

2.2. Sơ đồ thông gió mỏ và chất lượng đường lò

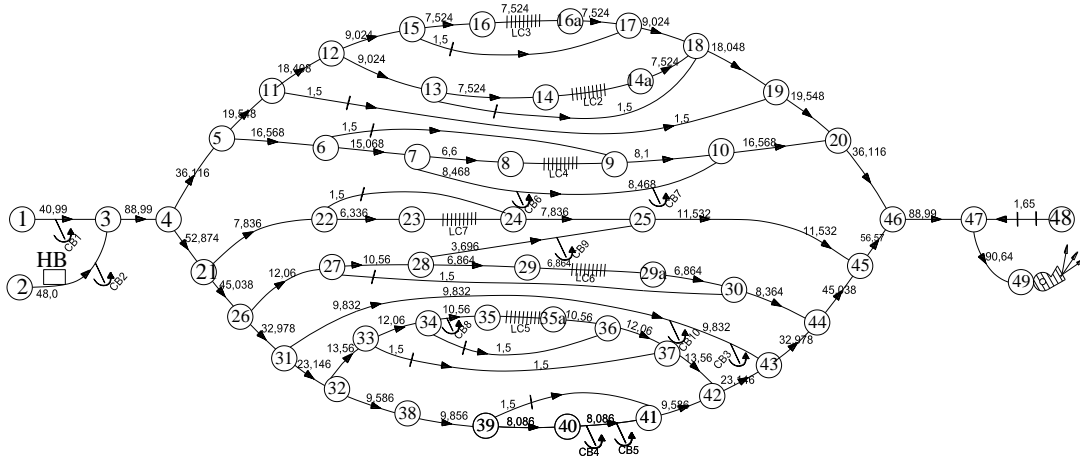
Để đảm bảo sản lượng khai thác cho mỏ, hiện nay mỏ huy động 6 lò chợ hoạt động đồng thời ở nhiều mức từ mức -100 đến mức -30 tại vỉa 14, vỉa 15 và vỉa 16.

Sơ đồ thông gió của mỏ: Gió sạch đi qua giếng chính, giếng phụ có cửa giếng ở mặt bằng mức +17, qua các đường lò xuyên vỉa, dọc vỉa vận tải các mức và vào thông gió cho các lò chợ khai thác. Gió thải

* Tác giả liên hệ

Email:nguyenvanthinh.hl@humg.edu.vn

từ lò chợ qua lò dọc via thông gió mức của các lò chợ, qua các thượng thông gió, qua lò dọc via thông gió, xuyên via thông gió +17 rồi được hút ra ngoài qua trạm quạt hút. Qua khảo sát mạng gió mỏ và mạng các đường lò cho thấy hầu hết các đường lò xây dựng cơ bản được đào trong đá đều đảm bảo về chất lượng như: hình dạng, khung chống, tiết diện so với ban đầu, tuy nhiên trong đường lò xuyên via mức -100 có nhiều đoàn tàu chờ bùn xúc dọn từ đường lò không di chuyển với chiều dài khoảng 20 toa goòng, đoạn đường lò xuyên via mức -100 (cách ngã 3 với hầm bom khoảng 200m) bị ngập nước với chiều dài khoảng 50m, chiều sâu ngập nước khoảng 15cm. Các đường lò dọc via trong mỏ hầu hết đảm bảo yêu cầu, chỉ có một số đoạn đường lò cần dọn dẹp và chống xén mở rộng nhằm đảm bảo tiết diện yêu cầu.



Hình 1. Giản đồ thông gió mỏ than Tân Lập

2.3. Hiện trạng thông gió cho lò chợ

a. Lưu lượng gió qua lò chợ

Tất cả các lò chợ đều được thông gió bằng các hạ áp chung của mỏ và có hướng gió thoát ra từ lò chợ đều đi từ dưới lên trên đúng theo Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về an toàn trong khai thác than hầm lò

Kết quả tính toán và kết quả đo đạc kiểm tra thực tế lượng gió cho lò chợ được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả lưu lượng gió cần cho lò chợ theo tính toán và kiểm tra thực tế

TT	Tên lò chợ	Các thông số lưu lượng gió (m^3/s)		Đánh giá		
		Cần	Thực tế	Thừa (m^3/s)	Thiếu (m^3/s)	Ghi chú
1	LC -90 -:- -30 Via 6	5.5	6.0	0.5	-	Đảm bảo
2	Lò chợ giá XDY mức -60/-20 Via 6 cánh Bắc	5.5	5.4	-	0.1	Cần bổ sung
3	LC -45 -:- -30 V9 khu IB	4.8	5.4	0.6	-	Đảm bảo
4	LC -50 -:- -25 V9 khu II	5.0	4.8	-	0.2	Cần bổ sung
5	LC -45 -:- -30 V9 khu IIB	5.0	5.6	0.6	-	Đảm bảo
6	LC XDY Via 11(KT8)	4.6	5.4	0.8	-	Đảm bảo

Phân tích các số liệu trong bảng 1, có thể rút ra những nhận xét sau: Trong số 6 lò chợ thì nhìn chung lượng gió phân phối qua các lò chợ đạt yêu cầu, có 2 lò chợ thiếu gió. Lò chợ -50 -:- -25 V9 khu II thiếu 0.2 m^3/s , lò chợ giá XDY mức -60/-20 Via 6 cánh Bắc thiếu 0.1 m^3/s , còn các lò chợ khác đều thừa gió từ 0.5 m^3/s đến 0.8 m^3/s .

b. Điều kiện vi khí hậu trong lò chợ

Kết quả đo một số thông số chủ yếu của điều kiện vi khí hậu ở lò chợ (tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm) cũng như đánh giá điều kiện vi khí hậu theo tiêu chuẩn Việt Nam được ghi trong bảng 2.

Bảng 2. Đánh giá điều kiện vi khí hậu ở các lò chợ

TT	Tên lò chợ	Các thông số vi khí hậu			QCVN 01:2011/BCT		
		Tốc độ gió, m/s	Nhiệt độ, °C	Độ ẩm, %	Tốc độ gió, m/s	Nhiệt độ, °C	Độ ẩm, %
1	LC -90 -:- -30 Via 6	1,4	30	98	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
2	Lò chợ giá XDY mức -60/-20 Via 6 cánh Bắc	1.6	27.0	95	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
3	LC -45 -:- -30 V9 khu IB	1,3	30	98	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
4	LC -50 -:- -25 V9 khu II	1.8	29.5	99	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
5	LC -45 -:- -30 V9 khu IIB	1,3	29	95	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
6	LC XDY Via 11(KT8)	2.0	27.5	96	0,25 ÷ 4	< 30	< 90

Phân tích các số liệu được ghi trong bảng 2, có thể rút ra kết luận sau: Theo tiêu chuẩn vi khí hậu dễ chịu của Việt Nam thì điều kiện vi khí hậu ở 6 lò chợ thì tất cả đảm bảo là dễ chịu, mặc dù có 2 lò chợ thiếu gió nhưng điều kiện vi khí hậu đều đảm bảo theo tiêu chuẩn (QCVN:01/2011-BCT)

c. Hàm lượng các chất khí CO₂ và CH₄ ở trong các lò chợ

Chất lượng không khí trong các lò chợ được đánh giá dựa theo hàm lượng khí CH₄ và khí CO₂... theo các số liệu đo đạc khảo sát thường xuyên của khu mỏ Tân Lập được ghi trong bảng 3

Bảng 3. Chất lượng không khí ở lò chợ

TT	Tên lò chợ	Hàm lượng CH ₄ , %	Hàm lượng CO ₂ , %	Đánh giá
1	LC -90 -:- -30 Via 6	0,3	0,2	Đảm bảo
2	LC -60/-20 Via 6 cánh Bắc	0,0	0,0	Đảm bảo
3	LC -45 -:- -30 V9 khu IB	0,34	0,25	Đảm bảo
4	LC -50 -:- -25 V9 khu II	0,1	0,12	Đảm bảo
5	LC -45 -:- -30 V9 khu IIB	0,33	0,16	Đảm bảo
6	LC XDY Via 11(KT8)	0,0	0,0	Đảm bảo

- Nồng độ chất khí nguy hiểm nhất đối với mỏ than hầm lò là CH₄, đo được ở luồng gió thải ra từ các lò chợ dao động trong khoảng 0,0 đến 0,34% theo thể tích không khí. Như vậy đối chiếu Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong khai thác than hầm lò thì nồng độ khí CH₄ nằm trong giới hạn cho phép.

- Hàm lượng khí có hại CO₂ dao động trong khoảng từ 0,0 đến 0,25% theo thể tích không khí. Với kết quả như vậy là đảm bảo yêu cầu theo tiêu chuẩn cho phép.

2.4. Hiện trạng thông gió cho lò chuẩn bị

a. Lượng gió đưa vào các gương lò chuẩn bị

Lưu lượng gió cần thiết phải đưa vào các gương lò chuẩn bị theo tính toán và lượng gió thực tế đo đạc tại gương lò được giới thiệu ở bảng 4

Bảng 4. Lượng gió cần đưa đến gương lò và lượng gió thực tế

TT	Tên gương lò	Lưu lượng gió, m ³ /s		Đánh giá, m ³ /s	
		Cần đưa đến	Thực đến	Thừa	Thiếu
1	Lò xuyên vỉa mức -200	6,40	4,5	-	1,9
2	Lò nổi giếng phụ với ga mức -200	5,24	3,8	0,05	-
3	Lò XV-10.1	3,76	2,0	-	1,76
4	Lò DV mức -100 Via 8	3,36	3,61	0,25	-
5	Lò TG mức -65 Via 8	3,36	2,7	-	0,66
6	Lò DV mức +0 V9 KIB	3,36	2,6	-	0,76
7	Thượng khởi điểm mức -45/+0 V9 KIB	2,52	1,6	-	0,9
8	Thượng TG mức -50/ +0 V9 khu II	3,36	2,0	-	1,36
9	Thượng TG mức -25/+25 V9 KIIB	3,36	3,4	0,04	-
10	Thượng TG mức -45/-10 V9 KIIB	3,36	2,5	-	0,86

Phân tích các số liệu trong bảng 4, có thể rút ra nhận xét sau: Trong số 10 gương lò chuẩn bị, lưu lượng gió cung cấp cho 7 gương lò chuẩn bị còn thiếu gió và thiếu đáng kể từ 0,66m³/s đến 1,9 m³/s. Mặt khác theo kết quả khảo sát, khoảng cách từ miệng ống gió đến gương còn xa hơn 10m

b. Chất lượng thông gió các gương lò chuẩn bị

Ngoài việc khảo sát lưu lượng gió thực tế được đưa tới gương lò chuẩn bị chúng tôi còn xác định nồng độ các chất khí cháy nổ (CH₄) và có hại (CO₂) trong các gương cũng như các thông số môi trường. Trong bảng 5 trình bày hàm lượng một số chất khí cháy nổ và có hại, còn trong bảng 6 giới thiệu về điều kiện vi khí hậu ở các gương lò.

Bảng 5 Hàm lượng một số chất khí cháy nổ và có hại ở gương lò

TT	Tên đường lò	Hàm lượng khí, %		Đánh giá
		CH ₄	CO ₂	
1	Lò xuyên vỉa mức -200	0,0	0,0	Đảm bảo
2	Lò nổi giếng phụ với ga chân trực mức -200	0,0	0,0	Đảm bảo
3	Lò XV-10.1	0,1	0,2	Đảm bảo
4	Lò DV mức -100 Vía 8	0,12	0,2	Đảm bảo
5	Lò TG mức -65 Vía 8	0,26	0,28	Đảm bảo
6	Lò DV mức +0 V9 KIB	0,2	0,15	Đảm bảo
7	Thượng khởi điểm mức -45/+0 V9 KIB	0,1	0,2	Đảm bảo
8	Thượng TG mức -50/ +0 V9 khu II	0,08	0,2	Đảm bảo
9	Thượng TG mức -25/+25 V9 KIIB	0,15	0,22	Đảm bảo
10	Thượng TG mức -45/-10 V9 KIIB	0,02	0,24	Đảm bảo

Bảng 6. Điều kiện vi khí hậu ở gương lò chuẩn bị

TT	Tên đường lò	Các thông số vi khí hậu			Đánh giá theo tiêu chuẩn		
		Tốc độ gió, m/s	Nhiệt độ, °C	Độ ẩm, %	Việt Nam	Liên Xô cũ	Anh
1	Lò xuyên vỉa mức -200	0,35	29	96	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
2	Lò nổi giếng phụ với ga chân trực mức -200	0,36	29,5	96,5	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
3	Lò XV-10.1	0,27	28	95	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
4	Lò DV mức -100 Vía 8	0,54	28,5	92	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
5	Lò TG mức -65 Vía 8	0,40	28	97,5	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
6	Lò DV mức +0 V9 KIB	0,39	29	94	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
7	Thượng khởi điểm -45/+0 V9 KIB	0,32	29,5	95,5	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
8	Thượng TG mức -50/ +0 V9 khu II	0,30	27	95	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
9	Thượng TG mức -25/+25 V9 KIIB	0,51	29	91	0,25 ÷ 4	< 30	< 90
10	Thượng TG mức -45/-10 V9 KIIB	0,37	29	94	0,25 ÷ 4	< 30	< 90

Phân tích các số liệu trong bảng trên, ta thấy:- Hàm lượng các chất khí cháy nổ và có hại đều trong giới hạn tối đa cho phép. Điều này cho thấy thông gió các gương lò chuẩn bị đáp ứng được yêu cầu là hòa loãng nồng độ các khí độc, khí nổ và khí có hại xuống tới mức cho phép theo quy phạm an toàn, chất lượng thông gió tốt.

- Điều kiện vi khí hậu: Trong 10 gương lò thì tất cả các gương có nhiệt độ tại khu vực gương lò nằm trong giới hạn cho phép (nhiệt độ trong không khí < 30°C). Đặc biệt độ ẩm ở tất cả các gương lò chuẩn bị đều khá lớn (từ 92 -:- 97,5%), vượt quá quy định cho phép.

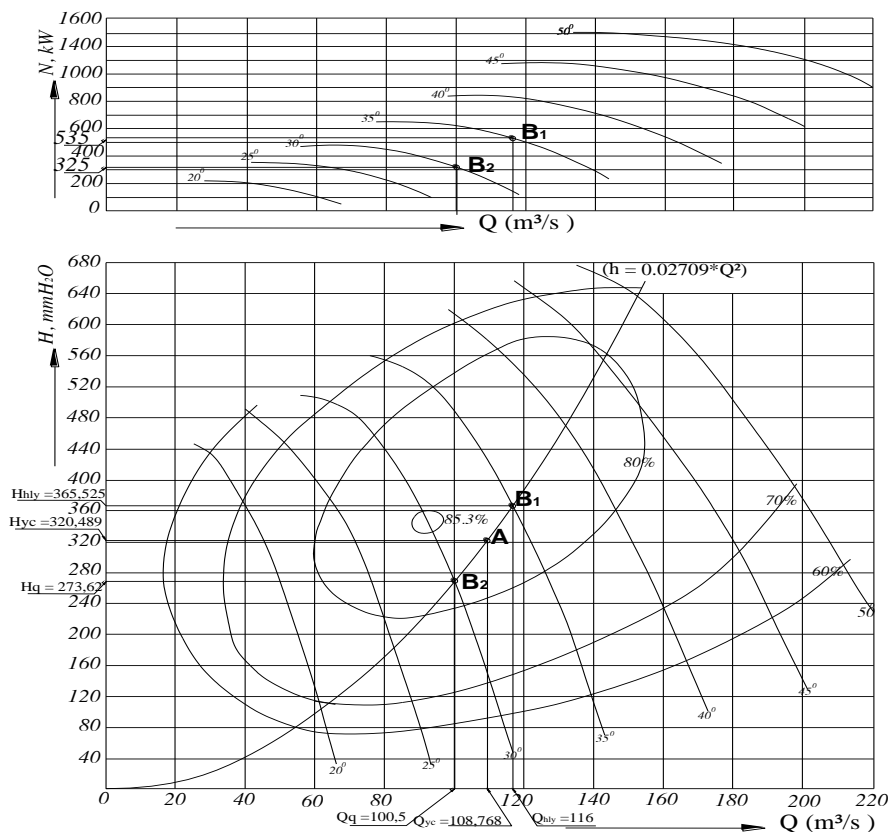
2.5. Đánh giá hiện trạng các công trình thông gió

a. Trạm quạt gió

Hiện nay mỏ than Tân Lập sử dụng 1 trạm quạt gió chính đặt tại mặt bằng cửa lò mức +17, sử dụng quạt có mã hiệu 2k56-N24 do Trung Quốc sản xuất.

Trạm quạt này không có hệ thống đảo chiều, việc đảo chiều gió được thực hiện bằng cách đảo chiều quay của động cơ (đảo chiều quay của trục quạt), tuy vậy tình trạng này không ảnh hưởng chất lượng làm việc của trạm quạt. Rãnh quạt gió của trạm quạt qua khảo sát đều đảm bảo yêu cầu kỹ thuật.

Tồn tại lớn nhất ở trạm quạt gió chính mỏ than Tân Lập là không có cửa sổ ở rãnh quạt dùng để đo lưu lượng và hạ áp quạt. Vì vậy các thông số này phải đo ở trong đường lò mỏ.



Hình 2. Đồ thị xác định chế độ công tác của quạt gió chính 2k56-N24

Chế độ làm việc của quạt được ghi trong bảng 4

Bảng 4. Chế độ làm việc của quạt 2k56-N24 của mỏ than Tân Lập

TT	Các thông số làm việc của quạt gió 2k56/N24	Chế độ làm việc hiện tại	Chế độ làm việc hợp lý (tính toán)	Chế độ làm việc quạt có thể tạo ra được
1	Góc lắp cánh, độ	25	35	30
2	Lưu lượng, m ³ /s	66,3	116	100,5
3	Hạ áp, mmH ₂ O	381,4	365,525	273,62
4	Hiệu suất, %	80	83	82

Từ các số liệu trong bảng trên hiện lưu lượng gió ở chế độ làm việc hiện tại của mỏ còn thiếu tới 49,7 m³/s. Điều này cho thấy chế độ làm việc hiện tại không đáp ứng nhu cầu và cần thiết phải tăng góc lắp cánh quạt lên góc 35°. Muốn đạt được điều này rõ ràng phải thay động cơ với công suất 600-800kW.

b. Chất lượng các cửa gió

Cửa gió chính đặt tại cửa lò bằng +17, được làm bằng sắt, sử dụng 2 cửa gió nối tiếp nhau, khoảng cách 2 cửa gần liền nhau là 10m nhưng vẫn rò gió lớn (rò gió với lưu lượng 3,85m³/s). Mặt khác cả 2 cửa này đều có khoảng hở giữa mép dưới của cánh cửa với nền lò khoảng 10cm mà không được che chắn cẩn thận đã gây rò gió.

Các cửa sổ điều chỉnh gió đều được xây dựng đảm bảo quy cách và chất lượng, các cửa sổ được lựa chọn vị trí đặt hợp lý để không ảnh hưởng đến các công tác khác như đi lại và giao thông vận tải. Đảm bảo điều chỉnh hạ áp cũng như lưu lượng gió đi vào các nhánh đúng theo yêu cầu.

c. Chất lượng các thành chắn

Tất cả các thành chắn đều được xây dựng bằng gạch vữa xi măng, do vậy đều đảm bảo tiêu chuẩn chất lượng công trình và đạt tiêu chuẩn về rò gió cho phép.

2.5. Nhận xét

Từ những vấn đề đã trình bày ở trên, có thể rút ra những nhận xét sau:

- Phương pháp thông gió chung cho mỏ đang sử dụng là phương pháp thông gió hút. Đây là phương pháp thông gió hợp lý. Sơ đồ mạng gió nhìn chung không quá phức tạp, không nhiều nhánh chéo.

- Chất lượng thông gió cho các lò chợ nhìn chung khá tốt về lượng gió cần cung cấp và hàm lượng các chất khí độc hoặc có hại (CO_2 và CH_4). Tuy vậy, về mặt điều kiện vi khí hậu thì chất lượng thông gió chưa tốt, lò chợ nhìn chung còn nóng.

- Tương tự như ở lò chợ, chất lượng thông gió cho các gương lò đào mới cơ bản đảm bảo về lượng gió có khả năng hòa loãng các chất khí độc, khí nổ song về điều kiện vi khí hậu chưa tốt vì độ ẩm còn vượt quá giới hạn cho phép, đặc biệt ở đa số lò chuẩn bị còn thiếu gió từ $0,66 \text{ m}^3/\text{s}$ đến $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Chất lượng các công trình thông gió nhìn chung chưa tốt. Tại trạm quạt hiện còn thiếu cửa sổ ở rãnh quạt để kiểm tra chế độ làm việc của quạt gió.

Mặt khác, cửa gió chính ở các cửa lò mức +17 nơi đặt trạm quạt gió chính 2k56-N24 chưa đảm bảo chất lượng kín gió. Vì vậy, lượng gió rò qua cửa gió này khá lớn ($4 \text{ m}^3/\text{s}$).

. Quạt gió chính của mỏ đang làm việc ở góc lắp cánh 25° không hợp lý, vì ở chế độ làm việc này, lưu lượng quạt tạo ra còn thiếu một lượng gió khá lớn $49,7 \text{ m}^3/\text{s}$.

3. Các giải pháp kỹ thuật hoàn thiện mạng gió mỏ than Tân Lập

Để hoàn thiện mạng thông gió mỏ và nâng cao hiệu quả thông gió chung của mỏ, cần phải áp dụng đồng loạt các giải pháp sau:

- Như đã phân tích ở phần trên, chất lượng thông gió cho các lò chợ chưa đáp ứng về điều kiện vi khí hậu vì độ ẩm đo được trong lò chợ còn cao. Để giảm thiểu vấn đề này cần giảm thiểu độ ẩm của các luồng gió sạch trước khi đi vào lò chợ bằng cách khai thông cống rãnh thoát nước tránh hiện tượng nước chảy tràn trên nền lò và các rãnh thoát nước phải có nắp đậy kín.

- Công tác thông gió cho các gương lò chuẩn bị cũng phải quan tâm đặc biệt về năng lực các quạt gió sử dụng và chất lượng của các ống gió, chất lượng nối ống gió để đảm bảo đủ lưu lượng gió sạch tới gương lò. Hiện nay trong 10 gương lò chuẩn bị thì có 7 gương còn thiếu gió (từ $0,8$ đến $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$), tốc độ gió 8/10 gương lò chưa đạt được tốc độ gió tối ưu.

Để đáp ứng yêu cầu này cần kiểm tra năng lực của tất cả các quạt cục bộ và sử dụng ống gió mới có mối nối các đoạn ống tốt nhất có thể nhằm chống rò gió. Đặc biệt phân xưởng thông gió cần kiểm tra thường xuyên chất lượng các ống gió, chất lượng các điểm nối ống gió và chất lượng điểm nối ống gió với côn quạt. Thường xuyên đảm bảo khoảng cách từ miệng ống gió đây đến gương lò là 10m.

- Cần gia công một cửa sổ kiểm tra chế độ làm việc của quạt gió chính tại rãnh quạt gió. Trạm quạt gió chính 2k56-N24/400kW, $n=1000\text{v/ph}$ tại cửa lò mặt bằng +17, cần bổ sung cửa kiểm tra được bố trí ở rãnh quạt và cách quạt khoảng 10- 15m với kích thước 300 x 300mm. Cửa kiểm tra được chế tạo bằng tôn vừng chắc có cánh cửa đóng kín khi quạt làm việc, còn khi đo chế độ làm việc của quạt thì được mở ra.

- Phải giảm tới mức tối đa lượng gió rò qua cửa gió chính (lò bằng xuyên vỉa mức +17). Cụ thể, tại cửa gió chính này chỉ cho phép lượng gió rò bằng khoảng $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Đối với cửa gió chính ở cửa lò +17 này, nơi bố trí trạm quạt gió chính 2k56-N24, cần chỉnh sửa lại các cánh cửa tránh cong vênh và gia cố phần cánh cửa tiếp giáp với nền đường lò, sao cho mức rò gió qua các cửa gió là nhỏ nhất.

- Để đảm bảo lượng gió cần thiết theo yêu cầu, cần phải điều chỉnh góc lắp cánh của quạt gió chính 2k56-N24/400kW, $n=1000\text{v/ph}$ từ 25° lên 35° bằng giải pháp nhanh chóng thay động cơ quạt với công suất 600-800kW

- Hiện nay sức cản chung của mỏ còn khá lớn, dẫn đến hạ áp của 6 luồng gió trong tổng số 10 luồng gió có giá trị lớn hơn $240 \text{ mmH}_2\text{O}$ cho đến $266,21 \text{ mmH}_2\text{O}$. Đó là các luồng gió số 1, luồng gió số 2, luồng gió số 7, luồng gió số 8, luồng gió số 9 và luồng gió số 10. Điều này là không tốt cho chế độ làm việc lâu dài của quạt gió.

Thực tế này đòi hỏi mở phải rà soát, kiểm tra hành trình của các luồng gió để chống xén những đoạn đường lò có tiết diện đã bị thu hẹp, nhằm góp phần giảm sức cản chung của mỏ.

4. Kết luận

- Phương pháp thông gió chung của mỏ là thông gió hút, đây là phương pháp thông gió hợp lý.

- Thông gió cho các lò chợ sử dụng hạ áp chung của mỏ và thông gió cho các gương lò chuẩn bị sử dụng phương pháp thông gió đẩy nhờ quạt cục bộ và ông gió vải bạt là hợp lý. Chất lượng thông gió cho lò chợ nhìn chung là khá tốt, độ ẩm ở lò chợ còn khá cao còn lò chuẩn bị có thể chấp nhận được do, điều kiện nhiệt độ tại gương lò đảm bảo theo quy chuẩn Việt Nam. Tuy nhiên, độ ẩm tại các gương lò còn cao và một số gương lò còn thiếu gió do chất lượng các điểm nối ống gió chưa thật tốt.

- Chất lượng các công trình thông gió chưa thật tốt, rò gió ở các cửa gió tại cửa lò mức +17 còn vượt gấp 2 lần so với tiêu chuẩn cho phép. Đặc biệt trạm quạt gió chính không có cửa sổ dùng để kiểm tra chế độ làm việc của các quạt gió.

- Lượng gió do quạt 2k56-N24/400kW, n=1000v/ph hiện tại chưa đáp ứng được yêu cầu thông gió của mỏ, vì quạt 2k56-N24/400kW, n=1000v/ph hiện mới tạo ra được lượng gió là 66,3 m³/s khi làm việc ở góc lắp cánh 25⁰ và còn thiếu tr 42,468 m³/s so với lưu lượng gió yêu cầu quạt cần tạo ra, do đó cần thiết phải tăng góc lắp cánh lên 35⁰ để đảm bảo thông gió của mỏ và tiếp tục tăng góc lắp cánh lên 40⁰ để đảm bảo thông gió khi đã mở rộng một số đoạn lò để giảm hạ áp mỏ. Tuy nhiên công suất động cơ không đáp ứng được mà quạt chỉ có thể hoạt động ở góc lắp cánh 30⁰, do đó cần thiết phải thay động cơ quạt có công suất 600÷ 800kW để đảm bảo yêu cầu thông gió cho mỏ.

Lời cảm ơn

Các tác giả ghi nhận những đóng góp của Đề tài Kiểm toán mạng gió mỏ than Tân Lập, Công ty than Hạ Long do Trung tâm KHCN mỏ và môi trường đã cung cấp số liệu bổ sung giúp hoàn thiện nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

- Trần Xuân Hà, nnk, 2014. Thông gió mỏ, Nhà Xuất bản Khoa học kỹ thuật- Hà Nội
Bộ công thương, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong khai thác than hầm lò, Hà Nội, 2011
Công ty địa chất mỏ- Vinacomin, Báo cáo thăm dò địa chất khu mỏ Tân Lập, Quảng Ninh, 2003
Công ty than Hạ Long-TKV, Kế hoạch khai thác, thông gió mỏ than Tân Lập, Quảng Ninh, 2018
Trung tâm KHCN mỏ và môi trường, Kiểm toán mạng gió mỏ than Tân Lập- Công ty than Hạ Long, Hà Nội, 2017

ABSTRACT

Assessment of current status and proposed solutions to improve the ventilation system of Tan Lap coal mine, Quang Ninh

Nguyen Van Thinh¹, Tran Xuan Ha¹, Dang Vu Chi¹, Nguyen Cao Khai¹, Dao Van Chi¹

¹Hanoi University of Mining and Geology

The ventilation is an important role in the mining process in general mines and coal mines in particular. Minie ventilation provides clean air for humans and mining machinery, dilutes harmful gases and gases, dilutes dust concentrations, and removes them from mines to ensure safety and to ensure a pleasant microclimate in the workplace. On the other hand, this is also an effective measure to prevent methane explosion and coal dust explosion.

At present, Tan Lap coal mine is exploited from -50 to -100 with the capacity of 700,000 tons / year and is building tunnel further down to -200 to prepare for exploitation -100 / -200 in the near future. The ventilation method for the mine is the suction ventilation method with the flue ventilation facility, using the 2k56-N24 / 400kW main fan station located at the furnace door level +17.

The characteristics of the Tan Lap coal mine are the number of tunnels that need to be built for the extraction layer -100 / 200, which is higher than the mining plan and needs to be ventilated. As a result, some of the works in the mine appear to suffer from a lack of clean wind, affecting the working conditions of workers and the safety of mining.

The article analyzes current situation of TanLap coal mine's ventilation, finds out the causes that affect the ventilation work and proposes solutions to improve the ventilation system for the Tan Lap coal mine in order to improve the ventilation efficiency of the mine.

Keywords: Ventilation, main fan station, TanLap coal mine

Các giải pháp bóc đất đá bờ trụ các mỏ than lộ thiên hợp lý đảm bảo an toàn cho các công trình trên mặt và khai thác xuống sâu

Lưu Văn Thực^{1*}, Lê Công Cường¹

¹ Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

TÓM TẮT

Bờ mỏ cao, đất đá phân lớp, nước ngầm có áp, công nghệ khai thác chưa phù hợp là nguyên nhân gây biến dạng, trượt lở bờ mỏ, gây nguy cơ mất an toàn cho các công trình trên mặt (nhà máy nhiệt điện, đường vận tải, ...) và khai thác xuống sâu. Từ kết quả phân tích đặc điểm tự nhiên – kỹ thuật bờ trụ các mỏ than lộ thiên và đánh giá các yếu tố ảnh hưởng tới độ ổn định bờ mỏ, Bài báo đề xuất các giải pháp bóc đất đá bờ trụ hợp lý nhằm nâng cao độ ổn định bờ mỏ, an toàn cho các công trình trên mặt và khai thác xuống sâu.

Mục đích: Nâng cao độ ổn định bờ mỏ, đảm bảo an toàn cho các công trình trên mặt và khai thác xuống sâu cho các mỏ than lộ thiên có bờ trụ bị trượt lở.

Phương pháp nghiên cứu: Tổng hợp số liệu, phân tích, so sánh, kết hợp lý thuyết với khảo sát hiện trường.

Các kết quả chính: Đề xuất sơ đồ và thông số công nghệ khi bóc đất đá bằng: (i) khoan nổ mìn, (ii) máy cày xới, (iii) khoan nổ mìn kết hợp với máy cày xới.

Từ khóa: bóc đất đá; khai thác lộ thiên; khoan nổ mìn; máy cày xới; làm toại; công nghệ; an toàn.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, các mỏ khai thác than lộ thiên tại Việt Nam đang trong quá trình khai thác xuống sâu, một số mỏ (Đèo Nai, Na Dương, Khe Chàm II) đã hình thành bờ trụ có chiều cao lớn, kết cấu bờ bám trụ liên tục trong điều kiện bất lợi như: đất đá tồn tại các mặt yếu, thể nằm cắm vào không gian khai thác. Do đó, hiện tượng biến dạng, trượt lở bờ trụ thường xuyên xảy ra tại các khu vực này. Hiện tượng trượt lở xảy ra không những ảnh hưởng trực tiếp tới quá trình sản xuất và gây nguy hiểm, mất an toàn cho người, thiết bị trong dây chuyền sản xuất trong mỏ, mà còn ảnh hưởng tới các công trình trên mặt được xây dựng gần khu vực bờ mỏ.

Công tác bóc đất đá bờ trụ của các mỏ được thực hiện bằng công nghệ truyền thống là khoan nổ mìn với các lỗ khoan có đường kính lớn (từ 160÷250 mm). Việc sử dụng lỗ khoan đường kính lớn, thẳng đứng trong điều kiện chiều cao tầng 12÷15 m là một trong những nguyên nhân làm suy giảm cấu trúc khối đá, gây mất ổn định bờ mỏ, gây nguy cơ mất an toàn cho các công trình trên mặt (như Nhà máy nhiệt điện Na Dương, nhà xưởng, công trình dân dụng, đường vận tải chính...).

Tính đến năm 2018, đã có trên 10 công trình, đề tài nghiên cứu về nguyên nhân trượt lở và các giải pháp nâng cao độ ổn định bờ mỏ được thực hiện bởi Viện Khảo sát và Địa chất thuộc Bộ Điện Than, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, Viện Viện Địa cơ học và Trắc địa mỏ Liên bang Nga (BHIMI), Học viện Mỏ - Luyện kim St- Staszic-Cracóp Cộng hòa Ba Lan. Kết quả nghiên cứu của các công trình, đề tài đều minh chứng: Giải pháp cắt tầng giảm góc dốc bờ mỏ là giải pháp hợp lý với điều kiện của các mỏ than lộ thiên Việt Nam. Tuy nhiên, về công nghệ và các giải pháp bóc cắt tầng chưa được nghiên cứu chi tiết.

Chính vì vậy, cần thiết phải nghiên cứu và áp dụng Các giải pháp bóc đất đá bờ trụ các mỏ than lộ thiên hợp lý đảm bảo an toàn cho các công trình trên mặt và khai thác xuống sâu.

Đề đề xuất các giải pháp bóc đất đá bờ trụ các mỏ than lộ thiên hợp lý đảm bảo an toàn cho các công trình trên mặt và khai thác xuống sâu, Nhóm tác giả thực hiện các nội dung sau:

- Đánh giá đặc điểm tự nhiên – kỹ thuật các bờ trụ bị trượt lở các mỏ than lộ thiên Việt Nam;
- Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới ổn định bờ mỏ;

* Tác giả liên hệ

Email: thuclathien@gmail.com

- Đề xuất các giải pháp bóc đất đá bờ trụ đảm bảo an toàn cho các công trình trên mặt và khai thác xuống sâu.

Các kết quả đạt được của bài báo:

- Đề xuất sơ đồ công nghệ bóc đất đá bờ trụ bằng khoan nổ mìn;
- Đề xuất sơ đồ công nghệ bóc đất đá bờ trụ bằng máy cày xới;
- Đề xuất sơ đồ công nghệ bóc đất đá bờ trụ bằng khoan nổ mìn kết hợp với máy cày xới.

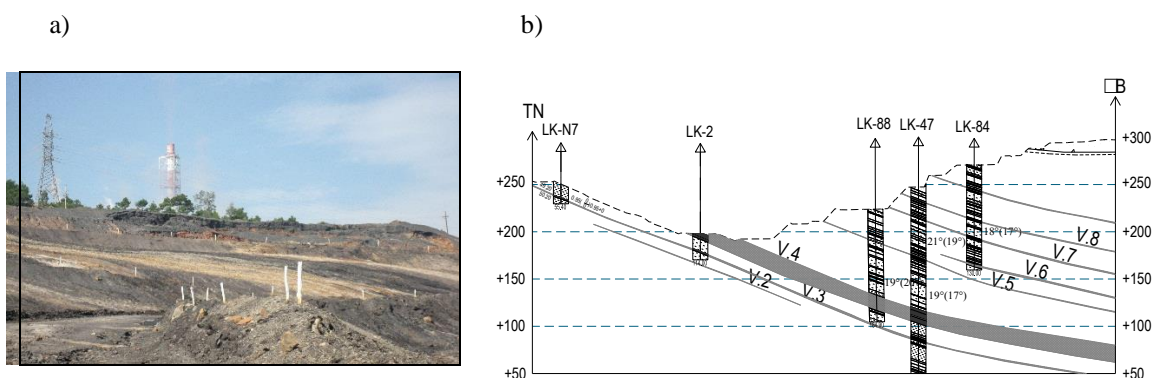
2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nội dung 1: Đánh giá đặc điểm tự nhiên – kỹ thuật các bờ trụ bị trượt lở các mỏ than lộ thiên Việt Nam

Nham thạch một số mỏ than lộ thiên Việt Nam được cấu tạo bởi các loại đá trầm tích như: Cát kết, cuội kết, sạn kết và bột kết, phân lớp từ trung bình đến dày, cường độ kháng nén $\sigma_n = 70 \div 130$ Mpa, cường độ kháng cắt $\sigma_c = 8 \div 22$ Mpa, góc dốc nội ma sát $31 \div 33^\circ$. Đặc biệt, bờ trụ mỏ lộ thiên Khe Chàm II, Đèo Nai, Na Dương, các lớp đá có thể nằm cắm vào không gian khai thác với góc dốc từ $25 \div 35^\circ$.

Do quá trình xuống sâu khai thác, một số khu vực không cắt tầng đã tạo ra bờ mỏ có chiều cao lớn (mỏ Đèo Nai 385 m, mỏ Na Dương -130 m) bám trụ liên tục. Một số khu vực, bờ mỏ hình thành các tầng khai thác với chiều cao từ 20÷40m, công tác cắt tầng của các mỏ được thực hiện chủ yếu bằng các máy khoan thủy lực và xoay cầu có đường kính 230÷250 mm.

Phía trên mặt bờ trụ một số mỏ Na Dương, Đèo Nai tồn tại một số công trình công nghiệp như: Nhà máy nhiệt điện, đường vận tải, khu xưởng sàng. Đây là các công trình cần được bảo vệ trong suốt thời gian tồn tại của các mỏ (hình 1).



Hình 1. Hiện trạng nhà máy nhiệt điện và cấu tạo địa chất bờ trụ Nam mỏ Na Dương

2.2. Nội dung 2: Nguyên nhân và hậu quả của trượt lở bờ mỏ

Bờ trụ phần lớn thường được thiết kế bám trụ liên tục vỉa than, nên góc dốc của bờ trụ mỏ bằng góc dốc mặt lớp đất đá ($\alpha = \beta$). Trong địa tầng bờ trụ có tồn tại các mặt yếu tự nhiên theo tiếp xúc lớp (mặt phân lớp). Trong khoảng địa tầng giữa các vỉa than thường phân bố xen kẽ các lớp đá hạt thô: Cát kết, cuội sạn kết có khả năng chứa nước và các lớp đá sét, bột kết cách nước tạo điều kiện hình thành các tầng chứa nước có áp với mức độ bão hòa khác nhau, gây bất lợi cho độ ổn định bờ mỏ khi các mỏ tiếp tục xuống sâu khai thác.

Độ cao của bờ mỏ vượt quá chiều cao ổn định giới hạn cho phép theo tính chất bền của các lớp đá gây trượt lở tại một số khu vực.

Công tác cắt tầng của các mỏ được thực hiện chủ yếu bằng các máy khoan thủy lực và xoay cầu có đường kính 230÷250 mm. Việc sử dụng đường kính lỗ khoan lớn, thẳng đứng trong điều kiện chiều cao tầng 12÷15 m là nguyên nhân làm suy giảm cấu trúc khối đá.

Trong thời gian qua, hiện tượng trượt lở bờ trụ đã xảy ra tại một số mỏ như Đèo Nai, Khe Chàm II, Na Dương, làm ảnh hưởng tới sản xuất, cụ thể:

Tại mỏ Đèo Nai, từ năm 1984÷1986 tại bờ trụ Nam đã phải san gạt bóc xức xử lý gần 2 triệu m³, các năm 2011÷2012 khu vực từ mức +150 m trở xuống đáy mỏ, bờ bị trượt lở mạnh theo dạng bóc lớp. Để duy trì khai thác trong năm 2012 và đầu năm 2013 mỏ đã phải xử lý khoảng 100 ngàn m³. Ngoài ra, hàng năm để đào sâu đáy mỏ, mỏ thường xuyên phải xức bóc một lượng đất đá khoảng 4.000÷5.000 m³ do quá

trình phong hóa và xói mòn bề mặt từ bờ trụ sạt lở xuống sau mùa mưa;

Bờ trụ via 13-1, mỏ Khe Châm II lộ thiên, vào giữa mùa mưa năm 2006, trên chiều dài khoảng 50 m đã bị sập đổ hoàn toàn. Khối lượng đất đá mà mỏ đã phải bóc xúc khoảng 40.000 m³ và hàng năm cần xúc bóc sau mùa mưa khoảng 2.000÷3.000 m³ đất đá tại chân bờ mỏ (đáy khai trường);

Mỏ than Na Dương vào tháng 11/2008 đã xảy ra trượt lở bờ trụ Nam, năm đó mỏ đã phải xúc bóc khối lượng khoảng 300.000 m³. Cũng tại bờ trụ Nam, vào giữa tháng 6 năm 2015 đã xuất hiện khối trượt phẳng theo tiếp xúc lớp, mỏ phải xúc bóc thể tích khối trượt khoảng 176.727 m³. Do đất đá gặp nước dễ bị trương nở nên sau mùa mưa, mỏ thường phải xúc khối lượng đất đá khoảng 15.000÷20.000 m³ trước khi đào sâu đáy mỏ.

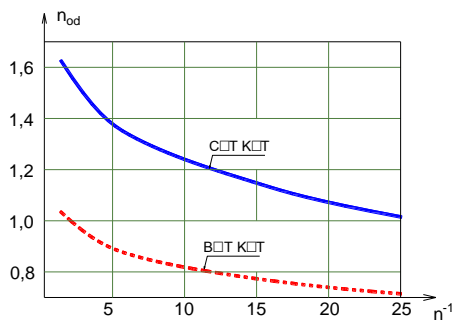
Trượt lở bờ mỏ không chỉ gây ảnh hưởng đến sản xuất (tăng hệ số bóc đá, tăng thời gian xử lý bờ mỏ), mà còn gây nguy cơ mất an toàn cho các công trình trên mặt và quá trình khai thác xuống sâu.

2.3. Nội dung 3: Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới ổn định bờ mỏ

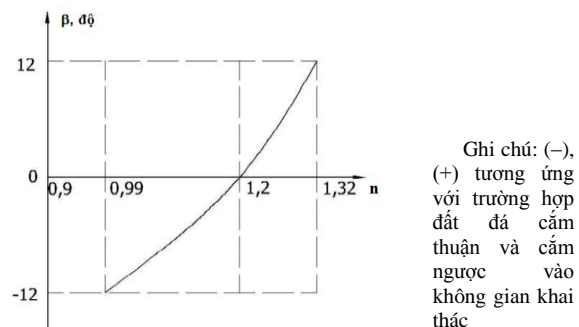
Các yếu tố ảnh hưởng tới độ ổn định bờ mỏ gồm nhóm yếu tố tự nhiên và nhóm yếu tố kỹ thuật. Ảnh hưởng của nhóm yếu tố tự nhiên gồm: Điều kiện địa chất công trình (ĐCCT), cấu trúc – kiến tạo đất đá, địa chất thủy văn,... Theo kết quả nghiên cứu của các nhà khoa học trong và ngoài nước cho thấy (Luu Văn Thực và nnk, 2017): Tăng lực cường độ kháng nén của đất đá sẽ làm tăng lực chống trượt, hệ số ổn định của bờ mỏ và ngược lại. Mật độ nứt nẻ và độ mở khe nứt ảnh hưởng trực tiếp đến hệ số dự trữ ổn định của bờ mỏ. Tăng mật độ nứt nẻ và độ mở của khe nứt làm giảm độ ổn định của bờ mỏ (hình 2). Cấu trúc - kiến tạo của khối đá bờ mỏ được đặc trưng qua các thông số: Góc cắm của các lớp đất đá so với không gian khai thác, mật độ nứt nẻ và độ mở của khe nứt. Hướng cắm của đất đá trong bờ mỏ tồn tại ở 03 dạng sau (Luu Văn Thực và nnk, 2017; Певзнер М.Е., 1978): Dạng nằm ngang (góc dốc các lớp đất đá $\beta = 0^\circ$); dạng cắm thuận vào không gian khai thác; dạng cắm ngược vào không gian khai thác. Trong các trường hợp trên, bờ mỏ sẽ kém ổn định nhất khi đất đá cắm vào không gian khai thác. Kết quả nghiên cứu của B.K. Слободянюк cho thấy: Trong cùng điều kiện kết cấu bờ mỏ, tăng góc cắm các lớp đất đá từ -120 đến +120, hệ số ổn định của bờ mỏ (n) tăng từ 0,99 lên 1,32, tương ứng với 33,5% (hình 3).

Đất đá bờ trụ các mỏ than lộ thiên Đèo Nai, Na Dương có góc dốc trong khoảng $\beta = 10\div 45^\circ$, thuộc dạng cắm thuận vào không gian khai thác. Theo quy hoạch, bờ mỏ được thiết kế bám trụ liên tục với góc dốc bờ bằng góc dốc lớp ($\alpha = \beta$). Đây là yếu tố bất lợi cho độ ổn định bờ mỏ.

Ảnh hưởng của yếu tố địa chất thủy văn đến ổn định các bờ mỏ lộ thiên thể hiện trên các tính chất sau: Làm giảm độ bền của các khối đá đặc biệt là các loại đá yếu như sét, bột kết; tạo nên áp lực thủy tĩnh, thủy động tác dụng lên mặt trượt làm suy giảm độ ổn định chung của toàn bờ mỏ. Nước áp lực ảnh hưởng lớn đến ổn định bờ mỏ như bờ trụ mỏ than Na Dương.



Hình 2. Sự phụ thuộc hệ số dự trữ ổn định bờ mỏ vào mật độ nứt nẻ đất đá

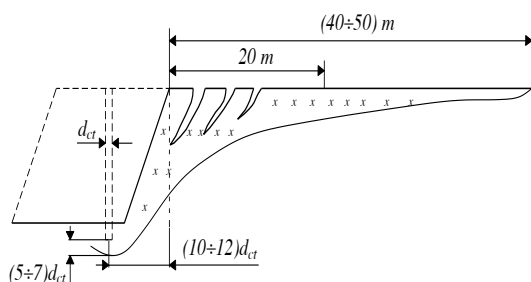


Hình 3. Sự phụ thuộc hệ số ổn định của bờ mỏ vào góc cắm của các lớp đất đá

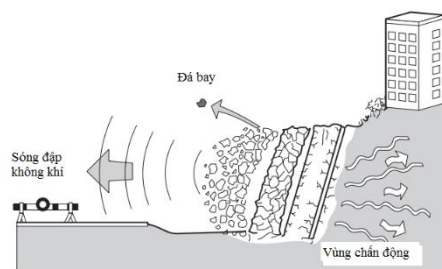
Ghi chú: (-), (+) tương ứng với trường hợp đất đá cắm thuận và cắm ngược vào không gian khai thác

Các yếu tố kỹ thuật ảnh hưởng tới độ ổn định bờ mỏ bao gồm: Tốc độ đào sâu đáy mỏ, tác động rung chấn do khoan nổ mìn, tải trọng thiết bị khai thác hoạt động trên bờ mỏ. Khi tốc độ đào sâu đáy mỏ và tải trọng thiết bị càng lớn thì độ ổn định của bờ mỏ càng giảm và ngược lại. Một trong những yếu tố kỹ thuật ảnh hưởng trực tiếp và gây nên những hậu quả xấu nhất đến độ ổn định bờ mỏ và các công trình xung quanh chính là những tác động địa chấn của các vụ nổ mìn khi cắt tầng khai thác. Các mỏ than lộ thiên Việt Nam đang trong quá trình mở rộng và nâng công suất khai thác. Sản lượng đất bóc bờ trụ hàng năm lên đến triệu m³, kéo theo qui mô bãi nổ lên đến hàng chục tấn thuốc nổ. Tần suất nổ hàng năm hàng lên

đến hàng trăm vụ, các vụ nổ lặp đi lặp lại nhiều lần gây chấn động và làm suy yếu sự liên kết đất đá trong khối, với sự lan truyền của sóng chấn động từ các vụ nổ có thể gây nên những rung động và biến dạng bờ mỏ và độ ổn định của các công trình trong một phạm vi nào đó (Luu Văn Thực và nnk, 2014; Lưu Văn Thực và nnk, 2017; Певзнер М.Е., 1978). Theo nghiên cứu của Viện VNIMI, chiều rộng của vùng biến dạng đất đá ở chân tầng có thể đạt từ $10 \div 12$ lần trị số đường kính lượng thuốc (d_{ct}), còn ở trên bề mặt có thể đạt đến $40 \div 50$ m. Theo chiều sâu, vùng biến dạng còn phát triển xuống dưới mặt phẳng chân tầng một khoảng cách tới $5 \div 7 d_{ct}$. Sau vùng biến dạng là vùng chấn động đất đá, sóng chấn động lan truyền rất xa và có khả năng làm hư hại các công trình trên bờ mỏ như nhà cửa, mặt nhà máy nhiệt điện, đường vận tải, ... (hình 5).



Hình 4. Sự phá hủy tầng khi nổ mìn và hướng dịch chuyển đất đá

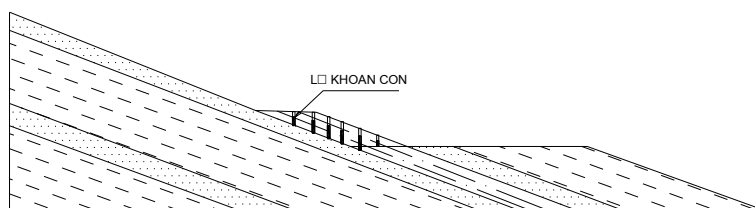


Hình 5. Sự tác động của sóng địa chấn sau nổ mìn tới công trình trên mặt

2.4. Nội dung 4: Đề xuất các giải pháp bóc đất đá bờ trụ đảm bảo an toàn cho các công trình trên mặt và khai thác xuống sâu

Công nghệ bóc đất đá hiện nay mở đang sử dụng gồm các khâu: Khoan nổ, xúc bốc và vận tải. Để hạn chế sóng chấn động nổ mìn tác động vào bờ mỏ, Công ty than Na Dương đang áp dụng phương pháp nổ mìn đường kính lỗ khoan nhỏ 36mm, các lỗ khoan được khoan trên mặt nghiêng của sườn tầng với chiều sâu $1,1 \div 1,2$ m, khoảng cách giữa các lỗ mìn từ $1,6 \div 1,7$ m (hình 6). Tại các khu vực đất đá gần nhà máy nhiệt điện, công tác làm tơi được thực hiện bằng răng gàu của máy xúc. Đất đá sau khi làm tơi được máy xúc thùy lục gàu ngược xúc và dỡ tải lên ô tô tự đổ.

Với công nghệ làm tơi đất đá hiện nay, hiệu quả công nghệ bóc đất đá bờ trụ thấp do năng suất phá đá và năng suất thiết bị thấp và tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn lao động.



Hình 6. Sơ đồ công nghệ khoan nổ mìn bóc đất đá bờ trụ mỏ than Na Dương đang áp dụng

Để đảm bảo an toàn công trình trên mặt và xuống sâu khai thác, nhóm tác giả đề xuất một số công nghệ bóc đất đá như sau:

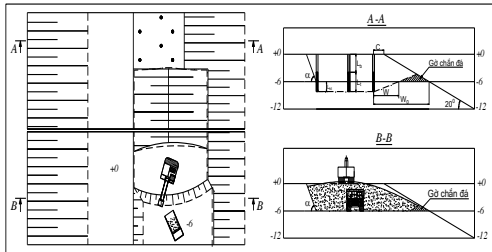
- Công nghệ bóc đất đá bằng khoan nổ mìn;
- Công nghệ bóc đất đá bằng máy cày xới;
- Công nghệ bóc đất đá bằng khoan nổ mìn kết hợp với máy cày xới.

2.4.1. Công nghệ bóc đất đá bằng khoan nổ mìn

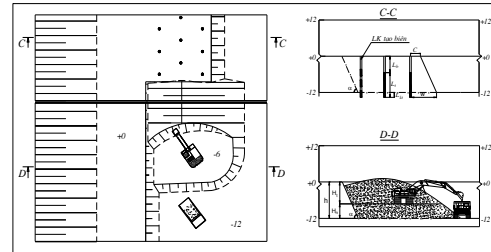
-Tại vị trí tiếp giáp với trụ vỉa than:Trụ vỉa than các mỏ thường có góc dốc (β) từ $15 \div 25^\circ$, có chỗ góc dốc thoải ($\beta < 15^\circ$), nên việc khoan, nổ mìn để tạo diện công tác đầu tiên rất khó khăn do đường cân chân tầng quá lớn. Mặt khác, đây là khu vực đất đá dễ trượt lở xuống moong khai thác gây nguy hiểm cho người và thiết bị. Đặc biệt, là khi nổ mìn làm tơi sơ bộ đất đá phục vụ cho công tác xúc bốc. Để đảm bảo an toàn, giảm chấn động tới các công trình phía trên mặt bờ trụ. Bài báo chọn giải pháp làm tơi đất đá như

sau: Khoan nổ mìn, xúc bốc chia tầng thành 2 phân tầng, chiều cao mỗi phân tầng $h/2$ (chiều cao tầng $h = 12\text{m}$). Sau khi làm tơi đất đá và xúc hết đồng đá nổ mìn sẽ sử dụng máy khoan cầm tay có đường kính 46 mm để khoan nổ mìn phá gờ đá tại trụ vỉa do vùng đập vỡ của lỗ mìn đường kính lớn không tác dụng đến (gờ chắn đất đá này nhằm hạn chế đất đá sau khi nổ mìn rơi xuống moong khai thác – hình 7) (Luu Văn Thục và nnk, 2017).

- Tại vị trí giữa trụ vỉa than và trụ đá: Đây là khu vực thi công dễ thi công so với 2 khu vực trên. Công tác khoan lỗ mìn được thực hiện bằng máy khoan có đường kính lớn của mô $d = 160\div 230\text{ mm}$. Đất đá sau khi nổ mìn được máy xúc TLGN xúc theo gương xúc hỗn hợp (xúc cả trên và dưới) chất tải vào ô tô dưới mức máy đứng (hình 8).



Hình 7. Sơ đồ công nghệ khoan nổ, xúc bốc tại vị trí tiếp giáp trụ vỉa than

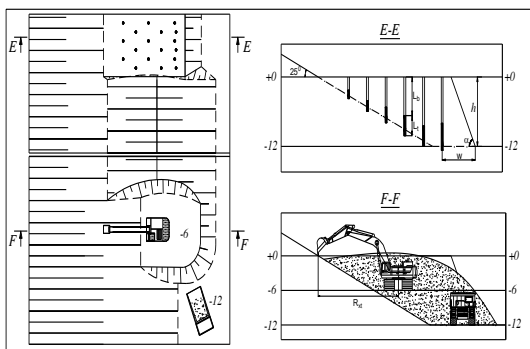


Hình 8. Sơ đồ công nghệ khoan nổ, xúc bốc khu vực tiếp giáp bờ trụ kết cấu

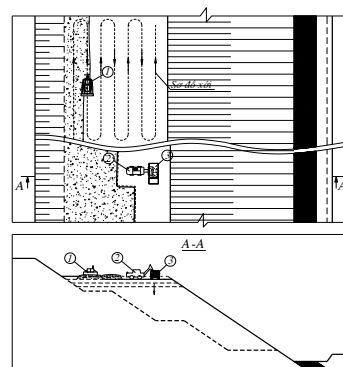
- Tại vị trí tiếp giáp bờ trụ kết cấu: Chọn phương án nổ mìn toàn tầng với chiều cao $h = 3\div 15\text{ m}$ với sự kết hợp của máy khoan đường kính 160÷230 mm và máy khoan đường kính 36 mm (lỗ khoan lớn ở hàng ngoài 160÷230 mm, còn các hàng trong sử dụng lỗ khoan đường kính nhỏ 36 mm). Công tác xúc bốc sẽ phân tầng thành 2 phân tầng, mỗi phân tầng có chiều cao $h/2$. Sử dụng sơ đồ xúc máy xúc đứng ở mức trung gian xúc gương hỗn hợp (xúc cả trên và dưới), chất tải vào ô tô đứng dưới mức máy đứng (hình 9). Khi bờ mỏ đến ranh giới kết cấu áp dụng phương pháp nổ mìn tạo biên (Luu Văn Thục và nnk, 2017).

2.4.2. Công nghệ bóc đất đá bằng máy cày xới

Máy cày xới bố trí làm việc với gương dọc tầng hoặc ngang tầng và tiến hành cày xới theo từng lớp từ trên xuống dưới, với chiều dày mỗi lớp khâu từ 0,3÷0,5 m. Công tác xới đất đá được tiến hành bằng các luồng song song theo sơ đồ rạch kề nhau hoặc rạch xen nhau. Đất đá sau khi được xới xong, máy xúc hoặc máy xúc tải vụn đồng, chiều dài vụn đồng từ 30÷40 m, sau đó dùng máy xúc hoặc máy xúc tải xúc lên ô tô tự đổ để vận chuyển đi đổ thải. Để đảm bảo quá trình bóc đất đá bờ trụ được liên tục, an toàn- hiệu quả, trên bờ mỏ chia thành 3 khu vực: khu vực cày xới, khu vực dự trữ và khu vực xúc bốc (hình 10) (Luu Văn Thục và nnk, 2017).



Hình 9. Sơ đồ công nghệ khoan nổ, xúc bốc khu vực tiếp giáp bờ trụ kết cấu



Hình 10. Sơ đồ công nghệ bóc đất đá bằng máy cày xới

- 1 - máy cày xới;
- 2 - máy xúc tải;
- 3 - ô tô.

2.4.3. Công nghệ bóc đất đá bằng khoan nổ mìn kết hợp với máy cày xới

Với đất đá cứng trước khi cày xới, tiến hành nổ mìn với chỉ tiêu thuốc nổ nhỏ, để tăng năng suất máy cày xới. Sơ đồ công nghệ xới như hình 9.

Để đánh giá hiệu quả các giải pháp áp dụng cần dựa trên tiêu chí về hệ số ổn định bờ mô và giá thành bóc đất. Theo đó, công nghệ được cho là phù hợp khi giá thành bóc đất nhỏ và hệ số ổn định bờ mô cao.

Hệ số ổn định bờ mô trong các trường hợp được xác định theo công thức (Luu Văn Thực và nnk, 2017):

$$n = \frac{\sum (N_i - D_i) \text{tg } \varphi_i + \sum C_i L_i}{\sum T_i \left[1 + \frac{g}{\sin \beta_i} K_a \left(\frac{\sqrt[3]{q}}{R} \right)^{n_a} \right]} \quad (1)$$

Trong đó: N_i - Lực dũ ổn định, mảnh thứ i , T/m; D_i - Áp lực nước ngầm, T/m; φ_i - Góc ma sát trong của lớp đất đá mảnh thứ i , độ; C_i - Lực dính kết của lớp đất đá mảnh thứ i , T/m²; L_i - Chiều dài cung trượt mảnh thứ i , m; T_i - Lực gây trượt, T/m; K_a , n_a - Hệ số thực nghiệm; g - Gia tốc trọng trường, m/s²; q - Quy mô vụ nổ, kg; R - khoảng cách từ bãi nổ đến công trình, m.

Hệ số ổn định bờ mô và giá thành bóc đất bờ mô Na Dương khi áp dụng mỗi loại hình công nghệ xem bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính toán các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật bờ trụ mô Na Dương

(Luu Văn Thực và nnk, 2017)

TT	Các chỉ tiêu	ĐVT	Khoan nổ mìn	Công nghệ cày xới	Công nghệ cày xới + khoan NM
1	Khối lượng đất đá bóc	10 ³ m ³	18.541,5	18.541,5	18.541,5
2	Khối lượng đất đá cần làm toi	"	15.760,3	15.760,3	15.760,3
3	Vốn đầu tư	Tr. đ	164.951,00	177.912,15	178.108,25
3.1	So với PA1 (Tăng +, Giảm -)	"	-	12.961,15	13.157,25
3.2	Tỉ lệ	%	-	7,86	7,98
4	Chi phí bóc đất đá	Tr. đ	782.002,00	819.975,63	797.953,29
4.1	So với PA1 (Tăng +, Giảm -)	"	-	37.973,63	15.951,28
4.2	Tỉ lệ	%	-	4,86	2,04
5	Giá thành bóc đất đá	đ/m ³	41.694,12	43.690,31	42.501,12
5.1	So với PA1 (Tăng +, Giảm -)	"	-	1.996,19	806,99
5.2	Tỉ lệ	%	-	4,79	1,94
6	Hệ số dự trữ ổn định bờ mô		1,407	1,797	1,745

3. Kết quả và thảo luận

Từ số liệu ở bảng 1 cho thấy: Công nghệ bóc đất đá bằng khoan nổ mìn có giá thành bóc đá và hệ số ổn định bờ mô thấp nhất, công nghệ bóc đất đá bằng máy cày xới có giá thành bóc đất và hệ số ổn định bờ mô cao nhất. Do đó, để đảm bảo độ ổn định bờ mô và tiết kiệm chi phí sản xuất, các tác giả kiến nghị đối với mô Na Dương như sau:

- Áp dụng công nghệ bóc đất đá bằng khoan nổ mìn tại các khu vực xa nhà máy nhiệt điện từ 400 trở lên;
- Áp dụng công nghệ bóc đất đá bằng máy cày xới tại khu vực gần nhà máy nhiệt điện (trong phạm vi

200 m từ nhà máy nhiệt điện);

- Áp dụng công nghệ bóc đất đá bằng khoan nổ mìn kết hợp với máy cày xới tại khu vực cánh nhà máy nhiệt điện từ 200 m đến 400 m.

4. Kết luận

Trong những năm qua, trượt lở bờ mỏ thường xuyên xảy ra tại một số mỏ lộ thiên trên thế giới và Việt Nam, ảnh hưởng nghiêm trọng đến hoạt động sản xuất của các mỏ như: Gây mất an toàn cho người và thiết bị làm việc trong mỏ, làm tăng hệ số bóc đá, giảm năng suất thiết bị, tăng chi phí sản xuất và đặc biệt một số mỏ như Na Dương còn gây nguy cơ mất an toàn cho các công trình trên mặt.

Để đảm bảo an toàn cho quá trình xuống sâu và bảo vệ các công trình trên bờ trụ các mỏ than lộ thiên bị trượt lở cần áp dụng các giải pháp như đề xuất trên đây.

Tài liệu tham khảo:

Lưu Văn Thực và nnk, 2014. *Nghiên cứu Nghiên cứu, thiết kế giải pháp xử lý trượt lở đảm bảo an toàn cho bờ trụ Nam mỏ than Đèo Nai*. Công ty Cổ phần than Đèo Nai – Vinacomin, Quảng Ninh.

Lưu Văn Thực và nnk, 2017. *Nghiên cứu các giải pháp công nghệ hợp lý bóc đất bờ trụ đảm bảo an toàn cho các công trình trên mặt*. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin, Hà Nội.

Певзнер М.Е., 1978. *борьба с деформациями горных пород на карьерах*. Москва Недра.

ABSTRACT

Solutions to remove the rational rock soil to raise the stability of the mine's edge, the safety of the works on the surface and deep exploitation

Thuc Van Luu^{1,*}, Cuong Công Le¹

¹*Institute of Mining Science and Technology – Vinacomin*

High-grade rock, clay soil, underground water pressure, inappropriate mining technology are the causes of deformation, slides in the mine, causing danger of unsafely to the surface (power plant , transportation, ...) and deep exploitation. From the results of the analysis of the natural characteristics - the technology of the open-pit coal mine and the factors affecting the stability of the mine's edge, the article proposes solutions to remove the rational rock soil to raise the stability of the mine's edge, the safety of the works on the surface and deep exploitation. Purpose: To improve the stability of the mine's edge, ensure the safety of the works on the surface and exploit deeply for mines. Research methodology: Data synthesis, analysis, comparison, theoretical and field survey. Main results: Proposed schematic and technological parameters for stripping: (i) drilling, (ii) plowing, (iii) drilling and blasting combined with plowing.

Keywords: rock removal; open-cast mining; drilling and blasting; technology; safe.

Những sự cố thường gặp tại một số lò chợ khai thác cơ giới hóa đồng bộ ở vùng than Quảng Ninh và những biện pháp khắc phục

Vũ Trung Tiên^{1,*}, Phạm Đức Hưng¹, Đỗ Anh Sơn¹

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Thông qua phân tích hiện trạng và tình hình khấu than tại một số lò chợ khai thác cơ giới hóa đồng bộ vùng Quảng Ninh, cũng như phân tích đặc điểm điều kiện địa chất mỏ, bài báo đã tổng hợp và phân tích được những sự cố thường gặp tại một số lò chợ khai thác cơ giới hóa đồng bộ. Qua đó, chỉ rõ những tồn tại của công nghệ khai thác cơ giới hóa đồng bộ đang được áp dụng tại một số mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh như hiện tượng lở gương, tụt nóc lò chợ; hiện tượng lún và nghiêng lệch giàn chống; hiện tượng máy khâu cắm sâu xuống nền lò chợ... Từ đó, bài báo đề xuất những giải pháp kỹ thuật công nghệ để xử lý những sự cố có thể xảy ra trong quá trình khai thác tại lò chợ khai thác cơ giới hóa đồng bộ như dùng hóa chất gia cố, dùng hóa phương pháp bơm ép nước để gia cố vỉa than; dùng gỗ để nâng giàn chống bị lún... Các giải pháp kỹ thuật này sau khi ứng dụng tại thực tế sản xuất đã đạt được kết quả khá tốt, có hiệu quả trong việc xử lý sự cố trong lò chợ tương ứng với từng điều kiện địa chất cụ thể, từ đó làm cho lò chợ hoạt động ổn định và an toàn, hình thành giải pháp kỹ thuật công nghệ quan trọng để xử lý sự cố trong các lò chợ khai thác cơ giới hóa đồng bộ tại một số mỏ khai thác hầm lò hiện nay vùng than Quảng Ninh.

Từ khóa: Sự cố trong lò chợ; công nghệ khai thác; khai thác cơ giới hóa đồng bộ; xử lý sự cố.

1. Mở đầu

Hiện nay, tại một số mỏ vùng than Quảng Ninh đang triển khai và ứng dụng một số lò chợ khai thác cơ giới hóa đồng bộ. Trong quá trình khai thác và theo dõi, bước đầu những lò chợ này đã mang lại hiệu quả đáng ghi nhận. Tuy nhiên, các lò chợ này cũng thường xuyên xảy ra các sự cố do nhiều nguyên nhân khác nhau, khi sự cố xảy ra trong lò chợ sẽ làm gián đoạn chu kỳ sản xuất lò chợ, giảm năng suất lao động và giảm hiệu quả cũng như vấn đề về an toàn trong lò chợ bị đe dọa.

Để lò chợ khai thác cơ giới hóa đồng bộ được hoạt động liên tục và mang lại hiệu quả trong việc sử dụng và vận hành các thiết bị đồng bộ thì các sự cố cần phải xử lý một cách nhanh chóng và kịp thời. Trong lò chợ khai thác cơ giới hóa đồng bộ, do phải vận hành nhiều thiết bị máy móc, bên cạnh đó là điều kiện địa chất – mỏ của lò chợ thay đổi và phức tạp nên sự cố thường hay xảy ra. Trong những sự cố tại lò chợ này, thường gặp nhất là các sự cố như: hiện tượng lở gương, tụt nóc lò; hiện tượng lún giàn chống và hiện tượng máy khâu cắm vào trong đá trụ của vỉa. Trước khi đề xuất giải pháp khắc phục sự cố xảy ra cần phân tích rõ nguyên nhân, trên cơ sở đó tiến hành lựa chọn giải pháp đúng đắn và kịp thời để lò chợ được an toàn. Thông qua phân tích những đặc điểm trong lò chợ cơ giới hóa đang khai thác tại một số mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh, bài báo cũng phân tích những nguyên nhân xảy ra những sự cố trong mỗi lò chợ, từ đó tổng hợp một số giải pháp hữu hiệu đang được dùng để xử lý sự cố này. Qua kiểm chứng đối với một số lò chợ gặp sự cố, mỗi giải pháp đều mang lại hiệu quả, góp phần nâng cao mức độ an toàn và hiệu quả trong khai thác lò chợ cơ giới hóa đồng bộ.

2. Hiện trạng công nghệ khai thác lò chợ sử dụng công nghệ cơ giới hóa đồng bộ vùng than Quảng Ninh

Hiện nay, tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh gồm có 06 lò chợ áp dụng công nghệ khai thác cơ giới hóa đồng bộ, bao gồm:

+ Công ty than Hà Lâm có hai lò chợ, trong đó một lò chợ được áp dụng khai thác cho vỉa 11 (bắt đầu từ năm 2013), thiết bị gồm: giàn chống trung gian loại ZF4400/16/28, giàn chống quá độ (giàn chống đầu lò chợ và giàn chống chân lò chợ) loại ZFG4800/18/28, máy khâu loại MG150/375-W, máng cào loại SGZ630/264, công suất thiết kế 600 ngàn tấn/năm; một lò chợ áp dụng khai thác vỉa 7 (năm 2015), thiết bị gồm: giàn chống trung gian loại ZF 8400/20/32, giàn chống quá độ loại ZFG9600/23/37, máy khâu loại MG300/730WD, máng cào mã hiệu SGZ 764/400, công suất thiết kế 1.2 triệu tấn/năm;

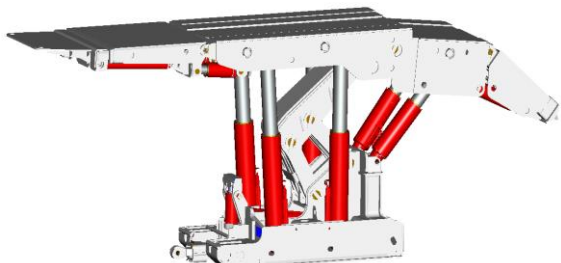
+ Công ty than Khe Chàm có một lò chợ được áp dụng khai thác cho vỉa 14-5 mỏ Khe Chàm III, thiết bị đồng bộ gồm: giàn chống trung gian ZFY5000/16/28, giàn chống quá độ ZFG-6200/17/30, máy khâu

* Tác giả liên hệ

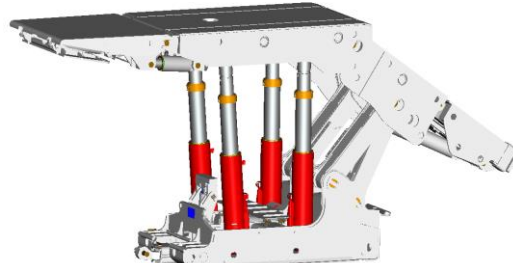
Email: vutrongtien@humg.edu.vn

loại MG-150/375-WD, máng cào đồng bộ mã hiệu SGZ630/246, công suất thiết kế 600 ngàn tấn/năm;

+ Công ty than Dương Huy có một lò chợ được áp dụng khai thác vỉa 11 (năm 2015), thiết bị đồng bộ gồm: giàn chống trung gian ZY3200/16/36, giàn chống quá độ ZYG3200/16/36, máy khâu loại MG300/700-WDK, máng cào mã hiệu SGZ 730/220, công suất thiết kế 600 ngàn tấn/năm.



Giàn chống trung gian loại ZF4400/16/28



Giàn chống quá độ loại ZFG4800/18/28



Máy khâu loại MG150/375-W



Máng cào mã hiệu SGZ 630/264

Hình 1: Tổ hợp thiết bị được sử dụng trong lò chợ vỉa 11 – Công ty than Hà Lâm (Công ty Cổ phần than Hà Lâm, phòng KCM, 2018)

+ Công ty than Quang Hanh có một lò chợ được áp dụng khai thác vỉa mỏng tại mỏ than Ngã Hai (năm 2015), thiết bị đồng bộ gồm: giàn chống loại ZY3000/12/26, máy khâu loại MG132/320-W, máng cào loại SGZ-630/220, công suất thiết kế 180 ngàn tấn/năm;

+ Công ty than Vàng Danh có một lò chợ được áp dụng khai thác vỉa 8 (năm 2017), thiết bị đồng bộ gồm: giàn chống trung gian mã hiệu ZF4400/17/28, giàn chống quá độ loại ZFG4800/20/32, máy khâu loại MG170/411-WD, máng cào mã hiệu SGZ 630/264, công suất thiết kế 450 ngàn tấn/năm.

3. Những sự cố trong lò chợ khai thác cơ giới hóa tại vùng Quảng Ninh

+ **Hiện tượng lở gương, tụt nóc trong lò chợ:** (Vũ Trung Tiến, Đỗ Anh Sơn, 2014). Đây là sự cố thường xảy ra nhất trong các lò chợ khai thác cơ giới hóa đồng bộ đang khai thác hiện nay. Hiện tượng này xảy ra chủ yếu do than mềm yếu, áp lực lò chợ lớn, đây là hiện tượng do than ở gương lò chợ bị đẩy ra khỏi khối nguyên và tràn vào khoảng không gian lò chợ, dẫn đến máy khâu không thể thực hiện khâu than bình thường. Khi hiện tượng lở gương xảy ra, điều này làm cho vách mắt gổi tựa nên sẽ bị rơi xuống lò chợ, đây gọi là hiện tượng tụt nóc lò chợ, hiện tượng này xảy ra trong không gian rộng dẫn đến hiện tượng rỗng nóc lò chợ, điều này ảnh hưởng đến chất lượng chống giữ lò chợ của giàn chống, có thể dẫn đến nghiêng lệch giàn chống, thậm chí đổ giàn chống, dẫn đến sẽ gây nguy hiểm cho lò chợ khai thác.

+ **Hiện tượng lún và nghiêng giàn chống trong lò chợ**

Sự cố xảy ra do nền lò chợ là loại đất đá mềm yếu, giàn chống có tải trọng lớn và chịu áp lực lớn. Khi đó giàn chống bị lún xuống nền lò chợ, làm cho việc di chuyển giàn chống sang luồng mới gặp khó khăn, đôi khi không thực hiện được do giàn chống lún quá sâu. Sự cố này xảy ra tại lò chợ vỉa 7 mỏ than Hà Lâm, mỏ than Khe Chàm III và mỏ than Dương Huy.

+ **Hiện tượng máy khâu khâu cắm xuống đá trụ của vỉa**

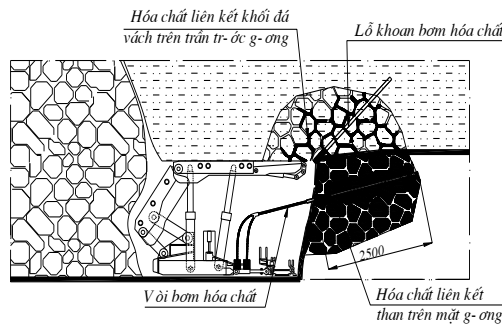
Sự cố này xảy ra do điều kiện địa chất của lò chợ quá phức tạp, do trong quá trình khâu, lò chợ gặp đứt gãy làm cho vỉa than thay đổi về điều kiện thể nằm dẫn đến việc điều khiển máy khâu không chính xác. Hiện tượng này xảy ra tại lò chợ mỏ Ngã Hai, Công ty than Quang Hanh.

4. Những giải pháp xử lý sự cố khai thác trong lò chợ khai thác cơ giới hóa đồng bộ

4.1. Xử lý sự cố lở gương, tụt nóc

4.1.1. Dùng hóa chất gia cố gương lò (Vũ Trung Tiên và nnk, 2014)

Giải pháp dùng hóa chất gia cố gương lò là một trong những giải pháp hiệu quả nhất về mặt kỹ thuật. Tại các nước như Trung Quốc, Ba Lan, Úc giải pháp này được sử dụng rộng rãi và phổ biến để giải quyết sự cố về hiện tượng lở gương và tụt nóc lò, giải pháp này không những dùng để xử lý hiện tượng lở gương, tụt nóc trong lò chợ mà còn được sử dụng để xử lý sự cố về tụt lở nóc lò khi đào các đường lò trong vỉa than và vùng đất đá mềm yếu. Bản chất của giải pháp là bơm hóa chất trực tiếp vào trong gương lò qua các lỗ khoan, từ đó hóa chất qua các khe nứt trong khối than và liên kết than thành khối vững chắc.



Hình 2: Sơ đồ nguyên lý thể hiện bơm vật liệu gia cố đất đá vách và gương để ngăn ngừa hiện tượng lở gương lò chợ

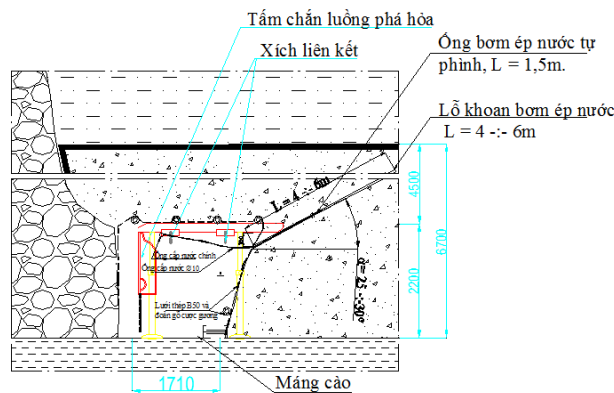
Hiện nay, hóa chất được dùng để gia cố gương lò có nhiều loại khác nhau và chi phí cũng khác nhau. Các lò chợ cơ giới hóa vùng Quảng Ninh thường sử dụng loại hóa chất DMT-601A/B của Trung Quốc sản xuất để gia cố gương lò. Để bơm ép hóa chất vào gương lò, người ta khoan những lỗ khoan trên gương lò chợ và dùng bơm cao áp để ép hóa chất qua các lỗ khoan, từ đó hóa chất lan tràn và xâm nhập vào các khe nứt của khối than và làm liên kết than thành khối (xem hình 2)

Giải pháp có một số ưu điểm: Sử dụng đơn giản, nhanh để phòng ngừa lở gương; hiệu quả tức thời, vì có thể nhanh chóng khôi phục công tác khai thác (sau khi bơm phun hỗn hợp hóa chất 20 phút có thể bắt đầu khai thác); tăng cường công tác an toàn; khối lượng thực hiện công việc ít, chi phí vận tải thấp.

4.1.2. Dùng phương pháp phun ép nước vào gương lò

Một trong những giải pháp hiệu quả để xử lý hiện tượng lở gương lò là bơm ép nước qua những lỗ khoan vào khối than trong lò chợ, đây là giải pháp rất hiệu quả về mặt kinh tế, tuy nhiên tại những vị trí có hiện tượng lở gương và tụt nóc nhiều và mạnh thì giải pháp này chưa thể xử lý được.

Hiện nay, tại lò chợ vỉa 14-5 mỏ than Khe Chàm III và lò chợ vỉa 7, lò chợ vỉa 11 của mỏ than Hà Lâm đang sử dụng giải pháp này. Qua đánh giá cho thấy rằng, nếu điều kiện gương lò chợ không lở gương nhiều thì giải pháp này tương đối hiệu quả

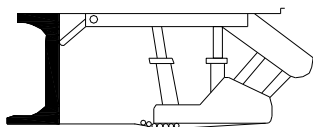


Hình 3. Bơm ép nước trước gương gia cố vỉa than mềm yếu bờ rời trong lò chợ khai thác cơ giới hóa

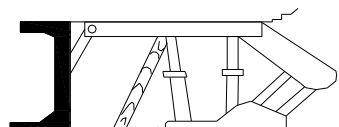
4.2. Xử lý sự cố lún và nghiêng giàn chống

+ Giải pháp xử lý giàn chống lún xuống nền lò chợ

Trường hợp nếu giàn chống lún xuống nền chưa sâu, người ta xử lý bằng cách trải gỗ xuống nền lò chợ hoặc dùng gỗ chống giàn chống (hình 4). Trường hợp giàn chống lún xuống nền lò sâu, thông thường xử lý bằng cách khoan lỗ khoan sau đó nổ mìn, sau chèn đá hoặc gỗ để tạo sàn rắn chắc và đẩy giàn chống lên (hình 5), nhiều trường hợp phải xử lý cho nền lò chợ rắn chắc hơn cần phải bơm hóa chất trực tiếp xuống nền lò chợ.

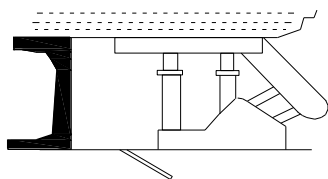


Dùng gỗ kê xuống nền lò nâng giàn chống

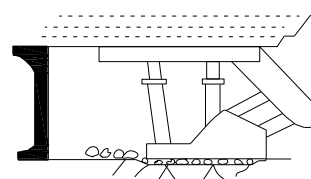


Dùng gỗ chống và kê gỗ nâng giàn chống

Hình 4: Xử lý giàn chống bị lún (nhẹ) xuống nền lò chợ



Khoan lỗ khoan xuống nền và nổ mìn

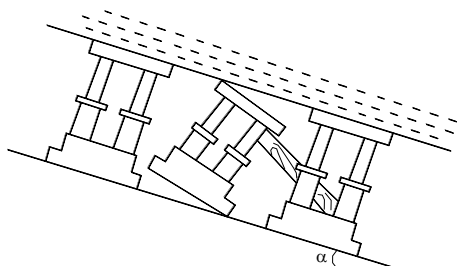


Tạo lớp đệm bằng đá đẩy giàn chống lên

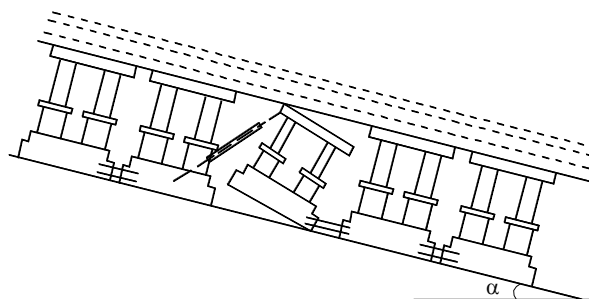
Hình 5: Xử lý giàn chống bị lún (cắm sâu) xuống nền lò chợ

+ Giải pháp xử lý giàn chống bị nghiêng lệch

Giàn chống nghiêng lệch xảy ra trong trường hợp góc dốc của lò chợ lớn, thông thường sẽ dùng thiết bị chống trượt giàn chống để xử lý hiện tượng này, tuy nhiên trong nhiều trường hợp người ta cũng có thể dùng gỗ hoặc các kích thủy lực để liên kết các giàn chống với nhau (hình 6)



Dùng gỗ xử lý giàn chống nghiêng lệch



Dùng kích liên kết giữa các giàn chống

Hình 6: Xử lý giàn chống bị nghiêng lệch trong lò chợ

4.3. Xử lý máy khâu khâu xuống đá trụ vỉa

- Cần phải thăm dò điều kiện địa chất bổ sung để biết hướng hình thành của vỉa than;
- Khi máy khâu khâu cắm xuống trụ (gấp đá) lập tức phải dừng máy, nếu cần phải xử lý cần dùng khoan nổ mìn, không dùng máy khâu để cắt đá, tránh cho máy khâu bị hư hại, đặc biệt là răng khâu sẽ nhanh hỏng do phải cắt vào đá;
- Đào tạo công nhân điều khiển máy khâu thành thục hơn (làm chủ thiết bị)

5. Kết luận

Thông qua kết quả tổng hợp của bài báo, tác giả đã phân tích điều kiện thực tế của lò chợ đang sử dụng công nghệ khai thác cơ giới hóa đồng bộ, từ đó thấy được những nguyên nhân gây nên một số sự cố trong lò chợ, đồng thời đưa ra những giải pháp khắc phục kịp thời cho những sự cố đó. Những giải pháp khắc phục sự cố này được áp dụng tại vùng Quảng Ninh và mang lại hiệu quả cao đáp ứng yêu cầu của sản xuất thực tế, từ đó nâng cao khả năng sử dụng hiệu quả của đồng bộ thiết bị, nâng cao vấn đề an toàn

trong khai thác lò chợ, nâng cao được trình độ cho người lao động trực tiếp trong lò chợ cơ giới hóa đồng bộ. Trong kế hoạch, Tập đoàn công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam sẽ từng bước đưa công nghệ khai thác cơ giới hóa vào lò chợ để nâng cao hiệu quả trong khai thác than, việc giải quyết các sự cố liên quan là bài toán vô cùng cần thiết, kết quả tổng hợp của bài báo cũng có thể làm tài liệu cho những cán bộ nghiên cứu trong lĩnh vực về công nghệ khai thác cơ giới hóa đồng bộ tại vùng than Quảng Ninh.

Tài liệu tham khảo

Công ty Cổ phần than Hà Lâm – Vinacomin, phòng KVM, 2018. Kế hoạch khai thác các lò chợ cơ giới hóa;

Công ty than Khe Chàm - TKV, phòng KCM, 2018. Kế hoạch khai thác lò chợ cơ giới hóa;

Công ty than Dương Huy – TKV, phòng KCM, 2018. Kế hoạch khai thác lò chợ cơ giới hóa;

Công ty than Quang Hanh – TKV, phòng KCM, 2018. Kế hoạch khai thác lò chợ cơ giới hóa;

Công ty than Vàng Danh – TKV, phòng KCM, 2018. Kế hoạch khai thác lò chợ cơ giới hóa;

Vũ Trung Tiến, Đỗ Anh Sơn, 2014. Nguyên nhân hiện tượng tụt nóc, lở gương cục bộ trong lò chợ khai thác cơ giới đồng bộ và biện pháp phòng ngừa. *Tạp chí công nghiệp mỏ*, số 6, trang 26 – 29;

Vũ Trung Tiến và nnk, 2014. Nghiên cứu áp dụng kỹ thuật ngăn ngừa hiện tượng lở gương lò bằng hóa chất DMT- 601A/B trong lò chợ cơ giới hóa ở Công ty than Khe Chàm. *Tạp chí khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất*, số 47, trang 52 – 56.

ABSTRACT

The problems often happening at the fully mechanized longwall in Quang Ninh province and methods of surmounting

VU Trung Tien^{1*}, PHAM Duc Hung¹, DO Anh Son¹

¹*Ha Noi University of Mining and Geology*

After analyzing current state and exploitation process of some of the fully mechanized longwall in Quang Ninh province, as well as analyzing the geological conditions, the paper has synthesized and analyzed some of the problems often happening at the fully mechanized longwall. At the same time, mention the shortcomings of existing fully mechanized longwalls are applying at some mines in the Quang Ninh. As a result, the paper proposes appropriate for technical and technological solutions to surmount the problems often happen at the fully mechanized longwall. This technical and technological solutions after application in practice has achieved good results. They are effective in the problems surmounting with specific geological conditions. The faces can be exploited safely, from there, to formulate important technical and technological methods to surmount the problems at the fully mechanized longwall in Quang Ninh province

Keywords: the problem in the face; technology of exploitation; fully mechanized; to surmount the problem

Uncertainties in the stability analysis of slope cuts

Nguyen Anh Tuan^{1,*}

¹Hanoi University of Mining and Geology

ABSTRACT

The stability analysis of slope cuts bases itself on geometrical data (structure of the rock mass, the geometry of the slope cuts) and measures or estimations of the mechanical properties of the discontinuities and the rock mass. These measures are treated to obtain synthetic data which will allow realizing one or several geometrical models, then one or several mechanical models. Finally, the consequences of a statistical analysis of orientation on the stability analysis were studied by stochastic simulation. Each of these stages includes uncertainties which are not totally collected, thus not estimated and taken into account in the final analysis. The article suggests listing the various sources of uncertainties, then to show the geometrical influence of the data processing and the indicators of stability resulting from limit equilibrium stability analysis in the stability analysis of slope cuts.

Keywords: Discontinuities, Discrete fracture network (DFN), Uncertainties, Modelling, Stability analysis.

1. Introduction

For an open pit mine or slope cuts, the design of slope is one of the major challenges at every stage of planning and operation (Figure 1). Fundamentals of slope design require specialised knowledge of geology, the material properties and geometric of slope cuts. It means also an understanding of the practical aspects of design implementation and the stability analysis of slope (CSIRO 2009). The stability analysis of slope cuts bases itself on geometrical data (structure of the rock mass, the geometry of the slope cuts) and measures or estimations of the mechanical properties of the discontinuities and the rock mass.

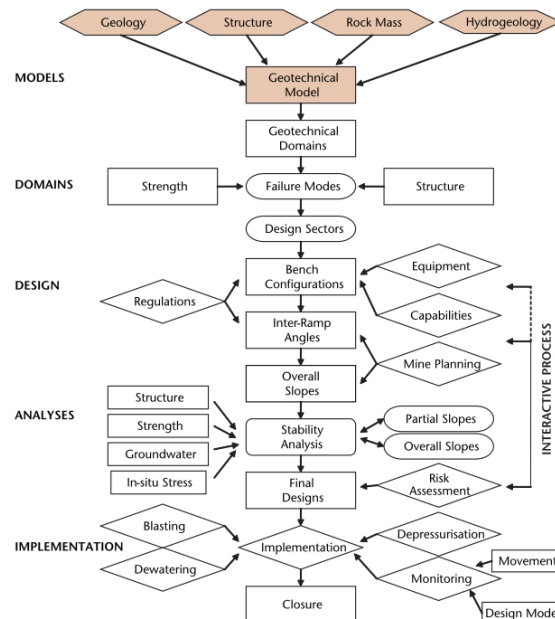


Figure 1. Slope design process (CSIRO 2009)

The geotechnical model is the fundamental basis for all slope designs and it complied four component models: the geological model (presents a 3D distribution of material type, in situ stress, etc.); the structural model (major structures as folds, inter-ramp and mine scale faults, structural fabric such as joints bench scale faults); the rock mass model (material properties); the hydrogeological model (both the groundwater pressure and the surface water flow). These models also have applications for other aspects of the mining operation. However, particular aspects of each are critical for the slope design process. The stability analysis of slope cuts the need to define the reliability of the data in the geotechnical model has

increased significantly. This frequently leads to a situation where the uncertainties dominate the probabilistic results and a more deterministic approach must be used. The criteria were initially expressed in term of a factor of safety (Fos), which compared the slope capacity (resisting forces) with the driving forces acting on the slope. The uncertainty and variability of geology and rock mass properties led to increasing use of probability techniques rather than the deterministic FoS method.

For each site, it is obviously an incomplete mathematical representation of the reality fractured rock mass. The main parameters of DFN model are the discontinuity size, orientation, and spatial density distribution. The grouping of discontinuities in primary sets is mainly based on the orientation of the discontinuities, which is a consequence of their genesis. The uncertainty of DFN model results from both some intrinsic variability and statistical effects. There is a balance to find between the decrease of variability and the increase of statistical uncertainty. Three types of uncertainties: parameter uncertainty, model uncertainty, and geometrical uncertainty are involved (Starfield & Cundall 1988; Verdel 2007; Maxime 2007; Baecher & Christian 2003). These uncertainties influence the safety of the benches of fractured rock mass support installed by using deterministic and probabilistic methods for equilibrium. Uncertainties in the mechanical properties of discontinuities such as joint friction, cohesion, and stiffnesses because of a lack of knowledge about *in-situ*. The orientation of fractures and their length, discontinuity spacing, discontinuity friction angle, the cohesion of discontinuities are subject to uncertainty because data are obtained from a two dimensional of *in-situ*. Model uncertainty was quantified by probabilistic analysis methods, sensitivity analysis and the application of partial factors to design against the instability of fractured rock mass. These uncertainties influence the safety and economy of the rock support installed.

2. Uncertainties of input and output parameters

2.1. Uncertainties of input parameters

There are three main types of survey such as borehole surveys, scanline surveys, and areal surveys. The measurements are usually made on oriented cores from resistivity logs. Borehole measurements give information about the distribution of fracture orientation, the fracture density and its regionalization, the presence of fracture clusters. Parameters such as discontinuities, the fracture orientation, slope orientation, model dimensions of slope cuts, etc. were considered as inputs parameters.

The orientation of fractures, is not purely random, though not regular. Many of the fractures observed in a single outcrop are approximately parallel to be one or several planes. These fractures, which have approximately the same orientation, constitute a fracture sets. The existence of sets is due to the fact that the orientation of fractures is related to tectonic history. It is best to study the various sets separately, as individual sets are expected to be more homogeneous than combined sets (Priest 1993). At first, task is to identify the various sets. This problem is introduced together with the definition and calculation of the fracture density.

This works, the modeling deals with the scale ranging from tens of centimeters to tens of meters. It means various scales such as metric scale. Models to predict number of set, the poles of sets, histogram and statistical of sets, statistical outputs (the number and volume of unstable blocks), synthetic indicator of global stability of slope cuts. In practice, it is not possible to consider any nonrandom set of all the fractures. Before using the models of fracture on the stability analysis results, it is necessary to explain how data are collected and provided statistical inputs parameters.

2.2. Uncertainties of output parameters

2.2.1. Orientation distribution

The statistical modeling of directional data has been studied for a long time such as Mardia (1972). The most commonly used models for spherical orientations concerning a fracture set are the truncated Fisher, and the uniform distributions, etc. There are sophisticated methods for estimating the mean direction. Because of the uncertainties associated with the definition of the “direction” of a fracture and with the measurement itself, and due to the geometric bias. It is sufficient to identify the mean direction (Priest 1993).

If the directions are uniformly distributed on the upper hemisphere, the probability density function (pdf) associated with a surface element ds is $ds/(2\pi)$. Expressed in spherical coordinates as the surface associated with $d\theta$ and $d\phi$ is $ds = \sin\theta d\theta d\phi$, the bivariate pdf of the polar coordinates θ, ϕ referred to the reference sphere is expressed by uniform distribution, such as:

$$f(\theta, \phi) = \frac{1}{2\pi} \sin\theta \quad 0 < \theta < \pi/2 \quad 0 < \phi < 2\pi \quad (1)$$

with θ (dip angle), ϕ (2π - strike azimuth) are independently distributed, ϕ is uniformly distributed on $[0, 2\pi]$, and $\cos\theta$ uniformly distributed on $[0, 1]$.

Fisher distribution is an isotropic nonuniform distribution, the pdf of the polar coordinates (θ' , ϕ') referred to the reference sphere is:

$$f(\theta', \phi') = \frac{1}{2\pi} \frac{k \sin \theta'}{e^k - e^{-k}} \exp(k \cos \theta') \quad 0 < \theta' < \pi \quad 0 < \phi' < 2\pi \quad (2)$$

With k is a concentration parameter: for $k = 0$, the mass is uniformly distributed; for large k , the mass is concentrated on a small portion of the sphere around the pole of the mean direction. It can be estimated and used to check whether the bivariate distribution of (θ, ϕ) such as truncated Fisher.

2.2.2. Spacing distribution

The intersection of any of the basic models with a line provides a 1D Poisson process (Priest 1993). Successive spacing is independent and follow an exponential distribution.

$$P(k, x) = \frac{e^{-\lambda x} (\lambda x)^k}{k!} \quad (3)$$

If the total event discontinuity frequency is λ , can be shown that the probability $P(k, x)$ of exactly k events (discontinuity intersections) occurring in an interval of length x , selected at random along the line (Scanline surveys). The probability of zero events in an interval is found by setting $k = 0$, giving $P(0, x) = e^{-\lambda x}$.

2.2.3. Trace length and fracture size

If fractures cannot be considered as infinite at the scale of the study, the distribution of their size largely determines the frequency of intersection and hence the mechanical behavior of the rock mass. In practice, it is not possible to observe the exact size of a fracture. A 2D survey, however, provides the trace length distribution, which linked with the fracture size distribution. But the experimental histogram of trace length is affected by several biases that have to be corrected. For a fixed 3D fracturation density, there is a better connectivity with a few large fractures than with many small ones.

2.2.4. General network models

All models can be deterministic or stochastic. The first models were deterministic, which is defined by three orthogonal directions of equidistant planes. Stochastic models are considered here, because they are better adapted to usual applications. From a stochastic point view, fracture networks are realization of random sets. The basic models can be found among the random set models, mainly developed by Matérn (1960), Matheron (1967, 1975), Miles (1972), Dershowitz (1984), Heliot (1988), and Chilès (1989). All the models described common assumptions: all fractures are planar; all fracture locations are equally probable; all fracture orientations are independent of fracture locations. In order to take account of the complexity of reality, several generalizations of the basic models can be used such as hierarchical models, cluster models, regionalization of density, etc. The rock mechanics of rock mass depend mainly on the characteristics of the fracture field. It is therefore necessary to use stochastic models. Mathematical morphology provides a means of fully characterizing a fracture network (Goovaerts 1997).

2.2.5. Distribution of unstable blocks

For statistical data on discontinuities, it is necessary to apply several simulation processes to the same slope cut. Each simulation provides a set of blocks for which the stability has to be investigated in accordance with the method previously explained.

Let m_n the average volume of instable blocks for n simulation:

$$m_n = (v_1 + v_2 + \dots + v_i + \dots + v_n)/n \quad (4)$$

with v_i is the total volume of instable blocks for simulation number i . v_i constitutes a random variable v .

For the $(n+1)^{\text{th}}$ simulation, one can write:

$$m_{n+1} = (nm_n + v_{n+1})/(n+1) \quad (5)$$

For an exponential law of v , with 95% probability, we have:

$$0 < v_i < 3\lambda \quad (6)$$

Where λ is the parameter of the law estimated by m_n : $\lambda = m_n$

Hence, from (4), (5) and (6): $-1/(n+1) < (m_{n+1} - m_n)/m_n < 2/(n+1)$ (7)

From (7), we have: $|m_{n+1} - m_n| / m_n < 2/(n+1)$ (8)

The validity of this adjustment can be easily verified by comparing m and σ , which are equal in the case of an exponential law. The probability (α) of having a volume of unstable blocks of more than v_0 is:

$$\alpha = \text{Prob} \{v \geq v_0\} = e^{-\lambda v_0} \quad (10)$$

In a general way, we may therefore consider that the optimum number of simulation with an error of about 5%, which is committed as to average of the volumes in the case of n simulations.

3. Case study

3.1. Fractured rock mass geometrical model to a limestone quarry Clues

Some discontinuities survey was performed on 9 benches of a limestone quarry Clues situated in the south of France, 20 km north of Nice. 61 planes were collected which is quite a little, but sufficient to identify families of discontinuities. The geometry of the slope, the different bench dimensions, and major geological structures of Jurassique is shown in Figure 3 using, model.

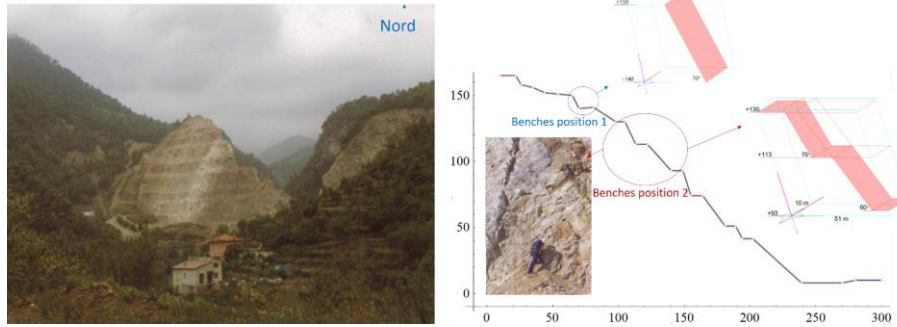


Figure 3. Photo of the quarry (left) and bench dimensions on the slope of the quarry Clues (right).

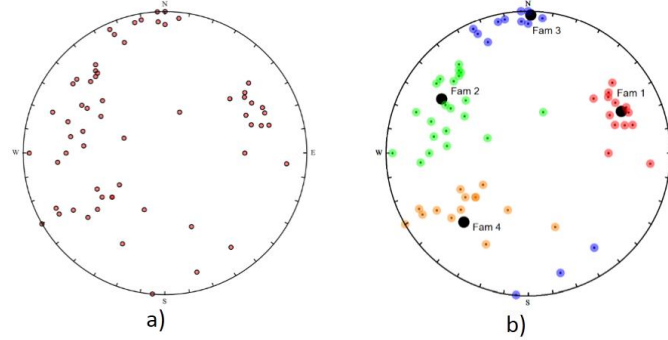


Figure 4 Stereographic projection of lower hemisphere Schmidt net: (a) plot of discontinuity data of 9 benches; (b) 4 mains sets with the spectral method, which was computed in Mathematica.

The studied slope has benches from 10 to 20-meter height with a dip from 60° to 70° and an azimuth varying from N100 to N120 (Figure 3, left). For the rock mass characteristics was used in the numerical model: the angle friction of discontinuities (ϕ) equals 30°; the rock mass density (γ) equals 25 KN; the cohesion (C) 180 kPa; the rock mass strength (σ_n) 178 Mpa; and standard deviation of σ_n equals 13 Mpa. The *in-situ* friction coefficient for this type of rock is approximately 0.577 ($\phi=30^\circ$) in the simulation presented in this study.

The methodology concerning the description of the fractures systems can be found in (Nguyen et al. 2014) for the fracture clustering method. The method on the spectral method by Andrew, Michael and Weiss (2002) and Jimenez-Rodriguez and Sitar (2006) for defining main discontinuity sets presented were applied to study their impact on benches stability analysis. The spectral method was programmed and presented under Mathematica environment. Therefore, the result in term of a number of sets, mean and dispersion of the families, spacing for a family differs, Figure 4. With the results of the discontinuity data treatment in the previous step, the complex network of discontinuities had been replaced by the main discontinuities sets. Each set was represented by its center and its spatial distribution laws, in Table 1.

Table 1. Detail of discontinuity sets with the spectral method in the quarry Clues.

Parameters		Sets			
		Fam1	Fam2	Fam3	Fam4
Spectral method	$N_{pc}, \%$	13	21	13	14
	N_{pc}	21%	35%	21%	23%
		100%			
	α_d	61	61	87	56
	β_d	246	122	181	43
	K_f	66	16	63	14
Spacing	Exp: λ	0.3	0.15	1	2.5

The spectral method regroups all the discontinuities: 100% of classification. Also, the grouping according to the spectral method depends on a factor σ , but this choice is still in discussion between specialists (Meila & Shi 2001; Andrew et al. 2001). In fact, as mentioned above, the scaling parameter σ was a human-specified parameter. It is possible to choose, as proposed a value of σ which maximizes the intra-cluster similarity (low intra-cluster distances). For our case, it corresponds to a σ value of 0.12.

The case of the quarry of Clues, we did not make the systematic statement of distances from scanline, but we associated with every measure orientation of fracture estimation the mean and standard deviation of each discontinuity set. The spacing in each family is considered as following an exponential law or as uniform; $m=1/\lambda$ is the mean of spacing following an exponential law.

3.2. Limiting equilibrium analysis

The consequences of statistical analysis (Tables 1) on the stability analysis were studied running Resoblok simulations (Heliot, 1988). It is a DFN code that couples geometrical block system construction and an iterative stability analysis based on limit equilibrium stability analysis (Asof 1991) according to a vector analysis method initially proposed by Warburton (1981). The deterministic or stochastic geometry of a fractured rock mass can be represented in 3D. Resoblok was developed by Laego, a French research laboratory located in Nancy. Resoblok is not currently available commercially.

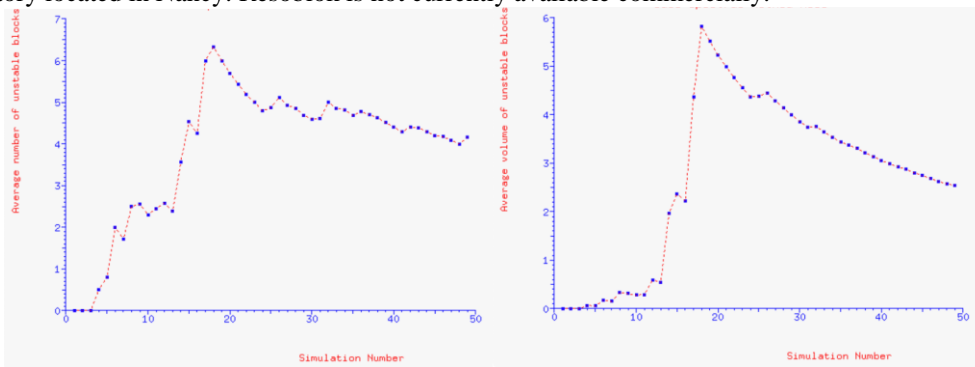


Figure 5 Variation in the average number and the average volume of unstable blocks versus the number of with 50 simulations.

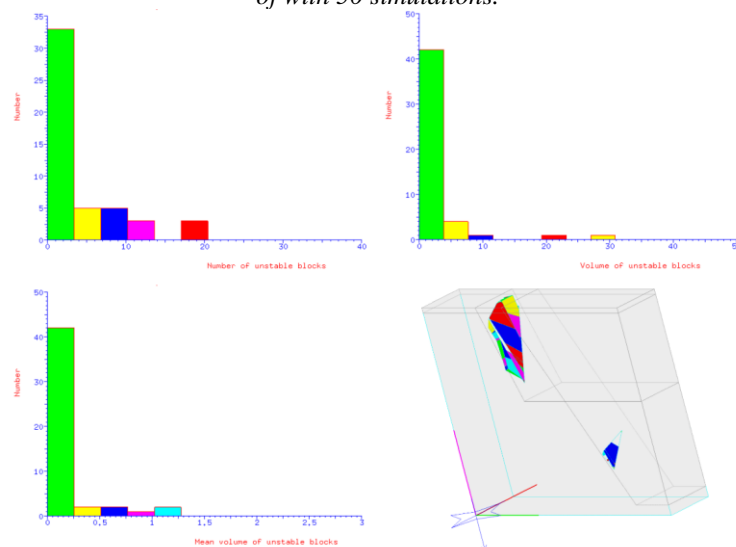


Figure 6 Histogram of the number, the volume and mean volume unstable blocks with 50 simulations, and the unstable blocks of N°18 of simulation more favorable.

Limit equilibrium analysis of the benches at the quarry Clues (Figure 3, left) was analysed using Resoblok with the law of Coulomb. From statistical knowledge on fracture orientation and spacing, block geometries can be computed according the statistic, and then a stability analysis is run. Resoblok calculates the safety of factor FoS of the blocks bounding the excavation and the one having a factor of security lower than a fixed value (default value =1) are considered as unstable. The results of the stability analysis are presented in a statistical way for $n = 50$ simulations of each geometry and properties (C, ϕ). The Figure 5 and 6 show the histogram of the unstable blocks in the vicinity of the excavations and the

histogram of the average number and volume of unstable blocks versus the number of simulation. 3D modelling was performed for a section more favorable in the quarry Clues. Finally, the geometrical model created from the simulations of the scenario were used as the representative model of the rock mass, [table 2](#).

Table 2 Stability analysis with the differences levels of treatment of the data of BC bench.

Analysis stability	Spectral method
N° of simulation more favorable	18
Number of blocks created	1985
Number of unstable blocks	34
Mean volume of a block (m ³)	1.135
Unstable blocks volume (m ³)	38.581

4. Conclusions

A methodology of the stability analysis of slope cuts includes uncertainties assessment was presented which accounts the complexity of the fractured rock mass. The quantify uncertainty was presented in the parameters: orientation, spacing and dispersion of main discontinuity sets. The spectral method, which was computed in Mathematica for defining main discontinuity sets presented were applied to study their impact on slope cuts stability from DFN modelling with a stochastic approach. The work suggests listing the various sources of uncertainties, then to show the geometrical influence of the data processing and the indicators of stability resulting from limit equilibrium stability analysis in the stability analysis of slope cuts. The stability analysis of slope cuts is considered as a significant hazard on the slope cuts of a limestone quarry. These works was estimated unstable blocks, volumes and slope displacements in the limestone quarry Clues. Modelled displacement of unstable blocks illustrated the potential areas for slope cut instability. The consequences of a statistical analysis of orientation on the stability analysis were studied by stochastic simulation. Each of these stages includes uncertainties which are not totally collected, thus not estimated and taken into account in the final analysis.

The results show that, if we estimate that the “critical volume”, the is a probability of having a greater volume of unstable blocks. The variable “total volume” of unstable blocks, using the probabilistic approach previously introduced, enables us: to compare different slope cut from the aspect of stability; to optimize the orientation and the slope of a given slope cut, calculating different probabilities for a given critical volume; and to quantify, comparatively, the eventual reinforcing pattern of the slope cut.

References

- Baecher, G.B. & Christian, J.T., 2003. *Reliability and Statistics in Geotechnical Engineering* John Wiley&Sons, ed., England: Wiley.
- Baroudi, H. et al., 1992. Bench stability in open pit Mines: A methodology for jointed Rock masses. In *Régional Conference on fractured and jointed rock masses*. Lake Tahoe, California, p. 7.
- CSIRO, 2009. *Guidelines for open pit slope design*, Australlia.
- Chiles, J.-P. & Delfiner, P., 1999. *Geostatistics Modeling Spatial Uncertainty*, Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Heliot, D., 1988. Generating a blocky rock mass. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts*, 25(3), pp.127–138.
- Goovaerts, P., 1997. *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*,
- Korini, T. & Merrien-Soukatchoff, V., 2009. Stability analysis of excavations in jointed rocks - the computer program RESOBLOK. In *3rd Balkan mining Congress*. Izmir, Turkey.
- Laego, I., 2008. *RESOBLOK*,
- Merrien-Soukatchoff, V., Korini, T. & Thoraval, A., 2012. Use of an Integrated Discrete Fracture Network Code for Stochastic Stability Analyses of Fractured Rock Masses. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 45(2), pp.159–181.
- Nguyen, A.T., Merrien-Soukatchoff, V. & Vinches, M., 2014. Grouping discontinuities of fractured rock mass into main sets : consequences on the stability analysis of open pit benches. In D. 2014, ed. *DFNE 2014*. Vancouver, Canada, pp. 1–8.
- Priest, S., 1993. *Discontinuity analysis for rock engineering*, Chapman & Hall.
- Starfield, A.M. & Cundall, P.A., 1988. Towards a methodology for rock mechanics modelling. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts*, 25(3), pp.99–106.

Nghiên cứu tính ổn định của vỉ chống cơ khí hóa trong khai thác vỉa dốc nghiêng đến dốc đứng

Bùi Mạnh Tùng^{1,*}, Trần Văn Thanh¹, Nguyễn Phi Hùng¹, Đỗ Hoàng Hiệp²

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

²Công ty TNHH MTV Than 35

TÓM TẮT

Khai thác các vỉa dốc nghiêng đến dốc đứng, do góc dốc của lò chợ lớn, đá vách và đá trụ vỉa luôn luôn có xu thế trượt theo theo hướng dốc lò chợ. Ngoài ra, do trọng lượng bản thân của vỉ chống lớn làm cho vỉ chống luôn có xu thế dịch trượt và lật đổ theo chiều dốc của lò chợ. Bài báo dựa trên điều kiện của lò chợ 45051 mỏ Tân Cường, Tập đoàn than Thái Thái Hà, Trung Quốc tiến hành phân tích độ ổn định của vỉ chống cơ khí hóa trong khai thác lò chợ dài dốc nghiêng - đứng, từ đó đề xuất biện pháp kỹ thuật ngăn ngừa sự dịch trượt và lật đổ của vỉ chống, kết hợp với kết cấu điều chỉnh giá, tấm chắn hông và kích chống lật. Kết quả cho áp dụng cho thấy, các thiết bị và giải pháp ngăn ngừa dịch trượt và lật đổ được áp dụng trong lò chợ đã đảm bảo được yêu cầu về kỹ thuật, nâng cao hiệu quả kinh tế cũng như an toàn trong lò chợ cơ giới hóa vỉa dốc nghiêng đến dốc đứng.

Từ khóa: Vỉa dốc nghiêng; dốc đứng; vỉ chống cơ khí hóa; lò chợ.

1. Đặt vấn đề

Khi khai thác vỉa dốc nghiêng đến dốc đứng, quá trình làm việc của vỉ chống trong lò chợ do trọng lượng bản thân và các thành phần hợp lực của các tấm xà sẽ làm cho vỉ chống luôn có xu hướng dịch trượt và lật đổ theo chiều dốc của lò chợ. Các hiện tượng đó gây ra các tác hại cho các thiết bị xung quanh cũng như ảnh hưởng đến hệ thống sản xuất chung của lò chợ. Theo các kết quả đã nghiên cứu cho thấy^[1,2], khi góc dốc lò chợ từ 18° trở lên, vỉ chống sẽ bị dịch trượt theo chiều dốc, thậm chí là lật đổ. Đối với góc dốc từ 18°~35°, chủ yếu sử dụng lò chợ dạng xiên chéo để không chế độ ổn định của vỉ chống. Tuy nhiên, khi góc dốc lò chợ từ 35° trở lên, do thành phần hợp lực theo chiều dốc tác dụng lên vỉ chống là rất lớn, chỉ sử dụng lò chợ xiên chéo thì không đảm bảo được sự ổn định của vỉ chống. Vỉ chống thường bị xô đẩy xuống phía dưới chân lò chợ, các vỉ chống ở phía dưới lò chợ thường bị kẹt cứng, gây khó khăn cho quá trình di chuyển theo tiến độ gương lò chợ. Do vậy, cần phải tiến hành phân tích các nguyên nhân gây lên sự mất ổn định và đề xuất các giải pháp kỹ thuật nhằm đảm bảo sự ổn định của vỉ chống trong lò chợ.

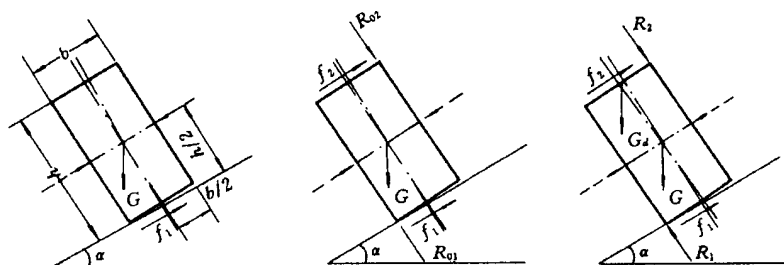
2. Phân tích độ ổn định của vỉ chống lò chợ

2.1. Sơ đồ tính toán sự dịch trượt và lật đổ của vỉ chống lò chợ

Hiệu quả công tác của vỉ chống phụ thuộc rất nhiều vào trạng thái của đá vách và đá trụ. Trạng thái của đá được đánh giá dựa vào các tính chất và cấu trúc của chúng, đồng thời phụ thuộc vào loại và thông số của vỉ chống, trình tự lắp đặt, di chuyển và trạng thái mang tải của vỉ chống.

Kết quả phân tích chế độ làm việc của vỉ chống cho thấy, độ ổn định của vỉ chống theo quá trình làm việc của vỉ chống trong lò chợ được phân chia thành ba trạng thái^[3]: Trạng thái tự do, trạng thái chịu tải ban đầu và trạng thái chịu tải trọng công tác.

Trạng thái dịch trượt và lật đổ của vỉ chống trong lò chợ được thể hiện trên sơ đồ hình 1 và 2 dưới:

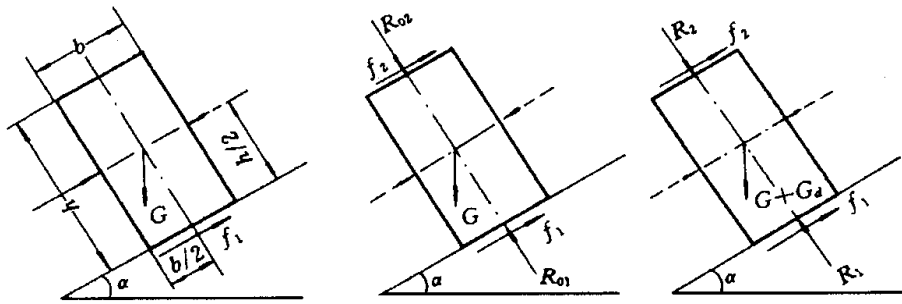


a. Trạng thái tự do; b. Trạng thái chịu tải trọng ban đầu; c. Trạng thái chịu tải trọng công tác.

Hình 1. Sơ đồ tính toán dịch trượt của vỉ chống.

* Tác giả liên hệ

Email: buimanhtung@humg.edu.vn



a. Trạng thái tự do; b. Trạng thái chịu tải trọng ban đầu; c. Trạng thái chịu tải trọng công tác.
Hình 2. Sơ đồ tính toán lật đổ vì chống.

2.2. Phân tích độ ổn định của vì chống

Độ ổn định của vì chống là chỉ khả năng kháng lại sự dịch trượt và lật đổ của vì chống theo chiều dốc lò chợ. Giả sử gọi k và λ biểu thị chỉ số độ ổn định của vì chống theo dịch trượt và lật đổ, thì k và λ được xác định như sau:

$$\begin{cases} k = \frac{F_R}{F} \\ \lambda = \frac{M_R}{M} \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó:

F_R, M_R - Mô men kháng trượt và kháng lật đổ của vì chống;

F, M - Mô men trượt và lật đổ của vì chống;

f_1, f_2 - Phân lực ma sát của vì chống với đá trụ và đá vách.

Đặc điểm ổn định của vì chống theo quá trình làm việc trong lò chợ ở ba trạng thái: trạng thái tự do, trạng thái chịu tải ban đầu và trạng thái chịu tải trọng công tác sẽ có những biểu hiện và đặc trị khác nhau. Độ ổn định giới hạn của vì chống ở các trạng thái được xác định như sau:

(a) Khi vì chống ở trạng thái tự do:

$$\begin{cases} f_1 = G \sin \alpha \\ bG \cos \alpha = hG \sin \alpha \end{cases} \quad (2)$$

Hoặc $f_1 = \mu G \cos \alpha$

(b) Khi vì chống ở trạng thái chịu tải trọng ban đầu:

$$\begin{cases} f_1 + f_2 = G \sin \alpha \\ bG \cos \alpha + 2bR_{02} + 2hf_2 = hG \sin \alpha \end{cases} \quad (3)$$

Hoặc:
$$\begin{cases} f_1 = \mu(G \cos \alpha + R_{01}) \\ f_2 = \mu R_{02} \end{cases}$$

(c) Khi vì chống ở trạng thái chịu tải trọng công tác

$$\begin{cases} f_1 + f_2 = (G + G_d) \sin \alpha \\ b(G + G_d) \cos \alpha + 2(bR_2 + hf_2) = h(G + 2G_d) \sin \alpha \end{cases} \quad (4)$$

$$\text{Hoặc} \quad \begin{cases} f_1 = \mu[(G + G_d) \cos \alpha + R_1] \\ f_2 = \mu R_2 \end{cases}$$

Để đảm bảo cho vì chống ổn định, thì cần phải đảm bảo góc trượt đồ giới hạn của vì chống phải lớn hơn góc dốc của lò chợ. Khi $k = \lambda = 1$, góc giới hạn dịch trượt và lật đồ của vì chống được xác định như sau:

$$\begin{cases} [\alpha_h] = \text{arctg}(\mu) \\ [\alpha_d] = \text{arctg}\left(\frac{b}{h}\right) \end{cases}$$

Trong đó:

μ - Hệ số ma sát giữa vì chống với đá vách và đá trụ 0.222~0.819;

G - Trọng lượng vì chống, kN;

G_d - Trọng lượng của đá vách lên vì chống, kN;

R_{oi}, R_i - Phản lực ban đầu và công tác của vì chống lên đá xung quanh, kN;

P_0, P - Tải trọng ban đầu và tải trọng công tác của vì chống, kN;

h, b - Chiều cao và chiều rộng vì chống, m;

α - Góc dốc vỉa, (°).

2.3. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến độ ổn định của vì chống

Thay công thức (2), (3), (4) vào công thức (1) ta được các chỉ số độ ổn định vì chống tương ứng với các trạng thái như sau:

Trạng thái tự do

$$\begin{cases} k_1 = \mu \text{ctg} \alpha \\ \lambda_1 = \frac{b}{h} \text{ctg} \alpha \end{cases} \quad (5)$$

Trạng thái chịu tải trọng ban đầu

$$\begin{cases} k_2 = k_1 + \frac{2\mu P_0}{G \sin \alpha} \\ \lambda_2 = \lambda_1 + \frac{2(b+h)P_0}{hG \sin \alpha} \end{cases} \quad (6)$$

Trạng thái chịu tải trọng công tác

$$\begin{cases} k_3 = k_1 + \frac{2\mu P}{(G + G_d) \sin \alpha} \\ \lambda_3 = \lambda_1 + \frac{2(b+h)P}{h(G + G_d) \sin \alpha} \end{cases} \quad (7)$$

Từ các công thức trên cho thấy, độ ổn định của vì chống được quyết định bởi hai yếu tố, đó là: tham số của chính bản thân vì chống và điều kiện địa chất, kỹ thuật sản xuất lò chợ.

Từ công thức (5), (6) và (7) cho thấy: Do giá trị P_0 và P là số dương, cho nên vì chống ở trạng thái chịu tải trọng ban đầu hay đạt đến tải trọng giới hạn thì độ ổn định của vì chống thường tốt hơn ở trạng thái tự

do, tức là: $k_2, k_3 \geq k_1, \lambda_2, \lambda_3 \geq \lambda_1$.

- Góc dốc via α là yếu tố ảnh hưởng nhiều nhất đến độ ổn định của vì chống. Từ các công thức xác định k_i, λ_i cho thấy: Dù vì chống ở trạng thái nào, góc dốc via càng lớn vì chống càng kém ổn định.

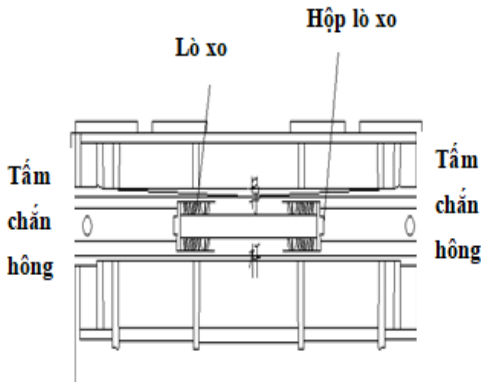
Căn cứ vào các kết quả phân tích trên và điều kiện cụ thể của lò chợ 45051. Để đảm bảo độ ổn định cho các vì chống cơ giới hóa khi khai thác via dốc nghiêng đến dốc đứng. Đề xuất lắp đặt các thiết bị chống dịch trượt và lật đổ, cũng như cần phải áp dụng một số các giải pháp kỹ thuật phù hợp với điều kiện địa chất kỹ thuật của lò chợ.

3. Đề xuất lắp đặt kết cấu ngăn ngừa sự dịch trượt và lật đổ của vì chống cho lò chợ 45051 mỏ Tân Cường, Trung Quốc.

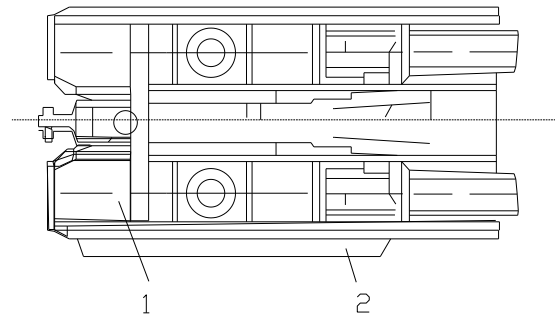
Lò chợ 45051 mỏ Tân Cường có chiều dày trung bình là 1.8m, góc dốc 42.8~50°, trung bình 46.2°, chiều dài lò chợ 60m, vách giả dày 0.4m, chiều dày vách trực tiếp là 12m, góc ma sát của trong của đá trụ là 30°, điều kiện địa chất tương đối phức tạp. Lò chợ sử dụng vì chống cơ khí hóa ZY3600/12/28. Các giải pháp đề xuất ngăn ngừa sự dịch trượt và lật đổ của vì chống trong lò chợ như sau:

3.1 Lắp đặt tấm chắn hông

Hai bên dầm nóc và dầm chân của vì chống ZY3600/12/28 lắp đặt hai tấm chắn hông. Điều chỉnh tấm chắn hông thông qua hệ thống kích thủy lực và lò xo ống. Sử dụng kích co duỗi của tấm chắn hông có thể điều chỉnh vì chống theo sự biến đổi của góc dốc lò chợ. Khi vì chống di chuyển thì tấm chắn hông của vì phía dưới có nhiệm vụ hỗ trợ đẩy vì chống phía trên, đồng thời dưới tác dụng của hệ thống lò xo, tấm chắn hông trên của vì chống liền kề sẽ ngăn chặn sự xâm nhập của đá phá hóa vào không gian lò chợ. Như vậy có thể thấy, tác dụng của tấm chắn hông là vừa ngăn ngừa sự dịch chuyển và lật đổ của vì chống, dẫn hướng cho vì chống và ngăn chặn sự xâm nhập của đá phá hóa. Kết cấu của tấm chắn hông được thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Sử dụng kích bên hông.



1-Đế vì chống; 2- Dầm chỉnh giá

Hình 4. Dầm chỉnh giá

3.2 Lắp đặt kết cấu dầm chỉnh giá

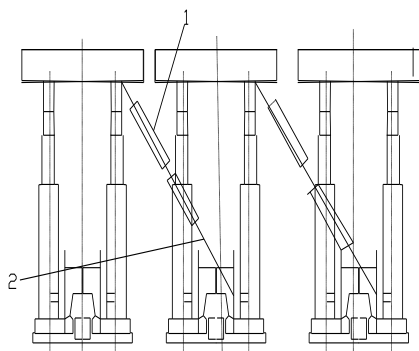
Trên đế của đoạn vì chống ZY3600/12/28 lắp đặt dầm chỉnh giá. Dầm chỉnh giá là kết cấu phòng chống sự dịch trượt của vì chống, dầm chỉnh giá được lắp đặt trên vì chống nhằm ngăn ngừa sự dịch trượt của vì chống dưới tác dụng của trọng lượng của vì chống gây lên, đồng thời cũng có tác dụng điều chỉnh vì chống đã bị dịch trượt trở về vị trí ban đầu. Trong thực tế, dầm chỉnh giá thường dùng để điều chỉnh cự ly giữa các vì chống. Như vậy, dầm chỉnh giá có tác dụng ngăn ngừa sự trượt dịch và điều tiết khoảng cách giữa các vì chống. Trên mỗi vì chống đều lắp đặt một dầm chỉnh giá. Vị trí lắp đặt được thể hiện trên hình 4.

3.3 Sử dụng kết cấu chống lật nghiêng

Trên vì chống đoạn vì chống ZY3600/12/28 lắp đặt kết cấu chống lật nghiêng. Kết cấu này được tạo thành bởi kích thủy lực và dây xích, một đầu dây xích được cố định ở tấm dầm nóc của vì chống phía dưới, còn một đầu được cố định dưới tấm dầm đế của vì chống liền kề phía trên. Kết cấu chống lật nghiêng này có tác dụng ngăn ngừa và hỗ trợ sự lật đổ rất tốt. Kết cấu chống lật thông thường được sử dụng khi cần thiết để tăng cường khả năng ổn định của vì chống. Vị trí lắp đặt được thể hiện trên hình 5.

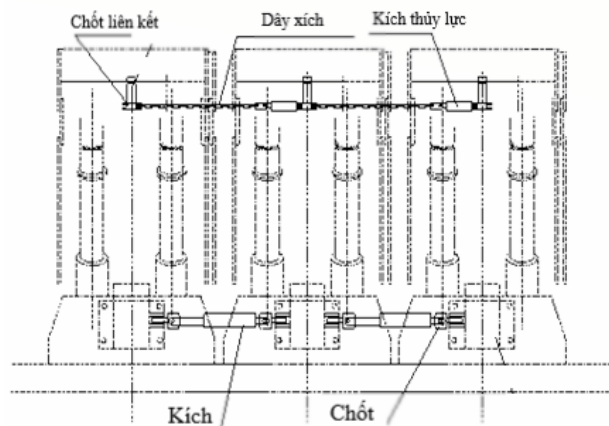
3.4 Cơ cấu chống lật ngang

Vị trí tiếp giáp với lò chợ via thực hiện chống giữ bằng ba vì chống liên kết chặt chẽ với nhau. Độ ổn định của vì chống trong lò chợ phụ thuộc nhiều vào độ ổn định của các vì chống đầu lò chợ. Kết cấu chống dịch trượt của vì chống được sử dụng là kết cấu dầm chính giá. Kết cấu chống lật đổ của các vì chống đầu lò chợ sử dụng kết cấu chống lật ngang. Kết cấu chống lật ngang được sử dụng là hệ thống các dây xích và kích thủy lực lắp đặt dưới các thanh xà nóc, còn phía dưới lắp đặt trực tiếp các kích thủy lực giữa các vì chống đầu lò chợ. Vị trí lắp đặt được thể hiện trên hình 6.



1- Kích chống lật, 2- Xích

Hình 5. Kết cấu chống lật nghiêng.



Hình 6. Kết cấu chống lật ngang.

Khi khai thác lò chợ cơ giới hóa cho via dốc nghiêng đến dốc đứng, ngoài việc lắp đặt các thiết bị ngăn ngừa sự dịch trượt và lật đổ của vì chống, cũng phải cần áp dụng một số giải pháp kỹ thuật nhằm nâng cao độ ổn định cho vì chống, các giải pháp áp dụng như sau:

- (1) Đảm bảo ba vì chống ở đầu lò chợ liên kết chặt chẽ thành một khối. Thường xuyên kiểm tra áp lực công tác của vì chống, bổ sung kịp thời áp lực các cột chống không đủ tải trọng công tác trên toàn lò chợ.
- (2) Khi di chuyển vì chống đầu lò chợ cần phải thực hiện theo trình tự 2-1-3, tức là di chuyển vì số hai trước, sau đó di chuyển vì số một và vì số ba. Khi dịch chuyển cần phải đảm bảo các vì chống được dịch chuyển đúng vị trí đã xác định. Kiểm tra hoạt động của các kết cấu ngăn ngừa trôi trượt.
- (3) Di chuyển vì chống ở những vị trí lò chợ bị tụt nóc, lờ gương, cần phải kết hợp sử dụng kết cấu chống lật nghiêng với kích chống lật, đảm bảo mỗi liên kết chặt chẽ giữa các vì chống liên kế mới được tiến hành di chuyển vì chống. Vì chống có thể áp dụng cách thức di chuyển có tải trọng.
- (4) Thiết lập một nhóm vì chống thành một khối tổng thể, cứ cách 10 vì chống liên tiếp, tiến hành lắp đặt một tổ hợp kết cấu ngăn ngừa dịch chuyển và lật đổ vì chống, từ đó có thể tăng cường độ ổn định của vì chống trong toàn bộ lò chợ.

4. Kết luận

- 1) Mức độ ổn định của vì chống phụ thuộc chủ yếu vào điều kiện địa chất, kỹ thuật và các thông số làm việc của vì chống đó. Trong đó góc dốc via là yếu tố ảnh hưởng nhiều nhất đến độ ổn định của vì chống. Phân tích cho thấy góc dốc lò chợ càng lớn, thì vì chống càng không ổn định.
- 2) Độ ổn định của vì chống theo quá trình làm việc của vì chống trong lò chợ được phân chia thành ba trạng thái: Trạng thái tự do, trạng thái chịu tải ban đầu và trạng thái chịu tải trọng công tác. Kết quả phân tích cho thấy: Vì chống làm việc ở chế độ có tải trọng thì mức độ ổn định sẽ tốt hơn ở trạng thái tự do.
- 3) Lò chợ cơ giới hóa 45051 mỏ Tân Cường, tập đoàn Thát Thái Hà Trung Quốc được tiến hành khai thác thử nghiệm trong 4 tháng, thông qua việc lắp đặt các kết cấu và áp dụng các giải pháp kỹ thuật phòng chống sự dịch trượt và lật đổ như trên. Kết quả ứng dụng cho thấy, vì chống tương đối ổn định, trong quá trình khai thác không có hiện tượng xô đẩy và lật đổ vì chống, không có sự cố nào xảy ra. Lò chợ khai thác thuận lợi, chiều dài tiến gương 310m, sản lượng bình quân tháng đạt được 57.000 tấn, sản lượng tháng lớn nhất đạt 80.000 tấn. Đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật cũng như đạt được hiệu quả kinh tế theo thiết kế.

Tài liệu tham khảo

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*, 380-384.

SHAO Xiaoping. Research on Optimization Design for Supporting Mining Roadway in Steeply Inclined Coal Seam, 2010. *Coal Mining Technology*. Vol115No3.

SUN Zhan-guo, LOU Jinfu. Antisliding and Antitoppling Technology of Topcoal Caving Powered Support for Extremelythick Coalseam with Large Angle, 2012; *Coal mining Technology*.

YANG Jing-xuan, LIU Chang-you, YANG Pei-ju, YANG Yu. Research on roadside packing technology for end zone of steep inclined coal seam face, 2014; *Rock and Soil Mechanics*.

Vũ Đình Tiến, Trần Văn Thanh, Công nghệ khai thác than hầm lò, 2005; *Nhà xuất bản Giao thông vận tải*.

ABSTRACT

Study on the stability of mechanised support in mining inclined and steep coal seams

Manh Tung Bui^{1*}, Van Thanh Tran¹, Phi Hùng Nguyen¹, Hoang Hiep Do²

¹*Ha noi University of mining and geology*

²*North East Coal Corporation*

For the coal extraction in inclined and steep seams, mechanized supports are likely to slip and flip along the direction of face dip. This is mainly due to the heavy weight of support itself and owing to the downward movement of roof and floor rocks caused by the high angle of seam dip. Based on the mining conditions at Face 45051 Tan Cuong coal mine, Thai Ha Coal Group, China, this paper first analyzes the stability of the mechanized support operated in inclined and steep faces. The paper then proposes a technical solution for prevent the slipping and flipping of support by using an adjusting structure, a side-protection bar and a flipping-proof jack. The paper's result shows that the proposed devices and associated technical solution have satisfactorily solved the issue, maintained the normal production and improved the level of mining safety of mechanized faces in inclined and steep coal seams.

Keywords: Inclined Seam, Steep Seam, Mechanized Support, Face.

Tác động của độ ẩm đến quá trình ô xy hóa than

Lê Trung Tuyền^{1,*}, Nguyễn Tuấn Anh¹, Nguyễn Văn Khôi¹, Phạm Khánh Minh¹
¹Trung tâm An toàn Mỏ - Viện KHCN Mỏ - Vinacomín

TÓM TẮT

Hiện tượng than tự cháy đã xảy ra tại một số mỏ than trong Tập đoàn Công nghiệp than khoáng sản Việt Nam. Theo một số nghiên cứu, hiện tượng than tự cháy là kết quả của nhiều yếu tố như công nghệ, điều kiện địa chất, tính chất than... Theo đó, hiện tượng tự ô xy hóa của than là nguyên nhân căn bản dẫn sự tích tụ nhiệt và cuối cùng là tự cháy. Nghiên cứu về hiện tượng ô xy hóa than có thể đánh giá cơ chế của chuỗi các bước dẫn đến của hiện tượng tự cháy. Thông qua các thử nghiệm tại phòng thử nghiệm của Trung tâm An toàn Mỏ, tác giả nhận thấy mối quan hệ giữa độ ẩm với tốc độ ô xy hóa của mẫu than và đánh giá mối liên hệ này. Các kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở để đánh giá yếu tố có thể can thiệp để phòng ngừa hiện tượng tự cháy.

Từ khóa: than tự cháy; ô xy hóa mẫu than; độ ẩm

2. Đặt vấn đề

Ảnh hưởng của độ ẩm trong mẫu than đến quá trình ô xy hóa than là đối tượng của nhiều nghiên cứu. Theo đó, ảnh hưởng của độ ẩm được đánh giá chủ yếu dựa trên tốc độ của phản ứng ô xy hóa than [Tao Xu, 2013] là nguyên nhân dẫn đến hiện tượng tự cháy. Một mặt, nước có giá trị nhiệt dung riêng cao nên sẽ hấp thụ lượng nhiệt lớn khi được gia nhiệt. Hơi nước bốc hơi - theo đó, sẽ hấp thụ lượng nhiệt và làm mất đi sự tích tụ nhiệt của than. Tuy nhiên, khi lượng nước bốc hơi hoàn toàn, lượng nhiệt sinh ra trong quá trình ô xy hóa mẫu than sẽ bị tích tụ và dẫn đến sự tăng nhiệt của mẫu than để dẫn đến tự cháy [Ren, 1999]. Tuy nhiên, sự có mặt của độ ẩm cũng có tác dụng hạn chế sự xâm nhập của ô xy vào sâu bên trong cấu trúc mẫu than từ bề mặt của mẫu. Một số nghiên cứu khác cũng đưa ra kết luận cho thấy, than khô (sấy khô trước thử nghiệm) có xu hướng tự cháy cao hơn [Le Trung Tuyen, 2018]. Từ các quan điểm trái chiều nêu trên cho thấy tính hai mặt của độ ẩm trong quá trình ô xy hóa mẫu than. Đối với mẫu than an tra xít của Việt Nam, các kết quả nghiên cứu đã chỉ ra đặc trưng của hiện tượng ô xy hóa ở ngưỡng nhiệt độ thấp hơn 150oC [Le Trung Tuyen, 2017]. Từ các vấn đề nêu trên, ảnh hưởng của độ ẩm đến quá trình ô xy hóa than an tra xít sẽ được mô tả và diễn giải nhằm góp phần đánh giá ảnh hưởng của thông số đến quá trình ô xy hóa mẫu than.

2. Ảnh hưởng của độ ẩm đến quá trình ô xy hoá than

2.1. Thử nghiệm trong điều kiện đoạn nhiệt

Thiết bị tại Hình 1 do Hãng Shimazu - Nhật Bản chế tạo (SIT - 2) với chức năng tạo sự cân bằng nhiệt độ giữa mẫu than, T_c và nhiệt độ của buồng mẫu, T_o trước khi luồng không khí được dẫn vào buồng mẫu than để ô xy hoá than. Khi cốc mẫu chứa mẫu than (1g) được đưa vào trong buồng mẫu để thử nghiệm, nhiệt độ của mẫu và buồng mẫu có sự khác biệt. Để để nhiệt độ của mẫu than cân bằng với nhiệt độ ban đầu của buồng mẫu ($T_c = T_o$), khí ni tơ (N_2) được đưa vào với lưu lượng 1,5 ml/phút cho đến khi $T_c = T_o$ (khoảng 30 phút). Khi đạt trạng thái cân bằng ($T_c = T_o$), khí N_2 được chuyển sang khí ô xy hoặc không khí với lưu lượng tương tự để bắt đầu quá trình ô xy hoá thể hiện qua sự thay đổi nhiệt độ mẫu than T_c .

2.2 Các đường tăng nhiệt của mẫu than bị ô xy hoá

Các thử nghiệm ô xy hoá mẫu than trong điều kiện đoạn nhiệt được thực hiện cho một số mẫu than ở Quảng Ninh, Nhật Bản, Thái Nguyên. Điều kiện thử nghiệm như sau:

- Mẫu than: cỡ hạt < 500 μ m; khối lượng khoảng 1g;
- Nhiệt độ ban đầu: 80°C;
- Thời gian đạt trạng thái cân bằng nhiệt độ bằng khí N_2 : 30 phút;
- Lưu lượng khí (N_2 hoặc O_2): 1,5 ml/phút.

Trong các kết quả thử nghiệm tại Hình 2 có mẫu than của mỏ Nam Mẫu [đường số (4)] và Dương Huy [đường số (6)] là hai mỏ chưa xảy ra hiện tượng tự cháy. Các mẫu than còn lại đều được lấy tại các mỏ đã xảy ra hiện tượng tự cháy bao gồm cả than bituminous [đường số (2) - Kushiro - Nhật Bản] hoặc sub-

* Tác giả liên hệ

Email: trungtuyenatm@gmail.com

bituminous [đường số (5) và (7) - mỏ than Phần Mễ] và than an tra xit [đường số (1) - Hồng Thái và đường số (3) - Công ty 91]. Mặc dù than antraxit là than có khả năng cao về tự cháy [4] nhưng thời gian của quá trình ô xy hoá diễn ra dài như 2,700 phút (45 giờ) tại đường số (7). Ngay cả khi cùng một mẫu than thử nghiệm cũng xảy ra sự khác biệt lớn về quá trình ô xy hoá như thể hiện tại đường số (5) và số (7). Để tăng nhiệt độ mẫu than từ nhiệt độ ban đầu của quá trình ô xy hoá (80°C) lên đến 100°C mất 21,1 phút với mẫu số (5) và 42,1 phút với mẫu số (7). Các kết quả nêu trên được làm trong cùng một điều kiện thử nghiệm. Trong quá trình đạt sự cân bằng nhiệt độ giữa mẫu than và buồng mẫu thông qua việc đưa khí N₂ trong 30 phút đều quan sát được hiện tượng nước ngưng tụ phía trong đường ống đầu ra của mẫu than. Trong các kết quả thử nghiệm tại Hình 2, nhiệt độ ban đầu của thử nghiệm được đặt ở mức 80°C nên hơi ẩm của mẫu than trong buồng mẫu bốc hơi và thoát ra ngoài bằng khí N₂ về phía ống đầu ra của buồng mẫu nơi nhiệt độ bằng nhiệt độ phòng làm hơi nước bay hơi bị ngưng tụ tạo ra các giọt nước phía trong ống phía đầu ra của buồng mẫu. Vì các mẫu than trong thử nghiệm được giữ nguyên như mẫu có độ ẩm lớn hơn so với độ ẩm thu được từ phân tích ẩm thông thường (Hồng Thái: 0,73%; Công ty 91: 1,32%; ...). Theo đó, mẫu than sau khi lấy tại hiện trường được lưu vào các túi mẫu, khi về phòng thử nghiệm được bơm khí N₂ vào để đẩy không khí ra, mẫu than làm thử nghiệm sẽ không bị mất ẩm.

Khi đạt trạng thái cân bằng nhiệt độ, ẩm bốc hơi từ mẫu than là hiện tượng đương nhiên có thể xảy ra tại mọi mức nhiệt độ vì khí N₂ dẫn từ bình chứa là khí khô. Từ thực tế này cho thấy, mẫu than thử nghiệm bị thay đổi độ ẩm trước khi xảy ra quá trình ô xy hoá. Để làm rõ tác động trên, một số thử nghiệm sẽ được thực hiện thông qua sự thay đổi thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu trong quá trình cân bằng nhiệt.

2.3. Kết quả thử nghiệm khi thay đổi thời gian đưa khí ni tơ vào buồng mẫu

Trong thử nghiệm, bốn mẫu than an tra xit được sử dụng với cùng điều kiện thử nghiệm và chỉ thay đổi thời gian đưa khí N₂ theo các thứ tự 30 phút giảm xuống 20 phút, 10 phút, 5 phút và 1 phút. Các mẫu thử nghiệm (Mẫu A, B - Via 5, Via 4 - Công ty 91; mẫu C - Khánh Hòa; mẫu D - V.14 Quang Hanh). Với mỗi mẫu than, tại các mức thời gian, thử nghiệm được làm ít nhất 3 lần để xác định mức độ lặp lại. Kết quả của mẫu A tại Hình 3 cho thấy quan hệ thời gian - nhiệt độ của mẫu than ứng với thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu. Theo đó, thời gian đưa khí vào càng dài, thời gian để tăng nhiệt độ mẫu than do quá trình ô xy hoá càng lâu, và ngược lại. Tuy nhiên, quan hệ thời gian – nhiệt độ chỉ thể hiện trong một đường tăng nhiệt độ của mỗi lần thay đổi thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu. Để làm rõ sự thay đổi nhiệt độ mẫu than từ mỗi lần thay đổi thời gian đưa khí N₂ vào, các kết quả trong bảng 1 thể hiện thời gian cần tăng nhiệt độ của mẫu than A từ 100 lên 300°C, mỗi bước tăng là 50°C (lấy giá trị đến 10 phút).

Bảng 1. Thời gian cần thiết để tăng nhiệt độ mẫu than

Thời gian đưa khí N ₂ (phút)	Tên thử nghiệm	Nhiệt độ mẫu than				
		100°C	150°C	200°C	250°C	300°C
1	Test 1-1	32,3	48,7	59,9	69,3	77,1
	Test 1-2	27,5	45,8	57,1	65,1	71,6
	Test 1-3	27,0	41,2	50,8	58,8	65,5
5	Test 5-1	64,4	94,8	115,2	131,7	144,4
	Test 5-2	81,1	118,1	142,3	161,6	175,8
	Test 5-3	55,8	82,8	100,8	115,7	127,0
10	Test 10-1	160,4	229,2	271,0	302,8	326,4
	Test 10-2	125,8	182,7	218,9	247,3	269,5
	Test 10-3	141,3	201,9	240,3	268,7	289,4
	Test 10-4	142,3	204,9	243,2	272,0	293,5

Trong trường hợp thời gian cho khí N₂ vào buồng mẫu là một phút, thử nghiệm Test 1-3 cho thấy thời gian ngắn nhất là 27 phút để nhiệt độ mẫu than tăng lên 100°C, 50,8 phút để tăng lên 200°C và 65,5 phút để tăng lên 300°C. Trong khi đó, thử nghiệm Test 1-1, thời gian ngắn nhất là 32,3 phút để nhiệt độ mẫu than tăng lên 100°C, 59,9 phút để tăng lên 200°C và 65,5 phút để tăng lên 300°C. Bằng việc so sánh các cột của một nhóm thử nghiệm có thời gian đưa khí N₂ vào ngắn hơn với các cột của nhóm có thời gian đưa khí N₂ dài hơn cho thấy kết quả như sau: thời gian dài nhất cần để tăng nhiệt trong nhóm có thời gian đưa N₂ vào ngắn luôn nhỏ hơn thời gian ngắn nhất của nhóm có thời gian đưa N₂ vào dài hơn. Các kết

qua so sánh từ bảng số liệu có cùng xu hướng với các đường gia nhiệt tại Hình 3 như sau: thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu ngắn dẫn đến việc sớm tăng nhiệt độ mẫu than do ô xy hoá, thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu dài dẫn đến việc chậm tăng nhiệt độ mẫu than. Kết quả của 04 mẫu than với thời gian để tăng nhiệt độ mẫu than lên 100, 150, 200 và 250°C tương ứng với thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu được tổng hợp tại bảng 2. Kết quả cho thấy thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu dài dẫn đến thời gian cần thiết để tăng nhiệt độ mẫu than kéo dài, điều này đúng với tất cả các mẫu trong thử nghiệm A, B, C và D.

Bảng 2. Thay đổi thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu

Mẫu than	Thời gian đưa khí N ₂	Nhiệt độ mẫu than			
		100 °C	150 °C	200 °C	250 °C
A	1 phút	27,0	41,2	50,8	58,8
	5 phút	55,8	82,8	100,8	115,7
	10 phút	125,8	187,2	218,9	247,3
	20 phút	422,6	570,8	641,9	697,7
B	1 phút	19,3	30,3	39,6	46,0
	5 phút	59,8	88,0	106,8	122,3
	10 phút	101,8	146,6	175,6	198,3
	20 phút	614,3	789,3	863,9	918,7
C	1 phút	24,9	35,8	43,4	48,6
	5 phút	43,1	66,8	83,5	93,6
	10 phút	112,1	174,1	208,6	223,0
	20 phút	281,6	408,2	463,0	483,4
D	1 phút	26,4	37,8	45,7	51,8
	5 phút	62,9	91,5	110,0	121,6
	10 phút	100,4	147,1	175,8	192,8
	20 phút	389,3	527,1	586,7	614,7

2.4. Đánh giá kết quả thử nghiệm

2.4.1. Ảnh hưởng của thời gian đưa khí N₂

Từ Hình 3, bảng 1 và 2 cho thấy, thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu có ảnh hưởng đến đến quá trình ô xy hoá mẫu than. Theo đó, mối tương quan giữa thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu với thời gian cần để tăng nhiệt độ lên các mức 100, 200 và 300°C của mẫu A thể hiện trong Hình 4. Theo đó, sự thay đổi của thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu và thời gian để tăng nhiệt độ lên các mức 100, 200 và 300°C có quan hệ tỷ lệ thuận. Điều này cũng đúng với các mẫu than khác khi thực hiện các thử nghiệm theo cách làm với mẫu A - Hình 5.

2.4.2. Ảnh hưởng của độ ẩm trong than

Như đã đề cập trong phần 2.3, việc đưa khí N₂ vào buồng mẫu làm gia tăng quá trình bốc hơi của độ ẩm trong mẫu than của thử nghiệm ô xy hoá mẫu than trong điều kiện đoạn nhiệt. Từ đó, cần phải xem xét đến việc giảm trọng lượng của mẫu than trong quá trình thử nghiệm. Theo đó, xác định khối lượng của mẫu than trước thử nghiệm rồi đưa mẫu vào buồng mẫu của hệ thống thiết bị ô xy hoá mẫu than trong điều kiện đoạn nhiệt ở nhiệt độ 50°C. Sau khi đưa khí N₂ vào buồng mẫu với thời gian 5, 10, 20 hoặc 30 phút, xác định lại khối lượng mẫu than (Hình 6). Theo đó, khối lượng mẫu giảm tỷ lệ thuận với thời gian đưa khí N₂ vào buồng thử nghiệm, tỷ lệ giảm khối lượng tùy thuộc vào từng mẫu than. Kết quả cho thấy, ẩm trong mẫu than bốc hơi theo luồng khí trợ - khô được dẫn qua buồng mẫu là do nhiệt nhận được từ buồng mẫu của hệ thống thiết bị ô xy hoá mẫu than.

2.4.3. Tốc độ phản ứng ô xy hoá

Lấy vi phân của các đường gia nhiệt tại Hình 2 hoặc Hình 3 tìm được giá trị liên quan đến tốc độ phản ứng ô xy hóa theo phương trình thực nghiệm biểu diễn mối quan hệ giữa hằng số tốc độ phản ứng (*k*) và

nhiệt độ (Arrhenius):

$$k = A \exp(-E/RT) \quad (1)$$

trong đó:

T- Nhiệt độ tuyệt đối;

R - hằng số khí;

E- năng lượng hoạt hoá;

A- Hằng số đặc trưng cho phản ứng.

Để xác định hằng số tốc độ của phản ứng k , lấy vi phân hữu hạn của góc nghiêng tại các mức 25°C của đường gia nhiệt từ mức 50°C đến 300°C của các thử nghiệm ($k \approx 25/dT$, dT (phút): thời gian để tăng nhiệt độ lên được 25°C) [5]. Tốc độ phản ứng của mẫu than C khi thay đổi thời gian đưa khí N_2 vào buồng mẫu với các mức thời gian 1, 5, 10 và 20 phút - Hình 7. Mặc dù có sự thay đổi nhỏ của các kết quả, nhưng xu hướng chung đều cho thấy, thời gian đưa khí N_2 vào buồng thử nghiệm dài dẫn đến kết quả lớn về tốc độ của phản ứng ô xy hoá mẫu than $\ln(k)$ và sự khác biệt lớn của tốc độ ô xy hoá mẫu than ở nhiệt độ thấp và hội tụ trong khoảng $\ln(k) = 2$ và $\ln(k) = 3$. Từ các kết quả của các Hình 3, 4, 5, 6 và 7; bảng 1 và 2 cho thấy, hơi ẩm bốc hơi do quá trình đưa khí N_2 vào buồng mẫu than trong quá trình cân bằng nhiệt giữa nhiệt độ của mẫu than và hệ thống làm giảm quá trình ô xy hoá mẫu than. Tốc độ ô xy hoá mẫu than giảm tỷ lệ thuận với thời gian đưa khí N_2 vào buồng mẫu. Việc thay thế độ ẩm của than trong các bề mặt lỗ rỗng bằng ô xy làm giảm tốc độ ô xy hoá mẫu than nhiều hơn quá trình làm khô mẫu than do khí trơ - khô N_2 hấp thụ trên bề mặt lỗ rỗng trong quá trình cân bằng nhiệt của thiết bị đoạn nhiệt. Điều này cũng phù hợp với các giá trị thông số lỗ rỗng của các mẫu than thử nghiệm [Le Trung Tuyen, 2018].

2.4.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ ban đầu

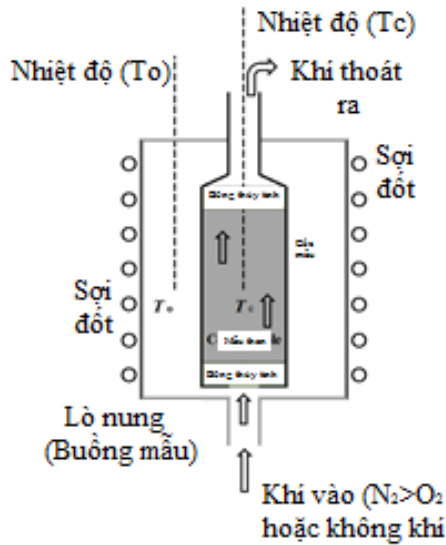
Một trong các điều kiện cơ bản của hệ thống thiết bị thử nghiệm mẫu than trong điều kiện đoạn nhiệt là tạo ra tình trạng "đoạn nhiệt" giữa mẫu than trong cốc mẫu với buồng mẫu đặt cốc mẫu. Để đạt được điều này, khí N_2 được đưa vào trong buồng mẫu, cho đến khi buồng mẫu đạt trạng thái cân bằng "đoạn nhiệt" $T_c = T_o$. Từ yêu cầu này, khi đưa khí N_2 vào buồng mẫu, nhiệt độ của mẫu than, T_c sẽ giảm thấp hơn nhiệt độ của buồng mẫu, T_o ($T_c < T_o$) khi nhiệt độ ban đầu của buồng mẫu cao hơn nhiệt độ môi trường bên ngoài. Từ ảnh hưởng này, quá trình ô xy hoá mẫu than sẽ diễn ra ở điều kiện mà nhiệt độ buồng mẫu cao hơn nhiệt độ mẫu than, điều này không thoả mãn yêu cầu về điều kiện "đoạn nhiệt". Trong trường hợp này, một số phần nhiệt được chuyển từ buồng mẫu sang mẫu than và thúc đẩy quá trình ô xy hoá mẫu than. Để loại bỏ ảnh hưởng này, các thử nghiệm được tiến hành với nhiệt độ ban đầu của buồng mẫu bằng với nhiệt độ phòng thử nghiệm là khoảng $27 \pm 30^\circ\text{C}$. Kết quả các thử nghiệm có tại Hình 8 chỉ ra sự so sánh giữa các đường gia nhiệt mẫu than theo thứ tự mẫu C, mẫu A, mẫu D và mẫu B. Theo đó, không nhất thiết phải là mẫu than từ mỏ than đã xảy ra hiện tượng tự cháy mới có tốc độ tăng nhiệt mẫu than cao do quá trình ô xy hoá mẫu than. Mẫu than B (Công ty 91) có tốc độ tăng nhiệt thấp hơn so với mẫu than D (Quang Hanh) là mẫu của mỏ chưa xảy ra hiện tượng than tự cháy.

Để làm rõ ảnh hưởng của thời gian đưa khí N_2 vào buồng mẫu đến quá trình ô xy hoá mẫu than trên thiết bị SIT - 2 trong cùng một điều kiện thử nghiệm, một số thử nghiệm được tiến hành với mẫu than D với nhiệt độ thử nghiệm tương đương nhiệt độ phòng. Xét đến ảnh hưởng của thời gian lưu mẫu than [5], các thử nghiệm được tiến hành theo thứ tự 20, 10, 5 và 1 phút với mẫu than D. Mẫu than được lưu cho đến khi thử nghiệm, tương ứng với thứ tự trên là 1, 4, 6 và 8 ngày, kết quả thử nghiệm thể hiện tại Hình 9. Theo đó, thời gian để tăng nhiệt độ lên 300°C sẽ dài hơn theo thứ tự thời gian đưa khí N_2 vào buồng mẫu tăng dần 1, 5, 10 và 20 phút. Vì vậy, thời gian đưa khí N_2 vào buồng mẫu dài dẫn đến thời gian ủ nhiệt của mẫu dài. Ngay cả khi mẫu than được lưu giữ với thời gian dài, thời gian để mẫu than ô xy hoá cũng sẽ ngắn hơn khi đưa khí N_2 vào buồng mẫu trong 1 phút [5] mặc dù điều này - ban đầu - khá trái ngược với thực tế là mẫu than đã lưu giữ lâu. Từ kết quả của mẫu than D cho thấy, thời gian đưa khí N_2 vào buồng mẫu dài dẫn đến việc bốc hơi của độ ẩm trong mẫu than và làm tăng thời gian ủ nhiệt. Thời gian đưa khí N_2 vào buồng mẫu ngắn (sự bay hơi của ẩm trong than ít) đẩy nhanh quá trình ô xy hoá của mẫu than so với trường hợp có thời gian đưa khí N_2 vào buồng mẫu dài (sự bay hơi của ẩm nhiều) ngay cả khi ô xy hoá mẫu than ở nhiệt độ phòng thử nghiệm. Tốc độ ô xy hoá của các mẫu than trong Hình 9 được so sánh dưới đại lượng $\ln(k)$ được thể hiện tại Hình 10. Ở nhiệt độ dưới 150°C , giá trị $\ln(k)$ khi đưa khí N_2 vào buồng mẫu trong 1 phút cho giá trị cao hơn khi tăng thời gian đưa khí N_2 vào là 5, 10 và 20 phút.

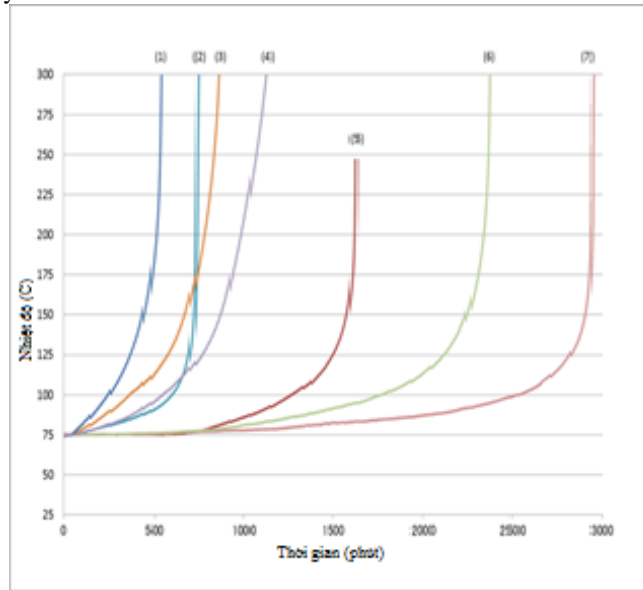
Rõ ràng, thời gian đưa khí N_2 vào buồng mẫu dài làm thay đổi đặc tính ô xy hoá của mẫu than. Từ kết quả tại Hình 2 ÷ 10; bảng 1 và 2 có thể kết luận rằng độ ẩm trong mẫu than đóng vai trò thúc đẩy quá trình ô xy hoá mẫu than ở nhiệt độ thấp hơn 150°C hoặc ngay ở nhiệt độ bằng nhiệt độ môi trường như nhiệt độ trong mỏ than. Theo đó, độ ẩm trong mẫu than thúc đẩy quá trình ô xy hoá mẫu than do việc thay thế phần ẩm trong các bề mặt lỗ rỗng bằng ô xy từ nhiệt độ bằng với nhiệt độ môi trường của mỏ than.

3. Kết luận

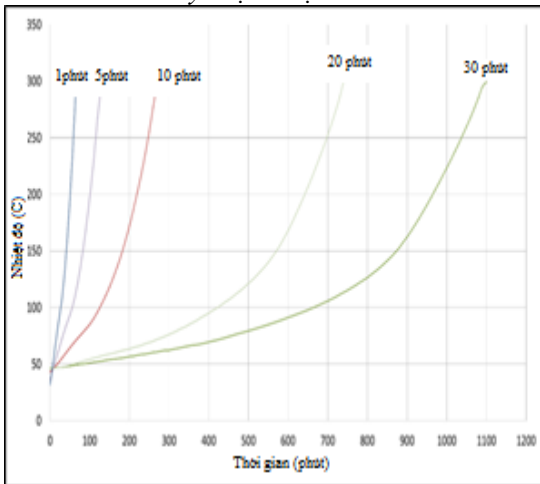
Qua nghiên cứu và các kết quả nêu trên cho thấy, độ ẩm trong than có vai trò lớn trong quá trình ô xy hóa mẫu than ở cả hai mặt tích cực và tiêu cực. Khi độ ẩm giảm mạnh - thời gian đưa khí N_2 vào buồng mẫu dài - làm chậm đi quá trình ô xy hóa mẫu than. Tuy nhiên, khi giảm độ ẩm trong than và thay thế phần giảm là các phân tử ô xy vào các bề mặt lỗ rỗng lại thúc đẩy quá trình ô xy hóa mẫu than. Tuy kết quả thử nghiệm chưa đưa ra chính xác giá trị gây ra ảnh hưởng tích cực hay tiêu cực của độ ẩm đến khả năng tự cháy nhưng hiện tượng thay đổi độ ẩm được cho là một trong các nguyên nhân gây ra hiện tượng tự cháy. Với than khô khi tiếp xúc với môi trường có độ ẩm lớn như trường hợp than đang ở nhiệt độ cao gặp các đợt mưa phùn nhẹ, than có độ ẩm cao bị bay hơi do nhiệt độ cao... đều có thể là nguyên nhân tạo ra các sự thay đổi trong quá trình ô xy hóa than. Điều này cần tính đến trong cả quá trình lưu kho, vận chuyển để phòng ngừa hiện tượng than tự cháy.



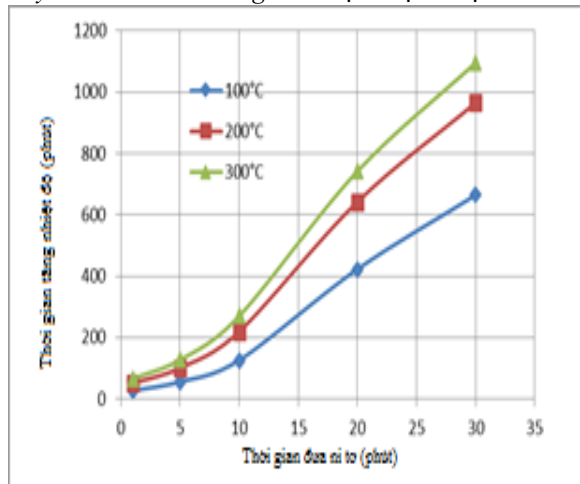
Hình 1. Sơ đồ hệ thống thử nghiệm than tự cháy đoạn nhiệt



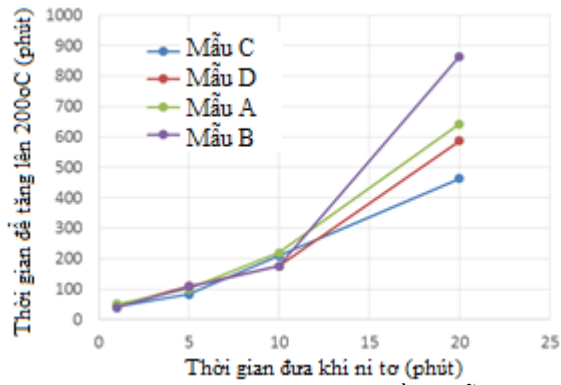
Hình 2. Đường quan hệ nhiệt độ - thời gian của quá trình ô xy hóa mẫu than trong điều kiện đoạn nhiệt



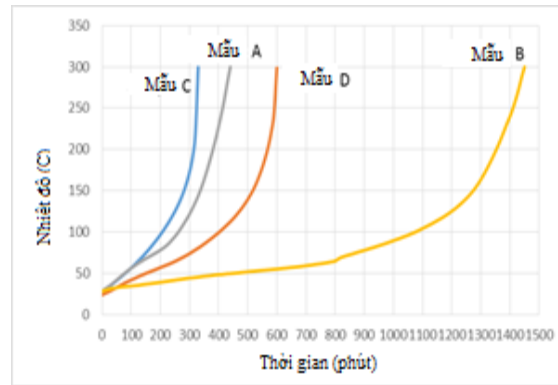
Hình 3. Đường tăng nhiệt độ của các lần thay đổi thời gian đưa khí N_2 vào buồng mẫu



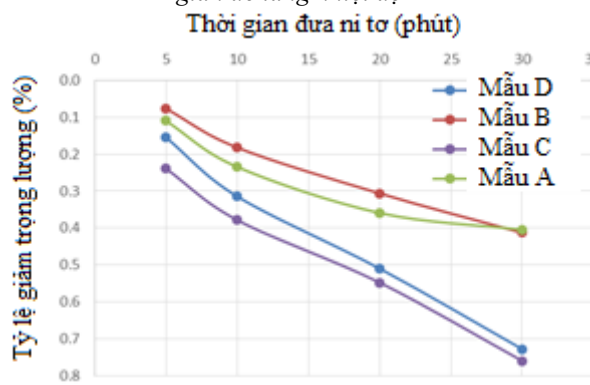
Hình 4. Thời gian đưa khí N_2 vào buồng mẫu - Thời gian tăng nhiệt độ lên 100, 200 và 300 °C



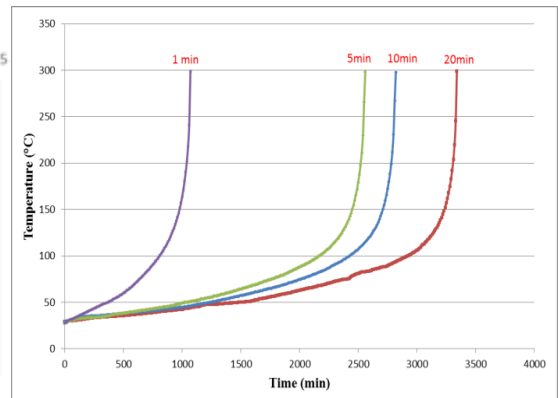
Hình 5. Thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu và thời gian để tăng nhiệt độ



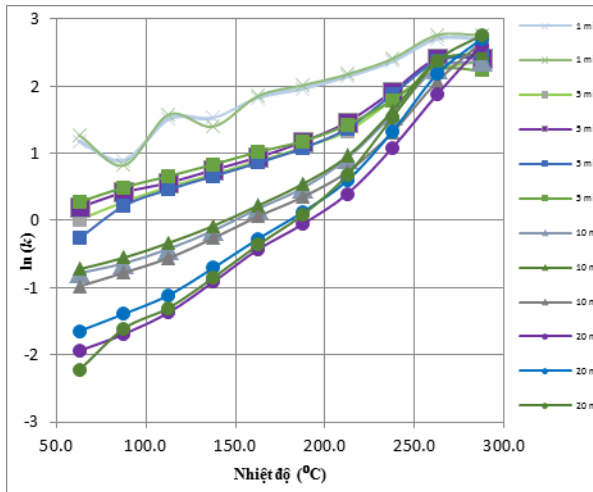
Hình 8. Nhiệt độ - Thời gian (nhiệt độ phòng)



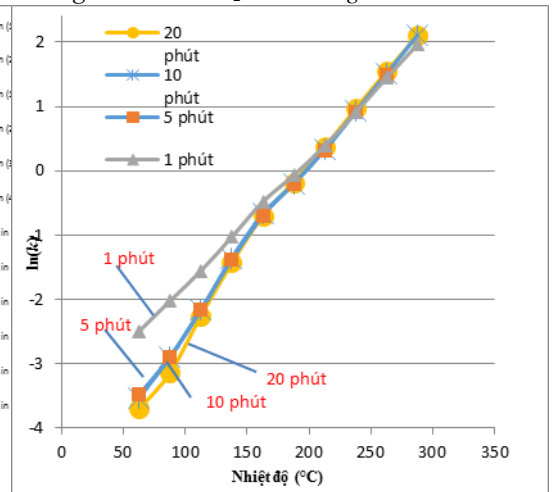
Hình 6. Khối lượng mẫu giảm do thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu



Hình 9. Nhiệt độ - Thời gian (nhiệt độ phòng với thời gian đưa khí N₂ vào buồng mẫu khác nhau)



Hình 7. Tốc độ ô xy hoá mẫu than [ln (k)] C khi đưa khí N₂ vào buồng mẫu 1, 5, 10 và 20 phút



Hình 10. Tốc độ ô xy hoá [ln (k)] D khi đưa khí N₂ vào buồng mẫu 1, 5, 10 và 20 phút

Tài liệu tham khảo

R. Morris and T. Atkinson, 1986. Geological and Mining factors affecting Spontaneous Heating of coal, *Mining Science and Technology*, Vol 3, pp. 217-231.

Tao Xu, De-Ming Wang, Qi-Lin He, 2013. The Study of the critical moisture content at which coal as the most high tendency to spontaneous combustion. *International Journal of Coal Preparation and Utilization*, Vol. 33, pp.117-125.

Ren, T. X., J. S. Edwards, and D. Clarke, 1999. Adiabatic oxidation study on the propensity of pulverised coals to spontaneous combustion. *Fuel* 78, pp. 1611-1620.

Le Trung Tuyen, 2018. *Nghiên cứu đánh giá tính tự cháy của than an tra xit trong các mỏ than Việt Nam*. Luận án Tiến sỹ kỹ thuật, Đại học Hokkaido - Nhật Bản.

Le Trung Tuyen, K. Ohga, T. Isei, 2017. Susceptibility to spontaneous combustion of Vietnamese anthracite. *Journal of Mining and Minerals Processing Institute of Japan*, Vol. 133, No. 6, pp. 140-150.

ABSTRACT

Effect of moisture on the oxidation process of coal

Le Trung Tuyen^{1*}, Nguyen Tuan Anh¹, Nguyen Van Khoi¹, Pham Khanh Minh¹

¹ *Mine Safety Center - Institute of Mining Science and Technology - Vinacomin*

Coal spontaneous combustions have been reported in several coal mine of Vinacomin. According to past research, coal spontaneous combustion is resulting of much interaction factors such as mining technologies, geologies conditions, coal characteristics, ect. In fact, coal oxidation itself is original cause of coal heating and temperature accumulation which turns to spontaneous combustion. Research on oxidation process of coal could evaluate the steps of coal spontaneous combustion phenomena. Base on the experimentals and results from the laboratory of Mine Safety Center, the authors have found the relationship between the moisture and the rate of coal oxidation. This paper describes the results and show some factors which can use for prevention purpose.

Keywords: Coal spontaneous combustion; coal oxidation; moisture.

Một số giải pháp công nghệ phù hợp khi khai thác các tầng sâu ở các mỏ than lộ thiên Việt Nam

Đỗ Ngọc Tước^{1,*}, Đoàn Văn Thanh¹, Nguyễn Văn Đức¹

¹ Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

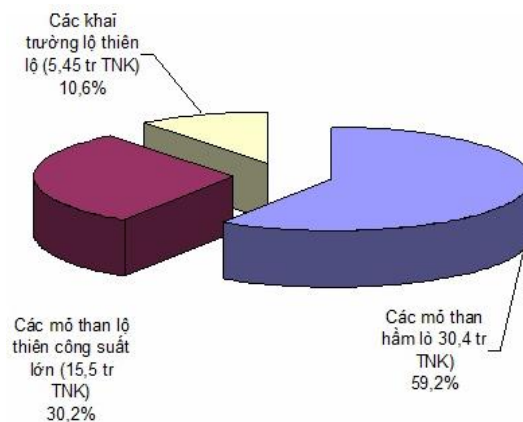
TÓM TẮT

Các mỏ than lộ thiên của Việt Nam ngày càng khai thác xuống sâu. Khi kết thúc khai thác, đáy mỏ thấp hơn mực nước biển từ 300-400 m. Khai thác tại các tầng sâu sẽ gặp phải hàng loạt khó khăn như: khai thác theo mùa, bờ mỏ cao, lượng bùn nước nhiều, kích thước khai trường hạn chế, cường độ khai thác tăng trên từng tầng và toàn bờ, điều kiện vi khí hậu thay đổi theo hướng bất lợi tại khu vực đáy mỏ.... Trên cơ sở phân tích đặc điểm tại các tầng sâu, kinh nghiệm khai thác trong và ngoài nước, bài báo đề xuất một số giải pháp công nghệ khai thác phù hợp tại các tầng sâu như: Khai thác bờ lồi, bố trí đồng bộ xúc bốc trên từng đoạn bờ mỏ, sử dụng thiết bị vận tải hoạt động trên độ dốc cao, công nghệ xử lý bùn nước và đào sâu theo mùa nhằm khai thác an toàn đảm bảo sản lượng mỏ, hiệu quả và thu hồi tối đa tài nguyên than.

Từ khóa: Vết bùn; bờ lồi; đáy mỏ nghiêng; tầng sâu.

1. Đặc điểm các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam

Hiện tại, khai thác lộ thiên (KTLT) đã, đang và vẫn sẽ giữ một vai trò quan trọng trong tổng sản lượng than – khoáng sản khai thác được của TKV, chiếm khoảng 40-45% (hình 1). Theo Quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, có xét triển vọng đến năm 2030, các mỏ than lộ thiên tiếp tục khai thác xuống sâu và kết thúc ở các mức: Cọc Sáu (-300 m), Khánh Hoà (-400 m), Cao Sơn (-325 m), Đèo Nai (-225 m), Đèo Nai – Cọc Sáu (-350 m), Hà Tu (-225 m), Na Dương (+18 m) (Đỗ Ngọc Tước, 2011).



Hình 1. Tỷ trọng sản lượng than nguyên khai các mỏ lộ thiên đến năm 2020 theo Quy hoạch 403

Các mỏ than lộ thiên Việt Nam có các đặc điểm cơ bản như sau:

- Đặc điểm địa chất mỏ

Các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam có điều kiện địa chất phức tạp theo cả diện phân bố (chiều rộng và chiều sâu với nhiều nếp uốn, đứt gãy, phay phá,...). Đất đá dạng trầm tích, phân lớp có chiều dày biến động mạnh (phổ biến từ hàng chục cm đến vài mét). Các lớp đá xen kẽ nhau có tính chất không đồng nhất, góc cắm của các phân lớp thay đổi cả theo đường phương và theo hướng dốc.

- Về kiến tạo và đứt gãy: Cấu tạo uốn nếp khá đặc trưng ở các khoáng sàng (Hà Tu, Đèo Nai, Cao Sơn, Núi Béo), chủ yếu là các nếp lồi phân chia thành các cánh có độ dốc khác nhau. Các đứt gãy khá phổ biến làm cho khoáng sàng bị chia cắt và dao động mạnh.

* Tác giả liên hệ

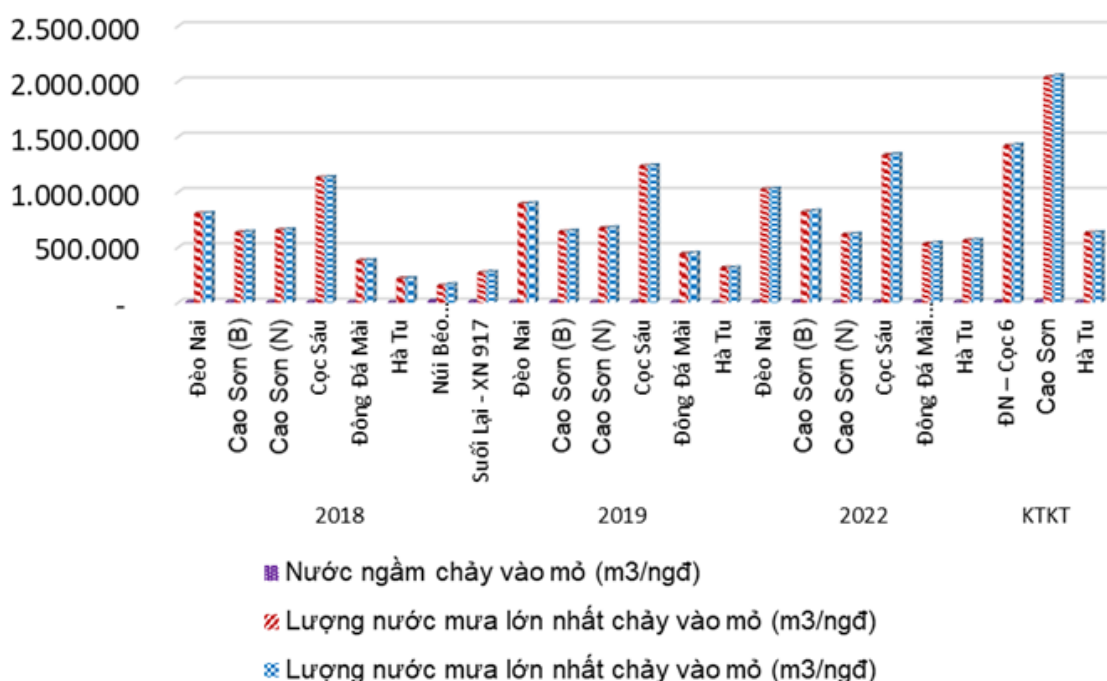
Email: dotuoc@gmail.com

- Về độ phân lớp và nứt nẻ: Cuội sạn kết phân lớp dày và trung bình là chủ yếu, cuội kết phong hoá và nứt nẻ mạnh, sạn kết ít nứt nẻ hơn. Cát kết, bột kết phân lớp mỏng đến trung bình, nứt nẻ trung bình. Tuy nhiên, ở mỗi mỏ mức độ nứt nẻ và phân lớp khác nhau: hai mỏ gần nhau như ở Đèo Nai, Cọc Sáu thể hiện rất khác nhau. Ở mỏ Đèo Nai hầu hết nham thạch cuội sạn kết và thậm chí cả cát kết phân lớp trung bình đến dày thì ở Cọc Sáu đa số các lớp mỏng đến trung bình.

- Đặc điểm địa chất thủy văn

Các mỏ nằm trong miền khí hậu nhiệt đới có gió mùa đặc trưng bởi hai mùa: mùa mưa và mùa khô. Mùa khô bắt đầu từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau; lượng mưa trung bình hàng tháng từ 30mm ÷ 40 mm. Lượng bốc hơi lớn nhất xảy ra vào mùa khô từ tháng 12 đến tháng 3. Trong đó lớn nhất là 11 mm (ngày 7/3/2004). Mùa mưa bắt đầu từ tháng 5 đến tháng 10 hàng năm. Các trận mưa lớn thường tập trung vào tháng 8. Trong đó lượng mưa lớn nhất trong ngày đạt 437mm (ngày 26/7/2015). Lượng mưa bình quân hàng tháng từ 400mm ÷ 600 mm; hàng năm đạt xấp xỉ 2500mm. Đặc biệt năm 2015, năm xảy ra trận mưa lịch sử tại Quảng Ninh, lượng mưa tháng lên đến 1.412 mm, lượng mưa năm 3.040 mm.

Ngoài nước mưa, tại các tầng sâu được bổ sung lượng nước ngầm. Lượng nước chảy vào đáy mỏ lớn nhất (trong 1 ngày- đêm) tại một số mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Biểu đồ thể hiện lượng nước chảy vào moong khai thác

Đặc điểm về địa chất công trình

Các loại đá trong địa tầng trầm tích chứa than gồm: Cuội kết, sạn kết, cát kết, bột kết, sét kết, sét than và các via than. Khi khai thác xuống sâu, độ cứng đất đá tăng lên, độ khối tăng và độ nứt nẻ giảm. Từ đó, độ khó nổ tăng, làm tăng chi phí nổ mìn do phải tăng chỉ tiêu thuốc nổ. Độ nứt nẻ giảm và chính là yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới mức độ đập vỡ đất đá.

Đặc điểm chung về hình học mỏ

Các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam có dạng: "trên sườn núi, dưới moong sâu"; đất bóc tập trung phía trên, than nằm phía dưới sâu; chiều cao bờ công tác lớn, khối lượng mỏ trên từng tầng lớn với yêu cầu ngày càng cao về công suất mỏ thì cường độ bóc đất trên từng tầng tăng. Các thông số hình học mỏ cơ bản tại các mỏ thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Các thông số hình học mỏ cơ bản tại một số mỏ than lộ thiên Việt Nam

TT	Tên mỏ	Chiều dài trên mặt, m	Chiều rộng trên mặt, m	Cao độ đáy mỏ, m	Chiều cao bờ mỏ, m
1	Đèo Nai	3370	1620	-225	497
2	Cọc Sáu	2220	1680	-300	615
3	Cao Sơn	3220	2350	-325	695
4	Đèo Nai - Cọc Sáu	2200	1900	-350	715
5	Tây Nam Đá Mài	1277	850	-300	360
6	Hà Tu	2585	1315	-250	420
7	Na Dương	2898	1840	+18	320
8	Khánh Hòa	1550	1140	-400	440

Đặc điểm hệ thống và đồng bộ thiết bị khai thác

Trong quá trình khai thác, các mỏ than lộ thiên sử dụng hệ thống khai thác (HTKT) dọc, một hoặc hai bờ công tác có vận tải, đổ thải bãi thải ngoài hoặc trong, khẩu theo lớp dốc. Các thông số HTKT như: Chiều cao tầng $H = 5 \div 16$ m; chiều rộng mặt tầng công tác nhỏ nhất $B_{\min} = 25 \div 50$ m; góc nghiêng bờ công tác $\varphi = 13 \div 26^\circ$. Các thông số HTKT hiện đang áp dụng tại các mỏ than lộ thiên lớn thuộc TKV thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Các thông số HTKT hiện đang áp dụng tại các mỏ lộ thiên lớn thuộc TKV

T	Các thông số	Đơn vị	Cao Sơn	Cọc Sáu	Đèo Nai	Khe Chàm II (LT)	Hà Tu	Na Dương
1	Chiều cao tầng đất bóc	m	8÷16	5÷16	10÷15	10÷15	10÷15	12
2	Chiều cao phân tầng khai thác than	m	5÷7,5	5÷7,5	5÷7,5	5÷7,5	5÷7,5	6
3	Chiều rộng mặt tầng công tác B_{\min}	m	25÷45	26÷50	25÷45	25÷50	25÷45	30÷50
4	Chiều rộng mặt tầng tạm dừng	m	15÷20	5÷15	5÷15	18÷20	5÷20	15÷20
5	Số tầng trong 1 nhóm tầng	tầng	2÷4	2÷3	2÷3	3÷4	3÷4	2÷4
6	Góc nghiêng bờ công tác	độ	20÷26	21÷25	13÷15	20÷25	15÷25	15÷17
7	Góc dốc sườn tầng	độ	55÷65	50÷65	55÷65	55÷65	55÷65	55÷65

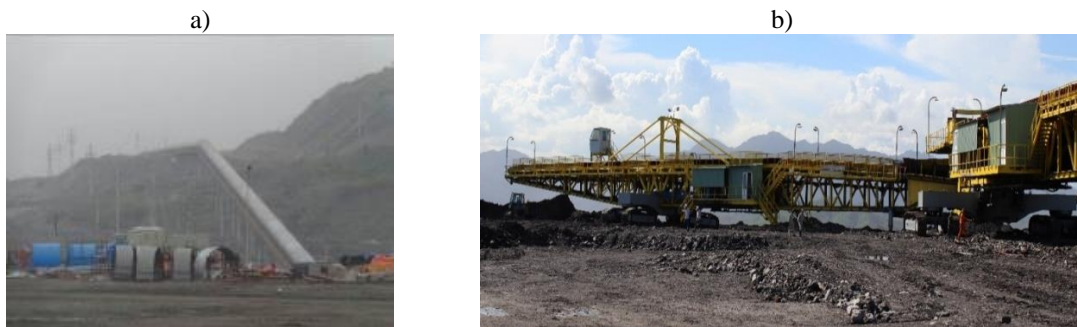
Phù hợp với các thông số của hệ thống khai thác, đồng bộ thiết bị (ĐBTB) gồm:

+ Thiết bị khoan lỗ mìn: Sử dụng các loại máy khoan xoay cầu CBIII-250 có đường kính $d = 250$ mm, các loại máy khoan xoay CbM, $d = 165$ mm và máy khoan thủy lực DM/DML có đường kính 200÷230 mm. Công tác khoan nổ mìn phá đá quá cỡ được thực hiện bằng máy khoan thủy lực Diesel có đường kính 89÷127 mm;

+ Thiết bị xúc đất đá: sử dụng các loại máy xúc tay gầu ЭКТ-4,6, 5A, 8I, 10U do Liên Xô (cũ) chế tạo có dung tích gầu xúc từ 4,6÷10 m³ và các máy xúc TLGN: PC1250, PC1800, CAT5020B,... có dung tích gầu từ 3,5÷12,0 m³;

+ Thiết bị xúc than và đào sâu đáy mỏ: Đối với công tác đào sâu đáy mỏ sử dụng máy xúc TLGN có dung tích gầu từ 2,5÷4,5 m³;

+ Thiết bị vận tải: Sử dụng các loại ô tô khung động như Volvo A40D, HM 400-R có tải trọng 37÷42 tấn để vận chuyển tại khu vực đáy mỏ, các loại ô tô khung cứng như CAT 773E, BelAZ 7555; HD 465-7, HD 785-7,... có tải trọng từ 55÷96 tấn để vận chuyển đất đá ra bãi thải. Đặc biệt, năm 2016, mỏ Cao Sơn đã đưa 02 xe Benlaz 75581 trọng tải 90 tấn chạy bằng động cơ điện vào hoạt động thử nghiệm tại khai trường của mỏ. Ngoài ra, hiện nay mỏ than Cao Sơn đang vận hành tuyến băng tải ra bãi thải Băng Nâu có bề rộng băng 2 m, công suất 20 triệu m³/năm. Đây là hệ thống băng tải có quy mô, công suất lớn và hiện đại nhất tại Việt Nam cũng như trong khu vực. Đồng bộ của hệ thống băng tải đá bao gồm: Trạm nghiền, băng tải đá và thiết bị dỡ tải (hình 3).



Hình 3. Hệ thống tuyến băng tải đá mở than Cao Sơn: a) Băng tải đá; b) Hệ thống dỡ tải

2. Các yếu tố kỹ thuật cơ bản ảnh hưởng đến công nghệ khai thác tại các tầng sâu

2.1. Ảnh hưởng của ổn định bờ mở đến công nghệ khai thác tại các tầng sâu

Khi khai thác xuống sâu, bờ mở chịu tác động từ các yếu tố bất lợi như: động thái vận động của nước ngầm, tải trọng tác động lên bờ mở lớn, liên kết giữa các lớp đất đá giảm. Đây là những nguyên nhân làm giảm độ ổn định của bờ mở, ảnh hưởng trực tiếp đến công nghệ khai thác. Vì vậy, cần có các giải pháp trong công nghệ khoan nổ mìn, xúc bốc, vận tải, thải đá... để nâng cao độ ổn định bờ mở khi khai thác các tầng sâu.

2.2. Ảnh hưởng của bùn nước và tốc độ xuống sâu đến công nghệ khai thác tại các tầng sâu

Khi khai thác xuống sâu, khai trường được mở rộng, khối lượng bùn nước chảy vào mỏ tăng. Chúng làm giảm năng suất thiết bị, tăng giá thành khai thác, giảm tốc độ xuống sâu và sản lượng các mỏ. Bùn đất tại đáy moong ảnh hưởng trực tiếp đến công nghệ và thời gian đào sâu đáy mỏ.

Đối với các mỏ kích thước khai trường hạn chế công nghệ đào sâu sử dụng đáy mỏ bậc thang hoặc đáy mỏ nghiêng, phần sâu nhất của đáy mỏ là nơi tập trung bùn và nước. Đối với công nghệ trên, bùn đất được dồn hết xuống phần sâu nhất, do đó chiều dày lớp bùn là rất lớn gây khó khăn cho công tác vét bùn và đào sâu đáy mỏ. Với công nghệ đào sâu đáy mỏ nghiêng, các thiết bị xúc bốc và vận tải luôn làm việc trên mặt dốc, do đó năng suất của thiết bị tham gia vét bùn và hoạt động dưới đáy mỏ rất thấp.

Đối với các mỏ có kích thước khai trường lớn, thường áp dụng công nghệ đào sâu sử dụng đáy mỏ 2 cấp. Ở đáy mỏ 2 cấp, bùn lắng đọng ở đáy mỏ được phân bố đều, do vậy chiều dày tương đối mỏng, trong quá trình bơm cạn nước, bùn ở phần đáy cao của hồ chứa nước, có điều kiện róc nước, tạo thuận lợi cho công tác vét bùn và đào sâu.

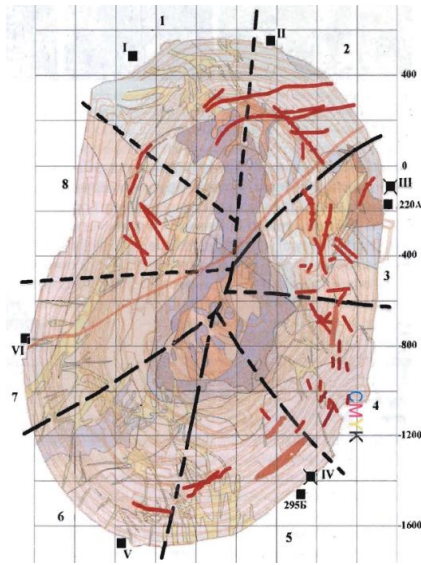
3. Các giải pháp công nghệ cơ bản

3.1. Các giải pháp về bờ mở

- Các mỏ lộ thiên sâu có chiều cao bờ mở lớn nên trình tự xác định độ ổn định bờ mở như sau: (i) xác định các thông số của trạng thái ứng suất ban đầu của khối đá; (ii) nghiên cứu cấu trúc, kiến tạo của khối đá; (iii) xác định điều kiện địa chất công trình (tính chất cơ lý, độ nứt nẻ,...) và địa chất thủy văn của khối đá; (iv) nghiên cứu các quy luật trong việc hình thành các ứng suất nhân tạo trong hoạt động khai thác; (v) nghiên cứu nguyên nhân hình thành nên mặt phá hủy và đứt gãy trong các khối đá; (vi) giám sát biến dạng của từng khu vực bờ mở; (vii) đánh giá ảnh hưởng của công tác khoan nổ mìn; (viii) dự đoán ảnh hưởng của địa chấn (động đất).

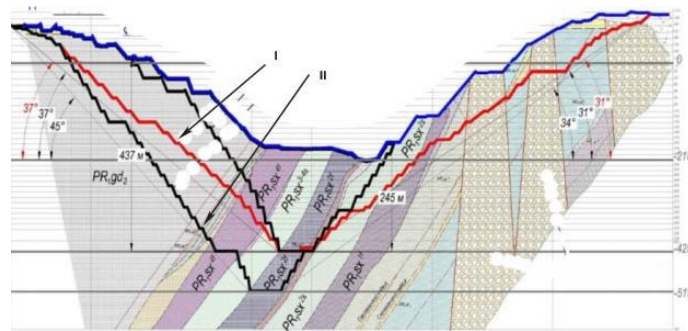
- Lựa chọn dạng bờ mở:

Theo kết quả nghiên cứu và áp dụng giải pháp khai thác dạng bờ lồi để giảm hệ số bóc đá tại một số mỏ lộ thiên LB Nga cho thấy, với chiều sâu mỏ từ 500÷600 m, việc tăng góc dốc bờ mở từ 40÷45⁰ lên 50÷55⁰, khối lượng đất bóc có thể giảm từ 10÷15% (Тарасов П.И., Журалев А.Г., Фурин В.О., 2011). Bản chất của phương pháp này là căn cứ độ cứng, độ khối đất đá tại các khu vực sẽ chia bờ mở thành các đới công tác: đới công tác phía trên có góc dốc nhỏ, đới phía dưới với thời gian tồn tại ngắn sẽ có góc dốc lớn để hình thành dạng bờ lồi (hình 4).



Hình 4. Phân chia khu vực khai thác theo từng thông số bờ mỏ tại mỏ lộ thiên Kovdorskoye – LB Nga I, II, III,... các khu vực khai thác

Hiện nay, tại các mỏ lộ thiên của các nước tiên tiến trên thế giới như: Patabora (Úc), Cleveland Cliffs (Mỹ), Flintkote Mine, Westfrob Mine (Canada), Aitik (Thụy Điển), Covdorcki GOK (LB Nga) góc dốc sườn tầng có thể đạt $75\div 85^{\circ}$ (hình 5).



Hình 5. Tăng chiều sâu khi thác tại mỏ lộ thiên Gleevatcki – LB Nga I, II – Biên giới kết thúc khai thác khi $\alpha = 65^{\circ}$ và 75°

Trên cơ sở nghiên cứu tổng hợp các điều kiện địa kỹ thuật các mỏ than lộ thiên công suất lớn vùng Quảng Ninh cho thấy, tính chất cơ lý đất đá, điều kiện địa chất thủy văn, chiều cao bờ mỏ, thời gian tồn tại, ... khác nhau. Nhưng, các thông số hệ thống khai thác tương đối giống nhau, đặc biệt là góc dốc sườn tầng, bờ mỏ. Góc dốc bờ mỏ tỷ lệ thuận với hệ số bóc đất đá, hệ số bóc đất đá cao làm tăng chi phí khai thác, giảm hiệu quả sản xuất của doanh nghiệp. Vì vậy, công nghệ khai thác dạng bờ lùi cần được nghiên cứu và áp dụng tại các mỏ than lộ thiên sâu. Tùy thuộc điều kiện các khu vực bờ mỏ, xác định các thông số của đới công tác dưới sâu với góc dốc bờ nâng cao phù hợp với độ khối và độ cứng các tầng sâu và giảm khối lượng đất bóc.

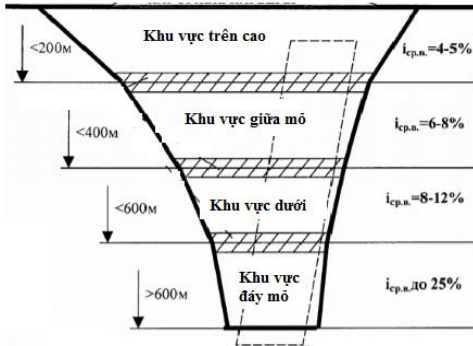
- Lựa chọn, bố trí thiết bị trên đới công tác:

Với các mỏ sâu, theo chiều sâu khai thác, bờ mỏ được chia thành các khu vực công tác. Mỗi đới công tác có đặc trưng riêng (hình 6, 7):

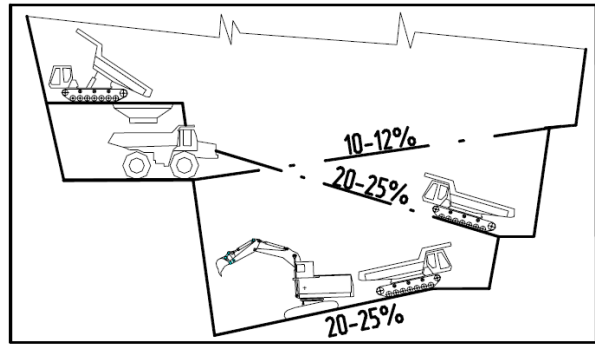
+ Khu vực trên cao: kích thước lớn, ít nước ngầm, đất đá có độ cứng, nứt nẻ nhiều. Khu vực này sẽ áp dụng công nghệ khai thác bằng máy xúc dung tích gầu lớn kết hợp với ô tô khung cứng, độ dốc dọc các tuyến đường vận tải trung bình từ $4\div 5\%$;

+ Khu vực giữa mỏ: Kích thước mỏ giảm theo chiều sâu khai thác, đất đá có độ cứng, độ khối tăng, nhiều nước ngầm. Khu vực này áp dụng công nghệ khai thác bằng máy xúc có dung tích gầu lớn, kết hợp với ô tô có khả năng leo dốc lớn (từ $6\div 12\%$);

+ Khu vực tầng sâu và đáy mỏ: Kích thước trật hẹp, bùn nước nhiều, sản lượng nhỏ. Khu vực này áp dụng công nghệ khai thác bằng máy xúc kết hợp với ô tô bánh xích, độ dốc đường vận tải từ 20÷25%.



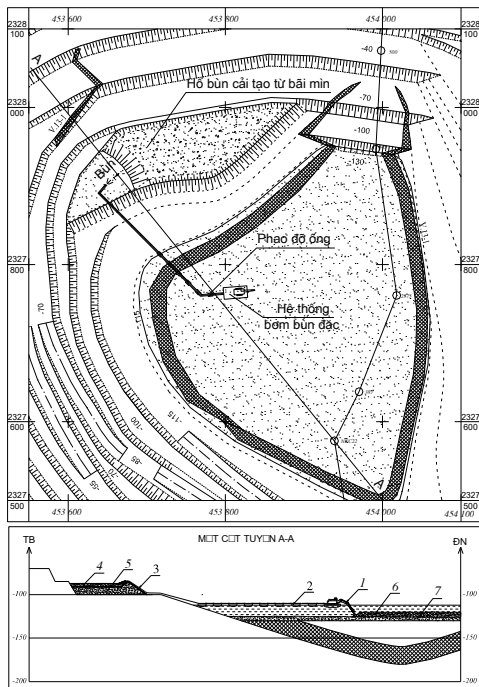
Hình 6. Các khu vực khai thác theo chiều sâu khai thác



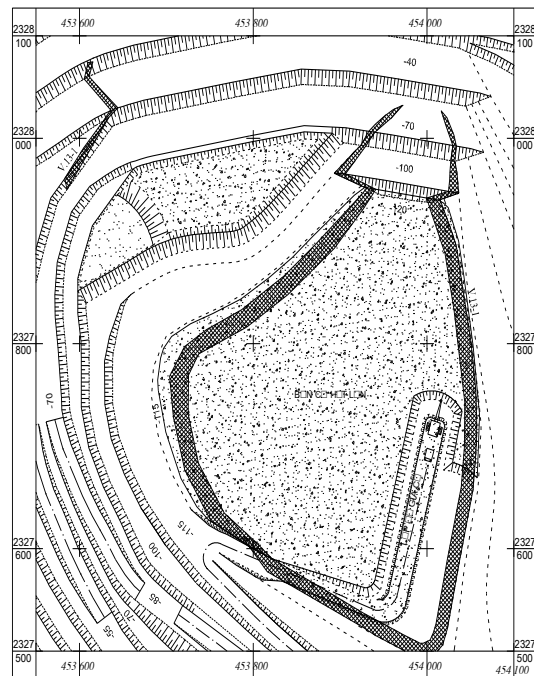
Hình 7. Sơ đồ xúc bốc - vận tải khu vực các tầng sâu

3.2. Công nghệ xử lý bùn

Hiện nay, các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh đang khai thác xuống sâu với tốc độ trung bình từ 10 ÷ 15 m/năm, kết thúc năm 2017, cốt cao đáy mỏ như sau: Cọc Sáu (-230 m), Cao Sơn (-110 m), Đèo Nai (-160 m), Hà Tu (-190 m). Khi khai thác xuống sâu, biên giới mỏ ngày càng mở rộng dẫn đến lượng bùn đất chảy xuống đáy moong ngày một tăng, chiều dày lớp bùn loãng lớn và không ổn định, bùn loãng thường tập trung ở giữa moong. Theo kết quả nghiên cứu (Đoàn Văn Thanh, 2017), khối lượng bùn loãng dự báo hàng năm khi xuống sâu tại các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh từ 55 ÷ 450 ngàn m³ (năm 2018÷KTKT), chiều dày trung bình từ 2,0 ÷ 10,0 m, riêng mỏ Cọc Sáu từ 10,0÷20,0 m, phía dưới là lớp bùn cỡ hạt lớn và dưới đáy moong là đất đá có kích thước lớn. Công nghệ vét bùn sau mỗi mùa mưa tại đáy moong phù hợp cho các mỏ than lộ thiên Việt Nam khi khai thác xuống sâu là công nghệ vét bùn bằng máy bơm bùn đặc đối với phần bùn loãng phía trên (hình 8), phần đất đá lẫn bùn phía dưới xúc trực tiếp bằng MXTLGN (hình 9).



Hình 8. Sơ đồ công nghệ vét bùn bằng máy bơm bùn đặc (1- máy bơm bùn đặc; 2- phao nổi; 3- tuyến ống dẫn bùn; 4- hồ chứa bùn; 5- bãi mìn sau cải tạo; 6- lớp bùn loãng; 7- lớp bùn cỡ hạt lớn)



Hình 9. Sơ đồ công nghệ xúc lớp đất đá lẫn bùn bằng MXTLGN (1- đất đá lẫn bùn; 2- bùn loãng)

3.3. Công nghệ bơm thoát nước

Có hai nguồn nước chính chảy vào mỏ là nguồn nước ngầm và nước mưa. Vì vậy, cần áp dụng các giải pháp hạn chế tối đa lượng nước mưa, nước mặt ngầm và chảy vào mỏ như: Hướng dòng nước mặt về các sông suối, các tầng trên mức thoát nước tự chảy đều phải tạo rãnh thoát nước hướng dòng chảy ra khỏi khai trường. Đồng thời trên, các tầng nằm dưới mức thoát nước tự chảy, tầng công tác làm rãnh tạm thời, tầng không công tác là rãnh cố định. Đối với các đường liên lạc, vận tải cần tạo rãnh thoát nước dọc đường...

Kết hợp với các giải pháp trên, cần phải bơm cưỡng bức ra khỏi khai trường mỏ. Theo phương pháp tính toán bơm thoát nước trước đây, hầu hết các trận mưa lớn đều được bơm cưỡng bức ra khỏi mỏ trong 5 ngày. Có nghĩa là mỏ có thể khai thác ngay cả trong mùa mưa. Tuy nhiên, đặc điểm hình học của các mỏ than lộ thiên Việt Nam là: than nằm phía dưới đáy mỏ; đất đá tập trung trên cao. Vì vậy, trong các tháng mùa mưa, đáy mỏ không xuống sâu. Nếu phương pháp tính toán trên sẽ sử dụng số lượng lớn máy bơm, chi phí đầu tư duy trì bơm nước lớn.

Thực tế tại các mỏ thường không chế một lượng nước nhất định ở đáy moong và duy trì bơm đến mức nước nhất định. Do đó cần xem xét, tính toán khâu bơm nước phù hợp hơn. Đối với các mỏ than lộ thiên Việt Nam, giải pháp bơm thoát nước được thực hiện như sau: Tính số bơm cần thiết cho 1 trạm với điều kiện bơm hết lượng nước của tháng lớn nhất và duy trì đáy moong bị ngập nước ở một mức nhất định, đồng thời tháng cuối mùa mưa phải bơm cạn nước ở đáy moong để tiến hành khai thác bình thường. Tức là tháng cuối mùa mưa phải bơm hết lượng nước duy trì của các tháng trước đó và lượng nước chảy vào mỏ trong tháng.

Trong trường hợp này lưu lượng tính toán của trạm bơm được xác định theo công thức:

$$Q_{tb} = \frac{(Q_{mt} + Q_{nt} - Q_{bt} - Q_{dt}) + (Q_{mtc} + Q_{ntc} - Q_{btc} + Q_{dct})}{60T}, m^3/h \quad (1)$$

trong đó:

$Q_{mt} + Q_{nt} - Q_{bt} - Q_{dt} = A$ - lưu lượng nước cần bơm trong tháng có lượng mưa lớn nhất, m^3 ; $Q_{mtc} + Q_{ntc} - Q_{bct} + Q_{dct} = B$ - lưu lượng nước cần bơm trong tháng cuối mùa mưa, m^3 ; Q_{mt} - lượng nước mặt chảy xuống mỏ trong 1 tháng lớn nhất, m^3 ; Q_{nt} - lượng nước ngầm chảy vào mỏ trong 1 tháng của tháng mưa lớn nhất, m^3 ; Q_{bt} - lượng nước bốc hơi trong 1 tháng của tháng mưa lớn nhất, m^3 ; Q_{dt} - lượng nước duy trì dưới đáy mỏ trong mùa mưa, m^3 ; Q_{mtc} - lượng nước mặt chảy xuống mỏ trong tháng cuối mùa mưa, m^3 ; Q_{ntc} - lượng nước ngầm chảy vào mỏ trong tháng cuối mùa mưa, m^3 ; Q_{bct} - lượng nước bốc hơi của tháng cuối mùa mưa, m^3 .

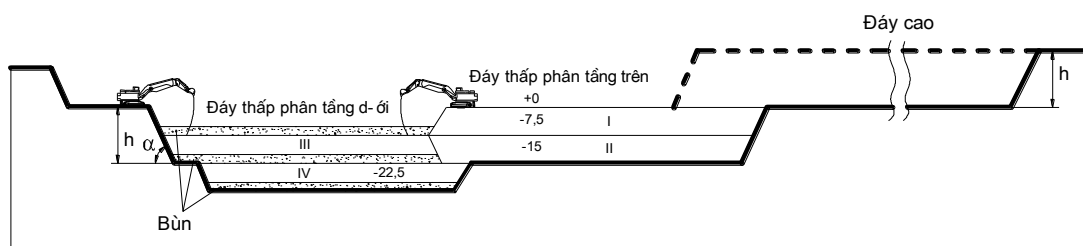
Trên cơ sở đó và diện tích trung bình của từng tầng đáy moong ta sẽ tính được chiều sâu nước ngập hay mức nước ngập duy trì trong mùa mưa của đáy moong. Với phương án này ngoài việc tính toán được lưu lượng nước cần bơm, số bơm cần thiết cho 1 trạm, còn tính được các chỉ tiêu khác như lượng nước duy trì dưới đáy moong và chiều sâu ngập nước trong mùa mưa.

3.4. Công tác chuẩn bị tầng mới và đào sâu

Như đã trình bày ở trên, công nghệ đào sâu hợp lý tại các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh như sau: áp dụng công nghệ đào sâu đáy moong 2 cấp, đào sâu theo phân tầng khi chiều dài đáy mỏ lớn, và công nghệ đáy mỏ nghiêng khi chiều dài đáy mỏ nhỏ với việc áp dụng MXTLGN.

- Công nghệ đào sâu đáy moong 2 cấp, đào sâu theo phân tầng:

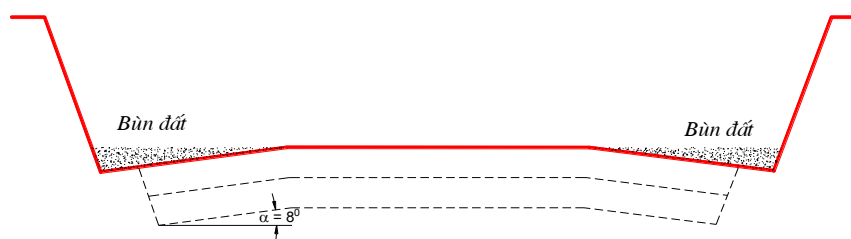
Mùa mưa tiến hành đào sâu khai thác ở đáy cao, còn đáy thấp là nơi chứa nước và bùn sẽ được đào sâu trong mùa khô. Tuy nhiên, để tạo thuận lợi cho công tác vét bùn, phần đáy thấp của mỏ cần được chia làm 2 phần. Phần cao hơn là khu vực bùn lắng đọng được treo cao và phơi khô, còn phần thấp là nơi chứa bùn loãng và nước. Với cách cấu tạo trên, có thể ngay sau khi kết thúc mùa mưa, công tác đào sâu đáy mỏ tránh không tập trung vào khu vực có hố tụ nước có bùn nhão mà tiến hành đào sâu phần cao ở bên cạnh nhằm kéo dài thời gian phơi khô bùn tạo điều kiện tăng năng suất thiết bị đào hào và giảm thời gian chuẩn bị tầng. Mặt khác, MXTLGN có thể di chuyển xung quanh đáy thấp ở phân tầng dưới xúc vén mương, đào hố thu nước và xúc một phần khối lượng bùn. Sơ đồ trình tự đào sâu tầng chứa bùn có cấu tạo phân tầng thể hiện trên hình 10.



Hình 10. Sơ đồ đào sâu tầng chứa bùn có cấu tạo phân tầng (I, II,... thứ tự đào sâu phân tầng chứa bùn)

- Công nghệ đào sâu sử dụng đáy mỏ nghiêng:

Công nghệ này có đặc điểm là đáy mỏ có độ dốc nghiêng từ $6 \div 8^\circ$ về 2 bên. Phần nghiêng nhất của đáy mỏ là hỗ trợ bùn nước của mỏ. Khu vực này gom bùn và thu hẹp diện ngập nước ở tầng sâu nhất để tranh thủ đào sâu phân cao đáy mỏ ngay từ đầu mùa khô, tăng thời gian và tốc độ đào sâu. Trong mùa mưa khai thác than ở những tầng trên mức thoát nước tự chảy. Công tác nạo vét bùn và chuẩn bị tầng mới được thực hiện trong thời gian mùa khô. Tuy nhiên, công nghệ này có nhược điểm là các thiết bị khai thác phải hoạt động trên bề mặt nghiêng, tăng áp lực nền và giảm năng suất, chiều dày bùn ở đáy hỗ trợ nước lớn khó xúc (hình 11).



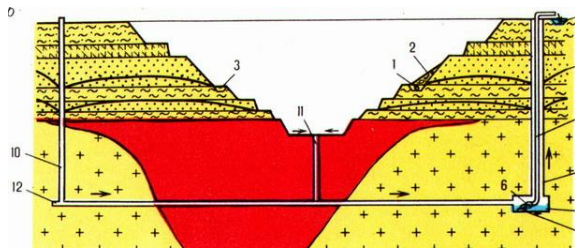
Hình 11. Sơ đồ công nghệ khai thác với đáy mỏ nghiêng

3.5. Các giải pháp nâng cao mức độ an toàn khi khai thác các tầng sâu

Có 3 yếu tố cơ bản có ảnh hưởng lớn đến độ ổn định của bờ mỏ lộ thiên đó là: điều kiện địa chất khu vực phức tạp, các đứt gãy kiến tạo làm xuất hiện nhiều mặt yếu và tạo điều kiện cho sự thâm nhập, phá hủy của nước ngầm; điều kiện địa chất thủy văn không thuận lợi (nhiều nước ngầm); chiều cao của bờ mỏ lớn (nếu kết thúc ở độ sâu -350 thì chiều cao bờ mỏ Đèo Nai, Cọc Sáu, Cao Sơn lên tới 600 – 675 m) và thời gian tồn tại của bờ dài. Đây là vấn đề quan trọng cần được quan tâm thích đáng ngay từ bây giờ. Dạng bờ mỏ khai thác xuống sâu được lựa chọn là dạng bờ lồi. Để nâng cao độ ổn định bờ mỏ, cần nghiên cứu và đề xuất giải pháp bóc giảm tải (Dương Trung Tâm, 2016).

Các mỏ khai thác xuống sâu khi bờ mỏ không ổn định áp dụng các giải pháp: tháo khô bờ mỏ bằng hệ thống lỗ khoan (đứng hoặc khoan ngang) (hình 12); gia cường khối đá bằng bê tông phun, xi măng hóa; neo bờ mỏ (hình 13); khoan giảm áp (hình 14).

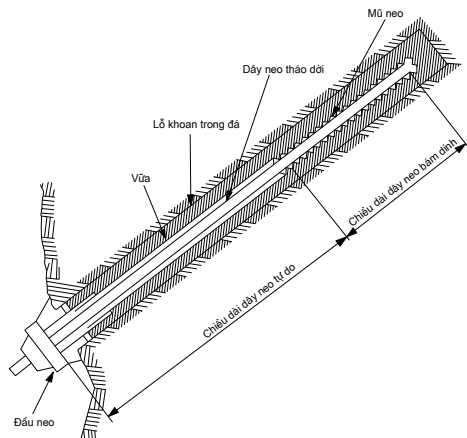
Đối với các tầng ngập nước ở các mỏ, áp dụng các giải pháp công nghệ nổ mìn hợp lý: nạo thuốc nổ trong bao nylon, nạo thuốc nổ tương rời bằng xe chuyên dùng. Đối với các tầng dưới sâu và tầng đạt giới hạn kết thúc, áp dụng công nghệ nổ mìn giảm chấn động (điều khiển quy mô vụ nổ, nổ vi sai toàn phần, lưu cột không khí trong lỗ khoan (hình 15)...). Tăng cường chất lượng đất đá nổ mìn và giảm chi phí nạo thuốc, cần áp dụng cơ giới hóa khâu nạo thuốc. Đối với đá quá cứng, áp dụng phương pháp phá vỡ bằng đầu đập thủy lực, nhằm đảm bảo an toàn và bảo vệ môi trường sinh thái.



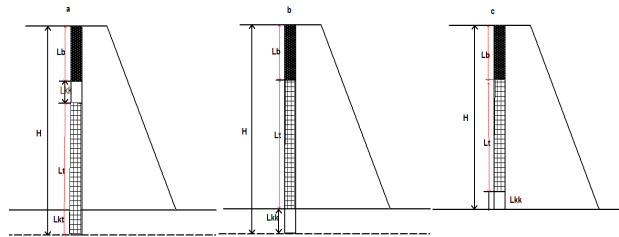
Hình 12. Sơ đồ tháo dỡ bờ mỏ bằng hệ thống lỗ khoan



Hình 14. Khoan giảm áp tại bờ trụ mỏ Na Dương



Hình 13. Sơ đồ neo bê tông cốt thép đảm bảo ổn định bờ mỏ



Hình 15. Các phương pháp sử dụng lưu cột không khí trong lỗ khoan

a. Lưu cột không khí trong cột thuốc; b. Lưu cột không khí dưới đáy lỗ khoan (phân không khoan thêm); c. Lưu cột không khí dưới đáy lỗ khoan

4. Kết luận

Hiện nay và những năm tới, các mỏ than lộ thiên Việt Nam sẽ tăng cường độ khai thác. Càng xuống sâu, công tác khai thác càng gặp nhiều khó khăn bất lợi. Chính vì vậy, cần nghiên cứu, áp dụng các giải pháp công nghệ khai thác phù hợp tại các tầng sâu như:

- Bờ mỏ: Áp dụng công nghệ khai thác dạng bờ lõi kết hợp với các giải pháp nâng cao ổn định bờ mỏ, lựa chọn, bố trí thiết bị phù hợp trên đối công tác;

- Công nghệ khai thác: Áp dụng công nghệ khoan nổ mìn tăng góc dốc sườn tầng, giảm chấn động, nạp thuốc nổ trong bao nylon, nạp nổ thuốc nhũ tương rời bằng xe chuyên dùng,...;

- Vét bùn: Áp dụng công nghệ vét bùn bằng máy bơm bùn đặc đối với phần bùn loãng phía trên, phần đất đá lẫn bùn phía dưới xúc trực tiếp bằng MXTLGN;

- Công tác chuẩn bị tầng mới và đào sâu: Đào sâu đáy mỏ nghiêng, nhiều cấp, theo phân tầng phù hợp với thông số kỹ thuật của máy xúc thủy lực và đảm bảo sản lượng yêu cầu.

Trên cơ sở đó, lựa chọn trình tự khai thác tối đa tài nguyên, góp phần đảm bảo kế hoạch khai thác xuống sâu cho các mỏ than lộ thiên Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

Đỗ Ngọc Tước, 2011. Nghiên cứu các giải pháp nhằm đáp ứng sản lượng, nâng cao hiệu quả và mức độ an toàn các mỏ than hầm lò, lộ thiên công suất lớn khi khai thác xuống sâu. Viện KHCN Mỏ - Vinacomin.

Đoàn Văn Thanh, 2017. Nghiên cứu công nghệ vét bùn hợp lý cho các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh. Viện KHCN Mỏ - Vinacomin.

Dương Trung Tâm, 2016. *Nghiên cứu độ ổn định, lựa chọn thông số, trình tự đổ thải, các giải pháp thoát nước và các công trình bảo vệ phù hợp với tình hình biến đổi khí hậu tại các bãi thải mỏ than lộ thiên thuộc TKV*. Viện KHCN Mỏ - Vinacomin.

Тарасов П. И., Журалев А. Г., Фурин В. О., 2011. *Обоснование технологических параметров углубочного комплекса*, Институт горного дела Уральского отделения Российской Академии наук (ИГД УрОРАН).

ABSTRACT

Several suitable technology solutions for the exploitation of deep working benches of Vietnam's open pit mines

Tuoc Ngoc Do^{1,*}, Thanh Van Doan¹, Duc Van Nguyen¹

¹*Institute of Mining Science and Technology – Vinacomin*

With the advancement of open-pit mining technology, the depth to which minerals can be profitably mined has increased resulting in deeper pits than ever before. The increase in depth has several inherent challenges for mining operations. Specifically, in Vietnam, the depth of the final pit bottom is about 300 – 400m lower than the sea level. The deep mining has faced with the number of difficulties and challenges such as seasonal exploitation, higher pit slope, the large amount of sludge, limited working site, and the worse effect of microclimate condition at the pit site. Based on the analysis of the characteristics of deep working benches, the experiences in domestic and foreign mining experts as well, the fundamental goal of this study is to provide several reasonable technology solutions for the exploitation of deep working benches such as the convex bank mining technology, the synchronous arrangement of shovels on each side of the mine, using of transport equipment operating on high slope, and the water mud treatment technology and the seasonal deepening technology. As a result, the mine productivity, efficiency and maximum recovery of coal resources can be ensured by these technology solutions.

Key words: mud treatment; convex bank; inclined slope, deep benches.

Nghiên cứu lựa chọn chất trợ lắng hợp lý đối với bùn thải Nhà máy tuyển bauxit Nhân Cơ

Triệu Văn Bình^{1,*}, Nguyễn Văn Minh¹
¹ Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

TÓM TẮT

Kết quả nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới tốc độ lắng đọng (nồng độ bùn; độ pH môi trường; tiêu hao và chủng loại chất trợ lắng) đối với mẫu bùn thải Nhà máy tuyển bauxit Nhân Cơ, với tốc độ lắng trung bình sau 40 giây đạt- $V_{lắng} \geq 9,9$ m/h.

Phạm vi nghiên cứu trong phòng thí nghiệm đối với mẫu bùn thải quặng bauxit Nhân Cơ (cấp hạt - 1mm trong quặng nguyên khai). Kết quả nghiên cứu đã lựa chọn được các thông số tối ưu của từng chất trợ lắng đối với mẫu bùn thải Nhà máy tuyển bauxit Nhân Cơ để chất lượng nước sau lắng đạt yêu cầu về chất lượng nước thải công nghiệp theo “QCVN 40:2011/BTNMT”; Chi phí như sau: “VFA1200” – tiêu hao 68 g/t bùn khô; “VF62424” – tiêu hao 66 g/t bùn khô; “N85035” – tiêu hao 63 g/t bùn khô; “N83384” – tiêu hao 57 g/t bùn khô.

Từ khóa: Bùn thải; chất trợ lắng; tốc độ lắng

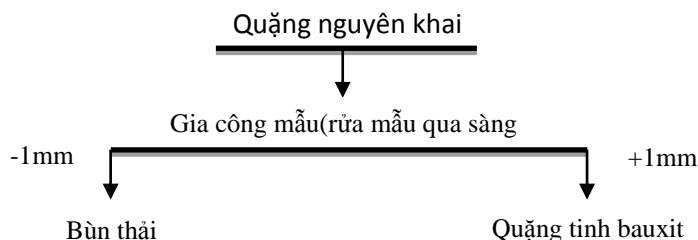
1. Mở đầu

Nhà máy tuyển bauxit Nhân Cơ – Đắc Nông thuộc dự án: Nhà máy sản xuất Alumin Nhân Cơ. Nhà máy tuyển bauxit Nhân Cơ được xây dựng từ năm 2013 với năng suất thiết kế ~3,6 triệu tấn quặng nguyên khai/năm [Viện KHCN Mỏ-Vinacomin, 2014], nhà máy đã thực hiện chạy thử có tải giai đoạn 72 giờ, hiện tại đang trong quá trình chuẩn bị các điều kiện về nguyên vật liệu cho chạy vận hành kỹ thuật nhà máy. Công nghệ tuyển của nhà máy tuyển bauxit Nhân Cơ là tuyển rửa trọng lực sử dụng rất nhiều nước (tiêu hao nước bổ sung cho một tấn quặng tinh khô ~4 m³/t), với năng suất lớn và nhu cầu tiêu hao nước bổ sung lớn như vậy cần thiết phải thu hồi lại nước tuần hoàn tái sử dụng sản xuất. Hiện tại nhà máy đã sử dụng thử nghiệm chất trợ lắng “N85035”, chất lượng nước mặt ở hồ bùn thải đạt yêu cầu về chất lượng nước thải công nghiệp theo “QCVN 40:2011/BTNMT (B)”, nhưng do chất trợ lắng “N85035” có giá tiêu hao lớn sẽ dẫn đến chi phí sản xuất lớn, do đó nhu cầu cấp thiết tìm ra một loại chất trợ lắng có tiêu hao thấp, dễ sử dụng và vẫn đáp ứng được các tiêu chí đề ra về chất lượng nước tuần hoàn và nước thải của hồ bùn thải theo quy định hiện hành [Viện KHCN Mỏ-Vinacomin, 2015].

2. Mẫu nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mẫu nghiên cứu

Mẫu thí nghiệm được lấy tại khai trường mỏ Nhân Cơ, nguồn quặng cấp trực tiếp cho nhà máy tuyển bauxit Nhân Cơ. Mẫu được lấy về tiến hành gia công giảm lược, tiến hành phân tích thành phần độ hạt và khoáng vật Dựa vào công nghệ tuyển của nhà máy thì nồng độ pha rắn trong bùn thải ~ 60 g/l, tiến hành thí nghiệm trong vùng lân cận để xác định các thông số cần thiết [Viện KHCN Mỏ-Vinacomin, 2015].



Hình 1. Sơ đồ gia công mẫu thí nghiệm

* Tác giả liên hệ
Email: binhmp50@gmail.com

Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần khoáng vật mẫu bùn thải bauxit Nhân Cơ.

Thành phần khoáng vật	Hàm lượng(~%)
Gipxit – Al(OH) ₃	15 – 17
Gotit – Fe ₂ O ₃ .H ₂ O	18 – 20
Hêmatit – Fe ₂ O ₃	6 – 8
Illit – KAl ₂ AlSi ₃ O ₈ (OH) ₂	4 – 6
Kaolinit – Al ₂ [Si ₂ O ₅](OH) ₄	26 – 28
Clorit – Mg ₂ Al ₃ [AlSi ₃ O ₁₀](OH) ₈	4 – 6
Cristobalit – SiO ₂	6 – 8
Ilmenit – FeTiO ₃	6 – 8
Tal	≤ 1
Bomit	≤ 1
Vô định hình	Có

Bảng 2. Kết quả lắng tự nhiên mẫu bùn quặng Nhân Cơ.

TT	Thời gian lắng, h	Nồng độ bùn: 60 g/l	
		Chiều cao cột bùn, mm	Vận tốc lắng, m/h
1	0 h	280	-
2	0,083 h	278	0,02016
3	0,167 h	276	0,01848
4	0,5 h	274	0,0112
5	1 h	270	0,0098
6	2 h	261	0,00924
7	24 h	203	0,00317
8	48 h	154	0,00263

Dựa vào kết quả phân tích thành phần khoáng vật và kết quả lắng tự nhiên của mẫu bùn ta có một số nhận xét:

- Mẫu bùn lắng tự nhiên với tốc độ rất chậm, với tốc độ lắng này áp dụng vào thực tế sản xuất không thể thu được nước tuần hoàn quay lại sản xuất và không đảm bảo chất lượng nước ở hồ bùn thải xả thải ra môi trường. Do đó việc sử dụng chất trợ lắng để tăng tốc độ lắng đọng của bùn quặng là rất cần thiết.

- Qua kết quả phân tích thành phần khoáng vật của mẫu bùn quặng ta thấy trong mẫu bùn quặng là các khoáng vật của các kim loại như : Al, Fe, Si, Ti... trong quá trình tuyển rửa chà xát bề mặt và phân ly trong bề mặt của các hạt bùn sẽ mang điện tích của kim loại tương ứng Al³⁺, Fe³⁺... Các hạt bùn tích điện cùng dấu có xu hướng đẩy nhau làm cho quá trình kết bông tạo thành hạt lớn lắng xuống dưới tác dụng của trọng lực không xảy ra. Do đó để trung hòa điện tích và tạo cầu nối giữa các hạt với nhau cần phải sử dụng chất trợ lắng có nguồn gốc anion.

2.2. Phương pháp nghiên cứu và tính toán tốc độ lắng

Thí nghiệm được thực hiện theo phương pháp truyền thống, nghĩa là cố định các thông số khác ngoài thông số được khảo sát. Thông số tối ưu của thí nghiệm trước được sử dụng cho thí nghiệm tiếp theo.

Nghiên cứu lựa chọn chất trợ lắng hợp lý được thể hiện qua việc nghiên cứu về tốc độ lắng đọng bùn quặng của các chất trợ lắng với các chế độ khác nhau để tìm ra các thông số tối ưu với từng chất trợ lắng, điều kiện xác định với từng chất trợ lắng đạt được tốc độ lắng đọng trên 9,9 m/h sau 40 giây, chất lượng nước trong của quá trình lắng đọng đạt quy chuẩn về nước thải công nghiệp hiện hành “QCVN 40:2011/BTNMT”. Các thông số nghiên cứu đối với từng chất trợ lắng là [Viện KHCN Mô-Vinacomin, 2015] :

- Độ pH của bùn quặng.
- Nồng độ bùn quặng, g/l.
- Tiêu hao chất trợ lắng, g/t (tiêu hao trên một tấn bùn khô).

Tốc độ lắng đọng được xác định bằng công thức:

$$v_{tb} = ((H_0 - H_t)/10^{-3})/(t/3600); \quad \text{m/h} \quad (1)$$

Trong đó:

- v_{tb} : vận tốc lắng tại thời điểm t; m/h.
- H_0 : Chiều cao cột bùn tại thời điểm ban đầu; mm.
- H_t : Chiều cao cột bùn tại thời gian t; mm.
- t: thời gian tính vận tốc lắng; s.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

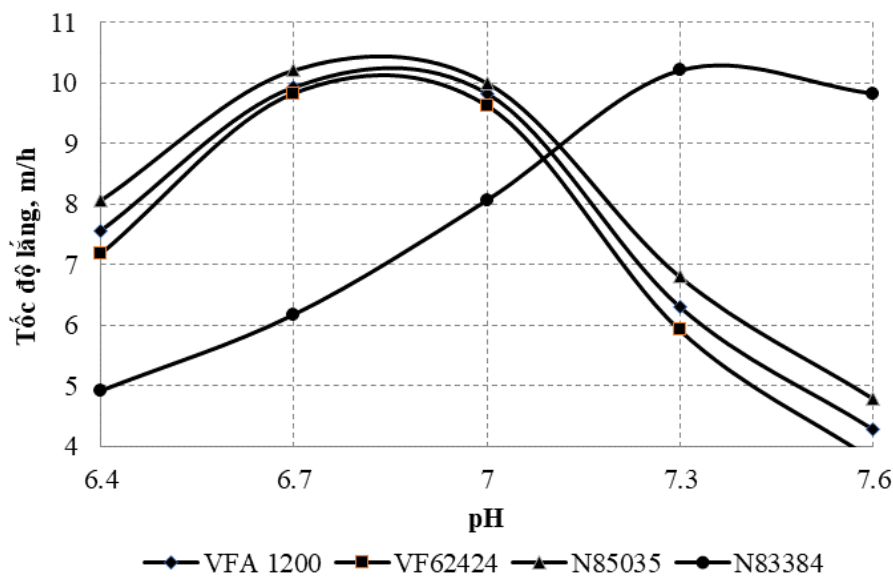
Điều kiện thí nghiệm: Thí nghiệm lắng đọng mẫu bùn thải bauxit Nhân Cơ sử dụng một số chất trợ lắng phổ biến trong xử lý bùn thải bauxit trên thế giới, Các chất trợ lắng sử dụng: VFA 1200 (AN945SH); VF62424; N85035; N83384.

3.1 Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của pH tới tốc độ lắng đọng

- Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của pH tới tốc độ lắng đọng, thí nghiệm với các độ pH khác nhau từ 6,4-7,6; nồng độ bùn thí nghiệm 60 g/l ; chi phí đối với từng chất trợ lắng được xác định bằng các thí nghiệm thăm dò. Sử dụng H₂SO₄ và NaOH làm chất điều chỉnh pH bùn thải.

Bảng 3. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của pH tới tốc độ lắng đọng.

TT	pH	Vận tốc lắng, m/h			
		VFA 1200 Tiêu hao: 68g/t C _{bùn} : 60 g/l	VF62424 Tiêu hao: 66g/t C _{bùn} : 60 g/l	N85035 Tiêu hao: 63g/t C _{bùn} : 60 g/l	N83384 Tiêu hao: 57g/t C _{bùn} : 60 g/l
1	6,4	7,56	7,18	8,06	4,91
2	6,7	9,93	9,83	10,21	6,17
3	7	9,83	9,63	10,00	8,06
4	7,3	6,30	5,92	6,80	10,21
5	7,6	4,28	3,78	4,79	9,83



Hình 2. Ảnh hưởng của pH tới tốc độ lắng đọng mẫu bùn thải bauxit Nhân Cơ.

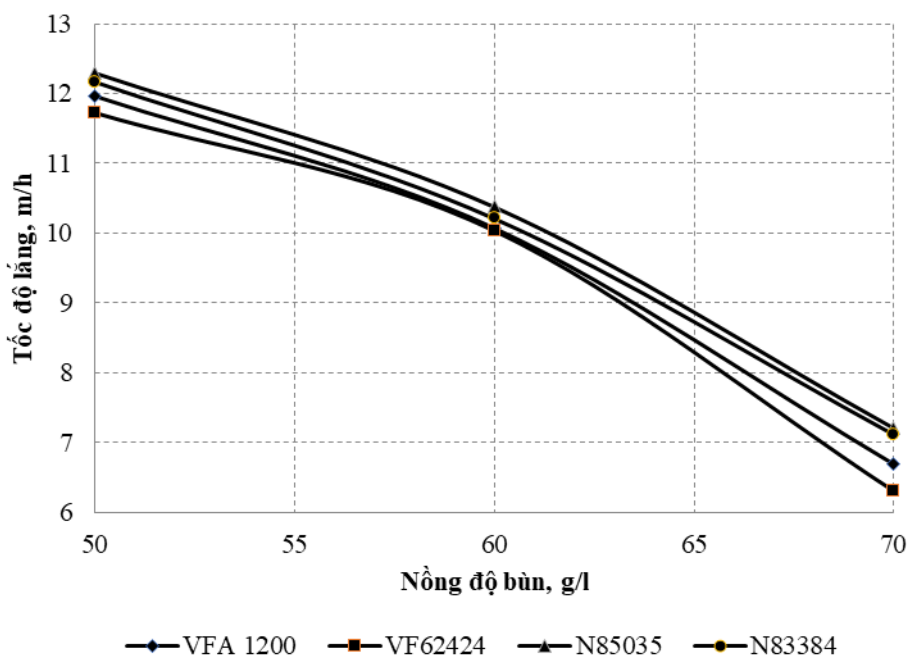
Kết quả nghiên cứu cho thấy mỗi chất trợ lắng tác dụng tốt ở một pH nhất định, khi pH của bùn ngoài giá trị tối ưu thì tốc độ lắng giảm xuống. Giá trị pH tối ưu của bùn thải bauxit Nhân Cơ đối với các chất trợ lắng cho tốc độ lắng tốt nhất như sau: VFA 1200 - pH 6,9; VF62424 - pH 6,8; N85035 - pH 6,8; N83384 - pH 7,3.

3.2 Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ bùn tới tốc độ lắng đọng

- Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ bùn thải bauxit Nhân Cơ tới tốc độ lắng đọng. Thí nghiệm với các nồng độ bùn khác nhau để so sánh tốc độ lắng khi cùng một tiêu hao chất trợ lắng, chọn ra nồng độ bùn phù hợp với thực tế sản xuất và cho tiêu hao nước sản xuất là thấp nhất. Với các nồng độ bùn thí nghiệm 50 g/l; 60 g/l; 70 g/l, độ pH tối ưu đối với các chất trợ lắng lấy theo mục 3.1, tiêu hao các chất trợ lắng theo bảng 4 dưới đây:

Bảng 4. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ bùn tới tốc độ lắng đọng.

TT	Nồng độ bùn, g/l	Vận tốc lắng m/h			
		VFA 1200 Tiêu hao: 68g/t pH: 6,9	VF62424 Tiêu hao: 66g/t pH: 6,8	N85035 Tiêu hao: 63g/t pH: 6,8	N83384 Tiêu hao: 57g/t pH: 7,3
1	50	11,97	11,72	12,30	12,17
2	60	10,08	10,03	10,38	10,21
3	70	6,70	6,30	7,21	7,11



Hình 3. Ảnh hưởng của nồng độ bùn quặng tới tốc độ lắng đọng

Kết quả nghiên cứu lắng đọng với các nồng độ bùn khác nhau 50-60-70 g/l và sử dụng các chất trợ lắng ta thấy: Khi nồng độ bùn tăng lên mà cố định các thông số pH và tiêu hao thì tốc độ lắng sẽ giảm dần điều này giải thích cho khi nồng độ bùn tăng thì xác suất rơi vướng mắc của các hạt tăng, điều đó làm cho $V_{lắng}$ giảm xuống và ngược lại. Nên tốc độ lắng tốt nhất ở 50 g/l tuy nhiên để tăng hiệu quả kinh tế chọn nồng độ bùn tối ưu 60 g/t để tiết kiệm chi phí nước và vẫn đạt tốc độ lắng theo yêu cầu.

3.3 Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng tiêu hao chất trợ lắng tới tốc độ lắng đọng

- Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tiêu hao các chất trợ lắng tới tốc độ lắng đọng bùn thải bauxit Nhân Cơ. Thí nghiệm tiêu hao mức chất trợ lắng khác nhau để so sánh tốc độ lắng ở các mức tiêu hao khác nhau để chọn ra mức tiêu hao hợp lý đối với từng chất trợ lắng mà nước trong sau lắng đọng đạt quy chuẩn về nước thải công nghiệp (theo QCVN 40:2011/BTNMT (B), cố định các thông số pH với từng chất trợ lắng và nồng độ bùn 60 g/l.

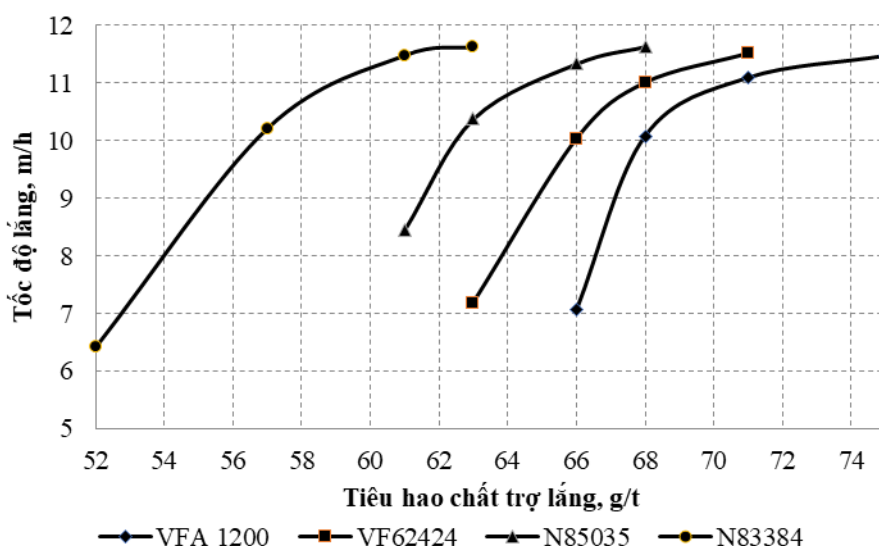
Qua kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tiêu hao chất trợ lắng tới tốc độ lắng đọng của bùn thải bauxit Nhân Cơ ta thấy:

- Khi tăng dần tiêu hao các chất trợ lắng thì tốc độ lắng của bùn thải bauxit Nhân Cơ tăng dần, và tốc độ lắng tăng đến giá trị tới hạn $V_{lắng}$ 11,5 thì có tăng tiêu hao thêm chất trợ lắng tốc độ lắng bùn cũng tăng không đáng kể. Theo yêu cầu của thiết kế và thực tế sản xuất cần $V_{lắng} \geq 9,9$ m/h do đó chọn mức tiêu hao chất trợ lắng hợp lý là tiêu hao thấp nhất mà tốc độ lắng vẫn đảm bảo yêu cầu đặt ra.

- Vậy tốc tiêu hao chất trợ lắng hợp lý với từng chất trợ lắng là: VFA 1200 – 68 g/t; VF62424 – 66 g/t; N85035 – 63 g/t; N83384 – 57 g/t.

Bảng 5. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng tiêu hao chất trợ lắng tới tốc độ lắng đọng.

TT	Tiêu hao chất trợ lắng, g/t	Vận tốc lắng m/h			
		VFA 1200 C _{bùn} : 60g/l pH: 6,9	VF62424 C _{bùn} : 60g/l pH: 6,8	N85035 C _{bùn} : 60g/l pH: 6,8	N83384 C _{bùn} : 60g/l pH: 7,3
1	52				6,43
2	57				10,21
3	61			8,44	11,47
4	63		7,18	10,38	11,62
6	66	7,06	10,03	11,34	
7	68	10,08	11,01	11,64	
8	71	11,09	11,52		
9	75	11,47			



Hình 4. Ảnh hưởng của tiêu hao chất trợ lắng tới tốc độ lắng đọng

3.4 Tổng hợp kết quả ảnh hưởng của các thông số tới tốc độ lắng của bùn thải bauxit Nhân Cơ

Kết quả tổng hợp các thông số tối ưu về tốc độ lắng với mẫu bùn thải bauxit Nhân Cơ được tổng hợp ở bảng 6 dưới đây:

Bảng 6. Tổng hợp các thông số tối ưu của chất trợ lắng với mẫu bùn thải bauxit Nhân Cơ.

TT	Chất trợ lắng	Thông số		
		pH	Nồng độ bùn, g/l	Tiêu hao, g/t
1	VFA 1200	6,9	60	68
2	VF62424	6,8	60	66
3	N85035	6,8	60	63
4	N83384	7,3	60	57

4. Kết luận

- Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của pH của bùn quặng tới tốc độ lắng đọng của từng chất trợ lắng đã cho thấy các chất trợ lắng tác dụng tốt ở các giá trị pH khác nhau. Các giá trị tối ưu của các chất trợ lắng trong quá trình lắng đọng mẫu bùn thải bauxit Nhân Cơ: VFA 1200 – pH ~6,9; VF62424 – pH ~6,8; N85035 – pH ~6,8; N83384 – pH ~7,3.

- Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của nồng độ bùn tới tốc độ lắng đọng với mẫu bùn thải bauxit Nhân Cơ ta thấy khi nồng độ bùn càng tăng với tiêu hao chất trợ lắng không đổi thì tốc độ lắng càng giảm. Để đạt yêu cầu về $V_{lắng} \geq 9,9$ m/h và nồng độ bùn cao nhất thỏa mãn chọn nồng độ bùn tối ưu 60 g/l.

- Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của tiêu hao các chất trợ lắng tới tốc độ lắng đọng đã lựa chọn được các giá trị tiêu hao tối ưu của từng chất trợ lắng: VFA 1200 – 68 g/t; VF62424 – 66 g/t; N85035 – 63 g/t; N83384 – 57 g/t.

- Qua đó chọn được chất trợ lắng tác dụng tốt nhất đối với mẫu bùn thải bauxit Nhân Cơ là N83384 với các thông số kỹ thuật: tiêu hao 57 g/t; pH ~7,3; nồng độ bùn 60 g/l.

- Đề nghị Công ty Nhôm Đắk Nông sử dụng chất trợ lắng N83384 vào triển khai thử nghiệm tại nhà máy tuyển bauxit Nhân Cơ để nâng cao tốc độ lắng của bùn thu hồi tối đa nước tuần hoàn và đảm bảo chất lượng nước thải của hồ bùn để bảo vệ môi trường.

Tài liệu tham khảo

Viện KHCN Mỏ - Vinacomin, 2015. Báo cáo: “*Nghiên cứu lựa chọn chất trợ lắng cho bùn thải, các nhà máy quặng bauxit Tây Nguyên*”.

Viện KHCN Mỏ - Vinacomin, 2014. *Tài liệu thiết kế Nhà máy tuyển quặng bauxit Nhân Cơ*.

ABSTRACT

Research on selecting relevant flocculant for sludge of Nhan Co bauxite mineral processing plant

Trieu Van Binh¹, Nguyen Van Minh¹

¹ *Vinacomin institute of mining science and technology*

Due to the heavy-duty preparation technology at Nhan Co bauxite mineral processing plant, the sludge processing and circulating water recovery is considered as an essential task. Basing on the research results of some precipitants widely used in the mineral mining sector, the flocculant N83384 with lowest cost has been found. After being processed, the recovered water has standard quality and could be discharged to the environment. This research result could be used for applying the flocculant N83384 to the actual production at Nhan Co bauxite mineral processing plant.

Keywords: Flocculant; sludge ; environment; bauxite.

Công nghệ kết hợp máy lắng lưới chuyển động-máy tuyển tầng sôi-tuyển nổi thu hồi than sạch từ đất đá lẫn than ở một số mỏ than vùng Hòn Gai-Cẩm Phả

Nhữ Thị Kim Dung^{1,*}, Vũ Thị Chinh¹

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Hiện nay ở một số mỏ than vùng Quảng Ninh đang tồn đọng một lượng lớn đất đá lẫn than, ước tính đến hàng triệu tấn. Đặc điểm đối tượng này có lẫn một lượng than khoảng 20% sinh ra do quá trình bóc, mở vỉa hoặc đào đường lò mới. Đất đá lẫn than có độ tro từ 60-70% hiện nay ở các mỏ chưa có biện pháp xử lý, thu hồi triệt để than sạch. Khi sử dụng các thiết bị tuyển than truyền thống (máy lắng khí ép, tuyển huyền phù) để thu hồi than sạch từ đối tượng đất đá lẫn than này sẽ không mang lại hiệu quả kinh tế. Mặt khác, đối tượng này cũng không thể thải bỏ được vì độ tro của nó vẫn nhỏ hơn quy định cho phép của Nhà nước (Quy định hiện hành của Nhà nước về thải bỏ đất đá khi tuyển than có độ tro trên 75%). Lượng đất đá lẫn than có độ tro từ 60-70% tồn đọng ở các mỏ ngày càng nhiều sẽ chiếm nhiều diện tích mặt bằng, thất thoát tài nguyên và gây ô nhiễm môi trường. Các thiết bị máy lắng lưới chuyển động, máy tuyển tầng sôi và thiết bị tuyển nổi là những thiết bị khá hiệu quả khi dùng để tuyển loại than có độ tro cao. Dùng công nghệ tuyển mới kết hợp giữa ba thiết bị trên tuyển thử nghiệm hai mẫu đất đá lẫn than mỏ Núi Béo và Cọc Sáu (độ tro 60-65%), cho phép thu hồi được trên 40% than sạch với độ tro khoảng 30%, đạt tiêu chuẩn cám 5aHG đem tiêu thụ, nhằm tận thu tài nguyên, giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Từ khóa: Đất đá lẫn than, than sạch, máy lắng lưới chuyển động, máy tuyển tầng sôi, tuyển nổi.

1. Đặt vấn đề

Đất đá lẫn than (ĐĐLT) là một khái niệm mang tính tương đối để chỉ hỗn hợp than và đá với tỷ lệ đá nhiều hơn than rất nhiều, nó đặc trưng cho sản phẩm phụ trong quá trình khai thác than, cũng có thể là sản phẩm trên lưới sàng của phân xưởng chế biến than chất lượng thấp của mỏ mà ngành than thường gọi là “than bã sàng”. Đặc điểm của ĐĐLT có độ tro từ 60% đến 75% đối với cấp hạt nhỏ và trên 80% đối với cấp hạt lớn. Lượng đất đá lẫn than này hiện nay đang được chứa ở các “bãi thải tạm” vì sản phẩm này chưa được phép thải, nhưng nếu đưa đi sàng tuyển lại thì không đem lại hiệu quả kinh tế.

Theo số liệu năm 2014 của Công ty CP Than Cọc Sáu, lượng ĐĐLT của Công ty tồn đọng năm 2013 là 1.635.973 tấn, độ tro 69 - 70%, năm 2014 phát sinh thêm 710.000 tấn, độ tro trên 60% [Công ty CP than Cọc Sáu, 2014]. Theo báo cáo khảo sát của mỏ Núi Béo, tổng lượng ĐĐLT năm 2014 tồn đọng là 6.129.294 tấn, độ tro 67 - 68% [Công ty CP than Núi Béo, 2015]. Đất đá lẫn than được chế biến trực tiếp tại mỏ hoặc bán cho các đơn vị chế biến kinh doanh trong TKV. Công nghệ chế biến đất đá lẫn than phổ biến được thực hiện như sau: Nguồn đất đá lẫn than được đưa qua sàng sơ bộ lưới 200x200mm để loại bỏ đá quá cỡ; Sản phẩm cấp - 200mm cấp vào sàng rung 2 lưới 70mm và 15 (10)mm để khử cám; Cấp +70 mm được nhật thủ công để thu hồi cục xô và thải loại đá, bã sàng có cỡ hạt 15 - 70 mm được đưa vào tuyển bằng các Modul tuyển nhỏ (huyền phù tự sinh, huyền phù manhetit, ...) thu hồi được 03 sản phẩm gồm: than cục don (15 - 70mm), than bùn, và thải loại; Sản phẩm than cục xô với than cục don (15-70mm) sau tuyển được đem nghiền thành cấp -15mm sau đó pha trộn với than cám sàng khô -15mm hoặc -10mm thành than cám TCVN, than bùn được xả ra hồ phơi khô sau đó đem pha trộn thành than cám TCVN; Sản phẩm thải được vận chuyển đi đổ thải. Các thiết bị sàng tuyển do các đơn vị mỏ đầu tư hoặc thuê thiết bị để chế biến.

Hầu hết các cụm Modul tuyển nhỏ chỉ thực hiện được từ 65 - 70% so với công suất thiết kế, các Modul nhỏ lẻ không tập trung, tính đồng bộ của hệ thống chưa cao, hầu hết khâu xử lý bùn nước còn đơn giản, có dây chuyền chi phí nước rất lớn và bùn mịn có độ tro rất cao (độ tro đến 60%) các nhà máy này thải bỏ gây ô nhiễm môi trường. Vì vậy cần thiết phải nghiên cứu công nghệ nhằm thu hồi triệt để than sạch từ nguồn ĐĐLT, tăng hiệu quả kinh tế và giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

* Tác giả liên hệ

Email: nhuthikimdung@humg.edu.vn

2. Phương pháp nghiên cứu

Mẫu ĐDLT được lấy từ các bãi thải tạm thuộc Công ty CP than Cọc Sáu và Núi Béo. Than cấp +3mm được tuyển bằng máy lắng lưới chuyển động bán công nghiệp (hình 1). Máy có chiều dài và chiều rộng lưới là 1x0,25m [Nhữ Thị Kim Dung, 2011]. Than cấp hạt -3mm, sử dụng 2 thiết bị chính là máy tuyển tầng sôi (hình 3) và máy tuyển nổi phòng thí nghiệm (hình 2). Thiết bị tuyển tầng sôi hình 3 có tiết diện 150x150mm. Các tấm nghiêng phía trên có thể thay đổi được chiều dài (600; 900; 1200mm), góc nghiêng (65; 70; 75⁰) và khoảng cách giữa các tấm nghiêng (37,5; 50; 75mm) [Phạm Văn Luận, 2012].



Hình 1. Máy lắng lưới chuyển động bán công nghiệp



Hình 2. Máy tuyển nổi



Hình 3. Thiết bị tuyển tầng sôi phòng thí nghiệm

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Tính chất mẫu nghiên cứu

Hai mẫu ĐDLT được đem phân tích rây để xác định thành phần độ hạt và phân tích chìm nổi xác định thành phần tỷ trọng. Kết quả phân tích rây thể hiện ở bảng 1 và 2.

Bảng 1. Kết quả phân tích rây khô ĐDLT mỏ Núi Béo

Cấp hạt, mm	γ , %	A, %
35 - 50	8,50	87,10
15 - 35	18,84	79,65
6 - 15	17,65	68,08
3 - 6	17,91	59,49
1 - 3	12,79	47,17
0,5 - 1	9,02	44,88
- 0,5	15,29	34,12
Tổng	100	60,38

Bảng 2. Kết quả phân tích rây khô ĐDLT mỏ Cọc Sáu

Cấp hạt , mm	γ , %	A, %
+50	11	84,76
35 - 50	15,44	75,89
15 - 35	15,52	68,92
6 - 15	13,63	64,47
3 - 6	10,19	55,28
1 - 3	7,04	52,48
0,5 - 1	7,72	49,5
- 0,5	19,46	48,21
Tổng	100	63,06

Số liệu các bảng 1, 2 cho thấy: Mẫu ĐDLT mỏ Núi Béo có cỡ hạt lớn nhất là 50mm, ĐDLT mỏ Cọc Sáu Sim có cỡ hạt trên 50mm; Độ tro của 2 mẫu đều trên 60%; Độ tro cấp hạt +50mm than mỏ Cọc Sáu độ tro cao gần bằng 85%, thu hoạch 11% nên sẽ thải bỏ; Than cấp hạt +35mm mỏ Núi Béo có thu hoạch 8,5%, độ tro trên 87% có thể thải bỏ.

ĐDLT các cấp hạt +0,5mm mỏ Núi Béo, Cọc Sáu được đưa phân tích chìm nổi ở các tỷ trọng 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9 và 2,0. Các cấp tỷ trọng được gia công lấy mẫu đưa phân tích độ tro. Kết quả phân tích thành phần tỷ trọng cho thấy: Hầu hết các cấp hạt than trong mẫu than Núi Béo và Cọc Sáu đều thuộc loại than khó tuyển đến rất khó tuyển trọng lực. Vì vậy khi tuyển than các cấp hạt có trong mẫu than Núi Béo và Cọc Sáu bằng thiết bị tuyển trọng lực thông thường sẽ cho hiệu quả tuyển không cao. Nghiên cứu đề xuất phương án tuyển như sau: ĐDLT các cấp hạt +3mm của các mỏ đem tuyển bằng máy lắng lưới chuyển động. Cấp hạt 0,5 - 3mm tuyển trên máy tuyển tầng sôi. Cấp hạt -0,5mm dùng máy tuyển nổi để nâng cao chất lượng.

3.2. Kết quả thí nghiệm tuyển

3.2.1. Thí nghiệm tuyển trên máy lắng lưới chuyển động

Tiến hành thí nghiệm trên máy lắng lưới chuyển động các cấp hạt như sau: ĐDLT mỏ Núi Béo tuyển cấp hạt 3 - 35mm; ĐDLT mỏ Cọc Sáu tuyển cấp hạt 3 - 15mm và 15 - 50mm.

Các điều kiện thí nghiệm được xác định tối ưu như sau:

- ĐDLT cấp hạt 3 - 35mm Núi Béo: Tần số dao động mặt lưới 110 lần/phút; chiều cao cửa cấp liệu 65mm; biên độ dao động mặt lưới 55mm; chiều cao ngưỡng tràn 44mm. Khi tuyển cấp hạt 3 - 35mm ở các chế độ công nghệ tối ưu thu được 21,83% than sạch với độ tro đạt 43,62%, thực thu phần cháy vào than sạch 36,08% và đá thải có độ tro 81,02%.

- ĐDLT cấp hạt 15 - 50mm Cọc Sáu: Tần số dao động mặt lưới 110 lần/phút; chiều cao cửa cấp liệu 65mm; biên độ dao động mặt lưới 55mm; chiều cao ngưỡng tràn 64mm. Khi tuyển cấp hạt 15 - 50mm ở các chế độ công nghệ tối ưu thu được 28,58% than sạch với độ tro đạt 39,63%, thực thu phần cháy vào than sạch 53,72% và đá thải có độ tro 83,33%.

- ĐDLT cấp hạt 3 - 15mm Cọc Sáu: Tần số dao động mặt lưới 120 lần/phút; chiều cao cửa cấp liệu 65mm; biên độ dao động mặt lưới 45mm; chiều cao ngưỡng tràn 30mm. Khi tuyển cấp hạt 3 - 15mm ở các chế độ công nghệ tối ưu thu được 41,05% than sạch với độ tro đạt 32,06%, thực thu phần cháy vào than sạch 63,91% và đá thải có độ tro cao 82,7%.

3.2.2. Thí nghiệm tuyển tầng sôi cấp hạt 0,5 - 3mm

Tiến hành thí nghiệm xác định lưu lượng dòng nước lên tối ưu, các thông số giữ cố định: Chiều dài tấm nghiêng 900mm; khoảng cách giữa các tấm nghiêng 37,5mm; góc nghiêng của tấm nghiêng 700. Kết quả thể hiện trong bảng 3 và 4.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của lưu lượng dòng nước lên đến kết quả tuyển máy tuyển tầng sôi mẫu ĐDLT Núi Béo

Lưu lượng (l/s)	Sản phẩm	γ , %	A, %	ϵ , %
1,8	Than sạch	46,76	7,27	77,78
	Đá thải	53,24	76,73	
	Than đầu	100	44,25	
1,9	Than sạch	48,31	9,02	79,37
	Đá thải	51,69	77,89	
	Than đầu	100	44,62	
2	Than sạch	51,39	10,7	82,61
	Đá thải	48,61	80,13	
	Than đầu	100	44,45	
2,1	Than sạch	53,07	11,88	84,06
	Đá thải	46,93	81,12	
	Than đầu	100	44,37	

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của lưu lượng dòng nước lên đến kết quả tuyển máy tuyển tầng sôi mẫu ĐDLT Cọc Sáu

Lưu lượng nước (l/s)	Sản phẩm	Thu hoạch, %	Độ tro, %	Thực thu phần cháy, %
2,0	Than sạch	18,81	7,05	36,61
	Đá thải	60,01	71,4	
	Trung gian	21,18	38,1	
	Than đầu	100	52,24	
2,2	Than sạch	21,91	12,4	41,45
	Đá thải	57,3	74,8	
	Trung gian	20,79	39,05	
	Than đầu	100	53,7	
2,4	Than sạch	35,21	16,43	60,42
	Đá thải	44,8	78,92	
	Trung gian	19,99	45,8	
	Than đầu	100	51,3	
2,6	Than sạch	40,01	17,89	67,36
	Đá thải	41,2	82,3	
	Trung gian	18,79	54,1	
	Than đầu	100	51,23	
2,8	Than sạch	45,3	25,8	68,15
	Đá thải	39,42	84,12	
	Trung gian	15,28	38,2	
	Than đầu	100	50,68	

Dựa vào kết quả thí nghiệm ở bảng 3 và 4 cho thấy:

- Đối với mẫu ĐDLT Núi Béo: Ở lưu lượng dòng nước lên 2 l/s cho độ tro than sạch dưới 11% và độ tro đá trên 80%, cho thực thu phần cháy trên 82%, các chỉ tiêu tuyển đạt yêu cầu.

- Đối với mẫu ĐDLT Cọc Sáu: Ở lưu lượng dòng nước lên 2,6 l/s cho độ tro than sạch xấp xỉ 17,89% và độ tro đá trên 82%. cho thực thu phần cháy trên 67%, các chỉ tiêu tuyển đạt yêu cầu.

3.2.3. Thí nghiệm tuyển nổi cấp hạt -0,5mm

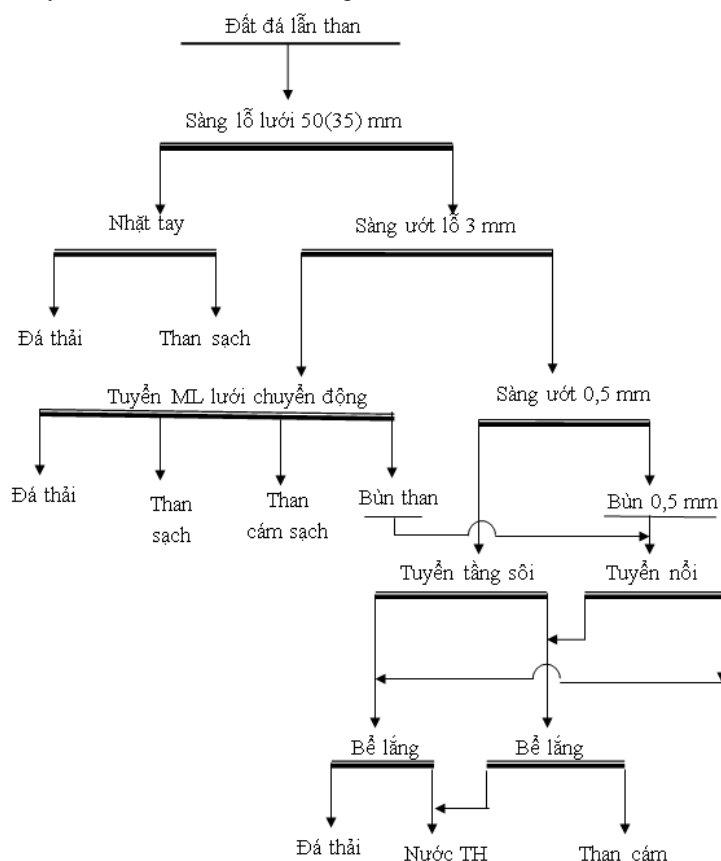
Cả 2 mẫu ĐDLT mỏ Núi Béo và Cọc Sáu cấp hạt -0,5mm khi đưa tuyển trong máy tuyển nổi thí nghiệm dạng ngăn máy dùng dầu hỏa làm thuốc tập hợp, tại chi phí dầu hỏa tối ưu (ĐDLT Núi Béo:

1600g/t, ĐDLT Cọc Sáu: 1400g/t), nồng độ bùn: 150g/l, chi phí thuốc tạo bọt dầu thông: 100g/t, các chỉ tiêu tuyển đạt được như sau:

- Mẫu than Núi Béo: Thu hoạch than sạch 9,16%; độ tro than sạch 12,26%; độ tro đá thải >80%.
- Mẫu than Cọc Sáu: Thu hoạch than sạch 10,12%; độ tro than sạch 14,8%; độ tro đá thải >83%.

4. Kết luận và kiến nghị

- Các mẫu đất đá lẫn than của các mỏ Cọc Sáu, Núi Béo có độ tro trên 60%;
- Cấp hạt +35mm mẫu đất đá lẫn than Mỏ Núi Béo và cấp hạt +50mm Mỏ Cọc Sáu có độ tro trên 80% có thể thải bỏ, tuy nhiên để tận thu than sạch có thể dùng phương pháp nhặt tay;
- Tính khả tuyển các cấp hạt trong đất đá lẫn than từng mỏ khác nhau có thể sẽ khác nhau, nó dao động từ trung bình tuyển đến khó tuyển;
- Kết quả tuyển lắng cấp hạt lớn trong đất đá lẫn than, mỏ Cọc Sáu lấy ra than sạch có độ tro dưới 35% mỏ Núi Béo đạt dưới 45%, đá thải có độ tro đều trên 80%, có thể thải bỏ được;
- Kết quả tuyển cấp hạt 0,5 - 3mm trong máy tuyển tầng sôi đất đá lẫn than cả 2 mỏ đều lấy ra được than sạch có độ tro dưới 20%, đá thải có độ tro trên 80%;
- Kết quả tuyển nổi mùn than - 0,5mm trong đất đá lẫn than các mỏ cho phép lấy ra than sạch có độ tro dưới 15%; đá thải độ tro trên 80%;
- Sơ đồ kiến nghị tuyển loại đất đá lẫn than vùng Hòn Gai - Cẩm Phả thể hiện trên hình 4.



Hình 4. Sơ đồ kiến nghị tuyển loại đất đá lẫn than vùng Hòn Gai - Cẩm Phả

Tài liệu tham khảo

Công ty CP than Cọc Sáu - Vinacomin, 2014. Phương án sàng tuyển chế biến sâu, thu hồi than từ nguồn đất đá lẫn than tồn cũ và than nguyên khai lẫn đất đá có độ tro cao phát sinh trong quá trình khai thác than.

Công ty CP than Núi Béo - Vinacomin, 2015. Phương án sàng tuyển chế biến sâu, thu hồi than từ nguồn đất đá lẫn than tồn cũ và than nguyên khai lẫn đất đá có độ tro cao phát sinh trong quá trình khai thác than.

Nhữ Thị Kim Dung, 2011. *Nghiên cứu công nghệ tuyển bằng máy lắng lưới chuyển động để tăng hiệu quả sử dụng than chất lượng thấp của một số mỏ than vùng Quảng Ninh*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Chương 2, Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Phạm Văn Luận, 2012. *Nghiên cứu công nghệ tuyển tầng sôi để tuyển than cấp hạt mịn vùng Quảng Ninh*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Chương 3+4, Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

ABSTRACT

Recovery of clean coal from the contaminated waste of Coc Sau and Nui Beo coal mine by a combination of movable screen jig, fluidized bed separator and flotation machine

Nhu Thi Kim Dung¹, Vu Thi Chinh¹

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

The contaminated waste is a by-product generated during coal mining process. From this type of waste, a clean coal yield of about 20% may be produced as its ash content varies in a range of 60% to 75%. The waste is normally stockpiled separately at “temporary disposal dumps”. This waste is not regarded as a waste but it is very costly to process. A large quantity of representative samples from Coc Sau and Nui Beo waste disposal dumps have been collected and a number of experiments for clean coal recovery have been carried out using a combination of low cost and highly efficient semi-industrial movable screen jig, fluidized bed separator and flotation machine. The obtained clean coal and tailings qualities are in compliance with Vietnam quality standards (clean coals suitable for trading and the tailings of over 80% ash suitable for disposal). The study results suggest that the application of these new machines may allow significant recovery of clean coals from contaminated wastes. This may significantly contribute to the reduction of environmental pollution while ensuring the production viability and economic efficiency for the miners.

Keywords: Contaminated waste, clean coal, movable screen jig, fluidized bed separator, flotation.

Kết quả nghiên cứu và đề xuất công nghệ tuyển than chất lượng thấp vùng Quảng Ninh bằng thiết bị xoáy lốc huyền phù 3 sản phẩm không áp

Đỗ Nguyên Đán^{1,*}, Nguyễn Hữu Nhân¹

¹ Viện khoa học công nghệ mỏ-Vinacomin

TÓM TẮT

Báo cáo này trình bày về việc thí nghiệm để xác định các thông số tối ưu, đánh giá hiệu suất tuyển của thiết bị xoáy lốc huyền phù 3 sản phẩm không áp (XLHP3SPKA), từ đó đánh giá khả năng áp dụng vào thực tế sản xuất ở vùng Quảng Ninh. Phương pháp nghiên cứu được sử dụng kết hợp nghiên cứu lý thuyết kết hợp với nghiên cứu thực nghiệm trong phòng thí nghiệm, phân tích hệ thống và so sánh. Kết quả nghiên cứu đã xác định được: (i) Tuyển than cấp hạt 1-6 mm, cấp hạt 6-15 mm của mỏ than Hà Ráng sử dụng thiết bị XLHP3SPKA có đường kính 200/140 mm với công suất là khoảng 5 tấn/h, (ii) Xác định các thông số tối ưu về công nghệ, thiết bị tuyển XLHP3SPKA, (iii) Qua tuyển thu được 3 sản phẩm: than sạch có độ tro nhỏ hơn 12 %, trung gian có độ tro từ 30-40 %, đá thải có độ tro lớn hơn 82 %, (iv) Hiệu suất tuyển cao với độ lệch đường cong phân phối ở tỷ trọng thấp và tỷ trọng cao đều có giá trị thấp là 0,04.

Từ khóa: Tuyển than, xoáy lốc

1. Đặt vấn đề

Hiện nay tại vùng Quảng Ninh, than nguyên khai sau khi khai thác được sàng tuyển chế biến dưới 2 dạng: (i) Các xưởng sàng tuyển tại mỏ như Núi Béo, Đèo Nai, Cọc Sáu, Nam Mẫu, Mạo Khê, Ưông Bí... Trong đó, công nghệ tuyển áp dụng chủ yếu ở các mỏ là huyền phù tang quay manhêtit, huyền phù tự sinh, một số áp dụng tuyển khí, băng tải nước... mỗi một dây chuyền tuyển đều có tính ưu việt riêng và phù hợp với từng loại than cụ thể. Đối với than khó tuyển thì quá trình tuyển huyền phù sẽ cho hiệu quả tuyển cao hơn. Đa số các máy tuyển huyền phù đều cho ra hai sản phẩm, khi lấy ra ba sản phẩm thì sơ đồ tuyển sẽ phức tạp hơn. Công suất của các dây chuyền chỉ ở quy mô vừa và nhỏ; (ii) Các nhà máy sàng tuyển than trung tâm (NMT) gồm có NMT Cửa Ông 1, Cửa Ông 2, Hòn Gai, Vàng Danh, Lép Mỹ. Trong đó NMT Cửa Ông 1, Cửa Ông 2, Hòn Gai áp dụng công nghệ tuyển gồm 2 khâu tuyển máy lắng kết hợp xoáy lốc huyền phù 2 sản phẩm, NMT than Vàng Danh áp dụng công nghệ tuyển huyền phù bể, nhà máy sàng tuyển than Lép Mỹ áp dụng công nghệ tuyển huyền phù tự sinh. Các NMT Cửa Ông, Hòn Gai, Vàng Danh đều sử dụng 2 khâu tuyển trở lên dẫn đến sơ đồ tuyển phức tạp, chi phí vận hành lớn. Để rút gọn, đơn giản dây chuyền công nghệ, tăng mức độ tự động hóa, giảm nhân lực vận hành nhằm giảm vốn đầu tư, chi phí vận hành tại các nhà máy tuyển than, các xưởng tuyển than tại mỏ cần xem xét nghiên cứu áp dụng công nghệ tuyển than bằng thiết bị XLHP3SPKA. Với các lý do, công nghệ tuyển bằng XLHP3SPKA có nhiều ưu điểm: Phù hợp kể cả với than có tính khả tuyển là khó tuyển; Than cấp liệu không cần phân cấp hạt; đơn giản hóa quá trình tuyển khi chỉ cần dùng một tỷ trọng huyền phù có thể thu được 3 sản phẩm (than sạch có chất lượng cao, trung gian và đá thải có độ tro cao); hiệu quả tuyển cao, tỷ lệ than sạch vỡ vụn thấp, giảm chi phí vốn đầu tư thiết bị và chi phí sản xuất; năng suất lớn; độ mài mòn thiết bị thấp; diện tích xây dựng chiếm ít. Trên thế giới, các nhà máy tuyển than mới được xây dựng đang ưu tiên lựa chọn áp dụng công nghệ tuyển than bằng thiết bị XLHP3SPKA.

Các nội dung nghiên cứu: Nghiên cứu đặc tính than mỏ Hà Ráng, nghiên cứu chế tạo thiết bị XLHP3SPKA quy mô thí nghiệm, sau đó tuyển than cấp hạt 1-6 mm, cấp hạt 6-15 mm để xác định các thông số tối ưu và đánh giá hiệu quả tuyển của thiết bị, từ đó đề xuất sơ đồ công nghệ tuyển than chất lượng thấp vùng Quảng Ninh.

2. Mẫu nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu

2.3. Mẫu nghiên cứu

Một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới kết quả tuyển than là đặc tính của than vào tuyển. Đặc tính của than vào tuyển bao gồm: thành phần độ hạt và thành phần tỷ trọng. Để nghiên cứu thử nghiệm tuyển than các mỏ vùng Quảng Ninh bằng thiết bị XLHP3SPKA, đề tài tiến hành nghiên cứu các tính chất than của mỏ than Hà Ráng vì than của mỏ than Hà Ráng là rất khó tuyển. Nếu thiết bị XLHP3SPKA tuyển được than Hà Ráng thì có thể tuyển được bất kỳ mỏ than khác vùng Quảng Ninh

Kết quả phân tích thành phần độ hạt than nguyên khai mỏ than Hà Ráng được tổng hợp trong bảng 1.

* Tác giả liên hệ

Email: donguyendan@gmail.com

Kết quả phân tích thành phần tỷ trọng cấp hạt 1-6 mm mỏ than Hà Ráng được tổng hợp trong bảng 2.

Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần độ hạt than nguyên khai mỏ Hà Ráng

TT	Cấp hạt (mm)	Thu hoạch (%)	Độ tro A ^k (%)	Luỹ tích (+)		Luỹ tích (-)	
				Σγ (%)	A ^k (%)	Σγ (%)	A ^k (%)
1	+50	14,19	72,25	14,19	72,25	100,00	43,81
2	15-50	24,94	53,39	39,13	60,23	85,81	39,11
3	6-15	15,78	43,35	54,91	55,38	60,87	33,26
4	1-6	22,63	32,24	77,54	48,63	45,09	29,73
5	0-1	22,46	27,2	100,00	43,81	22,46	27,2
6	Cộng	100,00	43,81				

Bảng 2. Kết quả phân tích thành phần tỷ trọng cấp hạt 1-6 mm mỏ than Hà Ráng

Cấp tỷ trọng	Thu hoạch (%)		Độ tro A ^k (%)	Phần nổi		Phần chìm		TH cấp tỷ trọng lân cận δr±0,1 (%)
	Trong cấp	Trong than đầu		TH Σγ (%)	Độ tro A ^k (%)	TH Σγ (%)	Độ tro A ^k (%)	
-1,4	11,89	2,29	4,21	11,89	4,21	100,00	33,50	
1,4-1,5	5,76	1,11	6,52	17,65	4,96	88,11	37,45	
1,5-1,6	9,24	1,78	8,37	26,89	6,13	82,35	39,62	15,00
1,6-1,7	13,59	2,61	14,29	40,48	8,87	73,11	43,57	22,83
1,7-1,8	20,31	3,90	21,38	60,79	13,05	59,52	50,25	33,90
1,8-1,9	14,30	2,75	42,07	75,09	18,58	39,21	65,20	34,61
1,9-2,0	2,38	0,46	61,97	77,47	19,91	24,91	78,49	16,68
+2,0	22,53	4,33	80,23	100,00	33,50	22,53	80,23	
Cộng	100,00	19,22	33,50					
Bùn	15,06	3,41	25,16					
Tổng		22,63	32,24					

Nhận xét:

- Về thành phần độ hạt: Than cấp hạt + 50 mm chủ yếu là đá chiếm tỷ lệ trên 14% với độ tro khoảng trên 72 %. Than cám chiếm tỉ lệ trên 60 % với chất lượng thuộc kém 5b. Than don xô cấp hạt 15-50 mm chiếm tỷ lệ gần 25 % với độ tro trên 53 %, rất khó tiêu thụ nếu không được pha trộn với than chất lượng tốt hoặc tuyển nâng cao chất lượng.

- Về thành phần tỷ trọng và tính khả tuyển: Than cấp hạt (1-6) mm mỏ Hà Ráng có tính khả tuyển là từ khó tuyển đến rất khó tuyển. Than cấp hạt (6-50) mm mỏ Hà Ráng có tính khả tuyển là từ hơi khó tuyển đến khó tuyển. Vì vậy, than mỏ Hà Ráng chỉ có thể tuyển bằng huyền phù thì mới có thể thu được than sạch chất lượng cao và đá thải độ tro cao.

2.2. Lựa chọn phương pháp tuyển

Cơ sở lựa chọn phương pháp tuyển than xét về mặt kỹ thuật gồm: tính chất than vào tuyển; yêu cầu về chủng loại và chất lượng sản phẩm; chi phí đầu tư, chi phí sản xuất và hiệu quả kinh tế. Trong đó yếu tố có vai trò quyết định để lựa chọn phương pháp tuyển là tính chất than vào tuyển. Tính chất than vào tuyển bao gồm: Đặc tính thành phần cấp hạt, đặc tính thành phần tỷ trọng (tính khả tuyển)... Mỗi thiết bị tuyển chỉ áp dụng để tuyển một loại than có cỡ hạt và tính khả tuyển phù hợp. Từ bảng 3 cho thấy:

- Xét về cỡ hạt vào tuyển: cho thấy chỉ có hai phương pháp tuyển bằng máy lắng và tuyển bằng xoáy lốc huyền phù có thể áp dụng phù hợp với đối tượng nghiên cứu là tuyển than với cỡ hạt 1-15 mm.

- Xét về tính khả tuyển: Than Hà Ráng có tính khả tuyển từ khó tuyển đến rất khó tuyển nên theo bảng 3 cho thấy chỉ có phương pháp tuyển bằng xoáy lốc huyền phù là phù hợp.

Bảng 3. Lựa chọn phương pháp tuyển than dựa theo cỡ hạt và tính khả tuyển của than vào tuyển

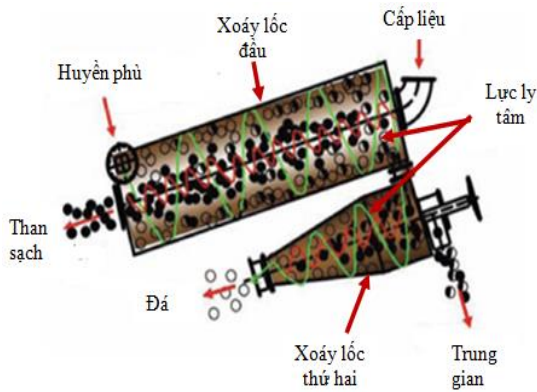
TT	Thiết bị tuyển	Tính chất than vào tuyển		
		Cỡ hạt, mm	Tính khả tuyển	Độ khó tuyển T
1	Máy lắng	0-100	Than dễ tuyển đến trung bình tuyển	< 8
2	Huyền phù bể	6-300	Dễ tuyển đến rất khó tuyển	Mọi giá trị T
3	XLHP3SPKA	0-110	Dễ tuyển đến rất khó tuyển	Mọi giá trị T
4	Xoáy lốc HP 2 SP	(1) 6-50	Dễ tuyển đến khó tuyển	<12
5	Xoáy lốc nước	0,1- 10	Dễ tuyển và trung bình tuyển	<8
6	Tuyển tầng sôi	0,25-6	Dễ tuyển và trung bình tuyển	
7	Máng rửa	6-50	Dễ tuyển	<4
8	Bàn đãi	0,1-10	Dễ tuyển	<4
9	Tuyển nổi	0,008 - 1		

Thực tế ở Việt Nam và trên thế giới cho thấy, xoáy lốc huyền phù 2 sản phẩm chỉ là khâu tuyển lại sản phẩm than cục của khâu tuyển máy lắng khi yêu cầu về sản phẩm than chất lượng cao. Khi lấy ra ba sản phẩm thì sơ đồ rất phức tạp do nhiều thiết bị kèm theo, chi phí đầu tư cao dẫn tới chi phí sản xuất lớn. Do vậy, kết hợp cả ba chỉ tiêu cỡ hạt, tính khả tuyển than đưa vào tuyển và chi phí đầu tư, chi phí sản xuất thấp cho thấy chỉ có thiết bị tuyển XLHP3SPKA là phù hợp.

2.3. Giới thiệu về thiết bị xoáy lốc huyền phù 3 sản phẩm không áp

2.3.1. Cấu tạo

Thiết bị XLHP3SPKA bao gồm hai đơn nguyên xoáy lốc đặt liền kề nhau. Xoáy lốc đầu có dạng hình trụ và xoáy lốc thứ hai với hình dạng thông thường (hình trụ + hình côn). Cấu tạo của thiết bị XLHP3SPKA được thể hiện ở hình 1.



Hình 1. Cấu tạo của thiết bị XLHP3SPKA



Hình 2. Thiết bị XLHP3SPKA phòng thí nghiệm

Than được cấp liệu trọng lực từ phễu cấp liệu vào xoáy lốc đầu, còn huyền phù được bơm cấp vào cuối của xoáy lốc đầu. Qua xoáy lốc đầu thu được 2 sản phẩm: sản phẩm than sạch và sản phẩm trung gian + đá. Sản phẩm trung gian + đá được tiếp tục sang xoáy lốc thứ hai, do tỷ trọng của xoáy lốc thứ hai cao hơn nên trung gian và đá thải được tách ra riêng biệt. Để thay đổi tỷ trọng phân tuyển của xoáy lốc thứ hai, có thể điều chỉnh đường kính ống tháo đá, đường kính ống tháo sản phẩm trung gian và vị trí ống hướng dòng tràn trong xoáy lốc thứ hai.

2.3.2. Nguyên lý hoạt động

Than được cấp liệu tự chảy vào phía đầu của xoáy lốc thứ nhất. Huyền phù manhêtit được cấp với áp suất nhất định vào phía dưới của xoáy lốc và cấp theo phương tiếp tuyến với xoáy lốc đầu. Trong xoáy lốc đầu, các hạt than chịu tác động của các lực ly tâm do dòng huyền phù cấp vào, lực trọng trường do trọng lực của các hạt và lực đẩy acsimet.

Lực ly tâm được tạo ra do vật liệu chuyển động theo quỹ đạo tròn bên trong xoáy lốc. Do lực ly tâm lớn hơn rất nhiều lực trọng trường nên các hạt đều có xu hướng chuyển động ra phía thành xi-lô-n, nhưng chuyển động của chúng bị dòng hướng tâm cản lại. Những hạt than tỷ trọng nhỏ nên lực ly tâm nhỏ và không thắng nổi trở lực của dòng hướng tâm bị cuốn vào tâm thành dòng trong và chuyển động theo hướng ngược lại với dòng ngoài sau đó thoát ra ngoài qua ống tháo sản phẩm. Những hạt đá, trung gian với tỷ trọng cao hơn nên lực ly

tâm đủ lớn thắng được lực cản của dòng hướng tâm sẽ văng dạt ra chu vi tạo thành dòng ngoài chuyển động về phía sát thành xoáy lốc đầu và thoát sang xoáy lốc thứ hai.

Trong xoáy lốc thứ hai, môi trường huyền phù được cô đặc hơn, tỷ trọng phân tuyến cao hơn. Các hạt trung gian có tỷ trọng nhẹ hơn nên lực ly tâm nhỏ không thắng nổi trở lực của dòng hướng tâm, bị cuốn vào trung tâm thành dòng trong chuyển động theo hướng ngược lại với dòng ngoài và thoát ra ngoài qua ống hướng dòng tràn. Còn các hạt đá với tỷ trọng cao nên lực ly tâm đủ lớn thắng được lực cản của dòng hướng tâm sẽ văng dạt ra chu vi tạo thành dòng ngoài chuyển động về phía phân côn và thoát ra ngoài qua ống tháo đá.

2.3.3. Thiết bị tuyển XLHP3SPKA phòng thí nghiệm

Thiết bị XLHP3SPKA quy mô phòng thí nghiệm được thiết kế, chế tạo thể hiện ở hình 2, với các thông số kỹ thuật như sau:

- Xoáy lốc đầu: đường kính xoáy lốc 200 mm, chiều dài 600 mm, đặt nghiêng 15 độ so với phương ngang, phễu cấp liệu, ống tháo sản phẩm than sạch, ống tháo sản phẩm nặng, ống cấp huyền phù.

- Xoáy lốc thứ hai: đường kính xoáy lốc 140 mm, chiều dài 360 mm, đặt nghiêng 15 độ so với phương ngang, góc côn của phần côn là 10 độ, cơ cấu điều chỉnh va tháo sản phẩm trung gian, ống tháo đá.

Ngoài ra, dây chuyền thí nghiệm còn có các thiết bị máy bơm cấp huyền phù, thùng huyền phù, các thùng đựng sản phẩm...

3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

3.1. Thí nghiệm tuyển than mỏ Hà Ráng trên dây chuyền XLHP3SPKA

Mẫu than cấp hạt 1-6 mm, cấp hạt 6-15 mm của mỏ than Hà Ráng được tuyển thử nghiệm trên dây chuyền tuyển XLHP3SPKA đường kính 200/140 mm quy mô phòng thí nghiệm. Qua các thí nghiệm điều kiện xác định được các thông số về công nghệ và các thông số về thiết bị của XLHP3SPKA tối ưu như sau: Hàm lượng mùn than trong huyền phù là 15-20 %, hàm lượng lỏng/rắn là khoảng 5 m³ huyền phù/1 tấn than vào tuyển, áp suất cấp huyền phù vào thiết bị là khoảng 0,6 at; tỷ trọng huyền phù cấp vào thiết bị là khoảng 1,6; đường kính ống tháo sản phẩm than sạch là khoảng 70 mm, đường kính ống tháo sản phẩm trung gian là khoảng 52 mm. Sau khi xác định được các điều kiện tối ưu, mẫu than mỏ Hà Ráng được tuyển liên tục với khối lượng và thời gian nhiều hơn. Kết quả tuyển than cấp hạt 1-6 mm được thể hiện trong bảng 4, kết quả tuyển than cấp hạt 6-15 mm được thể hiện trong bảng 5.

Bảng 4. Kết quả tuyển than cấp hạt 1 - 6 mm mỏ than Hà Ráng trên dây chuyền tuyển XLHP3SP KA

TT	Tên sản phẩm	Thu hoạch (%)	Độ tro (%)
1	Than sạch	55,84	10,63
2	Trung gian	23,49	39,50
3	Đá thải	20,67	82,37
	Cộng	100,00	32,24

Nhận xét: Từ mẫu than cấp hạt 1-6 mm có độ tro 32,24 %, cấp hạt 6-15 mm có độ tro 43,35 %, qua thiết bị XLHP3SPKA có thể tuyển được than thu được 3 sản phẩm: than sạch có độ tro nhỏ hơn 12%, trung gian có độ tro từ 30%-40%, đá thải có độ tro lớn hơn 82%.

Bảng 5: Kết quả tuyển than cấp hạt 6 - 15 mm mỏ than Hà Ráng trên dây chuyền tuyển XLHP3SP KA

TT	Tên sản phẩm	Thu hoạch (%)	Độ tro (%)
1	Than sạch	39,12	12,20
2	Trung gian	28,30	38,73
3	Đá thải	32,58	84,77
	Cộng	100,00	43,35

3.2. Đánh giá hiệu suất tuyển của thiết bị XLHP3SP KA

Một trong những chỉ tiêu được sử dụng rộng rãi để đánh giá hiệu quả tuyển của các thiết bị tuyển than bằng trọng lực là phương pháp đánh giá theo độ lệch đường cong phân phối. Độ lệch của đường cong phân phối được xác định bằng một nửa hiệu số giữa hoành độ tỷ trọng các điểm trên đường cong phân phối ứng với tung độ (tỷ lệ phân phối) bằng 25 % và 75 %. Giá trị độ lệch đường cong phân phối được tính theo công thức:

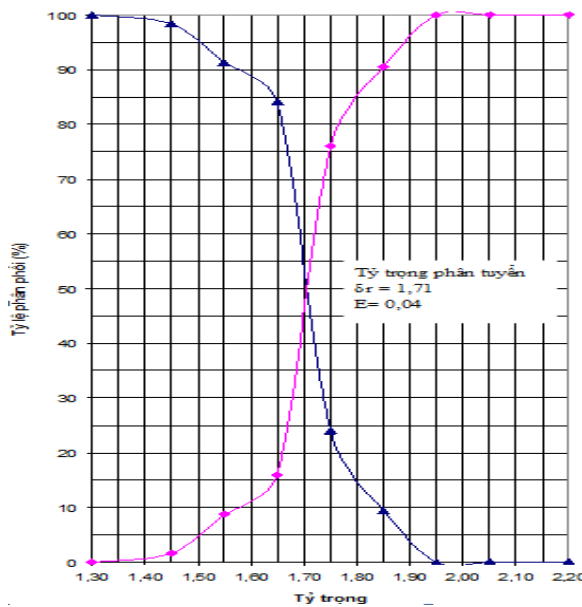
$$E = \frac{\delta_{75} - \delta_{25}}{2} \quad (1)$$

Kết quả tính toán xác định tỷ lệ phân phối các sản phẩm được thể hiện trong bảng 6. Đồ thị thể hiện đường cong phân phối các sản phẩm tại tỷ trọng thấp (xoáy lốc đầu) và tỷ trọng cao (xoáy lốc thứ hai) của thiết bị XLHP3SP KA quy mô phòng thí nghiệm được thể hiện trên hình 3 và hình 4.

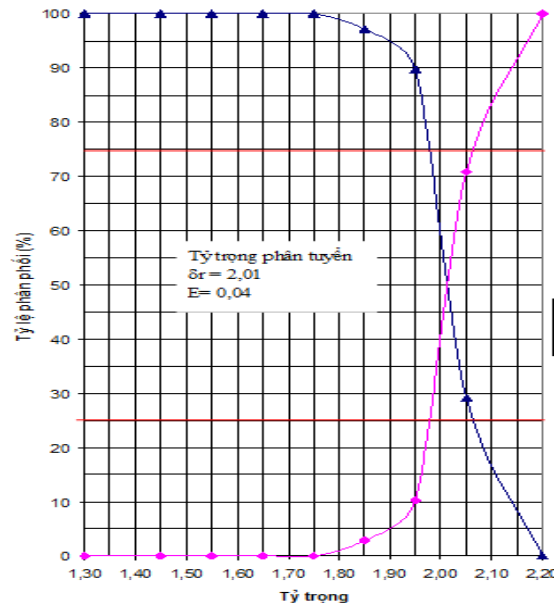
Nhận xét: Hiệu suất tuyển của thiết bị XLHP3SPKA là rất cao, độ lệch đường cong phân phối ở tỷ trọng thấp và tỷ trọng cao đều có giá trị thấp là $E_p = 0,04$ tương đương với các thiết bị tuyển huyền phù nhập khẩu khác.

Bảng 6. Kết quả tính toán tỷ lệ phân phối các sản phẩm tuyển than cấp hạt 1-6 mm bằng thiết bị XLHP3SPKA

Cấp tỷ trọng	Thu hoạch so sản phẩm (%)			Thu hoạch so than đầu (%)				Thu hoạch than đầu, %	Tỷ trọng danh nghĩa	Tỷ lệ phân phối tại tỷ trọng thấp (%)		Tỷ lệ phân phối tại tỷ trọng cao (%)	
	Than sạch	Trung gian	Đá thải	Than sạch	Trung gian	Đá thải	TG+ĐT			Than sạch	TG+ĐT	Trung gian	Đá thải
-1,4	17,64	0,00	0,00	10,55	0,00	0,00	0,00	10,55	1,30	100,00	0,00	100	0,00
1,4-1,5	8,02	0,41	0,00	4,80	0,08	0,00	0,08	4,88	1,45	98,36	1,64	100	0,00
1,5-1,6	4,21	1,24	0,00	2,52	0,24	0,00	0,24	2,76	1,55	91,29	8,71	100	0,00
1,6-1,7	66,53	38,84	0,00	39,81	7,53	0,00	7,53	47,35	1,65	84,09	15,91	100	0,00
1,7-1,8	3,21	31,40	0,00	1,92	6,09	0,00	6,09	8,01	1,75	23,96	76,04	100	0,00
1,8-1,9	0,40	11,57	0,31	0,24	2,24	0,06	2,31	2,55	1,85	9,41	90,59	97,18	2,82
1,9-2,0	0,00	10,33	1,10	0,00	2,00	0,23	2,23	2,23	1,95	0,00	100	89,80	10,20
2,0-2,1	0,00	6,20	14,08	0,00	1,20	2,92	4,13	4,13	2,05	0,00	100	29,13	70,87
+2,1	0,00	0,00	84,51	0,00	0,00	17,55	17,55	17,55	2,20	0,00	100	0,00	100,00
Tổng	100	100	100	59,84	19,39	20,77	40,16	100					



Hình 3. Đường cong phân phối tại tỷ trọng thấp của thiết bị XLHP3SP KA

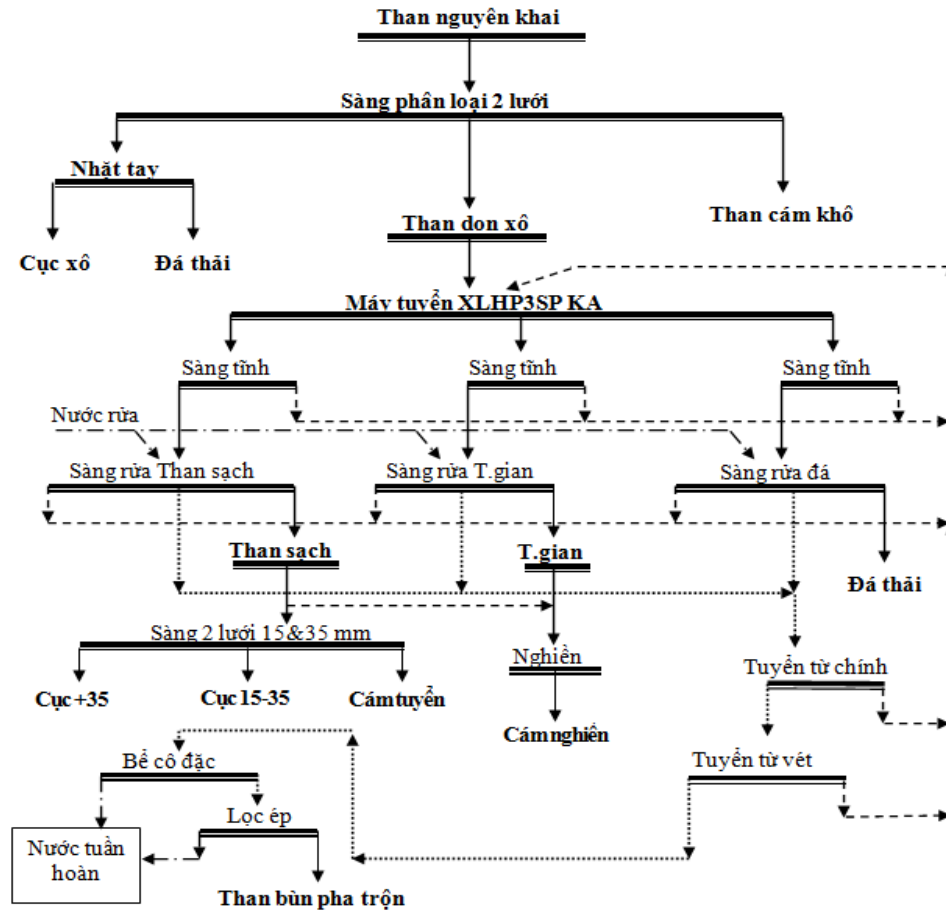


Hình 4. Đường cong phân phối tại tỷ trọng cao của thiết bị XLHP3SP KA

3.3. Đề xuất sơ đồ công nghệ tuyển than chất lượng thấp vùng Quảng Ninh

Căn cứ vào đặc tính than của các mỏ, kết quả nghiên cứu thử nghiệm tuyển than trên dây chuyền thiết bị tuyển XLHP3SPKA quy mô phòng thí nghiệm, đề tài đề xuất công nghệ tuyển than don xô, than chất lượng thấp tại các mỏ than vùng Quảng Ninh như sau: Sàng tách cám lưới 15 mm, tuyển than than xô bằng thiết bị XLHP3SPKA, thu hồi tái sinh huyền phù bằng máy tuyển từ, xử lý bùn nước bằng bể cô đặc, lọc ép.

Sơ đồ đề xuất công nghệ tuyển than don xô, than chất lượng thấp tại các mỏ than vùng Quảng Ninh được thể hiện ở hình 5.



Hình 5. Đề xuất sơ đồ công nghệ tuyển than chất lượng thấp vùng Quảng Ninh bằng XLHP3SPKA

4. Kết luận

Qua nghiên cứu, thử nghiệm tuyển than, có một số kết luận sau:

- Than mỏ Hà Ráng có tính khả tuyển là từ khó tuyển đến rất khó tuyển, cần nghiên cứu áp dụng các công nghệ tuyển huyền phù mới có thể nâng cao được chất lượng than.

- Nghiên cứu, thiết kế chế tạo thiết bị xoáy lốc có đường kính 200/140 mm, năng suất khoảng 5 tấn/giờ.

- Thử nghiệm xác định được các chế độ tối ưu về thông số công nghệ, thông số thiết bị của thiết bị XLHP3SPKA: Hàm lượng lỏng/rắn là khoảng 5 m³ huyền phù/1 tấn than vào; hàm lượng mùn than trong HP là khoảng 15-20 %; áp suất cấp huyền phù vào là khoảng 0,6 at; tỷ trọng huyền phù cấp vào là khoảng 1,6, đường kính ống tháo sản phẩm than sạch là 70 mm, đường kính ống tháo sản phẩm trung gian là 52 mm, góc côn của xoáy lốc thứ hai là 10 độ.

- Tuyển thử nghiệm mẫu than cấp hạt 1-6 mm, 6-15 mm của mỏ Hà Ráng trên dây chuyền XLHP3SPKA lấy ra được 3 sản phẩm: than sạch có độ tro nhỏ hơn 12%, trung gian có độ tro từ

30%-40%, đá thải có độ tro lớn hơn 82%. Hiệu suất tuyển cao tương đương với các thiết bị XLHP3SPKA sản xuất ở nước ngoài.

- Công nghệ tuyển XLHP3SPKA có thể thay thế sơ đồ công nghệ tuyển có sử dụng hai công đoạn tuyển (máy lắng kết hợp xoáy lốc 2 sản phẩm hoặc hai công đoạn tuyển huyền phù). Ưu điểm của công nghệ tuyển này so với các công nghệ tuyển trọng lực khác: Tuyển được than có tính khả tuyển là khó tuyển; than cấp liệu không cần phân cấp hạt; Đơn giản hóa quá trình tuyển; chi phí đầu tư và sản xuất vận hành thấp.

- Công suất của dây chuyền XLHP3SPKA với năng suất khoảng 5 tấn/giờ, giới hạn cỡ hạt trên đưa vào tuyển là 15 mm. Để có thể áp dụng công nghệ tuyển XLHP3SPKA vào trong thực tế ở Việt Nam cần nghiên cứu, triển khai ở quy mô công nghiệp để tăng công suất thiết bị, cỡ hạt vào tuyển và hoàn thiện các thông số về thiết bị, công nghệ cho phù hợp với thực tế sản xuất.

- Đề nghị Tập đoàn công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam và các đơn vị sản xuất than cho áp dụng công nghệ tuyển than bằng XLHP3SPKA nhằm giảm chi phí đầu tư và hạ giá thành sản xuất than ./.

Tài liệu tham khảo

Đỗ Nguyễn Đán và nnk, 2017. Nghiên cứu công nghệ tuyển than đơn xô vùng Quảng Ninh bằng thiết bị tuyển xoáy lốc huyền phù 3 sản phẩm, Viện KHCN Mỏ-Vinacomin.

ABSTRACT

Study results and proposed technology for washing of low grade coal of Quang Ninh area using trio-product dense medium hydrocyclone

Do Nguyen Dan¹, Nguyen Huu Nhan¹

¹*Institute Of Mining Science And Technology*

This report presents results of the dense medium trio-product hydrocyclone experiment for determining optimum operating variables and its performances, which can be used for assessment of the Quang Ninh practical low grade coal washing production. Research methods used in the study are combined between theoretical study, laboratory testing, analysis and comparison. The results of the study are as the follows: (i) The capacity of the XLHP3SPKA 200/140 mm diameter hydrocyclone was about 5 T/h for the Ha Rang size fractions 1-6 mm and 6-15 mm; (ii) Optimum operating variables were determined for the XLHP3SPKA hydrocyclone; (iii) The obtained products included clean coals of less than 12% ash, middlings of 30-40% ash, tailings of more than 82% ash content; iv) Separation efficiency and deviation values from the distribution curve for both low and high density were low as 0,04.

Key words: coal preparation, dense medium, trio-product hydrocyclone

Công nghệ tuyển và chế biến sâu quặng graphit mỏ Bảo Hà, Lào Cai

Trần Thị Hiến^{1,*}, Đào Duy Anh¹, Đỗ Hồng Nga¹, Trần Ngọc Anh¹

¹Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim

TÓM TẮT

Quặng graphit mỏ Bảo Hà là graphit tự nhiên tồn tại dưới cấu trúc dạng vảy, dạng tấm, với trữ lượng đã được xác định là 3.170,56 ngàn tấn. Việc tập trung nghiên cứu công nghệ tuyển bằng phương pháp tuyển nổi và chế biến sâu bằng phương pháp hòa tách axit để thu được sản phẩm graphit tinh khiết 1 và graphit tinh khiết 2 có hàm lượng cacbon (C) > 98% và > 99% là hết sức ý nghĩa và cần thiết cho ngành công nghiệp công nghệ cao như hàng không, năng lượng... Hiệu suất thu hồi đối với sản phẩm graphit tinh khiết 1 đạt > 93%; đối với graphit tinh khiết 2 đạt > 96%, tổng hiệu suất thu hồi của toàn bộ công nghệ này đạt $\geq 87%$ từ quặng nguyên khai có hàm lượng 11,80% C.

Điểm nổi bật của công nghệ tuyển là quặng nguyên khai được nghiền ở cỡ hạt thô đạt 100 % cấp hạt - 0,5 mm tương đương khoảng 30% -0,074 mm, trước khi đem tuyển nổi. Phương pháp nghiền lại quặng tinh tuyển nổi được sử dụng là phương pháp nghiền - chà xát có khả năng giữ được tối đa vảy graphit thô. Công nghệ chế biến sâu graphit được lựa chọn là công nghệ hòa tách hóa ướt, bao gồm các công đoạn chính: Nung quặng tinh với NaOH, hòa tan sản phẩm sau nung bằng nước, bã sau lọc, rửa tiếp tục hòa tách trong axit H₂SO₄ để xử lý quặng tinh graphit Bảo Hà.

Từ khóa: Bảo Hà, Lào Cai, tuyển nổi, graphit vảy; phương pháp hóa

1. Giới thiệu

Graphit là một khoáng mềm, có độ cứng theo thang Mohs từ 0,5÷1 và có khối lượng riêng 2,09÷2,26 g/cm³. Graphit được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực bao gồm: Các hệ thống lưu trữ điện như các loại pin và các tế bào nhiên liệu, vật liệu ma sát, chổi than cho động cơ điện, vật liệu chịu lửa, chất bôi trơn và luyện kim...

Có hai loại graphit là graphit tổng hợp và graphit tự nhiên. Trong đó, graphit tự nhiên chia làm ba loại graphit vô định hình, graphit vảy và graphit mạch. Graphit vô định hình thực tế là một dạng vi tinh thể của graphit. Đây là dạng phổ biến nhất của graphit, nhưng có chất lượng thấp nhất [Trần Thị Hiến, 2016]. Hàm lượng C của graphit vô định hình trong quặng thấp, trong khoảng 20 ÷ 40% C (tỉ lệ khối lượng của cacbon). Sau khi làm giàu, hàm lượng C có thể đạt 70 ÷ 85%. Graphit vảy thường tồn tại ở dạng các vảy gián đoạn, kích cỡ đường kính từ 50 ÷ 800 micromet và dày 1 ÷ 150 micromet [Trần Thị Hiến, 2016]. Quặng graphit dạng này có hàm lượng C đạt 5 ÷ 30% và đạt 85 ÷ 95% hoặc hơn sau khi làm giàu. Sản phẩm thương mại của loại này thường đạt 80 ÷ 99,9% cacbon với kích thước vảy khoảng 2 ÷ 800 micromet. Graphit nhân tạo được sản xuất chủ yếu từ nguồn gốc dầu mỏ nên chất lượng có thể đạt tới 99,9% C [Trần Thị Hiến, 2016].

Kết quả tìm kiếm thăm dò địa chất cho thấy, quặng graphit Việt Nam chủ yếu nằm trong đứt gãy sông Hồng kéo dài từ Yên Bái đến Lào Cai. Tổng trữ lượng quặng graphit khoảng 29,3 triệu tấn, trong đó, Lào Cai chiếm 70% tổng trữ lượng quặng [Bộ Công Thương, 2017]. Mỏ graphit Bảo Hà, tỉnh Lào Cai đã xác định trữ lượng trên diện tích được thăm dò là 3.170,56 ngàn tấn [Công ty CP KS Sông Đà Lào Cai, 2013].

Quặng graphit mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai tồn tại dưới dạng kiến trúc là tinh thể dạng vảy, dạng tấm, dạng mạch, với dạng tinh thể như vậy sẽ cho giá trị thương mại cao hơn gấp nhiều lần so với các mỏ graphit có cấu trúc tinh thể dạng vô định hình tại Việt Nam. Trong khuôn khổ bài báo này tập thể tác giả đã đề xuất được chế độ công nghệ tuyển và chế biến sâu phù hợp để thu được quặng tinh graphit đồng thời thu hồi tối đa graphit có cấu trúc vảy có trong mẫu quặng nguyên khai.

2. Phương pháp, thiết bị nghiên cứu

Các phương pháp được sử dụng trong quá trình nghiên cứu như sau:

*Tác giả liên hệ

Email: hienvimluki@gmail.com

Phân tích khoáng vật, thạch học, SEM được thực hiện tại khoa Địa chất Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Đại học Quốc gia Hà Nội, ĐH Tổng hợp Greifswald-CHLB Đức, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản-Bộ Tài nguyên và Môi trường. Phân tích hóa được thực hiện tại Trung tâm phân tích – Viện Khoa học và Công nghệ Mô - Luyện kim và Viện hóa học công nghiệp.

Nghiên cứu công nghệ tuyển được sử dụng là phương pháp tuyển nổi, quặng tinh graphit được nghiền lại trên thiết bị nghiền-chà xát. Quá trình nghiên cứu được thực hiện tại phòng Công nghệ Tuyển khoáng - Vimluki trên các thiết bị như: Máy đập hàm, máy đập trục, sàng rung, bộ rây tiêu chuẩn, máy nghiền, máy chà xát, máy khuấy thuốc tuyển, máy tuyển nổi dung tích 1l; 2,5l; 5l (Denver, Mesto...). Nghiên cứu công nghệ chế biến sâu được sử dụng là sự kết hợp giữa phương pháp nhiệt và phương pháp hóa ướt. Quá trình nghiên cứu được thực hiện tại phòng Công nghệ Luyện kim – Vimluki trên các thiết bị như: Lò ống Nabertherm, Đức, thiết bị hòa tách (axit, kiềm)...

3. Kết quả nghiên cứu và biện luận

3.1. Kết quả nghiên cứu công nghệ tuyển

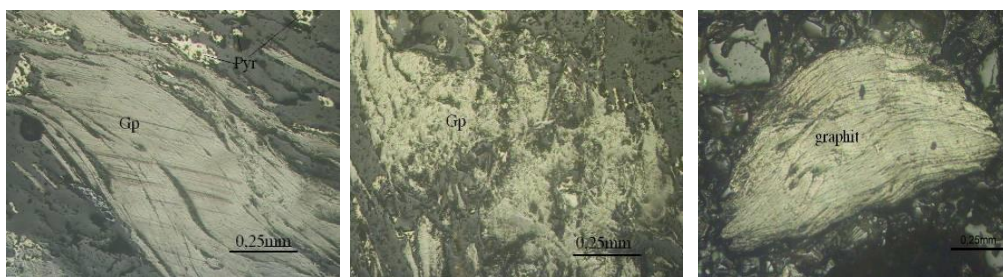
Mẫu nghiên cứu được lấy tại mỏ graphit Bảo Hà tỉnh Lào Cai, đảm bảo tính đại diện cho toàn mỏ, sau khi gia công trộn đều và giảm lượ được phân tích hóa học và khoáng vật.

Kết quả phân tích khoáng tương và phân tích SEM cho thấy graphit có trong mẫu ở dưới dạng vảy, tấm hoặc dạng sợi, xen kẽ giữa các vảy, tấm graphit là những khoáng phi quặng, xâm tán khá dày trong nền mẫu, kích thước các vảy, tấm graphit từ (0,05 x 0,2) mm đến (0,15 x 0,5) mm [Trần Thị Hiến, 2016]. Các vảy sợi thường có dạng uốn lượn. Phi quặng chủ yếu gồm các hạt thạch anh, mica (biotit), granat và một số phi quặng khác. Ngoài ra còn một số khoáng chứa sunphua như pyrit, pyrotin và các khoáng chứa sắt như hematit, limonit. Kết quả phân tích rơnghen cho thấy ngoài khoáng vật chính là graphit, khoáng vật đi kèm là thạch anh, fenspat, biotit, illit... thành phần hóa học mẫu nguyên khai được nêu trong bảng 1.

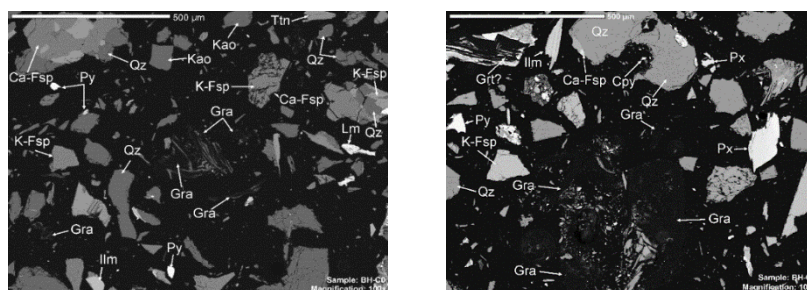
Bảng 1. Thành phần hóa học mẫu quặng graphit mỏ Bảo Hà, Lào Cai

Kết quả phân tích, %						
C	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	SiO ₂	Độ tro	Chất bốc
11,80	10,72	7,50	2,02	57,10	85,20	1,00

Kết quả phân tích khoáng tương thạch học, phân tích SEM thể hiện trên hình 1, hình 2, hình 3, hình 4



Hình 1. Graphit dạng tấm uốn lượn và dạng vảy

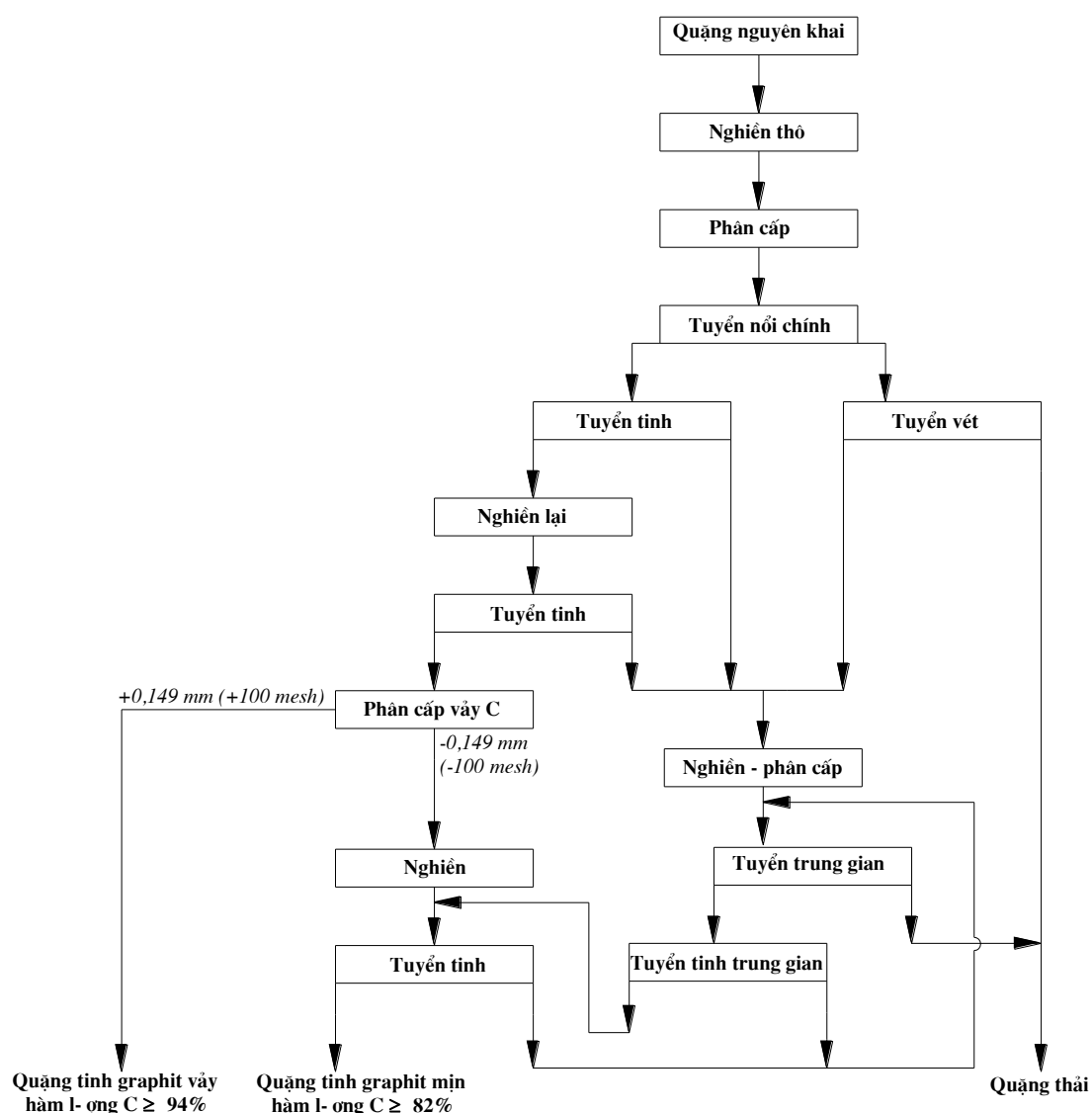


Hình 2. Hình ảnh phân tích SEM vảy graphit chứa các khoáng vật khác như thạch anh, fenspat...

Từ kết quả nghiên cứu thành phần vật chất mẫu, thực nghiệm đề tài đã xác định phương án công nghệ là tuyển nổi tách khoáng graphit ra khỏi các khoáng đi kèm như thạch anh, fenspat, biotit, illit... độ mịn

nghiên hợp lý cho khâu nghiền thô là -0,5 mm (cấp -0,074 mm chiếm khoảng 30%); nồng độ bùn tuyển nổi tối ưu là 20%...sau đó quặng được đem đi tuyển chính và tuyển tinh với sơ đồ nguyên lý tuyển quặng graphit mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai được nêu ở hình 3.

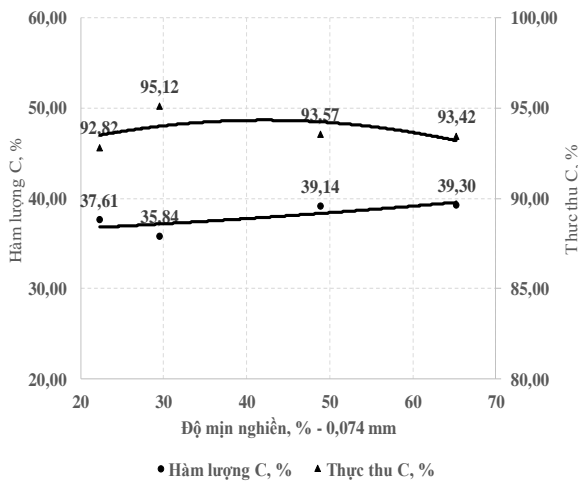
Theo sơ đồ nguyên lý này quặng nguyên khai được đưa nghiền đến độ hạt giải phóng kích thước vảy graphit thô là 0,5 mm. Quặng được đem đi tuyển chính. Sản phẩm bọt tuyển chính được đem đi tuyển tinh - nghiền (chà xát) - sàng lấy được quặng tinh vảy thô hàm lượng cao, sản phẩm dưới sàng được đem đi nghiền và tuyển tinh thu được quặng tinh graphit mịn. Quặng đuôi được đem đi tuyển vớt để thu hồi tối đa quặng graphit trước khi thải, các sản phẩm trung gian của tuyển tinh và bọt vớt được gộp chung để tuyển lại trung gian, các sản phẩm bọt trung gian sau khi được tuyển tinh đưa sang khâu tuyển tinh lấy quặng tinh graphit mịn.



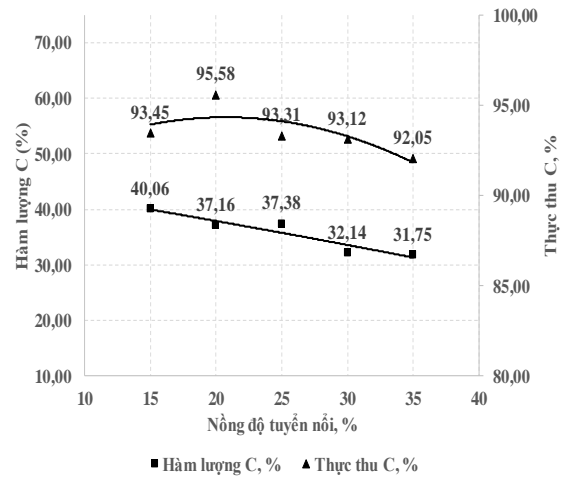
Hình 3. Sơ đồ nguyên lý tuyển quặng graphit mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai

Các yếu tố chính ảnh hưởng đến hiệu quả của quá trình tuyển nổi chính quặng graphit bao gồm: Độ mịn nghiền, nồng độ bùn quặng, chi phí và thời gian khuấy tiếp xúc các loại thuốc tuyển, thời gian tuyển nổi. Lựa chọn điều kiện cơ sở như sau: pH = 7,5 ÷ 8, chi phí thuốc đề chìm 500 g/t; chi phí thuốc tập hợp 200 g/t; chi phí thuốc tạo bọt 70 g/t, sau đó thay đổi giá trị yếu tố khảo sát trong khi cố định những yếu tố khác. Thời gian khuấy tiếp xúc thuốc tuyển được xác định từ các nghiên cứu trước là 5 phút. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố trên đến hiệu suất tuyển (mức thu hoạch γ , hàm lượng β và tỷ lệ thu hồi ϵ) được thể hiện trên đồ thị hình 4, 5, 6, 7, 8 và 9.

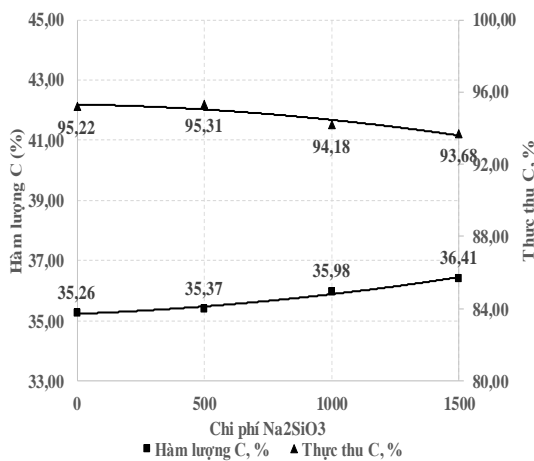
Kết quả thu được từ quá trình thí nghiệm ảnh hưởng của các yếu tố tác động chính đến hiệu suất tuyển quặng graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai rút ra: Nghiền quặng đến độ hạt -0,5 mm cho giá trị về tỷ lệ thu hồi, hàm lượng và thực thu cacbon tối ưu. Điều này cũng trùng với kết quả nghiên cứu thành phần vật chất mẫu là độ hạt xam nhiễm quặng graphit với tạp chất khác là $\leq 0,5$ mm; nồng độ bùn tuyển nổi hợp lý là 20%; pH phù hợp nhất cho tuyển nổi quặng graphit mỏ Bảo Hà là pH tự nhiên. Ở mức pH này, tỷ lệ thu hoạch quặng tinh đạt $31 \div 32\%$ và thực thu C đạt $94 \div 95\%$; kết quả trên Hình 5 cho thấy, khi tuyển ở độ hạt thô -0,5 mm thì thuốc đề chìm tác động không nhiều đến hiệu suất của quá trình tuyển nổi; Chi phí thuốc tập hợp 90 g/t là phù hợp nhất cho tuyển nổi quặng graphit mỏ Bảo Hà, ở mức chi phí này, thu hoạch và thực thu quặng tinh graphit lần lượt là 31,62% và 95,74%; Chi phí thuốc tạo bọt ở mức 50 g/t cho thu hoạch và thực thu quặng graphit lần lượt là 31,52 và 95,17% là các giá trị hợp lý nhất trong các mức chi phí thuốc tạo bọt [Trần Thị Hiền, 2016].



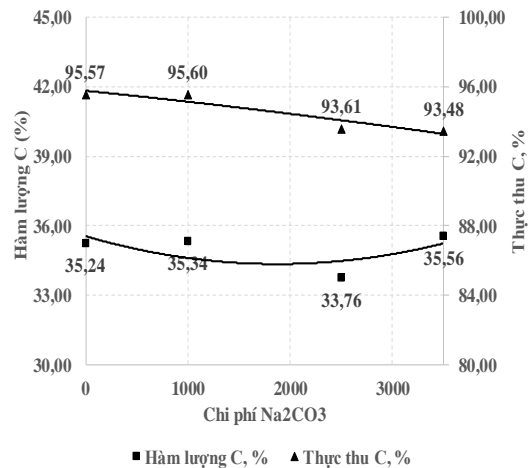
Hình 4. Ảnh hưởng của độ mịn nghiền đến hiệu suất tuyển nổi



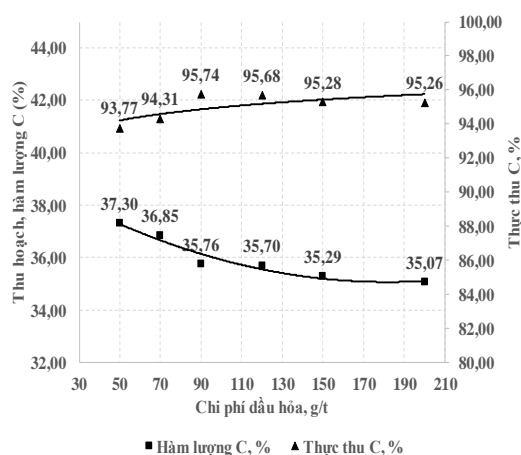
Hình 5. Ảnh hưởng của nồng độ tuyển nổi đến hiệu suất tuyển



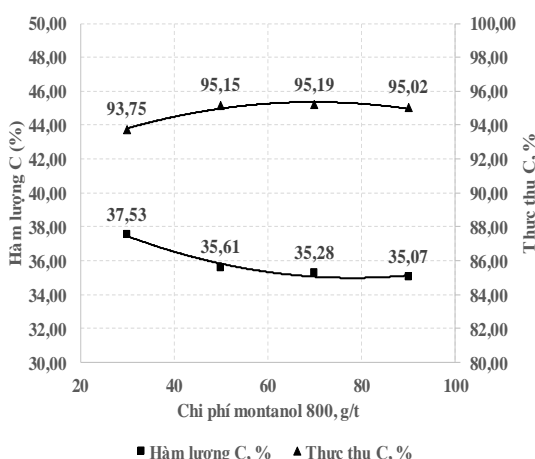
Hình 6. Ảnh hưởng của pH môi trường đến hiệu suất tuyển



Hình 7. Ảnh hưởng của thuốc đề chìm đến hiệu suất tuyển



Hình 8. Ảnh hưởng của thuốc tập hợp đến hiệu suất tuyển



Hình 9. Ảnh hưởng của thuốc tạo bọt đến hiệu suất tuyển

Với các điều kiện và chế độ tuyển đã xác lập trong phòng thí nghiệm, tiến hành thí nghiệm tuyển với khối lượng mẫu lớn ở quy mô pilot có năng suất 100 kg/h trên dây chuyền tuyển khép kín để kiểm tra sự ổn định của quy trình công nghệ. Thí nghiệm được thực hiện theo sơ đồ nguyên lý hình 1 với 6 lần tuyển tinh, 3 lần nghiền lại và hai lần sàng tách cấp hạt. Sau quá trình chạy sơ đồ thu được quặng tinh graphit vẩy thô có thu hoạch 4,23%, hàm lượng cacbon (C) đạt 94,17% ứng với thực thu là 33,52%; quặng tinh graphit mịn có thu hoạch 8,65% với hàm lượng C là 82,09% ứng với thực thu là 59,79%. Tổng thực thu quặng tinh là 93,31%. Quặng thải tổng hợp có thu hoạch là 87,13%, hàm lượng cacbon là 0,91% ứng với 6,69% C có trong quặng nguyên khai còn nằm trong quặng thải [Trần Thị Hiền, 2016].

3.2. Nghiên cứu công nghệ chế biến sâu

Mẫu nghiên cứu của quá trình chế biến sâu được lấy từ quặng tinh graphit từ khâu công nghệ tuyển. Sau đó, mẫu được trộn đều giảm lược, lấy mẫu và tiến hành phân tích độc lập. Kết quả phân tích thành phần hóa học hai loại quặng tinh được thể hiện ở bảng 2.

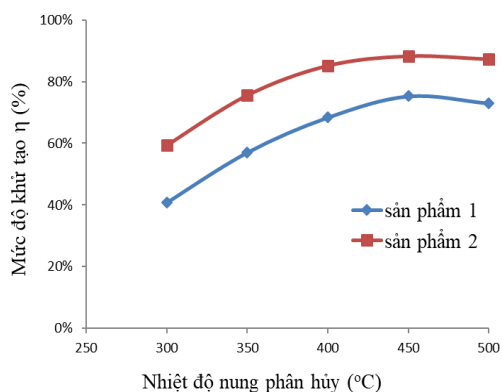
Bảng 2. Thành phần hóa học quặng tinh graphit Bảo Hà, %

Quặng tinh 1 (quặng tinh mịn)					Quặng tinh 2 (quặng tinh vẩy)				
C	Chất bốc	Tro	Ấm		Cacbon	Chất bốc	Tro	Ấm	
83,20	1,87	14,8	0,2		95,70	0,66	3,30	0,2	
Thành phần tro					Thành phần tro				
Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
11,3	30,6	29,6	6,38	2,46	18,5	40,3	20,7	4,55	3,33

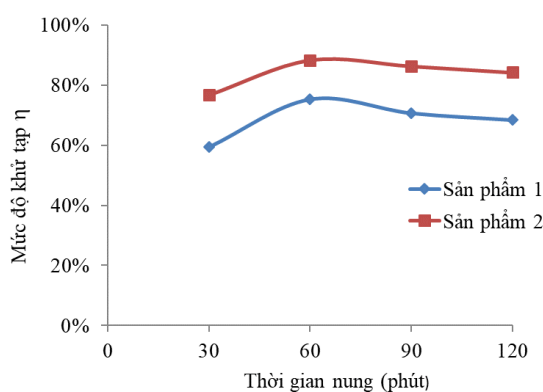
Từ kết quả phân tích thành phần hóa học và khoáng ở trên cho thấy để nâng cao hàm lượng C trong quặng tinh graphit phải loại bỏ được SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO. Qua tham khảo tài liệu nghiên cứu trên thế giới và thực tiễn khảo sát để loại SiO₂ và một phần Al₂O₃ chọn dung môi NaOH và nung ở nhiệt độ cao. Quặng sau nung kiểm được rửa với nước. Các tạp chất khác trong thành phần tro như: Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO có hàm lượng nhỏ, để loại bỏ được chúng chỉ cần hòa tan trong môi trường axit. Một số công trình nghiên cứu [Trần Thị Hiền và nnk, 2017], [Hoàng Thị Minh Thảo, 9/2017] cho thấy, HCl có tác dụng hòa tan các tạp chất kể trên tốt hơn H₂SO₄. Tuy nhiên, H₂SO₄ vẫn ưu tiên được sử dụng do chi phí thấp hơn. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nung phân hủy: Nhiệt độ nung, thời gian nung, tỷ lệ chất phân hủy/quặng tinh; các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hòa tách bao gồm: nồng độ dung dịch hòa tách; nhiệt độ hòa tách, thời gian hòa tách và tỷ lệ R/L. Kết quả nghiên cứu của các yếu tố trên được xác định mức độ khử tạp chất và được thể hiện trên các hình 10, 11; 12; 13; 14; 15.

Kết quả thu được của quá trình nung phân hủy loại bỏ SiO₂ và Al₂O₃ trong quặng tinh graphit rút ra: Ở nhiệt độ càng cao, hiệu quả phân hủy (đánh giá thông qua hiệu suất khử tạp chất) của NaOH đối với quặng tinh graphit càng tốt. Tuy nhiên, ở nhiệt độ > 450°C, NaOH không phát huy thêm nhiều khả năng phân hủy mà chi phí năng lượng lại tăng lên vì vậy chọn nhiệt độ nung phân hủy là 450°C. Thời gian nung càng dài, hiệu quả phân hủy quặng càng tốt nhưng nếu thời gian nung quá dài hiệu quả nung không những không tăng mà lại có xu hướng giảm đi do xảy ra hiện tượng đóng rắn sản phẩm sau nung, thời

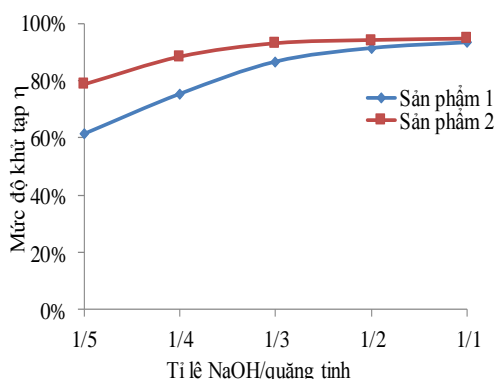
gian nung phân hủy là 60 phút hiệu suất khử tạp chất là tốt nhất. Tỷ lệ NaOH/quặng tinh có ảnh hưởng lớn tới mức độ khử tạp và độ sạch của sản phẩm, với tỷ lệ NaOH/quặng tinh = 1/2 cho thấy mức độ khử tạp cao nhất nhưng bắt đầu ở tỷ lệ 1/3 trở đi mức độ khử tạp đã ở mức cao và dần ổn định nên đề tài chọn tỷ lệ NaOH/quặng tinh là 1/3. Với chế độ tối ưu trên quặng tinh 1 có mức độ khử tạp chất khoảng 80% và mức độ khử tạp chất đối với quặng tinh 2 khoảng 90%.



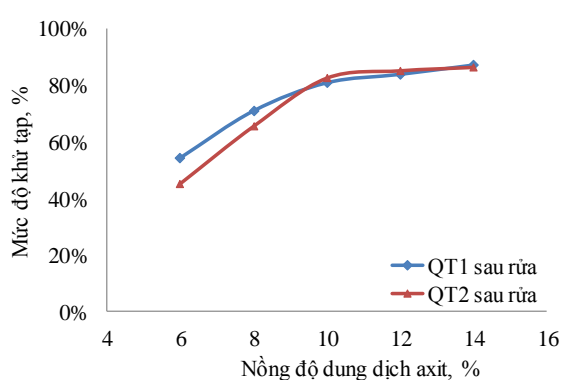
Hình 10. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến mức độ khử tạp chất



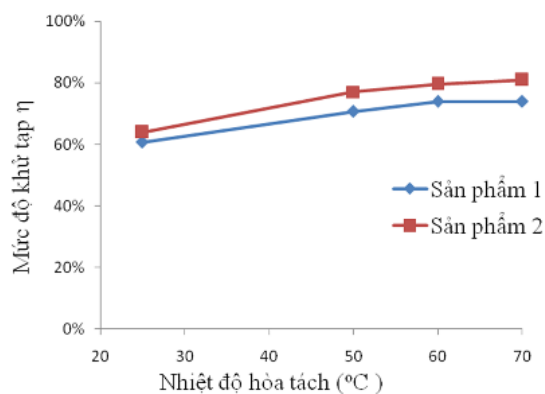
Hình 11. Ảnh hưởng của thời gian nung đến hiệu suất khử tạp chất



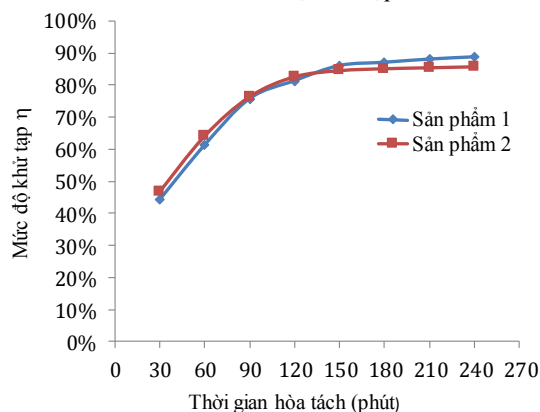
Hình 12. Ảnh hưởng của tỷ lệ chất phân hủy/quặng tinh graphit đến hiệu suất khử tạp chất



Hình 13. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch hòa tách tới mức độ khử tạp chất



Hình 14. Ảnh hưởng của nhiệt độ hòa tách tới mức độ khử tạp chất



Hình 15. Ảnh hưởng của thời gian hòa tách tới mức độ khử tạp chất

Nghiên cứu quá trình hòa tách axit để nâng cao chất lượng graphit lên > 99% C đã rút ra được các chỉ tiêu tối ưu như sau: Cả axit H_2SO_4 và HCl đều có khả năng loại bỏ tạp chất trong quặng tinh graphit tốt. Tuy nhiên, với cùng số mol H^+ trong dung dịch, H_2SO_4 cho mức độ khử tạp tương đương HCl nhưng chi phí sử dụng H_2SO_4 thấp hơn đáng kể so với HCl. Do vậy, H_2SO_4 được chọn làm dung môi hòa tách. Nồng

độ dung dịch axit H_2SO_4 10% cho mức độ khử tạp tốt đối với cả hai mẫu quặng tinh graphit sau xử lý với kiềm. Ở nồng độ này, sản phẩm graphit nhận được có hàm lượng cacbon đạt yêu cầu đề ra. Nhiệt độ có tác dụng tăng tốc độ hòa tách. Tuy nhiên, về mặt hiệu quả thì kéo dài thời gian hòa tách là đơn giản và dễ thực hiện hơn so với thực hiện ở nhiệt độ cao. Do vậy, quá trình hòa tách nên tiến hành ở nhiệt độ thường và thời gian 120 phút. Kết quả thực nghiệm khẳng định tỉ lệ R/L thích hợp nhất đối với quá trình hòa tách là 1/5. Ở các tỉ lệ R/L thấp hơn khiến dung dịch có độ sệt cao và mức độ khử tạp thấp, trong khi tỉ lệ R/L thấp hơn, tiêu hao hóa chất lớn nhưng mức độ khử tạp cải thiện được không nhiều. Với chế độ công nghệ này, mức độ khử tạp của 2 quặng tinh đạt trên 80%. Hàm lượng cacbon sau khi hòa tách của quặng tinh 1 đạt 98,6%; quặng tinh 2 sau hòa tách hàm lượng cacbon đạt 99,4% C

4. Kết luận

Bằng các phương pháp phân tích như: phương pháp hóa học, phương pháp nhiễu xạ tia rơngxen và khoáng tướng, thạch học, phân tích SEM đã cho thấy, cacbon tồn tại trong quặng graphit Bảo Hà ở khoáng graphit, với hình thù dạng tấm, vảy và một phần rất nhỏ dạng kết tinh vô định hình. Hàm lượng cacbon trong quặng nguyên khai khoảng 11,80%. Đi kèm với khoáng vật có ích graphit còn có các khoáng phi quặng như biotit, feldpat, thạch anh...

Ở quy mô phòng thí nghiệm cũng như pilot đã nghiên cứu thành công quy trình công nghệ tuyển quặng graphit mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai, xác lập được các điều kiện và chế độ tuyển nổi tối ưu cho đối tượng quặng này. Quy trình công nghệ tuyển hoạt động ổn định, khẳng định phương pháp tuyển nổi phù hợp và có hiệu quả đối với đối tượng quặng graphit mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai

Với các điều kiện và chế độ tuyển nổi tối ưu được xác lập qua thực nghiệm như: độ mịn nghiền 29,47% cấp -0,074 mm, pH tự nhiên, nồng độ bùn tuyển nổi là 20%, chi phí thuốc tập hợp 90 g/t, chi phí thuốc tạo bọt là 50 g/t. Ở các điều kiện tuyển như vậy, quặng tinh graphit thu được hai loại bao gồm: quặng tinh graphit vảy hàm lượng đạt 94,17% với thực thu là 33,52%; quặng tinh graphit mịn có hàm lượng 82,09% với thực thu là 59,79%. Tổng thực thu quặng tinh là 93,31%. Quặng thải có hàm lượng 0,91% C với phân bố là 6,69%.

Đã khảo sát quá trình nung phân hủy quặng tinh graphit với kiềm nhằm xác định một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nung phân hủy. Chế độ công nghệ nung phân hủy được lựa chọn như sau: nhiệt độ: 450°C, thời gian là 60 phút, tỷ lệ NaOH/quặng tinh graphit là 1/3. Chế độ hòa tách thích hợp đối với quặng tinh graphit sau xử lý với kiềm được chọn là: Dung dịch axit H_2SO_4 nồng độ 10%, nhiệt độ là nhiệt độ phòng, thời gian là 120 phút, tỉ lệ R/L = 1/5, tốc độ khuấy 200 vòng/phút. Với chế độ công nghệ này, mức độ khử tạp đạt được là 81,3%. Hàm lượng cacbon sau khi hòa tách của quặng tinh 1 đạt 98,6%; quặng tinh 2 sau hòa tách hàm lượng cacbon đạt 99,4% C

Lời cảm ơn

Các tác giả ghi nhận những đóng góp của Bộ Khoa học Công nghệ, Viện Khoa học và Công nghệ Mô luyện kim, các chuyên gia trong ngành Tuyển khoáng, Luyện kim và các thành viên thực hiện đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu công nghệ tuyển và chế biến sâu quặng graphit mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai” giúp hoàn thiện nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

Bộ Công Thương, 2017. Quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng nhóm khoáng chất công nghiệp (serpentin, grafit, fluorit, bentonit, diatomit và talc) đến năm 2025 có xét đến năm 2035, Hà Nội.

Công ty cổ phần Khoáng sản Sông Đà Lào Cai, 2013. Báo cáo kết quả thăm dò graphit tại khu vực Bảo Hà, xã Bảo Hà, huyện Bảo Yên, tỉnh Lào Cai, Lào Cai

Trần Thị Hiền, 2016. Nghiên cứu công nghệ tuyển và chế biến sâu quặng graphit mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai mã số ĐTĐL.CN.44/15

Trần Thị Hiền và nnk, 2017. Nghiên cứu công nghệ tuyển quặng graphit mỏ Bảo Hà, tỉnh Lào Cai, *Tạp chí công nghiệp Mô số 4*.

Hoàng Thị Minh Thảo và nnk, 9-2017, Mineralogical characteristics of graphite ore from Bao Ha deposit, Lao Cai Province and proposing a wise use, *Tạp chí khoa học trái đất số 39 - 2017, trang 326-338*

ABSTRACT

Technology of deepening and processing graphite ore in Bao Ha, Lao Cai

Tran Thi Hien¹, Dao Duy Anh¹, Do Hong Nga¹, Tran Ngoc Anh¹
¹*National Institute of Mining - Metallurgy Science and Technology*

Graphite from Bao Ha mine, Lao Cai is a natural graphite exists mainly in two types of flakes graphite and lump graphite, with a resource of 3.170,56 thousand tons. Focusing on the technology of flotation and deep processing by acid separation to obtain pure graphite 1 and pure graphite 2 with a carbon-graphite content of > 98% and > 99 %. Graphite, especially, high quality graphite can be used in many industrial applications including air, energy, metallurgy, batteries, fuel cells, and refractories. The recovery rate for pure graphite products is > 93%; For pure graphite 2 > 96%, of fine graphite with 87% total recovery from the original ore 11,8 % carbon-graphite content

The highlight of the recruitment process is that the raw ore is crushed at a grain size of 100% at the grain level of -0.5 mm, equivalent to about 30% -0,074 mm, prior to flotation process. The method of refining the refractory ore used is the grinding-rubbing method capable of retaining the maximum scale of crude graphite. Graphite processing technology is selected as wet separation technology, including the main stage: firing fine ore with NaOH, dissolve the product after heating with water, filter residue, continue washing to split in acid H₂SO₄ to treat Bao Ha graphite ore.

Key words: Bao Ha, Lao Cai, flotation, graphite scales; methodization

Kết quả nghiên cứu công nghệ tuyển quặng sunfua chì - kẽm nghèo vùng Thái Nguyên, Bắc Kạn

Nguyễn Huy Hùng^{1,*}, Nguyễn Văn Minh¹
¹Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

TÓM TẮT

Báo cáo trình bày kết quả nghiên cứu công nghệ tuyển quặng sunfua chì kẽm nghèo vùng Thái Nguyên: Khu Lò 1A thuộc Mỏ Ba và mỏ Côi Kỳ; vùng Bắc Kạn: Khu Đèo An và mỏ Ba Bò. Quặng sunfua chì kẽm có hàm lượng thấp, các khoáng vật quặng và phi quặng cùng đất đá xâm tán trong nhau mịn đến rất mịn, đã sử dụng kết hợp nhiều phương pháp tuyển (phương pháp tuyển trọng lực, tuyển từ và tuyển nổi), kết quả nghiên cứu đã đề xuất sơ đồ tuyển hợp lý và thu hồi được quặng tinh Pb, Zn có hàm lượng $\geq 50\%$ với thực thu Pb~80% và thực thu Zn~90%.

Từ khóa: Tuyển nổi; tuyển trọng lực; quặng sunfua chì - kẽm

1. Giới thiệu

Theo Quy hoạch quặng chì kẽm trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên, giai đoạn 2008 - 2015 - 2020 trữ lượng tài nguyên dự báo quặng sunfua chì kẽm tại Thái Nguyên là trên 1 triệu tấn, tại Bắc Kạn trên 21 triệu tấn [Quyết định 176/2006/QĐ-TTg, 2006]. Các nguồn quặng này được cấp cho các xưởng tuyển để nâng cao hàm lượng trước khi cấp sang nhà máy luyện, quặng cấp cho các xưởng tuyển là quặng dạng sunfua và có hàm lượng chì kẽm cao, tuy nhiên nguồn quặng này ngày càng cạn kiệt nên cần phải tính đến tuyển quặng có hàm lượng thấp nhằm huy động tối đa nguồn tài nguyên.

Để tuyển quặng sunfua chì kẽm có thể sử dụng phối hợp phương pháp trọng lực và tuyển nổi hoặc chỉ một phương pháp tuyển nổi. Thực tế tuyển quặng chì kẽm trên thế giới cho thấy sơ đồ thích hợp để tuyển nổi quặng chì kẽm là dùng sơ đồ tuyển nổi chọn riêng trực tiếp. Tại Thái Nguyên: Khu Lò 1A và mỏ Côi Kỳ; Tại Bắc Kạn: Khu Đèo An và mỏ Ba Bò có trữ lượng tương đối lớn nhưng quặng có hàm lượng nghèo (tổng hàm lượng chì kẽm dưới 7%) lại chiếm tỷ lệ cao [Nguyễn Huy Hùng, 2015]. Vấn đề đặt ra khi nghiên cứu tuyển quặng sunfua chì kẽm nghèo là lựa chọn sơ đồ tuyển hợp lý cho loại quặng này.

2. Mẫu nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mẫu nghiên cứu

Để có cơ sở nghiên cứu, lựa chọn công nghệ tuyển nhóm nghiên cứu đã lấy mẫu tại 4 khu mỏ: Côi Kỳ, Lò 1A, Ba Bò và Đèo An. Mẫu lấy về được nghiên cứu tại phòng thí nghiệm và đem đi phân tích thành phần vật chất, hóa học và phân tích khoáng tương. Kết quả phân tích mẫu nghiên cứu được thể hiện lần lượt tại bảng 1 và bảng 2, hình ảnh khoáng tương tại hình 1 và hình 2.

Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần hóa học

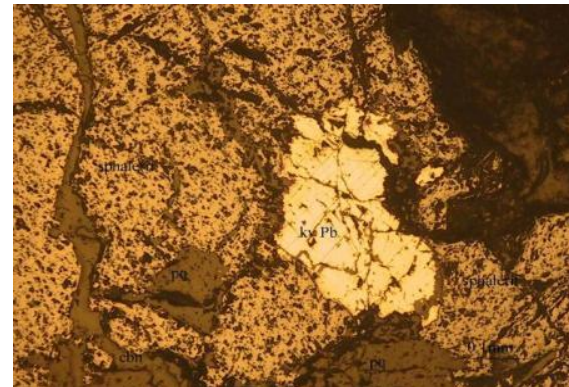
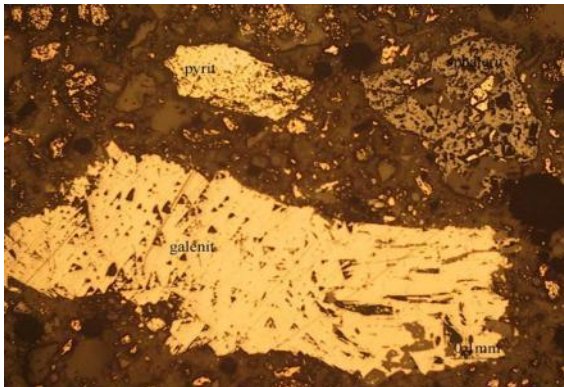
Tên mẫu	Pb (%)	Zn (%)	Fe (%)	As (%)	Ag (ppm)	Sn (%)
Lò 1A	1,82	4,73	1,21	0,083	22,3	0,06
Côi Kỳ	1,62	3,08	18,45	0,001	31,6	0,04
Đèo An	1,30	3,35	29,54	1,84	66,4	0,07
Ba Bò	1,78	1,39	5,25	0,51	86,55	0,02

*Tác giả liên hệ

Email: hungnh0801@gmail.com

Bảng 2. Kết quả phân tích thành phần khoáng vật

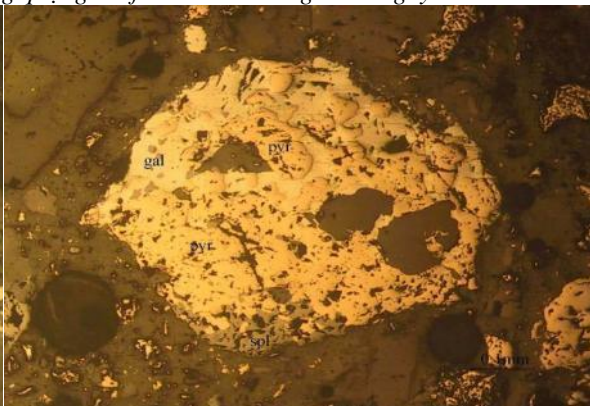
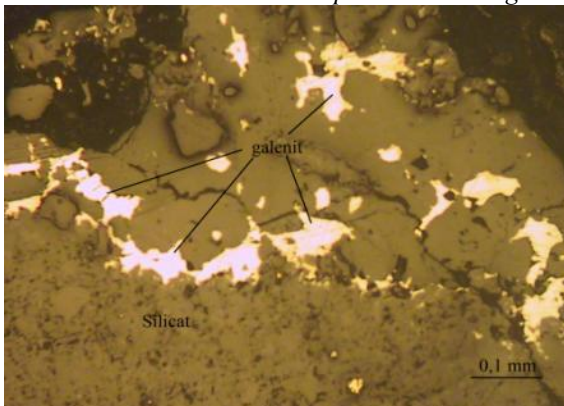
Thành phần khoáng vật	Tên mỏ và khoáng hàm lượng (%)			
	Lò 1A	Côi Kỳ	Đèo An	Ba Bô
- Sphalerit - ZnS	6-8	2-4	4-6	1-2
- Galenit - PbS	3-5	1-2	2-4	2-4
- Pyrit - FeS ₂	1-2	8-10	30-35	2-4
- Pyrotin	-	-	25-30	-
- Siderit - FeCO ₃	-	30-32	-	3-5
- Chancopyrit	-	-	1-2	-
- Arsenopyrit	-	-	10-13	-
- Hydrocit Fe, Anglesit, Serucit	-	-	Ít	-
- Thạch anh - SiO ₂	10-12	21-23	-	36-38
- Canxit - CaCO ₃	34-38	≤1	-	7-9
- Dolomit - Ca(Mg,Fe)(CO ₃) ₂	28-32	1-3	22-26	8-10
- Felspat - K _{0,5} Na _{0,5} AlSi ₃ O ₈	5	1-3	-	1-3
- Illit - KAl ₂ [AlSi ₃ O ₁₀](OH) ₂	6-8	12 - 14	10-12	27-29
- Clorit - Mg ₂ Al ₃ [AlSi ₃ O ₁₀](OH) ₈	3-5	7 - 9	6-8	1-3



Mẫu quặng Côi Kỳ: Khoáng vật siderit, pyrit đi cùng galenit và sphalerit

Mẫu quặng Lò 1A: Khoáng vật sphalêrit chiếm đa số, xâm tán cùng khoáng chì và phi quặng

Hình 1. Hình ảnh phân tích khoáng tương quặng sunfua chì kẽm vùng Thái Nguyên



Mô Ba Bô: Khoáng vật galenit, sphalerit hạt nhỏ tự hình nằm xen lẫn các sunfua pyrit bao quanh là silicat, canxit và một số thành phần khoáng vật sét

Mô Đèo An: Galenit, sphalerit dạng tấm mảnh nằm xen lẫn các sunfua pyrit, pyrotin và một số phi quặng

Hình 2. Hình ảnh phân tích khoáng tương quặng sunfua chì kẽm vùng Bắc Kạn

Nhận xét:

+ Các mẫu quặng lấy được tại vùng Thái Nguyên và Bắc Kạn đều là mẫu quặng sunfua chì kẽm có hàm lượng <7%, Khoáng vật tạo quặng chứa chì và kẽm chủ yếu là galenit và sphalerit, ngoài ra còn có

các khoáng vật chứa sắt đi kèm như pyrit, pyrotin, siderit, arsenopyrit... Khoáng vật phi quặng chủ yếu là thạch anh, dolomit, Illit, clorit... Có độ xâm nhiễm từ mịn đến rất mịn. Đặc biệt là mỏ Ba Bò có hạt quặng nhỏ, xâm nhiễm từ mịn đến rất mịn kích thước các khoáng vật có ích từ 0,01-0,2mm xâm tán trong các mảnh thạch anh và cacbonat.

+ Tại Thái Nguyên: Quặng chì kẽm tại Lò 1A và Côi Kỳ có thành phần vật chất tương đối giống nhau, tuy nhiên quặng tại Côi Kỳ có hàm lượng nghèo hơn và trong mẫu quặng chứa nhiều khoáng vật cacbonat sắt, pyrit sắt gây mảng bám giống than bao quanh khoáng vật quặng (rất dễ nổi) ảnh hưởng xấu đến quá trình tuyển và gây lẫn bẩn cho quặng tinh.

+ Tại Bắc Kạn: Khu mỏ Đèo An có thành phần vật chất rất phức tạp, chứa nhiều sắt (phần lớn là pyrit và pyrotin) có thể loại bỏ bằng phương pháp tuyển từ. Quặng mỏ Ba Bò xâm nhiễm rất mịn, chứa rất nhiều thạch anh và các khoáng vật sét ảnh hưởng tính nổi của khoáng vật có ích. Mỏ Ba Bò có trữ lượng lớn (hơn 7 triệu tấn quặng) nhưng hàm lượng chì kẽm nghèo.

Từ những nhận xét trên, tập trung nghiên cứu 2 mẫu quặng tại mỏ Côi Kỳ và Ba Bò, kết quả phân tích thành phần độ hạt của 2 mẫu nghiên cứu trên được thể hiện tại bảng 3.

Với mẫu quặng Lò 1A và Đèo An sẽ tiến hành các thí nghiệm bổ sung để nghiên cứu tính khả tuyển dựa trên những kết quả nghiên cứu và thu thập được.

Bảng 3. Kết quả phân tích thành phần độ hạt mẫu quặng mỏ Côi Kỳ và Ba Bò

Cấp hạt, mm	Thu hoạch,%		H.lượngPb,%		H.lượng Zn,%		Phân bố Pb,%		Phân bố Zn,%	
	Côi Kỳ	Ba Bò	Côi Kỳ	Ba Bò	Côi Kỳ	Ba Bò	Côi Kỳ	Ba Bò	Côi Kỳ	Ba Bò
+2,5	23,37	18,80	1,51	1,62	2,65	1,08	21,78	17,14	20,11	14,58
-2,5+1	18,28	15,28	1,53	1,71	2,71	1,23	17,26	14,68	16,08	13,52
-1+0,5	15,08	12,44	1,53	1,73	2,91	1,31	14,24	12,09	14,25	11,72
-0,5+0,3	10,74	11,26	1,61	1,75	3,01	1,36	10,67	11,07	10,49	11,01
-0,3+0,2	5,10	7,50	1,69	1,77	3,07	1,37	5,32	7,46	5,08	7,40
-0,2+0,1	4,32	6,69	1,71	1,81	3,47	1,39	4,57	6,80	4,88	6,69
-0,1+0,074	2,18	5,10	1,89	1,90	3,62	1,50	2,55	5,44	2,57	5,50
-0,074+0,045	3,61	5,89	1,91	2,01	3,89	1,83	4,25	6,66	4,55	7,76
-0,045	17,32	17,04	1,81	1,95	3,91	1,78	19,35	18,67	21,99	21,82
Tổng	100,00	100,00	1,62	1,78	3,08	1,39	100,00	100,00	100,00	100,00

Nhận xét: Kết quả phân tích thành phần độ hạt mỏ Côi Kỳ và Ba Bò cho thấy: Chì và kẽm phân bố tương đối đồng đều ở các cấp hạt, riêng ở các cấp hạt mịn thì hàm lượng chì và kẽm có cao hơn. Do các khoáng vật liên kết rất chặt chẽ với nhau, để thực hiện thí nghiệm tiếp theo, tiến hành nghiền để giải phóng kết hạch trước khi mang đi nghiên cứu.

2.2. Phương pháp và cách đánh giá kết quả nghiên cứu

Phụ thuộc vào tính chất mẫu quặng đầu sẽ được tuyển sơ bộ bằng phương pháp tuyển trọng lực hoặc tuyển từ. Thí nghiệm tuyển nổi được thực hiện theo phương pháp truyền thống, nghĩa là cố định các thông số khác ngoài thông số được khảo sát. Thông số tối ưu của thí nghiệm trước được sử dụng cho thí nghiệm tiếp theo.

Hiệu quả tuyển được đánh giá thông qua các thông số sau: Hàm lượng kim loại chì và kẽm có hàm lượng trên 50%, đồng thời có thu hoạch (γ) và thực thu (ϵ) cao nhất. Sản phẩm quặng tinh kẽm tại Mỏ Đèo An có hàm lượng sắt dưới 8%..

3. Kết quả nghiên cứu

3.1 Kết quả nghiên cứu tuyển mẫu quặng sunfua chì kẽm nghèo mỏ Côi Kỳ vùng Thái Nguyên

Qua các kết quả phân tích thành phần vật chất, thành phần độ hạt mẫu cho thấy tạp chất đất đá lẫn trong quặng nguyên khai là tương đối lớn (khoảng 80%), cho nên đã nghiên cứu khả năng tuyển quặng

bằng phương pháp tuyển trọng lực và tuyển nổi.

3.1.1 Thí nghiệm tuyển trọng lực

Với cỡ hạt đầu đưa vào tuyển là -1mm lựa chọn thiết bị để nghiên cứu là máng xoắn. Máng xoắn thí nghiệm có đường kính 400mm, 4 vòng vít, chỉ hứng sản phẩm ở cuối máng, sản phẩm trung gian được đem tuyển lại. Nồng độ bùn cấp vào là 30%. Sản phẩm thu được: Quặng tinh và quặng đuôi. Kết quả được thể hiện trong bảng 4.

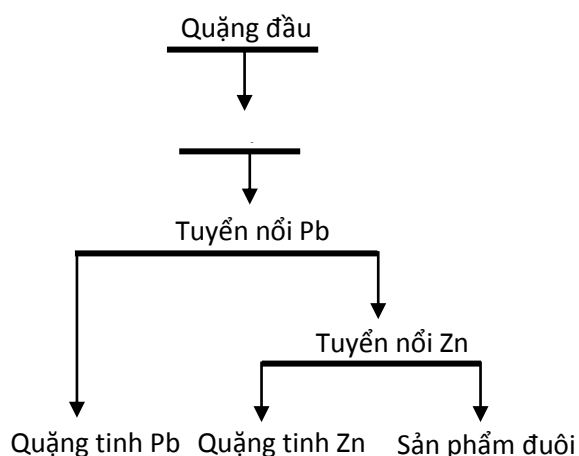
Bảng 4. Kết quả thí nghiệm mẫu quặng trên thiết bị máng xoắn

Sản phẩm	Thu hoạch (%)	Hàm lượng (%)		Phân bố (%)	
		Pb	Zn	Pb	Zn
Quặng tinh	28,73	1,79	4,64	31,81	43,31
Quặng đuôi	71,27	1,55	2,45	68,19	56,69
Quặng đầu	100	1,62	3,08	100,00	100,00

Nhận xét: Thí nghiệm tuyển trên thiết bị máng xoắn đã nâng được hàm lượng nhưng không nhiều. Phân bố kim loại chì và kẽm vào quặng đuôi rất cao lần lượt là 68,19% và 56,69%. Việc sử dụng phương pháp tuyển trọng lực với đối tượng quặng này hiệu quả không cao, cho nên tập trung nghiên cứu bằng phương pháp tuyển nổi.

3.1.2 Thí nghiệm tuyển nổi

Sơ đồ tuyển nổi tập hợp chọn riêng để nghiên cứu mẫu quặng thể hiện hình 3. Dưới đây là chế độ tuyển và các kết quả thí nghiệm điều kiện đạt được:



Hình 3. Sơ đồ tuyển chọn riêng chì kẽm

* Chế độ tuyển vòng tuyển chì

- Độ mịn nghiền: 80 % cấp - 0,074 mm;
- Môi trường (vôi): pH=8;
- Thuốc đè chìm Zn: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{ZnSO}_4$: 600+1200 g/t;
- Etylxantat: 50g/t;

* Chế độ tuyển vòng tuyển kẽm

- Môi trường (vôi): pH=11;
- Thuốc kích động Zn: CuSO_4 - 300 g/t;
- Butylxantat: 100g/t;

Với chế độ tối ưu ở thí nghiệm điều kiện đạt được, tiến hành thí nghiệm tuyển nổi sơ đồ vòng hở xác định số lần tuyển tinh và tuyển vớt Pb, Zn. Để thu được quặng tinh Pb, Zn đạt yêu cầu thì cần 3 lần tuyển tinh Pb và Zn; số lần tuyển vớt Pb và Zn lần lượt là 3 và 4 lần. Tiếp tục nghiên cứu bằng sơ đồ vòng kín để xem xét kỹ hơn các yếu tố ảnh hưởng trong quá trình tuyển. Kết quả thu được sau các lần thí nghiệm vòng kín được thể hiện tại bảng 5.

Bảng 5. Kết quả tuyển nổi vòng kín mỏ Côi Kỳ

Sản phẩm	Thu hoạch, %	Hàm lượng, %		Thực thu, %	
		Pb	Zn	Pb	Zn
Quặng tinh Pb	2,45	52,51	1,78	79,41	1,42
Quặng tinh Zn	5,44	2,24	51,02	7,51	90,41
Thải	92,11	0,23	0,27	13,08	8,17
Cộng	100,00	1,62	3,07	100,00	100,00

Kết quả tuyển vòng kín mẫu quặng chì kẽm Côi Kỳ cho thấy rằng, với sơ đồ tuyển nổi và chế độ thuốc tuyển hợp lý, nhận được các quặng tinh chì và kẽm có hàm lượng >51% với thực thu Pb ~ 80% và thực

thu kẽm >90%.

3.2 Kết quả nghiên cứu tuyển mẫu quặng sunfua chì kẽm nghèo vùng Bắc Kạn

3.2.1 Thí nghiệm tuyển mẫu quặng mỏ Ba Bò

Theo kết quả phân tích thành phần vật chất mẫu đầu của quặng chì kẽm mỏ Ba Bò cho thấy đây là quặng chì kẽm chứa lượng chì và kẽm tương đối thấp, độ xâm nhiễm của mẫu quặng là rất mịn. Kết quả tuyển thăm dò đối tượng quặng này đã khẳng định, dùng phương pháp tuyển nổi chọn riêng có thể tách riêng Pb và Zn ra khỏi tạp chất đất đá.

Sử dụng sơ đồ tuyển nổi tập hợp chọn riêng để nghiên cứu mẫu quặng như hình 3. Dưới đây là chế độ tuyển và các kết quả thí nghiệm điều kiện đạt được:

* Chế độ tuyển vòng tuyển chì	Chế độ tuyển vòng tuyển kẽm
- Độ mịn nghiền: 85 % cấp - 0,074 mm;	- Môi trường (vôi): pH=10,5;
- Môi trường (vôi): pH=8;	- Thuốc kích động Zn: CuSO ₄ - 300 g/t;
- Thuốc đè chìm Zn: Na ₂ SO ₃ +ZnSO ₄ :200+600 g/t;	- Butylxantat: 200g/t.
- Etylxantat: 90g/t;	

Với chế độ tối ưu ở thí nghiệm điều kiện đạt được, tiến hành thí nghiệm tuyển nổi sơ đồ vòng hồ xác định số lần tuyển tinh và tuyển vớt Pb, Zn. Xác định được số lần tuyển tinh và vớt Pb là 3 lần, số lần tuyển tinh và vớt Zn là 4 lần. Tiếp tục nghiên cứu bằng sơ đồ vòng kín để xem xét kỹ hơn các yếu tố ảnh hưởng trong quá trình tuyển. Kết quả thu được sau khi thí nghiệm vòng kín được thể hiện tại bảng 6.

Bảng 6. Kết quả tuyển nổi vòng kín mỏ Ba Bò

Sản phẩm	Thu hoạch, %	Hàm lượng, %		Thực thu, %	
		Pb	Zn	Pb	Zn
Quặng tinh Pb	2,88	50,06	1,76	80,10	3,67
Quặng tinh Zn	2,35	5,16	51,73	6,74	88,09
Thải	94,77	0,25	0,12	13,16	8,24
Cộng	100,00	1,80	1,38	100,00	100,00

Kết quả tuyển vòng kín quặng sunfua chì kẽm mỏ Ba Bò cho thấy rằng, với sơ đồ tuyển nổi và chế độ thuốc tuyển được đề nghị, cho phép nhận được các quặng tinh chì và kẽm đạt hàm lượng >50%, thực thu chì 80% và thực thu kẽm là 88%.

3.2.2 Thí nghiệm tuyển mẫu quặng khu Đèo An

Mẫu quặng khu Đèo An thành phần quặng chứa rất nhiều pyrit và pyrotin (chiếm đến 40-50%), dẫn đến không nâng cao được chất lượng quặng tinh kẽm, tiến hành tuyển từ để tách pyrotin (chiếm 20-25%), sau đó tiếp tục tuyển nổi để nâng cao hàm lượng theo sơ đồ tuyển mà các cán bộ của Công ty Kim loại màu Bắc Kạn đã thực hiện [Công ty kim loại màu Thái Nguyên, 2014]. Tiến hành tuyển nổi vòng hồ chọn riêng chì (3 lần tuyển vớt Pb) và kẽm (3 lần tuyển tinh và 3 lần tuyển vớt). Kết quả thí nghiệm được thể hiện tại bảng 7.

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm mẫu quặng khu Đèo An

TT	Tên sản phẩm	Thu hoạch, %	Hàm lượng, %			Thực thu, %		
			Pb	Zn	Fe	Pb	Zn	Fe
1	Quặng tinh kẽm	5,11	0,65	52,74	7,77	2,54	80,69	1,34
2	Quặng tinh tuyển chính Pb	6,65	16,56	2,61	40,00	84,06	5,20	9,00
3	Trung gian 1	8,33	0,33	2,96	32,06	2,12	7,38	9,04
4	Trung gian 2	1,56	0,30	1,06	31,23	0,36	0,50	1,65
5	Trung gian 3	1,02	0,25	0,97	30,22	0,19	0,30	1,04
6	Thải	48,62	0,10	0,32	14,82	3,71	4,66	24,38
7	Sản phẩm có từ	28,71	0,32	0,15	55,11	7,01	1,29	53,54
	Nguyên khai	100,00	1,31	3,34	29,55	100	100	100

Nhận xét: Kết quả thí nghiệm cho thấy, với sơ đồ công nghệ kết hợp tuyển từ và tuyển nổi đã nâng

được hàm lượng quặng tinh kẽm trên 50%, thực thu vòng hở đạt trên 80% và hàm lượng sắt trong quặng tinh kẽm nhỏ hơn 8%. Hàm lượng kẽm, chì trong đuôi thải tương đương với sản xuất thực tế hiện nay.

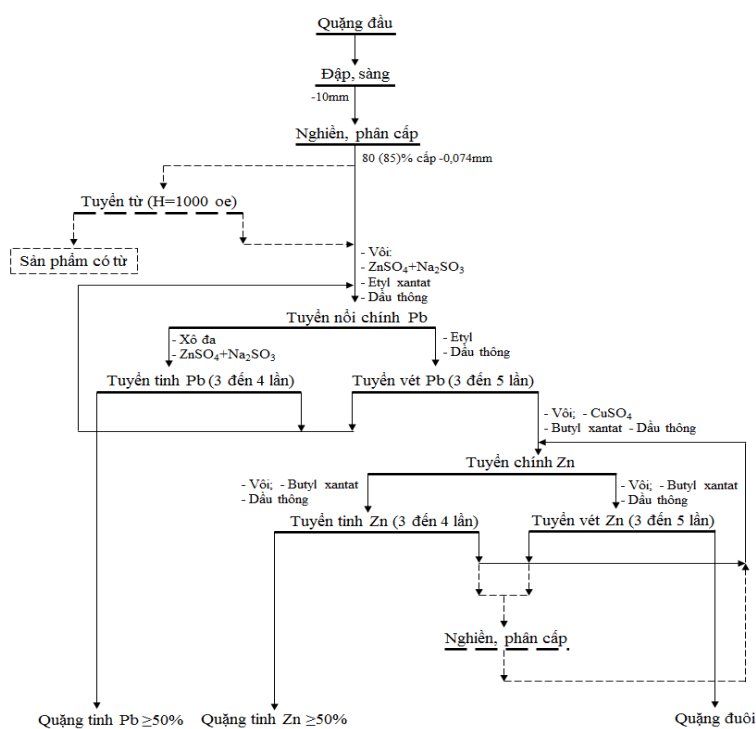
4. Đề xuất công nghệ tuyển quặng sunfua chì kẽm nghèo vùng Thái Nguyên Bắc Kạn

Theo các báo cáo địa chất và kết quả phân tích thành phần vật chất mẫu quặng chì kẽm sunfua nghèo vùng Thái Nguyên, Bắc Kạn cho thấy:

- Vùng Thái Nguyên và Bắc Kạn nằm trên lãnh thổ Đông Bắc Việt Nam trong kiến trúc Lô Gâm - Phú Ngũ, phát triển chủ yếu các trầm tích Lục Nguyên và lục nguyên - cacbonat Paleozoi. Khoáng vật tạo quặng chứa chì và kẽm chủ yếu là galenit và sphalerit, ngoài ra còn có các khoáng vật chứa sắt đi kèm như pyrit, pyrotin, siderit, arsenopyrit... Khoáng vật phi quặng chủ yếu là thạch anh, dolomit, Illit, clorit... Như vậy, có thể nói về quá trình thành tạo và thành phần vật chất của quặng sunfua chì kẽm vùng này là tương đối giống nhau.

- Trong quặng nguyên khai hàm lượng Pb+Zn dao động từ 3÷7%, các khoáng vật tạo quặng liên kết cơ học chặt chẽ và có độ xâm nhiễm từ mịn đến rất mịn với nhau.

Để lấy được quặng tinh có hàm lượng đạt yêu cầu cấp cho luyện kim và đạt được tỉ lệ thực thu cao, đã đề xuất công nghệ tuyển đối với quặng sunfua chì kẽm nghèo vùng Thái Nguyên - Bắc Kạn và sơ đồ công nghệ đề xuất được thể hiện tại hình 4.



Hình 4. Sơ đồ đề xuất công nghệ tuyển quặng sunfua chì kẽm nghèo vùng Thái Nguyên - Bắc Kạn

5. Kết luận

- Quặng sunfua chì kẽm nghèo vùng Thái Nguyên, Bắc Kạn có tổng lượng Pb, Zn trong quặng đầu khoảng 3-7%, trong đó các khoáng vật có ích và các khoáng vật không có ích xâm nhiễm khá mịn và rất chặt chẽ với nhau, gây khó khăn cho việc tách riêng các khoáng có ích ra khỏi đất đá cũng như tách riêng các khoáng có ích ra khỏi nhau.

- Đã đề xuất sơ đồ công nghệ tuyển đối tượng quặng sunfua chì kẽm nghèo vùng Thái Nguyên, Bắc Kạn:

+ Nghiền giải phóng kết hạch.

+ Trong trường hợp nguồn quặng đầu vào có từ tính thì có thể kết hợp tuyển từ để tách sản phẩm có từ, sau đó tuyển nổi chọn riêng trực tiếp thu hồi chì trước sau đó tuyển nổi thu hồi kẽm. Để nâng cao thực thu

trong khâu tuyển kẽm có thể nghiền lại sản phẩm trung gian sau đó cho quay lại khâu tuyển chính.

- Kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm đã khẳng định khả năng tuyển nổi chọn riêng quặng sunfua chì kẽm nghèo vùng Thái Nguyên, Bắc Kạn cho phép nhận được quặng tinh chì và kẽm đạt yêu cầu về chất lượng cũng như thực thu.

- Kết quả nghiên cứu đã đề xuất sơ đồ tuyển hợp lý và thu hồi được quặng tinh Pb, Zn có hàm lượng $\geq 50\%$ với thực thu Pb $\sim 80\%$ và thực thu Zn $\sim 90\%$.

Tài liệu tham khảo

Nguyễn Huy Hùng, 2015. Báo cáo “*Nghiên cứu công nghệ tuyển nổi quặng sunfua chì – kẽm nghèo vùng Thái Nguyên, Bắc Kạn nhằm tận thu tài nguyên*”, Viện khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin.

Công ty kim loại màu Thái Nguyên, 2014, Báo cáo sản xuất tháng 11/2014.

Quyết định 176/2006/QĐ-TTg (2006), Về việc phê duyệt quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng chì, kẽm giai đoạn 2006-2015, có xét đến năm 2020.

ABSTRACT

The research results on the low grade lead - zinc sulphide ore separation works at Thai Nguyen and Bac Kan province

Nguyen Huy Hung¹, Nguyen Van Minh¹

¹*Vinacomin Institute of Mining Science and Technology*

The report presents the research results on the low grade lead - zinc sulphide ore separation works at 1A - Ba mine area and Coi Ky mine area, Thai Nguyen Province; Deo An mine area and Ba Bo mine area, Bac Kan province. The low grade lead - zinc sulphide ore, ore mineral and non-ore minerals and other gangue mineral finely disseminated in each other. Used a combination of methods separation such as: Gravity concentration, magnetic separation and froth flotation. The results on show that, after the separation, the concentrate with the content of more than 50%Pb and 50% Zn, and lead recovery $\sim 80\%$, zinc recovery $\sim 90\%$.

Key words: Froth flotation, gravity separation, lead - zinc sulphide ores

Nghiên cứu tuyển nổi bùn than khu vực cấm phá bằng hỗn hợp thuốc pha chế từ dầu thải

Phạm Văn Luận^{1,*}, Lê Việt Hà¹, Nguyễn Thị Tuyết Mai¹
¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Tuyển nổi là phương pháp phổ biến để thu hồi bùn than cấp hạt -1mm. Phương pháp này cho phép thu được sản phẩm than sạch có chất lượng và tỷ lệ thu hồi cao, đồng thời nâng cao hiệu quả khử nước bùn than và giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Hỗn hợp thuốc tuyển là thành phần không thể thiếu trong quá trình tuyển nổi bùn than, hỗn hợp thuốc tuyển có các thành phần chính là: các hydrocacbon (dầu diesel, dầu hỏa, dầu f/o,...) và một số chất phụ gia khác. Dầu thải làm mát của các động cơ có thành phần chính là các hydrocacbon nên tính tập hợp. Nếu tận dụng được dầu thải để pha chế thuốc tuyển sẽ làm giảm giá thành tuyển nổi bùn than và giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Báo cáo này trình bày kết quả nghiên cứu tuyển nổi bùn than mỏ Khe Sim và Cọc Sáu bằng hỗn hợp thuốc tuyển tự pha chế có thành phần chính từ dầu thải. Từ mẫu bùn than ban đầu của mỏ Khe Sim và Cọc Sáu có độ tro gần 70% và 39%, sau khi tuyển bằng hỗn hợp thuốc pha chế từ dầu thải thu được sản phẩm than sạch có độ tro dưới 35% và 15%, với thực thu vào khoảng 75% và 90%; Đồng thời thu được sản phẩm đá thải có độ tro trên 80%.

Từ khóa: Tuyển nổi, bùn than, thuốc tuyển

1. Giới thiệu

Than thuộc nhóm kỵ nước tự nhiên nên chúng được tuyển nổi bằng thuốc tập hợp không cực gồm các loại hydrocacbon như: dầu hỏa, dầu diesel, dầu mazut Độ dài của mạch hydrocacbon tỷ lệ thuận với tính tập hợp và tỷ lệ nghịch với tính chọn riêng. Nên khi sử dụng thuốc tập hợp là hỗn hợp của các loại hydrocacbon luôn cho hiệu quả tuyển cao hơn so với khi dùng một loại [Janusz S. Laskowski, 2001]. Điển hình là nghiên cứu sử dụng hỗn hợp thuốc tập hợp có thành phần chính là dầu hỏa và dầu diesel để tuyển nổi bùn than Hòn Gai, đến nay vẫn được dùng tại nhà máy tuyển than Hòn Gai [Phạm Văn Luận, 2013, 2014]. Tương tự, Chanturiya valentini sử dụng 2-vinylhexadiene-1.5 trộn với dầu nặng để tuyển nổi bùn than của nhà máy Severstal Central Preparation Plant [Rick Q. Honaker, 2010]. Để tăng hiệu quả tuyển nổi bùn than, nhiều nghiên cứu trên thế giới đã phối trộn một lượng nhỏ thuốc tập hợp dị cực với thuốc tập hợp không cực. Vào năm 2002 Renhe Jia và các cộng sự đã phát triển một loại hỗn hợp thuốc tuyển mới (tetrahydrofurfuryl -THF) để tuyển nổi bùn than chất lượng thấp hoặc bị oxy hóa bề mặt. Họ THF là hỗn hợp của Dodecane (C₁₂H₂₆) với Nonylphenon hoặc Nonylbenzene với Polyethoxylated nonylphenol (GH4) [Renhe Jia, 2002]. Để tuyển nổi bùn than bị oxy hóa về mặt, Raghav M. Dube đã sử dụng thuốc tập hợp là hỗn hợp của axit oleic với dầu FO [Dube, Raghav M 2012].

Thuốc tạo bọt dùng trong quá trình tuyển nổi bùn than là các loại aliphatic alcohol hoặc polyglycol etc. Thuốc tạo bọt cũng có hiệu quả cao hơn khi sử dụng ở dạng hỗn hợp. Murat Erol nhận thấy: khi tuyển nổi bùn than nếu dùng riêng các thuốc Triton x-100, Brij-35, MIBC và SDS cho hiệu quả tuyển thấp hơn khi sử dụng thuốc tạo bọt là hỗn hợp của MIBC với Triton x-100 hoặc Brij-35 [Murat Erol, 2003].

2. Mẫu nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mẫu nghiên cứu

2.1.1. Mẫu dầu thải

Dầu thải làm mát của các động cơ được lấy tại nhà máy tuyển than Hòn Gai với khối lượng 10l. Dầu thải được lọc bỏ cặn bã để làm nguyên liệu pha chế hỗn hợp thuốc và lấy một phần đi phân tích. Kết quả phân tích tính chất của dầu thải và dầu nhớt cho ở bảng 1. Từ kết quả ở bảng 1 nhận thấy:

- Sau quá trình làm mát độ nhớt của dầu giảm đi khoảng 4 lần, tỷ trọng giảm một chút, ở nhiệt độ 3700C đã có khoảng 50% thể tích của dầu bay hơi;

- Do độ nhớt của dầu thải giảm và lượng dầu nhẹ trong dầu thải tăng nên khả năng phân tán và tính chọn riêng của dầu thải tăng, vì vậy có thể sử dụng dầu thải làm thuốc tập hợp để tuyển bùn than.

* Tác giả liên hệ:

Email: phamvanluan@humg.edu.vn

Bảng 1. Kết quả phân tích dầu thải và dầu nhớt

TT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	
			Dầu thải	Dầu nhớt
1	Tỷ trọng ở 15 ⁰ C	g/cm ³	0,8736	0,8937
2	Độ nhớt động học ở 40 ⁰ C	cSt	51,25	226,77
3	Hàm lượng CA, CN, CP	%v/v		
	CA (Aromatic)		0	1,3
	CN (napathanic)		67,88	62,22
	CP (parafinic)		32,12	36,49
4	Thành phần cất đến 370 ⁰ C	%v/v		
	90 ⁰ C	%v/v	T đầu	-
	218 ⁰ C	%v/v	T5%v/v	-
	276 ⁰ C	%v/v	T10%v/v	-
	334 ⁰ C	%v/v	T20%v/v	-
	349 ⁰ C	%v/v	T30%v/v	-
	357 ⁰ C	%v/v	T40%v/v	-
370 ⁰ C	%v/v	T50%v/v	-	

2.1.2. Mẫu bùn than

Mẫu bùn than sử dụng để kiểm tra hiệu quả của hỗn hợp thuốc được lấy tại Mỏ than Khe Sim và Cọc Sáu. Khối lượng mỗi mẫu 1,5 tấn, kết quả phân tích rây và độ tro của hai mẫu bùn than cho ở bảng 2.

Bảng 2. Tính chất của mẫu bùn than Mỏ Khe Sim và Cọc Sáu

Cấp hạt, mm	Khe Sim		Cọc Sáu	
	γ, (%)	A, (%)	γ, (%)	A, (%)
0,5-1	13,9	58,66	10,24	31,15
02-0,5	35,48	61,84	22,82	30,02
0,1-0,2	9,13	67,59	13,35	28,85
0,074-0,1	6,67	67,69	8,83	30,59
0,04-0,074	4,55	69,77	6,81	27,89
-0,04	30,27	82,26	37,95	52,46
Cộng	100	68,86	100	38,4

Từ kết quả phân tích mẫu bùn than nhận thấy:

- Bùn than của Mỏ Khe Sim và Cọc Sáu có độ tro lần lượt là: 68,86% và 38,4%;
- Mẫu nghiên cứu chứa phần lớn là cấp hạt -0,04mm và độ tro của chúng cao hơn rất nhiều so với các cấp hạt còn lại;
- Theo kết quả phân tích mẫu bùn than có thể nhận thấy: khi tuyển nổi mẫu bùn than mỏ Khe Sim cần sử dụng hỗn hợp thuốc có tính chọn riêng cao hơn so với mẫu bùn than mỏ Cọc Sáu.

2.2. Phương pháp và cách đánh giá kết quả nghiên cứu

Thí nghiệm được thực hiện theo phương pháp truyền thống, nghĩa là cố định các thông số khác ngoài thông số được khảo sát. Thông số tối ưu của thí nghiệm trước được sử dụng cho thí nghiệm tiếp theo.

Các thí nghiệm được tuyển một lần duy nhất trên máy tuyển nổi cơ giới phòng thí nghiệm, còn các điều kiện khác như sau: Cấp thuốc 1 lần; máy tuyển nổi 3 lít; khuấy tiếp xúc 3 phút và thời gian gạt bọt 5 phút.

Hiệu quả tuyển được đánh giá thông qua các thông số sau: Than sạch khi tuyển nổi bùn than của mỏ Khe Sim và Cọc Sáu có độ tro (A) lần lượt dưới 35% và 15%, đồng thời có thu hoạch (γ) và thực thu (ε) cao nhất. Sản phẩm đá thải có độ tro trên 80% đảm bảo yêu cầu thải bỏ.

3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

3.1. Nghiên cứu pha chế hỗn hợp thuốc

3.1.1. Nghiên cứu pha chế hỗn hợp thuốc tập hợp từ dầu thải

Dầu nhớt dùng làm mát cho các động chứa đến 90 % dầu khoáng, khoảng 10 % dầu tổng hợp và chất phụ gia (chống oxy hóa, tẩy rửa bề mặt, chống mài mòn, phân tán muội than,...). Phần dầu khoáng thuộc loại dầu nặng có độ nhớt cao và mạch hydrocacbon rất dài. Trong quá trình sử dụng làm mát cho các động cơ dầu nhớt có thể bị oxy hóa một phần, chứa thêm muội than,.. tính chất của dầu thải thay đổi so với dầu nhớt như bảng 1. Vì vậy, không nên dùng trực tiếp dầu thải để làm thuốc tập hợp. Mà trước tiên

cần phải lọc để tách bỏ muội than, sau đó bổ sung thêm các loại dầu nhẹ hơn (như dầu hỏa, dầu diezen,...) và một số thuốc tập hợp dị cực (axit oleic, natri oleat,...) để làm giảm độ nhớt và tăng tính chọn riêng của thuốc. Tiến hành nghiên cứu pha trộn hỗn hợp thuốc tập hợp (TH) theo các bước sau:

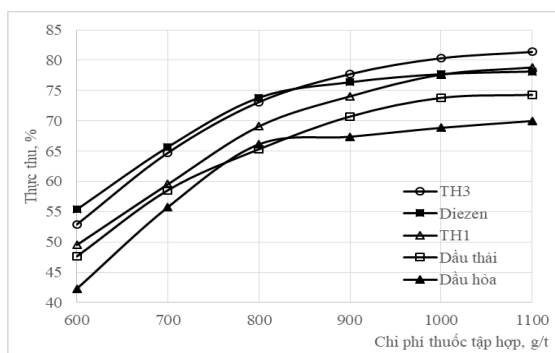
➤ Bước 1 – Nghiên cứu xác định tỷ lệ hợp lý giữa dầu hỏa, dầu thải và diezen: lần lượt thay đổi tỷ lệ giữa 3 loại dầu này để thu được hộ thuốc TH, sau đó lấy từng thuốc TH để tuyển nổi bùn than. Kết quả nghiên cứu cho ở Bảng 3;

➤ Bước 2 - Nghiên cứu cải thiện tính tập hợp của thuốc TH: Lấy thuốc TH đã tìm được ở bước 1 phối trộn với axit oleic hoặc natri oleat. Kết quả nghiên cứu cho thấy dùng natri oleat cho kết quả tuyển tốt hơn và tỷ lệ natri oleat với hỗn hợp thuốc TH ở bước 1 là: 4:100.

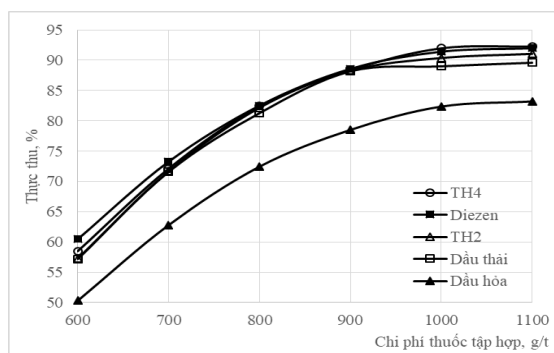
Tỷ lệ pha trộn giữa các thành phần có trong thuốc tập hợp và ký hiệu thuốc tập hợp để tuyển nổi bùn than mỏ Khe Sim và Cọc Sáu cho ở Bảng 3. Kết quả tuyển nổi bùn than mỏ Khe Sim và Cọc Sáu với các loại thuốc tập hợp: dầu hỏa; dầu thải; dầu diezen, TH1; TH2; TH3 và TH4 ở một vài chi phí được cho ở các đồ thị hình 1 và 2. Thuốc tạo bọt là 90 % MIBC+10 % côn (TB) với chi phí 100 g/t.

Bảng 3. Thành phần và ký hiệu của các thuốc tập hợp

Thuốc tuyển nổi bùn than mỏ Khe Sim					Thuốc tuyển nổi bùn than mỏ Cọc Sáu				
Ký hiệu	Tỷ lệ theo khối lượng				Ký hiệu	Tỷ lệ theo khối lượng			
	Dầu hỏa	Dầu thải	Dầu diezen	Natri oleat		Dầu hỏa	Dầu thải	Dầu diezen	Natri oleat
TH 1	15	80	5	0	TH 2	5	80	15	0
TH 3	15	80	5	4	TH 4	5	80	15	4

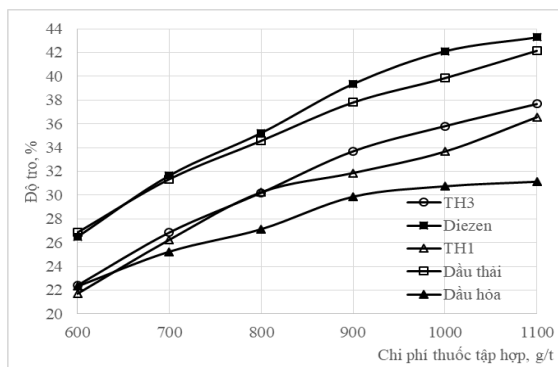


a, Mỏ Khe Sim

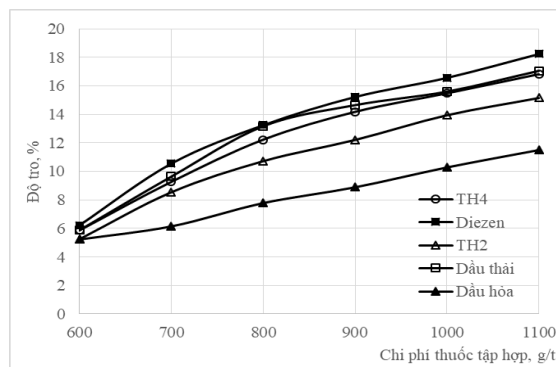


b, Mỏ Cọc Sáu

Hình 1: Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thực thu than sạch vào loại và chi phí hỗn hợp thuốc tập hợp



a, Mỏ Khe Sim



b, Mỏ Cọc Sáu

Hình 2. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của độ tro than sạch vào loại và chi phí hỗn hợp thuốc tập hợp

Từ kết quả tuyển nổi bùn than với một số loại thuốc tập hợp ở các chi phí khác nhau, nhận thấy:

- Hình 1 và 2 cho thấy: Dầu thải có tính tập hợp cao hơn so với dầu hỏa và thấp hơn so với dầu diezen, tuy nhiên tính chọn riêng của nó lại gần bằng dầu diezen; chứng tỏ dầu thải hoàn toàn có thể dùng làm thuốc tập hợp, tuy nhiên cần bổ sung vào dầu thải một lượng nhỏ dầu hỏa và dầu diezen để cải thiện tính năng của thuốc;

- Bùn than của mỏ Khe Sim có chất lượng xấu hơn so với mỏ Cọc Sáu, do vậy để thu được sản

phẩm than sạch có độ tro đạt yêu cầu cần sử dụng hỗn hợp thuốc tập hợp có tính chọn riêng cao hơn. Ngược lại, bùn than mỏ Cọc Sáu được tuyển bằng hỗn hợp thuốc tập hợp có tính tập hợp cao hơn, để tránh mất mát than sạch vào đá thải. Đây là nguyên nhân chính dẫn đến tỷ lệ dầu hòa và dầu diezen trong hỗn hợp thuốc TH1 và TH2 khác nhau;

- Hỗn hợp thuốc tập hợp pha chế từ dầu thải bắt đầu cho phép thu được sản phẩm than sạch có thực thu cao hơn dầu diezen ở chi phí trên 900g/t. Hỗn hợp thuốc có mặt natri oleat (TH3 và TH4) luôn thu được sản phẩm than sạch có độ tro và thực thu cao hơn so với hỗn hợp thuốc không sử dụng natri oleat (TH1 và TH2), xem hình 1 và 2;

- Hỗn hợp thuốc tập hợp pha chế từ dầu thải bắt đầu cho phép thu được sản phẩm than sạch có thực thu cao hơn dầu diezen ở chi phí trên 900g/t. Hỗn hợp thuốc có mặt natri oleat (TH3 và TH4) luôn thu được sản phẩm than sạch có độ tro và thực thu cao hơn so với hỗn hợp thuốc không sử dụng natri oleat (TH1 và TH2), xem hình 1 và 2;

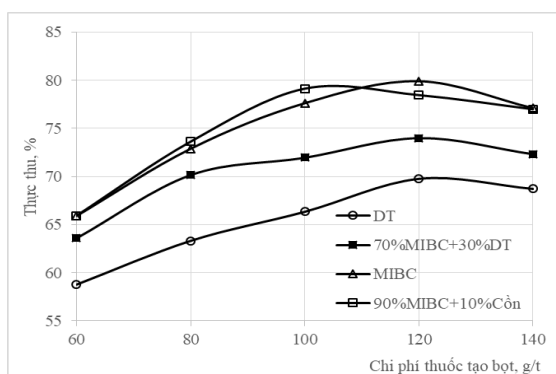
- Từ hình 1 và 2 nhận thấy: Ở cùng một chi phí, khi tuyển bùn than bằng dầu hòa luôn cho phép thu được sản phẩm than sạch có chất lượng cao nhất nhưng thực thấp nhất; còn khi tuyển bằng dầu diezen và dầu thải luôn thu được sản phẩm than sạch có chất lượng thấp nhất;

- Kết quả nghiên cứu cho thấy: Không cần pha thêm các chất có tính hợp mạnh vào dầu thải (natri oleat; axit oleic...); có thể sử dụng đến 80% dầu thải để pha chế hỗn hợp thuốc tập hợp, 20% còn lại là dầu diezen và dầu hòa; tỷ lệ dầu hòa và diezen trong hỗn hợp thuốc phụ thuộc vào bùn than đưa tuyển và yêu cầu chất lượng sản phẩm than sạch;

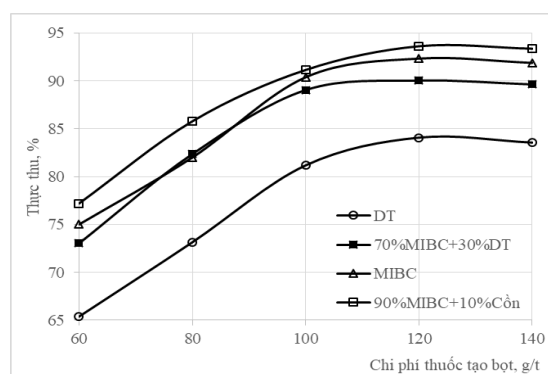
- Chi phí hỗn hợp thuốc tập hợp tối ưu vào khoảng 1000g/t, chi phí cao hơn 1000g/t thì thực thu sản phẩm than sạch tăng không đáng kể còn chất lượng than sạch giảm rất nhanh (xem hình 1 và 2).

3.1.2. Nghiên cứu pha chế hỗn hợp thuốc tạo bọt

Để xác định hỗn hợp thuốc tạo bọt tối ưu cho quá trình tuyển nổi bùn than, trong quá trình nghiên cứu đã sử dụng 3 loại thuốc: MIBC; dầu thông và cồn 900. Kết quả nghiên cứu cho thấy: khi phối trộn 90%MIBC với 10% cồn 900 làm thuốc tạo bọt hiệu quả tuyển cao hơn so với khi phối trộn MIBC với dầu thông hoặc sử dụng riêng dầu thông và MIBC làm thuốc tạo bọt. Kết quả tuyển với các loại thuốc tạo bọt ở một vài chi phí cho ở hình 3 và 4. Thuốc tập hợp sử dụng trong nghiên cứu này là TH1 và TH2 để tuyển nổi lần lượt bùn than mỏ Khe Sim và mỏ Cọc Sáu ở cùng một chi phí 1000g/t.



a, Mỏ Khe Sim



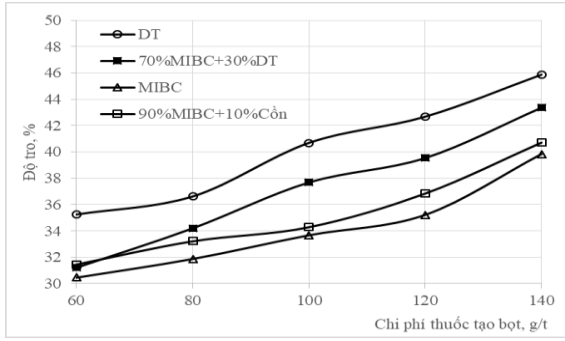
b, Mỏ Cọc Sáu

Hình 3. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thực thu than sạch vào loại và chi phí hỗn hợp thuốc tạo bọt

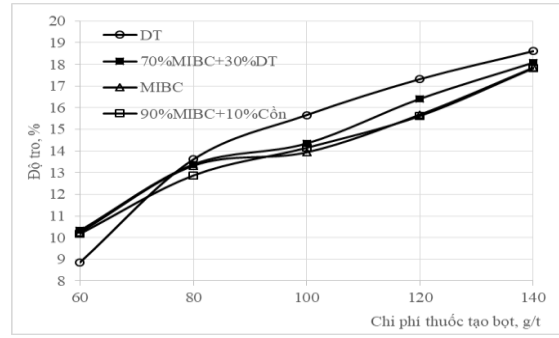
Kết quả nghiên cứu cho thấy:

- Từ hình 3; 4 nhận thấy: Sử dụng 90%MIBC+10% cồn (TB) làm thuốc tạo bọt cho hiệu quả tuyển cao nhất và chi phí thấp nhất (vào khoảng 100g/t); nếu dùng MIBC làm thuốc tạo bọt thì hiệu quả tuyển thấp hơn một chút và chi cao hơn (vào khoảng 120g/t); còn nếu dùng 70% MIBC + 30% dầu thông hoặc dầu thông cho hiệu quả tuyển rất thấp;

- Tác dụng chính của cồn là giúp MIBC phân tán tốt hơn nên hỗn hợp thuốc tạo bọt TB cho hiệu quả tuyển tốt hơn và chi phí thấp hơn; ngoài ra cồn còn có tính tạo bọt yếu, do đó nếu tỷ lệ cồn trong hỗn hợp thuốc tạo bọt TB trên 10% thì hiệu quả tuyển bắt đầu giảm.



a, Mỏ Khe Sim



b, Mỏ Cọc Sáu

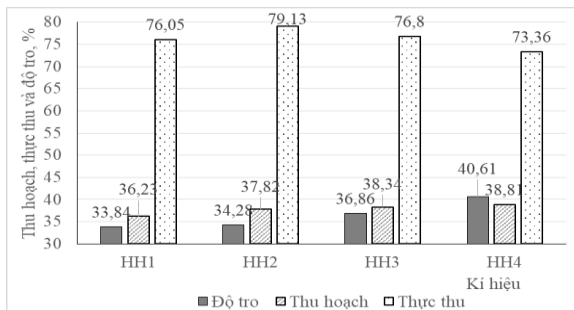
Hình 4. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của độ tro than sạch vào loại và chi phí hỗn hợp thuốc tạo bọt

3.1.3 Nghiên cứu xác định tỷ lệ tối ưu giữa thuốc tập hợp và tạo bọt

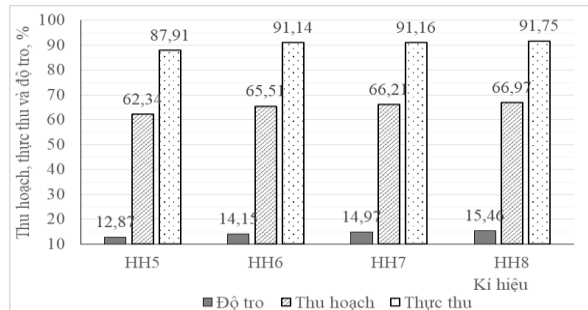
Các nghiên cứu ở trên đã xác định được hai hỗn hợp thuốc tập hợp (TH1 và TH2) và hỗn hợp thuốc tạo bọt (TB) cho quá trình tuyển nổi bùn than mỏ Khe Sim và Cọc Sáu. Vì thuốc tuyển nổi bùn than không sử dụng riêng rẽ mà dùng ở dạng hỗn hợp, nên đã tiến hành nghiên cứu phối trộn TB với TH1 và TH2 ở một số tỷ lệ như bảng 4. Sau đó sử dụng các hỗn hợp thuốc (có kí hiệu như trong bảng 4) để tuyển nổi bùn than mỏ Khe Sim và Cọc Sáu với chi phí 1100g/t, kết quả tuyển cho ở biểu đồ hình 5.

Bảng 4: Thành phần và ký hiệu của các hỗn hợp thuốc

Thuốc tuyển bùn than mỏ Khe Sim			Thuốc tuyển bùn than mỏ Cọc Sáu		
Kí hiệu hỗn hợp thuốc	Tỷ lệ pha chế, %		Kí hiệu hỗn hợp thuốc	Tỷ lệ pha chế, %	
	TB	TH1		TB	TH2
HH1	8	92	HH5	8	92
HH2	10	90	HH6	10	90
HH3	12	88	HH7	12	88
HH4	14	86	HH8	14	86



a, Mỏ Khe Sim



b, Mỏ Cọc Sáu

Hình 5. Biểu đồ thể hiện sự phụ thuộc của thực thu, thu hoạch và độ tro than sạch vào tỷ lệ pha chế giữa thuốc tạo bọt và thuốc tập hợp

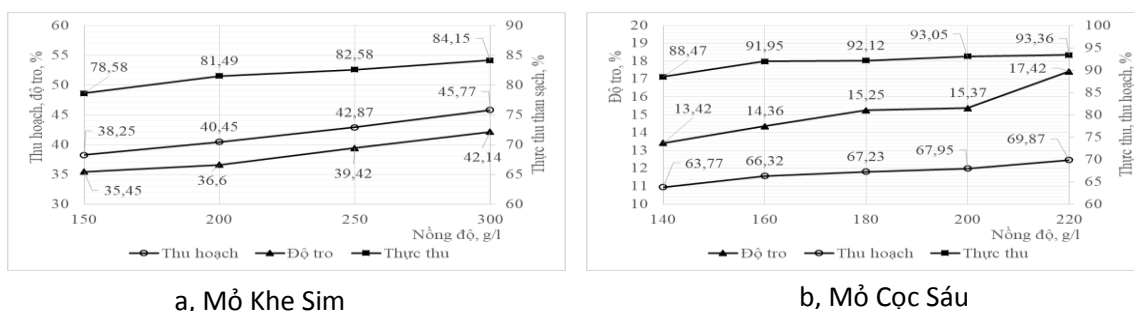
Từ kết quả thí nghiệm phối trộn giữa thuốc tạo bọt và thuốc tập hợp nhận thấy:

- Khi tăng tỷ lệ thuốc tạo bọt trong hỗn hợp thuốc từ 8 – 10% thì các chỉ tiêu công nghệ tuyển tăng dần; tiếp tục tăng tỷ lệ thuốc tạo bọt trên 10% thì các chỉ tiêu công nghệ tuyển bắt đầu giảm, đồng thời trong quá trình tuyển còn nhận thấy bóng khí to và dai hơn, chứng tỏ hỗn hợp thuốc bắt đầu có hiện tượng dư thừa thuốc tạo bọt;
- Từ kết quả nghiên cứu chọn tỷ lệ pha chế giữa thuốc tạo bọt (TB) với thuốc tập hợp TH1 và TH2 đều là 10:90; tương ứng với hỗn hợp thuốc HH2 để tuyển bùn than mỏ Khe Sim và HH6 để tuyển bùn than mỏ Cọc Sáu.

3.2 Nghiên cứu tuyển nổi bùn than với hỗn hợp thuốc mới pha chế

3.2.1 Nghiên cứu xác định nồng độ bùn tối ưu

Nồng độ pha rắn của bùn tuyển nổi ảnh hưởng lớn đến hiệu quả tuyển nổi, nồng độ bùn đưa tuyển quá không phù hợp sẽ làm giảm các chỉ tiêu công nghệ tuyển. Kết quả thí nghiệm cho ở hình 6, với chi phí hỗn hợp thuốc tuyển (HH2, HH6) 1000g/t.

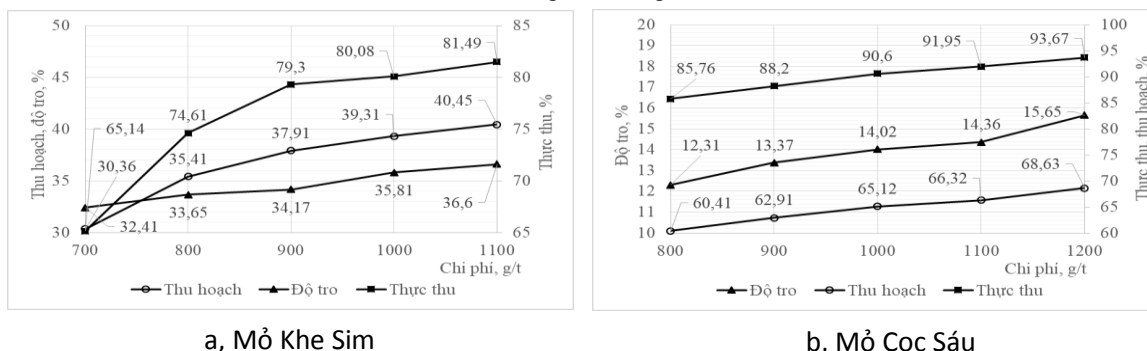


Hình 6. Đồ thị thể hiện sự phụ thuộc của thực thu, thu hoạch và độ tro than sạch vào nồng độ pha rắn

Từ đồ thị hình 6 nhận thấy: Bùn than của mỏ Khe Sim có chất lượng xấu hơn nên nồng độ bùn đưa tuyển tối ưu cao hơn và vào khoảng 200g/l; còn bùn than mỏ Cọc Sáu có chất lượng tốt hơn nên đảm bảo thu hồi tối đa than sạch cần tuyển ở nồng độ thấp hơn, nồng độ tối ưu vào khoảng 160g/l.

3.2.2 Nghiên cứu xác định chi phí hỗn hợp thuốc tối ưu

Chi phí hỗn hợp thuốc ảnh hưởng đến khả năng thu hồi và chất lượng của sản phẩm than sạch. Chi phí thấp, lượng thuốc cho quá trình tuyển thiếu, không thu hồi hết các hạt than gây mất mát than sạch. Ngược lại, chi phí hỗn hợp thuốc dư thừa, làm giảm tính chọn riêng của thuốc và chất lượng than sạch, đôi khi nó còn làm rối loạn quá trình tuyển và tăng chi phí tuyển. Kết quả thí nghiệm cho ở hình 7, với nồng độ bùn tối ưu cho mỏ Khe Sim và Cọc Sáu lần lượt là 200g/l và 160g/l.



Hình 7. Đồ thị thể hiện sự phụ thuộc của thực thu, thu hoạch và độ tro than sạch vào chi phí hỗn hợp thuốc tuyển

Từ kết hình 7, nhận thấy: Để thu được sản phẩm than sạch khi tuyển bùn than của mỏ Khe Sim và Cọc Sáu dưới 35% và 15%, thì chi phí hỗn hợp thuốc HH2 và HH6 tối ưu lần lượt là 900g/t và 1000g/t.

4. Kết luận

Sau khi nghiên cứu pha chế hỗn hợp thuốc từ dầu thải để tuyển nổi bùn than chất lượng xấu của mỏ Khe Sim và Cọc Sáu, tập thể tác giả có một số kết luận sau:

- Từ mẫu bùn than ban đầu của mỏ Khe Sim và Cọc Sáu có độ tro lần lượt gần 69% và 39%, sau khi tuyển nổi bằng hỗn hợp thuốc tuyển pha chế từ dầu thải đã thu được sản phẩm than sạch của mỏ Khe Sim có độ tro dưới 35% và thực thu gần 80%; còn than sạch của mỏ Cọc Sáu có độ tro dưới 15% và thực thu trên 90%;
- Từ kết quả nghiên cứu nhận thấy: dầu thải vẫn có tính tập hợp khá tốt nên không cần pha thêm các chất có tính tập hợp mạnh như axit oleic, natri oleat mà cần pha thêm các chất có tính chọn riêng cao như dầu hòa; dầu diezen;
- Sau quá trình làm mát cho các động cơ, độ nhớt của dầu thải đã giảm nhanh chóng và chứa thêm một lượng nhỏ các hydrocarbon mạch ngắn. Đây là nguyên nhân cơ bản làm tăng khả năng phân tán và chọn riêng của thuốc, nên có thể sử dụng đến 80% dầu thải để pha chế hỗn hợp thuốc tuyển;
- Tỷ lệ dầu hòa và diezen trong hỗn hợp thuốc phụ thuộc vào yêu cầu chất lượng than sạch và tính

chất của bùn. Khi cần thu hồi tối đa than nên sử dụng hỗn hợp thuốc tuyển có tính tập hợp mạnh hơn, do đó cần pha tỷ lệ diezen nhiều hơn và ngược lại;

➤ Đề sớm có thể đưa kết quả nghiên cứu vào thực tế sản xuất, cần tiếp tục nghiên cứu các thí nghiệm bán công nghiệp và công nghiệp ngoài thực tế sản xuất.

Tài liệu tham khảo

Phạm Văn Luận, 2013. Kết quả nghiên cứu điều chế hỗn hợp thuốc tuyển để tuyển nổi bùn than của Công ty tuyển than Hòn Gai – Vinacomin, *Tạp chí Công nghiệp Mỏ số 5*.

Pham Van Luan, 2014. Trial results of local made flotation reagents for flotation of fine coal slurry at Hon Gai coal washing plant, *Advances in mining ang Tunneling*, 21-22 october 2014, Vung tau, Viet Nam.

Công ty Tuyển than Hòn Gai, 2017. Báo cáo sản xuất tháng 4/2017.

Janusz S. Laskowski, 2001. Coal Flotation and Fine Coal Utilization, *Elsevier*.

Renhe Jia, Guy H. Harris, Douglas W. Fuerstenau, 2002. Chemical Reagents for Enhanced Coal Flotation, *Coal Preparation*, Vol. 22, pp 123–149.

Dube, Raghav M, 2012. Collectors for enabling flotation of xidized coal, Theses and Dissertations-Mining Engineering, University of Kentucky

Rick Q. Honaker, 2010. International Coal Preparation Congress 2010 conference proceedings, trang 421 – 431, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.

Murat Erol, 2003. The effect of reagents and reagent mixtures on froth flotation of coal fines, *Int. J. Miner. Process*, số 71 trang 131–145.

ABSTRACT

Flotaion of Campha fine coals using collectors prepared from waste engine lubricants

Pham Van Luan¹, Le Viet Ha¹, Nguyen Thi Tuyet Mai¹

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

Flotation is a common method for recovering -1mm coal size. The method allows to produce high quality clean coal products at high recovery rates, while provides dewatering improvement and minimum environmental pollution. Flotation reagents are necessarily to be used in the process of coal flotation. The collector, as the key reagent, is a mixture of mainly hydrocarbons (diesel oil, kerosene, FO oil, ...) and some other additives. The engine lubricants mainly consist of hydrocarbons so they should have collecting power. Thus the use of waste engine lubricants for collector preparation should reduce the cost of coal flotation and minimize the environmental pollution. This report presents results of the study on the use of collector prepared from waste lubricants for the Khe Sim and Coc Sau fine coals. From the feed samples of Khe Sim and Coc Sau mines with nearly 70% and 39% ash content respectively, the clean coal ash contents of 35% and 15% respectively were achieved, with recoveries of about 75% and 90%; At the same time, the reject ash contents were of over 80%.

Key words: fine coals, flotation, flotation reagent, waste lubricant oil.

Nghiên cứu tuyển mẫu quặng fenspat cấp hạt thô Mỏ Ngọt - Phú Thọ trên thiết bị tuyển nổi trọng lực với một số loại thuốc tập hợp

Phạm Thị Nhung^{1,*}, Nguyễn Hoàng Sơn¹
¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Báo cáo trình bày kết quả thí nghiệm tuyển mẫu quặng fenspat mỏ Ngọt – Phú Thọ cấp hạt 0,2 -1 mm trên thiết bị tuyển nổi trọng lực dạng Hydrofloat quy mô phòng thí nghiệm với một số thuốc tập hợp của Viện Hóa học Công nghiệp Việt Nam và thuốc của Trung Quốc. Kết quả nghiên cứu đã xác định được thuốc tập hợp phù hợp cho vòng tuyển mica là 6B và cho vòng tuyển fenspat là 5C, đây là hai loại thuốc sản xuất tại Việt Nam. Khi tuyển quặng fenspat với hai loại thuốc này đã thu được quặng tinh fenspat có hàm lượng > 12% ($K_2O + Na_2O$) và thực thu > 70%, đồng thời tách được ba sản phẩm: mica, fenspat và thạch anh.

Từ khóa: Fenspat, Hydrofloat, Quặng fenspat Mỏ Ngọt, Thuốc tuyển

3. Đặt vấn đề

Nguyên liệu fenspat đóng vai trò quan trọng trong nhiều ngành công nghiệp như: gốm sứ, thủy tinh, sơn, vật liệu sứ cách điện và các ngành công nghiệp khác. Tuy nhiên, sản lượng khai thác và chế biến fenspat ở Việt Nam hiện nay chưa đáp ứng được nhu cầu trong nước cũng như xuất khẩu. Mỏ fenspat Mỏ Ngọt, Phú Thọ là mỏ có quy mô lớn của Việt Nam với tổng trữ lượng khoảng 20 triệu tấn fenspat, khai thác mỗi năm từ 10.000 - 15.000 tấn fenspat. Xưởng tuyển quặng fenspat Mỏ Ngọt là xưởng tuyển nổi duy nhất ở Việt Nam sản xuất ra các sản phẩm fenspat và thạch anh chất lượng cao. Xưởng hoạt động từ tháng 6 năm 2014 và sử dụng thuốc tuyển nhập khẩu từ Trung Quốc để tuyển nổi cấp hạt dưới 0,2(0,3)mm [Trung tâm KH-CN Chế biến và Sử dụng khoáng sản, 2006, 2009; Nguyễn Hoàng Sơn, 2017].

Theo kết quả phân tích thành phần vật chất mẫu quặng fenspat - Mỏ Ngọt các khoáng vật fenspat trong quặng nguyên khai xâm nhiễm tương đối thô với các thành phần tạp chất chính là Mica và Thạch anh. Do vậy, nếu thu được tinh quặng fenspat cỡ hạt thô sẽ làm giảm đáng kể chi phí năng lượng nghiền, nâng cao năng suất tuyển và giảm chi phí sản xuất. Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã khẳng định: khoáng vật fenspat xâm nhiễm thô nên có thể tuyển tốt bằng thiết bị tuyển nổi – trọng lực (Hydrofloat). [Christopher J. Barbee, 2004],[P.Zhang, R.Snow, J.Miller, J.Kohmuench, 2004]

Năm 2017, Nguyễn Hoàng Sơn đã nghiên cứu tuyển quặng fenspat cấp hạt thô Mỏ Ngọt trên thiết bị hydrofloat tự thiết kế, kết quả tuyển với thuốc nhập khẩu từ Trung Quốc (FY102 và FY105) đã thu được quặng tinh có hàm lượng ($K_2O + Na_2O$) \approx 11% [Nguyễn Hoàng Sơn, 2017]. Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Hoàng Sơn cho thấy quặng fenspat cỡ hạt thô Mỏ Ngọt hoàn toàn có thể tuyển tốt bằng thiết bị hydrofloat, tuy nhiên cần tiếp tục nghiên cứu để nâng cao hàm lượng quặng tinh. Một trong những giải pháp đưa ra là nghiên cứu sử dụng một số loại thuốc tập hợp mới thay thế cho loại thuốc tuyển của Trung Quốc. Gần đây, Viện hóa học Công nghiệp Việt Nam mới cho ra số thuốc tập hợp mới như 6T; 6B (thuốc tập hợp cation mạch ngắn) và 5C (thuốc tập hợp cation mạch dài) để tuyển quặng fenspat. Do đó cần có các nghiên cứu tuyển quặng fenspat cỡ hạt thô trên thiết bị tuyển hydrofloat bằng thuốc tuyển của Việt Nam, nhằm khẳng định chất lượng của thuốc, chủ động nguồn thuốc tuyển và sớm đưa thiết bị này vào thực tế tuyển quặng fenspat tại Việt Nam.

2. Mẫu và phương pháp thí nghiệm

2.1. Mẫu nghiên cứu

Mẫu thí nghiệm là quặng fenspat lấy từ Mỏ Ngọt tỉnh Phú Thọ. Mẫu được đập đến -10 mm bằng máy đập hàm và -1 mm bằng máy đập trục. Sau đó sàng lấy ra cấp hạt 0,2 – 0,5 mm và 0,5 – 1 mm để làm các thí nghiệm tuyển. Thành phần hóa học và thành phần độ hạt của mẫu được cho ở bảng 1 và 2.

* Tác giả liên hệ

Email: nhungpham2508@gmail.com

Bảng 1. Thành phần hóa học mẫu nghiên cứu

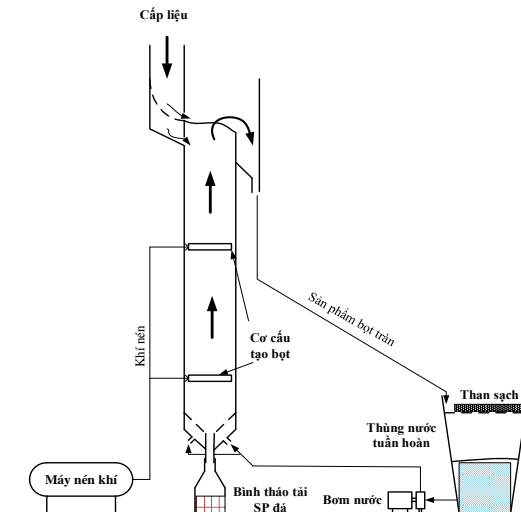
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO
75,51	14,37	0,83	3,16	5,29	0,82

Bảng 2. Thành phần độ hạt mẫu nghiên cứu

Cấp hạt, mm	Thu hoạch	Hàm lượng K ₂ O + Na ₂ O, %	Tỷ lệ phân bố, %
0,5 - 1	46,13	7,86	44,99
0,2 - 0,5	30,65	7,68	29,2
-0,2	23,22	8,96	25,81
Quặng đầu	100	8,06	100

2.2. Phương pháp thí nghiệm

Thiết bị tuyển nổi trọng lực thí nghiệm là một cột tiết diện hình chữ nhật 8x10cm, cao 1,2m (như hình 1). Nước có chứa thuốc tạo bọt được bơm từ thùng chứa nước tuần hoàn đi qua tấm phân phối ở đáy cột, tạo ra dòng nước đi lên. Tốc độ dòng nước đi lên phụ thuộc vào lưu lượng bơm và có thể điều chỉnh bằng biến tần. Bọt khí được tạo ra bằng cách cấp khí nén qua các ống cao su đột lỗ. Lưu lượng khí được điều chỉnh thông qua van khí. Hỗn hợp nước và bóng khí chuyển động từ dưới lên trên trong cột. Vật liệu sau khi trộn với thuốc tuyển được cấp theo phương ngang tại đỉnh cột rồi rơi tự do vào trong máy. Trong quá trình này: Các hạt kỵ nước sẽ bám vào bóng khí và chuyển động theo dòng nước ngược vượt qua ngưỡng tràn đi vào sàng lỗ lưới 0,2 mm đặt trên thùng nước tuần hoàn; Các hạt nặng, ưa nước được thu vào bình tháo sản phẩm nặng ở đáy cột.

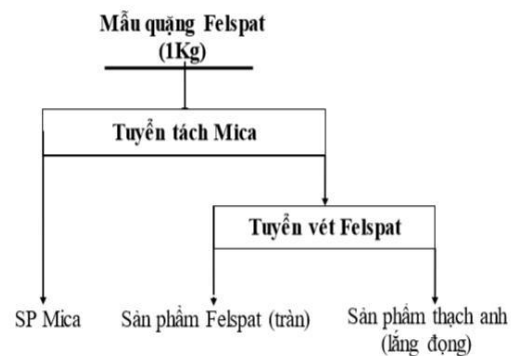


Hình 1. Cấu tạo của thiết bị thí nghiệm

Phương pháp thí nghiệm: Thí nghiệm được thực hiện theo phương pháp truyền thống, nghĩa là cố định các thông số khác ngoài thông số được khảo sát. Thông số tối ưu của thí nghiệm trước được sử dụng cho thí nghiệm tiếp theo. Thí nghiệm được tiến hành lần lượt theo hai bước: *bước 1* tuyển tách mica; *bước 2* tuyển tách fenspat và thạch anh (như sơ đồ hình 2).

Điều kiện thí nghiệm: Tiến hành thí nghiệm mẫu đầu 1kg/t với hai vòng tuyển. Vòng tuyển tách mica được tiến hành theo chế độ tuyển đè chìm thạch anh và fenspat trong môi trường axit ở mức pH = 4,0 - 4,5 và tuyển nổi mica bằng thuốc tập hợp cation mạch ngắn 6T và 6B; lưu lượng nước cố định với cấp hạt 0,5 - 1 mm là 21 lít/phút, cấp hạt 0,2 - 0,5 mm là 15 lít/phút.

Vòng tuyển tách fenspat khỏi thạch anh được tiến hành theo chế độ tuyển đè chìm thạch anh trong môi trường axit ở mức pH = 4,0 - 4,5 và tuyển nổi fenspat bằng thuốc tập hợp cation 5C, được sử dụng dưới



Hình 2. Sơ đồ thí nghiệm tuyển quặng fenspat

dạng hỗn hợp với dầu diesel theo tỷ lệ khối lượng 1:1; lưu lượng nước cố định với cấp hạt 0,5 – 1 mm là 24 lít/phút, cấp hạt 0,2 – 0,5 mm là 18 lít/phút. Chế độ thuốc tuyển được trình bày như ở bảng 3.

Bảng 3. Chế độ thuốc tuyển quặng fenspat

Vòng tuyển tách mica		Vòng tuyển tách fenspat	
Loại thuốc	Chi phí thuốc	Loại thuốc	Chi phí thuốc
Thuốc tạo bột MIBC	40mg/l	Thuốc tạo bột MIBC	40mg/l
Axit H ₂ SO ₄	2 kg/t	Axit HF	2 kg/t
Thuốc tập hợp 6T và 6B	0,8; 1,0; 1,2 kg/t	Thuốc tập hợp 5C	0,8; 1,0; 1,2; 1,4 kg/t

3. Kết quả thí nghiệm

3.1. Thí nghiệm tuyển tách mica bằng thuốc tập hợp 6T và 6B

Tiến hành thí nghiệm với cấp hạt 0,5 – 1,0 mm và 0,2 – 0,5 mm tách ra từ mẫu nghiên cứu với hai loại thuốc tập hợp 6T và 6B. Kết quả thí nghiệm cho ở bảng 4 và 5.

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm tuyển tách mica khi thay đổi chi phí thuốc tập hợp 6T

Cấp hạt, mm	Chi phí thuốc 6T, kg/t	Sản phẩm tuyển	Thu hoạch, %	Hàm lượng K ₂ O + Na ₂ O, %	Thực thu K ₂ O + Na ₂ O, %	Hàm lượng mica (theo phân tích ronghen), %
0,5 - 1	0,8	Mica (trần)	13,56	9,88	17,07	
		Sản phẩm lắng	86,44	7,53	82,93	2-3
		Cấp liệu	100	7,85	100	
	1,0	Mica (trần)	16,17	9,26	19,05	
		Sản phẩm lắng	83,83	7,59	80,95	1-2
		Cấp liệu	100	7,86	100	
	1,2	Mica (trần)	20,82	8,57	22,74	
		Sản phẩm lắng	79,18	7,66	77,26	<1
		Cấp liệu	100	7,85	100	
0,2 - 0,5	0,8	Mica (trần)	11,91	9,91	15,35	
		Sản phẩm lắng	88,09	7,39	84,65	2-3
		Cấp liệu	100	7,69	100	
	1,0	Mica (trần)	12,94	9,83	16,56	
		Sản phẩm lắng	87,06	7,36	83,44	1-2
		Cấp liệu	100	7,68	100	
	1,2	Mica (trần)	15,51	9,41	19,03	
		Sản phẩm lắng	84,49	7,35	80,97	<1
		Cấp liệu	100	7,67	100	

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm tuyển tách mica khi thay đổi chi phí thuốc tập hợp 6B

Cấp hạt, mm	Chi phí thuốc 6B, kg/t	Sản phẩm tuyển	Thu hoạch,%	Hàm lượng K ₂ O + Na ₂ O,%	Thực thu K ₂ O + Na ₂ O,%	Hàm lượng mica (theo phân tích ronghen),%
0,5 - 1	0,8	Mica (trần)	14,22	9,55	17,28	
		Sản phẩm lắng	85,78	7,58	82,72	1-2
		Cấp liệu	100	7,86	100	
	1,0	Mica (trần)	17,99	8,71	19,99	
		Sản phẩm lắng	82,01	7,65	80,01	1-2
		Cấp liệu	100	7,84	100	
	1,2	Mica (trần)	21,96	8,16	22,86	
		Sản phẩm lắng	78,04	7,75	77,14	<1
		Cấp liệu	100	7,84	100	
0,2 - 0,5	0,8	Mica (trần)	12,78	9,46	15,74	
		Sản phẩm lắng	87,22	7,42	84,26	1-2
		Cấp liệu	100	7,68	100	
	1,0	Mica (trần)	13,53	9,39	16,69	
		Sản phẩm lắng	86,47	7,39	83,31	1-2
		Cấp liệu	100	7,66	100	
	1,2	Mica (trần)	16,05	9,24	19,34	
		Sản phẩm lắng	83,95	7,37	80,66	<1
		Cấp liệu	100	7,67	100	

Từ kết quả thí nghiệm tuyển tách mica nhận thấy: Hai loại thuốc tập hợp 6T và 6B đều cho hiệu quả tốt để tuyển tách mica khỏi quặng fenspat; Tăng chi phí thuốc tập hợp 6T và 6B thì hàm lượng mica trong sản phẩm lắng giảm dần, ở chi phí 1,2 kg/t đều thu được sản phẩm lắng có hàm lượng mica (theo kết quả phân tích ronghen) giảm xuống < 1%; Từ kết quả nghiên cứu chọn chi phí thuốc tập hợp 6T và 6B tối ưu cho khâu tuyển tách mica là 1,2kg/t.

3.2. Thí nghiệm tách fenspat bằng thuốc tập hợp 5C

Cấp liệu cho khâu tuyển tách fenspat là sản phẩm lắng của khâu thí nghiệm tuyển tách mica ở chi phí thuốc tập hợp 6T và 6B tối ưu 1,2kg/t.

Kết quả thí nghiệm được trình bày ở bảng 6 và bảng 7.

Bảng 6. Kết quả thí nghiệm tuyển tách fenspat (sau khi tách mica bằng thuốc 6T) khi thay đổi chi phí thuốc tập hợp 5C

Chi phí thuốc 5C, kg/t	Sản phẩm tuyển	Cấp hạt 0,5 - 1 mm			Cấp hạt 0,2 - 0,5 mm		
		Thu hoạch,%	Hàm lượng K ₂ O + Na ₂ O,%	Thực thu K ₂ O + Na ₂ O,%	Thu hoạch,%	Hàm lượng K ₂ O + Na ₂ O,%	Thực thu K ₂ O + Na ₂ O,%
0,8	Fenspat	38,04	12,69	61,49	34,83	12,14	55,13
	Thạch anh	41,14	3,01	15,77	49,66	3,99	25,83
	Cấp liệu	79,18	7,66	77,26	84,49	7,35	80,96
1,0	Fenspat	45,77	11,47	66,88	45,99	11,04	66,2
	Thạch anh	33,41	2,44	10,38	38,5	2,94	14,76
	Cấp liệu	79,18	7,66	77,26	84,49	7,35	80,96
1,2	Fenspat	48,96	10,95	68,29	49,51	10,63	68,61
	Thạch anh	30,22	2,33	8,97	34,98	2,71	12,35
	Cấp liệu	79,18	7,66	77,26	84,49	7,35	80,96
1,4	Fenspat	50,71	10,66	68,86	52,87	10,16	70,03
	Thạch anh	28,47	2,32	8,4	31,62	2,65	10,93
	Cấp liệu	79,18	7,66	77,26	84,49	7,35	80,96

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm tuyển tách fenspat (sau khi tách mica bằng thuốc 6B) khi thay đổi chi phí thuốc tập hợp 5C

Chi phí 5C, kg/t	Sản phẩm tuyển	Cấp hạt 0,5 - 1 mm			Cấp hạt 0,2 - 0,5 mm		
		Thu hoạch,%	Hàm lượng K ₂ O + Na ₂ O,%	Thực thu K ₂ O + Na ₂ O,%	Thu hoạch,%	Hàm lượng K ₂ O + Na ₂ O,%	Thực thu K ₂ O + Na ₂ O,%
0,8	Fenspat	39,36	12,85	64,43	34,91	12,22	55,61
	Thạch anh	38,68	2,58	12,71	49,04	3,92	25,05
	Cấp liệu	78,04	7,75	77,14	83,95	7,37	80,66
1,0	Fenspat	45,43	12,16	70,37	47,4	11,16	68,97
	Thạch anh	32,61	1,63	6,77	36,55	2,45	11,69
	Cấp liệu	78,04	7,75	77,14	83,95	7,37	80,66
1,2	Fenspat	48,49	11,51	71,1	49,82	10,75	69,84
	Thạch anh	29,55	1,6	6,04	34,13	2,43	10,82
	Cấp liệu	78,04	7,75	77,14	83,95	7,37	80,66
1,4	Fenspat	50,95	11,06	71,78	53,55	10,19	71,14
	Thạch anh	27,09	1,55	5,36	30,4	2,4	9,52
	Cấp liệu	78,04	7,75	77,14	83,95	7,37	80,66

Từ kết quả thí nghiệm cho thấy khi tăng chi phí thuốc tập hợp thì hàm lượng quặng tinh giảm dần đồng thời thực thu tăng. Điều này là do khi tăng chi phí thuốc tập hợp dẫn đến tăng khả năng bóng khí bám dính lên bề mặt hạt khoáng fenspat để tạo ra các tổ hợp bóng khí – hạt khoáng có khối lượng riêng thấp hơn và có xu hướng đi vào sản phẩm tràn theo nguyên lý phân cấp dòng nước ngược.

Đối với kết quả tuyển của cả hai cấp hạt trong cả hai trường hợp trên, ta thấy với chi phí thuốc tập hợp 5C là 1,0 kg/t đều thu được quặng tinh có hàm lượng K₂O + Na₂O tăng từ 11 ÷ 12%, thực thu tăng từ 66% lên >70%. Nếu tăng tiếp chi phí thuốc lên thì hàm lượng quặng tinh giảm từ 10 ÷ 11%, thực thu tăng không đáng kể. Do đó chọn chi phí thuốc 1kg/t tối ưu cho vòng tuyển fenspat.

Kết quả thí nghiệm cũng cho thấy khi sử dụng kết hợp thuốc tập hợp 6B + 5C để tuyển mẫu quặng fenspat với cả hai cấp hạt đều cho hiệu quả tuyển cao hơn, quặng tinh thu được đều có hàm lượng K₂O+Na₂O và thực thu cao hơn khi sử dụng kết hợp thuốc tập hợp 6T + 5C.

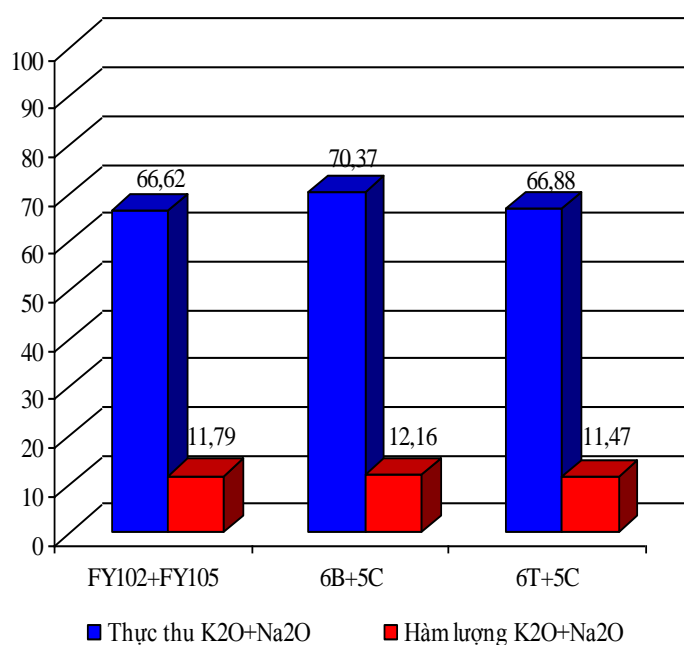
3.3. Thí nghiệm so sánh hiệu quả tuyển giữa thuốc của Việt Nam với thuốc Trung Quốc

Từ kết quả thí nghiệm ở trên xác định được chi phí thuốc tập tối ưu khi tuyển quặng fenspat Mỏ Ngọt là: 1,2kg/tấn thuốc 6B hoặc 6T cho vòng tuyển mica và 1kg/tấn thuốc 5C cho vòng tuyển fenspat. Hiện nay, tại xưởng tuyển fenspat Mỏ Ngọt – Phú Thọ đang dùng thuốc tuyển FY102 cho vòng tuyển mica và FY105 cho vòng tuyển fenspat, hai loại thuốc này đều do Trung Quốc sản xuất. Để so sánh hiệu quả tuyển giữa các loại thuốc, tiến hành thí nghiệm tuyển cả hai cấp hạt 0,5 – 1 mm và 0,2 – 0,5 mm trên thiết bị tuyển nổi trọng lực với thuốc FY102 và FY105 của Trung Quốc và các thuốc 6T, 6B và 5C ở Việt Nam. Các thí nghiệm được tiến hành ở cùng điều kiện, chi phí thuốc tuyển giống nhau.

Kết quả thí nghiệm được trình bày ở bảng 8 và bảng 9. Biểu đồ so sánh hiệu quả tuyển giữa các loại thuốc được trình bày ở hình 3 và 4.

Bảng 8. Kết quả thí nghiệm so sánh tuyển cấp hạt 0,5 - 1,0 mm khi sử dụng các thuốc tập hợp khác nhau

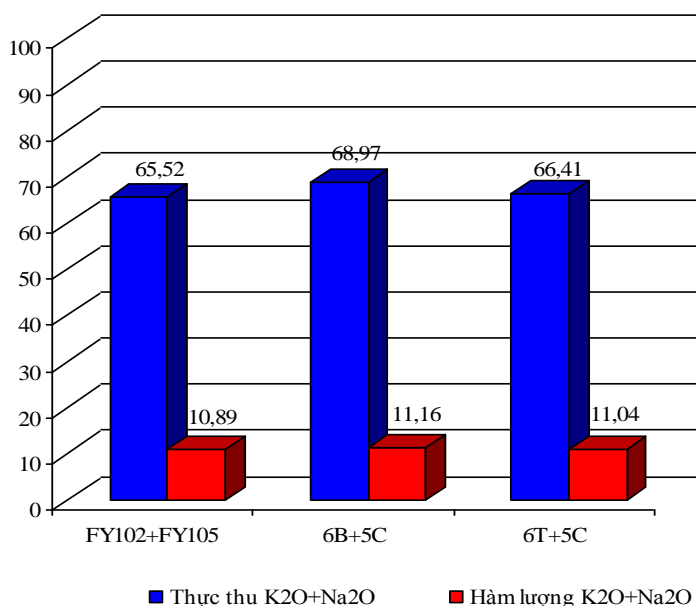
Loại thuốc tuyển	Sản phẩm tuyển	Thu hoạch,%	Hàm lượng K ₂ O + Na ₂ O,%	Thực thu K ₂ O + Na ₂ O,%	Hàm lượng mica (theo phân tích ronghen),%
FY102 và FY105	Mica (Trần 1)	20,37	8,51	22,08	<1
	Fenspat (Trần 2)	44,36	11,79	66,62	
	Thạch anh (Lắng)	35,27	2,51	11,3	
	Cấp liệu	100	7,85	100	
6B và 5C	Mica (Trần 1)	21,96	8,16	22,83	<1
	Fenspat (Trần 2)	45,43	12,16	70,37	
	Thạch anh (Lắng)	32,61	1,63	6,8	
	Cấp liệu	100	7,85	100	
6T và 5C	Mica (Trần 1)	20,82	8,57	22,74	<1
	Fenspat (Trần 2)	45,77	11,47	66,88	
	Thạch anh (Lắng)	33,41	2,44	10,38	
	Cấp liệu	100	7,85	100	



Hình 3. Biểu đồ so sánh hiệu quả tuyển giữa các loại thuốc tập hợp khi tuyển quặng fenspat cấp hạt 0,5 - 1mm trên thiết bị tuyển nổi trọng lực

Bảng 8. Kết quả thí nghiệm so sánh tuyển cấp hạt 0,2 - 0,5 mm khi sử dụng các thuốc tập hợp khác nhau

Loại thuốc tuyển	Sản phẩm tuyển	Thu hoạch,%	Hàm lượng K ₂ O + Na ₂ O,%	Thực thu K ₂ O + Na ₂ O,%	Hàm lượng mica (theo phân tích ronghen),%
FY102 và FY105	Mica (Trần 1)	14,29	9,23	17,22	<1
	Fenspat (Trần 2)	46,09	10,89	65,52	
	Thạch anh (Lắng)	39,62	3,34	17,26	
	Cấp liệu	100	7,66	100	
6B và 5C	Mica (Trần 1)	16,05	9,24	19,34	<1
	Fenspat (Trần 2)	47,4	11,16	68,97	
	Thạch anh (Lắng)	36,55	2,45	11,69	
	Cấp liệu	100	7,67	100	
6T và 5C	Mica (Trần 1)	15,51	9,41	19,02	<1
	Fenspat (Trần 2)	46,14	11,04	66,41	
	Thạch anh (Lắng)	38,35	2,92	14,57	
	Cấp liệu	100	7,67	100	



Hình 4. Biểu đồ so sánh hiệu quả tuyển giữa các loại thuốc tập hợp khi tuyển quặng fenspat cấp hạt 0,2–0,5 mm trên thiết bị tuyển nổi trọng lực

Kết quả thí nghiệm cho thấy khi sử dụng thuốc tập hợp 6B + 5C tuyển mẫu quặng fenspat cho kết quả tuyển tốt nhất. Với cấp hạt 0,5 – 1 mm thu được quặng tinh có hàm lượng K₂O+Na₂O là 12,16%, thực thu 70,37%. Với cấp hạt 0,2 – 0,5 thu được quặng tinh có hàm lượng K₂O+Na₂O là 11,16%, thực thu 68,79%.

4. Kết luận

Quặng fenspat - Mô Ngọt xâm nhiễm tương đối thô với các thành phần tạp chất chính là mica và thạch anh. Thiết bị tuyển nổi trọng lực dạng hydrofloat cho hiệu quả tuyển tốt với mẫu quặng fenspat cấp hạt thô 0,2 - 1 mm do tăng khả năng các bóng khí bám dính lên bề mặt các hạt khoáng fenspat. Do đó tăng hiệu quả thu hồi khi tuyển quặng fenspat cấp hạt thô, đồng thời sẽ tăng năng suất của thiết bị, giảm tối đa chi phí nghiền.

Thiết bị tuyển nổi trọng lực dạng hydrofloat cho hiệu quả tuyển tốt với các loại thuốc tập hợp 6B và 5C được sản xuất tại Việt Nam. Với kết quả thu được sản phẩm quặng tinh fenspat đạt hàm lượng >12% $K_2O + Na_2O$ và thực thu >70% đáp ứng được nhu cầu thị trường trong nước cũng như xuất khẩu. Kết quả này cho thấy thuốc tập hợp sản xuất tại Việt nam hoàn toàn có thể thay thế cho thuốc nhập khẩu tại Trung Quốc, giúp cho việc chủ động nguồn thuốc tuyển và giảm giá thành sản xuất quặng fenspat, đem lại hiệu quả kinh tế cho đất nước.

Tài liệu tham khảo

Trung tâm KHCN Chế biến và Sử dụng khoáng sản, 2009. Dự án đầu tư xây dựng Công trình Xưởng Tuyển quặng fenspat Mô Ngọt – Phú Thọ.

Trung tâm KHCN Chế biến và Sử dụng khoáng sản, 2006. Báo cáo nghiên cứu tuyển quặng fenspat Mô Ngọt – Phú Thọ.

Nguyễn Hoàng Sơn, 2017. Đề tài cấp Bộ mã số B2016 – MDA - 08ĐT: Nghiên cứu công nghệ và chế tạo thử nghiệm thiết bị tuyển nổi trọng lực dạng Hydrofloat để tuyển một số khoáng sản phi kim độ hạt thô tại Việt Nam. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Bộ Giáo dục và Đào tạo.

Christopher J. Barbee, 2004. In-Plant Testing of the Hydrofloat Separator 66 for Coarse Phosphate Recovery. *Report 02-137-188*, FIPR Florida.

P.Zhang, R.Snow, J.Miller, J.Kohmuench, 2004. Improving phosphate flotation with new chemistry, smart flowsheet and novel equipment. *SME Annual Meeting*, Denver, Colorado.

ABSTRACT

Study on the concentration of coarse size feldspar ore of the Mo Ngot deposit – Phu Tho by hydrofloat separator with several flotation collectors

Pham Thi Nhung¹, Nguyen Hoang Son¹
¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

The report presents the study results on concentration of the 0.2 – 1 mm size fraction feldspar ore sample from the Mo Ngot - Phu Tho province by a laboratory hydrofloat separator with some Chinese and Vietnamese flotation collectors. The results showed that the Vietnamese collectors gave higher performance. Vietnamese 6B collector is suitable for muscovite separation while 5C collector is suitable for feldspar separation. As a result of using these 6B and 5C collectors, a feldspar concentrate of >12% (K_2O+Na_2O) content with a recovery of >70% was produced.

Keywords: Feldspar, Hydrofloat separator, Mo Ngot feldspar deposit, new Vietnamese collector.

Nghiên cứu tuyển quặng apatit loại 3 khó tuyển khu vực Bắc Nhạc Sơn, Lào Cai

Nguyễn Ngọc Phú^{1,*}, Phạm Văn Luận¹, Lê Việt Hà¹

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Xưởng tuyển quặng Apatit Bắc Nhạc Sơn tuyển nổi chủ yếu quặng apatit-thạch anh, phong hóa mạnh với yêu cầu thiết kế quặng tinh đạt 31÷32 % P_2O_5 và thực thu trung bình 72 %. Tuyển nổi quặng apatit-thạch anh phong hóa mạnh trước kia được thực hiện khá dễ dàng. Tuy nhiên những năm gần đây, năng suất khai thác tăng mạnh, khai thác ngày càng xuống sâu hơn, quặng có thành phần vật chất phức tạp và khó tuyển hơn. Quặng cấp liệu cho nhà máy tuyển càng ngày càng biến động mạnh về chất lượng và thành phần, dẫn tới chỉ tiêu công nghệ tuyển thấp và không ổn định. Báo cáo này công bố kết quả tuyển một số mẫu quặng apatit loại III khó tuyển khu vực Bắc Nhạc Sơn theo một số sơ đồ nghiền - tuyển và chế một số chế độ thuốc tuyển. Kết quả nghiên cứu cho thấy nếu nghiền lại các sản phẩm trung gian tới độ mịn 75% cấp -0,04mm không chỉ nâng cao tỉ lệ thu hồi apatit, giảm mất mát tài nguyên khoáng sản vào đuôi thải mà còn làm ổn định công nghệ của các khâu tuyển. Sau khi tuyển thu được quặng tinh có hàm lượng trên 31% P_2O_5 với mức thực thu đều đạt trên 70% và đuôi thải có hàm lượng nhỏ hơn 5% P_2O_5 .

Từ khóa: quặng apatit, sơ đồ tuyển, xử lý sản phẩm trung gian, khu vực Bắc Nhạc Sơn

1. Giới thiệu

Các nhà máy tuyển quặng apatit tại Việt Nam đều được thiết kế để tuyển quặng apatit phong hóa với đất đá chủ yếu là thạch anh và một phần rất nhỏ là đolômit. Trong dây chuyền công nghệ luôn có sàng tang quay để đánh toại và rửa bùn sét, quặng sau khi nghiền đến 70 – 80% cấp -0,074mm đưa đi khử slam rồi cấp vào thùng khuấy tiếp xúc. Ở khâu tuyển nổi, đất đá được để chìm bằng thủy tinh lỏng trong môi trường có pH = 8 - 9 và sử dụng thuốc tập hợp dạng axit béo. Sau khi qua khâu tuyển chính, 2 – 3 khâu tuyển tinh và 1 – 2 khâu tuyển vết sẽ thu được quặng tinh có hàm lượng xấp xỉ 32% P_2O_5 với thực thu khoảng 70% và đuôi thải có hàm lượng 4 – 8% P_2O_5 . Công nghệ tuyển này đã được áp dụng hơn 20 năm tại Việt Nam. Tuy nhiên những năm gần đây, quặng cấp liệu cho nhà máy tuyển càng ngày càng biến động mạnh về chất lượng và thành phần, đặc biệt là quặng cấp liệu cấp cho nhà máy tuyển quặng apatit Bắc Nhạc Sơn [Báo cáo sản xuất, 2017]. Sơ đồ công nghệ nói chung, trong đó sơ đồ nghiền - tuyển cũng như chế độ công nghệ tuyển không phù hợp với những thay đổi này. Hệ quả là chỉ tiêu công nghệ tuyển không ổn định và mất mát apatit vào đuôi thải lớn. Hàm lượng P_2O_5 trong đuôi thải của nhà máy Bắc Nhạc Sơn đôi khi có thể lên tới 8-9%. Để khắc phục hiện tượng này nhà máy tuyển đã đưa ra phương án phối trộn quặng trước khi tuyển nhưng đây chỉ là giải pháp tình thế [Phạm Văn Luận, 2017]. Xa hơn nhà máy cần có các nghiên cứu về cải tiến công nghệ tuyển như: sơ đồ tuyển, chế độ nghiền, chế độ thuốc tuyển, thiết bị tuyển...

2. Mẫu nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mẫu nghiên cứu

Mẫu nghiên cứu là mẫu Q3 KT22, MC: 35 – 41, cốt 160-180, là mẫu quặng apatit loại 3 vùng nguyên liệu cho nhà máy Bắc Nhạc Sơn. Khối lượng mỗi mẫu lấy về phòng thí nghiệm khoảng 50kg, hàm lượng P_2O_5 trong các mẫu MS1; MS4; MS5 và MS6 lần lượt khoảng: 8,5%; 18,5%; 13,5% và 17,5%. Tính chất của mẫu nghiên cứu cho ở hình 1 và Bảng 1.

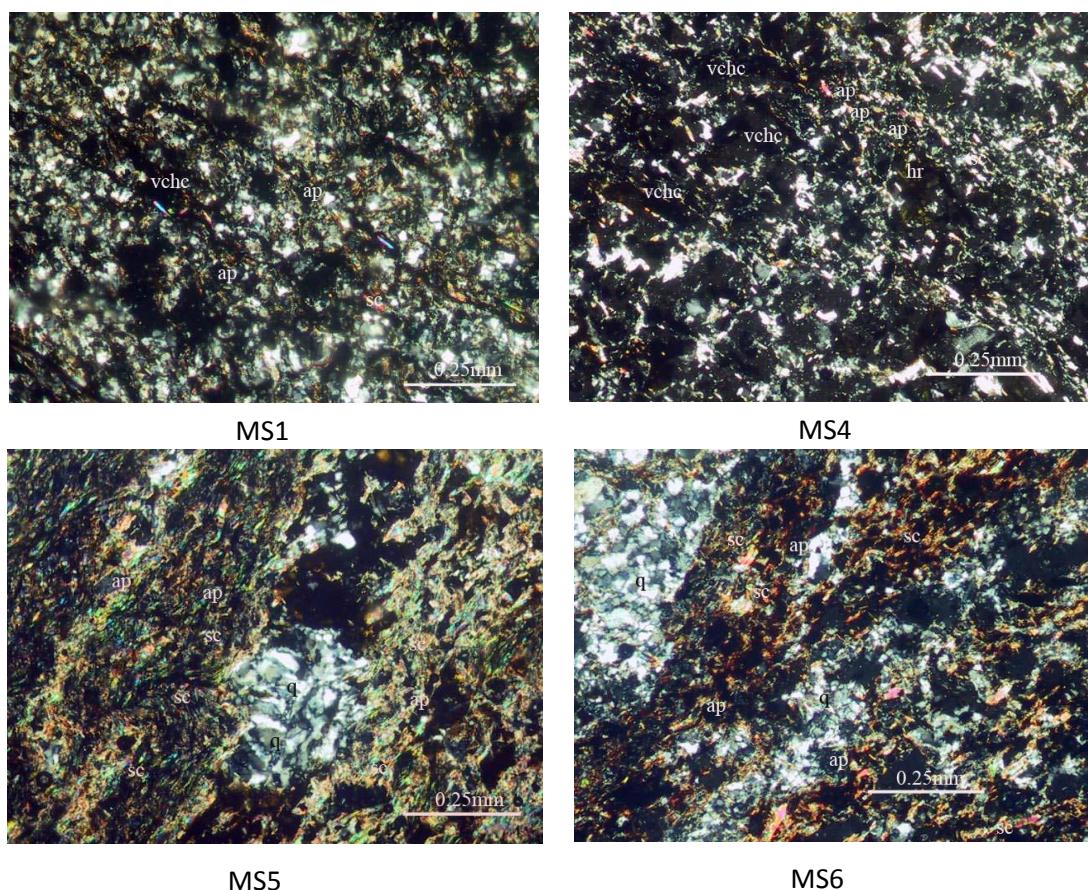
Mẫu nghiên cứu chủ yếu là các khoáng vật apatit, thạch anh và các khoáng vật sét. Khoáng vật Apatit có dạng vi hạt, hạt mịn, hạt nhỏ <0,01-0,05mm phân bố lác đác hoặc tập trung thành đám, ổ hoặc dải mỏng kéo dài theo phương định hướng. Apatit không màu, nổi cao, bề mặt lấm chám bản, giao thoa xám ghi. Mẫu MS1 nghèo nhất và chứa trên 60% khoáng vật thạch anh, mẫu MS5 chứa trên 60% khoáng vật sét.

* Tác giả liên hệ

Email: nguyennocphu@humg.edu.vn

Bảng 1. Thành phần khoáng vật của các mẫu nghiên cứu

TT	Tên khoáng vật	Hàm lượng, %			
		MS1	MS4	MS5	MS6
1	Sét, sericit, muscovit	27-30%	20 - 22%	63 - 64%	35-37%
2	Thạch anh	61-63%	58 - 59%	20 - 22%	42- 45%
3	Apatit	8-10%	18 - 20%	13 - 15%	18-20%
4	Quặng, hidroxyt sắt	1%	1 - 2%	1 - 2%	1-2%



Hình 1. Ảnh các mẫu nghiên cứu dưới kính hiển vi

2.2. Phương pháp nghiên cứu và điều kiện thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm: là máy tuyển nổi cơ giới của Đức có dung tích là 1l và 3l. Tất cả các thí nghiệm đều được thực hiện tại Phòng thí nghiệm Bộ môn Tuyển khoáng. Quặng sau khi đập xuống -3 mm được nghiền bằng máy nghiền bi dung tích 8l để chuẩn bị độ hạt cho quá trình tuyển nổi.

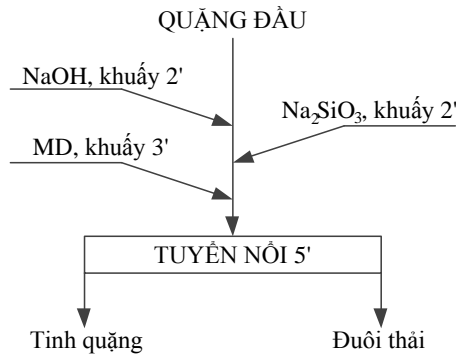
Phương pháp nghiên cứu: các thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp truyền thống, nghĩa là tiến hành khảo sát lần lượt từng thông số. Trong mỗi loạt thí nghiệm các thông số điều kiện được giữ nguyên ngoài thông số được khảo sát. Giá trị thông số tốt nhất ở loạt thí nghiệm trước được giữ cố định cho các loạt thí nghiệm sau.

Các sản phẩm quá trình tuyển nổi được lọc, sấy khô, cân và gia công phân tích hoá. Hiệu quả của từng thí nghiệm được đánh giá qua các chỉ tiêu công nghệ: hàm lượng và thực thu P_2O_5 trong quặng tinh; hàm lượng P_2O_5 trong đuôi thải

3. Kết quả thí nghiệm và bàn luận

3.1. Thí nghiệm điều kiện

Sau khi tiến hành các thí nghiệm điều kiện với từng mẫu quặng như hình 2, đã xác định được các điều kiện tối ưu như Bảng 2. Kết quả tuyển ở chế độ tối ưu cho ở Bảng 3.



Hình 2. Sơ đồ thí nghiệm tuyển điều kiện

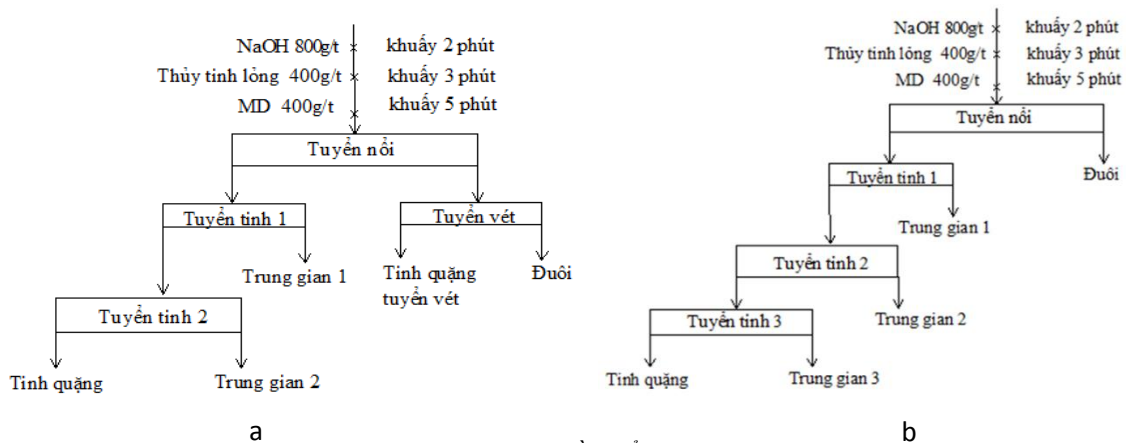
Bảng 2. Các chế độ công nghệ tuyển tối ưu

Chế độ công nghệ	MS1	MS4	MS5	MS6
Độ mịn nghiền, % cấp -0,074 mm	95,7	91,1	91,88	92,72
Nồng độ pha rắn, g/l	300	300	300	300
Chi phí NaOH (pH = 8 - 9), g/t	800	800	800	800
Chi phí thủy tinh lỏng, g/t	400	400	400	400
Chi phí thuốc tập hợp MD, g/t	400	400	400	400

Bảng 3. kết quả tuyển ở chế độ công nghệ tuyển tối ưu

Mẫu	Tên sản phẩm	Thu hoạch, %	Hàm lượng P ₂ O ₅ , %	Thực thu P ₂ O ₅ , %
MS1	Quặng tinh	50,24	15,72	93,13
	Đuôi thải	49,76	1,17	6,87
	Quặng đầu	100	8,48	100
MS4	Quặng tinh	65,93	24,85	88,56
	Đuôi thải	34,07	6,21	11,44
	Quặng đầu	100	18,5	100
MS5	Quặng tinh	58,99	20,03	87,78
	Đuôi thải	41,01	4,01	12,22
	Quặng đầu	100	13,46	100
MS6	Quặng tinh	62,82	22,62	81,25
	Đuôi thải	37,18	8,82	18,75
	Quặng đầu	100	17,49	100

Từ kết quả thí nghiệm tuyển điều kiện nhận thấy: Các mẫu nghiền cứu tuy có thành phần khoáng vật và hàm lượng P₂O₅ khác nhau nhưng đều có thể tuyển ở cùng một chế độ công nghệ; Tất cả các mẫu nghiền cứu đều yêu cầu độ mịn nghiền trên 90% cấp -0,074mm; với mẫu quặng nghèo MS1, sau khi tuyển chính đã thu được đuôi thải có hàm lượng P₂O₅ là 1,17% đủ điều kiện thải bỏ nên không cần áp dụng khâu tuyển vét với loại quặng này.



Hình 3. Sơ đồ tuyển vòng hở

3.2. Thí nghiệm lựa chọn sơ đồ tuyển vòng hở

Mục đích: sơ đồ vòng hở dùng để xác định sơ bộ số khâu tuyển tinh, số khâu tuyển vớt để thu được quặng tinh và đuôi thải đạt yêu cầu. Sau quá trình nghiên cứu đã xác định được sơ đồ để tuyển các mẫu quặng MS4; MS5 và MS6 như hình 3a, còn sơ đồ để tuyển mẫu MS1 như hình 3b. Kết quả tuyển theo sơ đồ vòng hở cho ở bảng 4.

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm sơ đồ tuyển nổi vòng hở

Mẫu	Sản phẩm	Thu hoạch, %	Hàm lượng P ₂ O ₅ , %	Thực thu P ₂ O ₅ , %
MS1	Tinh quặng	18,5	31,78	69,66
	Đuôi	47,92	1,87	10,62
	Trung gian 1	18,35	2,11	4,59
	Trung gian 2	10,6	7,02	8,82
	Trung gian 3	4,63	11,5	6,31
	Tổng	100	8,44	100
MS4	Tinh quặng	35,59	33,28	63,78
	Đuôi	26,08	4,37	6,14
	Tinh quặng tuyển vớt	3,55	13,58	2,6
	Trung gian 1	23,06	11,57	14,37
	Trung gian 2	11,72	20,77	13,11
	Tổng	100	18,57	100
MS5	Tinh quặng	33,16	29,15	71,87
	Đuôi	35,13	2,42	6,32
	Tinh quặng tuyển vớt	4,85	7,43	2,68
	Trung gian 1	16,32	7,19	8,72
	Trung gian 2	10,54	13,28	10,41
	Tổng	100	13,45	100
MS6	Tinh quặng	38,12	31,21	68,21
	Đuôi	31,28	5,48	9,83
	Tinh quặng tuyển vớt	5,69	9,31	3,04
	Trung gian 1	17,26	11,56	11,44
	Trung gian 2	7,65	17,05	7,48
	Tổng	100	17,44	100

Từ kết quả thí nghiệm tuyển nổi vòng hở nhận thấy: Đối với quặng nghèo (MS1), sau khi tuyển tinh 3 lần thu được quặng tinh có hàm lượng đạt yêu cầu, các sản phẩm đuôi thải của khâu tuyển tinh và tuyển chính có hàm lượng rất thấp nên có thể thải bỏ; các sản phẩm trung gian khi tuyển các mẫu quặng giàu theo hình 3a còn chứa hàm lượng P₂O₅ khá cao nên cần phải tiếp tục xử lý để nâng cao thực thu.

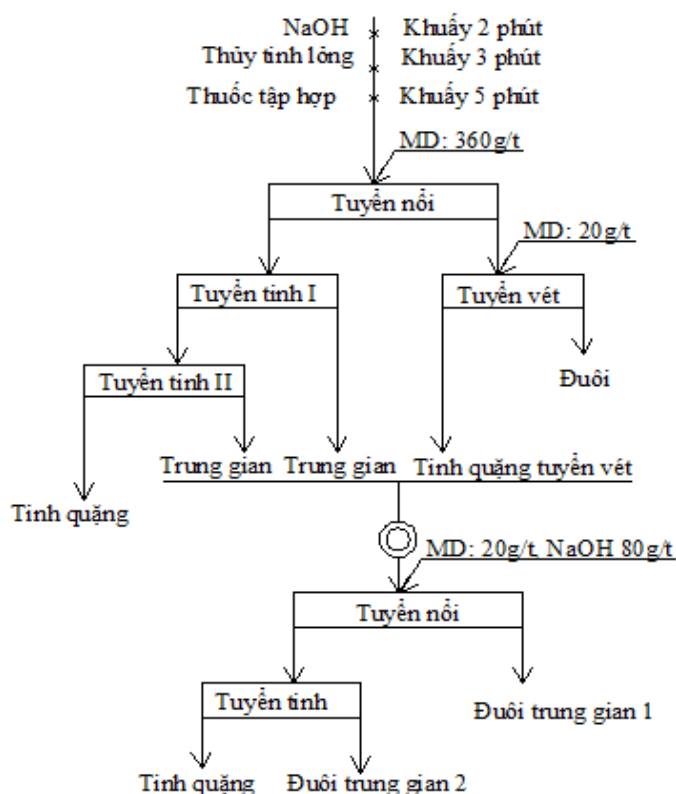
3.3. Thí nghiệm lựa chọn sơ đồ xử lý sản phẩm trung gian

Mục đích: Nghiên cứu lựa chọn sơ đồ xử lý sản phẩm trung gian nhằm tăng thực thu và chất lượng tinh quặng, nâng cao hiệu quả tuyển và tránh mất mát chất có ích. Trong các sơ đồ tuyển vòng kín có quay vòng sản phẩm trung gian về khâu tuyển chính, nếu lượng trung gian nhiều sẽ làm tăng tải trọng tuần hoàn và ảnh hưởng đến khâu tuyển trước đó, đồng thời chất lượng tinh quặng, thực thu và thu hoạch quặng tinh sẽ bị giảm, mất mát chất có ích vào trong đuôi thải tăng. Theo một vài nghiên cứu trước đây, với quặng apatit loại 3 khó tuyển thì sản phẩm trung gian thường nổi tốt ở khâu tuyển chính nhưng lại nổi kém hơn ở khâu tuyển tinh, rất có thể chúng là các hạt liên tinh giữa apatit và thạch anh [Phạm Văn Luận, 2017]. Do vậy, trong nghiên cứu này, các tác giả lựa chọn phương án nghiền lại sản phẩm trung gian và tuyển bằng sơ đồ khác. Sau quá trình thí nghiệm các tác giả đã xác định được chế độ công nghệ tuyển sơ đồ hợp lý để tuyển mẫu quặng giàu như hình 4. Hàm lượng cấp -0,04mm trong sản phẩm trung gian khi chưa nghiền và nghiền lại ở chế độ tối ưu lần lượt vào khoảng 50% và 75%. Kết quả thí nghiệm theo sơ đồ hình 4 khi không nghiền và nghiền lại sản phẩm trung gian, cũng như độ mịn nghiền của sản phẩm trung gian cho ở bảng 5.

Kết quả thí nghiệm cho thấy: Khi chưa nghiền lại sản phẩm trung gian hiệu quả tuyển lại sản phẩm trung gian thấp hơn nhiều so với khi nghiền lại; chứng tỏ khi nghiền lại sản phẩm trung gian các khoáng vật apatit đã giải phóng ra khỏi các liên tinh nên làm tăng thực thu tinh quặng trung gian.

Bảng 5. Kết quả tuyển khi chưa nghiền và nghiền lại sản phẩm trung

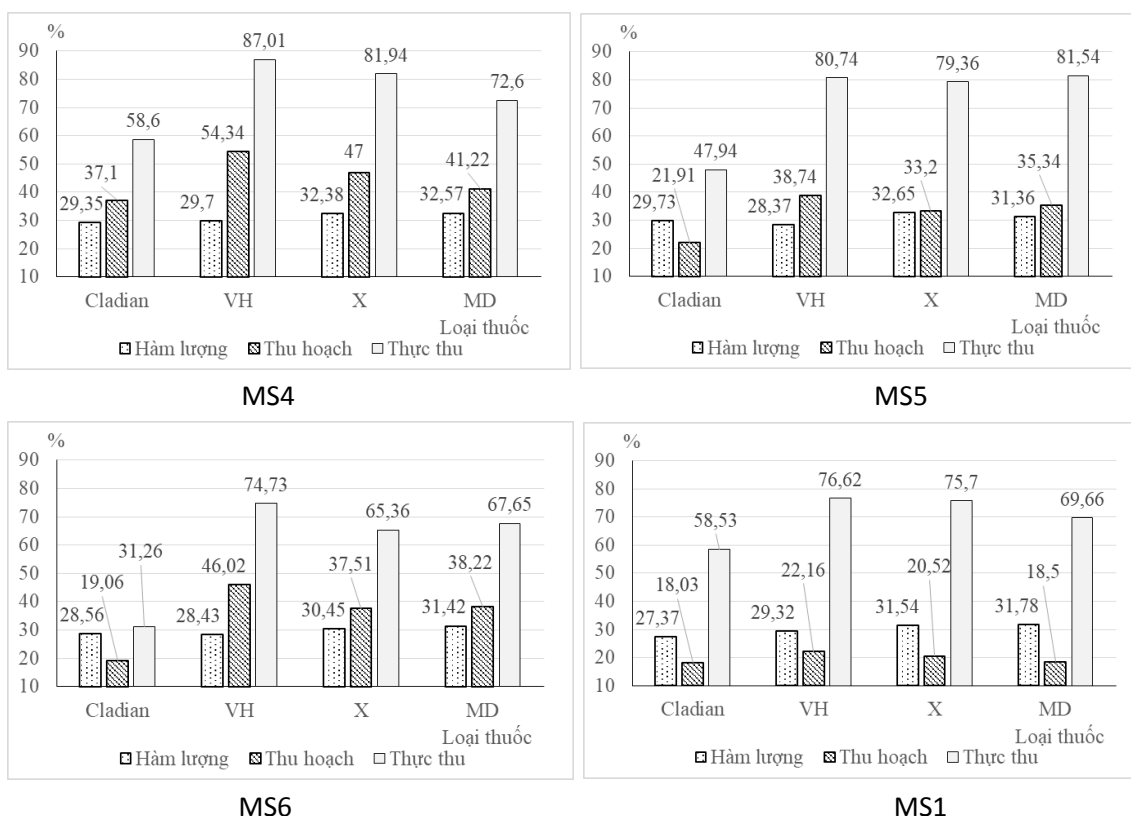
Mẫu	Sản phẩm	Chưa nghiền lại			Nghiền lại		
		Thu hoạch, %	% P ₂ O ₅	Thực thu, %	Thu hoạch, %	% P ₂ O ₅	Thực thu, %
MS4	Tinh quặng	35,58	33,27	64,19	35,05	33,42	63,35
	Đuôi	26,82	4,74	6,89	26,52	4,66	6,68
	Tinh quặng trung gian	1,65	26,77	2,4	6,17	27,73	9,25
	Đuôi trung gian 1	8,2	10,58	4,7	20,94	11,17	12,65
	Đuôi trung gian 2	27,75	14,5	21,82	11,32	13,18	8,07
	Tổng		100	18,44	100	100	18,49
MS5	Tinh quặng	27,97	32,57	68,49	28,04	32,61	67,29
	Đuôi	36,77	2,49	6,88	36,13	2,47	6,57
	Tinh quặng trung gian	3,11	27,45	6,42	7,3	26,55	14,26
	Đuôi trung gian 1	27,66	7,63	15,87	22,73	5,28	8,83
	Đuôi trung gian 2	4,49	6,92	2,34	5,8	7,15	3,05
	Tổng		100	13,3	100	100	13,59
MS6	Tinh quặng	34,61	32,05	62,78	34,73	32,05	62,71
	Đuôi	32,02	5,27	9,55	31,9	5,26	9,45
	Tinh quặng trung gian	0,52	25,86	0,76	3,49	25,12	4,94
	Đuôi trung gian 1	23,89	14,18	19,17	22,3	13,1	16,46
	Đuôi trung gian 2	8,96	15,26	7,74	7,58	15,07	6,44
	Tổng		100	17,67	100	100	17,75



Hình. 4 Sơ đồ tuyển vòng kín

3.4. Nghiên cứu lựa chọn thuốc tập hợp

Hiện nay, có rất nhiều loại thuốc tập hợp để tuyển quặng apatit loại III, mỗi một loại thuốc thường phù hợp cho một đối tượng quặng nhất định. Do vậy, mục đích của nghiên cứu này là lựa chọn loại thuốc tập hợp phù hợp với đối tượng quặng đang nghiên cứu. Thí nghiệm tiến hành theo sơ đồ và chế độ công nghệ như hình 4 cho các mẫu giàu và hình 3b cho mẫu nghèo (MS1). Kết quả thí nghiệm cho ở biểu đồ hình 5.



Hình 5. Biểu đồ thể hiện sự phụ thuộc của thực thu, thu hoạch và hàm lượng P_2O_5 trong quặng tinh vào loại thuốc tập hợp

Từ kết quả thí nghiệm với một vài loại thuốc tập hợp có một số nhận xét sau:

- Thuốc MD và X cho tính chọn riêng tốt hơn VH nhưng tính tập hợp kém hơn so với thuốc VH một chút. Thuốc Cladian cho kết quả tuyển rất thấp, loại thuốc này không phù hợp để tuyển các mẫu trên;
- Thuốc VH luôn cho thực thu tinh quặng cao nhất nhưng hàm lượng P_2O_5 trong tinh quặng nhỏ hơn 31%. Thuốc MD và X cho phép thu được sản phẩm tinh quặng có thực thu thấp hơn VH một chút nhưng hàm lượng tinh quặng luôn đảm bảo trên 31% P_2O_5 ;
- Đối với mẫu quặng nghèo (MS1) nên sử dụng loại thuốc tập hợp có tính chọn riêng cao (X; MD) để đảm bảo chất lượng của quặng tinh. Còn với mẫu quặng giàu nên dùng thuốc tập hợp có tính tập hợp mạnh hơn để tăng tỷ lệ thu hồi quặng tinh;
- Đối với mẫu MS4 và MS6 khi tuyển bằng thuốc MD cho kết quả tuyển tốt nhất, mẫu MS5 và MS1 lại có kết quả tuyển tốt nhất với thuốc X.
- Chứng tỏ thuốc tập hợp ảnh hưởng lớn đến kết quả tuyển, khi chọn đúng loại thuốc tập hợp hơn có thể làm tăng thêm thực thu quặng tinh từ 5 – 10%; mỗi một loại hỗn hợp thuốc tuyển đều có điểm mạnh và điểm yếu, do vậy trong quá trình tuyển nên sử dụng hỗn hợp thuốc tập hợp để lợi dụng điểm mạnh và khắc phục điểm yếu của từng loại thuốc.

4. Kết luận

Sau khi nghiên cứu tuyển một vài mẫu quặng apatit loại III khó tuyển vùng Bắc Nhạc Sơn, Lào Cai, có một số kết luận sau:

- Thành phần vật chất của quặng Apatit loại III khu vực Bắc Nhạc Sơn tương đối đơn giản chỉ bao gồm: apatit, thạch anh, Sét, Sericit, hoàn toàn không thấy sự có mặt của thành phần có hại là các khoáng vật dolomit. Tuy nhiên khoáng vật apatit lại xâm nhiễm rất mịn trong thạch anh, đây là nguyên nhân chính gây ra hiệu quả tuyển thấp;
- Với các mẫu quặng nghèo như MS1, chỉ nên tuyển theo sơ đồ vòng hở nhằm thu được quặng tinh đạt chất lượng yêu cầu, các sản phẩm trung gian đưa đi thải bỏ mà không cần xử lý lại;
- Phương án xử lý sản phẩm trung gian hợp lý hơn cả khi tuyển các mẫu quặng giàu và xâm nhiễm mịn là nghiền lại rồi tuyển trên sơ đồ khác. Khi đó hiệu quả tuyển cao hơn, khắc phục được hiện tượng sản phẩm trung gian nổi tốt ở khâu tuyển chính nhưng lại nổi kém ở các khâu tuyển tinh và làm rối loạn khâu tuyển trước đó;
- Mỗi một loại thuốc tập hợp đều có tính tập hợp và chọn riêng khác nhau, trong quá trình nghiên

cứu nhận thấy: Khi tuyển mẫu quặng nghèo nên dùng thuốc có tính chọn riêng cao nhằm thu được tinh quặng có chất lượng đạt yêu cầu; ngược lại khi tuyển mẫu quặng giàu và dễ tuyển hơn nên sử dụng thuốc tuyển có tính tập hợp cao hơn nhằm thu hồi tối đa chất có ích;

➤ Đề lợi dụng được ưu điểm và khắc phục nhược điểm của từng loại thuốc tập hợp cần tiếp tục nghiên cứu phối trộn các loại thuốc ở một vài tỷ lệ hoặc sử dụng thuốc tập hợp khác nhau cho khâu tuyển chính, tuyển vét và tuyển lại sản phẩm trung gian;

➤ Cần tiếp tục nghiên cứu thêm ở các sơ đồ tuyển nhiều giai đoạn và nghiên cứu thêm sơ đồ xử lý trung gian. Đề tìm sơ đồ công nghệ tuyển hợp lý hơn nữa cho nhà máy nhằm tận thu tinh quặng, nâng cao năng suất và hiệu quả tuyển.

Tài liệu tham khảo

Chi Nhánh tuyển Bắc Nhạc Sơn, 2017. *Kết quả sản xuất của nhà máy tuyển Bắc Nhạc Sơn*, Báo cáo nội bộ

Công ty Apatit Việt Nam, 2017. *Kết quả sản xuất của các nhà máy tuyển*, Báo cáo nội bộ

Phạm Văn Luận, 2017. Nghiên cứu tuyển nổi quặng apatit phối trộn vùng Bắc Nhạc Sơn – Lào Cai, *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, 5, trang 13-16.

ABSTRACT

Flotation of low-floatable apatite ores type 3III at Bac Nhạc Sơn Area, Lao Cai

Nguyen Ngọc Phú¹, Pham Van Luan¹, Le Viet Ha¹
¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

Bac Nhạc Sơn Apatite Flotation Plant mainly processes highly weathered siliceous apatite ores with the concentrate grade requirement of 31-32% P₂O₅ and average recovery of 72%. In the past years, flotation of the weathered apatite ores was quite easy. However, in recent years, the mine production increased sharply and deeper ores are mined, so that the run of mine ores have more complicated material composition and are more difficult to be floated. The supply of crude ores to the plant has more increasingly fluctuated in the both terms of quality and composition, thus leading to the lower and less stable processing criteria. This report presents the results of the study on the process design for some samples of hard floatable apatite ores type III of Bac Nhạc Sơn area with a number of milling-flotation flowsheets at different flotation reagent regimes. Research results show that regrinding of all middlings to the fineness of 75% -0.04mm not only improves the recovery rate of aptite that reduces the loss of mineral resources into the tailings but also stabilize the processing operations and criteria. The obtained concentrate with content of more than 31% P₂O₅ with the recovery of over 70% and the recovery into tailings is less than 5% P₂O₅.

Keywords: *apatite ores, flotation flowsheet design, Bac Nhạc Sơn area, regrinding of middlings.*

Nghiên cứu tách đồng trong xỉ lò SKS Lào Cai bằng quá trình thiêu sunfat với axit H₂SO₄ và hòa tách nước

Trần Trung Tới^{1,*}

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Bài báo trình bày về kết quả nghiên cứu thực nghiệm tách đồng trong xỉ lò luyện stêr đồng (SKS) Lào Cai bằng quá trình thiêu sunfat hóa xỉ với axit sunfuaric, sau đó hòa tách nước. Quá trình đã nghiên cứu khảo sát ảnh hưởng của các thông số như: nhiệt độ thiêu, thời gian thiêu và tỉ lệ axit/xỉ tới mức độ hòa tách đồng. Kết quả nghiên cứu cho thấy ở chế độ: nhiệt độ thiêu 400 °C, thời gian thiêu 60 phút, tỉ lệ axit/xỉ đồng là 0,48 lít/1kg thì hiệu suất hòa tách đồng trong xỉ đạt trên 90%. Nếu tăng nhiệt độ thiêu lên 600 °C thì hiệu suất hòa tách đạt 88,7% nhưng lượng sắt cùng hòa tách với đồng giảm xuống năm lần. Khả năng tách đồng có thể cao hơn nữa khi tỉ lệ axit/xỉ tăng, tuy nhiên sẽ tăng chi phí cho quá trình xử lý

Từ khóa: Chiết tách đồng; Xi đồng; Thiêu sunfat; Xi lò SKS Lào Cai.

5. Đặt vấn đề

Xi đồng sinh ra trong quá trình hòa luyện đồng Lào Cai (trong khâu luyện stêr đồng lò SKS) còn lẫn đồng với hàm lượng từ 4 - 5% Cu. Việc nghiên cứu công nghệ xử lý thu hồi đồng từ xỉ này là rất quan trọng và cần thiết, không những giúp tận thu kim loại đồng mà còn góp phần định hướng xử lý môi trường thải xỉ, tránh gây ô nhiễm và tổn thất tài nguyên khoáng sản của đất nước.

Trong các công trình nghiên cứu trước đó [Trần Trung Tới, Nguyễn Ngọc Phú, 2018; Banza, A.N., Gock, E., Kongolo, K., 2002] đã nghiên cứu xử lý xỉ bằng quá trình hòa tách ở nhiệt độ thấp trong dung môi axit H₂SO₄ và sử dụng các chất oxy hóa là oxy trong không khí, H₂O₂ hoặc Fe₂(SO₄)₃. Tuy nhiên mức độ hòa tách đồng trong xỉ cũng chỉ đạt cao nhất khoảng 80%, trong đuôi thải vẫn còn chứa tới trên 0,6% Cu (tương đương đuôi thải của xưởng tuyển xỉ đồng Lào Cai) chưa thể thải bỏ.

Quá trình hòa tách ở nhiệt độ thấp nêu trên tuy đơn giản nhưng hiệu suất hòa tách thấp, do đó cần nghiên cứu hướng xử lý ở nhiệt độ cao. Trong nghiên cứu này đề cập hướng thiêu sunfat hóa mẫu xỉ ở các nhiệt độ khác nhau, với mục đích sunfat hóa đồng để dễ hòa tan trong nước và được tách ra khỏi bã xỉ. Chất sử dụng để sunfat hóa đồng và hợp chất oxit đồng sử dụng là axit H₂SO₄.

6. Cơ sở lý thuyết

Khi trộn xỉ đồng với axit sunfuaric và đem thiêu trong lò. Các phản ứng chính xảy ra khi thiêu [Mile D. Dimitrijevic, Daniela M. Urosevic, Zoran D. Jancovic, Snezana M. Milic; 2015]:



Ở 337 °C axit H₂SO₄ phân ly ra hơi SO₃ tạo điều kiện cho đồng và sắt sunfat hóa. Các hợp chất của sắt cũng bị sunfat hóa giống đồng, tuy nhiên ở nhiệt độ 480 °C, sắt sunfat lại bị phân ly tạo oxit theo phản ứng:



trong khi CuSO₄ chỉ phân ly ở nhiệt độ 650 °C.

Sản phẩm sau thiêu thu được sẽ tùy thuộc vào nhiệt độ mà thành phần chủ yếu là:

+ Khi thiêu ở nhiệt độ dưới 480 °C: CuSO₄ và Fe₂(SO₄)₃.

+ Khi thiêu ở (480 – 650) °C: CuSO₄ và Fe₂O₃.

+ Khi thiêu ở nhiệt độ lớn hơn 650 °C: CuO và Fe₂O₃

* Tác giả liên hệ

Email: trantrungtoi@humg.edu.vn

Do đó, quá trình thiêu nên ở khoảng nhiệt độ thấp 480 - 650 °C để đồng sẽ bị sunfat hóa tạo CuSO₄ dễ dàng hòa tan trong nước, còn sắt sẽ ở dạng oxit Fe₂O₃ không tan, đồng thời cũng giảm được chi phí H₂SO₄ (nguồn tạo SO₃ cho quá trình thiêu sunfat).

3. Quá trình tiến hành thí nghiệm

- Mẫu thí nghiệm

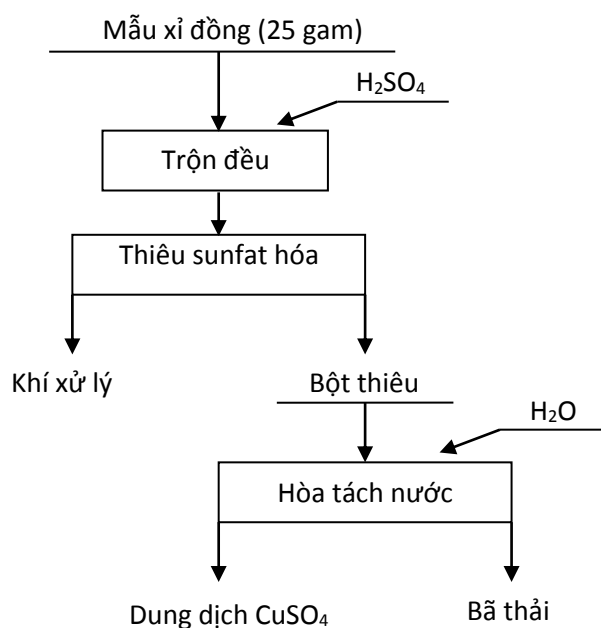
Mẫu xỉ sử dụng trong nghiên cứu cũng được lấy từ xỉ lò luyện Sten đồng (lò SKS) Lào Cai. Mẫu được đập – nghiền xuống cỡ hạt 0,074 mm (chiếm 75%) để thí nghiệm. Thành phần hợp chất chính của mẫu cũng tương tự xỉ luyện đồng trên thế giới [Trần Trung Tới, Nguyễn Ngọc Phú, 2018; Gbor, P.K., Mokri, V., Jia, C.Q., 2000a], gồm: Fayalite 60 – 77% (Fe₂SiO₄), Magnetite 16 – 18% (Fe₃O₄) và Gotite 1-3% (Fe₂O₃.H₂O). Hàm lượng đồng 4,05% và tồn tại ba dạng: oxit Cu₂O 1 – 2%, sunfua CuS, Cu₂S 1 – 2% và đồng kim loại (ít).

- Thiết bị sử dụng trong nghiên cứu

Thiết bị sử dụng trong nghiên cứu là những thiết bị thông dụng trong phòng thí nghiệm bao gồm: Lò giềng (lò dây nung điện trở tự chế tạo, dung tích 5 lit, có hệ thống điều khiển và đặt nhiệt độ dưới 1000 °C), cốc sứ thể tích 200 ml chịu được nhiệt độ cao 1200 °C, cốc thủy tinh 250 - 500ml, máy khuấy đũa có hệ thống gia nhiệt và máy đo pH kiểu handylab of SCHOTT.

- Quy trình thí nghiệm

Trộn đều mẫu xỉ đồng với axit H₂SO₄ dạng đặc 98% trong cốc thủy tinh (với một lượng được tính toán theo phản ứng) rồi cho vào cốc sứ và đưa vào trong lò nung ở các nhiệt độ khảo sát khác nhau dao động trong khoảng 200 – 800 °C. Quá trình tiến hành thí nghiệm theo hai bước như sơ đồ hình 1.



Hình 1. Sơ đồ quy trình thí nghiệm khảo sát

Bước thứ nhất là thiêu sunfat hóa mẫu xỉ với axit sunfuaric ở các chế độ khảo sát gồm: nhiệt độ thiêu, thời gian thiêu và tỷ lệ axit/xỉ đồng. Bước thứ hai là hòa tách bột sau thiêu bằng nước ở chế độ cố định: 20% rắn, 25°C, 30 phút. Mức độ hòa tách đồng từ xỉ của quá trình này được tính theo công thức sau:

$$\eta_{Cu} = \frac{(M_m \cdot \%Cu_m - M_b \cdot \%Cu_b)}{M_m \cdot \%Cu_m} \cdot 100, \%$$

- Trong đó:
- η_{Cu} : Mức độ hòa tách đồng, %
 - M_m : Khối lượng mẫu đầu (gam).
 - M_b : Khối lượng bã thu được sau hòa tách nước (gam)
 - $\%Cu_m$: Hàm lượng đồng trong mẫu đầu (%)
 - $\%Cu_b$: Hàm lượng đồng còn lại trong bã hòa tách nước (%)

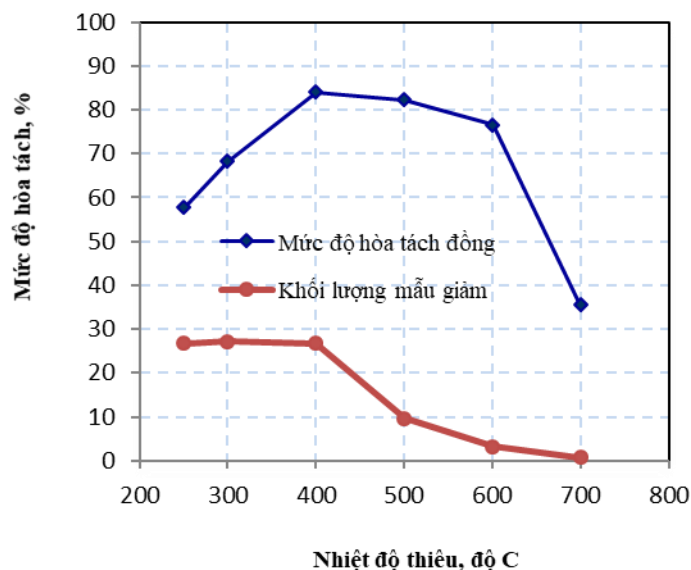
4. Kết quả và thảo luận

4.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ thiêu sunfat hóa

Chế độ nghiên cứu khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ thiêu sunfat đến hiệu quả tách đồng được thực hiện như sau:

- Mẫu xi đồng: 25 gam
- Tỷ lệ axit/xi: 0,2 lít/kg (tương ứng 5 ml axit/25 gam xi đồng)
- Thời gian thiêu: 60 phút
- Nhiệt độ thiêu khảo sát: 250, 300, 400, 500, 600 và 700 °C
- Bột sau thiêu được hòa tách nước

Kết quả được thể hiện trên hình 2



Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ thiêu tới mức độ tách đồng trong xi

Quá trình thiêu sunfat có khả năng tách được đồng trong xi với mức độ cao từ 76% đến 84%. Ban đầu mức độ hòa tách đồng tăng theo nhiệt độ thiêu từ 250 °C đến 400 °C sau đó giảm dần khi nhiệt độ thiêu tăng tiếp. Nguyên nhân là ở nhiệt độ cao, một phần CuSO_4 bị oxy hóa thành oxit (CuO) khó tan được trong nước làm mức độ hòa tách đồng giảm.

Mức độ hòa tách đồng tốt nhất ở nhiệt độ thiêu 400 °C đạt 84%; tuy nhiên ở nhiệt độ này, khối lượng mẫu hòa tách cũng giảm nhiều nhất từ 25 gam xuống 18 gam (tương ứng giảm 28%). Điều này chứng tỏ lượng sắt hòa tan vào dung dịch cũng rất nhiều (khoảng 17 – 20%).

Ở nhiệt độ thiêu 600 °C, mức độ hòa tan đồng thấp hơn (đạt 76,5%), nhưng khối lượng mẫu hòa tách giảm không đáng kể từ 25 gam xuống 24 gam (giảm 3,2%). Nguyên nhân do ở nhiệt độ này, sắt sunfat sẽ chuyển sang dạng oxit. Như vậy, lượng sắt hòa tan trong dung dịch thấp, sắt chủ yếu nằm lại trong bã hòa tách.

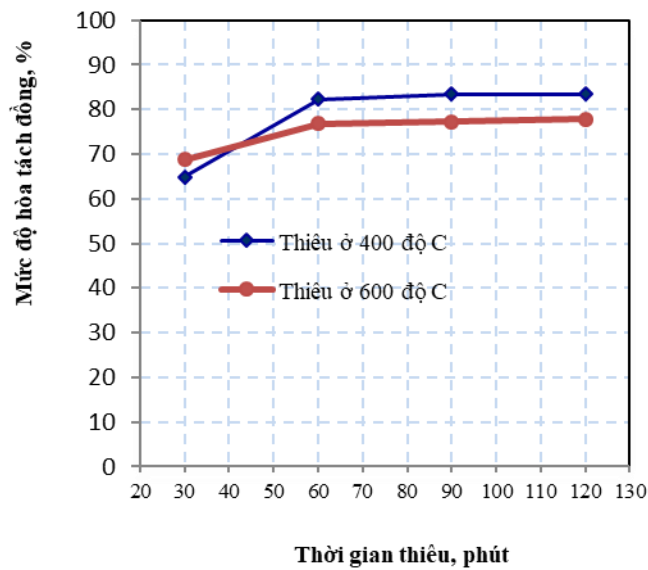
4.2. Ảnh hưởng của thời gian thiêu

Quá trình nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian thiêu tới mức độ tách đồng theo các chế độ:

- Mẫu xi đồng: 25 gam
- Tỷ lệ axit/xi: 0,2 lít/kg
- Thời gian thiêu khảo sát: 30, 60, 90 và 120 phút
- Nhiệt độ thiêu: 400 °C và 600 °C
- Bột sau thiêu được hòa tách đồng trong nước

Kết quả được thể hiện trên hình 3.

Khoảng thời gian thiêu 40 phút đầu, mức độ hòa tách đồng ở nhiệt độ thiêu 600 °C cao hơn khi thiêu ở 400 °C; còn khi tăng tiếp thời gian thiêu, mức độ tách đồng lại ngược lại. Nguyên nhân, ở nhiệt độ thiêu 600 °C, sự phân ly axit tạo ra khí SO_3 nhanh hơn, do đó tốc độ sunfat hóa đồng tăng nhanh ở thời điểm đầu nhưng sau đó lại thoát ra nhanh, làm mức độ sunfat hóa đồng không kịp, nên mức độ tách đồng lại giảm so với thiêu ở 400 °C.



Hình 3. Ảnh hưởng của thời gian thiêu tới mức độ tách đồng trong xỉ

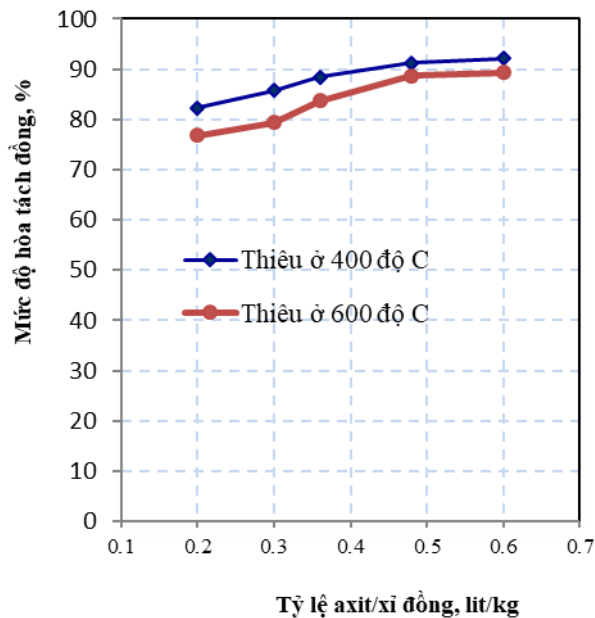
Trong khoảng thời gian thiêu 60 phút đầu, mức độ tách đồng tăng theo thời gian và sau đó gần như không tăng nhiều khi thời gian thiêu tăng. Điều này đồng nghĩa với đồng đã được sunfat hóa gần như đã hoàn toàn trong khoảng thời gian thiêu sau 60 phút.

4.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ axit/xỉ đến mức độ hòa tách đồng.

Tương tự như quá trình khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian. Chế độ nghiên cứu khảo sát ảnh hưởng của lượng axit H₂SO₄ để thiêu sunfat đến hiệu quả tách đồng gồm:

- Mẫu xỉ đồng: 25 gam
- Thời gian thiêu: 60 phút
- Nhiệt độ thiêu: 400 °C và 600 °C
- Tỷ lệ axit/xỉ đồng khảo sát: 0,2; 0,3; 0,36; 0,48 và 0,6 (lít/kg)
- Bột sau thiêu được hòa tách trong nước.

Kết quả được thể hiện trong hình 4



Hình 4. Ảnh hưởng của tỷ lệ axit/xỉ tới mức độ hòa tách đồng

Tỷ lệ axit/xỉ đồng tăng, sẽ làm tăng mức độ hòa tan đồng vào dung dịch. Nguyên nhân do tăng axit sẽ tăng lượng khí phân ly SO₃, làm khả năng sunfat hóa đồng cũng tăng.

Trong vùng tỷ lệ axit/xi đồng khảo sát lần lượt là 0,36; 0,48 và 0,6 lit axit/1kg xi đồng (tương ứng 9ml, 12ml và 15ml axit), mức độ hòa tách đồng tăng lần lượt 88,4%; 91,2% và 92,1% khi thiêu ở nhiệt độ 400 °C. Còn thiêu ở nhiệt độ 600 °C thì hiệu quả thấp hơn khoảng (2 – 3)%.

5. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu khả năng tách đồng từ xỉ lò luyện stên đồng (lò SKS) của nhà máy luyện đồng Lào Cai bằng quá trình thiêu sunfat với axit sunfuaric và hòa tách nước, rút ra kết luận:

1. Mức độ hòa tách đồng trong xỉ bằng quá trình thiêu sunfat – hòa tách nước đạt trên 90% ở điều kiện chi phí axit H₂SO₄ trên 0,4 lit/ 1kg xỉ, nhiệt độ thiêu 400 – 500 °C và trong thời gian 60 – 90 phút. Hàm lượng đồng trong bã thải sau xử lý còn dưới 0,4% Cu.
2. Mức độ hòa tách đồng cao nhất khi nhiệt độ thiêu đạt 400 – 500 °C, nhưng lượng sắt cùng hòa tan vào cũng cao, khoảng 20 – 30%. Khi tăng nhiệt độ thiêu 600 °C thì mức độ hòa tách đồng có giảm khoảng 1 – 3%, nhưng lượng sắt cùng hòa tan vào giảm đi đáng kể, chỉ còn khoảng 3 – 6%.
3. Tỷ lệ axit/xi đồng trong quá trình thiêu thí nghiệm cao hơn nhiều so với lượng cần thiết để tạo sunfat hóa đồng. Bởi quá trình thực nghiệm thiêu trong cốc không kín, một lượng lớn SO₃ phân ly bị bay hơi ra khỏi lò. Do đó, để giảm chi phí này cần phải có thiết bị thiêu chuyên dụng.
4. Cần tiếp tục nghiên cứu thay thế axit H₂SO₄ bằng các chất có khả năng cung cấp nguồn tạo khí SO₃ cho quá trình thiêu sunfat rẻ tiền hơn như muối Fe₂(SO₄)₃ hoặc FeS₂, ...

Tài liệu tham khảo

Trần Trung Tới, Nguyễn Ngọc Phú, 2018. Nghiên cứu quá trình hòa tách đồng trong xỉ lò SKS Lào Cai, *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học công nghệ tuyển khoáng toàn quốc lần thứ V*. Nhà xuất bản khoa học tự nhiên và công nghệ.

Banza, A.N., Gock, E., Kongolo, K., 2002. Base metals recovery from copper smelter slag by oxidizing leaching and solvent extraction. *Hydrometallurgy* 67, 63–69.

Gbor, P.K., Mokri, V., Jia, C.Q., 2000a. Characterization of smelter slags. *Journal of Environmental Science and Health A35* (2), 147–167.

Mile D. Dimitrijevic, Daniela M. Urosevic, Zoran D. Jancovic, Snezana M. Milic; 2015. Recovery of copper from smelting slag by sulphation roasting and water leaching. *Physicochem. Probl. Miner. Process.* 52(1), 2016, 409-421.

ABSTRACT

Extraction of copper from Lao Cai SKS copper smelter slag by sulphation roasting with sulfuaric acid and water leaching

Tran Trung Toi¹

¹Hanoi University of Mining and Geology

This paper presents the experimental results obtained by leaching H₂SO₄-roasting copper slag generated in copper processing by SKS furnace for recovering copper metal. The study investigated the influence of important variables including roasting temperature, roasting time and the ratio between H₂SO₄ 98% and copper slag. The results indicate that at 400 °C of roasting temperature, 60 min of roasting time and the ratio between H₂SO₄ 98% and copper slag by weight is 0.48, the recovery ratio of copper metal in initial copper slag reach to over 90%. At 600 °C of roasting temperature, the recovery of copper metal get only 88.7%, but the amount of iron contaminated to obtained copper metal reduced to five times. Copper extraction ratio may be higher if increased the ratio between the weight of H₂SO₄ 98% and slag, but the cost of the leaching process increase also.

Keywords: Extraction of copper, copper smelter slag, roasting sulfate, Lao Cai SKS furnace slag.

Kết quả nghiên cứu thay thế máy tuyển nổi cũ bằng máy tuyển nổi cơ giới - khí nén tự tràn tại nhà máy tuyển đồng Sin Quyền, Lào Cai

Lý Xuân Tuyên¹, Trần Thuận Đức¹, Đỗ Văn Quang¹, Tạ Quốc Hùng¹, Phạm Văn Luận^{2*}

¹ Chi nhánh Mỏ - Tuyển đồng Sin Quyền, Lào Cai

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất

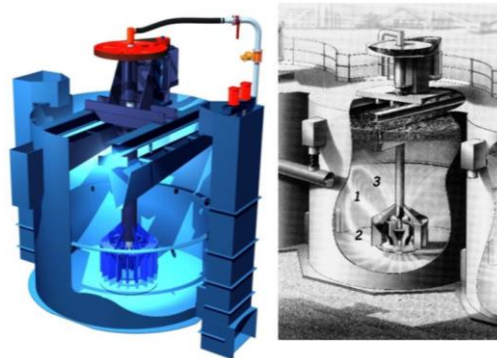
TÓM TẮT

Dây chuyền tuyển với máy tuyển nổi cơ giới – khí nén kiểu cũ tại nhà máy tuyển đồng Sin Quyền đã tồn tại trên 10 năm. Các chỉ tiêu công nghệ của nhà máy trong những năm qua đều đạt yêu cầu, thậm chí còn cao hơn so với thiết kế. Nhưng hiện nay hàm lượng đồng trong quặng nguyên khai giảm so với thiết kế và nhu cầu về quặng tinh ngày càng cao nên nhà máy buộc phải tăng năng suất tuyển. Do đó các máy tuyển nổi kiểu cũ không còn đảm bảo được các chỉ tiêu công nghệ tuyển. Trước tình hình đó, được sự đồng thuận từ Tổng công ty, Giám đốc chi nhánh đã quyết định thay thế máy tuyển nổi kiểu cũ bằng máy tuyển nổi cơ giới - khí nén tự tràn (tự thiết kế và chế tạo). Sau khi thay thế các chỉ tiêu công nghệ của nhà máy đều vượt so với thiết kế: Tinh quặng đồng có hàm lượng tăng từ 25,52%Cu lên trên 25,52%Cu và thực thu tăng từ 92,02% lên trên 94%; lượng tinh quặng đồng tăng lên khoảng 1000tấn/năm; hàm lượng đồng trong đuôi thải giảm từ 0,08%Cu xuống khoảng 0,06%Cu; tinh quặng sắt có hàm lượng tăng từ 64,5%Fe lên trên 65%Fe và thực thu tinh quặng sắt tăng từ 25,2% lên 28%; lượng tinh quặng sắt tăng lên khoảng 6500tấn/năm...

Từ khóa: Quặng đồng, máy tuyển nổi, Nhà máy tuyển quặng đồng Sin Quyền

1. Giới thiệu máy tuyển nổi cơ giới – khí nén kiểu tự tràn

Máy tuyển nổi tự tràn được thiết kế trên cơ sở những ưu điểm của máy tuyển nổi dạng bể có bánh khuấy đặt sâu, là loại máy tuyển tối ưu cho các khâu tuyển chính, tuyển tinh và tuyển vét. Thiết kế độc đáo tạo ra dòng khuấy trộn bùn theo hướng bán kính có động năng lớn nhằm tạo ra hai dòng bùn tuần hoàn: dòng thứ nhất tuần hoàn rất mạnh ở phía dưới bánh khuấy; dòng thứ hai tuần hoàn lên phần phía trên của máy. Các van khuếch tán đặt thẳng đứng nhằm tạo ra các dòng chảy xuyên tâm kiểu mẫu nhằm loại bỏ hoàn toàn sự quay vòng của bùn khoáng trong ngăn máy tuyển nổi. Mỗi ngăn máy tuyển nổi tự tràn được cung cấp hai máng bọt đặt nằm ngang bên trong máy nhằm tăng hiệu quả thu hồi và giảm khoảng cách vận chuyển sản phẩm bọt. Cả hai máng bọt được tháo ra một phía của ngăn máy để đơn giản hóa việc vận chuyển sản phẩm bọt. Các tấm nén ép bọt có tác dụng làm giảm thời gian tuyển nổi nhằm tăng hiệu quả thu hồi khi tuyển hạt thô và ở khâu tuyển tinh. [Metso Minerals].



1 – dòng bùn mẫu hướng bán kính với động năng lớn di chuyển đến thành máy; 2 – dòng chảy thứ nhất trở lại phía dưới bánh khuấy; 3 – dòng bùn thứ 2 tuần hoàn lên phía trên của máy

Hình 1. Ảnh cấu tạo của máy tuyển nổi tự tràn

* Tác giả liên hệ

Email: phamvanluan@humg.edu.vn

Ngăn máy hình trụ có thể tích từ 5 – 200m³, mức cấp bùn thấp gần với cửa thoát để giảm thiểu sự tuần hoàn của bùn. Ngăn máy gồm nhiều môđun để dễ dàng cho việc xây dựng, vận chuyển và lắp đặt. Bùn quặng được cấp xuống đáy máy và sản phẩm ngăn máy được tháo qua hộp tháo tải đặt thấp dưới mức sàn, hộp tháo tải có lắp van để điều chỉnh chiều cao mức bùn trong ngăn máy. Ảnh cấu tạo của máy như hình 1. Thiết bị này hiện đang được áp dụng tại nhà máy tuyển quặng đa kim Núi Pháo và nhiều nhà máy tuyển quặng trên thế giới.

Ưu điểm chính của máy: Tạo ra sự tiếp xúc tối đa giữa hạt khoáng và bóng khí trong ngăn máy; đảm bảo bùn quặng ở trạng thái lơ lửng trong quá trình hoạt động và dễ dàng trở lại trạng thái này sau khi tắt máy; bóng khí được phân tán đều trong toàn bộ thể tích của ngăn máy; vùng khuấy trộn thấp hơn đảm bảo bùn quặng ở trạng thái lơ lửng tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình va chạm giữa hạt khoáng và bóng khí; vùng bùn quặng phía trên yên tĩnh nhằm giảm hiện tượng hạt khoáng bị rơi khỏi bóng khí; bề mặt ngăn máy rất yên tĩnh làm giảm tối thiểu sự rửa trôi của các hạt và ngăn máy hình trụ với mức cấp bùn thấp gần với cửa thoát để giảm thiểu sự tuần hoàn của bùn.

2. Tính toán lựa chọn số ngăn máy tuyển

2.3. Xác định tổng thể tích của ngăn máy tuyển

Tổng thể tích của ngăn máy được tính theo công thức sau: [Trương Cao Suyền, 2003; Metso Minerals]

$$V_f = \frac{Q * Tr * S}{60 * Ca} \quad (1)$$

- Trong đó:
- V_f là tổng thể tích ngăn máy cần thiết, m³;
 - Q là lưu lượng bùn cấp liệu;
 - Tr là thời gian tuyển nổi được xác định bằng thực tế hoặc trong phòng thí nghiệm;
 - S là hệ số phụ thuộc vào cách xác định thời gian tuyển nổi. Nếu thời gian tuyển nổi được chỉ định, được xác định bằng thí nghiệm công nghiệp hoặc bán công nghiệp thì $S = 1$. Nếu thời gian tuyển nổi được xác định trong phòng thí nghiệm thì $S = 1,6 - 2,6$.
 - Ca là hệ số tính đến thể tích của khí trong bùn quặng, $Ca = 0,85$.

2.4. Lựa chọn số ngăn máy tuyển cho một dãy

Sau khi tính được tổng thể tích ngăn máy cần thiết, dựa vào bảng 1 và 2 để lựa chọn loại ngăn máy rồi tính ra số ngăn máy trong một dãy. Nồng độ bùn khi tuyển tinh bằng khoảng 60% so với khi tuyển chính và thời gian khi tuyển tinh bằng khoảng 65% khi tuyển chính. Để đảm bảo bùn tự chảy dọc theo dãy thì cứ sau một số ngăn nhất định phải hạ bậc các ngăn tiếp theo giữa hai bậc đặt một hộp trung gian (số ngăn trên bậc như bảng 1). Đầu và cuối mỗi ngăn máy cần có hộp cấp liệu và hộp tháo tải. Thứ tự sắp xếp tiêu biểu trong một dãy là: Hộp cấp liệu – 4 ngăn máy – hộp trung gian – 3 ngăn máy – hộp tháo tải. [Metso Minerals]

Bảng 1. Lưu lượng bùn cho phép của máy RCS

Loại máy	Thể tích, m ³	Lưu lượng tối đa, m ³ /h	Lưu lượng tối thiểu, m ³ /h	Số ngăn máy tối đa/bậc
RCS5	5	200	70	4
RCS10	10	400	115	4
RCS15	15	600	225	4
RCS20	20	800	230	3
RCS30	30	1220	380	3
RCS40	40	1600	400	3
RCS50	50	2000	600	3
RCS70	70	2800	900	2
RCS100	100	4000	1020	2
RCS130	130	5200	1660	2
RCS160	160	6400	1710	1
RCS 200	200	8000	2560	1

Bảng 2: Một vài thông số công nghệ của máy RCS khi tuyển chính

Khoáng vật	Nồng độ bùn trong cấp liệu, %	Thời gian tuyển nổi, phút	Số ngăn máy /dãy
Copper	32-42	13-16	8-12
Feldspar	25-35	8-10	6-8
Lead	25-35	6-8	6-8
Molybdenum	35-45	14-20	10-14

3. Phương án thay thế và hiệu quả làm việc của nhà máy tuyển nổi sau cải tạo

3.1 Phương án thay thế máy tuyển nổi tại thực tế nhà máy tuyển

Do máy tuyển nổi tự tràn (cell) tự tính toán và thiết kế đồng thời đảm bảo cho nhà máy được liên tục và không ảnh hưởng đến hiệu quả sản xuất kinh doanh. Nên không chọn phương án thay đồng loạt mà chọn phương án thay thế các máy tuyển nổi kiểu cũ bằng máy tuyển nổi cell theo từng giai đoạn. Phương án này cho phép đưa ra các giải pháp khắc phục những tồn tại của giai đoạn trước để áp dụng cho giai đoạn sau đồng thời không xảy ra các biến động lớn về chế độ công nghệ và hiệu quả kinh doanh của nhà máy.

Sau mỗi giai đoạn lắp đặt các chế độ công nghệ tuyển thường xuyên được kiểm soát và điều chỉnh kịp thời để tìm ra chế độ công nghệ tuyển hợp lý cho máy tuyển mới lắp đặt. Đúc kết kinh nghiệm để đưa ra giải pháp hợp lý cho giai đoạn thay thế tiếp theo.

Để kiểm soát hiệu quả làm việc của máy tuyển nổi mới lắp thì các sản phẩm đầu ra ở từng ngăn máy tuyển liên tục được lấy mẫu. Mẫu được lấy theo phương pháp cắt ngang dòng bằng máy cắt mẫu tần suất 15 phút/lần (mẫu đơn), gộp các mẫu đơn/ca được mẫu ca, gộp 03 mẫu ca/ngày. Các mẫu ca, ngày được đưa phân tích hóa và thành phần độ hạt.

3.2 Đánh giá hiệu quả làm việc của sơ đồ công nghệ tuyển sau từng giai đoạn cải tạo

3.2.1. Giai đoạn 1: Thay thế Cell cho khâu tuyển thô nhanh và tinh nhanh

Gia công lắp đặt 01 máy tuyển Cell thay thế cho máy tuyển tinh nhanh truyền thống và 02 máy tuyển Cell thay thế cho tuyển thô nhanh. Theo kết quả tính toán: khâu tuyển thô nhanh cần 02 máy thể tích 50m³ (Cell 1,2); khâu tuyển tinh nhanh cần 01 máy thể tích 16m³ (Cell 3). Kết quả tuyển sau cải tạo cho ở bảng 3.

Bảng 3. Các chỉ tiêu công nghệ tuyển khi thay thế cải tạo máy tuyển cho khâu tuyển thô nhanh và tinh nhanh

Tên sản phẩm	Chỉ tiêu (%)
Quặng nguyên khai vào tuyển (% Cu)	1,00
Bọt Tuyển chính nhanh Cell 1, 2 (% Cu)	15,8
Đuôi Tuyển chính nhanh Cell 1, 2 (% Cu)	0,14
Bọt Tuyển tinh nhanh Cell 3 (%Cu)	26,84
Bọt Tuyển tinh 2 (% Cu)	20,01
Đuôi thải Cu chung (%Cu)	0,075
Tinh quặng thành phẩm (%Cu)	25,0
Thực thu Tuyển chính nhanh, (%)	86,77
Thực thu toàn phần (%)	92,78

Nhận xét :

– Sau khi cải tạo thực thu công đoạn tuyển thô nhanh Cell 1,2 cao hơn nhiều so với khi sử dụng thiết bị truyền thống (tăng từ 80,4% lên 86,77%);

– Thực thu toàn phần đã cao hơn so với thời gian sản xuất trước khi lắp đặt Cell tuyển, từ 92,25% lên 92,78%. Tuy nhiên chưa đạt được so với thiết kế là 93% và mục tiêu chung là 94%. Nguyên nhân chủ yếu là do sử dụng hai thiết bị không đồng nhất trong cùng một dây chuyền nên hàm lượng đuôi thải chưa khống chế được;

– Trên cơ sở đó có thể khẳng định thiết bị Cell tuyển hoàn toàn phù hợp với đối tượng quặng đang tuyển và cho hiệu quả cao hơn thiết bị tuyển truyền thống tại công đoạn tuyển thô nhanh. Cần nghiên cứu để thay thế tiếp các thiết bị truyền thống tại các công đoạn khác.

3.2.2. Giai đoạn 2: Thay thế Cell cho khâu tuyển nổi tập hợp Cu – S

Lắp đặt thêm 08 máy tuyển Cell thay thế cho hệ máy tuyển tập hợp Cu–S và 01 máy cho khâu tuyển tinh tách Cu – S. Theo kết quả tính toán khâu tuyển nổi tập hợp Cu – S cần số máy là: khâu tuyển chính cần 04 máy thể tích 20m³ (Cell 5, 6, 7, 8) và khâu tuyển vét cần 04 máy thể tích 20m³ (Cell 9, 10, 11, 12). Khâu tuyển tinh tách Cu – S cần 01 máy thể tích 20m³ (Cell 4). Kết quả tuyển tại thực tế nhà máy cho ở bảng 4.

Sau khi lắp đặt thiết bị Cell cho giai đoạn 2 có nhận xét sau:

– Thực thu và hàm lượng đồng trong quặng tinh đã tăng hơn so với giai đoạn trước, hàm lượng Cu tăng từ 25% đến 25,12% và thực thu tăng từ 92,78% đến 93,81%;

– Thực thu toàn phần đạt cao hơn so với thiết kế và thực tế sản xuất trước đây, đã tiệm cận đến giá trị yêu cầu (94%);

– Hàm lượng đuôi thải đã giảm xuống đáng kể, tuy nhiên hàm lượng đồng trong đuôi thải vẫn cao và hàm lượng lưu huỳnh lẫn vào tinh quặng sắt vẫn còn lớn. Đó đó cần thiết phải lắp đặt thiết bị cell cho khâu tuyển tách Cu – S và tách lưu huỳnh.

Bảng 4. Các chỉ tiêu công nghệ tuyển khi thay thế cải tạo máy tuyển cho khâu tuyển nổi tập hợp Cu – S và khâu tuyển tinh tách Cu - S

Tên sản phẩm	Chỉ tiêu (%)
Quặng Nk vào tuyển (% Cu)	0,95
Bọt Tuyển chính nhanh Cell 1,2 (% Cu)	17,0
Đuôi Tuyển chính nhanh Cell 1,2 (% Cu)	0,12
Bọt Tuyển tinh nhanh Cell 3 (%Cu)	27,2
Bọt Tuyển tinh 2 Cell 4 (%)	21,02
Bọt tuyển chính tập hợp Cu-S Cell 5,6,7,8 (%Cu)	2,25
Bọt tuyển vớt tập hợp Cu-S Cell 9,10,11,12 (%Cu)	0,3
Đuôi thải Cu chung (%)	0,061
Tinh quặng thành phẩm (%)	25,12
Thực thu Tuyển chính nhanh	87,99
Thực thu toàn phần (%)	93,81

3.2.3. Giai đoạn 3: Thay thế Cell cho khâu tuyển tách Cu – S và tách S

Lắp đặt thêm 02 máy tuyển Cell thay thế cho khâu tuyển tách Cu – S, 01 máy cho khâu tuyển vớt tách Cu – S và 03 máy cho khâu tuyển tách S. Sau giai đoạn này tất cả các khâu tuyển nổi trong nhà máy đều được thay thế bằng máy tuyển Cell, hoàn thiện sơ đồ tuyển nổi của nhà máy bằng thiết bị tuyển Cell. Theo kết quả tính toán: khâu tuyển tách Cu - S cần 02 máy thể tích 20m³ (Cell 13, 14), khâu tuyển vớt tách Cu – S cần 01 máy thể tích 20m³ (Cell 15) và khâu tuyển tách lưu huỳnh cần 03 máy thể tích 20m³ (Cell 16, 17, 18). Kết quả tuyển tại thực tế nhà máy cho ở bảng 5.

Bảng 5. Các chỉ tiêu công nghệ tuyển khi thay thế cải tạo máy tuyển toàn bộ máy tuyển nổi tại nhà máy

Tên sản phẩm	Chỉ tiêu (%)
Quặng Nk vào tuyển, (% Cu)	0,96
Bọt Tuyển chính nhanh Cell 1,2, (% Cu)	16,89
Đuôi Tuyển chính nhanh Cell 1,2, (% Cu)	0,12
Bọt Tuyển tinh nhanh Cell 3, (% Cu)	27,32
Bọt Tuyển tinh 2 Cell 4 (% Cu)	22,06
Bọt tuyển chính tập hợp Cu-S Cell 5,6,7,8, (%Cu)	2,34
Bọt tuyển vớt tập hợp Cu-S Cell 9,10,11,12, (%Cu)	0,23
Bọt tuyển chính tách Cu – S Cell 13,14, (%Cu)	7,6
Bọt tuyển vớt tách Cu – S Cell 15, (%Cu)	1,1
Đuôi thải tuyển tách Cu-S, (%Cu)	0,155
Đuôi thải tuyển TH Cu-S, (%Cu)	0,055
Đuôi thải Cu chung (%)	0,058
Tinh quặng thành phẩm (%)	25,43
Thực thu Tuyển chính nhanh, (%)	88,35
Thực thu toàn phần (%)	94,10

Sau khi hoàn thiện giai đoạn 3, có một số nhận xét sau:

- Thực thu và hàm lượng đồng trong quặng tinh đã tăng hơn so với giai đoạn trước, hàm lượng Cu tăng từ 25,12% đến 25,43% và thực thu tăng từ 93,81% đến 94,1%;
- Thực thu toàn phần đạt cao hơn so với thiết kế và giá trị mong muốn trước khi lắp đặt Cell;
- Hàm lượng đồng trong đuôi thải đã giảm đáng kể chỉ còn 0,055%Cu.
- Tuy nhiên một vài chỉ tiêu công nghệ của sơ đồ tuyển vẫn chưa ổn định, điều này có thể là do một số thiết bị hoạt động chưa đồng bộ với hệ thống máy tuyển và các chế độ công nghệ tuyển chưa điều chỉnh về giá trị tối ưu. Do đó cần nghiên cứu cải tạo chế độ công nghệ tuyển ở giai đoạn tiếp theo.

3.2.4. Giai đoạn 4: Hoàn thiện sơ đồ công nghệ tuyển nổi bằng thiết bị Cell

Tập trung chỉnh định dây chuyền công nghệ tuyển mới đảm bảo hàm lượng tinh quặng Cu \geq 25%Cu và thực thu tinh quặng đồng \geq 94%. Sơ đồ công nghệ của nhà máy sau khi hoàn thiện cho ở hình 2, kết quả tuyển sau khi hoàn thiện chế độ công nghệ tuyển cho ở bảng 8.

Bảng 8. Các chỉ tiêu công nghệ tuyển khi hoàn thiện chế độ công nghệ tuyển với thiết bị Cell

Tên sản phẩm	Chỉ tiêu (%)
Quặng Nk vào tuyển, (% Cu)	0,98

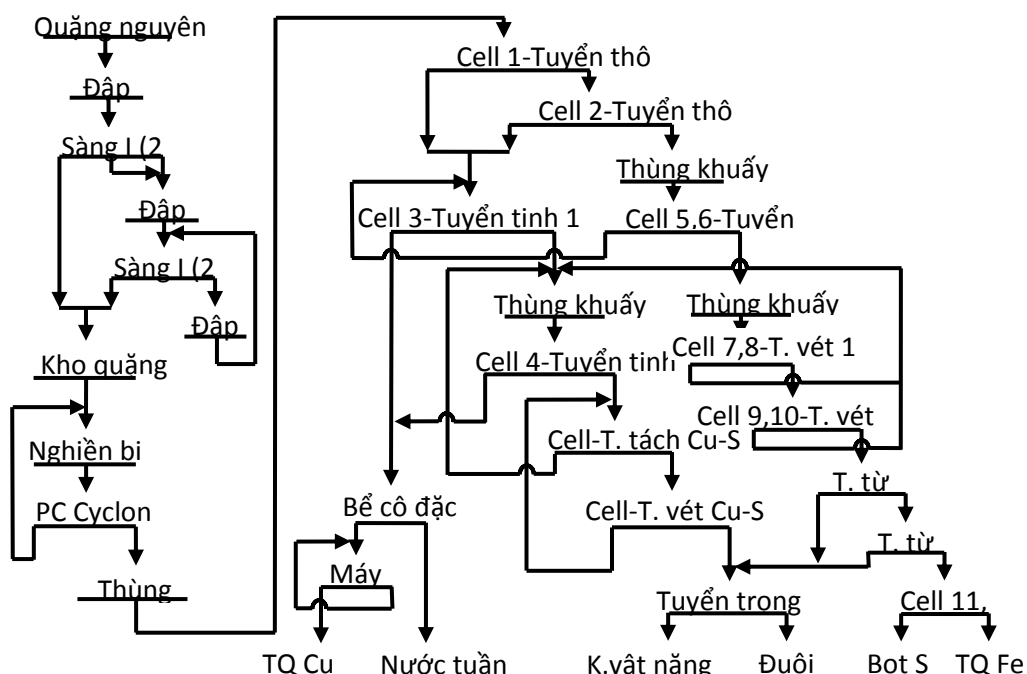
Bọt Tuyển chính nhanh Cell 1,2, (% Cu)	16,89
Đuôi Tuyển chính nhanh Cell 1,2, (% Cu)	0,12
Bọt Tuyển tinh nhanh Cell 3, (%Cu)	27,52
Bọt Tuyển tinh 2 Cell 4 (% Cu)	22,36
Bọt tuyển chính tập hợp Cu-S Cell 5,6,7,8, (%Cu)	2,22
Bọt tuyển vết tập hợp Cu-S Cell 9,10,11,12, (%Cu)	0,21
Bọt tuyển chính tách Cu – S Cell 13,14, (%Cu)	7,8
Bọt tuyển vết tách Cu – S Cell 15, (%Cu)	1,2
Đuôi thải tuyển tách Cu-S, (%Cu)	0,15
Đuôi thải tuyển TH Cu-S, (%Cu)	0,05
Đuôi thải Cu chung (%)	0,058
Tinh quặng thành phẩm (%)	25,52
Thực thu Tuyển chính nhanh, (%)	88,38
Thực thu toàn phần (%)	94,30
Hàm lượng S trong tinh quặng sắt (%)	0,85
Hàm lượng tinh quặng sắt sau tuyển tách S (%)	65,11
Thực thu toàn phần khâu tuyển sắt (%)	28,20

Sau khi hoàn thiện sơ đồ công nghệ và thiết bị toàn bộ dây chuyền tuyển nổi thì kết quả thu được rất khả quan:

- Hàm lượng nguyên khai đầu vào thấp hơn thiết kế nhưng thực thu cao hơn thiết kế;
- Thực thu đạt cao : 94,3% vượt chỉ tiêu đề ra;
- Đối với khâu tuyển sắt : Hàm lượng S trong tinh quặng sắt đạt mức < 1,0% và ổn định liên tục đáp ứng tốt yêu cầu đã đề ra. Kể cả khi hàm lượng S trong tinh quặng sắt trước khi vào tuyển tách S >15%. Hàm lượng tinh quặng sắt sau khi tuyển tách S tăng lên từ 64,5% lên trên 65%. Thực thu toàn phần tăng trên 3% (từ 25,2% lên 28,20%) so với trước đây sử dụng thiết bị truyền thống cho khâu tuyển tách S.

3.3 Đánh giá hiệu quả làm việc của nhà máy sau cải tạo

Kết quả so sánh hiệu quả tuyển của nhà máy theo sơ đồ mới so với sơ đồ cũ cho ở bảng 9.



Hình 2: Sơ đồ công nghệ Nhà máy tuyển nổi đồng Sin Quyền Lào Cai (sau khi lắp CELL tuyển)

Bảng 9. So sánh các chỉ tiêu KTKT quá trình tuyển nổi đồng trên thiết bị tuyển truyền thống và tuyển trên thiết bị CELL

TT	Chỉ tiêu	ĐVT	Dây chuyền máy tuyển cũ	Dây chuyền máy tuyển Cell	So sánh (%)
1	2	3	4	5	6=5/4
I	Quặng NK vào tuyển	T/năm	1.380.000	1.380.000	100,00
-	Hàm lượng đồng	%Cu	0,95	0,95	100,00
-	Hàm lượng sắt	%Fe	11,22	11,22	100,00
II	Sản phẩm sau tuyển				
1	Tinh quặng đồng	T/năm	48.000	49.034	102,15
-	Hàm lượng đồng	%Cu	25,00	≥ 25,00	
-	Thực thu tuyển đồng	%	92,02	94,00	102,15
2	Tinh quặng sắt	T/năm	60.000	66.669	111,11
-	Hàm lượng sắt	%Fe	65,00	≥ 65,00	
-	Thực thu tuyển sắt	%	25,20	28,00	111,11
3	Đuôi thải		1.272.000	1.264.297	99,39
-	Hàm lượng đồng	%Cu	0,08	0,06	75,00
-	Hàm lượng sắt	%Fe	7,97	7,65	95,98
III	Tiêu hao vật tư chủ yếu				
1	Thuốc tuyển				
-	AP2	kg	27.600	19.320	
	Tiêu hao	kg/TNK	0,02	0,014	70,00
-	Butyl xan tát	kg	151.800	121.440	
	Tiêu hao	kg/TNK	0,11	0,088	80,00
-	BK201	kg	103.500	62.100	
	Tiêu hao	kg/TNK	0,08	0,045	60,00
-	BF	kg	13.800	-	-
	Tiêu hao	kg/TNK	0,01	-	-
-	Vôi	kg	2.277.000	1.821.600	
	Tiêu hao	kg/TNK	1,65	1,32	80,00
2	Bì nghiền	kg	2.139.000	1.932.000	
	Tiêu hao	kg/TNK	1,55	1,40	90,32
3	Điện năng	kWh	34.500.000	33.120.000	
	Tiêu hao	kWh/TNK	25,00	24,00	96,00

Từ kết quả ở bảng 9 nhận thấy:

- Khi sử dụng máy tuyển Cell thay thế cho các thiết bị tuyển nổi truyền thống đem lại hiệu quả và độ ổn định cao hơn nhiều. Đồng thời tiết kiệm tối đa tài nguyên;
- Từ kết quả tính toán và kết quả thực nghiệm cho thấy khi thay thế các thiết bị tuyển nổi truyền thống bằng Cell tuyển thì thực thu đồng tăng lên gần 2%; thực thu sắt tăng xấp xỉ 3%;
- Tinh quặng sắt có hàm lượng trên 65%Fe và thực thu tăng từ 25,2% lên 28%;
- Các chỉ tiêu công nghệ khác khi tuyển nổi bằng sơ đồ mới đều rất tốt. Chi phí điện năng, chi phí vật tư giảm;
- Công tác vận hành thuận tiện hơn do máy cell dễ điều chỉnh hơn, giảm sức lao động.

4. Kết luận

Sau quá trình thay thế máy tuyển nổi kiểu cũ bằng máy tuyển nổi cơ giới khí nén tự tràn tại nhà máy tuyển quặng đồng Sin Quyền, nhận thấy:

- Máy tuyển nổi cơ giới - khí nén tự tràn ưu điểm hơn so với máy kiểu cũ là: Đảm bảo bùn quặng luôn ở trạng thái lơ lửng, bóng khí được phân tán đều trong bùn quặng và tạo ra sự tiếp xúc tối đa giữa hạt khoáng và bóng khí; Vùng bọt yên tĩnh giảm tối đa hiện tượng hạt khoáng bị rơi trở lại bùn quặng; năng suất tuyển cao hơn và chi phí năng lượng thấp hơn; Điều chỉnh và vận hành dễ hơn.
- Sau khi thay thế thiết bị tuyển nổi truyền thống tại nhà máy bằng máy tuyển Cell thì các chỉ tiêu công nghệ của nhà máy đều vượt so với thiết kế:
 - Tinh quặng đồng có hàm lượng tăng từ 25%Cu lên trên 25,52%Cu và thực thu tăng từ 92,02% lên trên 94%. Lượng tinh quặng đồng tăng lên khoảng 1000tấn/năm;
 - Tinh quặng sắt có hàm lượng tăng từ 64,5%Fe lên trên 65%Fe, thực thu tinh quặng sắt tăng từ 25,2% lên 28% và hàm lượng lưu huỳnh trong tinh quặng sắt giảm từ trên 1,5%S xuống còn dưới 1%S. Lượng tinh quặng sắt tăng lên khoảng 6500tấn/năm;

- Hàm lượng đồng trong đuôi thải giảm từ 0,08%Cu xuống 0,06%Cu và hàm lượng sắt trong đuôi thải giảm từ 7,97%Fe xuống 7,65%Fe.
- Tiêu hao vật tư, điện năng, nhân công, giá thành tuyển giảm so với năm 2016.
- Tiếp tục nghiên cứu cải tạo các thông số cấu tạo của máy tuyển Cell và chế độ công nghệ tuyển cho phù hợp và ổn định với thực tế nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất kinh doanh nhà máy. Xây dựng bộ thiết kế máy Cell chuẩn phù hợp với từng đối tượng quặng cụ thể để áp dụng cho Tổng Công ty.

Tài liệu tham khảo

Trương Cao Suyền, Nguyễn Thị Quỳnh Anh, Thiết kế xưởng tuyển khoáng và an toàn, *NXB Giao thông Vận tải*, 2003.

Metso Minerals Brochure Flotation Machines RCS 300 – English

Metso Minerals, Basics in Minerals Processing_HANDBOOK

ABSTRACT

Replacement of old mechanical flotation machines by new mechanical-pneumatic flotation machines at Sin Quyên Copper Flotation Plant, Lao Cai

Ly Xuan Tuyen¹, Tran Thuan Duc¹, Do Van Quang¹, Ta Quoc Hung¹, Pham Van Luan²

¹*Sin Quyên Mining and Processing Branch*

²*Ha noi University of Mining and Geology*

The old and outdated mechanical flotation machines had been used at Sin Quyên Copper Flotation Plant for more than 10 years. The mineral processing criteria and technological norms of the plant have met the requirements, some even higher than the designed one. However in recent years, the copper grade of ROM ore is much lower than the designed grade and a larger volume of copper concentrate is required so that the plant is forced to increase production capacity. As a result, the old flotation machines no longer guarantee the technological criteria. Facing that challenging situation, the Sin Quyên Mining and Processing Branch, with the full support of the Mineral Corporation, has decided to replace the old flotation line by more efficient froth self-overflow mechanical-pneumatic flotation machines (self-designed and manufactured). After replacement, the processing criteria and technological norms of the plant have achieved higher levels than the old designed:

Keywords: Copper ore, mechanical flotation machine, mechanical-pneumatic flotation machine, Sin Quyên Mining and Processing Branch, Sin Quyên Copper Ore Flotation Plant