Doi: 10.15625/vap.2022.0176

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA BÃI THẢI MẶT MỎ ĐẾN ỨNG XỬ CỦA KẾT CẤU CHỐNG GIỮ CÁC ĐƯỜNG LÒ PHÍA DƯỚI TẠI VÙNG THAN QUẢNG NINH

Đặng Văn Kiên[1*], Võ Trọng Hùng[1], Đỗ Ngọc Anh[1], Nguyễn Hữu Sà[1,2]

[1]Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

[2]Trường Đại học Bà Rịa - Vũng Tàu, 80 Trương Công Định, Vũng Tàu, Bà Rịa - Vũng Tàu

TÓM TẮT

Hiện nay, nhiều mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh đã và đang khai thác các vỉa than nằm bên dưới bãi thải mỏ như mỏ Khe Chàm II, Mông dương, Mạo Khê,.... Nhiều bãi thải mỏ đã đạt đến chiều cao đổ thải bằng từ 100÷300 m, cá biệt lên đến trên 400 m. Áp lực do trọng lượng của khối đá trong bãi thải được coi là áp lực nhân tạo hình thành từ quá trình đổ thải đất đá, về định tính áp lực này cũng sẽ là một phần áp lực tác dụng lên những đường lò nằm dưới bãi thải. Bài báo nêu hiện trạng bãi thải mỏ và các vỉa than đã đang và sẽ khai thác nằm bên dưới bãi thải mỏ vùng Cẩm Phả Quảng Ninh và dựa trên điều kiện thực tế của bãi thải Bàng Nâu, Mỏ Khe chàm II. Nghiên cứu sử dụng phầm mềm Rocscience -RS2- Phase[2] để lập mô hình mô phỏng để nghiên cứu ứng suất nguyên sinh phân bố trong khối đá. Kết quả nghiên cứu của bài báo làm nổi bật ảnh hưởng của bãi thải mỏ đến ứng xử của một số loại hình kết cấu chống lò, trên cơ sở đó đề xuất giải pháp kết cấu chống phù hợp nhằm nâng cao độ ổn định của các đường lò tại khu vực chịu ảnh hưởng trên. Kết quả nghiên cứu cũng sẽ giúp cho các đơn vị tư vấn và thi công có định hướng tính toán áp lực tác dụng lên các đường lò nằm dưới bãi thải mỏ.

Từ khóa: Biến dạng, bãi thải mỏ, ứng xử kết cấu chống, chuyển vị.

1. MỞ ĐẦU

Trung bình mỗi năm toàn Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam (TKV) đổ thải khoảng 200 triệu m^3 đất đá thải, trong đó khoảng 57 % khối lượng đổ thải tại các bãi thải ngoài, các bãi thải tiếp tục được đổ lên cao và mở rộng với các thông số như Bảng 1 [1]. Đến nay, nhiều bãi thải như: Đông Cao Sơn, Chính Bắc, Bàng Nâu, Núi Béo, Cọc Sáu,... đã đổ với khối lượng tới hàng trăm triệu m^3 đất đá, chiều cao bãi thải tới vài trăm mét, số lượng tầng thải nhiều. Trong những năm tới, khối lượng đất bóc các mỏ than, khoáng sản lộ thiên tăng từ 10÷60 triệu m^3/năm như. Không giống như thế giới, vấn đề tồn tại của ngành than liên quan đến bãi thải hiện nay do công tác quy hoạch bãi thải không được chú ý sớm, một số bãi thải nằm ngay trên khu vực khai thác (Khe Chàm II-IV); dự án khai thác bằng Giếng đứng (Công ty than Mạo Khê)… Chẳng hạn như cuối năm 2020, trong vùng Cẩm Phả có khoảng 16 mỏ và công trường khai thác than lộ thiên hoạt động. Sản lượng than khai thác từ 14-16 triệu tấn/năm, tương ứng khối lượng đất đá bóc từ 180-200 triệu m^3/năm, trong đó nhiều bãi thải nằm trực tiếp trên các khu vực khai thác phía dưới.

Từ thực tế sản xuất tại mỏ than Thống Nhất, mỏ than Mông Dương và đặc biệt là tại mỏ than Khe Chàm III cho thấy có những ảnh hưởng lớn của bãi thải mỏ đến độ ổn định của các đường lò phía dưới. Năm 2019, Công ty than Khe Chàm III tập trung khai thác chính tại vỉa 14.5 có điều kiện địa chất công trình và điều kiện địa chất thủy văn phức tạp, than mềm yếu, áp lực mỏ lớn do

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: dangvankien@humg.edu.vn

ảnh hưởng của các tầng khai thác phía trên bị phá hủy và bãi thải Bàng Nâu phía trên. Công ty than Khe Chàm phải tạm dừng 04 công trường khai thác kết hợp với 3 công trường đào lò để tập trung nhân lực chống xén các đường lò bị nén, giảm tiết diện để duy trì phục vụ sản xuất nhằm đảm bảo an toàn và cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động [2]. Việc khai thác do vậy gặp nhiều khó khăn, vướng mắc gây ảnh hưởng trực tiếp đến sản lượng của công ty. Sản lượng khai thác của lò chợ giá xích trong năm dự kiến chỉ đạt từ 130.000÷160.000 tấn/năm. Ngoài các nguyên nhân trên còn do các lò chợ khai thác tại khu vực vỉa 14.5 có điều kiện địa chất, thủy văn phức tạp, nước chảy với lưu lượng (10÷50) m^3. Áp lực mỏ lớn dẫn đến các đường lò dọc vỉa thường xuyên bị nén giảm tiết diện gây khó khăn trong công tác thông gió, vận tải, đi lại và vận chuyển vận liệu phục vụ khai thác (số lượng vật tư chuyển trong 1 chuyến chỉ bằng 50% so với điều kiện bình thường). Việc khảo sát cũng cho thấy than của vỉa 14.5 mềm yếu, trong khi áp lực mỏ lớn làm nén biến dạng phá vỡ kết cấu vì chống gây khó khăn cho công tác lắp đặt các thiết bị vận chuyển người. Mặt khác việc các đường lò bị lún nén, bùng nền thu hẹp tiết diện và có xuất hiện nước còn làm ảnh hưởng lớn đến tình trạng làm việc và gây hư hỏng các thiết bị vận tải (máng cào, băng tải, đường sắt). Để phục vụ nghiên cứu, nhóm tác giả đã khảo sát quá trình chống giữ, đánh giá độ ổn định các đường lò chịu ảnh hưởng dưới bãi thải lộ thiên thuộc Công ty Than Khe Chàm II-IV, Công ty than Mạo Khê - TKV và Mỏ Tân Lập thuộc, Công ty Than Hạ Long – TKV. Một số kết quả khảo sát được thể hiện ở Phần 2.2 dưới đây.

Bảng 1. Bảng tổng hợp các bãi thải mỏ vùng than Quảng Ninh

Tên bãi thải	Cốt cao (m)	Chiều cao tầng thải (m)		Chiều rộng mặt tầng (m)		Góc dốc sườn tầng (độ)		Mỏ đổ thải
		Trước mưa	Sau mưa	Trước mưa	Sau mưa	Trước mưa	Sau mưa	
Vùng Cẩm Phả								
Bãi thải Bàng Nâu	+300	30÷50	30÷60	20÷50	20÷50	35÷41	33÷40	Cao Sơn
Bãi thải Đông Cao Sơn	+300	30÷50	30÷70	30÷50	0÷50	30÷43	30÷43	
Bãi thải Bàng Nâu	+300	10÷50	10÷60	20÷40	20÷40	35÷41	33÷40	Khe Chàm II
Bãi thải Đông Cao Sơn	+300	30÷50	30÷60	30÷60	0÷60	30÷48	30÷48	Cọc Sáu
Bãi thải trong Tả Ngạn	+135	30÷50	30÷50	15÷30	15÷30	30÷33	29÷33	
Bãi thải trong Lộ Trí	+320	20÷50	30÷50	10÷30	10÷30	35÷39	33÷38	Đèo Nai
Bãi thải Đông Khe Sim và Nam Khe Tam	+300	30÷50	30÷70	30÷60	10÷50	32÷39	30÷39	
Vùng Hòn Gai								
Bãi thải chính Bắc	+256	10÷50	10÷50	10÷25	10÷25	31÷36	30÷36	Hà Tu
Bãi thải trong vỉa 14 cánh Đông Núi Béo	+30	10÷50	10÷50	20÷50	20÷50	32÷37	30÷37	Núi Béo
Bãi thải trong vỉa 14 cánh Tây Núi Béo	+30	10÷30	10÷30	20÷30	20÷30	32÷38	32÷38	
Bãi thải trong vỉa 13 Công trường 917	+100	10÷20	10÷20	10÷25	0÷25	31÷39	25÷39	Suối Lại
Vùng Uông Bí								
Bãi thải ngoài Cánh Gà	+445	20÷50	20÷50	15÷25	15÷25	30÷40	30÷40	Vàng Danh
Bãi thải trong vỉa 6, 7, 8 cánh Nam	+110	25÷35	25÷35	15÷30	15÷30	35÷40	35÷40	Mạo Khê

Khi khảo sát quá trình tính toán thiết kế kết cấu chống bằng việc tính toán áp lực đất đá theo giả thuyết của T.Ximbarevich, tính toán kết cấu bằng phương pháp cơ học kết cấu cho thấy kết cấu chống giữ đường lò đang sử dụng là đủ bền. Tuy nhiên, thực tế các khung chống bị uốn, vặn, bóp méo, đường lò bị biến dạng nhanh như phân tích ở trên. Kết quả cho thấy, nếu chỉ áp dụng các phương pháp lý thuyết, các giả thuyết tính toán áp lực mỏ truyền thống vào thực tế sản xuất để đưa ra các giải pháp kỹ thuật chống giữ như hiện nay thì rất khó để thực hiện việc ổn định đường lò ở mức khai thác sâu khi bề mặt địa hình nguyên thủy phía trên đã bị phá vỡ bởi các moong khai thác và các bãi thải mặt mỏ. Do vậy, việc nghiên cứu nghiên cứu ảnh hưởng của bãi thải mặt mỏ đến ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ các đường lò phía dưới tại vùng than Quảng Ninh bằng mô hình số là rất cần thiết và cấp bách. Kết quả giúp lựa chọn được các loại hình kết cấu chống giữ phù hợp nhằm nâng cao hiệu quả khai thác than trong toàn tập đoàn TKV, đồng thời theo xu hướng áp dụng các thành tựu nghiên cứu khoa học tại các nước có nền công nghiệp mỏ phát triển.

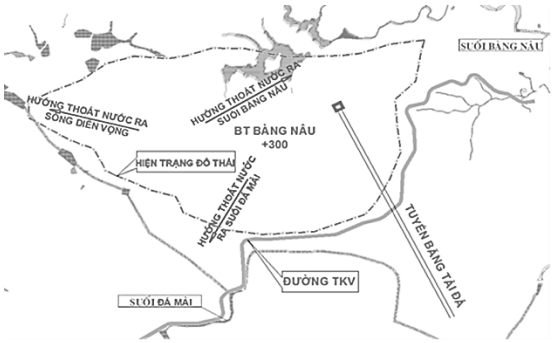
2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đặc điểm bãi thải mỏ

Hiện tại, bãi thải lớn nhất vùng Cẩm Phả là bãi thải Đông Cao Sơn (dung tích 295 triệu m^3) đang được 3 mỏ lộ thiên Đèo Nai, Cọc Sáu và Cao Sơn sử dụng. Trong đó khối lượng đất đá thải của các mỏ Đèo Nai, Cao Sơn, Cọc Sáu, Khe Chàm II và Đông Đá Mài chiếm trên 94 % tổng khối lượng đất đá thải toàn vùng. Giai đoạn 2013-2020, khối lượng đất đá thải của vùng đã đạt trên 1,9 tỷ m^3 (Hình 1). Đất đá bãi thải ở trạng thái rời rạc, gồm các loại mảnh, cục đất đá vỡ vụ của cát kết, cuội kết, bột kết, sét kết, sét than và đất phủ đệ tứ, kích thước D = 0,1 mm ÷1000 mm (Hình 1 ÷ Hình 2).

2.2. Đặc điểm kết cấu chống giữ của hệ thống đường lò phía dưới bãi thải

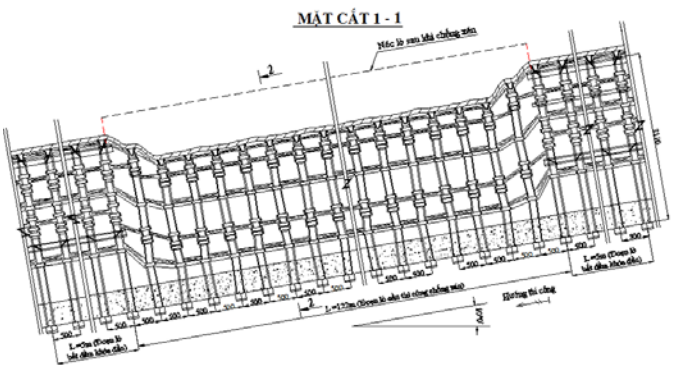
Các đường lò dọc vỉa đá ở mỏ than Khe Chàm III thường có tiết diện sử dụng được thiết kế theo mục đích sử dụng và phù hợp theo sản lượng khai thác từng khu vực. Trên Hình 2, Hình 3 thể hiện kích thước tiết diện đào của đường lò dọc vỉa đá ở mức -190 vỉa 14.5 và trắc dọc đường lò sau khi bị nén lún. Hiện tại các đường lò đào trong than tại khu vực dưới bãi thải chủ yếu được đào bằng phương pháp khoan nổ mìn và chống giữ bằng khung chống thép CBII. Các đường lò khu vực nghiên cứu của vỉa 14.5 gồm các đoạn lò đào qua vỉa than hoặc qua các lớp đá có độ ổn định kém thì sau khi chống tạm bằng khung chống thép tiến hành chống cố định bằng vỏ chống bê tông. Những vị trí đặc biệt trong lò, có thể xuất hiện bùng nền, cũng được chống cố định bằng vỏ chống bê tông cốt thép kết hợp với dầm vòm ngược để chống bùng nền.

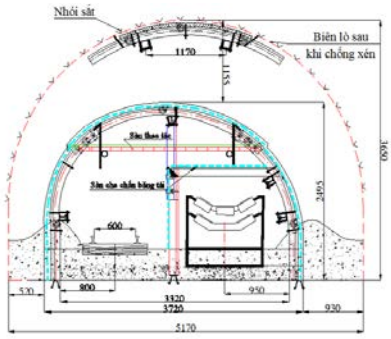


Hình 1. Mặt bằng bãi thải Bàng Nâu - Cẩm Phả - Quảng Ninh

*Hình 2.*Bề mặt bãi thải Bàng Nâu - Cẩm Phả - Quảng Ninh

a)





b) Mặt cắt 2-2

Hình 2. Hiện trạng một số đoạn lò thượng vận tải vỉa 14.5 khu Đông Nam mỏ than Khe Chàm III bị nén ép mạnh trước khi thi công chống xén

a) Đường thượng Vận tải 14.5 khu Đông Nam, Khe Chàm III bị biến dạng

b) Đường thượng Vận tải 14.5 khu Đông Nam, Khe Chàm III bị lún nóc

Hình 3. Hiện trạng đường lò bị phá hủy dưới bãi thải Bàng Nâu

2.3. Hiện trạng kết cấu chống giữ các đường lò dưới khu bãi thải khu vực nghiên cứu

Đường lò Thượng Vận Tải 14.5 khu Đông Nam, Khe Chàm III bị biến dạng theo thiết kế đường lò được chống bằng thép SVP 22, tiết diện 9,4 m^2, chèn kín nóc, hông chèn so le bằng tấm chèn bê tông cốt thép đúc sẵn đặt và đặt dầm nền. Nhưng do thời gian và ảnh hưởng của lớp áp lực đất đá phía trên và vùng bãi thải nên nhiều đoạn lò bị nén ép mạnh. Lò DVTG 14.4-2, công ty than Khe Chàm thi công 2019 bị nén lún, làm rạn nứt khung chống thép. Để đảm bảo an toàn, khả năng sử dụng đường lò, Công ty đã chống xén đưa đường lò về tiết diện ban đầu. Tuy vậy, đường lò tiếp tục bị nén lún, biến dạng, đẩy hông làm gãy toàn bộ văng nền ray P24, làm giảm tiết diện đường lò, tiết diện thực tế sử dụng còn 5,4 m^2 ảnh hưởng tới công tác thông gió, vận tải, thoát nước của khu vực (Hình 3b). *Qua đánh giá nguyên nhân gây phá hủy các đường lò cho thấy việc lựa chọn, tính toán kết cấu chống dựa trên các giả thuyết tính toán truyền thống không còn phù hợp vì qua quá trình kiểm tra đánh giá lại kết cấu, kết cấu vẫn đủ bền trên lý thuyết.*

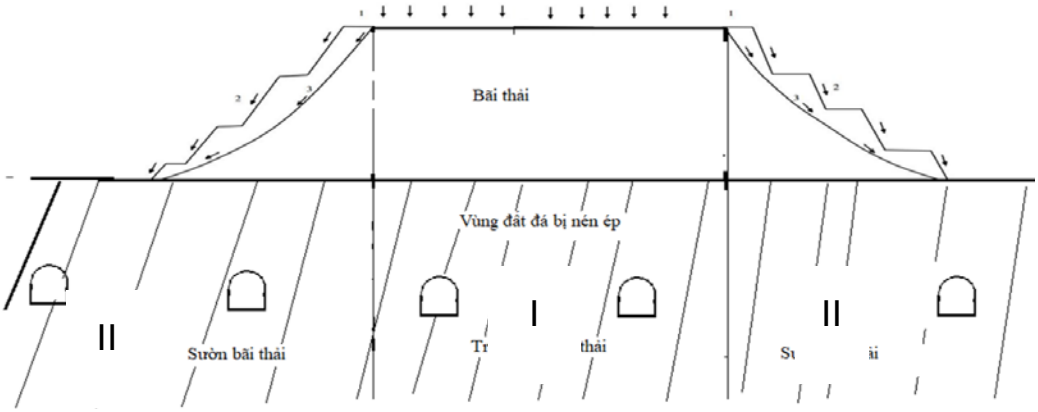
Khu vực nghiên cứu thuộc vỉa 14.5 với các đặc tính như sau: Vỉa 14.5 nằm cách vỉa 14.4 từ 30 m đến 60 m. Lộ vỉa 14.5 xuất hiện chủ yếu ở khu Khe Chàm I, III và moong khai thác lộ thiên mỏ Cao Sơn (Khe Chàm IV). Chiều dày toàn vỉa thay đổi từ 0,24 m (BKC09) đến 38,84 m

(NKC67), trung bình 5,72 m. Chiều dày riêng than thay đổi từ 0,00m đến 27,37 m (NKC67), trung bình 4,99 m. Vỉa có cấu tạo rất phức tạp, trong vỉa có từ 1÷9 lớp đá kẹp, chiều dày đá kẹp từ 0,0 m ÷ 11,50 m (NKC67), trung bình 0,53 m. Độ dốc vỉa từ 3^0÷ 60^0, trung bình 27^0. Chiều dày vỉa 14.5 giảm dần từ phía Nam lên Bắc. Vỉa 14.5 có 317 công trình khoan khống chế vỉa dưới sâu, 39 công trình khai đào khống chế lộ vỉa. Đất đá vách, trụ vỉa than là các lớp đá bột kết, sét kết, than bẩn hoặc sét than và cuội kết thường nằm sát vách vỉa than, đây đà dấu hiệu dễ nhận biết. So với báo cáo chuyển đổi năm 2008, chiều dày trung bình riêng than vỉa 14.5 giảm từ 6,77 m xuống 4,99 m. Đặc tính cụ thể của một số vỉa thuốc khu nghiên cứu thể hiện trên Bảng 2.

Bảng 2. Tổng hợp đặc điểm các vỉa than khu mỏ Khe Chàm (Ngô Đức Quyền, 2018)

Tên vỉa	Chiều dày (m)			Số lớp kẹp (s.lớp)	Độ dốc (độ)	Cấu tạo vỉa
	Dày vỉa	Riêng than	Đá kẹp			
V14.5	0,24-38,87	0-27,37	0-11,5	0-9	3-60	Rất phức tạp
	6,06 (350)	5,31	0,59	1	27	

Các kết quả nghiên cứu từ trước đến nay cho thấy kết cấu chống lò được tính toán bằng phương pháp cơ học kết cấu hoặc mô hình số song chưa chú ý nhiều đến sự ảnh hưởng của ảnh hưởng bãi thải trên bề mặt tại các hầm lò hoặc các công trình bề mặt có trọng lượng lớn như tháp giếng, khu nhà điều hành văn phòng của mỏ cũng như các lớp đất đá bị nén ép phía trên do các tầng khai thác trước đó bỏ lại. Ngoài ra cũng chưa chú ý đến được những điều kiện địa chất đặc biệt của khối đất đá bị nén ép mạnh. Do đó, nghiên cứu ảnh hưởng của bãi thải bề mặt mỏ hầm lò đến ứng xử cơ học của các đường lò phía dưới tại vùng than Quảng Ninh sẽ là rất cần thiết và cấp bách để tìm các giải pháp chống giữ nhằm nâng cao mức độ ổn định của đường lò nhằm nâng cao hiệu quả khai thác than trong toàn tập đoàn, đồng thời áp dụng các thành tựu nghiên cứu khoa học tại các nước có nền công nghiệp khai thác than phát triển trên thế giới. Sơ đồ nghiên cứu ảnh hưởng của tương quan vị trí đường lò phía dưới bãi thải mặt mỏ đến ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ đường lò được thể hiện trên Hình 4. Theo Hình 4 có hai vị trí cần quan tâm đó là đường lò nằm tại khu vực (I) và sườn bãi thải (Khu vực II).



Hình 4. Sơ đồ nghiên cứu ảnh hưởng của bãi thải đến hệ thống các đường lò phía dưới

Bài báo tiến hành khảo sát ảnh hưởng của tương quan vị trí đường lò với bãi thải mặt mỏ đến độ ổn định của đường lò phía dưới bằng mô hình số. Kết quả mô hình số cho thấy ảnh hưởng lớn của vị trí tương quan đường lò nằm dưới bãi thải đến ứng xử của kết cấu chống lò.

3. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA BÃI THẢI MẶT MỎ ĐẾN ỨNG XỬ CỦA KẾT CẤU CHỐNG GIỮ CÁC ĐƯỜNG LÒ PHÍA DƯỚI TẠI VÙNG THAN QUẢNG NINH BẰNG MÔ HÌNH SỐ

3.1. Thành lập mô hình đường lò than chịu ảnh hưởng hưởng khai thác than hầm lò dưới bãi thải lộ thiên

Để đánh giá độ dịch chuyển khối đá xung quanh đường lò và độ bền của hệ thống kết cấu chống giữ đường lò dưới tác dụng của khối đất đá phía trên, áp lực bãi thải, áp lực nước ngầm, ta sử dụng phương pháp số thông qua phương pháp phần tử hữu hạn bằng phần mềm chuyên dụng Rocscience -RS2- Phase^2. Phần mềm Phase^2 bản quyền có khả năng mô phỏng quá trình khai đào đất đá và lắp dựng kết cấu chống giữ đường lò với các loại kết cấu chống giữ là điển hình là bê tông phun (Shotcrete) và neo đá (Rockbolt) với mô hình Fully Bonded, neo cáp (Cable bolt) với mô hình Plain Stran Cable, khung thép. Phần mềm cũng chỉ ra mức độ ổn định của đường lò thông qua hệ số bền (Strength factor), vùng dẻo xuất hiện xung quanh đường lò cũng như giá trị nội lực lớn nhất đạt được trong hệ thống kết cấu chống giữ đườnglò dưới ảnh hưởng của bãi thải và áp lực đất đá, nước ngầm gồm mô men lớn nhất trong vỏ bê tông cốt cứng, bê tông phun, khung thép, mô men uốn và lực dọc xuất hiện lớn nhất trong thanh neo.

*) Xây dựng mô hình, điều kiện biên và trường ứng suất ban đầu

Kích thước vùng mô hình hóa 2D: Vùng ảnh hưởng sang bền trái, bên phải và phía dưới đường lò trong tầng đá gốc được chọn bằng bằng 30 lần chiều rộng đường lò (theo kinh nghiệm) nhằm đảm bảo mô hình điều kiện thực tế và đảm bảo độ chính xác của mô hình số.

Điều kiện biên: Cạnh thẳng đứng bên trái, bên phải biên vùng ảnh hưởng cho phép dịch chuyển theo phương thẳng đứng, không cho phép dịch chuyển theo phương ngang. Cạnh nằm ngang dưới đáy biên vùng ảnh hưởng không cho phép dịch chuyển theo phương thẳng đứng và phương ngang. Cạnh nằm ngang phía trên biên vùng ảnh hưởng để tự do, cho phép dịch chuyển theo phương đứng và phương ngang. Tải trọng phần bố đều trên bề mặt mô hình bằng tự trọng của các lớp đất phía trên: $P = H_d \times P_d$, trong đó H_d- chiều dày tầng đất phía trên; P_d- áp lực đất gây ra trên 1 m^2; và áp lực bãi thải gây ra tùy theo vị trí đường lò.

Nghiên cứu được tiến hành xem xét 2 vị trí là đường lò nằm trực tiếp dưới bãi bải (trung tâm bãi thải- áp lực phân bố đều) và đường lò nằm chếch 1 vị trí so với trung tâm bãi thải (nằm dưới vị trí sườn dốc bãi thải - áp lực phân bố dạng hình thang) giá trị cường độ áp lực tùy thuộc độ sâu đường lò và chiều cao đổ thải hiện tại của bãi thải (Hình 5). Trên cơ sở phân tích trên, bài báo tập trung nghiên cứu mô hình số cho trường hợp đường lò Thượng vận tải của vỉa 14.5.

*) Mô phỏng quá trình khai đào đường lò, lắp đặt các loại kết cấu chống giữ

Trong mô hình số, các giai đoạn tính toán được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Các giai đoạn mô phỏng trong tính toán kết cấu chống đường lò

Giai đoạn	Công việc
Giai đoạn 1	Xây dựng điều kiện biên, trường ứng suất ban đầu.
Giai đoạn 2	Giảm mô đun đàn hồi của khối đá phía trong biên lò để chú ý đến biến dạng xung quanh biên lò sau khi đào và lắp dựng kết cấu chống lò
Giai đoạn 3	a) Công tác khai đào, lắp dựng kết cấu chống.
	b) Quá trình đông cứng bê tông phun, neo BTCT và bê tông liền khối cốt cứng

*) Đặc tính đất đá và các thống số đầu vào của kết cấu chống

Đối tượng nghiên cứu là các đường lò dọc vỉa than và dọc vỉa đá thuộc khu vỉa 14-2 đến 14.5 đào qua các lớp đá và than có các đặc tính cơ lý đá của các khu thuộc khai trường mỏ than Cao Sơn như Bảng 4 dưới đây. Các thông số về kết cấu chống được khai báo theo từng. Phương án như Bảng 5.

Trên cơ sở lựa chọn các kết cấu chống khả dĩ ở phần trên, khi đường lò đào trong đá sẽ tiến hành sử dụng các phương án chống giữ như Bảng 4. Đường lò được xem xét ở vị trí nằm tại mái dốc bãi thải - tải trọng phân bố lệch được xem là trạng thái nguy hiểm cho kết cấu chống.

Bảng 4. Tổng hợp kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý đá mỏ than Cao Sơn (Ngô Đức Quyền, 2018)

Tên đá	**Độ ẩm W (%)**	**Khối lượng riêng Δ (g/cm^3)**	**Khối lượng thể tích γ (g/cm^3)**	**Cường độ kháng kéo σ_k (kG/cm^2)**	**Cường độ kháng nén σ_n (kG/cm^2)**	**Hệ số kiên cố (f)**	**Lực dính kết C (kPa)**	**Góc ma sát ϕ (độ)**
Sạn kết	0,245	2,622	2,594	183,51	1294,13	12,94	3281,7	35,49
Cát kết	0,376	2,667	2,648	176,98	1241,32	12,41	3082,1	35,32
Bột kết	0,621	2,668	2,652	139,60	960,13	9,60	2449,4	35,26

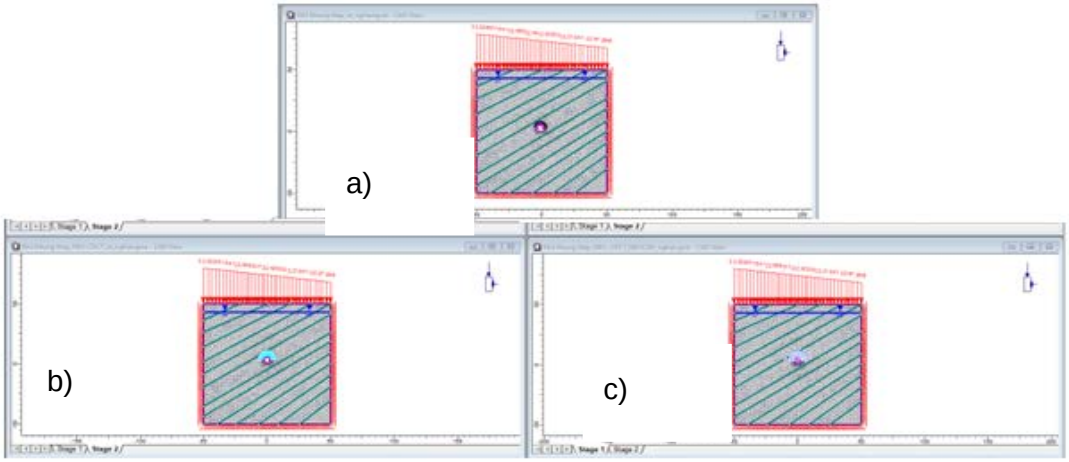
3.2. Mô hình ảnh hưởng của bãi thải mặt mỏ đến ứng xử của kết cấu chống giữ các đường lò phía dưới

Trên cơ sở lựa chọn các kết cấu chống khả dĩ gồm các phương án chống cho đường lò đào trong than, vị trí sườn bãi thải tiến hành các phương án chống giữ như Bảng 5 và Hình 5 dưới đây. Kết quả vùng biến dạng xung quanh đường lò, giá trị chuyển vị lớn nhất xung quanh biên lò thể hiện trên Hình 6 và Hình 7.

Bảng 5. Các phương án chống lò đào trong than tại sườn bãi thải

PA 1: Khung thép SVP 27 bước chống 0,5 m
PA 2: Khung thép SVP 27, bước chống 0,8 m; Neo CDCT L =2,4 m, (axa = 0,8x0,8 m)
PA 3: Khung thép SVP 27, bước chống 0,8 m; Neo CDCT L =2,4 m (axa = 0,8x0,8 m), neo cáp L = 6 m (axa =1,6x1,6 m).

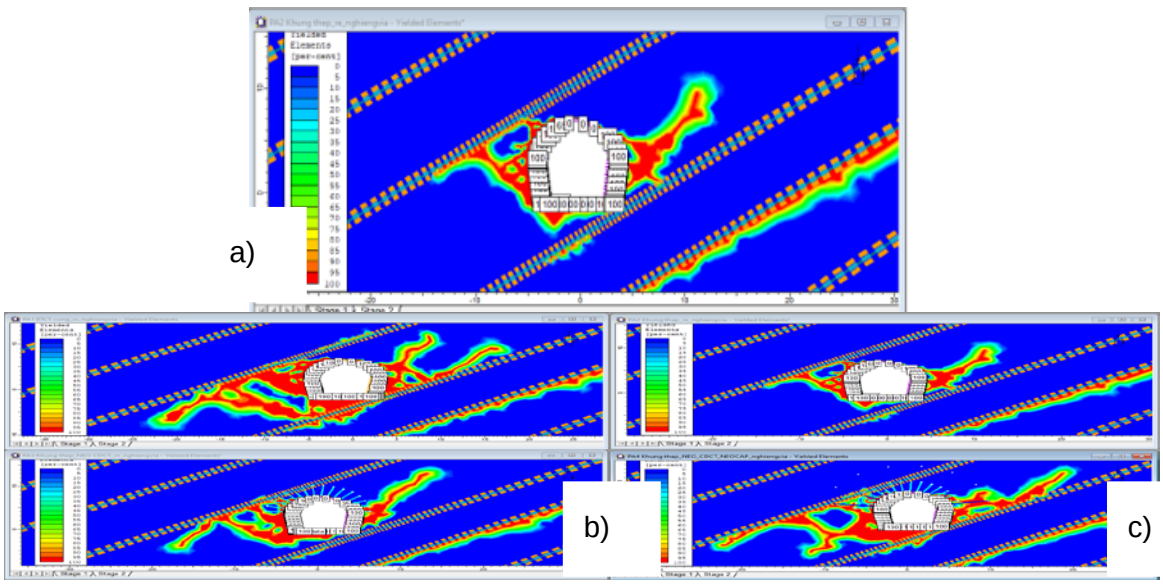
Trong đó: đường kính thép làm neo dẻo 20 mm, neo cáp 21,8 mm gồm 7 sợi.



a) *Chống theo PA1; b) Chống theo PA2; c) Chống theo PA3*

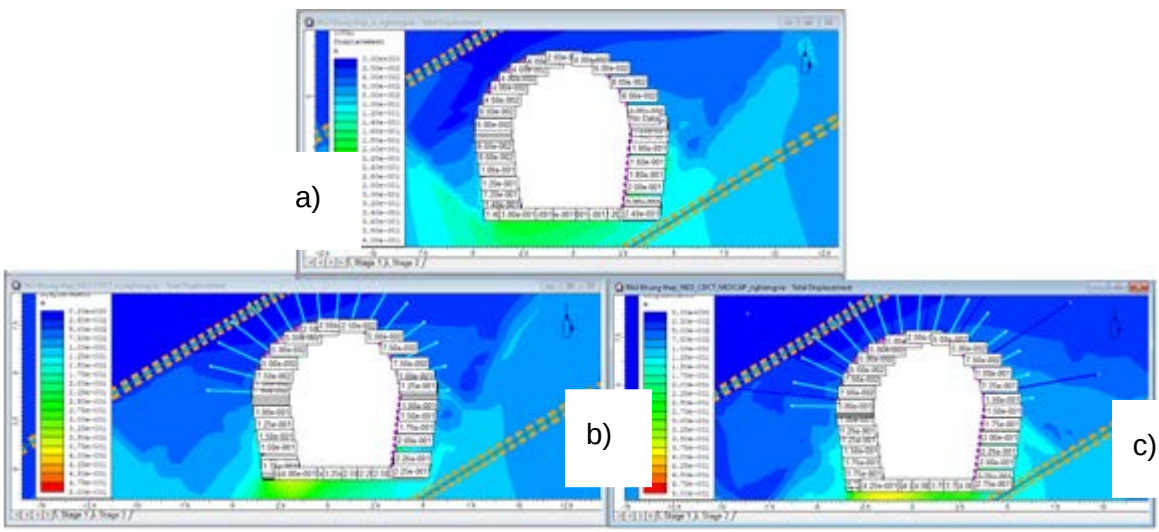
Hình 5. Mô hình các phương án chống lò trong đá khi lò sườn bãi thải

Với các đường lò tại trung tâm bãi thải khu vực (I), trên cơ sở lựa chọn các kết cấu chống khả dĩ gồm các phương án chống cho đường lò đào trong than, vị trí trung tâm bãi thải cũng tiến hành các phương án chống giữ như phương án tại sườn bãi thải (Bảng 5). Kết quả vùng biến dạng xung quanh đường lò, giá trị chuyển vị lớn nhất xung quanh biên lò thể hiện trên Hình 8. Giá trị chuyển vị tại các vị trí nóc, sườn và nền lò được thể hiện Bảng 6. Kết quả so sánh chuyển vị thu được trên biên lò tại nóc và nền lò được thể hiện trên Hình 9 và Hình 10.



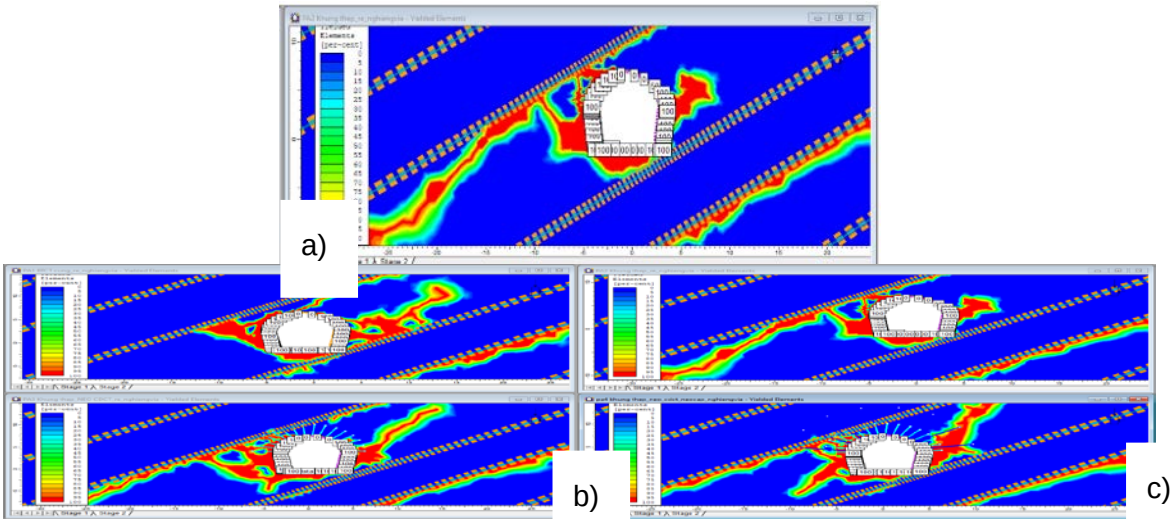
a) *Vùng biến dạng theo PA1; b) Vùng biến dạng theo PA2; c) Vùng biến dạng theo PA3*

Hình 6. Vùng biến dạng xung quang đường lò trong than tại sườn bãi thải



a) *Vùng biến dạng theo PA1; b) Vùng biến dạng theo PA2; c) Vùng biến dạng theo PA3*

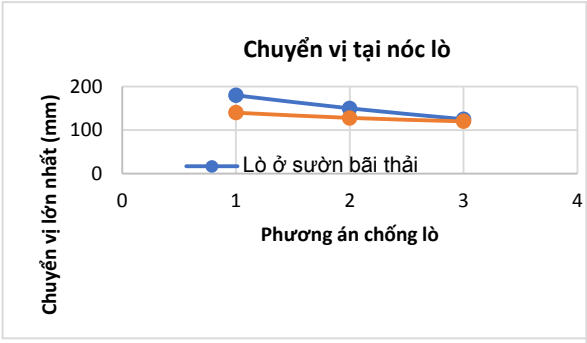
Hình 7. Biến dạng tổng cộng xung quanh đường lò trong than tại sườn bãi thải



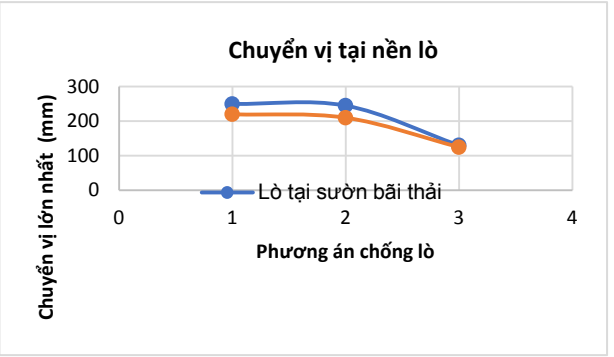
Hình 8. Vùng biến dạng xung quang đường lò trong than tại trung tâm bãi thải

Bảng 6. Chuyển vị lớn nhất của đường lò nằm tại trung tâm bãi thải

STT	Các phương án chống lò	Chuyển vị lớn nhất (mm)			
		Nóc lò	Sườn lò	Nền lò	Biên lò
1	PA 1: Khung thép SVP 27 bước chống 0,5 m	140	226	220	226
2	PA 2: Khung thép SVP 27, bước chống 0,8 m; Neo CDCT L =2,4 m, (axa = 0,8x0,8m)	128	186	210	210
3	PA 3: Khung thép SVP 27, bước chống 0,8m; Neo CDCT L =2,4 m (axa = 0,8x0,8m), Neo Cáp L =6 m (axa =1,6x1,6 m)	120	135	125	135



Hình 9. So sánh chuyển vị nóc của đường lò tại hai vị trí khác nhau so với bãi thải



Hình 10. So sánh chuyển vị nền của đường lò tại hai vị trí khác nhau so với bãi thải

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Với thế giới, việc nghiên cứu ảnh hưởng của bãi thải đến hệ thống các đường lò phía dưới hầu như không có do công tác quy hoạch mỏ bài bản và chiến lực nên bãi thải xa khu khai thác. Tuy nhiên, tại Việt Nam vấn đề này phát sinh do công tác quy hoạch mỏ chưa được thực hiện một cách

bài bản và có tính chiến lược, tầm nhìn xa. Kết quả nghiên cứu của bài báo là những kết quả nghiên cứu sớm tại Việt Nam cũng như thế giới về vấn đề trên. Từ kết quả mô hình số khảo sát ảnh hưởng của bãi thải mặt mỏ đến ứng xử cơ học của kết cấu chống lò, thông qua khảo sát đường lò tại hai vùng cơ bản: Trung tâm bãi thải (vùng I), sườn bãi thải (Vùng II) cho trường hợp bãi thải Bàng Nâu nằm trên khu khai thác vỉa 14.5 thuộc Công ty than Khe Chàm III cho thấy:

(1) Giá trị tổng chuyển vị lớn nhất của biên lò khi lò trong vùng (I)- trung tâm bãi thải là nhỏ hơn so với tổng chuyển vị trên đường lò ở vùng (II)- sườn bãi thải khi khảo sát cùng độ sâu (chẳng hạn chuyển vị tại nóc và nền lò như Hình 9 và Hình 10).

(2) Phương án 3 là nhỏ nhất so với các phương án khác, với giá trị cực đại của chuyển vị trên biên nhỏ hơn 120 mm tại phần vòm và 130 mm tại sườn lò, tại nền xuất hiện một số phá hủy cục bộ xong không ảnh hưởng đến độ ổn định chung của đường lò, kế tiếp đến là PA2 khi sử dụng: Khung thép SVP 27, bước chống 0,8m; Neo CDCT L =2,4 m (axa = 0,8x0,8 m).

(3) Trong khi đó phương án chống khác như chống bằng khung thép vùng phá hủy bao quang đường lò dẫn đến hiện tượng phá hủy và phải tiến hành chống xén sau một khoảng thời gian sử dụng đường lò;

(4) Đường lò nằm tại trung tâm bãi thải - tải trọng phân bố đều có chyển vị trên bên lò nhỏ hơn và vùng dẻo ít hơn đường lò nằm tại sườn dốc bãi thải - tải trọng phân bố lệch nên nguy hiểm hơn.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã tổng hợp các kết quả nghiên cứu chính về nghiên cứu ảnh hưởng bãi thải mặt mỏ đến ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ đường lò tại vùng than Quảng Ninh bằng phương pháp mô hình số thông qua khảo sát các đườn lò tại khu vực vỉa 14.5, Công ty Than Khe Chàm 3. Kết quả nghiên cứu cho phép rút ra các kết luận sau: Theo kết quả nghiên cứu,

- Bãi thải phía trên có ảnh hưởng lớn đến ứng xử cơ học của các đường lò phía dưới. Tùy thuộc vào tương quan vị trí của đường lò so với bãi thải mà áp lực tác dụng lên đường lò có thể là phân bố đều với vùng đường lò ở trung tâm bãi thải (I) hoặc phân bố lệch với vùng sườn dốc bãi thải (vùng II), ảnh hưởng đến sự làm việc của kết cấu chống chống giữ đường lò.

- Hiện tượng các đường lò bị phá hủy bóp méo, kết cấu chống bị phá hủy nhanh chóng sau khi đào dẫn đến phải chống xén nhiều lần gây ảnh hưởng đến công tác vận tải, nhất là đối với các đường lò cơ bản. Biến dạng các vùng xung quanh đường lò xuất hiện lớn dù đã sử dụng các kết cấu chống được tính toán, kiểm tra bền điều đó cho thấy các giả thuyết tính toán truyền thống không còn đúng nữa, các phương pháp tính toán này chưa xem xét ảnh hưởng của bãi thải bề mặt cũng như các lớp đất đá tơi rời bị phá hủy tại các tầng khai thác mức trên.

- Việc sử dụng mô hình số xây dựng trên phương pháp phần tử hữu hạn thông qua mô hình Rocscience -RS2- Phase^2 cho phép mô phỏng hiệu quả áp lực, tính toán nội lực và ứng xử của kết cấu chống giữ đường lò, trong đó có xem xét đến ảnh hưởng của bãi thải bề mặt mỏ, đặc điểm địa tầng khu vực đường lò nghiên cứu.

- Bài báo cũng tiến hành nghiên cứu cho một trường hợp đường lò dọc vỉa đào trong than khu vỉa 14.5 thuộc mỏ than Khe Chàm III. Vị trí đường lò xem xét trong mô hình nằm bên sườn dốc bãi thải- áp lực lệch là trạng thái nguy hiểm với 3 phương án khác nhau. Kết quả mô hình số cho thấy phương án 3 sử dụng khung thép SVP 27, bước chống 0,8 m; Neo CDCT L =2,4 m (axa = 0,8x0,8 m); Neo Cáp L = 6 m (axa =1,6x1,6 m) cho chuyển vị nhỏ nhất so với các phương án khác. Do vậy,

phương án 3 và là phương án kiến nghị sử dụng để chống giữ các đường lò khu vực vỉa 14.5 đào trong than dưới khu vực bãi thải mỏ Khe chàm III.

- Bài báo mới chỉ tiến hành nghiên cứu mô hình số cho một trường hợp cụ thể trong một điều kiện cụ thể, để có những đánh giá đầy đủ hơn cần tiến hành phân tích bài toán với nhiều trường hợp và thử nghiệm kết quả, đánh giá hiệu quả mang lại trong tương lai.

Lời cảm ơn

Kết quả nghiên cứu là nội dung của đề tài mã số: HĐ-KHCN-KC01.Đ02-20/16-20 theo hợp đồng 257/HĐ-KHCN-KC01.Đ02-20/16-20, ký ngày 30/11/2020 giữa Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam và Công ty cổ phần Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp-Vinacomin về việc: "*Nghiên cứu tính toán áp lực mỏ dưới bãi thải bằng phương pháp mô hình số*" và hợp đồng chuyên gia 257(A1)/HĐ-KHCN-KC01.Đ02-20/16-20 giữa Công ty cổ phần Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp -Vinacomin và nhóm chuyên gia Đại học Mỏ- Địa chất đại diện TS. Đặng Văn Kiên. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Tập đoàn TKV hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Tập đoàn TKV. "*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*". Hà Nội, 2016.
2. Phạm Minh Đức, Nguyễn Văn Phương, Nông Việt Hùng, Trịnh Đăng Hưng, Nghiêm Xuân La, Ngô Văn Định và nnk. Báo cáo đề tài *" Nghiên cứu áp dụng giải pháp kỹ thuật công nghệ để chống giữ các đương lò trong điều kiện áp lực mỏ lớn tại một số mỏ hầm lò Quảng Ninh"*. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ. Hà Nội- 2005.
3. Nguyễn Quang Phích và nnk. Báo cáo đề tài cấp nhà nước "Nghiên cứu ứng dụng và phát triển mô hình phân tích, dự báo tai biến địa chất, kỹ thuật đối với công trình ngầm, công trình khai thác mỏ ở Việt Nam". Hà Nội -2015.
4. Ngô Đức Quyền và nnk. Báo cáo đề tài cấp tập đoàn TKV "Nghiên cứu lựa chọn kết cấu chống hợp lý cho các đường lò thuộc vùng than Quảng Ninh phục vụ công tác tư vấn thiết kế". Tập đoàn Công nghiệp Than và Khoáng sản. Hà Nội- 2018.
5. Gale W. J. and Fabianczyk M.W. Design approach to assess coal mine roadway stability and support requirements. Australia 1993.
6. Sicherheit gegen Niederbruch im Untertagebau. Alexander H. Schneider. ETH Zürich, 2002
7. Paul Avinash et al., Design of Support System and Stability Evaluation for Underground Workings of Gare Palma Coal Mine - A Case Study. Modelling, Measurement and Control C. September 2018.

RESEARCH ON THE IMPACTS OF MINING WASTE DUMPING ON SUPPORT STRUCTURE OF UNDERGROUND TUNNELS AT QUANG NINH MINING AREA

Dang Van Kien[1*], Vo Trong Hung[1], Do Ngoc Anh[1], Nguyen Huu Sa[1,2 1]

[1]*Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien street, Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi*

[2]*Ba Ria Vung Tau University, 80 Truong Cong Dinh, Vung Tau, Ba Ria-Vung Tau*

ABSTRACT

Nowadays, many underground coal mines in Quang Ninh have exploited coal seams below the mining waste dump such as Khe Cham II, Mong Duong and Mao Khe. A number of mining waste dumps have reached the height of 100 m to 300 m, even to over 400 m. The rock mass from a mining waste dump creates an artificial pressure on the furnace lines located under the mining waste dump. This article presents the current status of the mining waste dumps and the exploited coal seams located below the mining waste dump in Cam Pha, Quang Ninh, focusing on Bang Nau and Khe Cham II coal mining waste dump. The study used Rocscience -RS2- Phase[2] software to create simulation models to study the primary stress distribution in the rock mass. The study results highlight the impacts of the mining waste dump on the support structure of the underground tunnels in Quang Ninh mining area and propose the appropriate support structure to enhance the stability of the underground tunnels of mining areas. The simulation results would support the consulting and construction companies to calculate the rock pressure acting on the tunnels located under the mining waste dump.

Keywords: Deformation, mining waste dumping, support structure, displacement.

* Corresponding author, email address: dangvankien@humg.edu.vn