



CƠ QUAN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

MINING INDUSTRY JOURNAL

NĂM THỨ XXXIII SỐ 6 - 2018

# CÔNG NGHIỆP MỎ

TẬP CHÍ

ISSN 0868 - 7052



# TẠP CHÍ CÔNG NGHIỆP MỎ

CƠ QUAN CỦA HỘI KH&CN MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXII  
SỐ 6 - 2018

✪ Tổng biên tập:  
GS.TS.NGND. VÕ TRỌNG HÙNG

✪ Phó Tổng biên tập  
kiêm Thư ký Toà soạn:  
ThS. NGUYỄN VĂN BIÊN

✪ Ủy viên Phụ trách Trĩ sự:  
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

✪ Ủy viên Ban biên tập:  
TS. NGUYỄN BÌNH  
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC  
TSKH. ĐÌNH NGỌC ĐẮNG  
TS. NGHIÊM GIA  
PGS.TS.NGUT. HỒ SĨ GIAO  
TS. TẠ NGỌC HẢI  
CN. NGUYỄN THỊ HUYỀN  
TS. NGUYỄN HỒNG MINH  
GS.TS.NGUT. VÕ CHÍ MỸ  
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM  
KS. ĐÀO VĂN NGÂM  
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO  
TS. PHAN NGỌC TRUNG  
GS.TS.NGND. TRẦN MẠNH XUÂN

♦ TOÀ SOẠN:  
Số 3 - Phan Đình Giót  
Thanh Xuân-Hà Nội  
Điện thoại: 36649158; 36649159  
Fax: (844) 36649159  
Email: info@vinamin.vn  
Website: www.vinamin.vn

♦ Tạp chí xuất bản với sự cộng tác  
của: Trường Đại học Mỏ-Địa chất;  
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-  
Luyện kim; Viện Khoa học Công  
nghệ Mỏ; Viện Dầu khí

♦ Giấy phép xuất bản số:  
319/GP-BVHTT ngày 23/7/2002  
của Bộ Văn hoá Thông tin

♦ In tại Công ty cổ phần  
Khoa học và Công nghệ  
Hoàng Quốc Việt

18 Hoàng Quốc Việt - Hà Nội  
Điện thoại: 37562778

♦ Nộp lưu chiếu:  
Tháng 12 năm 2018

## MỤC LỤC

### ❑ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ

- ❖ Nghiên cứu dự báo chiều cao vùng đất đá phá hủy và áp lực tác dụng lên công trình ngầm Võ Trọng Hùng 1
- ❖ Ứng dụng thuật toán hồi quy véc tơ hỗ trợ để dự báo sóng chấn động nổ mìn trên mỏ lộ thiên Nguyễn Hoàng 7
- ❖ Nghiên cứu chế tạo neo cáp và một số phụ kiện neo sử dụng trong chống giữ các đường lò thuộc TKV Nông Việt Hùng và nnk 11
- ❖ Nghiên cứu ứng dụng thiết bị phun sương áp suất cao chống bụi kho than ở mỏ than Khe Châm III Đào Văn Chi và nnk 16
- ❖ Nghiên cứu xác định vị chống thép linh hoạt hợp lý cho các đường lò dọc vỉa vùng Uông Bí, Quảng Ninh Trần Tuấn Minh 20
- ❖ Một số yêu cầu kỹ thuật trong thiết kế hồ chứa đê đập quặng của các nhà máy tuyển khoáng Nguyễn Thị Hồng Gấm và nnk 27
- ❖ Nghiên cứu ảnh hưởng của bãi thải bề mặt mỏ đến trạng thái làm việc của vỏ chống giếng đứng tại các mỏ hầm lò Việt Nam Võ Trọng Hùng và nnk 31
- ❖ Nghiên cứu lực ma sát, lực va đập và lực coriolis tác động lên thùng trục trục tải giếng đứng Tạ Ngọc Hải và Nguyễn Đức Linh 38
- ❖ Nghiên cứu pha chế hỗn hợp thuốc tuyển nổi bùn than với thành phần chính từ dầu thải Phạm Văn Luận, Lê Việt Hà và Nguyễn Cao Khải, Nguyễn Văn Thịnh 44 51
- ❖ Nghiên cứu giải pháp sử dụng các quạt gió chính ở khu mỏ than Thành Công-Cao Thắng, Công ty Than Hòn Gai Nguyễn Thị Thu, Đoàn Thị Bích Hương và Đặng Vũ Chí 57 60 và nnk
- ❖ Mối quan hệ giữa hệ số bóc giới hạn và giá bán kim loại thiếc ở mỏ thiếc Phú Lâm Dương Văn Sự và nnk 69
- ❖ Nghiên cứu phương án thông gió an toàn khi tăng sản lượng khai thác ở mức -250 tại Công ty Than Dương Huy Nguyễn Văn Thịnh và nnk 78
- ❖ Công nghệ tuyển quặng oxyt kẽm hàm lượng thấp mỏ Chợ Điền, Chợ Đồn, Bắc Cạn Phạm Đức Hưng, Trần Văn Thanh và Trịnh Lê Hùng 82 86 và nnk
- ❖ Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến độ thoát khí mêtan tại các gương lò đào ở mỏ than Khe Châm Trần Thị Thiên Hương 90 và nnk
- ❖ Giải pháp kỹ thuật chống xô nghiêng dàn chống cơ giới hóa lò chợ vỉa 14.5 Mỏ than Khe Châm
- ❖ Ứng dụng dữ liệu viễn thám đa độ phân giải nâng cao mức độ chi tiết xác định nhiệt độ bề mặt mỏ than Khánh Hòa
- ❖ Nghiên cứu khả năng sử dụng nước thải axit mỏ than làm chất keo tụ xử lý nước ô nhiễm môi trường

### ❑ KHOA HỌC KINH TẾ VÀ QUẢN LÝ NGÀNH MỎ

- ❖ Quy chuẩn môi trường trong kiểm soát nguồn thải của ngành công nghiệp khai khoáng Nguyễn Thúy Lan, Nguyễn Thị Lại 94

### ❑ THÔNG TIN KHOA HỌC-KỸ THUẬT NGÀNH MỎ

- ❖ Tin văn ngành mỏ thế giới Đức Toàn 98
- ❖ Chúc mừng Tiến sĩ Trần Trọng Kiên tròn 80 tuổi BBT 101

Ảnh Bìa 1: Thi công giếng đứng ở Quảng Ninh (Ảnh XDM)

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA BÃI THẢI BỀ MẶT MỎ ĐẾN TRẠNG THÁI LÀM VIỆC CỦA VỎ CHỐNG GIẾNG ĐỨNG TẠI CÁC MỎ HẦM LÒ VIỆT NAM

VÕ TRỌNG HÙNG, ĐẶNG VĂN KIÊN  
ĐỖ NGỌC ANH, NGUYỄN DUYÊN PHONG  
*Trường Đại học Mở-Địa chất*

KHUẤT MẠNH THẮNG  
*Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam*  
Email: kienxdn@gmail.com

**T**rong thời gian qua, nhiều mỏ tại vùng Quảng Ninh đã tiến hành xây dựng giếng đứng để phục vụ cho việc khai thác khoáng sản ở mức sâu. Tại đây, vỏ chống cố định bê tông cốt thép liên khối được sử dụng tại hầu hết các giếng đứng. Do công tác quy hoạch chưa đồng bộ và một vài lý do khác dẫn đến việc một số giếng đứng đặt gần khu bãi thải của mỏ (Hà Lâm), hoặc đào qua tầng đất đá thải (Núi Béo),... Vì vậy, các bãi thải bố trí gần miệng giếng trong quá trình đổ thải sẽ có tác động nhất định đến mức độ ổn định của vỏ chống giếng đứng. Tuy nhiên, vấn đề này ở Việt Nam hầu như chưa được chú ý. Các kết quả nghiên cứu của thế giới đạt được theo hướng này cũng không nhiều. Giếng đứng là công trình mở vĩa chính của mỏ, có vai trò quan trọng trong khai thác, có tuổi thọ nhiều chục năm, đôi khi đến hàng trăm năm. Do đó, việc nghiên cứu sự ảnh hưởng của các công trình bề mặt, bãi thải trên mặt đất đến độ ổn định của vỏ chống giếng đứng là vấn đề hết sức quan trọng. Bài báo đưa ra một số định hướng nghiên cứu và kết quả khảo sát bước đầu trong việc đánh giá ảnh hưởng bãi thải đến độ ổn định của kết cấu chống giữ giếng đứng. Kết quả nghiên cứu sơ bộ đạt được thông qua việc sử dụng phương pháp giải tích và phương pháp phần tử hữu hạn bằng phần mềm Abaqus [1]. Các kết quả nghiên cứu có thể tạo ra cơ sở lý thuyết ban đầu để tiếp tục nghiên cứu các giải pháp về quy hoạch, thiết kế và những lưu ý trong thi công nhằm giảm thiểu ảnh hưởng cho vỏ chống giếng đứng của mỏ.

## 1. Tổng quan

Đất đá bãi thải vùng than Quảng Ninh chủ yếu là

các loại đá trầm tích ở vách trụ các vỉa than đã nổ mìn, xúc bốc, vận chuyển từ các moong khai thác lộ thiên và các mỏ hầm lò đến bãi thải. Thành phần đất đá chủ yếu bao gồm các loại mảnh, cục đất đá vỡ vụn của cát kết, cuội kết, bột kết, sét kết, sét than và đất phủ đệ tử. Thành phần cỡ hạt của đất đá cũng rất khác nhau, có kích thước từ 0,1 mm đến 1000 mm (Bảng 1) [2], [3]. Đất đá kích thước nhỏ tập trung phía trên. Do có, động năng lớn hơn, đất đá có kích thước lớn lăn xa, phân bố phía chân bãi thải. Giá trị một số thông số cơ lý của đất đá thải thể hiện trong Bảng 2 [2], [3].

Bảng 1. Thành phần cỡ hạt và tỉ lệ trong đất đá bãi thải

Thành phần cỡ hạt đất đá bãi thải	<50 mm	50÷80 mm	>80 mm
Tỉ lệ %	10	80	10

Bảng 2. Một số chỉ số cơ lý đất đá bãi thải vùng than Quảng Ninh

Độ rỗng $\eta$ , %	Tỉ trọng $\gamma$ , T/m <sup>3</sup>	Tỉ trọng bão hòa $\gamma_{bh}$ , T/m <sup>3</sup>	Lực dính kết C, T/m <sup>2</sup>	Góc ma sát trong $\varphi$ , độ
21	2,1	2,26	2,0	30

Khi các giếng đứng bố trí gần bãi thải thì ngoài áp lực đất đá nằm ngang xung quanh thành giếng, vỏ giếng còn chịu áp lực của các công trình bề mặt do tự trọng bãi thải và các hoạt động đổ thải và đây chính là tác nhân gây ảnh hưởng lớn đến độ ổn định của thành giếng và vỏ chống cố định giếng đứng. Tuy vậy, trên thế giới các kết quả nghiên



cứu về ảnh hưởng của bãi thải đến vỏ chống giếng đứng là không nhiều. Đối với Việt Nam, sau khi hai giếng đầu tiên của mỏ Mông Dương được Pháp khởi công xây dựng vào năm 1934 và được Liên Xô khôi phục xây dựng lại vào những năm 1955-1960, phải mãi đến năm 2009, giếng mỏ mới được xây dựng tại mỏ than Hà Lâm [4]. Điều đó làm cho công tác nghiên cứu khoa học theo hướng này ít được thực hiện trong khi yêu cầu về an toàn ổn định cho vỏ chống giếng đứng luôn được đặt ra nhằm bảo đảm sự vận hành bình thường của giếng trong suốt quá trình khai thác mỏ.

## 2. Một số vấn đề nghiên cứu

Giếng đứng là công trình mở vĩa có thời gian tồn tại lớn (hàng trăm năm), cho nên kết cấu vỏ chống đòi hỏi có độ bền lớn, tuổi thọ cao như bê tông liên khối hoặc bê tông cốt thép liên khối. Vỏ chống giếng đứng thường chịu ảnh hưởng của áp lực đất đá xung quanh, nước dưới đất, các công trình, máy, thiết bị bề mặt (đoàn tàu, ô tô, bãi thải, nhà xưởng,...).

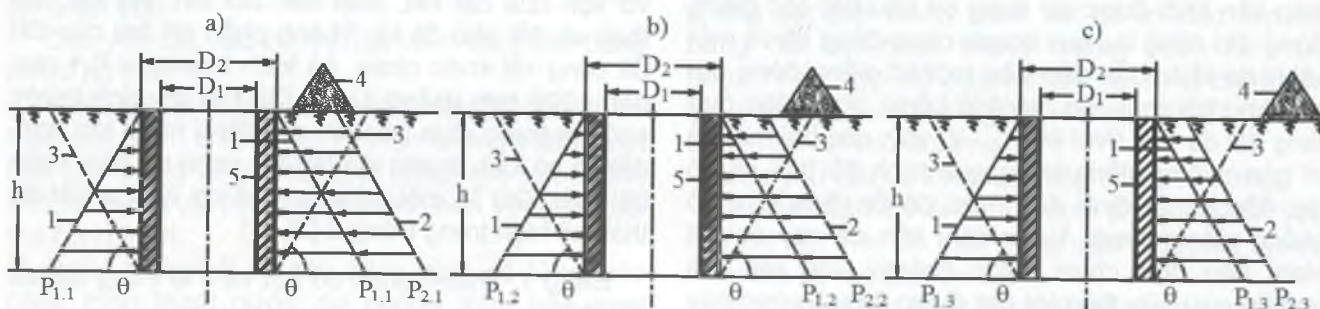
Bãi thải tại mỏ có thể là bãi thải trong thời gian xây dựng giếng đứng và bãi thải của toàn bộ khu

mỏ. Vị trí đặt bãi thải có ảnh hưởng trực tiếp đến mức độ ổn định của kết cấu chống cổ giếng và vỏ chống bê tông liên khối của giếng đứng. Vị trí của bãi thải so với vị trí của giếng đứng có thể thay đổi rất khác nhau tùy theo điều kiện xây dựng giếng đứng, đặc tính quy hoạch đổ thải trong quá trình xây dựng mỏ, xây dựng giếng đứng, đặc tính quy hoạch đổ thải của mỏ, khu mỏ trong quá trình khai thác khoáng sản. Trên thực tế có thể xảy ra một số trường hợp sau đây:

➤ Bãi thải tạm thời bố trí gần mép cổ giếng (bãi thải tạm thời khi xây dựng giếng mỏ) và nằm trọn vẹn trong khu vực hình thành khối lăng trụ trượt phía trên cổ giếng đứng theo giả thuyết tường chắn đất (H.1.a);

➤ Bãi thải có một phần trong khu vực hình thành khối lăng trụ trượt phía trên cổ giếng đứng theo giả thuyết tường chắn đất và một phần nằm ngoài khu vực hình thành khối lăng trụ trượt phía trên cổ giếng đứng theo giả thuyết tường chắn đất (H.1.b);

➤ Bãi thải nằm ngoài khu vực hình thành khối lăng trụ trượt phía trên cổ giếng đứng theo giả thuyết tường chắn đất (H.1.c).



H.1. Sơ đồ nghiên cứu tác động của vị trí bãi thải đến kết cấu chống giữ giếng đứng: a - Vị trí bãi thải nằm phía trong khu vực hình thành khối lăng trụ trượt phía trên cổ giếng đứng; b - Vị trí bãi thải nằm một phần phía trong và một phần phía ngoài khu vực hình thành khối lăng trụ trượt phía trên cổ giếng đứng; c - Vị trí bãi thải nằm phía ngoài khu vực hình thành khối lăng trụ trượt phía trên cổ giếng đứng; 1 - Biểu đồ áp lực khối đất đá đồng nhất, đẳng hướng tác dụng lên kết cấu cổ giếng đứng; 2 - Biểu đồ áp lực mới sinh thêm do sự tác động của khối bãi thải nằm phía trong (H.1.a), nằm một phần phía trong (H.1.b), nằm hoàn toàn phía ngoài (H.1.c) khu vực hình thành khối lăng trụ trượt phía trên cổ giếng đứng; 3 - Khối lăng trụ trượt phía trên cổ giếng đứng; 4 - Khối bãi thải; 5 - Kết cấu chống giữ giếng đứng;  $\theta$  - Góc cấu tạo của lăng trụ trượt so với phương nằm ngang;  $\theta = (45^\circ - \varphi/2)$ ;  $\varphi$  - Góc ma sát trong của đất đá; h - Chiều sâu phần kết cấu chống giữ giếng đứng xem xét;  $D_1$ ,  $D_2$  - Tương ứng là đường kính sử dụng phía trong và phía ngoài của kết cấu chống giữ giếng đứng

Trong cùng những điều kiện đất đá, các mối quan hệ giữa các đại lượng áp lực hình thành do đất đá bao quanh và sự tác động của bãi thải cho các trường hợp có vị trí tương hỗ khác nhau so với vị trí của kích thước biên giới của vùng cấu thành khối lăng trụ trượt trên mặt đất có dạng như sau:

$$P_{1.1} = P_{1.2} = P_{1.3} \quad (1)$$

$$P_{2.1} > P_{2.2} > P_{2.3} \quad (2)$$

Tại đây:  $P_{1.1}$ ,  $P_{1.2}$ ,  $P_{1.3}$  - Giá trị đại lượng áp lực tác dụng có nguồn gốc từ trọng trường của khối đất đá bao quanh kết cấu chống giữ giếng đứng tương ứng cho các trường hợp H.1.a, H.1.b, H.1.c;  $P_{2.1}$ ,  $P_{2.2}$ ,  $P_{2.3}$  - Giá trị đại lượng áp lực tác dụng mới sinh thêm do sự tác động của khối bãi thải nằm phía trên giếng đứng tương ứng cho các trường hợp H.1.a, H.1.b, H.1.c.



Như vậy, từ (1) và (2) có thể dự báo:

$$P_1 = (P_{1.1} + P_{2.1}); P_2 = (P_{1.2} + P_{2.2}); P_3 = (P_{1.3} + P_{2.3});$$

$$P_1 > P_2 > P_3. \quad (3)$$

Tại đây:  $P_1, P_2, P_3$  - Giá trị đại lượng áp lực tổ hợp tác dụng lên kết cấu chống giữ giếng đứng trong khu vực có sự tồn tại của khối bãi thải phía trên mặt đất.

Các mối quan hệ (1), (2) (3) mới chỉ mang tính định tính, dự báo gần đúng, chưa thể sử dụng để tính toán độ bền và dự báo mức độ ổn định của kết cấu chống giữ giếng đứng.

Để xác định mức độ ổn định và tính toán kết cấu chống giữ của cổ và thân giếng đứng, cần tập trung nghiên cứu một số vấn đề chính sau đây:

➤ Sự ảnh hưởng của đặc tính cấu tạo, cấu trúc của khối đất đá bao quanh kết cấu chống giữ của cổ và thân giếng đứng;

➤ Sự ảnh hưởng của đặc tính nước dưới đất, khí ngầm đến kết cấu chống giữ của cổ và thân giếng đứng;

➤ Sự ảnh hưởng của đặc điểm cấu tạo hình học, kích thước của cổ và thân giếng đứng;

➤ Sự ảnh hưởng của đặc điểm cấu tạo, tính chất của vật liệu, kết cấu của cổ giếng và thân giếng đứng;

➤ Sự ảnh hưởng của đặc điểm cấu tạo, tính chất của môi trường, liên kết giữa kết cấu của cổ và thân giếng đứng với khối đất đá bao quanh;

➤ Sự ảnh hưởng của đặc điểm hoạt động, cấu tạo của các công trình xây dựng cố định, tạm thời, bãi thải,... trên mặt đất;

➤ Sự ảnh hưởng của đặc điểm vận hành của các máy, thiết bị,... thi công, khai thác vận hành trên mặt đất;

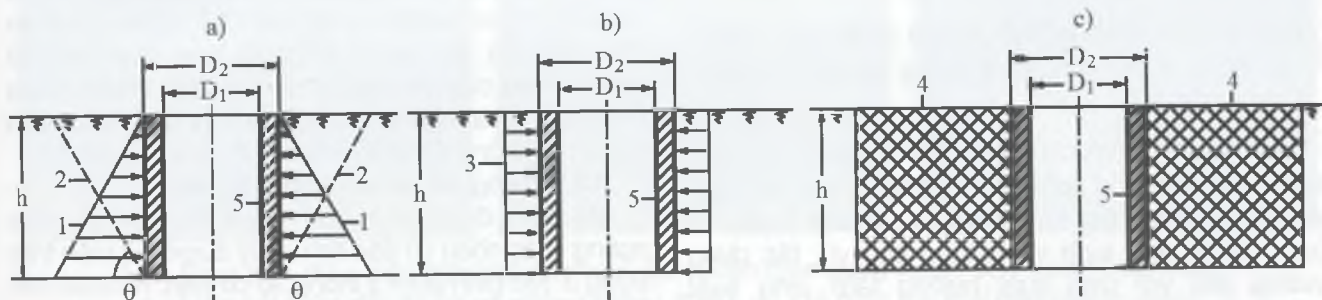
➤ Sự ảnh hưởng của đặc điểm vận hành của các máy, thiết bị,... thi công, khai thác vận hành phía trong giếng đứng;

➤ Sự ảnh hưởng của công tác thi công phía trong giếng đứng;...

Như vậy, mức độ ổn định của kết cấu chống giữ của cổ và thân giếng đứng phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác nhau. Đây là bài toán nghiên cứu đa biến, phức tạp, phụ thuộc vào các yếu tố không gian, thời gian khác nhau, tương tác với nhau và chịu sự ảnh hưởng lẫn nhau.

Việc nghiên cứu ảnh hưởng của bãi thải đến độ ổn định của vỏ chống và thành giếng đứng có thể được tiến hành bằng phương pháp giải tích, phương pháp mô hình vật lý tương đương và phương pháp số. Trong giai đoạn đầu tiên chúng tôi chọn phương pháp giải tích và phương pháp số để nghiên cứu. Đây là những phương pháp hiện đại đang được sử dụng nhiều và có độ tin cậy cao.

Trên hình H.2 giới thiệu một số khảo sát, tính toán kết cấu chống giữ giếng đứng: sơ đồ tính với giả thuyết khối đất đá bao quanh đồng nhất đẳng hướng có hình thành khối lăng trụ trượt (H.2.a); sơ đồ tính toán theo bài toán Lamé (H.2.b); sơ đồ mô hình tính toán bằng phương pháp mô phỏng số (H.2.c).



H.2. Một số sơ đồ khảo sát, tính toán kết cấu chống giữ giếng đứng: a - Sơ đồ tính với giả thuyết khối đất đá bao quanh đồng nhất đẳng hướng có hình thành khối lăng trụ trượt; b - Sơ đồ tính toán theo bài toán Lamé; c - Sơ đồ mô hình tính toán bằng phương pháp mô phỏng số; 1 - Biểu đồ áp lực khối đất đá đồng nhất, đẳng hướng tác dụng lên kết cấu cổ giếng đứng; 2 - Khối lăng trụ trượt phía trên cổ giếng đứng; 3 - Đại lượng áp lực phân bố đều tác dụng lên kết cấu chống giữ giếng đứng; 4 - Khu vực mô hình hóa bằng phương pháp số vùng khối đất đá tác dụng trực tiếp lên kết cấu chống giữ giếng đứng; 5 - Kết cấu chống giữ giếng đứng.

### 3. Một số kết quả nghiên cứu bằng phương pháp giải tích

Cường độ áp lực đất tác dụng lên thành kết cấu chống giữ giếng đứng trong trường hợp cổ giếng nằm nông và đào qua các lớp đất đá có tính chất cơ lý gần giống nhau được tính toán theo công

thức của Protodiakonov M.N. [5]:

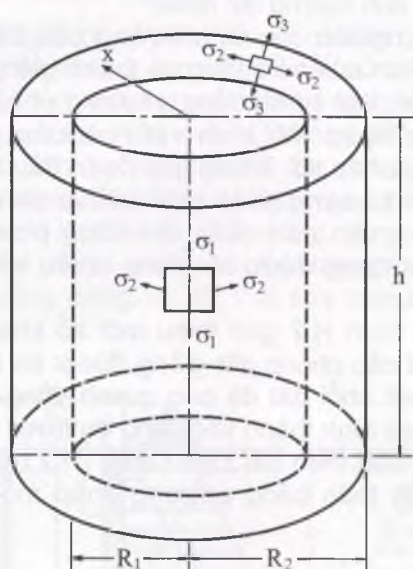
$$P_i = \{\gamma_i \cdot h_i \cdot \text{tg}^2[45^\circ - (\varphi_i/2)]\}. \quad (4)$$

Trong đó:  $\gamma_i$  - Trọng lượng thể tích của các lớp đất, đá lấp đặt cổ giếng,  $\text{T/m}^3$ ;  $h_i$  - Chiều cao của các lớp đất, đá lấp đặt cổ giếng, m;  $\varphi_i$  - Góc ma sát trong lớp đất đặt cổ giếng, độ.



Phương pháp trên đây rất hạn chế vì đây là trường hợp lý tưởng hóa điều kiện tính toán ở mức độ lý tưởng. Vì vậy giải pháp này chỉ mang tính tham khảo, rất khó sử dụng hợp lý trên thực tế.

Dưới tác dụng của áp lực ngang phân bố đều "P", tự trọng của vỏ chống và nhiều yếu tố khác (ví dụ sự ảnh hưởng của các công trình trên bề mặt,...). Trong trường hợp chỉ xét riêng áp lực ngang phân bố đều "P", không xem xét các yếu tố tự trọng của vỏ chống và nhiều yếu tố khác (ví dụ sự ảnh hưởng của các công trình trên bề mặt,...), bài toán tính kết cấu chống giữ giếng đứng có thể sử dụng kết quả nghiên cứu của bài toán Lamé [6], [7].



H.3. Sơ đồ phân bố các thành phần ứng suất  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$  trong vỏ chống giếng đứng theo bài toán Lamé [4]

Khi đó, trong vỏ chống xuất hiện trạng thái ứng suất ba chiều: ứng suất nén hướng tâm  $\sigma_3$  (còn gọi là ứng suất hướng kính); ứng suất tiếp tuyến  $\sigma_2$  (còn gọi là ứng suất vòng theo chu vi), tác dụng vuông góc với ứng suất hướng tâm; ứng suất thẳng đứng  $\sigma_1$  tác dụng song song với trục giếng (H.3). Đây là một trường hợp của bài toán Lamé đã giải từ năm 1852. Độ lớn của các ứng suất  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$  được tính theo các công thức [6]:

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \frac{R_2^2 \cdot P}{R_2^2 - R_1^2}; \quad \sigma_2 = \left( \frac{R_2^2 \cdot P}{R_2^2 - R_1^2} \right) \cdot \left( 1 + \frac{R_1^2}{x^2} \right); \\ \sigma_3 &= \left( \frac{R_2^2 \cdot P}{R_2^2 - R_1^2} \right) \cdot \left( 1 - \frac{R_1^2}{x^2} \right).\end{aligned}\quad (5)$$

Trong đó: P - Áp lực ngang phân bố đều;  $R_1$ ,  $R_2$  - Bán kính trong, bán kính ngoài của vỏ giếng; x - Khoảng cách từ tâm giếng đến điểm đang xét của vỏ.

Lời giải của bài toán Lamé áp dụng trong trường

hợp này có rất nhiều khiếm khuyết. Tuy nhiên, đây là lời giải giải tích lý thuyết kinh điển, vì thế có thể sử dụng chúng để so sánh với các lời giải khác trên thực tế nhằm đánh giá mức độ chính xác của các lời giải khác cho cùng một lớp bài toán.

#### 4. Nghiên cứu sự ảnh hưởng của bãi thải bề mặt đến mức độ ổn định của vỏ chống giếng đứng thông qua mô hình số

Từ những kết quả nghiên cứu sơ bộ trên đây, để nghiên cứu sự ảnh hưởng của bãi thải bề mặt đến mức độ ổn định của vỏ chống giếng đứng, theo chúng tôi, nên sử dụng phương pháp mô phỏng số thông qua các mô hình số mô phỏng cho các bài toán nghiên cứu cụ thể khác nhau

##### 4.1. Xây dựng mô hình số

Để phân tích rõ hơn ảnh hưởng của bãi thải bề mặt đến độ ổn định của vỏ chống giếng đứng nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn thông qua phần mềm Abaqus. Abaqus là phần mềm mạnh được sử dụng trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật khác nhau đặc biệt là trong việc giải quyết các bài toán địa kỹ thuật [1]. Kết cấu của mô hình số được xây dựng sử dụng cho nghiên cứu chia thành các khối phần tử mô hình khác nhau gồm 3 phần riêng biệt là khối đất đá xung quanh vỏ giếng, vỏ giếng bằng bê tông và bãi thải bề mặt (H.4). Kích thước mô hình lớn gấp 5 lần chiều sâu giếng để mô tả chính xác vùng ảnh hưởng. Mô hình đất đá có bề rộng tùy theo bán kính và chiều sâu thành giếng. Đất đá mô phỏng hình học với chiều dài×chiều rộng×chiều cao là 200×200×120 m. Giếng có bán kính 2,7 m (tính cả phần diện tích đào, tác giả bỏ phần bê tông phun với mô hình nghiên cứu đơn giản), với bề dày thành giếng không đổi. Thành giếng bê tông liền khối chọn dày 0,2 m được mô phỏng dạng vỏ (shell), có độ sâu là 83,3 m.

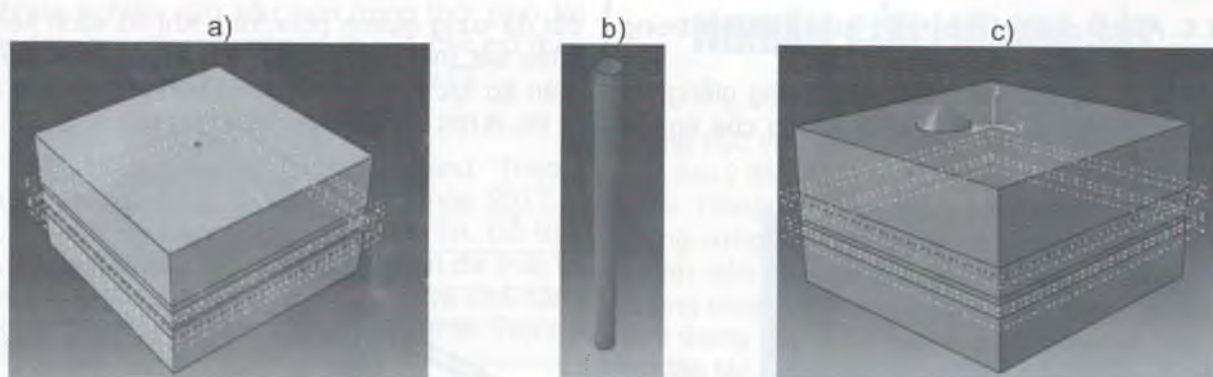
##### 4.2. Thông số và mô hình vật liệu

Mô hình được khảo sát với 6 lớp đất đá nằm ngang khác nhau có đặc tính cơ lý được thể hiện trên Bảng 3. Mô hình gồm 5 thông số cơ bản: module đàn hồi (E), hệ số Poisson ( $\nu$ ), lực dính của đất C, góc ma sát trong ( $\varphi$ ) và góc nở của đất ( $\psi$ ). Vỏ chống giếng đứng là bê tông liền khối M300. Do các lớp đất đá bề mặt thuộc loại mềm yếu nên vật liệu làm việc tuân theo mô hình phá hủy Mohr-Coulomb.

##### 4.3. Tương tác và điều kiện biên của mô hình

Mô hình tương tác đất đá-vỏ giếng được xác định sử dụng bước nghiên cứu địa tĩnh ban đầu, để xác định trọng lực, và ứng suất nguyên sinh trong đất đá. Điều kiện biên mô hình ở các cạnh biên sử dụng gối cố định theo phương ngang (x, y), biên bề mặt được giả sử là bề mặt đất đá để dạng biên tự do, biên đáy mô hình giả sử là cố định ngầm các hướng (x, y, z) như H.5.

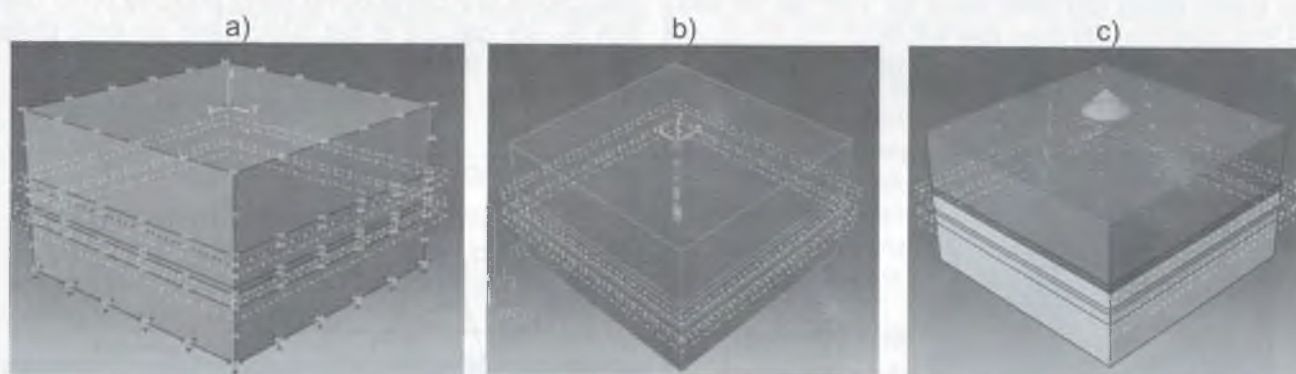




H.4. Kết cấu mô hình số: a - Khối đá xung quanh thành giếng; b - Vỏ chống giếng đứng; c - Khối đất đá và bãi thải hình chop

Bảng 3. Chỉ tiêu cơ lý của đất đá giếng đào qua

Chủng loại đá	Các chỉ tiêu cơ lý				
	$\rho$ , g/cm <sup>3</sup>	C, MPa	$\varphi$ , độ	E, GPa	$\nu$
Đá thải (Lớp đất đá 1)	2,1	0,02	30	3,00	0,250
Bột kết (Lớp đất đá 2)	2,6	5,00	35	3,60	0,213
Bột kết (Lớp đất đá 3)	2,6	16,90	36	5,00	0,206
Sét kết (Lớp đất đá 4)	2,6	2,90	31	2,40	0,240
Than (Lớp đất đá 5)	1,5	0,50	30	0,91	0,250
Bột kết (Lớp đất đá 6)	2,6	16,90	36	5,00	0,206



H.5. Biểu diễn điều kiện biên mô hình: a - Điều kiện biên dạng ngàm bao quanh mô hình; b - Liên kết giữa đất đá và vỏ chống giếng đứng; c - Mô hình bãi thải gần miệng giếng

Bảng 4. Chỉ tiêu cơ lý bê tông vỏ giếng làm từ bê tông M300

Bê tông	Các chỉ tiêu cơ lý								
	$\sigma_c$ , MPa	$\sigma_t$ , MPa	$\rho$ , g/cm <sup>3</sup>	C, MPa	$\varphi$ (độ)	E, GPa	$\nu$	K, GPa	G, MPa
M300	30	0,8	2,40	0,61	35	30	0,25	18,7	11,6

#### 4.4. Phần tử sử dụng cho mô hình

Trong mô hình khối đá được mô phỏng nhờ phần tử

dạng tứ diện tuyến tính, vỏ chống giếng đứng được lựa chọn là phần tử vỏ tam giác với đặc tính ở Bảng 5.

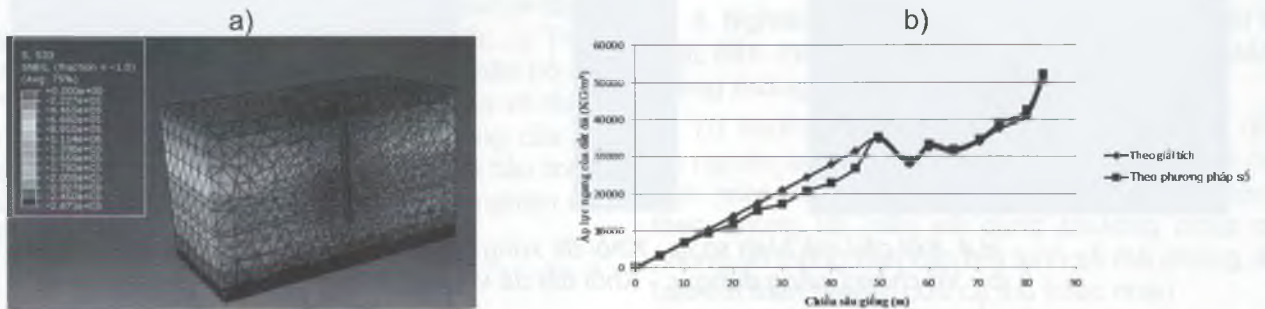
Bảng 5. Đặc tính các loại phần tử sử dụng trong mô hình

Chủng loại phần tử	Tên phần tử	Số nút	Loại hình
Phần tử rắn (đất đá)	C3D4	4 nút - Tứ diện tuyến tính	3D Stress
Phần tử vỏ (giếng)	S3	3 nút - Vỏ tam giác	Vỏ

#### 4.5. Kiểm chứng mô hình giếng đứng trong trường hợp chưa có bãi thải

Khi chưa có bãi thải phía trên miệng giếng, vỏ chống giếng đứng chỉ chịu ảnh hưởng của áp lực

đất đá xung quanh phía trên. Khi so sánh kết quả khảo sát mô hình mô phỏng số với kết quả tính toán áp lực bên thành giếng trong bài toán Lamé, ta thu được kết quả như H.6.



H.6. Giá trị ứng suất trong vỏ chống giếng đứng do áp lực đất đá: a - Ứng suất trên thành giếng; b - So sánh các giá trị ứng suất trong kết cấu chống giữ giếng theo hai phương pháp khác nhau

Kết quả so sánh giá trị áp lực và ứng suất xuất hiện trong thành giếng theo phương pháp tính toán giải tích và phương pháp mô phỏng số (H.6.b) cho thấy:

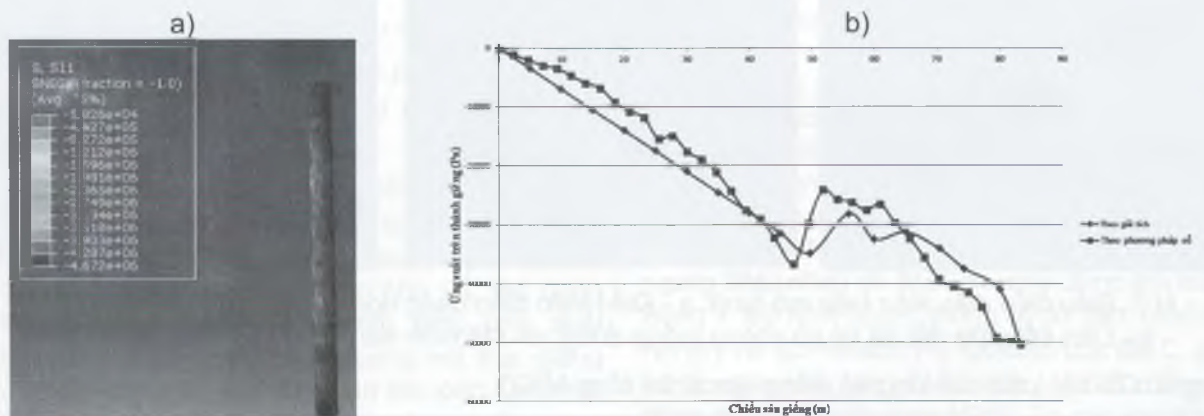
➤ Giá trị tính toán áp lực đất đá xung quanh kết cấu chống giữ giếng đứng theo hai phương pháp giải tích và phương pháp số cho ra kết quả khá phù hợp, tương đồng với nhau;

➤ Giá trị ứng suất xuất hiện trong kết cấu chống giữ thành giếng lớn nhất bằng  $60 \text{ T/m}^2$  tại độ sâu 83,3 m nằm qua vỉa than dày 9,0 m;

➤ Sự phân bố áp lực thay đổi theo chiều dài dọc

thân giếng, ngoại trừ tại vị trí 1/3 của thân giếng có sự bước nhảy nhỏ, bước nhảy này là do sự bất ổn định số xảy ra trong mô phỏng.

Khi chiều dày vỏ chống bằng 20 cm, ứng suất nén trong thành giếng được tính như công thức (5) khi  $R_1=2,5 \text{ m}$ ;  $R_2=2,7 \text{ m}$ ;  $x=2,7 \text{ m}$ , ta tính được các thành phần ứng suất trong vỏ giếng  $S_{11}$ . Kết quả so sánh giá trị ứng suất tiếp, ứng suất nén trong kết cấu chống giữ giếng đứng bằng phương pháp giải tích  $S_{11}$  với các giá trị đạt được bằng phương pháp số  $S_{22}$  được thể hiện trên H.7.



H.7. Kết quả ứng suất đạt được bằng phương pháp số: a - Thành phần ứng suất  $S_{11}$ ; b - So sánh các ứng suất đạt được ứng suất trong kết cấu chống giữ giếng theo hai phương pháp khác nhau

Kết quả so sánh trên H.7 cho thấy giá trị ứng suất thu được trong thành giếng bằng phương pháp số và phương pháp giải tích là phù hợp, do đó mô hình xây dựng theo phương pháp mô phỏng số có độ tin cậy và có thể được sử dụng để nghiên cứu giải quyết bài toán.

#### 5. Kết luận

Giếng đứng là công trình quan trọng của mỏ tồn

tại trong thời gian dài, độ ổn định của vỏ giếng có ý nghĩa quan trọng trong suốt thời gian tồn tại của mỏ. Bài báo chỉ ra hướng nghiên cứu mới về ảnh hưởng của bãi thải đến độ ổn định của vỏ chống và thành giếng đứng. Kết quả nghiên cứu bước đầu đã xây dựng và kiểm chứng mô hình số mô phỏng ảnh hưởng, đây là cơ sở quan trọng cho các nghiên cứu tiếp theo. Trên đây là những kết quả nghiên cứu đạt được ban đầu về vấn đề này, cần



có những nghiên cứu sâu hơn trong thời gian tới nhằm đáp ứng yêu cầu cấp bách của các mỏ than hầm lò có sử dụng giếng đứng hiện nay. □

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ABAQUS User's. Examples and Theory Manual, Version 6.10, Simulia, Providence 2011.
2. Phạm Huy Khang, Nguyễn Hữu Trí, Đỗ Văn Thái. Nghiên cứu sử dụng vật liệu đất đá thải tại các mỏ than ở Cẩm Phả-Quảng Ninh và khả năng sử dụng chúng trong xây dựng đường ô tô. Tạp chí GTVT, 11/2015.
3. Trần Miên, Nguyễn Tam Tính, Đỗ Mạnh Dũng. Trồng cây phủ xanh bãi thải mỏ vùng than Quảng Ninh. Tạp chí Môi trường, số Chuyên đề III năm 2018.
4. Võ Trọng Hùng. Thi công giếng đứng. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. Hà Nội. 2012. 528 tr.
5. Nguyễn Văn Quyền, Nguyễn Văn Đức. Cơ sở xây dựng công trình ngầm trong mỏ. Giáo trình sinh viên dành cho sinh viên ngoại ngành Mỏ-Địa chất. Hà Nội 1996.
6. Changsuo Zhang, Feng Hu, Steve Zou. 2005. Effects of blast induced vibrations on the fresh concrete lining of a shaft. Tunnelling and Underground Space Technology 20, pp.356-361.
7. M.L. Bucleam, K.J. Bathe. 1997. Finite Element Analysis of Shell Structures. Archives of Computational Methods in Engineering. Vol. 4, 1, pp.3-61.

**Ngày nhận bài:** 11/03/2018

**Ngày gửi phản biện:** 16/06/2018

**Ngày nhận phản biện:** 20/09/2018

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 10/11/2018

**Từ khóa:** giếng đứng; bãi thải; phương pháp số; phương pháp giải tích; mô hình số; mô phỏng ảnh hưởng; mỏ than hầm lò

#### SUMMARY

The paper presents the new direction of researching on the effect of back filling at the mine to stability of concrete lining of a shaft. Three-dimensional finite element models were developed to conduct the parametric analyses using the commercial FE package, ABAQUS. The future study on the parameter study will show the effect of distance and width of back filling at the mine around shaft wall to stability of concrete lining of a shaft. The results obtained by this study can be applied to underground mines in Vietnam in the equivalent condition.

## NGHIÊN CỨU LỰC MA SÁT...

(Tiếp theo trang 43)

thùng trục với vận tốc, khối lượng và tải trọng lớn cần lưu ý đến tải trọng do ma sát và va đập;

➤ Trong lắp đặt và bảo dưỡng đường dẫn cốt giếng cứng, cần đảm bảo sai lệch mặt lán của các thanh dẫn tại vị trí nối trong phạm vi cho phép, không cùng bố trí hai mối nối đường dẫn phục vụ một thùng trục trên một sàn cốt giếng để giảm lực va đập tác động lên thùng trục;

➤ Đối với thùng trục sử dụng tại Quảng Ninh, khi tính toán có thể không tính đến lực Coriolis. □

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tạ Ngọc Hải và nnk (2014). Một số vấn đề về thiết kế chế tạo cốt giếng đứng mỏ than hầm lò. Tuyển tập Hội nghị KHKT Mỏ toàn quốc lần thứ XXIV. Vũng Tàu.
2. Tạ Ngọc Hải và nnk. (2015) Các yếu tố tác động đến khả năng làm việc của cốt giếng đứng hệ thống trục tải mỏ hầm lò, Công nghiệp Mỏ, Số 5-2015. Hà Nội.
3. Tạ Ngọc Hải và nnk. (2016), Phân loại tải trọng tác động lên cốt giếng theo tiêu chuẩn tải trọng và tác động, Thông tin KHCN Mỏ, Số 5-2016, Hà Nội.
4. Võ Trọng Hùng (2012), Thi công giếng đứng, Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên & Công nghệ. Hà Nội.
5. Прокопов Ф.Ю и др., (2005), Новое решение в проектировании жесткой армировки вертикальных стволов, Новочеркасск.
6. Яблонский А.А., Никифорова В.М. (1966), Курс теоретической механики. Часть I- Статика и кинематика. Изд. Высшая школа. Москва.
7. [https://vi.wikipedia.org/wiki/Quảng\\_Ninh](https://vi.wikipedia.org/wiki/Quảng_Ninh).

**Ngày nhận bài:** 15/06/2018

**Ngày gửi phản biện:** 18/08/2018

**Ngày nhận phản biện:** 20/09/2018

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 10/11/2018

**Từ khóa:** thiết kế; thùng trục, trục tải mỏ, trục tải giếng đứng ma sát, va đập, lực Coriolis

#### SUMMARY

The paper presents the research results of friction, impact and Coriolis forces, affecting on conveyances of vertical shaft mine hoist. Based on that, the authors present recommendations in calculating, using, selecting parameters for designing conveyances.