

# CÁC GIẢI PHÁP XỬ LÝ BỜ TRỤ MỎ NA DƯƠNG ĐẢM BẢO AN TOÀN CHO CÔNG TRÌNH TRÊN BỀ MẶT VÀ KHAİ THÁC XUỐNG SÂU

Lê Bá Phúc, Lưu Văn Thực, Đoàn Văn Thanh  
Đỗ Kiên Cường, Trần Vũ Thăng  
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin  
Email: lebahuc2610@gmail.com

## TÓM TẮT

Mỏ than Na Dương có cấu tạo địa chất thuộc tầng Neogen, nên thường xuyên xảy ra trượt lở bờ trụ, gây mất an toàn cho quá trình khai thác xuống sâu. Mặt khác, trên bờ trụ Nam vỉa 4 còn có các công trình đặc biệt, cần được bảo vệ với mức độ yêu cầu cao về an toàn. Các giải pháp công nghệ xử lý bờ trụ mỏ than Na Dương đã được nghiên cứu lý thuyết, gồm: giải pháp bóc đất đá hạn chế rung chấn bờ mỏ như khoan nổ mìn đường kính lỗ khoan lớn, nổ mìn giảm chấn động và làm tơi bằng máy cày xới; giải pháp khoan giảm áp và quan trắc ổn định bờ mỏ. Kết quả thử nghiệm ngoài thực địa tại bờ trụ mỏ than Na Dương là cơ sở để mở tiếp tục áp dụng các giải pháp xử lý bờ trụ vào thực tế sản xuất các năm tiếp theo, đảm bảo an toàn cho các công trình trên bề mặt và khai thác xuống sâu.

**Từ khóa:** bờ trụ mỏ than Na Dương, công nghệ làm tơi đất đá, khoan tháo nước giảm áp, quan trắc dịch động.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

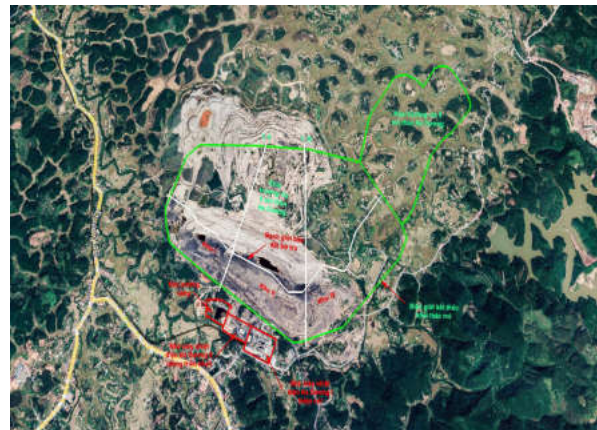
Mỏ than Na Dương là một trong những mỏ than lộ thiên lớn của Tổng Công ty Công nghiệp Mỏ Việt Bắc TKV - CTCP. Mỏ được đưa vào khai thác từ những năm đầu những năm 60 của thế kỷ XX. Trong quá trình khai thác, hiện tượng biến dạng, trượt lở đất đá đã xảy ra hiện với quy mô khác nhau. Trên bờ mỏ, cách biên giới khai trường từ 130 m đến 150 m là Nhà máy nhiệt điện Na Dương 1, Na Dương 2 (chuẩn bị đầu tư). Đây là hệ tiêu thụ than duy nhất của mỏ Na Dương và cũng là các công trình đặc biệt, có mức độ yêu cầu cao về an toàn, cần được bảo vệ trong suốt thời gian tồn tại. Với khối lượng đất đá bóc trụ yêu cầu xử lý hàng năm lớn trong điều kiện yêu cầu cao về an toàn, cần thực hiện đồng bộ các giải pháp công nghệ xử lý bờ trụ, gồm: Giải pháp về công nghệ bóc đất đá trụ phù hợp; giải pháp khoan giảm áp và quan trắc ổn định bờ mỏ.

## 2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 2.1. Sơ lược về Mỏ than Na Dương

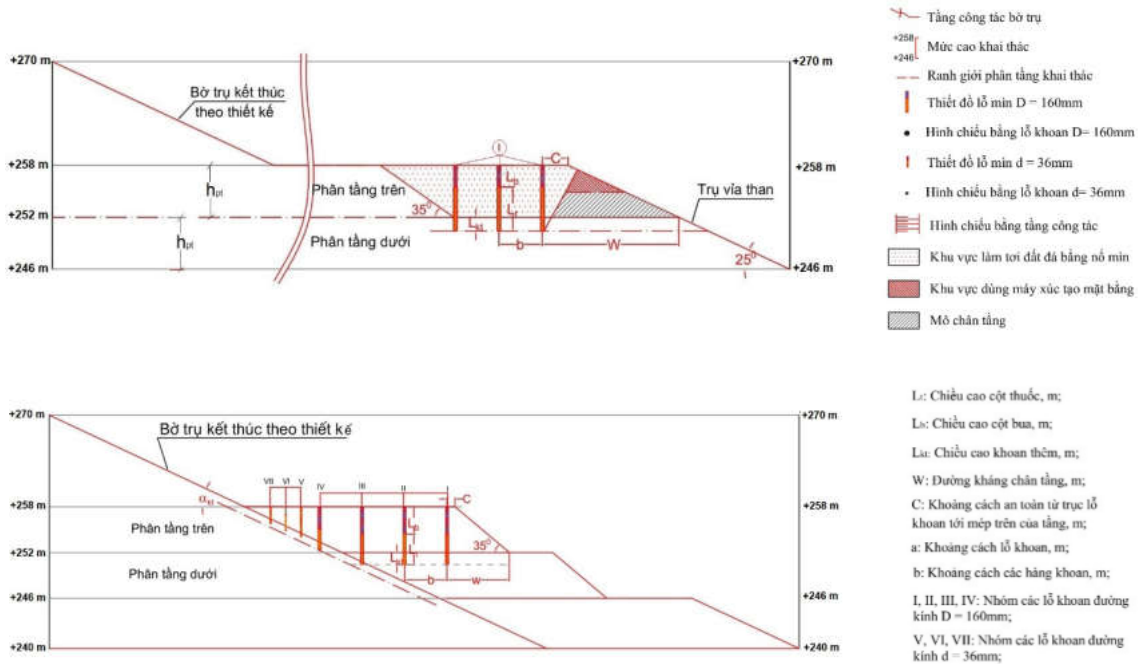
Mỏ than Na Dương đang khai thác tại khai trường vỉa 4, cốt cao đáy mỏ thấp nhất ở mức +150 m, bờ trụ được chia thành 3 khu: Khu I, khu II (khu Trung tâm) và khu III (Hình H.1). Trong đó, khu II

đã tạm dừng khai thác ở mức +150, mỏ đang khai thác khu I, khu III. Chiều cao bờ trụ ở vị trí lớn nhất là 130 m, góc dốc trung bình toàn của bờ  $\alpha = 15^\circ \div 22^\circ$ . Khu vực phía trên mặt, cách bờ trụ khu Trung tâm khoảng 150 m, tại cốt cao +285 m có các công trình: Nhà máy nhiệt điện Na Dương 1 (NĐND-1) đang hoạt động, Nhà máy nhiệt điện Na Dương 2 (NĐND-2), khu Xưởng sàng (mỏ Na Dương) liền kề với NĐND-2.



H.1. Hiện trạng khu vực bờ trụ mỏ than Na Dương

Đất đá bờ trụ mỏ than Na Dương gồm: Cát kết 50%, bột kết 30%, sét kết 20%; có hệ số kiên cố f



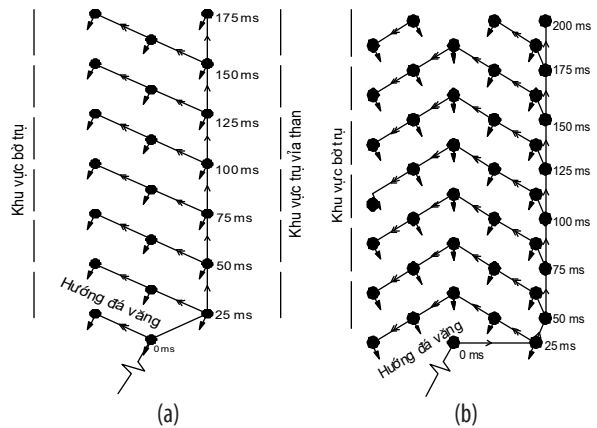
**H.2. Sơ đồ công nghệ làm tươi đất đá bờ trụ bằng khoan nổ mìn, đường kính lỗ khoan D=160mm**

< 5, nứt nẻ cấp I - II, khối lượng thể tích trung bình từ  $\gamma = 2,35 \div 2,43 \text{ t/m}^3$ , cấu tạo dạng phân lớp mỏng, thể nằm cắm vào không gian khai thác với góc dốc từ  $15 \div 22^\circ$ . Từ bề mặt xuống 40 m, đất đá bờ trụ được phân chia 06 lớp vận tốc, với tốc độ truyền âm từ 700 m/s đến hơn 2500 m/s [2]. Để đáp ứng nhu cầu bóc đất trong quá trình sản xuất, hạn chế ảnh hưởng đến bờ trụ, đảm bảo an toàn cho các công trình trên mặt và khai thác xuống sâu, cần thực hiện đồng bộ các giải pháp, công nghệ xử lý bờ trụ, gồm:

**2.2. Giải pháp công nghệ bóc đất trụ giảm tải bờ trụ phù hợp**

Để giảm tải cho bờ trụ, theo thiết kế bờ trụ bóc đất hình thành kết cấu từ 3÷4 tầng trên phạm vi toàn bờ; chiều rộng lớp đá bóc theo phương nằm ngang từ 30÷100 m; chiều cao tầng khi bóc đất đá 12 m; khi kết thúc 36÷48 m; góc nghiêng sườn tầng bằng góc cắm của các lớp đất đá trụ  $\alpha = \beta = 15 \div 20^\circ$ . Tổng khối lượng bóc đất trụ 19,17 triệu  $\text{m}^3$ , khối lượng đất đá bờ trụ hàng năm từ 0,73÷2,25 triệu  $\text{m}^3$  [1].

Hiện nay, trên bờ trụ mỏ than Na Dương, tại các khu vực xa NĐND-1 sử dụng công nghệ làm tươi đất đá bằng khoan nổ mìn lỗ khoan nhỏ  $d = 36\text{mm}$ , suất phá đá nhỏ, năng suất thấp, chi phí lớn. Khu



**H.3. Sơ đồ đấu ghép mạng nổ vi sai**

- a- Theo sơ đồ đường chéo tại khu vực tiếp giáp trụ vỉa than;
- b- Theo sơ đồ dạng hình nêm tại khu vực tiếp giáp bờ trụ

vực gần NĐND-1, sử dụng công nghệ làm tươi bằng phương pháp cơ học, bằng răng gầu máy xúc thủy lực gầu ngược (TLGN) để cạy bẫy. Với khối lượng đất đá bóc yêu cầu cần xử lý lớn hàng năm như trên, công nghệ bóc đất đá bờ trụ hiện nay sẽ không đáp ứng được yêu cầu về sản lượng, tăng chi phí bóc đất, vận hành, bảo dưỡng máy xúc.

Nhằm hạn chế tối đa chấn động nổ mìn tới bờ trụ, đặc biệt đối với khu vực NĐND-1, nâng cao mức độ đập vỡ đất đá, tăng năng suất đồng bộ thiết bị xúc bóc vận tải, đáp ứng yêu cầu sản lượng

bóc đá theo kế hoạch. Từ kết quả nghiên cứu lý thuyết, trên cơ sở giải pháp công nghệ đã và đang thực hiện tại mỏ, đề xuất các giải pháp công nghệ bóc đất đá bờ trụ bổ sung, thay thế gồm: (1) Khoan nổ mìn đường kính lỗ khoan lớn  $d = 160\text{ mm}$  và các giải pháp nổ mìn giảm chấn động; (2) Làm tơi bằng phương pháp cày xới.

**2.1.1. Công nghệ làm tơi đất đá bằng nổ mìn giảm chấn động**

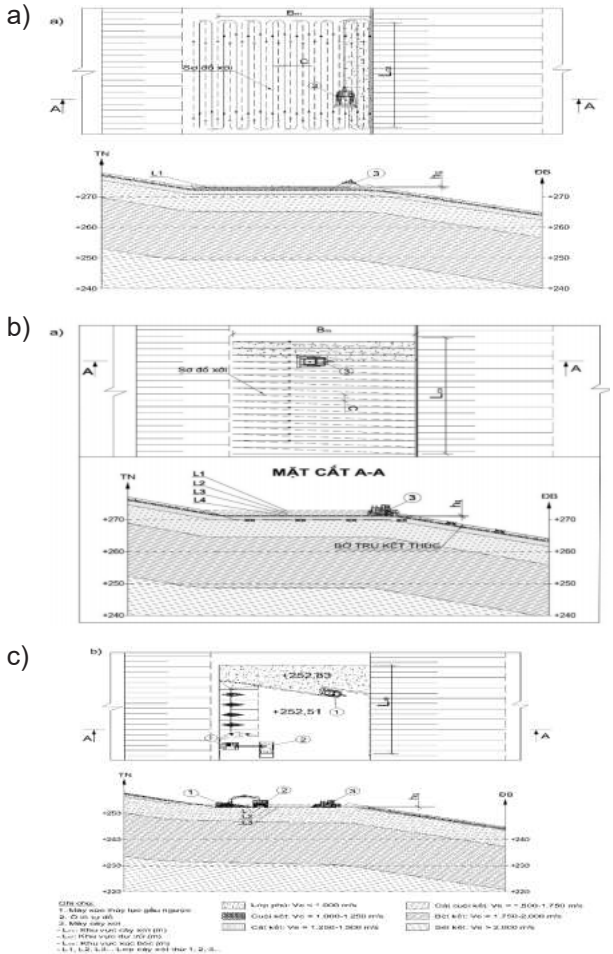
Căn cứ vào đặc điểm, điều kiện địa chất và các yêu cầu về kỹ thuật, công nghệ được áp dụng tại các khu vực bóc đất đá bờ trụ có khoảng cách đến hàng rào các công trình cần bảo vệ  $R \geq 384\text{ m}$ . Trên bờ trụ chia 2 khu vực: Khu vực tiếp giáp với trụ vỉa than và khu vực tiếp giáp với bờ trụ kết thúc. Giảm tác động sóng chấn động nổ mìn bằng giải pháp giảm lượng thuốc nạp trong mỗi lỗ khoan, trên mỗi khu vực chia chiều cao tầng  $h = 12\text{ m}$  thành 2 phân tầng ( $h_{pt}$ ), tiến hành khoan nổ trên  $h_{pt} = 6\text{ m}$ , đồng thời sử dụng phương pháp nổ mìn vi sai toàn phần. Công nghệ nổ mìn đường kính  $D = 160\text{ mm}$  giảm chấn động trên mỗi khu vực sử dụng thể hiện Hình H.2 và Hình H.3.

**2.1.2. Công nghệ làm tơi đất đá bằng máy cày xới**

Máy cày xới thực chất là máy gạt có gắn lưỡi xới phía sau (Hình H.7a, b). Đây là một loại thiết bị tiên tiến, rất cơ động, linh hoạt và gọn nhẹ, dễ sử dụng, phù hợp với dây chuyền đồng bộ thiết bị theo chu kỳ sản có của mỏ, thuận lợi cho công tác vận hành, tổ chức thi công, chỉ đạo sản xuất và không làm đảo lộn các quy trình sản xuất hiện đang áp dụng của mỏ.

Trên cơ sở đặc điểm địa chất, đặc tính âm học, điều kiện công tác trên bờ trụ mỏ than Na Dương và với công suất máy D7R (194kW), công nghệ làm tơi đất đá không cần khoan nổ mìn sử dụng máy cày xới có thể áp dụng khi  $R < 384\text{ m}$ , buộc phải áp dụng khi  $R < 305\text{ m}$ . Từ đó, Viện KHCN Mỏ - Vinacomin đã đề xuất công nghệ cày xới đối với bờ trụ, gồm: (i) SĐCN1 - Sơ đồ cày xới rạch xen nhau dạng dọc - tròn (SĐCN1); (ii) SĐCN2: Sơ đồ theo sơ đồ zíc zắc tiến lùi, hướng cày xới vuông góc đường phương các lớp đất đá trụ (Hình H.4b). Đất đá sau khi được xới xong, sẽ sử dụng bàn gạt của máy xới, chiều

dài vun đống từ 30 m đến 50 m, sau đó dùng máy xúc TLGN xúc lên ô tở tự đổ để vận chuyển đi đổ thải (Hình H.4c). 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.



**H4. Sơ đồ công nghệ bóc đất đá bờ trụ bằng máy cày xới.**

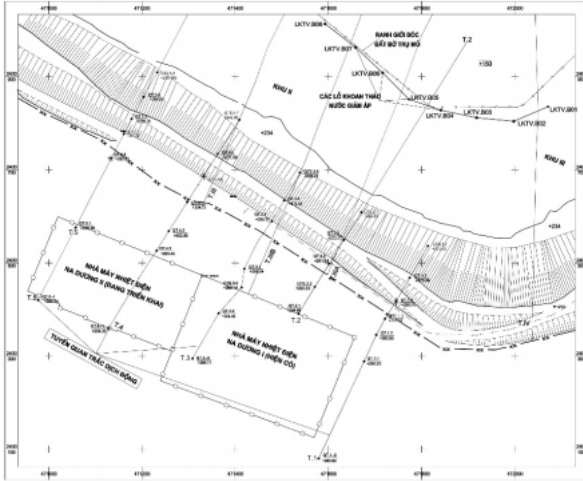
- a) Sơ đồ cày xới rạch xen nhau dạng dọc - tròn (SĐCN1);
- b) Sơ đồ cày xới zíc zắc (SĐCN2); c) Sơ đồ gạt gom và xúc bốc đất đá

**2.2. Giải pháp khoan tháo nước giảm áp lực**

Để làm giảm áp lực cột nước có áp trong bờ trụ, nhằm làm giảm cơ chế trượt sâu theo mặt lớp, tăng cường độ ổn định bờ trụ mỏ than Na Dương, đến thời điểm hiện nay đã tiến hành khoan 23 lỗ khoan với chiều sâu từ 80 m đến 120m khoảng cách các lỗ khoan 80m.

Tiếp tục thực hiện giải pháp trên, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin đề xuất tiến hành khoan 08 lỗ khoan giảm áp với đường kính 108

mm khoảng cách giữa các lỗ khoan 80m nằm trên các tuyến địa chất T.IIA đến T.IIIB, tại cao trình mức +165 m đến mức +174 m (Hình H.5). Các lỗ khoan được có kết cấu ống chống và ống lọc phục vụ công tác bơm hút nước thí nghiệm và tháo nước áp lực.



**H.5. Vị trí bố trí các lỗ khoan giảm áp, tuyến quan trắc dịch động, tuyến mặt cắt địa chất trên bờ trụ mỏ than Na Dương**

### 2.3. Quan trắc ổn định bờ mỏ

Để theo dõi, đánh giá độ ổn định của bờ mỏ cần tiến hành quan trắc dịch động. Kết quả quan trắc dịch động cho phép xác định tốc độ, cường độ, quy mô dịch chuyển, mặt trượt và biên giới khối trượt, sự biến thiên các đại lượng dịch chuyển trong không gian và thời gian, mối tương quan giữa các yếu tố ảnh hưởng đến ổn định bờ mỏ, dự báo mức độ phát triển của biến dạng, tính toán, tìm kiếm các giải pháp phòng chống trượt lở cho các bờ mỏ lộ thiên.

Khu vực bờ trụ Nam được xác định đặt hệ thống quan trắc ổn định từ tuyến địa chất T.IIA ÷ T.IIIB trên chiều dài 700m. Hệ thống quan trắc ổn định bờ mỏ, gồm: Hệ thống quan trắc bề mặt và quan trắc sâu. Có 5 tuyến quan trắc, vị trí các tuyến thể hiện Hình H.5.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả áp dụng các giải pháp công nghệ xử lý bờ trụ mỏ than Na Dương đảm bảo an toàn cho các công trình trên bề mặt và khai thác xuống sâu như sau:

### 3.1. Giải pháp công nghệ bóc đất trụ giảm tải bờ trụ phù hợp

#### 3.1.1. Công nghệ làm tươi đất đá bằng khoan nổ mìn giảm chấn động

Viện KHCN Mỏ - Vinacomin kết hợp với Công ty than Na Dương thực hiện 13 bãi nổ thực nghiệm từ năm 2019 đến năm 2022. Quá trình thử nghiệm, sử dụng máy đo địa chấn Blastmate III – Canada, đặt tại hàng rào Nhà máy nhiệt điện (Hình H.6a) để xác định tốc độ dao động nền công trình.



**H.6. Một số hình ảnh về công tác thử nghiệm giải pháp nổ mìn giảm chấn động sử dụng đường kính lỗ khoan D = 160mm trên bờ trụ.**

- a) Công tác chuẩn bị đo chấn động nổ mìn;  
b) Công tác chuẩn bị nổ mìn; c) Đất đá làm tươi sau vụ nổ mìn.

**Bảng 1. Tổng hợp kết quả thử nghiệm công nghệ khoan nổ mìn đường kính D=160mm trên bờ trụ**

Tên bãi	Hộ chiếu KNM	Tầng	Ngày đo	Q, kg	Thông số cơ bản				PPNM	L <sub>b</sub> , m	PVS, mm/s
					N, lỗ	H <sub>b</sub> , m	l <sub>b</sub> , m	h <sub>b</sub> , m			
BN1	42-10/HCNM-ND	+270 <sup>(1)</sup>	31/10/2019	1309	26	6,5	7,4	3,2	Vi sai	1.330	0,967
BN2	43-10/HCNM-ND	+270 <sup>(1)</sup>	31/10/2019	1309	29	6,9	7,7	3,4	Vi sai	1.380	<0,75
BN3	01-11/HCNM-ND-Tr	+270 <sup>(1)</sup>	15/11/2019	791,5	11	8,2	9,2	4,3	Vi sai	1.365	<0,75
BN4	01-12/HCNMND-Tr	+270 <sup>(2)</sup>	4/12/2019	1576	60	3,9	4,4	1,7	Vi sai	1.360	1,78
BN5	02-12/HCNMND-Tr	+270 <sup>(2)</sup>	5/12/2019	1451,5	59	4,1	4,6	1,6	Vi sai	1.400	<0,75
BN6	01-03/HCNMND-Tr	+258 <sup>(1)</sup>	31/3/2020	2352	38	6,5	7,30	4,4	Vi sai	1.270	<0,75
BN7	01-04/HCNMND-Tr	+258 <sup>(1)</sup>	4/4/2020	1760	32	6,2	6,96	4,3	Vi sai	1.270	<0,75
BN8	01-01/HCNMND-Tr	+210 <sup>(1)</sup>	5/7/2021	2918	42	7,5	8,90	4,3	Vi sai	970	<0,75
BN9	01-02/HCNMND-Tr	+222 <sup>(1)</sup>	7/8/2021	1070	19	6,1	7,20	3,5	Vi sai	930	<0,75
BN10	01/01/22/HCNMND-Tr	+210 <sup>(2)</sup>	10/1/2022	3904	97	5,4	6,4	2,64	Vi sai	945	2,12
BN11	01-05/HCNMND-Tr	+198 <sup>(1)</sup>	19/5/2022	1704	31	6,3	7,1	3,43	Vi sai	950	<0,75
BN12	02-05/HCNM-ND-Tr	+198 <sup>(1)</sup>	20/5/2022	2720	47	6,1	6,9	3,23	Vi sai	665	3,23
BN13	03-05/HCNMND-Tr	+210 <sup>(1)</sup>	21/5/2022	1696	24	7	7,9	4,65	Vi sai	590	3,27

Ghi chú: BN1, BN2, ...BN13- Bãi nổ số 1, 2, ... 13; KNM- Khoan nổ mìn; Q- Quy mô vụ nổ, kg; N- Tổng số lỗ khoan, lỗ; H<sub>b</sub>- Chiều cao tầng trung bình, m; l<sub>b</sub>- Chiều sâu trung bình lỗ khoan, m; h<sub>b</sub>- Chiều cao cột thuốc trung bình, m; PPNM- Phương pháp nổ mìn; L<sub>b</sub>- Khoảng cách trung bình đến vị trí đo, m; PVS- Tốc độ dao động tại hàng rào Nhà máy Nhiệt điện, mm/s; 1- Phân tầng trên; 2- Phân tầng dưới.

Trong các vụ nổ thử nghiệm, với quy mô vụ nổ lớn nhất là 3,94 tấn (Bãi số 10), PVS = 2,12 mm/s, các vụ nổ khác đều có PVS < 0,75 mm/s đến 3,27 mm/s (Bảng 1) và nhỏ hơn nhiều tốc độ dao động khuyến cáo cho phép V<sub>cp</sub> = 5÷15 mm/s theo TCVN 7378- 2004 [3], đảm bảo an toàn cho khu vực Nhà máy. Bên cạnh đó, mức độ đập vỡ đất đá của các bãi nổ tương đối đồng đều (Hình H.6c), phù hợp với các loại máy xúc. Suất phá đá từ 26,6 m<sup>3</sup>/m đến 32,84 m<sup>3</sup>/m, tăng gấp 11÷14 lần so với công nghệ hiện tại, năng suất ca máy xúc tăng từ 2 % đến 6,4 %, năng suất ca vận tải đất đá ô tô trọng tải từ 40 tấn đến 58 tấn tăng 1 % đến 1,5 %.

**3.1.2. Công nghệ làm tơi đất đá bằng máy cày xới**

Viện đã kết hợp với Công ty than Na Dương thực hiện 08 hộ chiếu cày xới trong năm 2021 bằng máy cày xới D7R tại tuyến địa chất T.II, tầng +246/+234 trụ khu II. Đất đá cày xới có tốc độ truyền âm từ 700m/s đến 1500 m/s;

Kết quả thử nghiệm công nghệ làm tơi bằng máy cày xới được thực nghiệm năm 2021, cho thấy: (i) Cày xới theo SĐCN1 (02 hộ chiếu): Tốc độ máy khi cày không không ổn định (Vmax = 26,67m/phút), khó khăn trong quá trình phá vỡ lớp đất đá cứng như cát kết, bột kết, chiều sâu ngập răng xới chưa đảm bảo theo thông số kỹ thuật máy, máy làm việc ở chế độ tải cao, năng suất cày thấp đạt 426 m<sup>3</sup>/ca (Hình H.7a); (ii) Máy cày theo SĐCN2 (06 hộ chiếu): Quá trình phá vỡ liên kết các lớp đất đá cứng tốt hơn so với SĐCN1, tốc độ máy khi cày xới liên tục, ổn định, trung bình đạt V<sub>tb</sub> = 29,93 m/phút, chiều sâu ngập răng đạt 0,6m, cho năng suất cày xới cao hơn so với SĐCN1, năng suất ca đạt 797 m<sup>3</sup>/ca (Hình H.7b). Đất đá sau khi cày xới tơi vụn (Hình H.7c), công tác gặt gom, xúc bốc – vận tải dễ dàng, thuận lợi.

Tuy nhiên, do máy cày xới D7R đã cũ, vận tốc máy cày khi làm việc còn thấp (cày các lớp đất đá từ trên xuống khi sử dụng SĐCN2 đều cho kết quả tương đương nhau), khả năng cày lớp đất đá có



(a)



(b)



(c)

### H.7. Một số hình ảnh về công tác thử nghiệm giải pháp làm tươi bằng máy cày xới

a) Cày xới theo SĐCN1; b) Cày xới theo SĐCN2; c) Kết quả làm tươi đất đá theo SĐCN2

tốc độ truyền âm  $>1.250$  m/s còn hạn chế, để tăng năng suất cày xới cần thực hiện bằng máy cày có công suất lớn hơn để nâng cao hiệu quả công nghệ.

### 3.2. Giải pháp khoan tháo nước giảm áp lực

Kết quả quan trắc 23 lỗ khoan của giai đoạn năm 2008 đến 2020, cho thấy: Toàn bộ các lỗ khoan đều gặp một tầng chứa nước áp lực phân bố từ độ sâu 5,35 m đến 79,9m, cao trình từ mức +193,05 đến mức +118,9 m. Áp lực nước nhỏ nhất 0,1 atm, áp lực nước lớn nhất 0,8 atm. Lưu lượng nước nhỏ nhất 0,019 l/s, lưu lượng nước lớn nhất 0,625 l/s.

Khi tiếp tục khoan 08 lỗ khoan tháo nước, giảm áp trong năm 2020, kết quả khoan, và bơm hút thí nghiệm ngay sau khi khoan cho thấy: Các lỗ khoan đều gặp một tầng chứa nước áp lực phân bố từ độ sâu 10,7 m đến 18,0 m, cao trình từ mức +161,2 m đến mức +156,68 m. Áp lực nước từ 0,1 atm đến 0,2 atm. Lưu lượng từ 0,158 l/s đến 0,264 l/s, Hệ số thấm từ 0,01083 m/ng đến 0,1505 m/ng, Bán kính ảnh hưởng từ 41,17 m đến 52,5 m.



H.8. Thi công và vận hành hệ thống lỗ khoan giảm áp lực bờ trụ

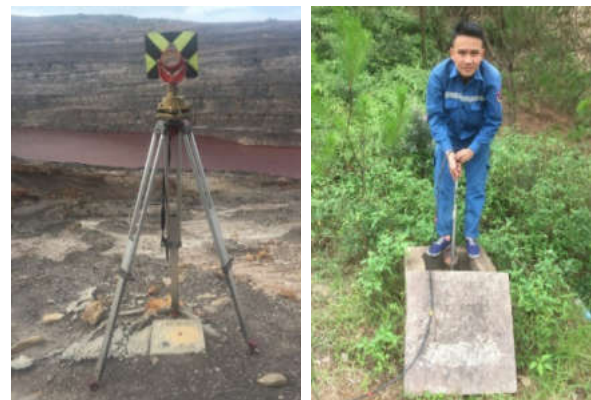
Quá trình theo dõi từ năm 2020 đến năm 2021: Lưu lượng nước chảy ra từ các lỗ khoan nhỏ,  $Q=0,121\pm 0,184$  (l/s), áp lực nước thấp, khoảng 0,1 atm. Như vậy, áp lực nước ngầm tác động lên bờ

mở tại khu vực khoan đã được giải phóng, giảm thiểu tác dụng lên mặt trượt bờ trụ, tăng độ ổn định của bờ.

### 3.3. Quan trắc dịch động bờ mỏ

Kết quả quan trắc dịch động 9 đợt tại 9 lỗ khoan quan trắc sâu và 5 tuyến quan trắc bề mặt khu vực bờ trụ Nam vỉa 4 mỏ than Na Dương từ 30/5/2019 (đợt 1) đến 30/5/2022 (đợt 9) (Hình H.9), cho thấy:

- Quan trắc bề mặt (Hình H.9a): Bề mặt bờ trụ tiếp tục bị phong hóa, một số khu vực chưa cắt tầng, giảm tải bờ trụ, có xảy ra hiện tượng sạt lở bề mặt cục bộ.



a)

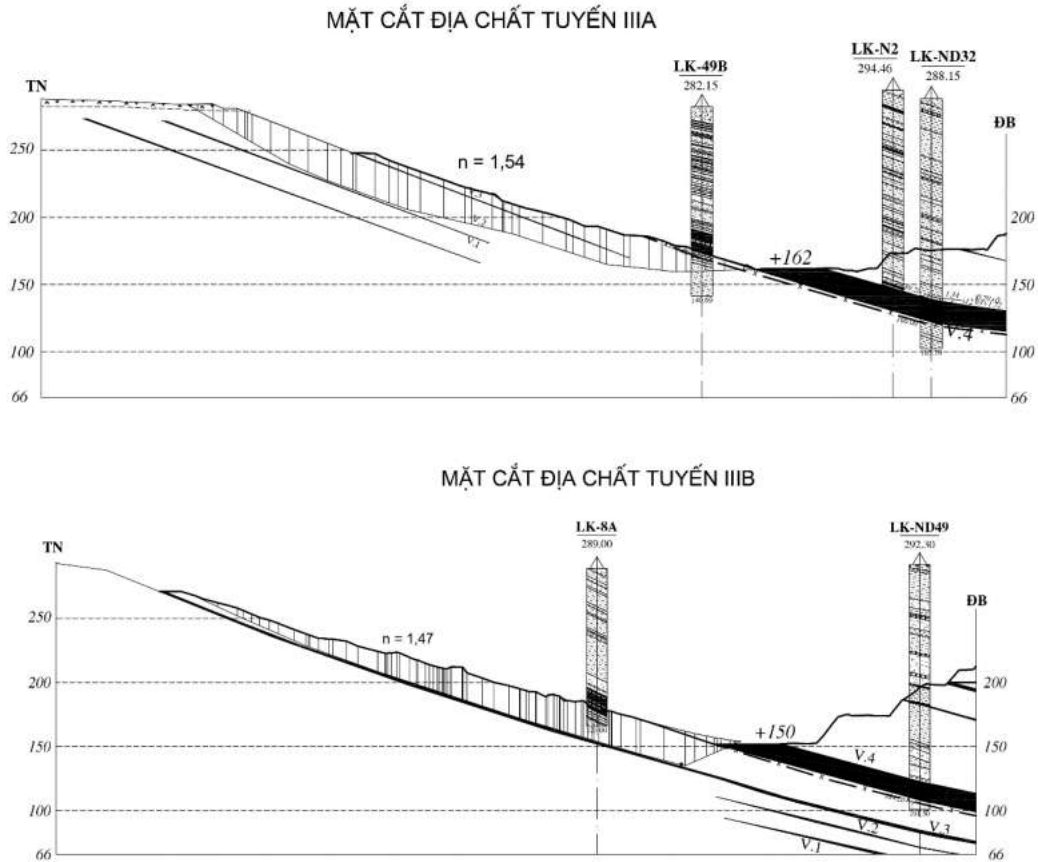
b)

### H.9. Công tác quan trắc dịch động bờ mỏ.

a) Quan trắc bề mặt bờ trụ; b) Quan trắc dịch động sâu

Bề mặt bờ trụ mỏ than Na Dương tương đối ổn định, với tốc độ dịch chuyển biến dạng không đáng kể, nhỏ hơn 0,3 mm/ngày đêm ( $b < 0,036$ m/năm).

- Quan trắc sâu (Hình H.9b): Khu vực mặt bằng nhà máy nhiệt điện Na Dương hiện tại đang ổn định,



H.10. Mặt cắt kiểm toán ổn định bờ trụ mỏ than Na Dương

chưa phát hiện dịch động địa tầng dưới sâu. Khu vực trung tâm bờ trụ Nam, kết quả quan trắc đợt 9, vận tốc dịch chuyển của các điểm trên 5 tuyến thay đổi từ 0÷52mm so với đợt 1, tương đương vận tốc dịch chuyển 0,047 mm/ngđ. Như vậy, biến dạng bờ trụ mỏ Na Dương là biến dạng đàn hồi, chưa mang tính chất tăng dần và nguy hiểm, hệ số ổn định  $n \geq 1,3$  (Theo mục 12.2.4.9 TCVN 10673:2015 [5]).

### 3.4. Đánh giá ổn định bờ trụ mỏ than Na Dương

Trên cơ sở kết quả áp dụng các giải pháp xử lý bờ trụ mỏ than Na Dương thực hiện theo Dự án SXTN, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin đã tính toán ổn định hiện trạng bờ trụ khu II tại tuyến IIIA, IIIB (bên trên là NĐND1). Phương pháp tính toán được thực hiện bằng mô hình số trên phần mềm Geostudio. Vị trí các tuyến mặt cắt kiểm toán ổn định xem Hình H.5. Chi tiết mặt cắt xem Hình H.10.

Kết quả kiểm toán cho thấy: Khu II, là khu vực

phía trên đặt NĐND1, với chiều dài theo phương  $L = 420m$ , hệ số ổn định  $n_s = 1,47 \div 1,54$  (Theo Mục 10.2.1.2 TCVN 5326 - 2008 bờ mỏ ổn định với thời gian tồn tại mỏ lớn hơn 20 năm thì hệ số dự trữ ổn định  $n > 1,3$ ) [4] và phù hợp với kết quả quan trắc dịch động ngoài thực địa.

### 3. KẾT LUẬN

Các giải pháp công nghệ xử lý bờ trụ mỏ than Na Dương là công trình thực hiện đồng bộ các giải pháp về công nghệ làm tơi đất đá, khoan giảm áp và quan trắc ổn định bờ mỏ. Kết quả thực nghiệm trên bờ trụ cho thấy, công nghệ làm tơi đất đá bằng khoan các giải pháp có tính thực tiễn cao, phù hợp với điều kiện tự nhiên, kỹ thuật bờ trụ, là cơ sở để mỏ than Na Dương tiếp tục áp dụng các giải pháp xử lý bờ trụ vào thực tế sản xuất các năm tiếp theo, nhằm đảm bảo an toàn cho các công trình trên mặt, đặc biệt là Nhà máy Nhiệt điện Na Dương, quá trình khai thác xuống sâu và mang lại hiệu quả kinh tế trong hoạt động khai thác mỏ □



### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin. (2016). Dự án đầu tư xây dựng mở rộng, nâng công suất mỏ than Na Dương.
2. Liên đoàn Vật lý Địa chất. (2020). Báo cáo kết quả khảo sát tốc độ truyền âm.
3. TCVN 7378- 2004 (2004). Rung động và chấn động – Rung động đối với công trình, mức rung giới hạn và phương pháp đánh giá. Bộ Khoa học và Công nghệ. Hà Nội.
4. TCVN 5326 - 2008. (2008). Kỹ thuật khai thác mỏ lộ thiên. Bộ Khoa học và Công nghệ. Hà Nội.
5. TCVN 10673:2015. (2015). Trắc địa mỏ. Bộ Khoa học và Công nghệ. Hà Nội.

## THE SOLUTIONS FOR TREATMENT THE NA DUONG COAL PIT MINE'S FOOT WALL TO ENSURE SAFETY FOR SURFACE CONSTRUCTIONS AND DEEP MINING

Le Ba Phuc, Luu Van Thuc, Doan Van Thanh, Do Kien Cuong, Tran Vu Thang

### ABSTRACT

*Na Duong coal mine has a geological structure of Neogene layer, so there are frequent landslides of the foot wall, causing unsafety for the deep bench mining process. On the other hand, coal seam number four of the southern foot wall, there are special construction works that need to be protected with a high degree of safety requirements. Technological solutions to treat the Na Duong coal mine's foot wall have been theoretically studied, including: Soil and rock removal solutions to limit mine bank vibration such as drilling and blasting with large borehole diameter, blasting to reduce vibrations and loosen the rock and soil by a ripper; Drilling solution for pressure relief and monitoring of mine slope stability. The results of field tests at Na Duong coal mine's foot wall are the basis for the mine to continue to apply foot wall treatment solutions to actual production in the following years and ensuring the safety of surface constructions and deep mining.*

**Keywords:** *Na Duong coal mine's foot wall; rock fragmentation technology, drill to reduce pressure, stable slope monitoring*

**Ngày nhận bài:** 7/6/2022;

**Ngày gửi phản biện:** 10/6/2022;

**Ngày nhận phản biện:** 10/7/2022;

**Ngày chấp nhận đăng:** 25/7/2022.

**Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo:** *Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.*