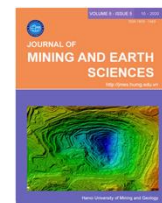




Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>



Definition of amount explosive per blast for spillway at the Nui Mot lake - Binh Dinh province



An Dinh Nguyen ^{1,*}, Bach Van Nhu ², Bao Dinh Tran ¹, Hoa Van Pham ¹, Tho Anh Nguyen ³

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

² Vietnam National Association of Blasting Engineering, Vietnam

³ Ph. D. student of Faculty of Mining, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

ARTICLE INFO

Article history:

Received 08th Sept. 2020

Revised 22nd Sept. 2020

Accepted 10th Oct. 2020

Keywords:

Blasting,
Ground vibration,
Nui Mot lake,
Spillway.

ABSTRACT

Blasting is still the most popular and effective method of breaking rocks and it is widely used in mining, leveling, and building demolition. In blasting process carried out in surface mines, a series of bad impacts on environment are generated such as ground vibration, air blast, flying rock, dust and poisonous gases. The contents of the article present the method for determining the explosive amount per blast and minimizing the bad impacts caused by blasting at the spillway No.2 near the spillway No.1 at Nui Mot lake - Binh Dinh province.

Copyright © 2020 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

*Corresponding author

E - mail: nguyendinhhan@humg.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.KTLT2020.10



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Xác định quy mô một đợt nổ hợp lý khi nổ mìn thi công đập tràn xả lũ Hồ Núi Một, tỉnh Bình Định

Nguyễn Đình An ^{1,*}, Nhữ Văn Bách ², Trần Đình Bảo ¹, Phạm Văn Hòa ¹, Nguyễn Anh Thơ ³

¹ Khoa Mỏ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Hội kỹ thuật nổ mìn Việt Nam, Việt Nam

³ Nghiên cứu sinh khoa Mỏ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 08/9/2020

Sửa xong 22/9/2020

Chấp nhận đăng 10/10/2020

Từ khóa:

Đập tràn xả lũ,
Hồ Núi Một,
Nổ mìn,
Sóng chấn động.

TÓM TẮT

Nổ mìn là một trong những phương pháp phá vỡ đất đá hiệu quả và nó được sử dụng khá phổ biến hiện trong khai thác khoáng sản, san gạt mặt bằng, phá dỡ các công trình, ... Trong quá trình nổ mìn không phải toàn bộ năng lượng sinh ra của chất nổ được sử dụng để phá vỡ đất đá mà thực tế chỉ có một phần rất nhỏ năng lượng trên có tác dụng đập vỡ đất đá, còn lại phần lớn năng lượng đã sinh ra những công vô ích như sóng chấn động lan truyền trong môi trường đất đá, sóng va đập không khí, đá văng và bụi. Giảm thiểu chấn động do nổ mìn, san gạt mặt bằng xây dựng đập tràn xả lũ số 2 thuộc dự án nâng cấp hồ Núi Một - Bình Định đến công trình đập tràn xả lũ số 1 là một vấn đề vô cùng cấp thiết. Để giảm thiểu chấn động do nổ mìn gây ra có nhiều biện pháp khác nhau, tùy thuộc vào từng điều kiện cụ thể. Bài báo trình bày cách xác định quy mô một đợt nổ và một số biện pháp giảm thiểu những tác hại khi nổ mìn để phá đá tạo mặt bằng khi thi công hạng mục đập tràn xả lũ số 2.

© 2020 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Công trình đập tràn xả lũ số 1 thuộc Thôn An Trường, Xã Nhơn Tân, thị xã An Nhơn, tỉnh Bình Định, ban đầu được thiết kế dạng tràn tự do xả mặt không cửa van. Cao trình ngưỡng tràn +44,20 m với chiều rộng đập tràn nước B = 20 m, nối tiếp sau ngưỡng tràn là dốc nước bê tông cốt thép, mũi phun tiêu năng mặt bằng hố xói hạ lưu. Tràn xả lưu

lượng $Q_T = 288 \text{ m}^3/\text{s}$ ứng với tần suất lũ thiết kế $P = 1\%$.

Năm 1999, để tận dụng lượng nước đến sau lũ phục vụ tưới, đã thực hiện xây dựng hệ thống trụ pin và cửa phai thượng lưu tràn để nâng MN sau lũ lên +46.20 m, ứng với dung tích hồ 110 triệu m^3 nước. Năm 2000, Bộ NN & PTNT đã đầu tư nâng cấp đập tràn xả lũ với mục đích cải thiện khả năng xả lũ của tràn (do nâng công trình lên I cấp: cấp III lên cấp II theo tiêu chuẩn TCVN 5060-90). Theo thiết kế, lưu lượng tháo lũ qua tràn tần suất thiết kế $P = 0,5\%$ là $488 \text{ m}^3/\text{s}$. Tuy nhiên hiện nay, diễn biến thời tiết mưa lũ bất thường, do ảnh hưởng

*Tác giả liên hệ

E - mail: nguyendinhnan@humg.edu.vn

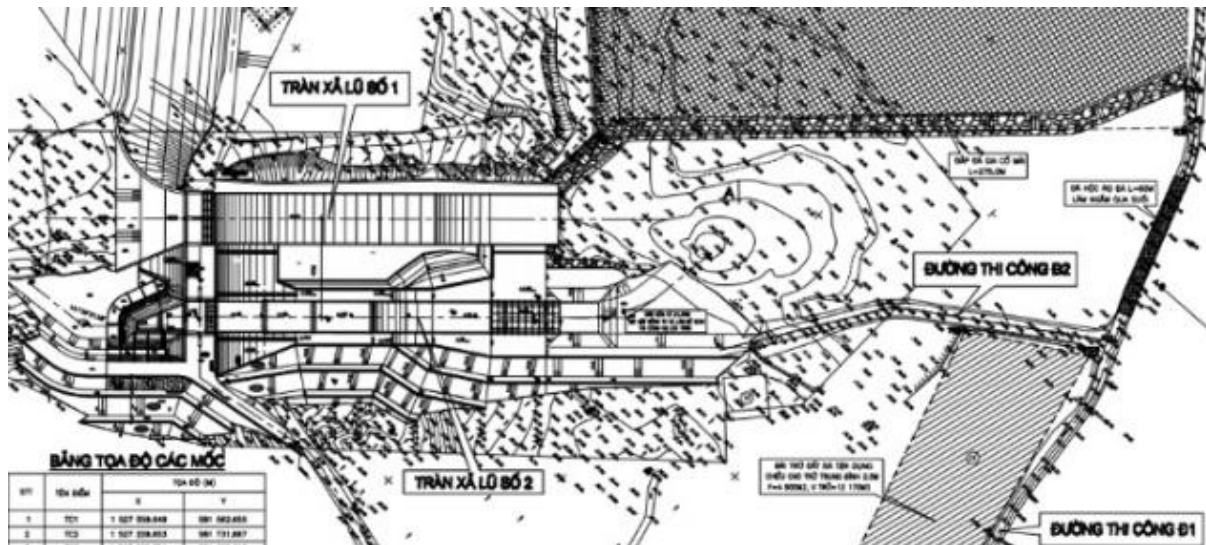
DOI: 10.46326/JMES.KTLT2020.10

của biến đổi khí hậu toàn cầu, lưu lượng tháo lũ hiện tại của đập tràn xả lũ số 1 không bảo đảm an toàn cho hồ chứa nước. Trước tình hình đó, Ban Quản lý dự án Quản lý thiên tai tỉnh Bình Định tiến hành xây dựng đập tràn xả lũ số 2 (dự án sửa chữa, nâng cấp hồ Núi Một thuộc dự án quản lý thiên tai tỉnh Bình Định) để điều phối lượng nước trong hồ chứa, giảm tải cho đập tràn số 1.

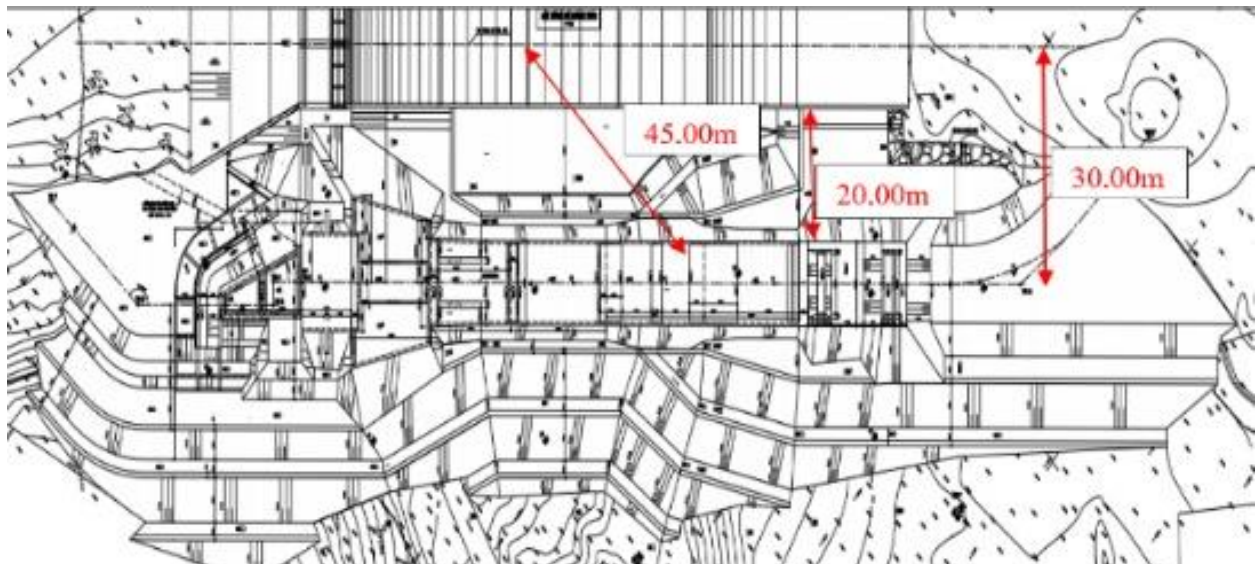
Công trình đập tràn xả lũ số 2 có vị trí được Sở nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bình Định phê duyệt, hướng tây nam tiếp giáp với lòng hồ Núi Một, hướng đông bắc giáp khu vực bãi đất trống, hướng tây bắc giáp đập tràn hồ xả lũ số 1,

hướng đông nam giáp núi và xa khu vực dân cư (Hình 1).

Đất đá khu vực xây dựng chủ yếu là đá granit phong hoá nhẹ tươi màu xám, xám đen. Đá nứt nẻ ít, cứng chắc, có độ kiên cồ $f = 7 \div 9$. Với tính chất cơ lý này, cần phải tiến hành khoan nổ mìn để phá đá tạo mặt bằng thi công hạng mục đập tràn xả lũ số 2. Khi nổ mìn để phá đá tạo mặt bằng thi công hạng mục đập tràn xả lũ số 2, công trình cần bảo vệ là đập tràn xả lũ hiện hữu số 1 nằm tại vị trí vai phải của đập đất. Cao trình ngưỡng tràn +44,20 m với chiều rộng đập tràn nước $B=20$ m.



(a)



(b)

Hình 1. Mặt bằng vị trí đập Tràn xả lũ số 1 (a) và số 2 (b)

2. Xác định quy mô đợt nổ, lượng thuốc nổ tức thời lớn nhất

Khoan - nổ mìn là phương pháp hiệu quả nhất để phá vỡ đất đá có độ kiên cố lớn, phương pháp này được sử dụng rộng rãi trên các mỏ lộ thiên để làm tơi sơ bộ đất đá cũng như khoáng sản có ích, được sử dụng trong xây dựng, giao thông, thủy lợi,... Hiệu quả của nó có ảnh hưởng lớn đến hiệu quả kinh tế chung của dự án, tiến độ thi công, cũng như chất lượng thi công các công việc tiếp theo của một dự án.

Tuy nhiên, trong quá trình nổ mìn không phải toàn bộ năng lượng sinh ra của chất nổ được sử dụng để phá vỡ đất đá mà thực tế chỉ có một phần rất nhỏ năng lượng trên có tác dụng đập vỡ đất đá, còn lại phần lớn năng lượng đã sinh ra những công vô ích như sóng chấn động lan truyền trong môi trường đất đá, sóng va đập không khí, đá văng và sinh ra nhiều bụi, tiếng ồn,... Những tác hại trên luôn tồn tại trong các vụ nổ mìn, gây ảnh hưởng không nhỏ tới sự an toàn của các công trình bảo vệ xung quanh, môi trường sinh thái, an toàn lao động, đời sống dân sinh,... Mức độ ảnh hưởng của những tác động có hại này phụ thuộc vào nhiều yếu tố tự nhiên - kỹ thuật khác nhau cụ thể của từng vụ nổ mìn. Việc lựa chọn phương pháp và xác định các thông số nổ mìn hợp lý đảm bảo yêu cầu về kỹ thuật và an toàn cho một vụ nổ thường căn cứ vào tính chất cơ lý của đất đá khu vực cần tiến hành khoan nổ, cũng như vị trí, đặc điểm của các công trình cần bảo vệ xung quanh (Nhữ Văn Bách, 2008; Kutuzov B.N., 1992).

Xuất phát từ nhu cầu thực tế của dự án thi công, yêu cầu về an toàn đối với công trình phải bảo vệ xung quanh, cần phải tính toán quy mô một đợt nổ, lựa chọn phương pháp nổ mìn và xác định các thông số nổ mìn hợp lý đảm bảo yêu cầu về kỹ thuật.

Khoảng cách an toàn về chấn động nổ mìn đối với môi trường và công trình xung quanh được xác định theo Quy chuẩn Kỹ thuật quốc gia về an toàn trong sản xuất, thử nghiệm, nghiệm thu, bảo quản, vận chuyển, sử dụng, tiêu hủy vật liệu nổ công nghiệp và bảo quản tiền chất thuốc nổ - QCVN 01:2019/BCT.

Khoảng cách an toàn về chấn động đối với công trình, đối tượng cần bảo vệ do nổ một phát mìn tập trung được tính theo công thức:

$$R_c = K_c \times \alpha \times \sqrt[3]{Q_T}, m \quad (1)$$

Trong đó: R_c là khoảng cách an toàn, m; K_c là hệ số phụ thuộc vào tính chất đất nền của công trình cần bảo vệ, $K_c = 3 \div 20$; α là hệ số phụ thuộc vào chỉ số tác động nổ n, $\alpha = 0,6 \div 1,2$; Q_T là tổng khối lượng thuốc nổ tập trung, kg.

Khi biết khoảng cách từ vị trí nổ mìn đến công trình bảo vệ (R), quy mô một đợt nổ (Q) (nổ mìn đồng thời) cho phép được xác định trên cơ sở công thức (1) như sau:

$$Q = \left(\frac{R}{K_c \alpha} \right)^3, Kg \quad (2)$$

Như vậy, căn cứ vào điều kiện nổ mìn đối với công trình nổ mìn đập tràn xả lũ số 2 đã biết khoảng cách từ vị trí nổ mìn đến công trình bảo vệ gần nhất là 25 m, nền công trình cần bảo, phương pháp nổ mìn (các hệ số chọn để tính toán ở mức an toàn cao hơn so với điều kiện của khu vực nổ) thay số vào công thức (2) xác định được quy mô một đợt nổ (nổ mìn đồng thời) là 22,6 kg.

Phương pháp tính trên chỉ áp dụng khi nổ mìn theo phương pháp nổ mìn tức thời các lượng thuốc nổ trong một bãi mìn và cho đối tượng cần bảo vệ là nhà bình thường. Đối với công trình đập tràn xả lũ số 2 là công trình đặc biệt nên theo Quy chuẩn Kỹ thuật quốc gia về an toàn trong sản xuất, thử nghiệm, nghiệm thu, bảo quản, vận chuyển, sử dụng, tiêu hủy vật liệu nổ công nghiệp và bảo quản tiền chất thuốc nổ (QCVN 01:2019/BCT), khi tiến hành công tác nổ mìn ở những địa điểm gần khu dân cư, công trình văn hoá lịch sử, công trình quan trọng quốc gia và các công trình khác không thuộc quyền sở hữu của tổ chức, cá nhân sử dụng VLNCN, tổ chức cá nhân sử dụng VLNCN phải thực hiện việc giám sát các ảnh hưởng của chấn động và sóng đập không khí đối với con người, công trình trong các trường hợp sau:

- Có khiếu nại của chủ công trình về ảnh hưởng của chấn động và sóng đập không khí;

- Hệ số tỷ lệ khoảng cách D_s không đạt yêu cầu quy định tại Bảng 1.

Công thức xác định D_s :

$$D_s = \frac{D}{\sqrt{Q}} \quad (3)$$

Trong đó: Q là lượng thuốc nổ tức thời lớn nhất (kg) trong một đợt nổ. Các lượng thuốc nổ giãn cách trong một khoảng thời gian nhỏ hơn 8ms

được coi là nổ tức thời; D là khoảng cách từ vị trí nổ mìn đến công trình gần nhất, m.

Bảng 1. Hệ số tỷ lệ khoảng cách D_s

Khoảng cách từ vị trí nổ mìn đến công trình gần nhất	Hệ số tỷ lệ (D_s)
Từ 0÷91,4 m	$D_s \geq 22,6$
Từ 92÷1524 m	$D_s \geq 24,9$
Từ 1524 m trở lên	$D_s \geq 9,4$

Với khoảng cách 25÷45m từ bãi mìn đến đập tràn xả lũ số 1, theo Bảng 1 để đạt được hệ số $D_s \geq 22,6$ (từ 0÷91,4 m) thì lượng thuốc nổ tức thời lớn nhất (kg) tính theo công thức (3) thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Lượng thuốc nổ tức thời lớn nhất

Khu vực nổ mìn	Công trình bảo vệ	K/c đến công trình bảo vệ (m)	Hệ số tỷ lệ khoảng cách D_s	Lượng thuốc nổ tức thời lớn nhất Q (kg)
Đập tràn xả lũ số 2	Đập tràn xả lũ số 2	25	22,6	0,8
	Đập tràn xả lũ số 1	45	22,6	3,9

3. Xác định các thông số khoan nổ mìn, sơ đồ nổ vi sai hợp lý

3.1. Xác định các thông số khoan nổ mìn hợp lý

Căn cứ vào nhiệm vụ, yêu cầu của công tác nổ mìn, đặc điểm địa chất công trình, địa chất thủy văn, tính chất cơ lý đất đá, điều kiện thi công, thiết bị khoan sử dụng (công trình sử dụng máy khoan có đường kính lỗ khoan 42 mm), các thông số khoan nổ mìn tính toán trình bày ở Bảng 3,

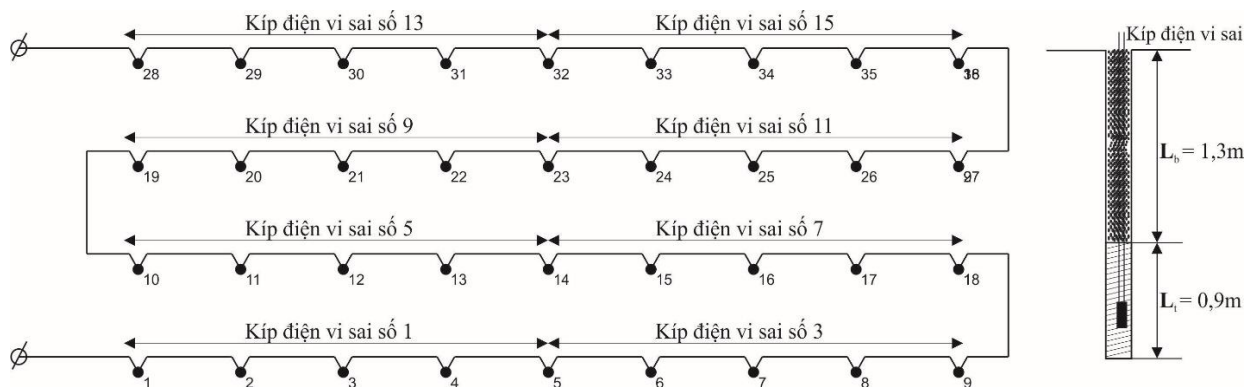
(Nguyễn Đình An và nnk., 2010; Nhữ Văn Bách và nnk., 2015).

Bảng 3. Bảng tổng hợp các thông số khoan nổ mìn

TT	Các thông số	Đơn vị	Hệ chiều
1	Chiều cao tầng	m	2,0
2	Đường kính lỗ khoan	mm	42
3	Chiều sâu lỗ khoan	m	2,2
4	Đường căn chân tầng	m	1,3
5	Khoảng cách giữa 2 lỗ khoan trong hàng	m	1,3
6	Chỉ tiêu thuốc nổ	kg/m ³	0,19 ÷ 0,22
7	Lượng thuốc nạp trong lỗ khoan	kg	0,7 ÷ 0,9
8	Chiều dài búa	m	1,5 ÷ 1,6
9	Chiều dài lượng thuốc	m	0,7 ÷ 0,9
10	Tổng khối lượng thuốc nổ sử dụng	kg	16 ÷ 30
11	Loại thuốc nổ sử dụng	-	Nhũ Tương
12	Phương tiện nổ sử dụng	-	Kíp điện
13	Phương pháp nổ mìn	-	Vi sai

3.2. Lựa chọn sơ đồ nổ vi sai

Sơ đồ nổ vi sai ảnh hưởng lớn tới chất lượng đập đất đá, kích thước đồng đá và tác dụng chấn động khi nổ mìn. Lựa chọn sơ đồ nổ hợp lý phụ thuộc vào mục đích nổ, tính chất cơ lý của đất đá, điều kiện thể nằm của đất đá, hướng phát triển công trình, quy mô vụ nổ. Đối với điều kiện nổ mìn



Hình 2. Sơ đồ đấu ghép mạng nổ và kết cấu lượng thuốc nạp trong lỗ khoan

của đập tràn xả lũ số 2, ưu tiên sử dụng hai sơ đồ sau: (i) sơ đồ nổ vi sai theo hàng và (ii) sơ đồ nổ vi sai qua hàng qua lỗ. Sơ đồ đấu ghép mạng nổ và kết cấu lượng thuốc trong lỗ khoan thể hiện ở Hình 2, (Lê Văn Quyền., 2000; Nhữ Văn Bách và nnk., 2013).

4. Một số giải pháp thi công nhằm giảm ảnh hưởng có hại của nổ mìn đến công trình

4.1. Biện pháp hạn chế sóng chấn động

Bên cạnh các giải pháp về kiểm soát quy mô một đợt nổ, cần phải áp dụng thêm một số giải pháp nhằm kiểm soát được mức độ chấn động, đối với công trình bảo vệ:

- Thi công nổ trước các bãi mìn gần công trình bảo vệ để tạo khoảng không ngăn sự lan truyền sóng chấn động nổ mìn về phía công trình cần bảo vệ;
- Thiết kế và điều khiển hướng khởi nổ hợp lý với từng vụ nổ nhằm điều khiển hướng cộng hưởng chấn động nổ mìn giữa các lỗ mìn tránh khỏi phía công trình cần bảo vệ.

4.2. Biện pháp hạn chế đá văng và sóng va đập không khí

- Để hạn chế đá văng xa, sóng va đập không khí khi nổ mìn, ngoài việc giảm chỉ tiêu thuốc nổ xuống thấp, tăng chiều cao bua hơn so với nổ bình thường như đã tính toán ở phần trên, chỉ đủ để cho đá nứt nẻ, vụn đồng tại chỗ, ít văng xa. Ngoài ra còn dùng các vật liệu khác để che phủ lên trên bãi mìn trước khi nổ với mục đích ngăn cản các

hòn đá bay ra khỏi bãi mìn. Vật liệu che phủ lên trên bãi mìn có thể là lưới thép B40, cát rời, cát đựng trong bao. Với kinh nghiệm đã nổ mìn những lần trước đây có sử dụng biện pháp che chắn như thế này chúng tôi thấy rằng rất có hiệu quả, đảm bảo an toàn;

- Sau khi nạp mìn xong, dùng lưới thép B40 trải lên trên mặt bãi mìn, các bao đất, cát có khối lượng mỗi bao khoảng 20÷25 kg, phủ toàn bộ miệng lỗ khoan ít nhất là 0,3 m, các tấm lưới B40 liên kết với nhau bằng dây thép buộc lại tạo liên kết chống đá văng.

5. Kết quả giám sát nổ mìn thực nghiệm

5.1. Thiết bị đo và vị trí giám sát

Để tiến hành đo giám sát chấn động nổ mìn, nhóm nghiên cứu sử dụng máy đo chấn động Blastmate III và Micromate của Hãng Instancel – Canada (Hình 3), có tích hợp máy in để có thể in kết quả đo chấn động (bao gồm các biểu đồ sóng đứng, sóng ngang, sóng dọc, sóng không khí, biểu đồ vận tốc dao động phần tử cực trị) ngay tại hiện trường.

Nhóm nghiên cứu thực hiện 4 vụ nổ thí nghiệm theo các thông số đã tính chọn ở trên để tiến hành đối chứng với kết quả tính toán lý thuyết. Các bãi mìn thực hiện giám sát đều phải theo dõi từ khâu lập hộ chiếu khoan, hộ chiếu nổ và thi công nổ mìn. Trình tự các vụ nổ ở các vị trí khác nhau và đều cách bãi mìn 25 m (Hình 4). Kết quả giám sát của 04 vụ nổ được thể hiện trong Bảng 4 và Hình 5.

Bảng 4. Bảng tổng hợp kết quả giám sát nổ mìn 4 vụ nổ

Ngày đo	Số hộ chiếu	Khối lượng thuốc nổ (kg)	Khoảng cách đo, m	Kết quả đo tốc độ dao động (mm/s)				Sóng đập không khí dB(L)
				Theo phương lan truyền ngang	Theo phương lan truyền đứng	Theo phương lan truyền dọc	Tốc độ dao động tổng hợp	
14/04	01/HCNM	22,4 (0,7)	25	1,02	2,29	1,90	2,99	114,2
	02/HCNM	16,2 (0,6)	25	0,762	1,52	0,889	1,81	118,1
15/04	03/HCNM	32,4 (0,9)	25	1,397	1,778	1,016	2,275	123,8
	04/HCNM	21,6 (0,8)	25	1,016	1,143	0,889	1,636	121,3

Bảng 5. So sánh kết quả đo với quy chuẩn QCVN:02/2008/BCT

Tên hộ chiếu	Khoảng cách (m)	Sóng chấn động, mm/s		Sóng va đập không khí, dB(L)	
		Kết quả đo	Quy chuẩn	Kết quả đo	Quy chuẩn
01/HCNM	25	2,99	31,75	114,2	133
02/HCNM	25	1,81	31,75	118,1	133
03/HCNM	25	1,636	31,75	123,8	133
04/HCNM	25	2,275	31,75	121,3	133



(a)



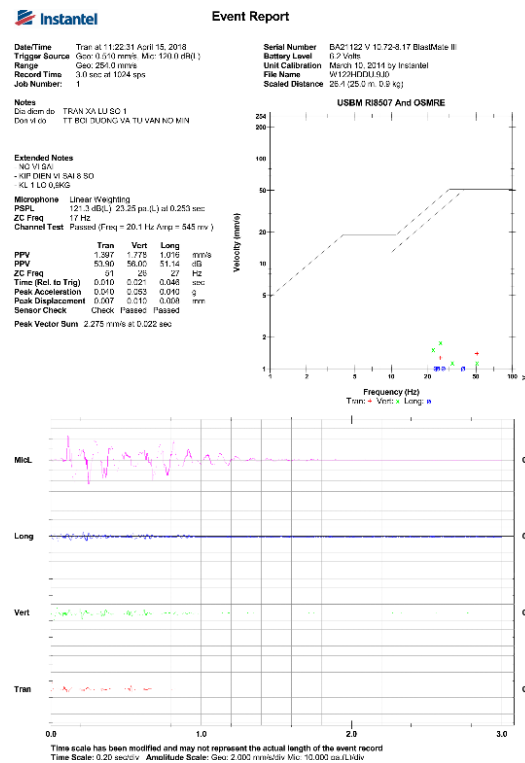
(b)

Hình 3. Các thiết bị đo sóng chấn động nổ mìn
(a) Micromate; (b) Blastmate III



Hình 4. Sơ đồ vị trí bãi mìn và vị trí giám sát

Với khoảng cách từ bãi mìn đến vị trí cần quan trắc nằm trong khoảng từ 0 m đến 91,4 m, so sánh với quy chuẩn ta có bảng kết quả sau (Bảng 5). Từ kết quả ta thấy tốc độ dao động phần tử cực đại tại Bảng 5 thì các kết quả đo được đều nằm trong giới



Hình 5. Kết quả giám sát nổ mìn

hạn an toàn cho phép về sóng chấn động nổ mìn, sóng và đập không khí.

6. Kết luận

- Trên cơ sở nổ thực nghiệm nhận thấy mức độ sóng chấn động và sóng đập không khí tạo ra trong các vụ nổ không ảnh hưởng tới đập tràn xả lũ số 1. Nói chung các vụ nổ thí nghiệm đảm bảo an toàn tuyệt đối và hiệu quả, đảm bảo ổn định của đập tràn xả lũ số 1.

- Các thông số khoan – nổ mìn tính toán theo lý thuyết tương đối phù hợp với thực tế và sẽ được điều chỉnh hợp lý hơn sau mỗi lần nổ để đảm bảo các vụ nổ có hiệu quả và an toàn tuyệt đối với phương pháp nổ mìn điện.

- Trong quá trình thi công cần phải duy trì sử dụng phương pháp nổ mìn vi sai điện như thí nghiệm để đảm bảo ổn định về lâu dài với đập tràn xả lũ số 1 và có thể nghiên cứu và áp dụng thêm những biện pháp kỹ thuật – công nghệ, nhằm nâng cao hiệu quả đập vỡ đất đá và giảm thiểu tác động môi trường khi nổ mìn nhằm đáp ứng được tiến độ thi công.

Đóng góp của các tác giả

Tác giả Nguyễn Đình An hình thành ý tưởng và hoàn thành bản thảo bài báo; tác giả Nhữ Văn Bách đề xuất nội dung; các tác giả Trần Đình Bảo, Phạm Văn Hòa và Nguyễn Anh Thơ thu thập số liệu và triển khai thực nghiệm.

Tài liệu tham khảo

- Bộ Công thương, (2019). *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong sản xuất, thử nghiệm, nghiệm thu, bảo quản, vận chuyển, sử dụng, tiêu hủy vật liệu nổ công nghiệp và bảo quản tiền chất thuốc nổ*- QCVN 01:2019/BCT.
- Kutuzov B.N., (1992). Phá vỡ đất đá bằng nổ mìn. *NXB Đại học Mỏ Matxcova (tiếng Nga)*.
- Lê Văn Quyến, (2000). Mối quan hệ giữa sơ đồ vi sai và thời gian vi sai khi nổ mìn bằng hệ thống truyền tín hiệu nổ phi điện. *Tạp chí Công nghiệp mỏ*, số 5.
- 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 cáo Hội nghị Khoa học kỹ thuật mỏ lần thứ 19, Trường ĐH Mỏ - Địa chất*, Tr. 3-9.
- Nhữ Văn Bách, (2008). *Nâng cao hiệu quả phá vỡ đất đá bằng nổ mìn trong khai thác mỏ*. Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội.
- Nhữ Văn Bách và nnk, (2013). *Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ khoan - nổ mìn lỗ khoan đường kính lớn áp dụng cho mỏ đá lộ thiên gần khu vực dân cư ở Việt Nam*. Đề tài cấp nhà nước, mã số ĐT.01-11/ĐMCNK. Hà Nội.
- Nhữ Văn Bách và nnk, (2015). *Công nghệ khoan - nổ mìn hiện đại với lỗ khoan đường kính lớn áp dụng cho các mỏ khai thác đá vật liệu xây dựng Việt Nam*. Nhà xuất bản khoa học tự nhiên và công nghệ, Hà Nội.