NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ẢNH HƯỞNG CỦA CHỈ TIÊU THUỐC NỔ ĐẾN QUY LUẬT ĐẬP VỠ ĐẤT ĐÁ KHI NỔ LƯỢNG NỔ TẬP TRUNG

VŨ XUÂN BẢNG, ĐÀM TRỌNG THẮNG
Học viện Kỹ thuật Quân sự
Email: damtrongthang0806@gmail.com

1. Tổng quan

Cỡ hạt đá sau nổ mìn được phản ánh tổng quát bằng quy luật phân bố cỡ hạt đá và kích thước trung bình của cỡ hạt đá sau nổ mìn. Cỡ hạt đá sau nổ mìn ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả sản xuất của dây chuyền bóc đá: khoan-nổ-xúc bốc-vận tải.

Cỡ hạt đất đá hay còn gọi là mức độ đập vỡ đất đá (MĐĐVĐĐ) sau nổ mìn phụ thuộc vào các yếu tố tự nhiên và yếu tố kỹ thuật, công nghệ. Trong yếu tố kỹ thuật cỡ hạt đá sau nổ phụ thuộc vào chỉ tiêu thuốc nổ, hình dạng lượng nổ, loại chất nổ, các thông số về lỗ mìn,... Tuy nhiên chỉ tiêu thuốc nổ là yếu tố có ảnh hưởng mạnh nhất đến cỡ hạt đá sau nổ mìn. Hiện nay các qui luật lý thuyết về phân bố cỡ hạt đá sau nổ chỉ mang tính khái quát hóa toán học và không phản ánh hết được các điều kiện nổ, cũng như hình dạng lượng nổ. Vì vậy không thể ứng dụng kết quả trên đây trực tiếp vào thực tiễn để điều khiển chất lượng đập vỡ đất đá sau nổ.

Một số công trình nghiên cứu tìm ra các hệ số hay hàm số thực nghiệm chủ yếu với các điều kiện nổ cụ thể, đặc biệt chưa có đề cập với dạng lượng nổ tập trung dạng năm mặt thoáng [2]÷[5]. Chính vì vậy việc nghiên cứu ảnh hưởng của chỉ tiêu thuốc nổ đến qui luật đập vỡ đất đá của lượng nổ tập trung là hướng nghiên cứu có tính cấp thiết và có ý nghĩa thực tiễn.

2. Phân tích lựa chọn dạng phương trình toán học tổng quát mô tả qui luật dự báo phân bỗ cỡ hạt đất đá sau nổ mìn

Hiện nay, trên thế giới có nhiều công trình nghiên cứu về quy luật phân bố cỡ hạt của đống đá sau nổ mìn. Điển hình là hai dạng phương trình toán học tổng quát sau.

Phương trình qui luật phân bố Rôzin-Răмle [2], [4]:

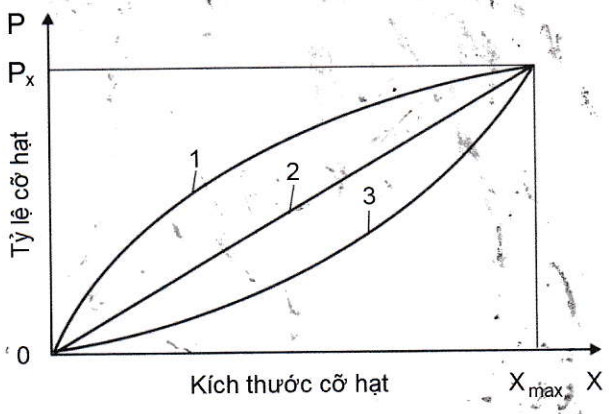
$$P(x) = 1 - e^{-ax^n} \quad (1)$$

Trong đó: P(x) - Tỷ lệ cỡ hạt có kích thước ≤x; x - Kích thước cỡ hạt; a, n - Các hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào chi phí năng lượng và tính chất đất đá.

Phương trình này tồn tại trường hợp không phù hợp với thực tế là P(x)=1 khi x=∞. Nhưng trong đống đá nổ mìn thì kích thước cục đá lớn nhất là có giới hạn ($x=x_{max}$). Để khắc phục nhược điểm của quy luật Rôzin-Răмle, chúng ta có thể sử dụng phương trình Golden-Andreef (phù hợp với đất đá nứt nẻ) [2]:

$$P(x) = \left(\frac{x}{x_{max}}\right)^m \quad (2)$$

Trong đó: m - Hệ số thực nghiệm, phản ánh MĐĐVĐĐ của vụ nổ; x - Kích thước cục đá khảo sát; x_{max} - Kích thước cục lớn nhất trong đống đá nổ ra.



H.1. Quy luật phân bố thành phần cỡ hạt đá sau nổ: 1 - Đối với đất đá dễ nổ; 2 - Đối với đất đá có độ nổ trung bình; 3 - Đối với đất đá khó nổ

Phương trình này phù hợp với thực tế hơn vì khi $x=x_{max}$ thì P(x)=1. Khi m<1 thì đường biểu diễn có

dạng 1 đặc trưng cho đá dễ nổ, m=1 đường biểu diễn có dạng 2 và m>1 thì đường biểu diễn có dạng 3 đặc trưng cho đá khó nổ.

Để ứng dụng được dạng qui luật của Rôzin-Răмle thì không chỉ cần phải có nghiên cứu thực nghiệm của từng điều kiện nổ đối với mỗi loại đất đá, mà cần nghiên cứu thực nghiệm xác định được hệ số m phụ thuộc nhiều vào chỉ tiêu thuốc nổ, nghĩa là xác định được hàm số m=f(q).

3. Nghiên cứu thực nghiệm

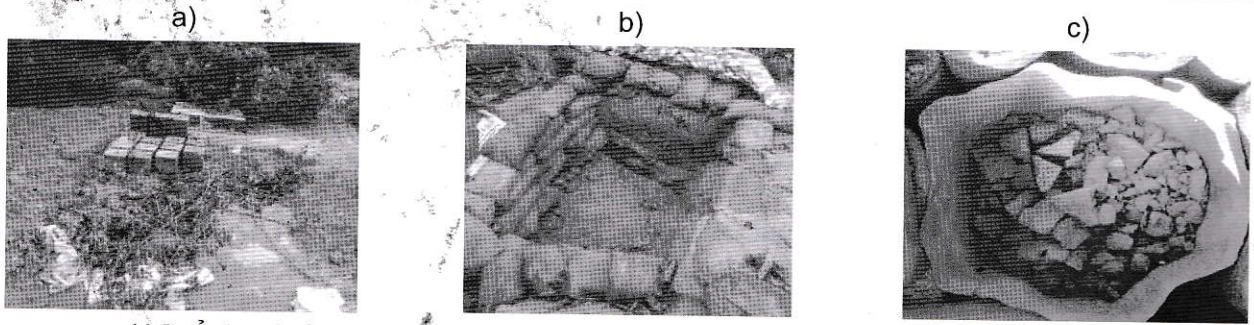
3.1. Mô tả mô hình thí nghiệm

Để nghiên cứu quy luật phân bố thành phần cỡ hạt đá sau nổ mìn ta sử dụng mẫu thí nghiệm dạng vữa xi măng cát mịn M100. Kích thước của mẫu: 200×200×200 mm. Quá trình đúc mẫu đặt sẵn các lỗ để đưa lượng nổ vào trong mẫu. Việc lấy mẫu và thí nghiệm tuân thủ theo tiêu chuẩn TCVN 3105-1993 về lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử. Thông số đặc trưng của mẫu thí nghiệm và điều kiện nổ được phản ánh trong Bảng 1.

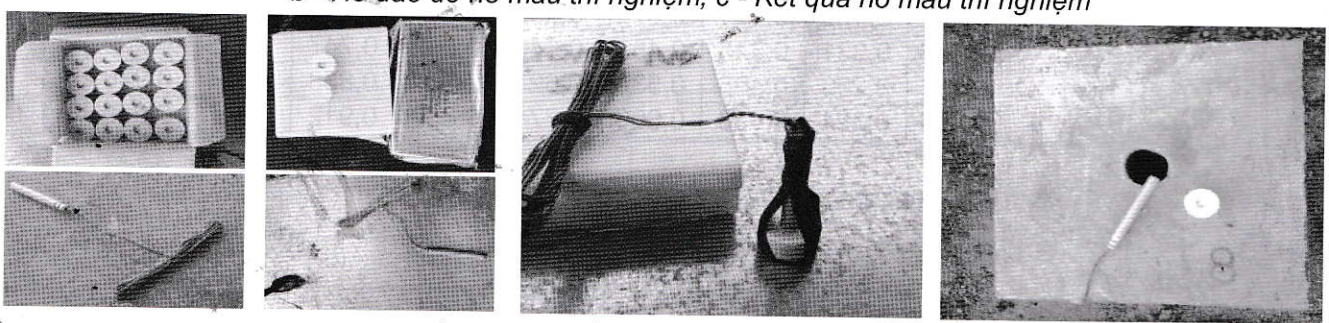
Các lượng nổ trong bài thí nghiệm sử dụng thuốc nổ Pentrit (TEN), gây nổ bằng kíp điện nổ tức thời (kíp số 8). Nguồn điện gây nổ là máy điểm hỏa. Mẫu đặt xuống đáy hố đào tương ứng với trường hợp 05 mặt thoáng.

Bảng 1. Thông số của mẫu thí nghiệm

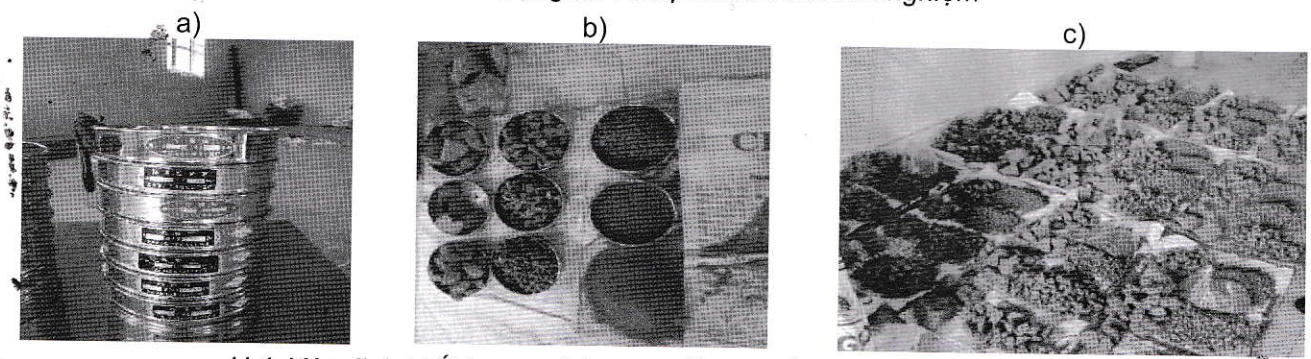
Vật liệu mẫu	Kích thước: dài×rộng×cao (mm)	Cách bố trí lượng nổ	Trọng lượng thể tích, kg/m^3	Ứng suất nén phá hủy, kG/cm^2
Vữa xi măng cát mịn	200×200×200	Đặt ở tâm của mẫu	1930	100



H.2. Ảnh mô tả quá trình thí nghiệm tại hiện trường: a - Mẫu thí nghiệm trước khi nổ; b - Hố đào để nổ mẫu thí nghiệm; c - Kết quả nổ mẫu thí nghiệm



H.3. Bố trí lượng nổ và kíp nổ vào mẫu thí nghiệm



H.4. Xác định khối lượng nhóm cục đá sau nổ: a - Bộ sàng tiêu chuẩn; b, c - Phân loại cỡ hạt sau khi sàng từng mẫu thí nghiệm

Công cụ phục vụ lấy số liệu thí nghiệm gồm: cân tiểu ly để đo khối lượng nhóm cục đá sau nổ có cùng nhóm kích cỡ, bộ sàng tiêu chuẩn để phân loại nhóm kích cỡ cục đá sau nổ. Phương pháp xác định kích thước trung bình của cục mẫu sau nổ sẽ dựa theo số liệu sàng mẫu và trọng lượng tương ứng với từng mắt sàng, được tính theo công thức sau:

$$D_{tb} = \frac{\sum a_i d_i}{100}, \text{ m} \quad (3)$$

Trong đó: d_i - Đường kính trung bình của cấp cỡ hạt thứ i, m; α_i - Tỷ lệ cấp cỡ hạt thứ i trong đống, % ($\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+...+\alpha_k=100$); k - Số cấp cỡ hạt phân chia, k=10.

3.2. Quy trình thí nghiệm

➢ Tiến hành nổ các mẫu thí nghiệm với khối lượng thuốc nổ tăng dần từ thấp đến cao. Trong thí nghiệm này tiến hành nổ với 6 khối lượng thuốc nổ khác nhau (tương ứng với 6 chỉ tiêu thuốc nổ), mỗi loại mẫu thí nghiệm được tiến hành nổ 3 lần để lấy kết quả trung bình.

➢ Phân loại kích thước hạt sau khi nổ bằng bộ sàng tiêu chuẩn.

➢ Xác định khối lượng từng loại cỡ hạt bằng cân tiểu ly với độ chính xác 1,0 g.

➢ Xác định tỷ lệ phần trăm từng cỡ hạt, xác định kích thước hạt trung bình.

3.3. Kết quả thí nghiệm

Kết quả đo được sau nổ là tỉ lệ phần trăm các loại cỡ hạt thu được khi nổ mô hình thí nghiệm ở trên. Trong thí nghiệm này ta phân chia làm 10 cỡ hạt theo cỡ sàng gồm: <2,5; 2,5÷5; 5÷10; 10÷20; 20÷30; 30÷40; 40÷-50; 50÷60; 60÷70; >70 (mm).

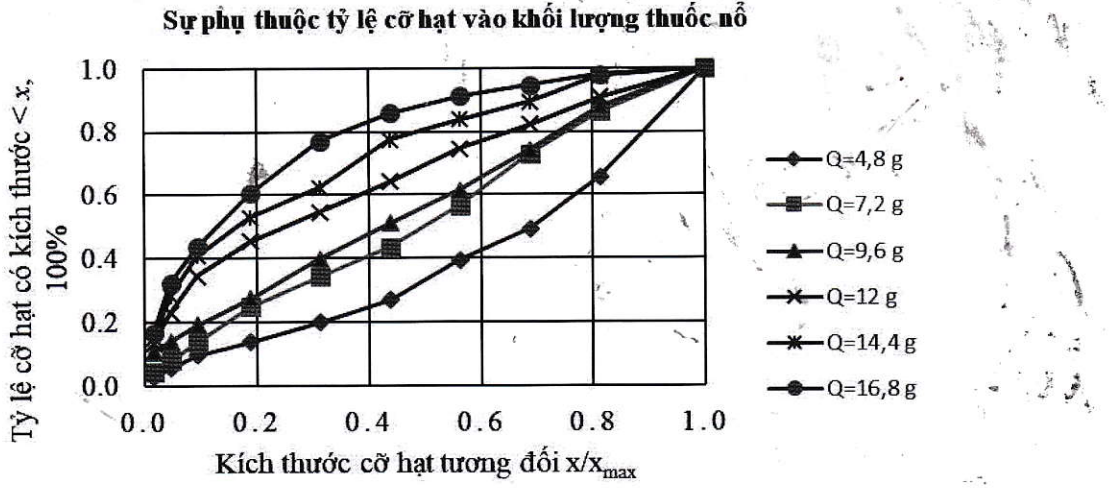
Sau khi có được tỉ lệ % của từng cỡ hạt trong mẫu ta lập Bảng tỉ lệ phần trăm cỡ hạt có kích thước nhỏ hơn x của từng mẫu tương ứng với các khối lượng thuốc nổ khác nhau.

3.4. Thiết lập quy luật thực nghiệm về phân bố cỡ hạt sau nổ

Từ số liệu ở Bảng 2, ta xây dựng được đồ thị về quy luật phân bố thành phần cỡ hạt đá sau nổ mìn, xem H.5.

Bảng 2. Tỉ lệ phần trăm cỡ hạt kích thước <x thu được khi nổ các mẫu thí nghiệm. ĐVT: 100%

Kích thước cỡ hạt x (mm)		<2,5	2,5÷-5	5÷10	10÷20	20÷30	30÷40	40÷50	50÷60	60÷70	>70
Cỡ hạt trung bình (mm)		1,25	3,75	7,50	15	25	35	45	55	65	80
Kích thước cỡ hạt tương đối, x/x_{max}		0,016	0,047	0,094	0,188	0,313	0,438	0,563	0,688	0,813	1
KL TN	4,8 g	0,029	0,057	0,097	0,139	0,199	0,269	0,395	0,492	0,657	1
	7,2 g	0,043	0,081	0,139	0,250	0,343	0,436	0,566	0,730	0,864	1
	9,6 g	0,108	0,139	0,191	0,274	0,398	0,510	0,616	0,742	0,880	1
	12,0 g	0,136	0,231	0,345	0,453	0,546	0,642	0,747	0,823	0,909	1
	14,4 g	0,151	0,283	0,408	0,530	0,623	0,775	0,838	0,894	0,976	1
	16,8 g	0,166	0,324	0,438	0,606	0,771	0,859	0,912	0,947	0,979	1



H.5. Dạng thực tế của quy luật phân bố thành phần cỡ hạt đá sau nổ mẫu

Sử dụng phần mềm Excel xử lý số liệu trên theo phương pháp bình phương tối thiểu, cho phép rút ra qui luật về sự phụ thuộc tỉ lệ phần trăm cỡ hạt P(x) có kích thước nhỏ hơn x vào kích thước

cỡ hạt tương đối x/x_{max}, trong đó x_{max}=80 mm, tương ứng với chỉ tiêu thuốc nổ khác nhau là:

Khi Q=4,8 g hay q=0,6 (kg/m^3) ta có:

$$P(x)=\left(\frac{x}{x_{max}}\right)^{0,9636},\ R^2=0,8974. \quad (4)$$

Khi Q=7,2 g hay q=0,9 (kg/m^3) ta có:

$$P(x)=\left(\frac{x}{x_{max}}\right)^{0,8028},\ R^2=0,9894. \quad (5)$$

Khi Q=9,6 g hay q=1,2 (kg/m^3) ta có:

$$P(x)=\left(\frac{x}{x_{max}}\right)^{0,6231},\ R^2=0,9438. \quad (6)$$

Khi Q=12 g hay q=1,5 (kg/m^3) ta có:

$$P(x)=\left(\frac{x}{x_{max}}\right)^{0,4777},\ R^2=0,9974. \quad (7)$$

Khi Q=14,4 g hay q=1,8 (kg/m^3) ta có:

$$P(x)=\left(\frac{x}{x_{max}}\right)^{0,4206},\ R^2=0,9842. \quad (8)$$

Khi Q=16,8 g hay q=2,1 (kg/m^3) ta có:

$$P(x)=\left(\frac{x}{x_{max}}\right)^{0,378},\ R^2=0,9508. \quad (9)$$

Từ các kết quả trên nhận thấy rằng quy luật phân bố thành phần cỡ hạt đá sau nổ với các chỉ tiêu thuốc nổ khác nhau có dạng tổng quát (2).

Phân tích đồ thị trên H.4 và các hàm thực nghiệm tương ứng nhận được từ (4) đến (9), đều có hệ số tương quan R^2>0,89 cho phép chỉ ra rằng, các đường cong mô tả quy luật phân bố thành phần cỡ hạt đá khi nổ ở các giá trị chỉ tiêu thuốc nổ khác nhau trong thí nghiệm có dạng phù hợp với dạng lý thuyết tổng quát dự báo qui luật phân bố cỡ hạt đá sau nổ của nhóm tác giả Golden-Andreef. Để có thể ứng dụng các qui luật trên trong việc điều khiển chất lượng đập vỡ đất đá theo hướng thay đổi chỉ tiêu thuốc nổ, cần phải tìm ra qui luật thực nghiệm về sự phụ thuộc của mức độ đập vỡ đất đá vào chỉ tiêu thuốc nổ.

4. Thiết lập sự phụ thuộc của hệ số m vào chỉ tiêu thuốc nổ

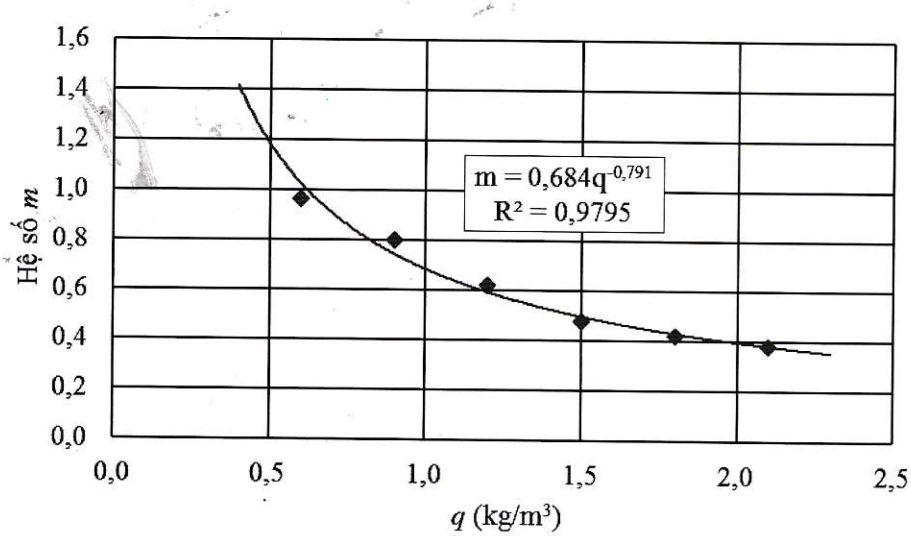
Giá trị của hệ số thực nghiệm m nhận được từ phương trình (4) đến (9) được tổng hợp phán ánh trong Bảng 3.

*Bảng 3. Giá trị của hệ số thực nghiệm **m** "m"*

Chỉ tiêu thuốc nổ q (kg/m^3)	Hệ số m	Chỉ tiêu thuốc nổ q (kg/m^3)	Hệ số m
0,6	0,9636	1,5	0,477
0,9	0,8028	1,8	0,420
1,2	0,6231	2,1	0,378

Sử dụng phầm mềm Excel phân tích số liệu trong Bảng 3 theo phương pháp bình phương tối thiểu, cho phép rút ra quy luật sự phụ thuộc của hệ số đặc trưng cho quy luật phân bố thành phần cỡ hạt đá sau nổ m vào chỉ tiêu thuốc nổ được phản ánh trên H.6 có dạng như sau:

$$m=0,684.q^{-0,791},\ R^2=0,9795 \quad (10)$$



H.6. Hệ số đặc trưng cho quy luật phân bố thành phần cỡ hạt đá sau nổ

Từ đồ thị trên H.6 có thể nhận thấy rằng khi nổ một loại đất đá ở trong cùng điều kiện thì khi tăng chỉ tiêu thuốc nổ, hệ số mũ đặc trưng cho quy luật phân bố thành phần cỡ hạt đá sau nổ mìn (m) giảm dần, có nghĩa là cỡ hạt đập vỡ vụn hơn và ngược lại.

Phân tích qui luật thực nghiệm (10) nhận thấy tốc độ biến đổi của trị số m chỉ phụ thuộc

vào chỉ số mũ (-0,791) của chỉ tiêu thuốc nổ (q), mà không phụ thuộc vào trị số (0,684). Trị số (0,684) trong trường hợp này có thể coi như một hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào độ bền mẫu (hay loại đất đá) và các điều kiện khác của vụ nổ như số lượng mặt thoáng.

Phân tích phương trình thực nghiệm (10) với điều kiện nổ lượng nổ tập trung trong điều kiện mẫu có 05 mặt thoáng, phân tích kết quả nghiên cứu trong [1] với dạng một mặt thoáng và hai mặt thoáng cho phép có thể biểu diễn (10) về dạng tổng quát sau:

$$m=A.q^{-\eta}. \quad (11)$$

Trong công thức (11), A coi là hệ số đặc trưng cho độ bền đất đá và các điều kiện ngoài chỉ tiêu thuốc nổ, không đổi đối với mỗi điều kiện nổ, còn η là chỉ số đặc trưng cho mức độ ảnh hưởng của chỉ tiêu thuốc nổ đến mức độ đập vỡ đất đá sau nổ. Thay (11) vào (2) nhận được dạng tổng quát về qui luật phụ thuộc của cỡ hạt vào chỉ tiêu thuốc nổ:

$$P(x)=\left(\frac{x}{x_{max}}\right)^{A.q^{-\eta}} \quad (12)$$

Với dạng vật liệu sử dụng trong thí nghiệm có A=0,684, còn η=0,791.

5. Kết luận và khuyến nghị

Từ kết quả của nghiên cứu trên cho phép rút ra các kết luận sau:

➢ Các quy luật thực nghiệm về sự phụ thuộc thành phần cỡ hạt đá sau nổ đối với dạng lượng nổ tập trung, nổ trong điều kiện 05 mặt thoáng có dạng phù hợp với dạng lý thuyết tổng quát dự báo quy luật phân bố cỡ hạt đá sau nổ của Gôđen – Anđrep;

➢ Hệ số thực nghiệm (m) sẽ đặc trưng cho MĐĐVĐĐ của qui luật phân bố cỡ hạt là một hàm số phụ thuộc vào chỉ tiêu thuốc nổ. Khi tăng chỉ tiêu thuốc nổ thì mức độ đập vỡ đất đá tăng, tương ứng với đường cong phân bố cỡ hạt càng nằm trên cao và ngược lại;

➢ Khuyến cáo: trong thi công nổ phá đất đá, khi sử dụng chỉ tiêu thuốc nổ để điều khiển MĐĐVĐĐ hợp lý theo yêu cầu sản xuất, cần phải biết được hệ số A và chỉ số η của khối đá (vùng mỏ) nổ mìn. Để xác định được A và η cần tiến hành tối thiểu hai vụ nổ với hai giá trị chỉ tiêu thuốc nổ khác nhau, tương ứng trong cùng một điều kiện tự nhiên, kỹ thuật và công nghệ. Sau đó giải hệ phương trình đặc trưng cho hai vụ thí nghiệm theo (12) cho phép tìm ra A và η của vùng mỏ đó.❐

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đàm Trọng Thắng, Vũ Trọng Hiếu, Vũ Xuân Bảng (2016), "Nghiên cứu thực nghiệm trên mô hình về quy luật phân bố thành phần cỡ hạt đá sau nổ mìn thi công đường hầm", Tuyển tập các công trình khoa học kỷ niệm 50 năm thành lập Bộ môn "Xây dựng Công trình ngầm và Mỏ" 1966-2016, tr. 362-372.

2. Hồ Sĩ Giao, Đàm Trọng Thắng, Lê Văn Quyền, Hoàng Tuấn Chung (2010), Nổ hóa học lý thuyết và thực tiễn, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

3. Đàm Trọng Thắng, Vũ Trọng Hiếu, Lê Hồng Hải (2017), "Nghiên cứu phương pháp xác định hằng số đập vỡ đất đá khi nổ mìn", Tạp chí Xây dựng, 2(7), tr. 19-25.

4. И.Ф. Оксанич, П.С. Миронов (1982), Закономерности дробления горных пород взрывом и прогнозирование гранулометрического состава, Недра, Москва.

5. Кутузов Б.Н (1990), Лабораторные работы по дисциплине " Разрушение горных пород взрывом", МГИ, Москва.

Ngày nhận bài: *14/09/2018*

Ngày gửi phản biện: *15/119/2018*

Ngày nhận phản biện: *24/05/2019*

Ngày chấp nhận đăng bài: *10/06/2019*

Từ khóa: *mức độ đập vỡ đất đá; lượng nổ tập trung; nổ mìn; điều khiển nổ mìn*

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*

SUMMARY

Rock fragmentation control in blasting is the main research direction of blasting techniques, the purpose of this research direction is to increase production efficiency of overburden stripping and mineral workings.

Therefore, this article has mentioned the experimental study of the explosion test of small-scale models in the concrete materials with the concentrated charge.

The experimental result has been analysed by the method of least squares so has established the dependence of the rule of rock fragmentation in explosion targets.