



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

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



Nghiên cứu, xác định mức độ đập vỡ đất đá hợp lý bằng nổ mìn cho điều kiện thực tế của mỏ than Đèo Nai

Lê Văn Quyển *, Lê Thị Hải

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

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:
 Nhận bài 15/08/2017
 Chấp nhận 18/10/2017
 Đăng online 30/10/2017

Từ khóa:
 Mức độ đập vỡ đất đá hợp lý
 Thông số nổ mìn
 Kích thước cục đá trung bình

TÓM TẮT

Ở mỏ Đèo Nai hiện nay, ngoài một số thiết bị cũ vẫn đang hoạt động khá hiệu quả, phần lớn các thiết bị mới có những đặc điểm khác so với thiết bị trước đây, vì vậy các quy luật ảnh hưởng của thành phần cỡ hạt đến hiệu quả sử dụng các thiết bị xúc bốc, vận tải cũng khác nhau, nhưng chưa được đề cập trong tính toán các thông số nổ mìn. Trong khi đó chưa có một công trình nghiên cứu nào về cơ sở xác định mức độ đập vỡ đất đá cho mỏ Đèo Nai một cách toàn diện, có cơ sở khoa học và phù hợp với điều kiện tự nhiên, kỹ thuật - công nghệ, kinh tế của mỏ. Bởi lẽ đó nội dung mà bài báo đề cập là một vấn đề cấp thiết và có ý nghĩa đối với thực tiễn sản xuất của mỏ Đèo Nai. Bài báo sử dụng phương pháp nghiên cứu: giải tích, thống kê kết hợp với chương trình tính trên máy vi tính và phương pháp bình phương tối thiểu. Kết quả đạt được là: đã thiết lập được hệ số xúc phụ thuộc vào mức độ đập vỡ cho một số thiết bị xúc hiện đại, quy luật phụ thuộc của mức độ nứt nẻ vào mức độ đập vỡ, xác định được mức độ đập vỡ đất đá hợp lý đảm bảo tổng chi phí các khâu sản xuất mỏ nhỏ nhất cho điều kiện tự nhiên, kỹ thuật và công nghệ của mỏ Đèo Nai, từ đó tính chọn được chỉ tiêu thuốc nổ hợp lý và các thông số nổ mìn khác hợp lý cho mỏ Đèo Nai.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Đặt vấn đề

1.1. Điều kiện địa chất, tính chất cơ lý và phân loại đất đá mỏ than Đèo Nai theo độ nổ

Địa tầng khu Đèo Nai gồm các loại đá trầm tích: Cuội, sạn kết, cát kết, bột kết và sét kết. Đối tượng khai thác chính là vỉa G. Các lớp đá vách vỉa G phân bố tương đối ổn định về thành phần độ hạt và tính chất cơ lý.

Các tầng cuội sạn kết có phân lớp dày đến rất dày, hầu hết thuộc cấp nứt nẻ từ III đến V. Nứt nẻ của tầng cát kết phổ biến thuộc cấp II và III. Còn lại là các lớp bột kết và sét kết phân lớp mỏng, đa số nứt nẻ cấp I, II.

Đặc trưng tóm tắt cơ lý đá mỏ Đèo Nai: cường độ kháng nén trung bình tương ứng với: cuội, sạn kết - 1580 kG/cm²; cát kết - 1680 kG/cm²; bột kết - 790 kG/cm²; dung trọng tương ứng - 2,64; 2,64; 2,68 T/m³.

Để tính toán mức độ đập vỡ hợp lý, lựa chọn các thông số khoan nổ chính xác, phù hợp với thực tế cần phải tiến hành phân loại đất đá của mỏ

*Tác giả liên hệ

E-mail: levanquyen@humg.edu.vn

Đèo Nai căn cứ theo độ kiên cố, độ nứt nẻ và điều kiện thực tế của mỏ than Đèo Nai. Tiến hành chia đất đá theo độ nổ làm 4 nhóm (II, III, IV, V), trong đó đa số đất đá thuộc loại khó nổ (III) , một ít rất khó nổ (IV) và đặc biệt khó nổ(V).

1.2. Hiện trạng công nghệ khai thác và khoan nổ mìn ở mỏ than Đèo Nai (Lê Văn Quyển, 2007)

- Các thông số cơ bản của hệ thống khai thác thiết kế: $H = 15$ m, $B_{ct} = 55$ m, $A = 13 \div 15$ m, $B_d = 33$ m.

- Sản lượng than: 1,5 triệu tấn/năm, đất bóc: 17 triệu m³/năm, tỷ lệ đất đá cần nổ mìn khoảng 80%, cung độ vận tải đá thải khoảng 5 km.

- Thiết bị khoan, xúc, vận tải đất đá khá đa dạng về công suất và chủng loại.

- Thuốc nổ chủ yếu là ANFO, NT - 13 và EE- 31. Phương pháp nổ mìn vi sai, phương tiện nổ phi điện với sơ đồ vi sai qua từng lỗ.

Do tính đa dạng và phức tạp về điều kiện tự nhiên, điều kiện kỹ thuật và công nghệ của mỏ Đèo Nai, việc nghiên cứu mức độ đập vỡ (MĐĐV) đất đá hợp lý bằng nổ mìn cho mỏ Đèo Nai là rất cần thiết. Vấn đề đặt ra là phải thiết lập được hàm tương quan tổng quát giữa yếu tố chi phí của các khâu với đại lượng đặc trưng cho MĐĐV (D_{tb}), xác định MĐĐV hợp lý cho điều kiện thực tế của mỏ.

2. Xây dựng mối quan hệ phụ thuộc của chi phí các khâu công nghệ vào mức độ đập vỡ (MĐĐV) đất đá ở mỏ Đèo Nai

MĐĐV đất đá thể hiện cường độ đập vỡ mạnh hay yếu bằng nổ, nó được đánh giá thông qua tỷ lệ các cục lớn quá cỡ sau khi nổ, hay toàn diện hơn được thể hiện bằng kích thước cục đá trung bình của đồng đá nổ ra xác định trên cơ sở phân bố thành phần cỡ hạt của đồng đá sau nổ mìn.

Hiện nay để phù hợp với điều kiện nền kinh tế thị trường việc đánh giá mức độ đập vỡ đất đá hợp lý cho mỏ Đèo Nai có thể xác định theo điều kiện sau (Kutudop, B. N., 1992):

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 \rightarrow \min \quad (1)$$

Trong đó: C_t - tổng chi phí của các khâu công nghệ, đ/ m³; C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 - tương ứng là: chi phí khoan, nổ lần 1 và lần 2, xúc, vận tải, thải đá tính cho 1 m³ đất đá, đ/m³.

Chi phí bóc đất đá ở mỏ Đèo Nai phụ thuộc vào MĐĐV bao gồm: khoan nổ lần 1, xúc bốc, vận tải, phá đá quá cỡ, công tác thải đá ít chịu ảnh

hưởng của MĐĐV có thể bỏ qua. Thông qua kết quả nghiên cứu, tác giả đã thiết lập được các mối quan hệ giữa chi phí các khâu: khoan, nổ lần 1, lần 2, xúc, vận tải phụ thuộc vào cỡ cục trung bình theo biểu thức tổng quát (Lê Văn Quyển, 2005, 2009).

- Khi dùng mạng lỗ khoan tam giác đều:

$$C = \frac{A+B}{D_{tb}} + \frac{(C+F)D_{tb}^2 + D+G}{K_x} + I.V_0 \left[1 - \left(\frac{D_{cp}}{4D_{tb}} \right)^{1/3} \right] + E_0 + H \quad (2)$$

- Trong trường hợp dùng mạng lỗ khoan ô vuông:

$$C = \frac{A_1+B}{D_{tb}} + \frac{(C+F)D_{tb}^2 + D+G}{K_x} + I.V_0 \left[1 - \left(\frac{D_{cp}}{4D_{tb}} \right)^{1/3} \right] + E_1 + H \quad (3)$$

Trong đó:

$A, A_1, B, C, D, E_0, E_1, F, G, H, I$ - đặc trưng cho ảnh hưởng của loại máy khoan, đường kính lỗ khoan, tính chất đất đá, loại thuốc nổ, phương pháp nạp mìn, số hàng mìn; loại phương tiện nổ; các thông số mạng lỗ khoan; loại máy xúc, tổ chức công tác xúc; loại ô tô, sự phối hợp ô tô - máy xúc, chất lượng đường, cự ly vận tải; phương pháp đập vỡ lần 2,... tới MĐĐV.

Phân tích các biểu thức (2) và (3) cho thấy: tổng chi phí các khâu tính cho 1m³ đá nổ ở mỏ Đèo Nai phụ thuộc vào các thông số kỹ thuật và công nghệ đã xác định như: các thông số khoan nổ, các thông số đặc trưng cho chủng loại thiết bị xúc, vận tải (dung tích, năng suất), D_{tb} và các thông số chưa xác định gồm hệ số xúc (K_x) và tỷ lệ đá quá cỡ trong nguyên khối (V_0). Phân tích các công trình nghiên cứu của tác giả cũng nhận thấy rằng hệ số xúc K_x phản ánh hiệu quả làm việc của máy xúc phụ thuộc vào MĐĐV đất đá, còn tỷ lệ đá quá cỡ trong nguyên khối phụ thuộc vào mức độ nứt nẻ của đất đá mỏ và kích thước cục cho phép.

3. Xây dựng mối quan hệ phụ thuộc thực nghiệm của hệ số xúc vào MĐĐV đất đá, xác định tỷ lệ cục quá cỡ trong nguyên khối

Khai thác và phân tích các số liệu của Viện sĩ V.V. Rjevski (Repki, V.V., 1978) và của tác giả ở mỏ Đèo Nai trong đá thuộc nhóm II,III đối với các máy xúc tay gầu và với máy xúc thủy lực gầu

ngược có E từ 3,2 đến 6,7 m³, sử dụng phương pháp bình phương bé nhất cho phép thiết lập gần đúng quy luật phụ thuộc của hệ số xúc vào D_{tb} được mô tả trong Hình 1.

Xử lý số liệu trong Bảng 1, cho phép nhận được sự phụ thuộc của hệ số góc của họ các đường thẳng K_x vào dung tích gầu xúc được mô tả trên Hình 2.

Từ biểu đồ Hình 2, xác định được mối quan hệ phụ thuộc của hệ số xúc K_x vào kích thước cục trung bình đối với máy xúc tay gầu kéo cáp (Lê Văn Quyển, 2009):

$$K_x = [0,6335E^{\frac{1}{3}} - 2,3267]D_{tb} + 1 \quad (4)$$

Với máy xúc thủy lực gầu ngược, tương tự ta xác định được mối quan hệ phụ thuộc:

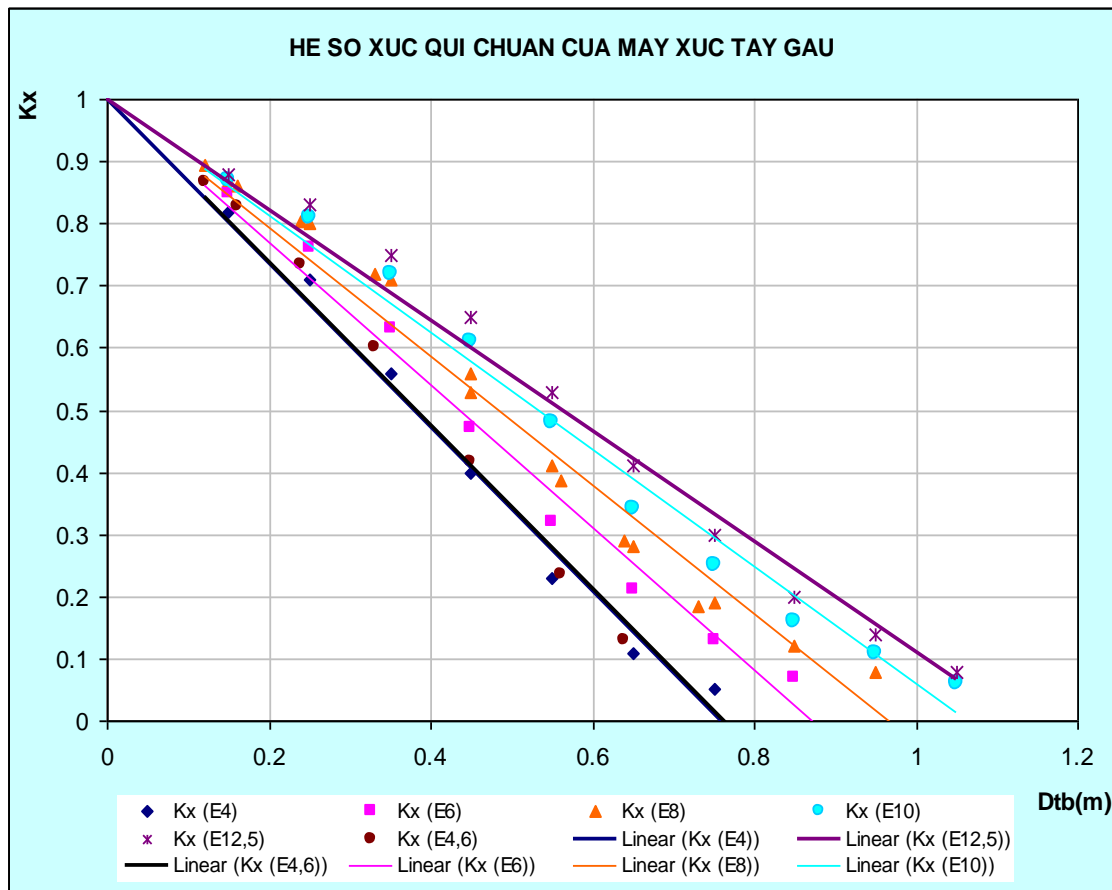
$$K_x = [0,681E^{\frac{1}{3}} - 2,3136]D_{tb} + 1 \quad (5)$$

So sánh hai biểu thức (4) và (5) nhận thấy trị số hệ số góc của hàm số K_x của máy xúc thủy lực gầu ngược lớn hơn một chút so với máy xúc tay gầu, điều đó thể hiện ở chỗ: trong cùng điều kiện máy xúc thủy lực gầu ngược có hệ số xúc đầy gầu cao hơn máy xúc tay gầu.

Thông qua khảo sát thực tế ở mỏ Đèo Nai (Lê Văn Quyển, 2007), tác giả đã thiết lập được mối quan hệ phụ thuộc của tỉ lệ cục quá cỡ trong nguyên khối (V_0) với kích thước cục cho phép (D_{cp}) có dạng:

$$V_0 = 100 - (KD_{cp} - B), \% \quad (6)$$

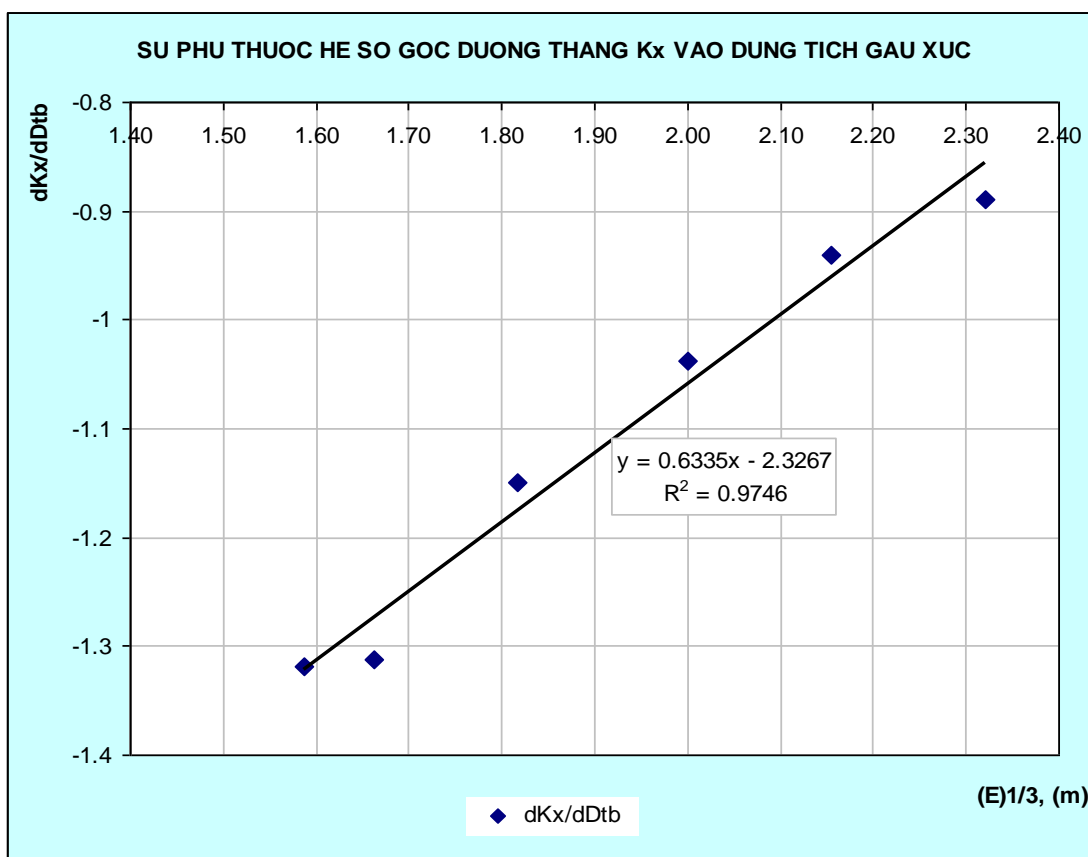
Trong đó: K, B là những hệ số xác định bằng thực nghiệm.



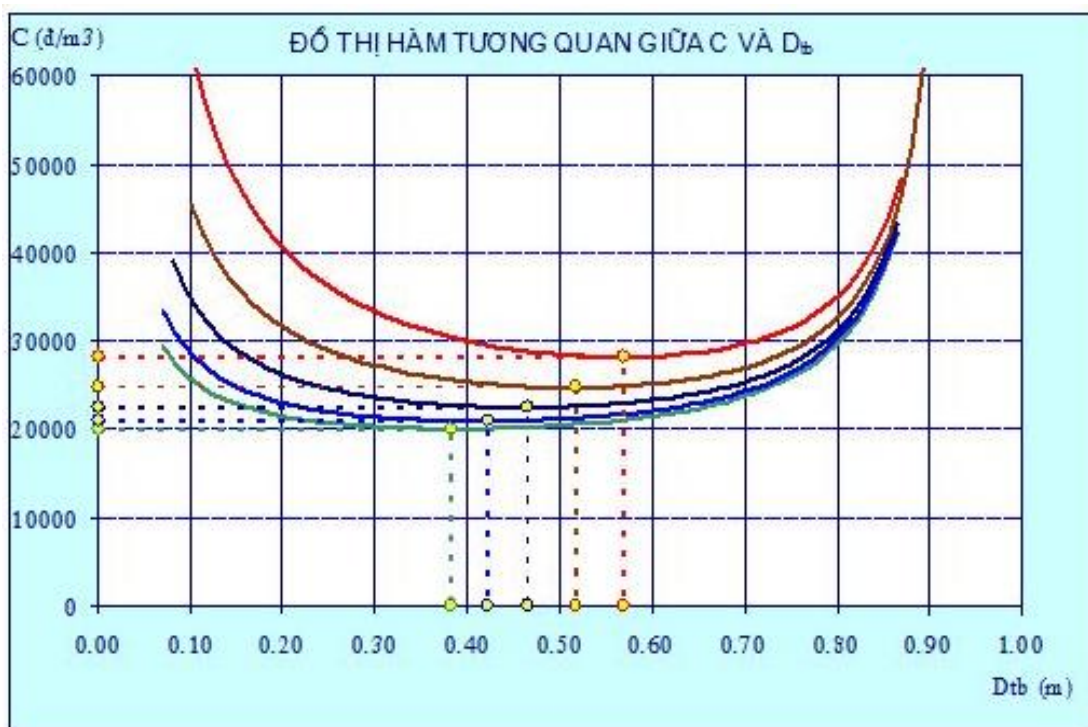
Hình 1. Đường thẳng mô tả sự phụ thuộc gần đúng của hệ số xúc vào kích thước cục trung bình của đồng đá với các loại máy xúc có dung tích gầu xúc khác nhau.

Bảng 1. Sự phụ thuộc hệ số góc của các đường thẳng K_x vào dung tích gầu xúc.

E(m ³)	4	4,6	6	8	10	12,5
Hệ số góc của K_x	- 1,3184	- 1,3125	- 1,1492	- 1,037	- 0,9411	- 0,8894



Hình 2. Quy luật phụ thuộc của hệ số góc của họ các đường thẳng K_x vào dung tích gầu xúc.



Hình 3. Dạng phụ thuộc của chi phí tổng vào kích thước trung bình của cục đá sau nổ với điều kiện thực tế mỏ Đèo Nai.

4. Xác định MĐĐV đất đá hợp lý bằng nổ mìn cho mỏ Đèo Nai

Thay các đại lượng: K_x, V_0 từ các biểu thức (4), (5), (6) vào biểu thức (2), (3) ta có hàm tổng quát tổng chi phí phụ thuộc vào kích thước cục trung bình (D_{tb}):

- Đối với máy xúc tay gầu:

$$C = \frac{A_i + B}{D_{tb}} + \frac{(C + F)D_{tb}^2 + D + G}{\left(0,6335E^{\frac{1}{3}} - 2,3267\right)D_{tb} + I} + I[100 - (KD_{cp} - B)] \left[1 - \left(\frac{D_{cp}}{4D_{tb}}\right)^{\frac{1}{3}}\right] + E_i + H \tag{7}$$

- Đối với máy xúc thủy lực gầu ngược:

$$C = \frac{A_i + B}{D_{tb}} + \frac{(C + F)D_{tb}^2 + D + G}{\left(0,681E^{\frac{1}{3}} - 2,3136\right)D_{tb} + I} + I[100 - (KD_{cp} - B)] \left[1 - \left(\frac{D_{cp}}{4D_{tb}}\right)^{\frac{1}{3}}\right] + E_i + H \tag{8}$$

Việc tính toán mức độ đập vỡ hợp lý hoàn toàn có thể thực hiện nhờ việc mô phỏng toàn bộ kết quả nghiên cứu trên chương trình máy tính theo sơ đồ khối. Để thực hiện việc lập sơ đồ khối và giải bài toán trên, cần xác định các đại lượng có liên quan trong hàm tổng quát với điều kiện thực tế mỏ than Đèo Nai.

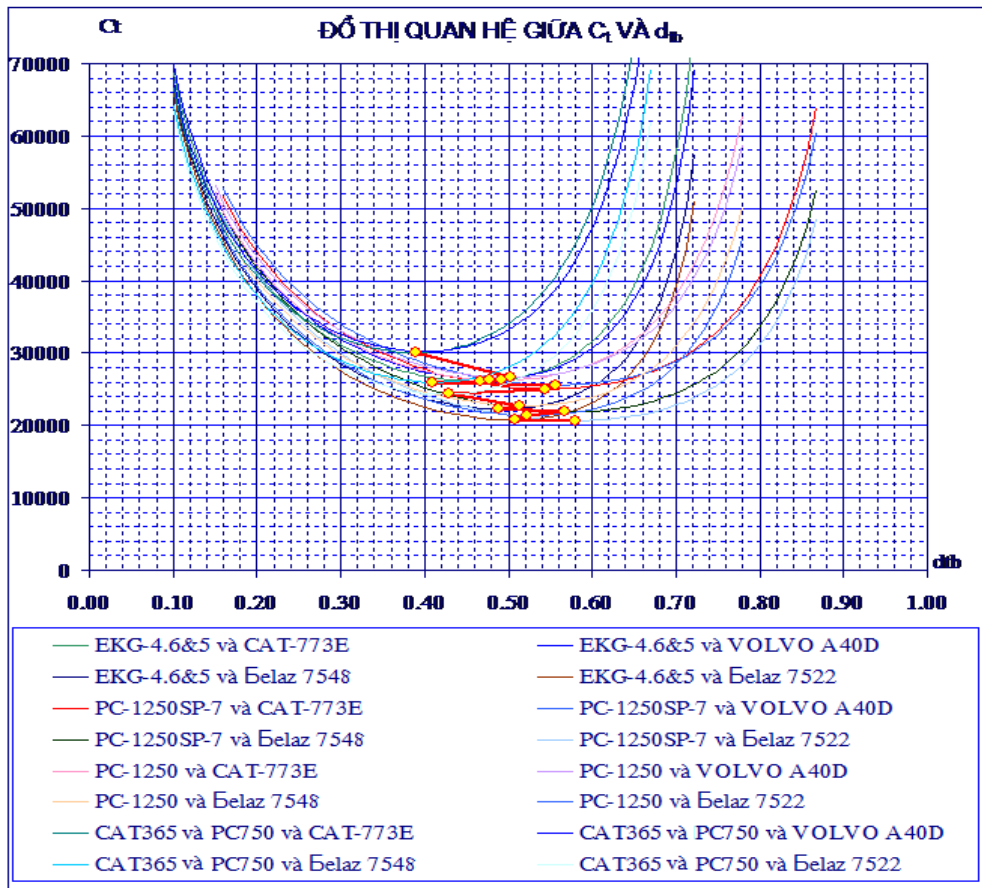
Kết quả chạy chương trình cho tất cả các trường hợp nghiên cứu, đều cho biểu đồ sự phụ thuộc của chi phí tổng vào mức độ đập vỡ đất đá có dạng chung như Hình 3.

Phân tích đồ thị chỉ ra rằng khi thay đổi bất kỳ một yếu tố địa chất, kỹ thuật, kinh tế, thì trị số kích thước cục đập vỡ tối ưu cũng thay đổi theo.

Từ kết quả tính toán cho điều kiện đất đá, thuốc nổ, thiết bị khoan, xúc, vận tải đang sử dụng ở mỏ Đèo Nai tác giả đã lựa chọn được MĐĐV hợp lý, phù hợp (Bảng 2).

5. Kết luận

Từ kết quả tính toán D_{tbhi} ở các mỏ cho thấy:



Hình 4. Xác định MĐĐV hợp lý và đồng bộ thiết bị hợp lý cho mỏ Đèo Nai.

Bảng 2. Kết quả tính toán MĐĐV hợp lý cho công ty than Đèo Nai.

Thuốc nổ	Máy xúc	Ô tô	d_k	d_{tbl} (m) tùy theo nhóm đất đá				C_{tmin} (đ/m ³) tùy theo nhóm đất đá			
				II	III	IV	V	II	III	IV	V
ANFO	EKG 4,6 ÷ 5 (4,6-5 m ³)	Bellaz 7522	250	0,34	0,36	0,38	0,43	15386	17590	21276	26103
		"	230	0,34	0,37	0,38	0,44	15451	17750	21654	26939
		Bellaz 7548	250	0,33	0,35	0,38	0,42	16298	18538	22267	27193
		"	230	0,33	0,36	0,38	0,43	16365	18703	22653	28044
		CAT 773E	250	0,31	0,33	0,36	0,46	19217	21567	25427	28978
		"	230	0,31	0,33	0,36	0,41	19287	21739	25831	31515
		VOLVOA40E	250	0,31	0,34	0,36	0,47	20211	22559	26409	30032
	"	230	0,31	0,34	0,37	-	20280	22727	26806	-	
	PC1250SP7 (6,7m ³)	Bellaz 7522	250	0,4	0,42	0,44		15453	17344	20583	-
		"	230	-	0,42	0,44	0,51	-	17484	20917	25680
		Bellaz 7548	250	0,39	0,41	0,43	0,49	16294	18212	21477	25897
		"	230	0,39	0,41	0,44	0,50	16352	18356	21818	26645
		CAT 773E	250	0,37	0,39	0,41	-	19028	21033	24383	-
		"	230	0,37	0,39	0,42	0,47	19090	21184	24736	29753
		VOLVOA40E	250	0,37	0,4	0,42	-	20095	22107	25465	-
	"	230	0,38	0,4	0,43	0,49	20155	22254	25814	30796	
	PC 1250 (5,2m ³)	Bellaz 7522	250	0,36	0,38	0,41	0,45	15875	17850	21175	25807
		"	230	0,36	0,39	0,41	0,46	15938	18003	21535	26606
		Bellaz 7548	250	0,35	0,37	0,40	0,44	16770	18780	22141	26851
		"	230	0,35	0,38	0,40	0,45	16833	18936	22509	27661
		CAT 773E	250	0,32	0,35	0,38	0,43	19652	21768	25245	30171
		"	230	0,33	0,35	0,38	0,44	19719	21933	25629	31018
		VOLVOA40E	250	0,33	0,36	0,39	0,44	20658	22775	26248	31110
	"	230	-	0,36	0,39	0,44	-	22936	26624	31962	
NT-13 EE-31	EKG 4,6 ÷ 5 (4,6-5 m ³)	Bellaz 7522	250	0,38	0,41	0,44	0,49	17583	20657	25845	32645
		"	230	0,39	0,41	0,45	0,49	17663	20853	26318	33702
		Bellaz 7548	250	-	0,40	0,43	0,48	-	21683	26936	33869
		"	230	0,38	0,40	0,44	0,48	18640	21883	27419	34944
		CAT 773E	250	0,35	0,38	0,41	0,46	21644	24918	30361	37650
		"	230	0,35	0,38	0,41	0,46	21730	25130	30864	38778
		VOLVOA40E	250	0,36	0,38	0,42	0,46	22572	25829	31239	38428
	"	230	0,37	0,39	0,42	0,47	22656	26036	31733	39536	
	PC1250SP7 (6,7m ³)	Bellaz 7522	250	0,45	0,49	0,51		17355	19991	24558	-
		"	230	0,45	0,49	0,52	0,58	17426	20163	24974	31539
		Bellaz 7548	250	0,44	0,47	0,50	0,56	18236	20908	25517	31655
		"	230	0,44	0,47	0,51	0,57	18309	21083	25936	32587
		CAT 773E	250	0,42	0,45	0,49	0,54	21082	23866	28594	34964
		"	230	0,42	0,45	0,49	0,55	21158	24047	29029	35928
		VOLVOA40E	250	0,45	0,49	0,55	-	24885	29607	35928	-
	"	230	0,43	0,46	0,50	0,56	22178	25064	30036	36880	
	PC 1250 (5,2m ³)	Bellaz 7522	250	0,41	0,44	0,46	0,52	17980	20759	25501	32011
		"	230	0,41	0,44	0,47	0,52	18057	20946	25592	33014
		Bellaz 7548	250	0,40	0,43	0,45	0,51	18925	21751	26549	33160
		"	230	0,40	0,43	0,46	0,52	19004	21942	27005	34178
		CAT 773E	250	0,38	0,41	0,44	0,48	21947	24912	29870	36773
		"	230	0,38	0,41	0,44	0,49	22029	25110	30348	37829
		VOLVOA40E	250	0,38	0,42	0,44	0,49	22848	25850	30785	37615
	"	230	-	-	0,44	0,50	-	26045	31255	38655	

- Với loại ô tô có tải trọng lớn và đắt tiền, tăng cường MĐĐV (giảm kích thước cục trung bình) thì sẽ có lợi; cự ly vận tải tăng thì phải tăng D_{tb} và ngược lại, cự ly vận tải giảm phải giảm D_{tb} mới hợp lý.

- Khi sử dụng loại thuốc nổ đắt tiền cần giảm cường độ đập vỡ (D_{tb} tăng) và ngược lại với thuốc nổ rẻ tiền thì tăng cường độ đập vỡ (D_{tb} giảm) mới hợp lý.

- Khi sử dụng thuốc nổ đắt tiền, để giảm chi phí khai thác, cần kết hợp với máy xúc có dung tích gầu lớn, cự ly vận tải lớn; còn khi sử dụng thuốc nổ rẻ tiền cần kết hợp với máy xúc có dung tích gầu nhỏ hơn, đồng thời kết hợp với ô tô đắt tiền và cự ly vận tải ngắn.

Từ kết quả tính toán cũng chỉ ra sử dụng đồng bộ thiết bị nào có lợi nhất (Hình 4):

- Với mỏ Đèo Nai sử dụng đồng bộ máy xúc PC 1250 SP7 với các loại ô tô có lợi hơn so với máy xúc EKG 4,6 - 5 và PC 1250, trong đó phối hợp với ô tô Bellaz 7548, 7522 có lợi hơn. Muốn giảm giá thành khi dùng ô tô CAT 773 E, Volvo 40 cần tăng cường MĐĐV nhằm giảm thời gian chờ đợi chất tải ở máy xúc, thực hiện tốt việc chạy xe, tăng hệ số sử dụng thời gian.

Tài liệu tham khảo

Kutudop, B. N., 1992. Drilling and blasting of rocks. *Nhedra Moscow*.

Lê Văn Quyển, 2005. Thiết lập mối quan hệ giữa các thông số nổ mìn và ứng dụng nó trong tính toán tối ưu, *Tạp chí Công nghiệp Mỏ 2*.

Lê Văn Quyển, 2007. Thuyết minh đề tài "Nghiên cứu xây dựng các thông số kỹ thuật khoan nổ mìn hợp lý, phù hợp với điều kiện địa chất, trang thiết bị khai thác của các đơn vị khai thác than lộ thiên ở khu vực Quảng Ninh", Hợp đồng số 01/HĐNCKH ngày 9/1/2007 giữa Trung tâm NCTNKT Mỏ Với Công ty Hoá chất Mỏ Quảng Ninh.

Lê Văn Quyển, 2009. "Nghiên cứu mức độ đập vỡ đất đá bằng nổ mìn và xác định mức độ đập vỡ đất đá hợp lý cho một số mỏ lộ thiên Việt Nam". *Luận án Tiến sĩ kỹ thuật*. Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Repxki, V. V., 1978. Opencast mining unit operations. *Nhedra Moscow*.

ABSTRACT

Determination of suitable rock fragmentation by blasting for the practical condition of Deo Nai open pit coal mine

Quyên Van Le, Hai Thi Le

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

In Deo Nai surface coal mine, beside many old mining equipment working quite effectively, most of the new equipment have different characteristics and therefore the influence of fragment size distribution on effectiveness of loading, hauling equipment is difference, but this problem is not mentioned about in the calculation of blasting parameters. Until now, there has not been any research on the determination of suitable fragmentation for Deo Nai surface coal mine in a comprehensive, scientific basis and the natural, technical and technological conditions. Therefore, this paper focuses on the necessary and meaningful problem for practical conditions of the mine. The research is approached by analytical and statistical methods combined with computer program, and the least squared method. The result obtained are: the establishment of loading factor depending on rock fragmentation for some modern loading equipment, the law of dependence of fracture on fragmentation determining the suitable fragmentation to ensure the minimal operation cost for the natural, technical - technological conditions of Deo Nai surface coal mine, and from this result, the suitable specific charge and blasting parameters for the mine are determined.