

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MỐI QUAN HỆ GIỮA VẬN TỐC “PPV” VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG DO CHẤN ĐỘNG NỔ Mìn ĐÀO HẦM ĐẾN KẾT CẤU ĐƯỜNG HẦM LÂN CẬN

VÕ TRỌNG HÙNG, ĐẶNG VĂN KIÊN

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

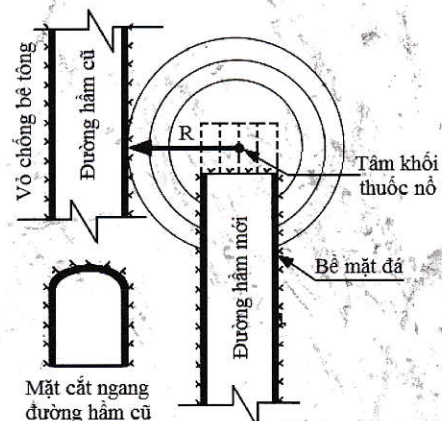
Email: votronghung@khoaxaydung.edu.vn

Hiện nay, khi đánh giá ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu công trình ngầm lân cận, tại nước ta và các nước trên thế giới thường sử dụng giá trị vận tốc dao động phần tử đỉnh “PPV” (Peak Particle Velocity). Vận tốc “PPV” cũng được sử dụng như một thông số chính để đánh giá chấn động nổ mìn trong các bộ tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam và các nước trên thế giới. Đại lượng “PPV” phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau. Trong đó, vận tốc “PPV” chịu sự ảnh hưởng lớn vào điều kiện địa chất và đặc tính cơ lý đất đá khu vực xây dựng [1]. Hiện nay, để xác định giá trị vận tốc “PPV” cần tiến hành đo đạc hiện trường với các thiết bị chuyên dụng nên thường có chi phí lớn. Do đó, việc sử dụng các kết quả khảo sát địa chất để dự báo giá trị vận tốc “PPV” theo nhiều các tham số ảnh hưởng (bằng các hàm đa biến số) nhằm phục vụ cho công tác thiết kế, thi công và giám sát chấn động là hướng đi phù hợp. Bài báo đã xây dựng được mô hình hồi quy thông qua mối quan hệ giữa vận tốc “PPV” và các tham số ảnh hưởng bằng việc xây dựng các hàm hai biến, ba biến, bốn biến số,... Đây là những kết quả mới mà ít các công trình đạt được ngay cả các công bố khoa học quốc tế.

1. Tổng quan

Việc đánh giá ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu đường hầm lân cận đã được nghiên cứu theo hướng khối thuốc nổ đặt cùng mức với trục đường hầm cũ lân cận theo các phương án: khối thuốc nổ đặt bên sườn đường hầm; khối thuốc nổ đặt phía trước gương đường hầm (hình H.1). Ngoài ra, một số tác giả còn nghiên cứu sự ảnh hưởng của chấn động nổ mìn trong các trường hợp sau: ảnh hưởng của vụ nổ khối thuốc nổ đặt ngay trong đường hầm (các vụ nổ do khủng bố,...); ảnh hưởng của vụ nổ khối thuốc nổ đặt trên mặt đất đến

các đường hầm; ảnh hưởng của vụ nổ bom đạn tại bề mặt đến các công sự [6], [10]. Bài báo sử dụng kết quả đo đạc chấn động tại dự án hầm Croix-Rousse, Lyon, Pháp để nghiên cứu để xây dựng các mối quan hệ thực nghiệm (hàm hồi quy) giữa vận tốc “PPV” và các thông số theo tiêu chí xét đến nhiều yếu tố ảnh hưởng đồng thời (hàm nhiều biến). Đặc điểm về dự án hầm Croix-Rousse đã được giới thiệu trong các bài báo [3]-[5].



H.1. Mối quan hệ giữa vị trí khối thuốc nổ thi công đường hầm mới đến kết cấu chống giữ đường hầm cũ trong các trường hợp khác nhau [1], [6]

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến giá trị vận tốc “PPV” và định hướng nghiên cứu

Theo kết quả nghiên cứu giá trị vận tốc “PPV” phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác nhau (mô đun đàn hồi động “ E_d ”, hệ số giảm chấn “ ξ ”, thời gian tại thời điểm khảo sát sau thời điểm nổ mìn “ t ”, khoảng cách “ H ” từ gương hầm đến vị trí khảo sát, đặc tính của loại thuốc nổ sử dụng (đặc tính nổ, sức công phá),... và một số các thông số khác. Việc khảo sát vận tốc “PPV” theo một số biến số đã được tiến

hành thông qua việc khảo sát vận tốc “PPV” như hàm một ẩn của biến số cần khảo sát chẳng hạn như thời gian “t”; mô đun đàn hồi động “E_d”,... Tuy nhiên, giá trị của vận tốc “PPV” ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố trong cùng một thời điểm nên việc khảo sát vận tốc “PPV” theo một biến số riêng rẽ như cách chúng ta đang thực hiện không phản ánh hết được điều kiện thực tế của công trình được đánh giá tác động do nổ mìn đào hầm. Mặc dù vậy, việc khảo sát vận tốc “PPV” theo nhiều thông số để đưa ra một hàm đa biến hầu như chưa được nghiên cứu ngay cả các công trình khoa học quốc tế hiện nay do sự phức tạp của công tác đo đạc thực tế và định lượng giá trị các yếu tố ảnh hưởng trong hàm đa biến đưa ra. Xuất phát từ thực tế đó, trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành khảo sát giá trị vận tốc “PPV” theo một số các thông số theo trình tự: đầu tiên tiến hành khảo sát vận tốc “PPV” hai tham số theo thời gian “t” và mô đun đàn hồi động “E_d”: “PPV”=F(t, E_d); theo thời gian “t” và

hệ số giảm chấn “ξ”: “PPV”=F(t, ξ). Tiếp theo, chúng tôi tiến hành khảo sát vận tốc “PPV” theo ba biến số khác nhau theo thời gian “t”, mô đun đàn hồi động “E_d” và hệ số giảm chấn “ξ”: PPV=f(t, ξ, E_d). Trong tương lai sẽ phải tiếp tục nghiên cứu khảo sát vận tốc “PPV” thêm bốn tham số khác nhau như thời gian “t”; hệ số giảm chấn “ξ”, mô đun đàn hồi động “E_d”; khoảng cách từ vị trí nổ mìn đến vị trí khảo sát “H”: PPV=f(t, ξ, E_d, H),...

3. Một số kết quả thực nghiệm tại dự án hầm Croix-Rousse, Lyon, Cộng hòa Pháp

3.1. Kết quả đo thực nghiệm tại dự án hầm Croix-Rousse

Dựa trên kết quả đo đạc thực tế tại hầm Croix-Rousse, Lyon, Cộng hòa Pháp, chúng tôi đưa ra các số liệu về sự phụ thuộc của “PPV” theo hệ số damping và thời gian (t) như trên Bảng 1, sự phụ thuộc của vận tốc “PPV” theo mô đun đàn hồi động “E_d” và thời gian “t” như Bảng 2.

Bảng 1. Sự phụ thuộc của vận tốc “PPV” (mm/s) vào hệ số damping “ξ” và thời gian “t” (s)

t (s)	Giá trị “PPV” (mm/s) và hệ số Damping “ξ”								
	DLD	ξ=3 %	Δ, %	ξ=4 %	Δ, %	ξ=5 %	Δ, %	ξ=6 %	Δ, %
0,0064	9,23	16,54	44,22	13,50	31,67	11,42	19,19	9,89	6,71
0,0330	7,17	15,75	54,44	12,65	43,26	10,61	32,39	9,08	20,99
0,0610	9,52	15,27	37,65	11,99	20,61	9,81	2,980	8,32	14,42
0,1630	10,10	14,66	31,11	11,30	10,62	9,16	10,20	7,71	30,98
0,2640	8,05	17,08	52,82	14,96	46,17	12,58	35,97	10,92	26,21
0,3660	12,16	18,75	35,15	14,70	17,29	12,40	1,980	10,58	14,91
0,5680	9,81	15,78	37,81	14,59	32,75	13,17	25,50	11,34	13,45
0,7710	10,24	17,35	40,97	13,546	24,36	10,298	0,500	8,348	22,74

Tại đây: Ghi chú: DLD - Dữ liệu đo đạc thực tế; Δ - Sự sai khác giữa giá trị dữ liệu đo thực tế và giá trị “PPV” thu được trên mô hình số

Bảng 2. Sự phụ thuộc của vận tốc “PPV” vào mô đun đàn hồi động “E_d” và thời gian “t” (s)

t (s)	Giá trị “PPV” (mm/s) và hệ số Damping “ξ”								
	DLD	E _d =40 GPa	Δ, %	E _d =50 GPa	Δ, %	E _d =60 GPa	Δ, %	E _d =70 GPa	Δ, %
0,0064	9,23	5,84	36,72	11,72	21,24	11,42	19,18	9,63	4,15
0,0330	7,17	7,22	0,69	12,386	42,11	10,61	32,42	8,5	15,65
0,0610	9,52	9,7	1,86	12,48	23,72	9,81	2,96	7,43	28,13
0,1630	10,10	13,8	26,81	12,56	19,59	9,16	10,26	6,5	35,64
0,2640	8,05	1,23	84,72	9,7	17,01	12,58	36,01	11,29	28,69
0,3660	12,16	4,16	65,79	13,1	7,18	12,4	1,94	10,3	15,29
0,5680	9,81	-0,047	100,48	8,36	14,78	13,17	25,51	11,85	17,21
0,7710	10,24	14,73	30,48	14,41	28,94	10,29	0,49	7,73	24,51

Tại đây: Ghi chú: DLD - Dữ liệu đo đạc thực tế; Δ - Sự sai khác giữa giá trị dữ liệu đo thực tế và giá trị “PPV” thu được trên mô hình số.

Từ các số liệu thực nghiệm tại các Bảng 1, Bảng 2, chúng tôi rút ra các mối quan hệ giữa giá trị vận tốc “PPV” (mm/s) và hệ số Damping “ξ”, thời gian “t” (s)

(Bảng 3); các mối quan hệ giữa giá trị “PPV” (mm/s) và mô đun đàn hồi động “E_d” (GPa), thời gian “t” (s) (Bảng 4).

Bảng 3. Mối quan hệ giữa giá trị vận tốc "PPV" (mm/s) và các hệ số Damping "ξ", thời gian "t" (s)

No	"PPV"	t (s)	ξ (%)
1	16,54	0,0064	3
2	15,75	0,033	3
3	15,27	0,061	3
4	14,66	0,163	3
5	17,08	0,264	3
6	18,75	0,366	3
7	15,78	0,568	3
8	17,35	0,771	3
9	13,50	0,0064	4
10	12,65	0,033	4
11	11,99	0,061	4
12	11,30	0,163	4
13	14,96	0,264	4
14	14,70	0,366	4
15	14,59	0,568	4
16	13,546	0,771	4

No	"PPV"	t (s)	ξ (%)
17	11,42	0,0064	5
18	10,61	0,033	5
19	9,81	0,061	5
20	9,16	0,163	5
21	12,58	0,264	5
22	12,4	0,366	5
23	13,17	0,568	5
24	10,29	0,771	5
25	9,63	0,0064	6
26	8,5	0,033	6
27	7,43	0,061	6
28	6,5	0,163	6
29	11,29	0,264	6
30	10,3	0,366	6
31	11,85	0,568	6
32	7,73	0,771	6

Bảng 4. Mối quan hệ giữa giá trị vận tốc "PPV" (mm/s) và mô đun đàn hồi động "E_d", thời gian "t" (s)

No	"PPV"	t(s)	E _d (GPa)
1	5,84	0,0064	40
2	7,22	0,033	40
3	9,7	0,061	40
4	13,8	0,163	40
5	1,23	0,264	40
6	4,16	0,366	40
7	14,73	0,771	40
8	11,72	0,0064	50
9	12,386	0,033	50
10	12,48	0,061	50
11	12,56	0,163	50
12	9,7	0,264	50
13	13,1	0,366	50
14	8,36	0,568	50
15	14,41	0,771	50

16	11,42	0,0064	60
17	10,61	0,033	60
18	9,81	0,061	60
19	9,16	0,163	60
20	12,58	0,264	60
21	12,4	0,366	60
22	13,17	0,568	60
23	10,29	0,771	60
24	9,63	0,0064	70
25	8,5	0,033	70
26	7,43	0,061	70
27	6,5	0,163	70
28	11,29	0,264	70
29	10,3	0,366	70
30	11,85	0,568	70
31	7,73	0,771	70

3.2. Nghiên cứu xác định mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) hàm một biến PPV=F(RMR)

Trong công bố [2], trên cơ sở giá trị "RMR" tại

$$PPV = (7.10^8 \cdot e^{-0,171 \cdot RMR}) \cdot (D / \sqrt{Q})^{(2,4991 \cdot RMR^3 - 539,79 \cdot RMR^2 + 38736 \cdot RMR - 921961)} \quad (1)$$

Mặc dù đây là hàm một biến, tuy nhiên công thức thực nghiệm này cho phép xác định nhanh giá trị vận tốc "PPV" theo biến số được sử dụng nhiều trong thi công, thiết kế công trình ngầm "RMR". Điều này có ý nghĩa lớn trong thực tế. Nhưng, hàm một biến (1) không thể thể hiện mối quan hệ phức tạp giữa vận tốc "PPV" và các yếu tố ảnh hưởng khác.

vùng nghiên cứu và vận tốc "PPV" chúng tôi đã xây dựng được mối quan hệ giữa vận tốc "PPV" và "RMR" cho đá granite có dạng hàm một biến như sau:

3.3. Nghiên cứu xác định mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) hàm hai biến PPV=F(t, ξ)

Sau khi sử dụng các số liệu đầu vào của Bảng 3, chương trình tìm các hàm số thực nghiệm đa biến bằng ngôn ngữ lập trình Pascal, chúng tôi đã tìm ra 8 mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) hai biến PPV=F(t, ξ) có các dạng như sau:

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ nhất:
 $PPV = (22,79234594 + 1,869482396 \times t - 2,395575 \times \xi); R=0,893979909;$ (2)

➤ Mô hình hồi quy (hàm số thực nghiệm) thứ hai:
 $PPV = 44,22654386 \times (t)^{(0,019189564)} \times (\xi)^{(-0,851966012)}; R=0,862315649;$ (3)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ ba:
 $PPV = 28,34714424 + 0,256358327 \times \ln(t) - 10,39255873 \times \ln(\xi); R=0,89282091;$ (4)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ tư:
 $PPV = e^{(28,4382232+0,149721623 \times t - 0,198405487 \times \xi)}; R=0,872924479;$ (5)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ năm:
 $PPV = 2,429543638 - 0,00036984 \times (1/t) + 42,58737885 \times (1/\xi); R=0,878350835;$ (6)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ sáu:
 $PPV = 30,82911989 \times (t)^{(0,019189564)} \times e^{(-0,198405487 \times \xi)}; R=0,867466571;$ (7)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ bảy:
 $PPV = 40,79663415 \times (e)^{[(0,149721623) \times t]} \times (\xi)^{(-0,851966012)}; R=0,867805953;$ (8)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ tám:
 $PPV = (30,82911989) \times (t)^{(0,019189564)} \times e^{[(-0,198405487) \times \xi]}; R=0,867466571.$ (9)

Tại đây: PPV - Giá trị vận tốc dao động đỉnh, mm/s;
 t - Thời gian tại thời điểm khảo sát tính từ thời điểm nổ mìn, s; ξ - Hệ số giảm chấn damping; R - Hệ số tương quan bội.

Sau khi so sánh giá trị hệ số tương quan bội của các mô hình hồi quy (2)-(9) chúng tôi xác định: mô hình hồi quy (2) có giá trị hệ số tương quan bội lớn nhất $R=0,893979909$. Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) này có thể sử dụng làm cơ sở

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ nhất:
 $PPV = (6,455058569 + 1,066579218 \times t + 0,05564375 \times E_d); R=0,196471884;$ (10)

➤ Mô hình hồi quy (hàm số thực nghiệm) thứ hai:
 $PPV = 1,041779166 \times (t)^{(0,008698489)} \times (E_d)^{(0,554901612)}; R=0,247439555;$ (11)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ ba:
 $PPV = 64,3955042 + 0,256358327 \times \ln(t) - 12,88060972 \times \ln(E_d); R=0,892814135;$ (12)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ tư:
 $PPV = e^{(6,008417125+0,210416129 \times t + 0,085759656 \times E_d)}; R=0,238822161;$ (13)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ năm:
 $PPV = -0,124681818 - 0,00036984 \times (1/t) + 667,1931953 \times (1/E_d); R=0,881359138;$ (14)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ sáu:
 $PPV = 6,427883851 \times (t)^{(0,009399918)} \times (e)^{[(0,087692777) \times E_d]}; R=0,211258111;$ (15)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ bảy:
 $PPV = 1,011323406 \times (e)^{[(0,205577873) \times t]} \times (E_d)^{(0,543928143)}; R=0,270474863;$ (16)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ tám:
 $PPV = 6,008417125 \times (e)^{[(0,210416129) \times t]} \times (e)^{[(0,085759656) \times E_d]}; R=0,238822161;$ (17)

Tại đây: PPV - Giá trị vận tốc dao động đỉnh, mm/s;
 t - Thời gian tại thời điểm khảo sát tính từ thời điểm nổ mìn, s; E_d - Mô đun đàn hồi động; R - Hệ số tương quan bội.

Sau khi so sánh giá trị hệ số tương quan bội của các mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm)

ở bản ban đầu để xác định "khối lượng thuốc nổ lớn nhất cho một lần nổ" trên thực tế.

3.4. Nghiên cứu xác định các mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) hai biến "PPV"= $F(t, E_d)$

Sau khi sử dụng các số liệu đầu vào của Bảng 4, chương trình tìm các hàm số thực nghiệm đa biến bằng ngôn ngữ lập trình Pascal, chúng tôi đã tìm ra 8 mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) hai biến $PPV=F(t, E_d)$ có các dạng như sau:

(10)-(17) chúng tôi xác định: mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) (12) có giá trị hệ số tương quan bội lớn nhất $R=0,892814135$. Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) này có thể sử dụng làm cơ sở cơ bản ban đầu để xác định "lượng thuốc nổ đơn vị" trên thực tế.

Bảng 5. Mối quan hệ giữa vận tốc “PPV” và hệ số damping “ξ”, thời gian “t”, và mô đun đàn hồi động của khối đá “E_d”

№	“PPV”	T	E	ξ	H
1	11,72	0,0064	50	5	0
2	11,3	0,163	70	4	0
3	10,61	0,033	60	5	0
4	8,32	0,061	50	6	0
5	7,73	0,771	70	6	0
6	7,43	0,061	70	6	0

3.5. Nghiên cứu xác định các mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) ba biến “PPV”=F(t, E_d, ξ)

Dựa trên kết quả đo đạc thực tế tại hầm Croix-Rousse (Bảng 1, Bảng 2) chúng tôi đưa ra kết quả sự phụ thuộc của vận tốc “PPV” theo ba thông số gồm hệ số damping “ξ”, thời gian “t”, và mô đun đàn hồi động của khối đá “E_d” như Bảng 5. Sau khi sử dụng các số liệu Bảng 5, chương trình tìm các hàm số thực nghiệm đa biến bằng ngôn ngữ lập trình Pascal, chúng tôi đã tìm ra 11 mô hình hồi quy ba biến PPV=F(t, E_d, ξ) có các dạng như sau:

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ nhất:
 $PPV = (26,497870025 + 0,4872600711 \times t - 0,086766739 \times E_d - 2,197102227 \times \xi); R=0,970480275;$ (18)

➤ Mô hình hồi quy (hàm số thực nghiệm) thứ hai:
 $PPV = 5,479455786 \times (t)^{(-0,024317111)} \times (E_d)^{(-0,37108331)} \times (\xi)^{(-1,072039643)}; R=0,968071399;$ (19)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ ba:
 $PPV = 38,05087288 - 0,269008911 \times \ln(t) - 3,076959449 \times \ln(E_d) - 9,983995018 \times \ln(\xi); R=0,973794234;$ (20)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ tư:
 $PPV = e^{(4,061958308 + 0,056244176 \times t - 0,009530558 \times E_d - 0,234058115 \times \xi)}; R=0,9750001;$ (21)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ năm:
 $PPV = -2,335699529 + 0,011883335 \times (1/T) + 140,8814805 \times (1/E_d) + 47,3115905 \times (1/\xi); R=0,975722017;$ (22)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ sáu:
 $PPV = 4,356929227 \times (T)^{(-0,023100363)} \times (e)^{[(-0,006446419) \times E_d]} \times (\xi)^{(-1,073281227)}; R=0,969197356;$ (23)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ bảy:
 $PPV = 4,894117317 \times (t)^{(-0,018614246)} \times (E_d)^{(-0,376230868)} \times (e)^{[(-0,217764272) \times \xi]}; R=0,976150633;$ (24)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ tám:
 $PPV = 6,579113515 \times (e)^{[(0,042906918) \times t]} \times (E_d)^{(-0,589078741)} \times (\xi)^{(-1,159819879)}; R=0,961171827;$ (25)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ chín:
 $PPV = 4,779452758 \times (e)^{[(0,048844617) \times t]} \times (e)^{[(-0,010078617) \times E_d]} \times (\xi)^{(-1,160663177)}; R=0,96356887;$ (26)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ mười:
 $PPV = 5,773736672 \times (e)^{[(0,051432765) \times t]} \times (E_d)^{(-0,55901163)} \times (e)^{[(-0,234192886) \times \xi]}; R=0,973292771;$ (27)

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ mười một:
 $PPV = (3,750348033) \times (t)^{(-0,017619142)} \times e^{[(-0,006486009) \times E_d]} \times e^{[(-0,217789924) \times \xi]}; R=0,9769915.$ (28)

Tại đây: PPV - Giá trị vận tốc dao động đỉnh, m/s; t - Thời gian tại thời điểm khảo sát tính từ thời điểm nổ mìn, s; E_d - Mô đun đàn hồi động của khối đá; ξ - Hệ số giảm chấn damping; R - Hệ số tương quan bội.

Sau khi so sánh giá trị hệ số tương quan bội của các mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) (18)-(28) chúng tôi xác định: mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) (28) có giá trị hệ số tương quan bội lớn nhất R=0,9769915. Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) này có thể sử dụng làm cơ sở cơ bản ban đầu để xác định “lượng thuốc nổ đơn vị” trên thực tế.

4. Kết luận

Các kết quả nghiên cứu trên đây cho phép rút ra

một số kết luận như sau:

➤ Giá trị vận tốc “PPV” phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác nhau: các tính chất cơ lý của đất đá xung quanh khu vực nổ mìn (mô đun đàn hồi động “E_d”, hệ số giảm chấn “ξ”,...), thời gian tại thời điểm khảo sát tính từ thời điểm nổ mìn “t”, khoảng cách “H” từ vị trí khảo sát, đặc tính của loại thuốc nổ sử dụng,... và nhiều thông số khác;

➤ Việc khảo sát vận tốc “PPV” theo một số tham số đã được tiến hành thông qua việc khảo sát “PPV” như hàm 1 ẩn của ẩn số cần khảo sát chẳng hạn như thời gian “t”; mô đun đàn hồi động “E_d”,... Tuy nhiên, “PPV” là thông số ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố trong cùng một thời điểm nên việc khảo sát

“PPV” theo một yêu tố riêng rẽ không phản ánh hết được điều kiện thực tế của công trình được đánh giá tác động do nổ mìn đào hầm;

➤ Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc “PPV” xét đến nhiều thông số (xây dựng hầm đa biến) hầu như chưa được đề cập ngay cả các công trình khoa học quốc tế hiện nay do sự phức tạp của các tác đo đạc thực tế và định lượng giá trị các yếu tố ảnh hưởng;

➤ Bài báo đã xây dựng được mô hình hồi quy thông qua mối quan hệ giữa vận tốc “PPV” và các tham số ảnh hưởng bằng việc xây dựng các hàm một biến, hai biến, ba biến số. Đây là những kết quả mới mà ít các công trình đạt được ngay cả các công bố khoa học quốc tế. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Trọng Hùng, Đặng Văn Kiên. Một hướng nghiên cứu mới về ảnh hưởng của chấn động nổ mìn thi công đường hầm đến kết cấu chống đường hầm lân cận. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 4. 2017. Tr. 78-84.

2. Võ Trọng Hùng, Đặng Văn Kiên (2018), Nghiên cứu sử dụng chỉ số “RMR” để đánh giá chấn động do nổ mìn đào hầm đến kết cấu đường hầm lân cận thông qua vận tốc “PPV”, Tạp chí Công nghiệp Mỏ, (3), tr. 1-9.

3. Đặng Văn Kiên. Các tiêu chuẩn quy phạm đánh giá ảnh hưởng của chấn động nổ mìn khi đào đường hầm đến kết cấu công trình lân cận. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 5. 2015. Tr. 7-11.

4. Đặng Văn Kiên. Ảnh hưởng của độ dài của mô hình ba chiều (3D) đến kết quả mô hình khi nghiên cứu chấn động nổ mìn đến kết cấu công trình ngầm lân cận do đào đường hầm bằng phương pháp khoan nổ mìn. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 2. 2016. Tr. 32-37.

5. Đặng Văn Kiên. Nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu đường hầm lân cận bằng hai phương pháp đo đạc hiện trường và phương pháp số. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 3. 2016. Tr. 17-21.

6. Đặng Văn Kiên, Võ Trọng Hùng, Đỗ Ngọc Anh. Nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu vỏ chống của đường hầm lân cận khi tiến hành thi công hầm bằng phương pháp khoan nổ mìn, Tạp chí Xây dựng Việt Nam. Số 7. 2017. Tr. 203-207.

7. Đặng Văn Kiên. Đánh giá ảnh hưởng của chấn động do nổ mìn đào hầm ở khu vực thành phố: Đường hầm Croix-Rousse, Lyon, Cộng Hòa Pháp. Tuyển tập Báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 21.

Trường Đại học Mỏ-Địa chất. 11/2014. Tr. 97-104.

8. Cilsal Murat. The Effect of Geotechnical Factors on Blasting Induced Ground Vibration Particle Velocity. Tunnelling and Underground Space Technology 21(3):235-235. May 2006.

9. QCVN 02-2008-BCT (2008), Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong bảo quản, vận chuyển, sử dụng và tiêu hủy vật liệu nổ công nghiệp, Bộ Công Thương, 2008.

10. Dang V.K., Dias D., Do N.A., Vo T.H. (2018), Impact of Blasting at Tunnel Face on an Existing Adjacent Tunnel. International Journal of GEOMATE, July, 2018 Vol.15, Issue 47, pp.22-31 Geotec., Const. Mat. & Env., ISSN: 2186-2982 (Print), 2186-2990 (Online), Japan DOI:https://doi.org/10.21660/2018.47.04640.

11. Lin Da-neng, (2011), The mitigation negative effect of tunnel-blasting-induced vibrations on existing tunnel and buildings, Journal of coal science & engineering. Pp.28-33, Vol.17 No.1 Mar. 2011.

12. Van Kien Dang, Trong Hung Vo, Ngoc Anh Do (2016), The estimation of the vibration effects caused by tunnel blasts: a case study in croix-rousse tunnel, Proceedings of the international conferences on earth sciences and sustainable geo-resources development (ESASGD), ISBN: 978-604-76-1171-3, pp: 339-346.

Ngày nhận bài: 15/03/2018

Ngày gửi phản biện: 18/04/2018

Ngày nhận phản biện: 20/05/2018

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/08/2018

Từ khóa: “PPV”; chấn động nổ mìn; hệ số giảm chấn, mô đun đàn hồi động, hàm nhiều biến số

SUMMARY

This paper presents new relation between “PPV” and some effect parameters to study the effect of blast vibration on an existing tunnel project through using variable equations such as ratio damping, dynamic elastic module, time, distance,... The obtained conclusions in the paper will be new foundation to study the effect of blast vibration on an existing tunnel project thought establishing variable equations. The variable equations can be applied to equivalent conditions.