

NGHIÊN CỨU DỰ BÁO CHIỀU CAO VÙNG ĐẤT ĐÁ PHÁ HỦY, SỤT LỖ VÀ ÁP LỰC TÁC DỤNG LÊN CÔNG TRÌNH NGẦM

VŨ TRỌNG HÙNG

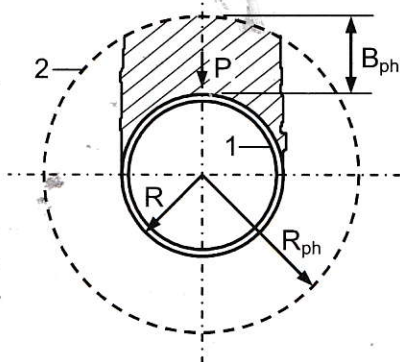
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Email: votronghung@khoaxaydung.edu.vn

Tại Việt Nam, các nhà địa cơ học đã bắt đầu tiến hành nghiên cứu sự ảnh hưởng của một số tính chất của khối đá, kết cấu chống giữ tới mức độ ổn định của công trình ngầm và quá trình hình thành vùng đất đá phá hủy bao quanh công trình [1]; [2]. Những quan sát thực tế cho thấy, hiện tượng phá hủy, sụt lở đất đá chủ yếu xảy ra trong vùng nứt nẻ mạnh hoặc phân lớp mỏng theo phương vuông góc với mặt phân lớp và không mang tính đối xứng [3]. Những quan sát này sẽ tạo nên những cơ sở ban đầu để xác định vùng đất đá phá hủy phía trên nóc và dự báo áp lực tác dụng lên công trình ngầm.

1. Một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm và lý thuyết

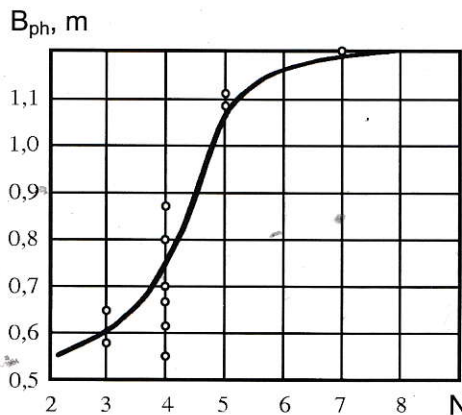
Sau khi thi công, trong nhiều trường hợp, xung quanh công trình ngầm với bán kính "R" sẽ hình thành vùng đất đá phá hủy 2 với bán kính "R_{ph}".



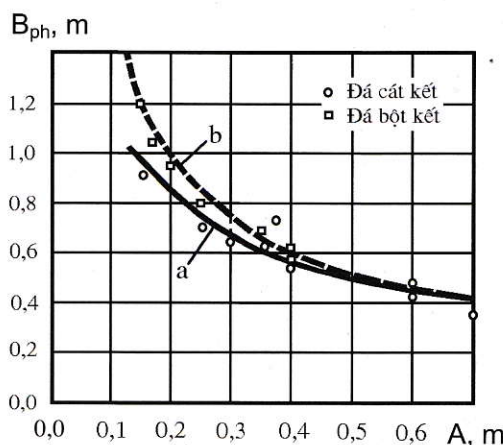
H.1. Sơ đồ xác định chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở tại nóc công trình ngầm: 1 - Kết cấu chống giữ công trình ngầm; 2 - Biên giới vùng đất đá phá hủy bao quanh công trình ngầm [1]

Khi đó, phía trên nóc công trình ngầm sẽ tồn tại

vùng phá hủy đất đá với chiều cao bằng "B_{ph}" và tạo nên áp lực "P" tác dụng lên kết cấu chống giữ 1 của công trình ngầm (H.1).



H.2. Mối quan hệ giữa chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở "B_{ph}" và số lượng hệ thống khe nứt "N" [4]



H.3. Mối quan hệ giữa chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở "B_{ph}" và khoảng cách giữa các khe nứt "A" [4]

Việc xác định chiều cao vùng đất đá phá hủy B_{ph} tại nóc công trình ngầm là một trong nhiều vấn đề phức tạp của lĩnh vực xây dựng công trình ngầm. Kết quả thống kê hơn 100 vụ phá hủy, sụt lún đất đá tại nóc các đường lò dọc vỉa một đường xe và hai đường xe, thi công trong một số loại đá khác nhau tại Công ty than Mạo Khê, Công ty than Thống Nhất, Công ty than Khe Chàm thể hiện trên Bảng 1 [3].

Từ các số liệu Bảng 1, các tác giả [4] đã xây dựng mối quan hệ giữa chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lún B_{ph} và số lượng của hệ thống khe nứt "N" (H.2) và mối quan hệ giữa chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lún B_{ph} với giá trị khoảng cách giữa các khe nứt "A" (H.3). Trên cơ sở xử lý các số liệu quan sát trong Bảng 1, bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất, các tác giả [4] đã xây dựng

các hàm số nội suy đơn biến như sau:

➤ Mối quan hệ giữa chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lún B_{ph} với số lượng hệ thống khe nứt "N" (H.2):

$$B_{ph} = (-0,0037.N^3 + 0,0346.N^2 + 0,110.N + 0,002); \quad (1)$$

➤ Mối quan hệ giữa chiều cao B_{ph} với giá trị khoảng cách giữa các khe nứt "A" (H.3.a) cho loại đá cát kết:

$$B_{ph} = [1,1138.EXP(0,2177.A^2 - 1,7691.A)]; \quad (2)$$

➤ Mối quan hệ giữa chiều cao B_{ph} với giá trị khoảng cách giữa các khe nứt "A" (H.3.b) cho loại đá bột kết:

$$B_{ph} = [0,03196.A^{(-0,6813)}]. \quad (3)$$

Tại đây: B_{ph} - Chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lún, m; N - Số lượng hệ thống khe nứt; A - Khoảng cách giữa các khe nứt, m.

Bảng 1. Chiều cao của vùng đất đá phá hủy, sụt lún B_{ph} tại nóc các đường lò dọc vỉa ở các Công ty than Mạo Khê, Thống Nhất, Khe Chàm [3]

No	Chủng loại đá trong khu vực khảo sát	B_{ph}	Các thông số của khe nứt			Giới hạn bền nén σ_n , MPa	Hệ số kiên cố f
			α , độ	N	A, m		
1	Cát kết phân lớp	0,65	43	3	0,30	63,8÷93,3 (73,55)	6÷9 (7,5)
2	Cát kết phân lớp	0,70	30	4	0,25	67,8÷83,2 (75,5)	6,5÷8 (7,25)
3	Cát kết+bột kết	0,55	15	4	0,40	78,8÷92,5 (85,65)	8÷9 (8,5)
4	Cát kết+bột kết	0,88	25	4	0,15	68,5÷93,2 (80,85)	7÷9 (8,0)
5	Cát kết+sét kết	0,65	30	3	0,35	91,0÷102,2 (96,6)	9÷10 (9,5)
6	Cát kết+sạn kết	0,45	35	3	0,60	82,2÷108,9 (95,55)	8÷10 (9,0)
7	Cát kết màu xám	0,35	37	3	0,70	77,7÷112,6 (95,15)	8÷11 (9,5)
8	Cát kết lẫn cuội	0,42	35	3	0,60	82,3÷106,8 (94,55)	8÷10 (9,0)
9	Bột kết kẹp sét	0,80	35	4	0,25	31,2÷55,5 (43,35)	3÷6 (4,5)
10	Bột kết phân lớp	1,05	25	5	0,17	28,9÷45,2 (37,5)	3÷5 (4,0)
11	Bột kết kẹp sét	0,95	29	5	0,20	37,2÷45,6 (41,4)	4÷5 (4,5)
12	Bột kết phân lớp	1,20	30	7	0,15	33,2÷52,1 (42,65)	3÷5 (4,0)
13	Bột kết xám trắng	0,67	15	4	0,35	42,1÷61,2 (51,65)	3÷6 (4,5)
14	Bột kết xám đen	0,61	32	4	0,40	47,8÷65,2 (56,5)	5÷7 (6,0)
15	Bột kết xám trắng	0,58	37	3	0,40	52,5÷64,8 (58,65)	5÷7 (6,0)

Tại đây: B_{ph} - Chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lún, m; α - Góc cắm của vỉa, độ; N - Số lượng hệ thống khe nứt; A - Khoảng cách giữa các khe nứt, m; σ_n - Giới hạn bền nén, MPa; f - Hệ số kiên cố của đất đá.

Kết quả xử lý thống kê các số liệu Bảng 1 và các hình H.2, H.3 cho thấy [4]:

➤ Đặc tính phá hủy, sụt lún xảy ra hoàn toàn khác nhau khi đường hầm đào trong các loại đá khác nhau. Trong trường hợp đường hầm đào trong đá bột kết yếu thì khả năng phá hủy, sụt lún xảy ra nhiều hơn, khối lượng và chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lún lớn hơn so với trường hợp đường hầm đào trong đá cát kết cứng rắn hơn;

➤ Trong cùng một loại đá, mật độ khe nứt càng lớn thì khả năng đá bị phá hủy, sụt lún càng nhiều;

➤ Kích thước, thể tích vùng đất đá phá hủy, sụt lún gia tăng khi số lượng hệ khe nứt trong khối đá

tăng lên. Khi số lượng hệ khe nứt "N" nhỏ hơn 3, chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lún có giá trị nhỏ và công trình ngầm nằm trong trạng thái tương đối ổn định;

➤ Khi số lượng hệ thống khe nứt "N" thay đổi trong khoảng từ 3 đến 6, tốc độ gia tăng chiều cao vùng đất đá phá hủy đạt giá trị lớn nhất;

➤ Khi số lượng hệ thống khe nứt "N" vượt quá giá trị 6 hệ khe nứt, kích thước vùng đất đá phá hủy, sụt lún sẽ ổn định dần và có xu thế đạt tới trạng thái tương tự như trong khối đá bờ rời (H.2);

➤ Những quy luật phụ thuộc giữa kích thước vùng đất đá phá hủy, sụt lún trong khối đá và các

đặc tính của nứt nẻ (1), (2) và (3) cho phép sơ bộ bước đầu dự đoán tải trọng tác dụng lên công trình ngầm ở những điều kiện địa cơ học nhất định với mức độ chính xác không cao.

2. Nghiên cứu dự báo chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở tại nóc công trình ngầm

Các mối quan hệ (1), (2), (3) mới chỉ thể hiện mối quan hệ đơn biến giữa chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở "B_{ph}" và một đặc tính của nứt nẻ. Vì vậy, chúng không thể cho phép dự báo chính xác giá trị chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở "B_{ph}" tại nóc công trình ngầm. Trên thực tế, chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở "B_{ph}" phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau. Do đó, khi dự báo chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở "B_{ph}" phải xem xét nhiều yếu tố ảnh hưởng mới có thể mang lại hiệu quả và mức độ chính xác cần thiết. Trên cơ sở phương pháp bình phương nhỏ nhất, chúng tôi đã xây dựng chương trình tìm các hàm số nội suy đa biến bằng ngôn ngữ lập trình Pascal. Sau khi sử dụng các số liệu đầu vào trên Bảng 1, chúng tôi đã tìm ra các hàm số nội suy ba biến B_{ph}=F(α,N,A), các hàm số nội suy bốn biến B_{ph}=F(α,N,A,σ_n), các hàm số nội suy bốn biến B_{ph}=F(α,N,A,f) theo ba nhóm như sau:

➤ Nhóm thứ nhất - Các hàm số nội suy ba biến B_{ph}=F(α,N,A):

$$B_{ph.1.1} = a_{1.1} + b_{1.1} \cdot \alpha + c_{1.1} \cdot N + d_{1.1} \cdot A; \quad (4)$$

Bảng 2. Các tham số nội suy của nhóm thứ nhất các hàm số nội suy

No	i	j	a _{ij}	b _{ij}	c _{ij}	d _{ij}	R _{ij}
1	1	1	+0,447381	+0,003354	+0,111644	-0,817318	0,978611
2		2	+0,214455	+0,027365	+0,295661	-0,554571	0,976603
3		3	-0,466478	+0,082536	+0,396061	-0,309869	0,981033
4		4	-0,326393	+0,002468	+0,096741	-1,531809	0,986955
5		5	+0,846481	-1,629797	-1,485745	+0,087864	0,967229
6		6	+0,263224	+0,007446	+0,062741	-0,563901	0,976963
7		7	+0,447871	+0,096292	+0,443959	-1,493838	0,985675
8		8	+0,225222	+0,001230	+0,299613	-0,555015	0,976663
9		9	+0,266424	+0,000384	+0,063037	-0,564157	0,976976
10		10	+0,552031	+0,003633	+0,449098	-1,497390	0,985216
11		11	+0,617597	+0,068759	+0,096148	-1,529705	0,987323

➤ Nhóm thứ hai - Các hàm số nội suy bốn biến B_{ph}=F(α,N,A,σ_n):

$$B_{ph.2.1} = a_{2.1} + b_{2.1} \cdot \alpha + c_{2.1} \cdot N + d_{2.1} \cdot A + h_{2.1} \cdot \sigma_n; \quad (15)$$

$$B_{ph.2.2} = a_{2.2} \cdot \alpha^{b_{2.2}} \cdot N^{c_{2.2}} \cdot A^{d_{2.2}} \cdot \sigma_n^{h_{2.2}}; \quad (16)$$

$$B_{ph.2.3} = a_{2.3} + b_{2.3} \cdot \ln \alpha + c_{2.3} \cdot \ln N + d_{2.3} \cdot \ln A + h_{2.3} \cdot \ln \sigma_n; \quad (17)$$

$$B_{ph.2.4} = e^{(a_{2.4} + b_{2.4} \cdot \alpha + c_{2.4} \cdot N + d_{2.4} \cdot A + h_{2.4} \cdot \sigma_n)}; \quad (18)$$

$$B_{ph.1.2} = a_{1.2} \cdot \alpha^{b_{1.2}} \cdot N^{c_{1.2}} \cdot A^{d_{1.2}}; \quad (5)$$

$$B_{ph.1.3} = a_{1.3} + b_{1.3} \cdot \ln \alpha + c_{1.3} \cdot \ln N + d_{1.3} \cdot \ln A; \quad (6)$$

$$B_{ph.1.4} = e^{(a_{1.4} + b_{1.4} \cdot \alpha + c_{1.4} \cdot N + d_{1.4} \cdot A)}; \quad (7)$$

$$B_{ph.1.5} = a_{1.5} + b_{1.5} \cdot \left(\frac{1}{\alpha}\right) + c_{1.5} \cdot \left(\frac{1}{N}\right) + d_{1.5} \cdot \left(\frac{1}{A}\right); \quad (8)$$

$$B_{ph.1.6} = a_{1.6} \cdot \alpha^{b_{1.6}} \cdot e^{(c_{1.6} \cdot N)} \cdot A^{d_{1.6}}; \quad (9)$$

$$B_{ph.1.7} = a_{1.7} \cdot \alpha^{b_{1.7}} \cdot N^{c_{1.7}} \cdot e^{(d_{1.7} \cdot A)}; \quad (10)$$

$$B_{ph.1.8} = a_{1.8} \cdot e^{(b_{1.8} \cdot \alpha)} \cdot N^{c_{1.8}} \cdot A^{d_{1.8}}; \quad (11)$$

$$B_{ph.1.9} = a_{1.9} \cdot e^{(b_{1.9} \cdot \alpha)} \cdot e^{(c_{1.9} \cdot N)} \cdot A^{d_{1.9}}; \quad (12)$$

$$B_{ph.1.10} = a_{1.10} \cdot e^{(b_{1.10} \cdot \alpha)} \cdot N^{c_{1.10}} \cdot e^{(d_{1.10} \cdot A)}; \quad (13)$$

$$B_{ph.1.11} = a_{1.11} \cdot \alpha^{b_{1.11}} \cdot e^{(c_{1.11} \cdot N)} \cdot e^{(d_{1.11} \cdot A)}; \quad (14)$$

Tại đây: B_{ph.1.1}÷B_{ph.1.11} - Các đại lượng chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở phía trên nóc công trình ngầm ở các hàm số nội suy khác nhau trong nhóm các hàm số nội suy thứ nhất; m; α - Góc cắm của vỉa, độ; N - Số lượng hệ thống khe nứt; A - Khoảng cách giữa các khe nứt, m; a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij} - Các tham số nội suy của các hàm số nội suy (Bảng 2); i=1 - Số chỉ số nhóm của các hàm số nội suy thứ nhất; j=1÷11 - Số lượng các hàm số nội suy trong nhóm thứ nhất các hàm số nội suy; R_{ij} - Hệ số tương quan bội (Bảng 2).

$$B_{ph.2.5} = a_{2.5} + b_{2.5} \cdot (1/\alpha) + c_{2.5} \cdot (1/N) + d_{2.5} \cdot (1/A) + h_{2.5} \cdot (1/\sigma_n); \quad (19)$$

$$B_{ph.2.6} = a_{2.6} \cdot \alpha^{b_{2.6}} \cdot e^{(c_{2.6} \cdot N)} \cdot A^{d_{2.6}} \cdot \sigma_n^{h_{2.6}}; \quad (20)$$

$$B_{ph.2.7} = a_{2.7} \cdot \alpha^{b_{2.7}} \cdot N^{c_{2.7}} \cdot e^{(d_{2.7} \cdot A)} \cdot \sigma_n^{h_{2.7}}; \quad (21)$$

$$B_{ph.2.8} = a_{2.8} \cdot e^{(b_{2.8} \cdot \alpha)} \cdot N^{c_{2.8}} \cdot A^{d_{2.8}} \cdot \sigma_n^{h_{2.8}}; \quad (22)$$

$$B_{ph.2.9} = a_{2.9} \cdot e^{(b_{2.9} \cdot \alpha)} \cdot e^{(c_{2.9} \cdot N)} \cdot A^{d_{2.9}} \cdot \sigma_n^{h_{2.9}}; \quad (23)$$

$$B_{ph.2.10} = a_{2.10} \cdot e^{(b_{2.10} \cdot \alpha)} \cdot N^{c_{2.10}} \cdot e^{(d_{2.10} \cdot A)} \cdot \sigma_n^{h_{2.10}}; \quad (24)$$

$$B_{ph.2.11} = a_{2.11} \cdot \alpha^{b_{2.11}} \cdot e^{(c_{2.11} \cdot N)} \cdot e^{(d_{2.11} \cdot A)} \cdot \sigma_n^{h_{2.11}}; \quad (25)$$

$$B_{ph.2.12} = a_{2.12} \cdot \alpha^{b_{2.12}} \cdot e^{(c_{2.12} \cdot N)} \cdot A^{d_{2.12}} \cdot \sigma_n^{h_{2.12}}; \quad (26)$$

$$B_{ph.2.13} = a_{2.13} \cdot \alpha^{b_{2.13}} \cdot N^{c_{2.13}} \cdot A^{d_{2.13}} \cdot e^{(h_{2.13} \cdot \sigma_n)}; \quad (27)$$

$$B_{ph.2.14} = a_{2.14} \cdot e^{(b_{2.14} \cdot \alpha)} \cdot N^{c_{2.14}} \cdot A^{d_{2.14}} \cdot e^{(h_{2.14} \cdot \sigma_n)}; \quad (28)$$

$$B_{ph.2.15} = a_{2.15} \cdot \alpha^{b_{2.15}} \cdot e^{(c_{2.15} \cdot N)} \cdot A^{d_{2.15}} \cdot e^{(h_{2.15} \cdot \sigma_n)}; \quad (29)$$

$$B_{ph.2.16} = a_{2.16} \cdot \alpha^{b_{2.16}} \cdot N^{c_{2.16}} \cdot e^{(d_{2.16} \cdot A)} \cdot e^{(h_{2.16} \cdot \sigma_n)}; \quad (29)$$

$$B_{ph.2.17} = a_{2.17} \cdot \alpha^{b_{2.17}} \cdot e^{(c_{2.17} \cdot N + d_{2.17} \cdot A + h_{2.17} \cdot \sigma_n)}; \quad (30)$$

$$B_{ph.2.18} = a_{2.18} \cdot N^{c_{2.18}} \cdot e^{(b_{2.18} \cdot \alpha + d_{2.18} \cdot A + h_{2.18} \cdot \sigma_n)}; \quad (31)$$

$$B_{ph.2.19} = a_{2.19} \cdot A^{d_{2.19}} \cdot e^{(b_{2.19} \cdot \alpha + c_{2.19} \cdot N + h_{2.19} \cdot \sigma_n)}; \quad (32)$$

$$B_{ph.2.20} = a_{2.20} \cdot \sigma_n^{h_{2.20}} \cdot e^{(b_{2.20} \cdot \alpha + c_{2.20} \cdot N + d_{2.20} \cdot A)}; \quad (33)$$

Tại đây: $B_{ph.2.1} \div B_{ph.2.20}$ - Các đại lượng chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở phía trên nóc công trình ngầm ở các hàm số nội suy khác nhau trong nhóm các hàm số nội suy thứ hai; α - Góc cắm của vỉa, độ; N - Số lượng hệ thống khe nứt; A - Khoảng cách giữa các khe nứt; m ; σ_n - Giới hạn bền nén của đất đá, MPa; a_{ij} , b_{ij} , c_{ij} , d_{ij} , h_{ij} - Các tham số nội suy của các hàm số nội suy (Bảng 2); $i=2$ - Số chỉ số nhóm của các hàm số nội suy thứ hai; $j=1 \div 20$ - Số lượng các hàm số nội suy trong nhóm thứ hai các hàm số nội suy; R_{ij} - Hệ số tương quan bội (Bảng 3).

Bảng 3. Các tham số nội suy của nhóm thứ hai các hàm số nội suy

N _o	i	j	a _{ij}	b _{ij}	c _{ij}	d _{ij}	h _{ij}	R _{ij}
1	2	1	+0,473653	+0,003266	+0,109088	+0,803592	-0,000268	0,978748
2		2	+0,754128	-0,006332	+0,100281	-0,533375	-0,205557	0,985669
3		3	+0,049690	+0,068707	+0,315876	-0,301169	-0,084361	0,984188
4		4	-0,204153	+0,002059	+0,084851	-1,467947	-0,001247	0,988373
5		5	+0,341587	-0,457009	-0,500767	+0,091813	11,237396	0,981496
6		6	+0,765726	-0,009303	+0,028417	-0,527814	-0,199898	0,986389
7		7	+0,797163	+0,078870	+0,357322	-1,442224	-0,100614	0,987715
8		8	+0,756071	-0,000407	+0,096012	-0,533416	-0,206981	0,985688
9		9	+0,757908	-0,000492	+0,027875	-0,527337	-0,200746	0,986412
10		10	+0,951305	+0,002805	+0,359571	-1,445662	-0,100029	0,987193
11		11	+1,098445	+0,057149	+0,078694	-1,456814	-0,107202	0,989825
12		12	+0,765726	-0,009303	+0,028417	-0,527813	-0,199898	0,986389
13		13	+0,367932	+0,000569	+0,130986	-0,529935	-0,002927	0,984639
14		14	+0,373052	-0,000170	+0,126646	-0,530271	-0,002946	0,984645
15		15	+0,391985	-0,004984	+0,033956	-0,525357	-0,002892	0,985509
16		16	+0,531014	+0,085345	+0,389133	-1,449406	-0,001102	0,986722
17		17	+0,707763	+0,061035	+0,084449	-1,465889	-0,001263	0,988794
18		18	+0,640342	+0,003095	+0,393611	-1,454262	-0,001065	0,986171
19		19	+0,391175	-0,000365	+0,033359	-0,524998	-0,002905	0,985530
20		20	+1,200448	+0,001899	+0,078874	-1,457844	-0,107214	0,989435

➤ Nhóm thứ ba - Các hàm số nội suy bốn biến

$B_{ph} = F(\alpha, N, A, f)$:

$$B_{ph.3.1} = a_{3.1} + b_{3.1} \cdot \alpha + c_{3.1} \cdot N + d_{3.1} \cdot A + h_{3.1} \cdot f; \quad (34)$$

$$B_{ph.3.2} = a_{3.2} \cdot \alpha^{b_{3.2}} \cdot N^{c_{3.2}} \cdot A^{d_{3.2}} \cdot f^{h_{3.2}}; \quad (35)$$

$$B_{ph.3.3} = a_{3.3} + b_{3.3} \cdot \ln \alpha + c_{3.3} \cdot \ln N + d_{3.3} \cdot \ln A + h_{3.3} \cdot \ln f; \quad (36)$$

$$B_{ph.3.4} = e^{(a_{3.4} + b_{3.4} \cdot \alpha + c_{3.4} \cdot N + d_{3.4} \cdot A + h_{3.4} \cdot f)}; \quad (37)$$

$$B_{ph.3.5} = a_{3.5} + b_{3.5} \cdot (1/\alpha) + c_{3.5} \cdot (1/N) + d_{3.5} \cdot (1/A) + h_{3.5} \cdot (1/f); \quad (38)$$

$$B_{ph.3.6} = a_{3.6} \cdot \alpha^{b_{3.6}} \cdot e^{(c_{3.6} \cdot N)} \cdot A^{d_{3.6}} \cdot f^{h_{3.6}}; \quad (39)$$

$$B_{ph.3.7} = a_{3.7} \cdot \alpha^{b_{3.7}} \cdot N^{c_{3.7}} \cdot e^{(d_{3.7} \cdot A)} \cdot f^{h_{3.7}}; \quad (40)$$

$$B_{ph.3.8} = a_{3.8} \cdot e^{(b_{3.8} \cdot \alpha)} \cdot N^{c_{3.8}} \cdot A^{d_{3.8}} \cdot f^{h_{3.8}}; \quad (41)$$

$$B_{ph.3.9} = a_{3.9} \cdot e^{(b_{3.9} \cdot \alpha)} \cdot e^{(c_{3.9} \cdot N)} \cdot A^{d_{3.9}} \cdot f^{h_{3.9}}; \quad (42)$$

$$B_{ph.3.10} = a_{3.10} \cdot e^{(b_{3.10} \cdot \alpha)} \cdot N^{c_{3.10}} \cdot e^{(d_{3.10} \cdot A)} \cdot f^{h_{3.10}}; \quad (43)$$

$$B_{ph.3.11} = a_{3.11} \cdot \alpha^{b_{3.11}} \cdot e^{(c_{3.11} \cdot N)} \cdot e^{(d_{3.11} \cdot A)} \cdot f^{h_{3.11}}; \quad (44)$$

$$B_{ph.3.12} = a_{3.12} \cdot \alpha^{b_{3.12}} \cdot e^{(c_{3.12} \cdot N)} \cdot A^{d_{3.12}} \cdot f^{h_{3.12}}; \quad (45)$$

$$B_{ph.3.13} = a_{3.13} \cdot \alpha^{b_{3.13}} \cdot N^{c_{3.13}} \cdot A^{d_{3.13}} \cdot e^{(h_{3.13} \cdot f)}; \quad (46)$$

$$B_{ph.3.14} = a_{3.14} \cdot e^{(b_{3.14} \cdot \alpha)} \cdot N^{c_{3.14}} \cdot A^{d_{3.14}} \cdot e^{(h_{3.14} \cdot f)}; \quad (47)$$

$$B_{ph.3.15} = a_{3.15} \cdot \alpha^{b_{3.15}} \cdot e^{(c_{3.15} \cdot N)} \cdot A^{d_{3.15}} \cdot e^{(h_{3.15} \cdot f)}; \quad (48)$$

$$B_{ph.3.16} = a_{3.16} \cdot \alpha^{b_{3.16}} \cdot N^{c_{3.16}} \cdot e^{(d_{3.16} \cdot A)} \cdot e^{(h_{3.16} \cdot f)}; \quad (49)$$

$$B_{ph.3.17} = a_{3.17} \cdot \alpha^{b_{3.17}} \cdot e^{(c_{3.17} \cdot N + d_{3.17} \cdot A + h_{3.17} \cdot f)}; \quad (50)$$

$$B_{ph.3.18} = a_{3.18} \cdot N^{c_{3.18}} \cdot e^{(b_{3.18} \cdot \alpha + d_{3.18} \cdot A + h_{3.18} \cdot f)}; \quad (51)$$

$$B_{ph.3.19} = a_{3.19} \cdot A^{d_{3.19}} \cdot e^{(b_{3.19} \cdot \alpha + c_{3.19} \cdot N + h_{3.19} \cdot f)}; \quad (52)$$

$$B_{ph.3.20} = a_{3.20} \cdot f^{h_{3.20}} \cdot e^{(b_{3.20} \cdot \alpha + c_{3.20} \cdot N + d_{3.20} \cdot A)}; \quad (53)$$

Tại đây: $B_{ph.3.1} \div B_{ph.3.20}$ - Các đại lượng chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở phía trên nóc công trình ngầm ở các hàm số nội suy khác nhau trong nhóm các hàm số nội suy thứ ba, m; α - Góc cắm của vỉa, độ; N - Số lượng hệ thống khe nứt; A - Khoảng cách giữa các khe nứt, m; f - Hệ số kiên cố của đất đá; a_{ij} , b_{ij} , c_{ij} , d_{ij} , h_{ij} - Các tham số nội suy của các hàm số nội suy (Bảng 4); $i=3$ - Số chỉ số nhóm của các hàm số nội suy thứ ba; $j=1 \div 20$ - Số lượng các hàm số nội suy trong nhóm thứ ba các hàm số nội suy; R_{ij} - Hệ số tương quan bội (Bảng 4).

Bảng 4. Các tham số nội suy của nhóm thứ ba các hàm số nội suy

№	i	j	a_{ij}	b_{ij}	c_{ij}	d_{ij}	h_{ij}	R_{ij}
1	3	1	+0,481162	+0,003295	+0,108237	-0,802580	-0,003505	0,978819
2		2	+0,472925	+0,008157	+0,080366	-0,539668	-0,225677	0,986322
3		3	+2,607183	+0,074016	+0,300562	-0,303258	-0,100104	0,984984
4		4	-0,187322	+0,002225	+0,082717	-1,471138	-0,014429	0,988642
5		5	+0,319399	-0,876036	-0,446026	+0,092231	1,250871	0,983233
6		6	+0,484928	+0,005447	+0,023264	-0,535369	-0,218511	0,986788
7		7	+0,654301	+0,085584	+0,341164	-1,446990	-0,118943	0,988249
8		8	+0,486512	+0,000131	+0,076916	+0,540377	-0,226225	0,986303
9		9	+0,489615	+0,000054	+0,022914	-0,535538	-0,218510	0,986778
10		10	+0,788319	+0,003047	+0,345636	-1,451597	-0,115919	0,987628
11		11	+0,826881	+0,065410	+0,075841	-1,465652	-0,119639	0,990080
12		12	+0,480928	+0,005448	+0,023264	-0,535369	-0,218511	0,986788
13		13	+0,369846	+0,010118	+0,113876	-0,534596	-0,032537	0,985319
14		14	+0,381878	+0,000201	+0,110539	-0,535386	-0,032600	0,985292
15		15	+0,389102	+0,005258	+0,029997	-0,530737	+0,031873	0,985992
16		16	+0,546037	+0,088188	+0,374964	-1,448478	-0,013928	0,987166
17		17	+0,714135	+0,065556	+0,082037	-1,468080	-0,014828	0,989114
18		18	+0,661259	+0,003185	+0,380445	-1,453886	-0,013332	0,986561
19		19	+0,396247	+0,000031	+0,029601	-0,530893	-0,031879	0,985982
20		20	+0,958577	+0,002204	+0,076502	-1,468219	-0,117308	0,989595

Từ kết quả nghiên cứu trên Bảng 2, Bảng 3, Bảng 4, sau khi so sánh giá trị các hệ số tương quan bội " R_{ij} " của các hàm số nội suy trong từng nhóm hàm số nội suy khảo sát, chúng tôi rút ra ba hàm số nội suy (công thức thực nghiệm) ba biến, bốn biến tốt nhất có các hệ số tương quan bội " R_{ij} " lớn nhất như sau:

➤ Hàm số nội suy ba biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A)$ tốt nhất thuộc nhóm thứ nhất:

$$B_{ph.1.11} = a_{1.11} \cdot \alpha^{b_{1.11}} \cdot e^{(c_{1.11} \cdot N)} \cdot e^{(d_{1.11} \cdot A)}, m; \quad (54)$$

Tại đây: $a_{1.11}=+0,617597$; $b_{1.11}=+0,068759$; $c_{1.11}=+0,096148$; $d_{1.11}=-1,529705$; $R_{1.11}=0,987323$;

➤ Hàm số nội suy bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, \sigma_n)$ tốt nhất thuộc nhóm thứ hai:

$$B_{ph.2.11} = a_{2.11} \cdot \alpha^{b_{2.11}} \cdot e^{(c_{2.11} \cdot N)} \cdot e^{(d_{2.11} \cdot A)} \cdot \sigma_n^{h_{2.11}}, m; \quad (55)$$

Tại đây: $a_{2.11}=+1,098445$; $b_{2.11}=+0,057149$; $c_{2.11}=+0,078694$;

$d_{2.11}=-1,456814$; $h_{2.11}=-0,107202$; $R_{2.11}=0,989825$;

➤ Hàm số nội suy bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, f)$ tốt nhất thuộc nhóm thứ ba:

$$B_{ph.3.11} = a_{3.11} \cdot \alpha^{b_{3.11}} \cdot e^{(c_{3.11} \cdot N)} \cdot e^{(d_{3.11} \cdot A)} \cdot f^{h_{3.11}}, m. \quad (56)$$

Tại đây: $a_{3.11}=+0,826881$; $b_{3.11}=+0,065410$; $c_{3.11}=+0,075841$; $d_{3.11}=-1,465652$; $h_{3.11}=-0,119639$; $R_{2.11}=0,990080$.

Các hàm số nội suy (54), (55), (56) có thể dùng để dự báo giá trị chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở phía trên nóc công trình ngầm trong một số điều kiện nhất định.

3. Nghiên cứu dự báo áp lực đất đá tác dụng lên công trình ngầm

Việc dự báo giá trị áp lực đất đá "P" (H.1) tác dụng lên phía trên nóc công trình ngầm có thể thực hiện thông qua mối quan hệ sau đây:

$$P = (\gamma \cdot B_{ph}), \text{ MN/m}^2. \quad (57)$$

Tại đây: γ - Trọng lượng thể tích của đất đá, MN/m^3 ; B_{ph} - Chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở phía trên nóc công trình ngầm, m.

Để dự báo giá trị chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở "B_{ph}" phía trên nóc công trình ngầm có thể sử dụng hàm số nội suy ba biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A)$ (54), hàm số nội suy bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, \sigma_n)$ (55), hàm số nội suy bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, f)$ (56). Từ đây, giá trị áp lực đất đá "P" (H.1) tác dụng theo phương thẳng đứng lên phía trên nóc công trình ngầm có thể dự báo bằng những công thức sau:

$$P = \left\{ \gamma \cdot \left[a_1 \cdot \alpha^{b_1} \cdot e^{(c_1 \cdot N)} \cdot e^{(d_1 \cdot A)} \right] \right\}, \text{ MN/m}^2; \quad (58)$$

$$P = \left\{ \gamma \cdot \left[a_2 \cdot \alpha^{b_2} \cdot e^{(c_2 \cdot N)} \cdot e^{(d_2 \cdot A)} \cdot \sigma_n^{h_2} \right] \right\}, \text{ MN/m}^2; \quad (59)$$

$$P = \left\{ \gamma \cdot \left[a_3 \cdot \alpha^{b_3} \cdot e^{(c_3 \cdot N)} \cdot e^{(d_3 \cdot A)} \cdot f^{h_3} \right] \right\}, \text{ MN/m}^2. \quad (60)$$

Tại đây: $a_1=+0,617597$; $b_1=+0,068759$; $c_1=+0,096148$; $d_1=-1,529705$; $a_2=+1,098445$; $b_2=+0,057149$; $c_2=+0,078694$; $d_2=-1,456814$; $h_2=-0,107202$; $a_3=+0,826881$; $b_3=+0,065410$; $c_3=+0,075841$; $d_3=-1,465652$; $h_3=-0,119639$; α - Góc cắm của vỉa, độ; N - Số lượng hệ thống khe nứt; A - Khoảng cách giữa các khe nứt, m; σ_n - Giới hạn bền nén của đất đá, MPa; f - Hệ số kiên cố của đất đá.

4. Kết luận

Các kết quả nghiên cứu trên đây cho phép rút ra một số kết luận như sau:

➢ Giá trị áp lực đất đá "P" tác dụng theo phương thẳng đứng lên phía trên nóc công trình ngầm phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác nhau;

➢ Từ các hàm số nội suy ba biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A)$ (4)-(14), các hàm số nội suy bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, \sigma_n)$ (15)-(33), các hàm số nội suy bốn biến $B_{ph}=F(\alpha, N, A, f)$ (34)-(53), chúng tôi đã tìm ra ba hàm số nội suy (công thức thực nghiệm) ba biến, bốn biến tốt nhất (54), (55), (56) có các hệ số tương quan "R_{ij}" bội lớn nhất;

➢ Giá trị chiều cao vùng đất đá phá hủy, sụt lở "B_{ph}" phía trên nóc công trình ngầm có thể dự báo thông qua ba hàm số nội suy (54), (55), (56) trong những điều kiện địa cơ học tương tự;

➢ Giá trị áp lực đất đá "P" tác dụng theo phương thẳng đứng lên phía trên nóc công trình ngầm có thể dự báo thông qua ba hàm số nội suy (58), (59), (60) trong những điều kiện địa cơ học tương đương trên thực tế;

➢ Các hàm số nội suy (54)-(56), (58)-(60) không mang tính toàn năng. Những kết quả nghiên cứu này chỉ phù hợp cho những điều kiện địa cơ học và cấu tạo công trình ngầm nhất định. Vì vậy, hướng nghiên cứu này vẫn phải tiếp tục hoàn thiện trong tương lai. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc. Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật. Hà Nội. 2005. 460 trang.

2. Võ Trọng Hùng. Thiết kế quy hoạch, cấu tạo công trình ngầm. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. Hà Nội. 2017. 636 trang.

3. Ngô Văn Sỹ. Nghiên cứu một số yếu tố địa cơ của khối đá phục vụ công tác đào chống lò. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ. Bộ Năng lượng. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ. 1995. 71 trang.

4. Võ Trọng Hùng, Nguyễn Phúc Nhân. Ảnh hưởng của khe nứt tới kích thước vùng đất đá phá hủy xung quanh đường hầm. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 2. 1996. Tr.6-8.

Ngày nhận bài: 18/05/2018

Ngày gửi phản biện: 16/06/2018

Ngày nhận phản biện: 20/08/2018

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/11/2018

Từ khóa: vùng đất đá phá hủy; hiện tượng phá hủy, sụt lở; mối quan hệ; phương pháp bình phương nhỏ nhất; hàm số nội suy; công thức thực nghiệm; áp lực đất đá; công trình ngầm

SUMMARY

The paper presents the results of the study to determine the relationship between the height of the destroy zone above underground construction and the mechanical properties of the rock mass. Based on the results of the study, the author proposed the method of predicting the underground pressure acting on underground construction.



1. Tự kiêu thường phải hổ thẹn, sáng suốt là biết khiêm tốn. *Vua Solomon.*

2. Nhà hùng biện lớn nhất của thế giới là sự thành công. *Napoleon Bonaparte.*

3. Thế gian đau buồn bởi cái chết và sự tan rã. Nhưng người khôn ngoan không đau buồn vì họ nhận ra bản chất của thế giới. *Đức Phật.*

VTH sưu tầm