

- Có mức độ bảo toàn tới tận nguyên vẹn của đá ở diện và gần diện hầm ;

- Sử dụng tới đa chiều dài các lỗ hay lỗ khoan ;

CHƯƠNG V

- Bảo toàn các vỉa có được lập lại tận và gần...

CÔNG TÁC KHOAN NỔ
Đồ có các hầm có tiết diện hình ($S \leq 40m^2$), trung bình ($40 < S \leq 60m^2$), lớn ($S > 60m^2$). Đồ có công tác khoan nổ có những đặc điểm khác nhau với những loại hầm trên.

3. Các dạng công tác khoan nổ ngầm khi đào hầm

I. CÁC DẠNG CÔNG TÁC KHOAN NỔ ĐÀO CÁC HẦM THỦY CÔNG

Khi đào bậc trên các hầm hay đào hầm toàn tiết diện việc làm tại đây là:

1. Đặc điểm chung

Để xây dựng nhà máy ngầm Thủy điện Hoà Bình khi đào các đường hầm thủy công đã sử dụng các phương pháp khoan nổ chủ yếu như khoan và nạp mìn lỗ khoan $d \leq 60mm$, khoan và nạp mìn lỗ khoan ($d > 60mm$), phối hợp với chúng là phương pháp khoan nổ tạo biên.

Phương pháp khoan và nạp mìn lỗ khoan nhỏ thường được áp dụng khi đào toàn tiết diện hầm hoặc bậc trên các hầm, đồng thời nó được sử dụng trong trường hợp xử lý các chỗ đào thiếu (đào chưa đủ tiết diện), phá đá quá cứng tạo thành sau khi nổ bằng nạp mìn lỗ khoan ($d > 60mm$).

Phương pháp khoan và nạp mìn lỗ khoan lớn thường được sử dụng khi đào bậc dưới các hầm.

Công tác khoan nổ có vai trò quan trọng trong việc quyết định tiến độ thi công hầm. Hiệu quả của nó phụ thuộc vào hàng loạt các yếu tố, song chủ yếu là : lựa chọn đúng loại thuốc nổ, trọng lượng quả mìn, số lượng, chiều sâu và vị trí các lỗ khoan... Các thông số này được xác định căn cứ vào tính chất cơ lý, độ nứt nẻ của đá và tiết diện hầm.

Khi thiết kế khoan nổ trên công trường đã sử dụng "Quy phạm kỹ thuật tiến hành công tác nổ trong xây dựng năng lượng" (Nhà xuất bản Lòng đất - Mátxcova 1972). Công tác khoan nổ khi đào các hầm phải đảm bảo :

- Có được hầm với hình dạng và kích thước đã thiết kế với độ đào vượt nhỏ nhất so với đường biên thiết kế;
- Tạo được độ tối ưu của khối đá đã nổ để đảm bảo năng suất tối đa của các máy xúc;
- Có độ chặt thuận lợi cho việc cơ giới hoá xúc chuyển đá đã nổ ra khỏi gương hầm;

- Có mức độ bảo toàn tốt tính nguyên vẹn của đá ở biên và gần biên hầm ;
- Sử dụng tối đa chiều dài các lỗ hay lỗ khoan ;
- Bảo toàn các gia cố được lắp đặt tạm và vĩnh cửu.

Trên công trường có các hầm ngang, nghiêng, thẳng đứng (theo hướng đào) trong đó có các hầm có tiết diện nhỏ ($S \leq 40m^2$), trung bình ($40 < S < 60m^2$), lớn ($S > 60m^2$). Do đó công tác khoan nổ có những đặc điểm khác nhau với những loại hầm trên.

2. Các dạng công tác khoan nổ ngầm khi đào hầm

2.1. Khoan nạp mìn lỗ nhỏ

Khi đào bậc trên các hầm hay đào hầm toàn tiết diện việc làm tối đa được tiến hành bằng phương pháp, nổ mìn lỗ.

Chiều sâu các lỗ khi đó được xác định tùy thuộc vào độ lớn bước đào.

Theo đặc điểm làm việc các lỗ được chia thành lỗ tạo rạch, lỗ phá, lỗ gần biên và lỗ biên (trong trường hợp sử dụng lỗ mìn biên).

Chiều sâu các lỗ gần biên, lỗ phá và lỗ biên được tính theo công thức:

$$L = \frac{W_3}{\eta} \quad (m) \quad (1)$$

W_3 - độ lớn bước đào, m ;

η - hệ số sử dụng lỗ.

Chiều sâu các lỗ tạo rạch thẳng được xác định theo công thức :

$$L = 1,1 \cdot \frac{W_3}{\eta} \quad (m) \quad (2)$$

Chiều sâu các lỗ tạo rạch thẳng hình nêm, hình lăng trụ được xác định theo công thức :

$$L = 1,1 \cdot \frac{W_3}{\eta \cdot \sin \alpha} \quad (m) \quad (3)$$

α - góc nghiêng của lỗ với mặt phẳng gương.

Số lượng và vị trí các lỗ khoan tạo rạch được lấy tùy thuộc vào độ kiên cố của đá.

Số lượng và vị trí các lỗ biên trong gương được xác định theo công thức :

$$N_b = \frac{u}{a} \quad (lỗ) \quad (4)$$

u - chu vi hầm được tạo thành bằng phương pháp nổ biên, m ;

a - khoảng cách giữa các lỗ biên, m, tùy thuộc vào độ kiên cố của đá,

$$a = 0,3 - 0,6m.$$

Khi hầm được đào không nổ biên, số lượng các lỗ gần biên được xác định theo công thức (4) khi đó $a = 0,7 \pm 1,0m$

Số lượng các lỗ phá được xác định theo công thức :

$$N_p = \frac{S_{ik} - S_r}{S_p} \quad (lỗ) \quad (5)$$

S_{ik} - tiết diện hầm khi đào, m^2 ;

S_r - diện tích bề mặt rạch, m^2 ;

S_p - diện tích bề mặt gương do một lỗ phá đảm nhận, m^2 ; tra bảng theo tiết diện gương và hệ số kiên cố của đá.

Tổng số các lỗ khi đó là :

$$N = N_r + N_b + N_p, \quad (lỗ) \quad (6)$$

N_r - số lỗ tạo rạch.

Khối lượng thuốc nổ trong một lỗ được xác định theo công thức :

$$Q_l = C \cdot L \cdot P, \quad (kg) \quad (7)$$

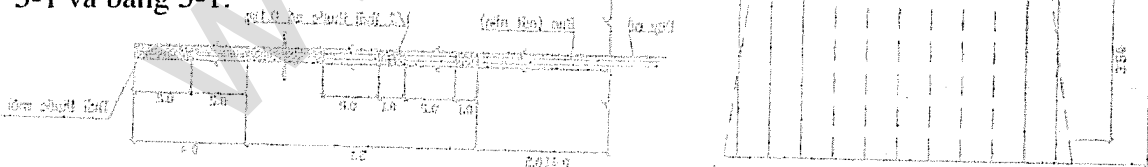
C - hệ số lấp đầy lỗ ;

L - chiều sâu lỗ, m ;

P - dung lượng thuốc cho lỗ, kg/m.

Khối lượng thuốc nổ trong lỗ biên lấy trong giới hạn 0,2-0,4 kg trên một mét dài lỗ.

Nạp mìn các lỗ được tiến hành bằng tay, búa được làm bằng đất sét hoặc bằng cát. Sơ đồ bố trí lỗ mìn và đặc tính các lỗ nạp mìn khi đào phân vòm gian máy cho ở hình vẽ 5-1 và bảng 5-1.



Khai cửa nạp thuốc nổ

Khai cửa nạp thuốc nổ

Bảng 5-1. Đặc tính của các lỗ mìn

Số TT	Số lỗ mìn	Tên các lỗ mìn	Chiều sâu lỗ mìn (m)	Góc nghiêng (độ)	Trọng lượng nạp (kg)	Chiều dài búa (m)	Số lượng kíp (cái)	Thứ tự nổ	Mức độ chậm (m/s)	Trọng lượng toàn bộ (kg)
1	1 ÷ 6	Tạo rạch	2,8	90	2,4	0,4	6	I	10	14,4
2	7 ÷ 22	Tạo rạch	4,0	75	3,4	0,6	16	II	25	54,4
3	23 ÷ 88	Phá	3,8	90	3,0	1,0	66	III	50	198
4	89 ÷ 129	Phá	3,8	90	3,0	1,0	41	IV	75	123
5	130 ÷ 162	Phá	3,8	90	3,0	1,0	33	V	100	99
6	163 ÷ 191	Phá	3,8	90	3,0	1,0	29	VI	125	87
7	192 ÷ 241	Tạo biên	4,0	85	2,0	0,5	50	VII	150	100
8	242 ÷ 270	Tạo biên	4,0	85	3,2	0,8	29	VIII	175	92,8

2.2. Khoan nạp mìn lỗ khoan

Khi đào các hầm đã sử dụng phương pháp nạp mìn lỗ khoan để nổ làm tơi đá. Các lỗ khoan này bao gồm các lỗ đứng, nằm ngang hay xiên.

Khi tính toán nạp mìn lỗ khoan, thông số cần tính toán chủ yếu là độ lớn sức kháng chấn tầng (CIII) còn gọi là đường kháng nhỏ nhất. Khoảng cách giữa các lỗ khoan nạp mìn và giữa các hàng lỗ khoan được tính theo công thức:

$$W = K_1 \cdot d_m \cdot \sqrt{\frac{\Delta e}{\gamma}} \quad (\text{m}) \quad (8)$$

d_m - đường kính quả mìn, m;

K_1 - hệ số điều kiện địa chất, tra bảng trong Quy phạm kỹ thuật (thường $K_1=1 \div 1,2$);

Δ - mật độ nạp thuốc mìn, T/m^3 ;

e - hệ số năng lượng, là tỷ số giữa công hoàn toàn lý tưởng khi nổ của chất nổ sử dụng với amônít 6ЖВ hoặc gramônít hạt; đối với thuốc H6ЖВ $e=1$; thuốc nổ đetonít $e=1,15 \div 1,2$; Amônít cứng $e=1,25$ thuốc nổ Igđanít $e=0,8$;

γ - trọng lượng thể tích đá, T/m^3 .

Khi nổ mìn khối đá có một mặt thoáng, trong các gương, trên sườn núi hay khi có 3 hàng lỗ khoan nạp mìn trở lên khoảng cách giữa các lỗ mìn và giữa các hàng giảm đi 10% so với tính toán.

Các lỗ khoan nạp mìn phải bố trí theo mạng lưới vuông :

$$a = b = W \quad (8')$$

a - khoảng cách giữa các lỗ khoan nạp mìn trong hàng, m ;

b - khoảng cách giữa các hàng lỗ khoan nạp mìn, m.

Được phép thay đổi khoảng cách giữa các lỗ khoan trong hàng khi đào hào có hàng tạo rãnh ($a=0,7W$) hoặc trong trường hợp các kích thước của hố móng hay hố đào không phải là bội số chung của a hay b.

Chiều sâu khoan vượt của các lỗ khoan phải không vượt quá 15 lần đường kính quả mìn. Chiều sâu khoan vượt lấy trong khoảng 10-15 lần đường kính quả mìn tùy thuộc vào độ nổ của đá. Khi trong đáy của tầng có lớp đá mềm hơn hay hệ thống khe nứt ngang chiều, khoan vượt có thể giảm đến 2-3 lần đường kính quả mìn.

Khi cần phải bảo đảm độ nguyên vẹn của nền công trình (hầm) hoặc đào có lớp bảo vệ, chiều sâu khoan vượt có thể giảm đi thậm chí bằng không. Trong trường hợp này để đảm bảo đào đến đáy phải giảm khoảng cách giữa các lỗ khoan bằng cách sử dụng hệ số hiệu chỉnh.

Chiều sâu của lỗ khoan thẳng đứng là :

$$L = H + l_v \quad (9)$$

H - chiều cao tầng hay bề dày lớp phải đào, m ;

l_v - chiều sâu khoan vượt, m.

Búa phải có chiều dài đủ để tránh có sự vắng của các cục đá. Chiều sâu tối ưu của búa nằm trong khoảng 20-25 đường kính quả mìn. Để độ vang của các cục đá là nhỏ nhất chiều dài của búa phải tăng đến 30-35 lần đường kính quả mìn, do đó lại phải giảm kích thước mạng lỗ khoan nghĩa là làm tăng chi phí thuốc nổ riêng.

Khi đào bậc dưới các hầm thì chiều cao tầng đã biết, các thông số tối ưu của nạp mìn lỗ khoan được tính như sau :

- Xác định chiều sâu lỗ khoan theo công thức (9);

- Tùy thuộc vào độ yêu cầu mở rộng hố móng và độ vắng xa của các cục đá khi nổ mìn mà chọn chiều dài búa ;

- Xác định đường kính có lợi nhất của quả mìn theo công thức :

$$d_m = \frac{H}{k_b + 40 - k_v} \quad (10)$$

k_b - chiều dài búa được biểu thị ở dạng số lần đường kính quả mìn ;

k_v - chiều sâu khoan vượt biểu thị ở dạng số lần đường kính quả mìn ;

Tính đường kháng chấn tầng theo công thức (8) và so sánh với giá trị an toàn của nó :

$$W_{at} = H \operatorname{ctg} \alpha + b_{at} \quad (m) \quad (11)$$

α - góc nghiêng của mái dốc tầng trong hướng đường kháng chấn tầng, (độ) ;

b_{at} - bề rộng mép an toàn, (m).

Khi $W < W_{at}$ phải chuyển sang nạo mòn lỗ nghiêng hoặc nạo mòn ở các cặp đôi lỗ khoan gần nhau ;

- Khoảng cách giữa các lỗ khoan trong hàng và khoảng cách giữa các hàng được xác định theo công thức (8) ;

- Xác định khối lượng quả mìn trong lỗ khoan theo công thức :

$$Q = 40 \cdot d_m \cdot p \quad (kg) \quad (12)$$

p - khối lượng thuốc nổ cho 1m lỗ khoan (kg/m) - tra bảng

2.3. Khoan nổ tạo biên :

* Theo qui phạm 1972

Khi nổ mìn tạo khe nứt trước phải xác định 2 thông số chính : khoảng cách giữa các lỗ khoan nạo mòn $a(m)$ và khối lượng thuốc nổ trên một mét dài lỗ khoan $p(kg/m)$;

Khoảng cách giữa các lỗ khoan khi nổ tạo biên được xác định theo công thức :

$$a = 22 \cdot d \cdot k_3 \cdot k_y \quad (m) \quad (13)$$

d - đường kính quả mìn, m ;

k_3 - hệ số ép, khi ép hoàn toàn (tạo biên hố móng ...) ; $k_3 = 0,85$, khi tạo biên ở mái dốc hay các bậc khi số hàng có khoan làm tới lớn hơn $3 \cdot k_3$ thì $k_3 = 1,0$; tương tự, khi số hàng lỗ khoan làm tới nhỏ hơn $3 \cdot k_3$ thì $k_3 = 1,1$;

k_y - hệ số điều kiện địa chất, khi không thấy biểu hiện rõ sự phân rã độ nứt nẻ thì $k_y = 1,0$; khi góc giữa hệ thống khe nứt chủ đạo và mặt khe nứt trước bằng 90° thì $k_y = 0,9$; khi góc bằng $20-70^\circ$, $k_y = 0,85$; khi đá có thể nằm ngang cũng như khi các lỗ rỗng địa chất trùng với khe nứt thì $k_y = 1,15$.

3. Nổ mìn tạo biên khi đào bậc dưới các hầm thủy công

3.1. Công nghệ nổ mìn tạo biên :

* Khái quát

Khi đào bậc dưới các hầm thuộc hệ thống công trình ngầm nhà máy thủy điện Hoà Bình đã áp dụng phổ biến phương pháp nổ mìn tạo biên ; trong gian máy đã nổ tạo biên - tạo khe nứt trước theo biên hầm, mỗi lần nổ mìn đã tạo khe nứt trước tới độ sâu 20m ;

các hầm hành lang khe van, các hầm xả (OT-1÷5), các hầm thi công CT-1,2, chỗ giao các hầm cấp, cấp - giao thông cũng đã nổ tạo biên tương tự.

Nổ mìn tạo biên có công dụng để đảm bảo sự phá hủy khối đá ở biên là nhỏ nhất và là biện pháp nổ mìn với phương pháp nạp mìn phân tán, các thời mìn đường kính nhỏ trong các lỗ khoan được bố trí gần nhau.

Về mặt công nghệ, nổ tạo biên là công tác khoan nổ chuyên dùng ở đường viền các công trình, nhằm tạo ra bề mặt thích hợp của khối đá. Ưu điểm của nổ mìn tạo biên là tạo khả năng có được bề mặt viền, tránh tạo khe nứt do tác động nổ mìn, giảm kích thước đào vượt (hoặc thiếu) trong đá so với đường viền thiết kế của công trình, làm giảm tác động địa chấn nổ đến khối đá sau biên.

Phương pháp nổ mìn tạo biên sau khi nổ tới được sử dụng ít hơn, nó có ưu điểm nâng cao độ bằng phẳng của bề mặt biên nhưng lại không hạn chế được tác dụng của tải trọng địa chấn khi nổ mìn tới các khối đá sau viền. Vì vậy trong quá trình thiết kế tổ chức thi công và thi công trên công trường đã áp dụng phương pháp nổ vi sai : các lỗ mìn tạo biên được nổ trước các lỗ mìn làm tới được nổ theo thứ tự cấp mìn xác định trong hộ chiếu.

Nhìn chung, nổ mìn tạo biên trước khác với nổ mìn tạo biên sau cùng đợt nổ tới ở chỗ các thông số được sử dụng cũng như độ bằng phẳng của bề mặt viền tạo thành sau khi nổ khác nhau.

Khoảng cách giữa các lỗ khoan khi nổ tạo biên sau thường lớn hơn, độ không bằng phẳng của tường biên trong cùng điều kiện như nhau cũng lớn hơn so với nổ tạo biên trước.

Các số liệu thống kê được nghiên cứu ở các công trình thủy công ở Liên Xô cho trong bảng 5-2.

Các yêu cầu chủ yếu về kết quả nổ vừa là tạo thành (tường) biên bền vững, còn với tạo biên trước, đồng thời tạo thành ở các khối đá một bề mặt bằng phẳng tương đối. Chất lượng nổ tạo biên được biểu thị bằng kích thước độ không bằng phẳng của thành (tường, biên, bởi độ bền vững của chúng và độ rộng khắp của khe nứt).

Các tiêu chuẩn chung để đánh giá độ bằng phẳng của tường (thành) biên đến nay vẫn chưa có. Khi thi công các công trình ngầm người ta thường áp dụng bảng phân loại theo độ lớn biên độ, độ nhám của mặt biên, xem bảng 5-3 và thực tế ở Liên Xô thường đạt được loại độ nhám I-II.

Trong xây dựng thủy công ở Liên Xô, khi sử dụng phương pháp nổ tạo biên trước cho các công trình độ không bằng phẳng của tường biên cực đại cho phép là $\pm 15\text{cm}$, ngoài ra để đánh giá chất lượng nổ tạo biên còn sử dụng tỷ lệ phần trăm số mép các lỗ khoan để lại trên thành biên so với tổng số các lỗ khoan tạo biên. Tỷ số này cho phép không nhỏ hơn 75%.

Bảng 5-2: Theo công thức (14) độ không bằng phẳng của đường biên phụ thuộc vào

Các chỉ số		Phương pháp công tác			
		Không tạo biên	Tạo biên trước	Tạo biên sau	
VI	III			Cùng đợt với nổ tối	Trước hàng gần biên sau nổ tối (vi sai)
Đường kháng chân tầng, m		0,4-1,1	-	0,4-0,7	0,4-0,7
Khoảng cách giữa các hàng nạp mìn, m		0,6-1,3	0,2-0,6	0,4-0,7	0,4-0,7
Mật độ nạp mìn dài, kg/m		0,9-1,0	0,23-0,37	0,23-0,37	0,23-0,37
Sai lệch đường viên so với thiết kế, m		0,23	0,05	0,05	0,05
Trung bình		0,60	0,02	0,15	0,05
Cực đại		0,10	0,02	0,05	0,05
Cực tiểu					

Bảng 5-3: Chất nổ để nổ tạo biên phải thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật và có lợi về kinh tế xếp hàng đầu trong số chúng là khối lượng các chất nổ bằng (g) (W). Khi nổ mìn

Loại độ nhám	I	II	III	IV
Đặc trưng bề mặt	Bằng phẳng; nhẵn	ít nhám	nhám	Nhám mạnh
Biên độ độ nhám, cm	<5	5-10	10-20	>20

Về phương diện vật lý, giá trị cho phép của độ không bằng phẳng của thành biên xuất phát từ điều kiện bảo toàn độ bền vững của chúng, có thể được xác định từ điều kiện khối đá bị phân cắt thành các khối riêng tùy thuộc vào cấp nứt nẻ của đá. Cần phải thấy rằng độ bền vững của trường biên liên quan đến mức độ bị ép (nén) riêng biệt trong trường càng xa đường biên đá càng bền vững hơn.

Kích thước cho phép của độ không bằng phẳng liên quan tới kích thước độ phân khối trong khối đá d. Biên độ nhám có thể coi bằng 2 lần độ không bằng phẳng của tường. Phải tuân theo điều kiện:

$$h_{\text{m}} \leq d/6 \quad (14)$$

Trong đó: h_{m} - kích thước trung bình của độ không bằng phẳng, m;

Theo công thức (14) độ không bằng phẳng cho phép của đường biên phụ thuộc vào cấp nứt nẻ của khối đá như ở bảng 5-4.

Bảng 5-4

Cấp nứt nẻ của khối	II	III	IV
Kích thước trung bình của đá khối, cm	30	75	125
Độ không bằng phẳng trung bình cho phép của đường biên, cm	5-7	12-18	21-31

3.2. Công nghệ

Nổ mìn tạo biên đòi hỏi phải nâng cao độ chính xác khi khoan. Các lỗ khoan cần phải được bố trí theo đường biên thiết kế, khi nổ mìn tạo biên trước các lỗ mìn cần phải được bố trí trên cùng một mặt phẳng, khi khoan phải áp dụng các biện pháp sao cho sai lệch về vị trí của lỗ khoan trong không gian là ít nhất. Để đảm bảo yêu cầu này công trường đã áp dụng khung khoan có ống dẫn hướng và định vị lỗ khoan biên. Khi khoan lỗ khoan phải đặc biệt chú ý đến độ sai lệch cho phép về vị trí (khoảng cách) và góc của trục lỗ khoan so với phương đứng.

Chất nổ để nổ tạo biên phải thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật và có lợi về kinh tế, xếp hàng đầu trong số chúng là khả năng kích nổ các chất nổ bằng kíp (ĐW). Khi nổ mìn tạo biên trước hoặc sau nhờ nổ vi sai - hình dạng của chất nổ phải đảm bảo thuận lợi cho việc bố trí thành chuỗi (nạp mìn phân bố). Người ta đã sản xuất các chất nổ dưới dạng thỏi có đường kính từ 32÷36mm và nhỏ hơn. Khi lỗ khoan có đường kính lớn có thể bố các thỏi lại. Có thể sử dụng dây nổ làm chất nổ khi nạp mìn tạo biên song điều đó làm tăng giá thành công tác. Kinh tế hơn cả là sử dụng amônít có năng lượng riêng trung bình và nhỏ. Khi thay thế chất nổ này bằng chất nổ khác phải thay đổi mật độ nạp dài do đó làm thay đổi chi phí thuốc nổ riêng còn khoảng cách giữa các thỏi mìn không thay đổi.

Kết cấu nạp mìn biên khác với kết cấu nạp mìn tại bình thường. Khi sử dụng các lỗ khoan xung quanh nạp mìn thì phải chừa lại khe hở không khí sao cho tỉ số giữa đường kính lỗ khoan và chiều dày nạp mìn không nhỏ hơn 3. Nếu sử dụng chất nổ dạng thỏi, quả mìn thường là chuỗi các thỏi thuốc nổ trên dây nổ, bằng cách điều chỉnh khoảng cách giữa các thỏi thuốc sẽ được mật độ nạp mìn dài khác nhau. Các thỏi thuốc nổ được buộc với dây nổ nhờ dây thừng. Để có được đường viền rõ rệt của khối đá bảo toàn ở đáy lỗ khoan người ta bố trí nạp mìn đáy. Chuỗi các thỏi thuốc được chuẩn bị sẵn và đưa tới vị trí nạp mìn đã định. Khi nạp mìn ở lỗ khoan thẳng đứng chuỗi được thả xuống

nhờ dây thừng. Khi nạp mìn lỗ khoan nằm ngang hoặc nghiêng thường sử dụng các gậy gỗ chuyên dùng có chiều dài cần thiết. Ở một phía của gậy gỗ, người ta buộc dây nổ và các thỏi thuốc. Gậy phải được đặt trong lỗ khoan về phía khối đá cần bảo vệ, như vậy các thỏi mìn nằm đúng trục lỗ khoan. Phần trên của lỗ khoan được lấp đầy bằng vật liệu búa được phân cách với quả mìn bằng nút giấy. Khi nổ mìn tạo biên - khe nút trước có thể sử dụng búa là không khí (không nạp vật liệu búa).

3.3. Tính toán các thông số chính của nổ mìn tạo biên :

Các thông số chính của nổ mìn tạo biên là : khối lượng nạp mìn dài (theo chiều dài lỗ khoan), đường kính lỗ khoan, khoảng cách giữa các lỗ khoan, đường kháng chấn tầng (W) với phương pháp nổ tạo biên sau, đồng thời phải xác định chiều sâu lỗ khoan tạo biên, chiều dài búa, khoảng vỉ sai.

Khối lượng thuốc nổ trên 1m lỗ khoan p_1 phụ thuộc vào tính chất của đất đá. Khi đá cứng chắc, không bị phá huỷ bởi quá trình phong hoá, $p_1 = 0,4 - 0,6\text{kg/m}$, trong đá cứng chắc trung bình, phần trên bị phong hoá, phần dưới của lỗ khoan được nạp mìn với $p_1=0,4\text{kg/m}$, còn phần trên $p_1 = 0,2-0,3\text{kg/m}$; trong đá yếu bị phong hoá $p_1=0,2-0,3\text{kg/m}$.

Các lỗ khoan để nổ tạo biên phải khoan thật song song với nhau trên khoảng cách đã cho.

Khi sử dụng máy khoan dạng БМК-4 độ song song khi khoan được đảm bảo bằng cách lắp đặt các máy khoan trên khung (giá) khoan được hàn bằng các sắt góc hay sắt chữ U và được gia cố ở chân bằng các an ke.

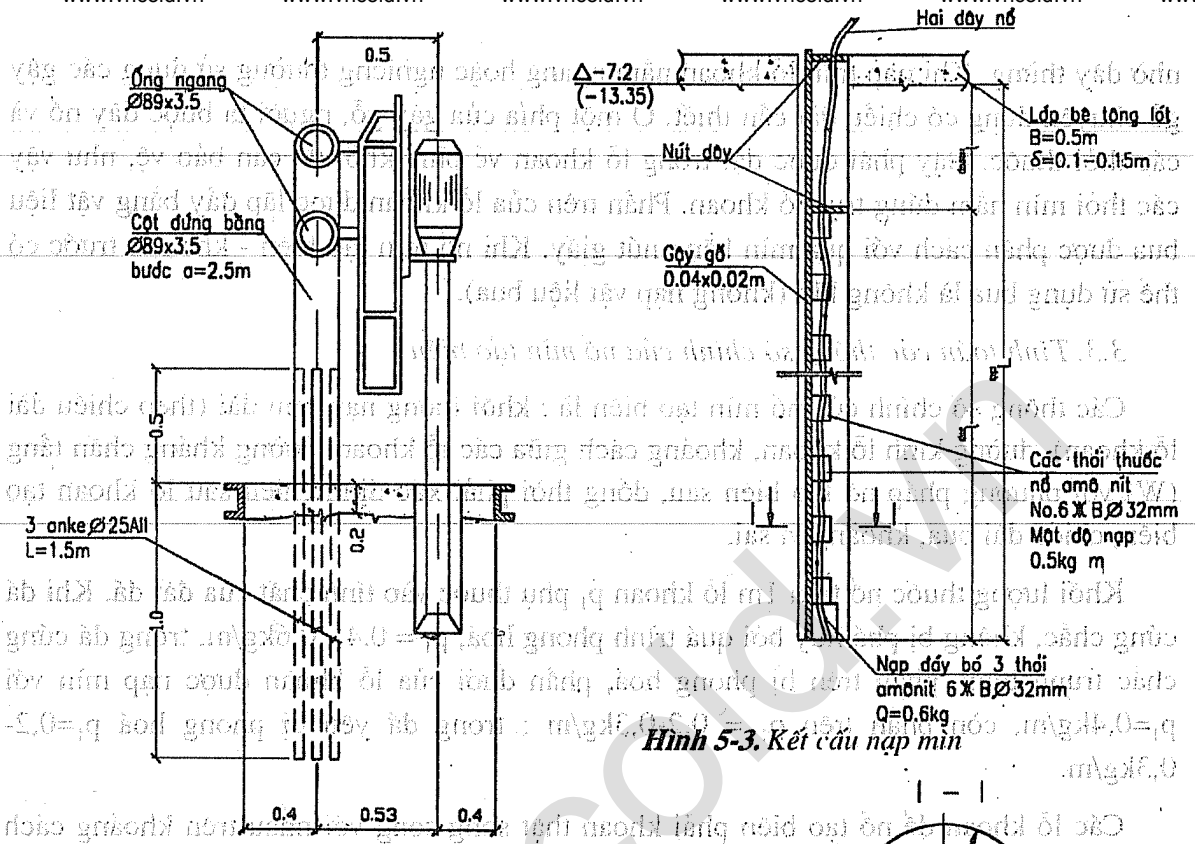
Khi sử dụng máy khoan dạng UKP-100 các máy được đặt trên giá nằm ngang bằng thép ống, được gia cố bằng các an ke góc nghiêng cần thiết của máy khoan với mặt phẳng thẳng đứng được kiểm tra bằng các thước đo góc dạng trọng lực.

Để nổ tạo biên thường sử dụng chất nổ dạng thỏi có độ nổ trung bình, chịu nước có tỷ trọng $0,9-1,0\text{g/cm}^3$ (amônit 6ЖВ).

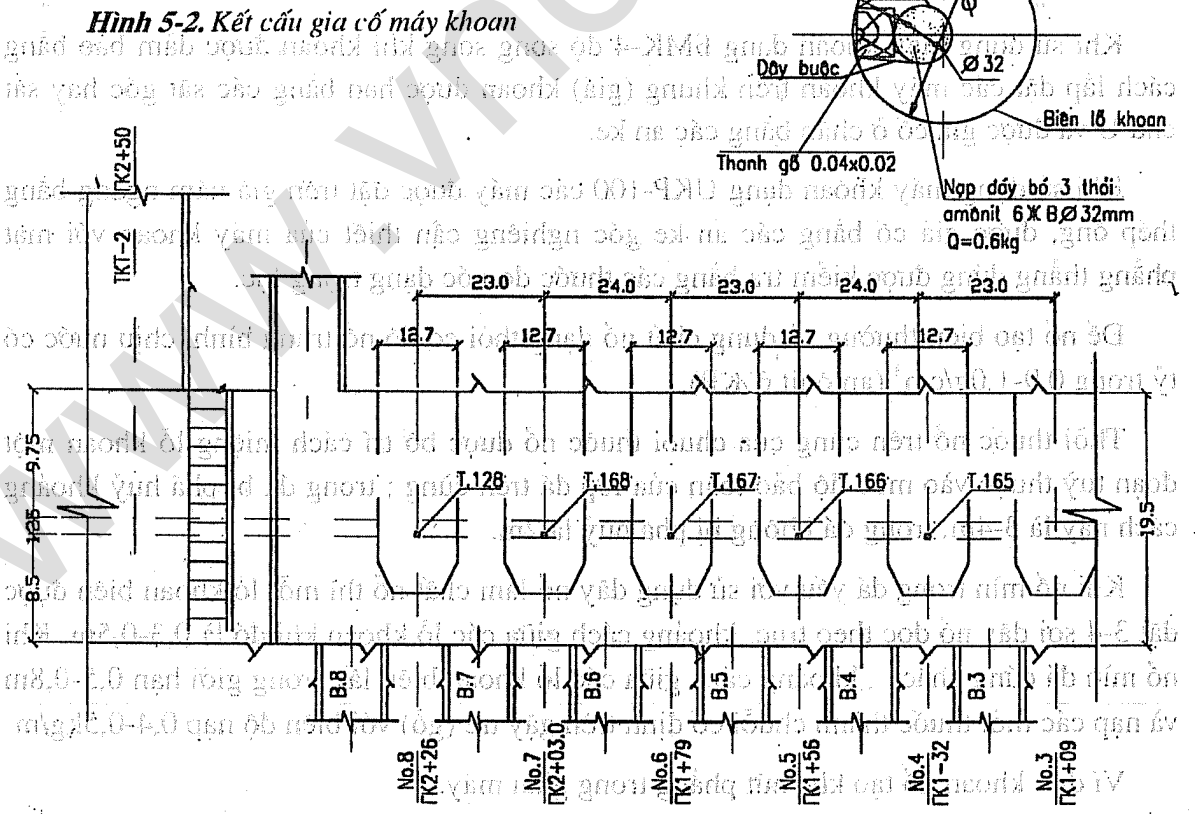
Thỏi thuốc nổ trên cùng của chuỗi thuốc nổ được bố trí cách miệng lỗ khoan một đoạn tùy thuộc vào mức độ bảo toàn của lớp đá trên cùng ; trong đá bị phá huỷ khoảng cách này là 3-4m, trong đá không bị phá huỷ là 2m.

Khi nổ mìn trong đá yếu với sử dụng dây nổ làm chất nổ thì mỗi lỗ khoan biên được đặt 3-4 sợi dây nổ dọc theo trục, khoảng cách giữa các lỗ khoan khi đó là 0,3-0,5m. Khi nổ mìn đá cứng chắc , khoảng cách giữa các lỗ khoan biên lấy trong giới hạn 0,5-0,8m và nạp các thỏi thuốc thành chuỗi cố định trên gậy tre (gỗ) với biên độ nạp 0,4-0,5kg/m

Ví dụ : khoan nổ tạo khe nút phẳng trong gian máy.



Hình 5-3. Kết cấu nẹp mìn



Hình 5-2. Kết cấu gia cố máy khoan

Hình 5-4. Mặt bằng

Trong gian máy của nhà máy thủy điện tạo biên trước được tiến hành bằng phương pháp khoan nổ tạo khe nứt phẳng theo biên tường thượng, hạ lưu, 2 đầu hồi và biên các khoang tổ máy. Các lỗ khoan tạo khe nứt trước có chiều sâu phụ thuộc vào giai đoạn đào, kết cấu gian máy. Đợt đầu có lỗ khoan được khoan từ $\nabla 24\text{m}$ xuống $\nabla 21,5\text{m}$, đợt 2: từ $\nabla 21,5\text{m} \pm 0,0\text{m}$; đợt 3: từ $\nabla 0,0\text{m}$ xuống $\nabla -7,2\text{m}$, đợt 4: $\nabla -7,2\text{m} \pm 23,35\text{m}$.

Khoan các lỗ được tiến hành bằng máy khoan BMK-4 đặt trên giá di động hoặc cố định, theo biên tường, vị trí các lỗ khoan được định vị trên đế của giá nhờ các đoạn ống $\phi 150$. Bề mặt đá trên miệng các lỗ khoan được phủ lớp bê tông lót dày $15 \pm 20\text{cm}$.

Các thông số lỗ mìn được cho trong bảng sau (với lỗ tạo khe nứt trước từ $\nabla -7,2\text{m}$ xuống $\nabla -23,35\text{m}$).

Bảng số 5-5

Thông số	H	L_{ckb}	L_{flp}	a	Q	L_{zap}	L_{Hezap}	q
Đơn vị	m	m	m	m	kg	m	m	kg/m
Giá trị	16,15 10,0	17,65 11,0	1,5 1,0	0,6 0,6	8,1 4,4	15,0 8,0	2,15 2,0	0,5 0,5

Kết cấu nạp mìn lỗ khoan cho ở hình 5-3:

Mặt bằng gian máy tại cao độ $\nabla -7,2\text{m}$ và $\nabla 0,0\text{m}$ cho trên hình 5-4. Kết cấu gia cố máy khoan trong quá trình khoan lỗ khoan nổ tạo khe nứt trước cho ở hình 5-2.

II. ĐẢM BẢO NGUYÊN VÊN CÁC CÔNG TRÌNH NGÂM KHI NỔ MÌN

Đặc điểm quan trọng của việc tiến hành nổ mìn khi thi công các công trình thủy công công trình ngầm là bảo toàn tính ổn định cho các khối đá ở xung quanh công trình, tránh hình thành các khe nứt mới trong đá hay mở rộng các khe nứt đã có tới mức nguy hiểm dưới tác dụng của tải trọng nổ mìn.

Hệ thống công trình ngầm của Nhà máy thủy điện Hoà Bình có hàng loạt hầm có kích thước tiết diện ngang lớn: gian máy, gian biến thế các hầm dẫn nước ra, các hầm thi công hành lang khe van, chỗ giao nhau của các tầng hầm cấp... đòi hỏi công tác nổ mìn lớn. Mặt khác hệ thống công trình ngầm này lại bị phân cắt bởi nhiều đứt gãy và hệ thống khe nứt lớn hình thành trên vòm và tường của chúng nhiều đới đá yếu. Bên cạnh đó, số lượng các vụ nổ trên bề mặt gần các công trình ngầm khi đào hố móng tràn xả vân hành lại càng lớn với lượng thuốc nổ hàng nghìn cân một lần.

Với mục đích đảm bảo nguyên vẹn và vận hành bình thường các công trình ngầm khi tiến hành công tác mìn cần phải sử dụng các biện pháp, qua tính toán và thực

nghiệm, để điều chỉnh tác dụng của tải trọng nổ mìn sao cho kích thước vùng phá huỷ ở khối đá xung quanh đường hầm là nhỏ nhất còn với những đới đá bị phá huỷ mạnh thì sau khi nổ mìn chúng bị phá huỷ thêm ở mức độ thấp nhất.

Các phương pháp đảm bảo an toàn cho các công trình ngầm khi tiến hành công tác nổ mìn mà công trường thủy điện sông Đà đã áp dụng là : Nổ mìn tạo biên, áp dụng nổ vi sai và sử dụng các sơ đồ nổ ít gây phá huỷ vùng đá xung quanh hầm nhất.

Phương pháp nổ tạo biên trước là phương pháp có hiệu quả đảm bảo nguyên vẹn tới đa cấu trúc tự nhiên của khối đá xung quanh hầm.

Với những đường hầm đào toàn tiết diện, các lỗ tạo biên thường là các lỗ $\phi 42\text{mm}$, cách nhau 0,5-0,6m, nạp phân đoạn các khối thuốc và được nổ trước các lỗ phá đá từ 25-50 giây. Phương pháp này áp dụng ở tất cả các hầm đào toàn tiết diện và ở bậc trên (phần vòm) các hầm áp dụng sơ đồ đào bậc thang hay đào 2 tầng.

Với những hầm có tiết diện lớn : gian máy, gian biến thế, hành lang khe van, các hầm cấp - giao thông số 1,2, các hầm thi công, các hầm xả OT1+5 ... sau khi đào bậc trên (kết thúc công tác xúc chuyển đá) trước khi tiến hành xúc đổ vữa bê tông cốt thép cố định thường tiến hành nổ mìn tạo biên trước cho bậc dưới. Khi đó dụng phương pháp nạp mìn phân đoạn trong các lỗ khoan có đường kính 105, khoảng cách giữa các lỗ khoan là 0,5÷1m, các lỗ khoan được khoan theo đường biên thiết kế, không nạp búa. Sau khi nổ các thoi mìn này sẽ tạo ra khe nứt phẳng cần thiết theo đường biên thiết kế, khe nứt trước này sẽ làm giảm tác dụng của lực địa chấn do sóng nổ truyền đi, ngăn chặn sự phát triển của các vết nứt từ các khối đá trong hầm ra các khối đá xung quanh và giữ lại phần lớn năng lượng nổ không cho chúng lan ra các đới đá xung quanh hầm. Theo các số liệu quan trắc bằng phương pháp địa chấn : cường độ sóng địa chấn đã giảm đi 2-3 lần ở khoảng cách 30-40m cách đường tạo biên.

Hiệu chỉnh có hiệu quả hiệu ứng địa chấn nổ mìn khi thi công các hầm tiết diện lớn và thi công hố móng đập tràn vận hành (những khối nổ gần các hầm ; thi công số 1,2, gian máy ...) đạt được khi nổ mìn vi sai các chuỗi mìn với số cấp vi sai ≤ 10 đã đảm bảo tạo ra được sự kế tiếp cách biệt có xung địa chấn và sóng đàn hồi, không tạo nên biến dạng các khối đá và các kết cấu trong hệ thống công trình ngầm. Cường độ cực đại của dao động địa chấn trong trường hợp này không vượt quá cường độ của một cấp vi sai (của một chuỗi nổ tức thời) có khối lượng thuốc lớn nhất, còn khối lượng thuốc nổ chung được nổ trong cùng một bãi nổ không ảnh hưởng đến hiệu ứng địa chấn của toàn vụ nổ và có thể không tính đến khi tính toán khả năng chịu tải của công trình.

Giá trị các cấp vi sai tối ưu đảm bảo hiệu ứng địa chấn chung của vụ nổ không lớn hơn cường độ sóng địa chấn của khối thuốc nổ tức thời trong một cấp vi sai phụ thuộc cơ bản vào độ bền và độ vĩnh cửu của đất đá, vào đường kính lỗ khoan và mạng bố trí chúng (giá trị dự kiến cấp vi sai lấy theo bảng 5-6).

Bảng 5-6

Độ kiên cố theo M.M. (Pro-tô-di-a-cô nốp)	Khoảng vị sai, MS, khi đường kính lỗ khoan, mm		
	≤100	100-200	200-300
10-20	10-15	15-25	20-25
10-16	15-25	25-35	35-50
4-10	25-35	35-50	>50

Cường độ dao động do sóng địa chấn nổ gây nên đối với các công trình và khối đá được đánh giá theo vận tốc dao động là hợp lý hơn cả. Vận tốc dao động là một trong số các chỉ tiêu đặc trưng của mật độ năng lượng sóng địa chấn. Mức độ phụ thuộc của vận tốc dao động của đất đá vào khối lượng thuốc nổ và khoảng cách đến điểm nổ là có quy luật và được xác định theo công thức :

$$v = k \left(\frac{\sqrt{Q}}{r} \right)^\alpha \quad (\text{cm/s}) \quad (15)$$

Trong đó:

Q_m - khối lượng thuốc nổ cực đại, được nổ tức thời trong một cấp vị sai, kg ;

r - khoảng cách đến vị trí nổ mìn, m ;

k - hệ số phụ thuộc vào điều kiện đá ở tâm nổ và nền công trình, lấy theo bảng 5-7;

α - hệ số phụ thuộc vào khoảng cách đến điểm nổ (r), m:

+ gần điểm nổ : $r < 100 d_{zap}$ thì $\alpha = 2,5$;

+ xa điểm nổ : $r > 100 d_{zap}$ thì $\alpha = 1,5$;

d_{zap} - là đường kính thời thuốc nổ nạp trong lỗ khoan.

Bảng 5-7

Các điều kiện đất đá	Giá trị hệ số K	
	Trung bình	Cực đại
Đá cứng và nửa cứng (ít nứt nẻ và khối lớn)	100	200
Đá cứng và nửa cứng (nứt nẻ trung bình)	200	300
Đá cứng và nửa cứng (nứt nẻ mạnh), không chứa nước hoặc chứa ít nước	300	450
Đất rời, bão hoà nước	450	600

Kinh nghiệm nổ mìn trên thế giới và công trường Hoà Bình cho thấy, do có nhiều yếu tố khó thấy, chưa được xét đến nên kết quả đo thực tế có sai lệch với tính toán. Vì thế trong các bản vẽ thiết kế TCTC khi tính vận tốc dao động theo công thức (15) thường lấy giá trị trung bình của các hệ số (cho vụ nổ một lần) và giá trị cực đại (cho các vụ nổ lặp lại nhiều lần).

Từ công thức (15) nếu biết vị trí từ khối đá (ở tường hầm) tới tâm nổ (r) và vận tốc dao động cho phép của khối đá ta sẽ tính được lượng thuốc nổ tối đa cho phép của một cấp vi sai. Như vậy vấn đề cốt lõi là phải chọn vận tốc dao động cho phép của khối đá một cách phù hợp, sao cho công trình ngầm giữ được trạng thái nguyên vẹn. Giá trị chỉ dẫn vận tốc dao động địa chấn cho phép do các vụ nổ tác dụng lên các công trình và kết cấu cho ở bảng 3 (ở quy phạm thiết kế nổ mìn trong xây dựng năng lượng - Mát-xcô-va - 1972).

III. CÔNG TÁC KHOAN NỔ GẦN CÁC CÔNG TRÌNH CẦN BẢO VỆ

Trong quá trình thi công các công trình ngầm của nhà máy thủy điện Hoà Bình luôn diễn ra sự phối hợp của công tác nổ mìn với các dạng công tác xây lắp. Vì vậy vấn đề đẩy mạnh công tác nổ mìn trong quá trình đào hầm sao cho không ảnh hưởng tới tiến độ công tác xây lắp là một vấn đề hết sức quan trọng. Muốn vậy trong mỗi đợt nổ mìn phải tính toán được lượng thuốc nổ tối đa cho phép để giữ được an toàn cho các công trình đang xây lắp và các công trình cần bảo vệ khác.

Thực tế đã xảy ra các dạng phối hợp công tác sau:

- Nổ mìn gần các công trình BTCT đang thi công;
- Nổ mìn gần các công trình đang lắp ráp hay các thiết bị máy móc đang hoạt động mà không di chuyển được ;
- Nổ mìn gần các nóc, tường hầm bị nứt nẻ phá huỷ mạnh có nguy cơ sạt lở.

Để phối hợp công tác nổ mìn với nhiều dạng công tác khác thì phải tính lượng thuốc nổ cho phép phải phù hợp với mức chịu nguy hiểm nhất của công trình đang thi công hay bị sạt lở và lấy đó làm lượng thuốc nổ cho phép cho đợt nổ.

1. Công tác khoan nổ gần các công trình bê tông đang thi công

Trong các đường hầm thủy công và đặc biệt là trong gian máy và gian biến thế, nổ mìn gần các khối bê tông đang xây dựng là dạng công tác thường xuyên xảy ra. Đã gặp các dạng sau :

- Nổ mìn gương hầm gần vỏ bê tông cốt thép mới đổ của hầm ;
- Nổ mìn hạ nền trong khi vỏ bê tông cốt thép phân vòm mới thi công ;

1.1.3- Nổ mìn hạ gian máy và gian biến thế gần các công trình bê tông đang đổ.

Như vậy vấn đề chính là phải đánh giá được tác động của nổ mìn đến quá trình đông cứng của bê tông và từ đó xác định lượng thuốc nổ tối đa cho phép.

1.1. Tác động của tải trọng nổ mìn đến quá trình đông cứng của bê tông.

Bê tông sử dụng tại công trình Thủy điện Hoà Bình ngoài các tính chất thông thường, còn có một số đặc điểm cần nghiên cứu đến khi xác định tác động của nổ mìn. Do được cho thêm phụ gia hoá dẻo có độ sụt lớn, quá trình hình thành cấu trúc và tính chất biến đổi động học của bê tông bị ảnh hưởng nổ mìn có thể chia ra làm 4 giai đoạn:

- Giai đoạn 1. Quá trình thủy hoá của bê tông dẫn đến sự tương tác vật lý của các yếu tố cấu trúc ngưng tụ, độ bền nén nhỏ. Tác động rung lên của hỗn hợp bê tông trong giai đoạn này lúc đầu gây nên sự phá huỷ liên kết cấu trúc của vữa xi măng, sau đó bê tông chặt dần vận tốc lan truyền sóng đàn hồi trong bê tông tăng cao, tác động phá huỷ của mìn lớn, thời gian này kéo dài chừng nửa ngày đêm.

- Giai đoạn 2 : đặc trưng bởi sự phát triển các quá trình ninh kết thành tạo cấu trúc ngưng tụ - keo. Vào đầu giai đoạn vẫn bảo toàn khả năng khôi phục các liên kết đã bị phá huỷ giữa các hạt. Sau khi ngưng kết độ bền nén đạt khoảng 1MPa và bắt đầu tăng nhanh. Vào cuối thời kỳ ninh kết, với tốc độ rung lớn do nổ mìn có thể làm giảm độ bền và mô đun đàn hồi của bê tông. Giai đoạn này kéo dài từ 0,5÷4 ngày đêm tuổi của bê tông.

- Giai đoạn 3 : diễn ra sự tăng nhanh độ bền và kéo dài khoảng 10-14 ngày đêm. Đầu và cuối giai đoạn có gradien tăng vận tốc lan truyền sóng đàn hồi cố định - vận tốc tăng theo kết quả tăng số tiếp xúc aluminốt, cấu trúc tinh thể của bê tông trong giai đoạn này đã được xác lập. Giai đoạn này nổ mìn lớn, tức là rung động lớn sẽ phá huỷ cấu trúc tinh thể bắt đầu hình thành khó phục hồi lại.

- Giai đoạn 4 : sau 10-14 ngày tuổi diễn ra sự tăng quá trình tinh thể hoá các thành tạo mới silicat, vận tốc sóng đàn hồi tăng ở mức độ nhỏ hơn so với giai đoạn trước, độ bền của bê tông đạt đến 75÷90% cường độ. Việc nổ mìn thông thường không còn ảnh hưởng đến phá hoại kết cấu.

Sự tăng độ bền và mô đun đàn hồi trong giai đoạn 3-4 kéo theo sự giảm hệ số Poatxong xuống còn 0,15.

Vì vậy trong thiết kế nổ mìn cần phải xác định được vận tốc dịch chuyển an toàn cho phép đối với bê tông đang đông cứng bằng các phương tiện kiểm tra như đo siêu âm v.v. Từ đó xác định các thông số công tác nổ mìn gần các công trình bê tông để áp dụng công thức tính thích hợp và giải pháp an toàn cho bê tông. Biện pháp chủ yếu là giảm thuốc nổ trong một cấp vi sai và tăng số cấp vi sai trong một vụ nổ.

1.2. Tác động của nổ mìn đến các tổ máy đang hoạt động và đang lắp ráp. Biện pháp bảo vệ các công trình đang làm việc

Một trong những yếu tố liên quan đến tiến độ thi công xây lắp trong nhà máy ngầm của các công trình thủy điện là ảnh hưởng của công tác nổ mìn đến các tổ máy đang lắp ráp và đang hoạt động. Để sớm đưa các tổ máy vào vận hành trong các gian máy ngầm thường diễn ra sự phối hợp giữa công tác lắp ráp, hoặc vận hành tổ máy này và nổ mìn đào các tổ máy khác do đó cần phải tính toán ảnh hưởng của nổ mìn đến các tổ máy đang lắp ráp và đang hoạt động phải nằm trong giới hạn cho phép mà công tác đào các khoang tổ máy vẫn nhanh nhất trong khi các tổ máy đã lắp xong vẫn vận hành an toàn.

Ảnh hưởng của nổ mìn tới các tổ máy chủ yếu là do tác động của sóng địa chấn, đá văng, sóng xung kích của không khí và bụi.

Để đảm bảo an toàn cho công trình, thường xuyên phải kiểm tra về địa chấn các vụ nổ, đảm bảo vận tốc dịch chuyển an toàn, quan trắc để xác định được như sau:

- $v_{cf} \leq 3,0m/s$, ở tổ máy đang vận hành;

- $v_{cf} \leq 5,0m/s$ cho các tổ máy đang lắp ráp.

Trong quá trình thiết kế TCTC đào khoang tổ máy đã sử dụng công thức (15) để tính lượng thuốc nổ an toàn theo "Quy phạm thiết kế nổ mìn trong các công trình năng lượng với việc áp dụng cho một cấp vi sai lớn nhất".

$$v = k \cdot \left(\frac{\sqrt{Q_i}}{r} \right)^\alpha, \quad (\text{cm/s}) \quad (16)$$

Trong đó:

Q_i - khối lượng thuốc nổ cực đại của một cấp vi sai;

r - khoảng cách từ tổ máy đến địa điểm nổ mìn, m;

k - hệ số, phụ thuộc vào điều kiện đất đá, xem bảng 5-7;

α - hệ số phụ thuộc và khoảng cách từ công trình đến điểm nổ tính như đối với công thức 15.

Tổng lượng thuốc nổ trong một đợt nổ được tính theo công thức:

$$Q = K \cdot Q_i; \quad K \leq 7 \quad (17)$$

Khi tiến hành nổ mìn trong gian máy ở các gương lân cận hoặc giao nhau với gian máy cũng như ở các khoang tổ máy bắt buộc phải kiểm tra địa chấn với khối lượng thuốc nổ cho một nhóm vi sai phải bằng hoặc lớn không quá 1/3 khối lượng an toàn địa chấn cho phép đối với một cấp vi sai.

Khối lượng công việc đo kiểm tra chủ yếu đã thực hiện ở khu vực khối trụ tổ máy 1,2,3, bằng máy đo địa chấn đo kiểm tra định kỳ được tiến hành bằng các ro-lê bảo vệ

và cả trên bề mặt sau khi nổ, tập hợp tài liệu kiểm tra (không ít hơn 10 lần ghi với 2 kiểu nổ) thì lượng thuốc an toàn địa chấn được hiệu chỉnh theo công thức sau :

- Với khoảng cách nhỏ hơn hoặc bằng 50m :

$$Q = \left(\frac{3}{K_1} \right)^{3/2} Q_p \quad (18)$$

- Với khoảng cách lớn hơn 50m :

$$Q = \frac{Q_p}{K_2^2} \quad (19)$$

Q, Q_p - giá trị hàm lượng thuốc mìn tương ứng đã được hiệu chỉnh và giá trị tính theo chỉ dẫn kỹ thuật (công thức (15))

K_1, K_2 - giá trị hệ số trung bình cường độ địa chấn theo nhóm lựa chọn của K_1, K_2 đồng nhất số liệu đo ở các lần nổ mìn.

$$K_1 = \frac{v_i}{\left(\frac{\sqrt[3]{Q_i}}{r_i} \right)^2} \quad \text{với } r \leq 50m \quad (20)$$

$$K_2 = \frac{v_i}{\left(\frac{\sqrt[3]{Q_i}}{r_i} \right)^{1.5}} \quad \text{với } r > 50m \quad (21)$$

r_i - khoảng cách từ điểm đo đến điểm nổ mìn ;

Q_i - khối lượng thuốc mìn trong nhóm nổ vi sai của một lần nổ ;

v_i - vận tốc dịch chuyển đo được m/s;

Các thông số nổ mìn lỗ và lỗ khoan, lượng thuốc nổ an toàn về địa chấn khi nổ mìn trong khoang tổ máy 3 và 4 (tổ máy một đang vận hành, tổ máy 2 đang lắp ráp) cho trong bảng 5-8 và 5-9.

Bảng 5-8. Các thông số nổ mìn lỗ khoan

TT	H _{tảng} (m)	L _{lỗ} (m)	W (m)	a (m)	b (m)	Q (kg)	l _{zap} (m)	l _{bua} (m)	q (kg/m ³)
Nạp mìn lỗ khoan làm tới khi P = 3,5kg/m									
1	3.0	3.5	1.6	1.5	1.5	6÷8	1.8	1.7	≤1.0
2	5.0	5.5	1.8	1.6	1.6	12÷14	3.5	2.0	≤1.1
3	7.0	7.5	1.9	1.6-1.7	1.6÷1.7	18÷20	5.2	2.3	≤1.0
Nạp mìn lỗ φ42									
1	1.0	1.2	0.9	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	≤1.0
2	1.5	1.	1.0	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	≤1.0

Bảng số 5-9. Khối lượng thuốc nổ an toàn về địa chấn

Điều kiện nổ mìn			Khoảng cách đến công trình bảo vệ, m				
			25	30	40	50	≥70
Tổ máy số 1 đang làm việc	Nổ vi sai	$Q_{nhóm}$	10	15	40	70	≤100
	Nổ chậm	Q_{lk}	5	8	20	25	25
		$Q_{nhóm}$	25	40	100	100	100
Tổ máy số 2 đang lắp ráp	Nổ vi sai	$Q_{nhóm}$	20	30	80	≤100	100
Tổ máy 1 ngừng làm việc	Nổ chậm	Q_{lk}	10	15	25	25	25
		$Q_{nhóm}$	50	80	100	100	100

2. Đá văng khi nổ mìn và vấn đề bảo vệ an toàn các công trình

Trong quá trình nổ mìn phá đá, hiện tượng đá văng ra từ vị trí nổ mìn luôn xảy ra và gây nguy hiểm. Khi nổ mìn gần các công trình, thiết bị, máy móc phải được bảo vệ để các cục đá văng không có thể làm hư hại. Vấn đề hạn chế đá văng khi nổ mìn là một vấn đề an toàn quan trọng phải xử lý ngay cả trong thiết kế khoan nổ và che chắn công trình, thiết bị.

Khi thiết kế tổ chức thi công nổ mìn trong các công trình ngầm, đặc biệt là trong gian máy của nhà máy thủy điện Hoà Bình đã tiến hành tính toán độ văng xa của các cục đá theo "Quy phạm an toàn khi nổ mìn". Theo quy phạm này đối nguy hiểm đá văng do nổ mìn lỗ khoan đối với người có thể các định theo công thức:

$$R_o = 255 \cdot \sqrt[3]{wn^{3/4}} \quad (22)$$

Trong đó :

R_o - bán kính vùng nguy hiểm, m ;

w - đường kháng chấn tầng, m ;

n - chỉ tiêu tác động của thuốc mìn.

Khoảng cách an toàn tối thiểu cho phép đối với người khi nổ mìn : bằng phương pháp nổ ốp (nạp mìn) ngoài - 300m, nạp mìn lỗ (φ42) - 200m, nạp mìn lỗ khoan - theo thiết kế hay hộ chiếu nhưng không nhỏ hơn 200m.

Trong quy phạm an toàn không đặt vấn đề xác định an toàn đá văng trong trường hợp nổ mìn 0m với phương pháp nạp mìn lỗ khoan mà chỉ tính trong trường hợp nổ mìn sụp và nổ văng.

Để xác định độ văng xa của các cục đá như nổ mìn làm tươi đá, trong quá trình thiết kế các bản vẽ kích nổ trên công trường thủy điện Hoà Bình đã sử dụng công thức nêu trong "công tác nổ mìn gần các công trình cần bảo vệ".

Đồng thời tại công trình độ văng xa của các cục đá văng khi nổ mìn làm tươi cũng đã được nghiên cứu tổng hợp qua thực nghiệm để rút ra kết luận và xử lý cho các vụ nổ cụ thể.

Trong thực tế, độ văng xa của các cục đá phụ thuộc vào nhiều yếu tố trong đó yếu tố quan trọng nhất là vận tốc ban đầu của các cục đá. Bản thân vận tốc ban đầu lại phụ thuộc vào hàng loạt yếu tố như : năng lượng thuốc nổ, tính chất cơ lý đá, phương thức nạp mìn, sức cản của không khí, kích thước của cục đá văng ... Do đó xác định độ văng xa của các cục đá là vấn đề cần phải nghiên cứu thêm trên cơ sở thực nghiệm và thực tế công thức nổ mìn.

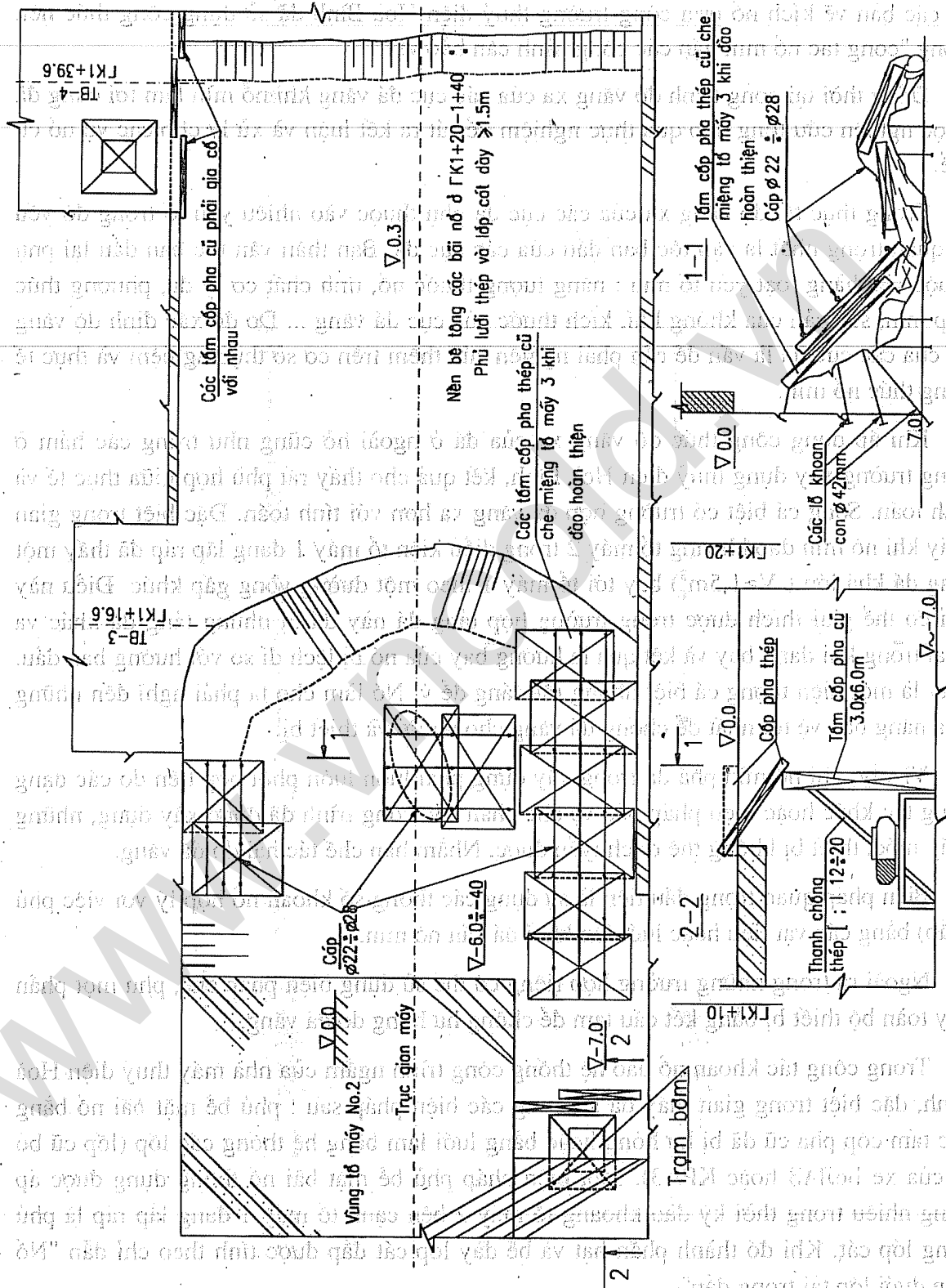
Khi áp dụng công thức độ văng xa của đá ở ngoài hờ cũng như trong các hầm ở công trường xây dựng thủy điện Hoà Bình, kết quả cho thấy rất phù hợp giữa thực tế và tính toán. Song cá biệt có trường hợp đá văng xa hơn với tính toán. Đặc biệt trong gian máy khi nổ mìn đào khoang tổ máy 2 trong điều kiện tổ máy 1 đang lắp ráp đã thấy một tảng đá khá lớn ($V \approx 1,5m^3$) bay tới tổ máy 1 theo một đường vòng gấp khúc. Điều này chỉ có thể giải thích được trong trường hợp tảng đá này đã bị những tảng đá khác va phải trong khi đang bay và kết quả là hướng bay của nó bị lệch đi so với hướng ban đầu. Đây là một hiện tượng cá biệt nhưng rất đáng để ý. Nó làm cho ta phải nghĩ đến những khả năng bảo vệ tốt nhất để chống đá văng cho người và thiết bị.

Vì vậy, khi nổ mìn phá đá trong xây dựng phải luôn luôn phối hợp tiến độ các dạng công tác khác hoặc biện pháp bảo vệ che chắn các công trình đã được xây dựng, những máy móc, thiết bị không thể di chuyển được. Nhằm hạn chế tác hại do đá văng.

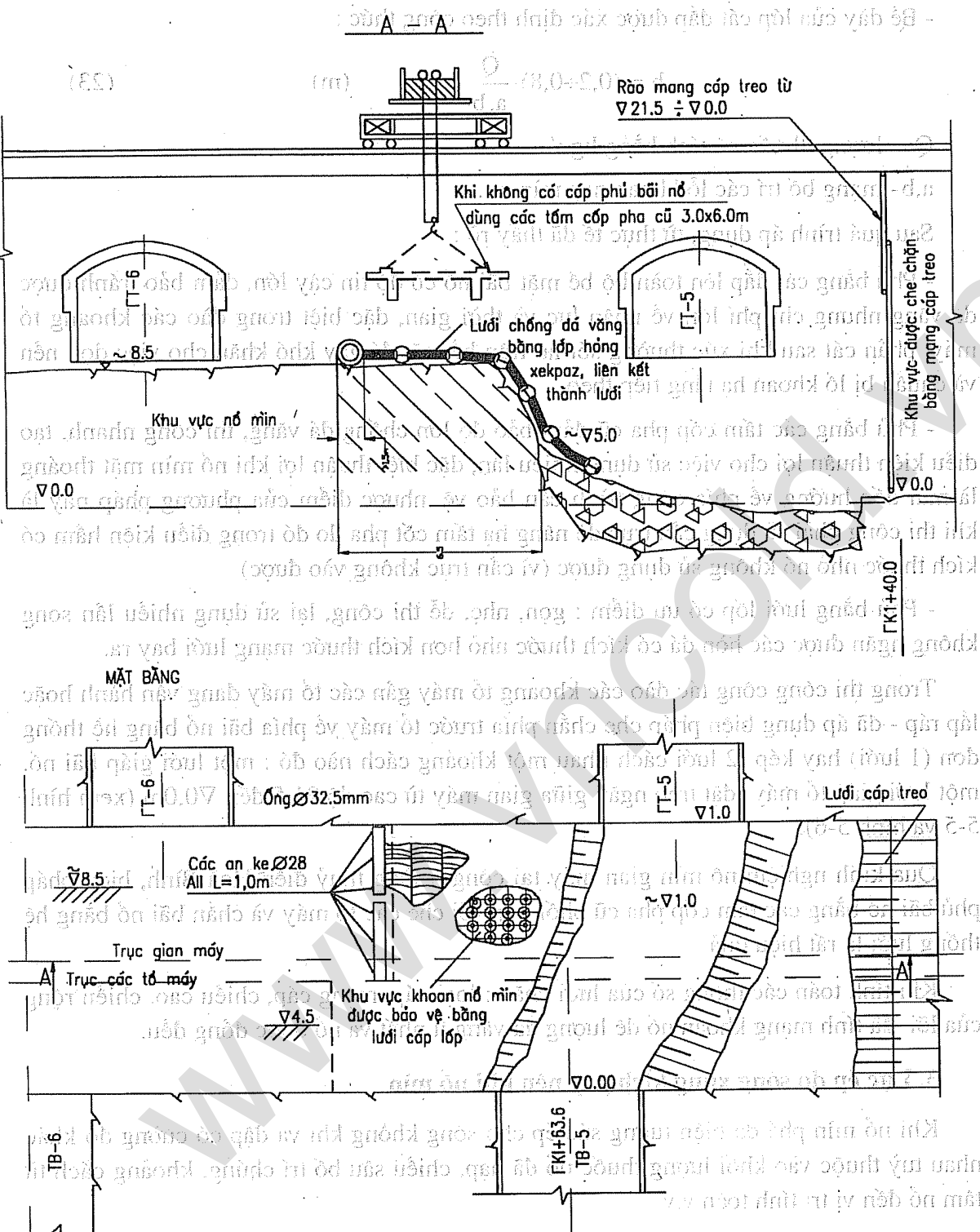
Biện pháp quan trọng đầu tiên là sử dụng các thông số khoan nổ hợp lý với việc phủ (đắp) bằng các vật liệu hoặc lưới lên khối đá cần nổ mìn.

Ngoài ra trong những trường hợp riêng có thể sử dụng biện pháp che, phủ một phần hay toàn bộ thiết bị bằng kết cấu tạm để chống hư hỏng do đá văng.

Trong công tác khoan nổ đào hệ thống công trình ngầm của nhà máy thủy điện Hoà Bình, đặc biệt trong gian máy đã sử dụng các biện pháp sau : phủ bề mặt bãi nổ bằng các tấm cốp pha cũ đã bị hư hỏng hoặc bằng lưới làm bằng hệ thống các lớp (lớp cũ bỏ đi của xe BeJIA3 hoặc KPA3). Một biện pháp phủ bề mặt bãi nổ thông dụng được áp dụng nhiều trong thời kỳ đào khoang tổ máy 2 bên cạnh tổ máy 1 đang lắp ráp là phủ bằng lớp cát. Khi đó thành phần hạt và bề dày lớp cát đắp được tính theo chỉ dẫn "Nổ mìn dưới lớp tải trọng đắp"



Hình 5-5. Khu vực nổ mìn trong vịnh khoang tổ máy N° 3, N° 4



Hình 5-6

- Bề dày của lớp cát đắp được xác định theo công thức :

$$h = (0,2 + 0,8) \frac{Q}{a \cdot b} \quad (m) \quad (23)$$

Q -- lượng thuốc nổ tính bằng kg ;

a, b- mạng bố trí các lỗ khoan nạp mìn, m.

Sau quá trình áp dụng, từ thực tế đã thấy rõ :

- Phủ bằng cát đắp lên toàn bộ bề mặt bãi nổ có độ tin cậy lớn, đảm bảo tránh được đá văng nhưng chi phí lớn về nhân lực và thời gian, đặc biệt trong đào các khoang tổ máy, phần cát sau khi xúc thường sót lại trên bề mặt đá gây khó khăn cho việc dọn nền và chuẩn bị lỗ khoan hạ tầng tiếp theo.

- Phủ bằng các tấm cốt pha cũ đảm bảo độ lớn chống đá văng, thi công nhanh, tạo điều kiện thuận lợi cho việc sử dụng nhiều lần, đặc biệt thuận lợi khi nổ mìn mặt thoáng là mái dốc hướng về phía công trình cần bảo vệ, nhược điểm của phương pháp này là khi thi công phải sử dụng cần trục để nâng hạ tấm cốt pha do đó trong điều kiện hầm có kích thước nhỏ nó không sử dụng được (vì cần trục không vào được)

- Phủ bằng lưới lớp có ưu điểm : gọn, nhẹ, dễ thi công, lại sử dụng nhiều lần song không ngăn được các hòn đá có kích thước nhỏ hơn kích thước mạng lưới bay ra.

Trong thi công công tác đào các khoang tổ máy gần các tổ máy đang vận hành hoặc lắp ráp - đã áp dụng biện pháp che chắn phía trước tổ máy về phía bãi nổ bằng hệ thống đơn (1 lưới) hay kép (2 lưới cách nhau một khoảng cách nào đó : một lưới giáp bãi nổ, một lưới giáp tổ máy) đặt treo ngăn giữa gian máy từ cao độ 21,5 đến 70,0m (xem hình 5-5 và hình 5-6).

Qua kinh nghiệm nổ mìn gian máy tại công trường thủy điện Hoà Bình, biện pháp phủ bãi nổ bằng các tấm cốt pha cũ phối hợp với che các tổ máy và chắn bãi nổ bằng hệ thống lưới là rất hiệu quả.

Khi tính toán các thông số của lưới chắn : loại cáp, mạng cáp, chiều cao, chiều rộng của lối đã tính mạng khoan nổ để lượng đá văng ít nhất và nổ được đồng đều.

3. Lực ép do sóng xung kích gây nên khi nổ mìn

Khi nổ mìn phá đá hiện tượng sức ép cho sóng không khí va đập có cường độ khác nhau tùy thuộc vào khối lượng thuốc nổ đã nạp, chiều sâu bố trí chúng, khoảng cách từ tâm nổ đến vị trí tính toán v.v.

Sóng không khí va đập có thể gây chết người và tác động lên công trình ở đối gần do xung của pha áp lực dương, có thể đạt giá trị cực đại của áp lực dư trong sóng. Điều kiện để xác định tác động của loại tác động này là đáng kể.

Khi tính toán áp lực dư của sóng không khí do nổ mìn với phương pháp nạp mìn lỗ khoan làm tơi đá có thể sử dụng công thức :

$$P = 0,53 k_{T.B} k_M (\sqrt[3]{Q_3 / r})^{1,5} \quad (24)$$

Trong đó :

$k_{T.B}$ - hệ số phụ thuộc vào tính chất cơ lý của đá :

Nhóm kiên cố của đá (CHuII)	IV	IV-V	V-VII	VIII-IX	X-XI
Hệ số $k_{T.B}$	0,4	0,6	1,0	1,2	1,6

Hệ số k_M tính đến sắc xuất xuất hiện điều kiện khí hậu không thuận lợi, phụ thuộc vào mùa trong năm và vào khoảng cách từ điểm quan sát đến vị trí tiến hành nổ mìn :

$r(m)$	≤ 200	200-2000	> 1000	
K_M	1,0	$0,067 \sqrt{r}$	3,0	mùa nóng
	1,0	$0,11 \sqrt{r}$	5,0	mùa lạnh

Theo quy phạm an toàn, thống nhất khoảng cách an toàn về tác dụng của sóng không khí và đập được xác định theo công thức :

$$r = k_{B.S} \cdot \sqrt{Q} \quad (25)$$

$$r = k_{B.S} \cdot \sqrt[3]{Q} \quad (26)$$

Q - khối lượng thuốc nổ tính bằng kg ;

$k_{B.S}$ - hệ số tỷ lệ, độ lớn của nó phụ thuộc vào điều kiện bố trí và khối lượng thuốc nổ, cũng như vào đặc trưng dễ hư hỏng của công trình cần bảo vệ, (tra bảng trong qui phạm).

Khi các điều kiện khác là như nhau, nếu hướng chuyển động của sóng không khí bị hạn chế và tập trung theo một hướng thì mức độ nguy hiểm là cao nhất. Những điều kiện như thế được tạo nên khi nổ mìn ở các gương hầm - sóng không chỉ được tập trung theo một phía của hầm mà phụ thuộc tiết diện ngang của hầm, Trong điều kiện đó độ lớn thực tế nạp thuốc mìn cần phải hiệu chỉnh với một hệ số nào đó để tỷ lệ giữa mật độ sóng và đập lan truyền trên diện tích chật hẹp là ít nhất.

Trong khi thi công phá các nút bê tông tam trong các hầm xả lũ số 1,2 bằng phương pháp khoan nổ, với điều kiện nổ mìn gần khe van ở hạ lưu ($r < 200m$) và hướng chuyển sóng chỉ về một phía (phía hạ lưu) theo giới hạn của tiết diện hầm đã sử dụng công thức tính độ lớn áp lực dư trong sóng theo công thức:

$$P_u = \left(3,27 \cdot \frac{Q_{m_y}}{S_{r,b} \cdot r} + 0,78 \sqrt{\frac{Q_{m_y}}{S_{r,b} \cdot n}} \cdot k \cdot r \cdot d_B \right), \quad (\text{MPa}) \quad (27)$$

Trong đó :

$S_{r,b}$ - diện tích thiết diện ngang của hầm, m² ;

m_y - hệ số biến đổi năng lượng thuốc nổ thành sóng không khí và đập, nó được lấy trong giới hạn 0,02-0,04 ;

k_m - hệ số khoan bề mặt vỏ hầm, được lấy trong giới hạn từ 0,02-0,06 ;

d_B - đường kính của hầm, m.

Qua thực tế thi công có thể rút ra kết luận : sóng va đập không khí trong nổ mìn hở chỉ có tác dụng đáng kể khi tính toán kiểm tra các kho chứa thuốc nổ hoặc bãi mìn có mái dốc hướng về phía công trình cần bảo vệ và khoảng cách tới nó gần. Trong xây dựng thủy công ngầm nó được đặc biệt chú ý khi nổ mìn gần các khe van đóng. Khi đó việc tính áp lực của sóng nổ là việc làm bắt buộc và nó là một thông số quan trọng quyết định lượng thuốc nổ tối đa cho phép trong gương hầm.

Bảng 5-10. Các biện pháp bảo vệ khi nổ mìn trong khoang tổ máy 3 và 4

TT	Đối tượng bảo vệ	Biện pháp bảo vệ	Chi phí vật liệu	Đơn vị thi công
1	Vùng tổ máy số 1	1. Làm hàng rào ngăn bảo vệ và gia cố cần trục 10T, che phần vòm của nó 2. Che vải bạt lên các thiết bị không chịu được bụi		Lắp máy 10 Ban vận hành
2	Trạm bơm ở ∇-7,2 giữa tổ máy 2 và 3	Phủ bằng các tấm cốp pha kim loại cũ kích thước 3,0x6,0	2 tấm	Công ty xây dựng thi công
3	Trạm bơm ở TH-4	Che chắn chỗ giao của TB-4 và gian máy : ở nền - bằng các tấm cốp pha 3x5m, ở vòm - bằng 2 lớp lưới thép 30x30mm	-2 tấm -S lưới=60m ²	Công ty xây dựng công trình ngầm
4	Gian máy (phá bãi nổ)	1. Phủ các khối nổ ở GK1+20÷GK1+40 bằng : + lưới thép ở 20÷50mm. + Phủ cát có chiều dày phủ ≥1,5m (khi có lưới cáp ở GK0+73 - dày ≥1,0m) 2. Nổ mìn lỗ nhỏ đào chỗ đào thiếu trong vòm tổ máy 3 - che bằng các tấm cốp pha thép cũ nối với nhau bằng cáp thép φ22mm	$S_{lưới}=300m^2$ $V_{cát}=450m^3$ Số tấm cốp pha : 10 cái $L_{cáp} = 150m$	- Công ty xây dựng ngầm - Công ty xây dựng thủy công

Quá trình đào thân gian máy từ PK 1+60 đến PK2+38,5 tầng có bề dày 8,5÷9 mét (từ cao độ 8,5 (9,0) đến cao độ 0,0) bằng khoan nổ mìn lỗ khoan $\phi 105\text{mm}$ đã được tiến hành trong điều kiện tổ máy 1,2 đang hoạt động, tổ máy 3 đang lắp ráp. Để đảm bảo an toàn tránh đá văng và chống va đập cho các tổ máy đã sử dụng các biện pháp phối hợp che chắn lưới và lựa chọn thông số nổ mìn hợp lý.

Các thông số nổ mìn đã được lựa chọn theo hướng giảm chi phí thuốc nổ đơn vị cho việc phá 1m^3 đá và bố trí mạng nổ để tránh đá văng về phía các tổ máy 1÷3 các chỉ tiêu kỹ thuật của các bãi nổ đã được sử dụng theo bảng số 5-11

Bảng số 5-11. Các chỉ tiêu kỹ thuật của các bãi nổ

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị đo	Các dạng khối nổ		
			a	b	c
1	Chiều dài khối nổ	m	6.5	8.0	6.7
2	Chiều rộng khối nổ	m	12.0	8.0	8.0
3	Chiều cao tầng	m	8.5	4.5	8.5
4	Thể tích bãi nổ	m^3	663	288	455
5	Số lượng lỗ khoan trong một hàng	lỗ	3	5	3
6	Chi phí khoan	m	162	100	135
7	Khối lượng nạp thuốc :				
	- Cho một lỗ khoan	kg	20	10	25
	- Cho một nhóm lỗ khoan	kg	60	50	75
	- Cho một khối	kg	360	200	375
8	Chi phí thuốc nổ đơn vị	kg/m^3	0,54	0,69	0,82

Do bãi nổ có chiều cao tầng lớn (4 đến 10m) và mái dốc tầng hướng về phía các tổ máy cần bảo vệ nên đã sử dụng biện pháp phủ bãi nổ và mái dốc tầng bằng lưới cáp lớp và chắn bằng các lưới cáp thép tại PK1+44 (xem hình 5-5). Tạo ranh giới cho tổ máy 3 và 2 đã tiến hành làm tấm chắn bằng thép tấm kín.

Lưới cáp lớp được làm bằng lớp ô tô KPA3 hỏng đường kính 1,1 mét nặng 50kg, các lớp được xếp sát nhau theo mạng ô vuông và liên kết với nhau nhờ cáp thép $\phi 12\text{mm}$. Cáp thép được bố trí theo mạng ô vuông, lớp được buộc vào lưới cáp nhờ thép kẹp vòng $\phi 8\div 12\text{A-I}$. Toàn bộ hệ lưới cáp- lớp được buộc vào một ống $\phi 325\times 8$ (một ống ở phía trên). Lưới đã làm tại xưởng cơ khí của công ty xây dựng công trình ngầm, được vận chuyển tới gian máy bằng ô tô và phủ lên bãi nổ nhờ một cần trục 10 tấn lắp trong gian máy. Tại bãi nổ lưới được cố định một đầu nhờ các an ke bê tông cốt thép.

Lưới cáp thép treo tại PK 1+44 được làm bằng cáp thép $\phi 12$ bố trí theo mạng ô vuông và được che kín bằng lưới thép $\phi 4$ mạng 10×10 cm. Lưới này gồm 2 lớp, treo cố định vào tường gian máy nhờ các an ke bê tông cốt thép.

Sau mỗi lần nổ mìn các lưới trên được gia cố, sửa chữa. Biện pháp che chắn trên đã đảm bảo an toàn tuyệt đối về đá văng cho các tổ máy 1,2,3 đang làm việc.

Về việc phá nút bảo vệ số 2 (PB-2) trong hầm thi công số 1 (CT-1) (xem hình 5-6)

Nút bảo vệ số 2 (PB-2) được xây dựng phía hạ lưu hầm CT-1. Nó có nhiệm vụ bảo vệ cho các công trình ngầm khu vực V15 trong trường hợp có sự cố van phao.

Nút PB-2 được xây dựng từ PK 5+42.5 đến PK5+48,5 (dài 6m) có tiết diện ngang là tiết diện của hầm thi công số 1 (xem hình 5-7). Nút PB-2 được làm bằng bê tông mác 200, cách van phao gần 200 mét, đoạn hầm này khô (chỉ có không khí và một ít nước ở đáy hầm).

Khi phá nút PB-2 bằng khoan nổ sẽ có ảnh hưởng tới van phao do tác dụng của địa chấn, sóng xung kích của không khí có thể đẩy van phao ra và nước ập vào công trình. Do đó việc phá nút PB-2 có ý nghĩa kỹ thuật rất lớn.

Trên cơ sở các công thức (27) đã tính được lượng thuốc mìn giới hạn của một cấp vi sai là 100kg. Từ đó đã phân chia nút PB-2 làm 11 khối nổ với tổng thể tích bê tông là 690m^3 .

Bảng 5-12. Đặc tính kỹ thuật của các khối nổ

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị đo	Khối										
			I,II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
1	Diện tích gương	m^2	32	40	44.5	43	41	16.4	25	25	25	25	
2	Chiều dài khối	m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
3	Thể tích khối nổ	m^3	64.3	80	89	86	82	32.8	50	50	50	50	
4	Chiều sâu lỗ mìn	m	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	
5	Hệ số sử dụng lỗ	η	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	
6	Tổng khối lượng thuốc nổ	kg	100	98	97	96	84	42	42	39	40	39	
7	Chi phí thuốc nổ đơn vị	kg/m^3	1.57	1.23	1.09	1.12	1.02	1.28	0.84	0.78	0.8	0.9	
8	Chi phí khoan đơn vị	m/m^3	2.46	1.92	2.00	2.0	1.88	2.18	1.43	1.33	1.7	1.33	
9	Chi phí kíp điện đơn vị	$\text{cái}/\text{m}^3$	1.1	0.87	0.91	0.89	0.86	1.28	0.84	0.78	1.0	0.78	
10	Sơ cấp vi sai	cấp	5	4	6	6	4	5	4	4	6	7	

Việc nổ thành công nút bảo vệ ПБ-2 theo sơ đồ phân gương nói trên đã đảm bảo an toàn cho van phao, đó là một kinh nghiệm quý báu.

IV. CÔNG TÁC ĐỊA VẬT LÝ TRONG QUÁ TRÌNH THI CÔNG HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH NGẦM

Trong quá trình khảo sát, thiết kế và thi công công trình ngầm thủy điện Hoà Bình đã sử dụng rất phổ biến các phương pháp địa vật lý, đo siêu âm trong các lỗ khoan để khảo sát địa chất trong khối Trại Nhân, carôta lỗ khoan trong quá trình khảo sát và thi công khoan phụt nền đập đất đá đổ, đo siêu âm nghiên cứu tính chất cơ lý của đá, ...

Bằng phương pháp siêu âm đã tiến hành nghiên cứu quy luật, hình dạng phát triển của các phá huỷ kiến tạo trong các hầm khảo sát có kích thước nhỏ (2x2 và 3x3m).

Trong giai đoạn thi công các đường hầm có kích thước lớn, nghiên cứu siêu âm có nhiệm vụ chủ yếu là phân tích quy luật phát triển của đới đỡ tải tạo lên bởi các yếu tố địa chất và công nghệ thi công; mức độ sụt lở trong quá trình thi công. Với công tác khoan nổ, nghiên cứu địa vật lý bằng phương pháp ghi sóng các vụ nổ nhằm xác định tác động địa chấn của vụ nổ để xác định trọng lượng mìn an toàn cho các công trình cần bảo vệ.

Nhiệm vụ cụ thể của công tác siêu âm trong giai đoạn thi công các đường hầm còn nghiên cứu trạng thái ứng suất của khối đá, quy luật hình thành và phát triển các đới đá yếu xung quanh công trình ngầm. Kết quả của công tác này làm cơ sở để hiệu chỉnh các thiết kế gia cố, công nghệ thi công.

1. Nghiên cứu địa vật lý :

1.1. Thiết bị nghiên cứu :

Máy đo siêu âm C-70 dựa trên cơ sở máy kiểm tra dây cáp P-5-5 do Liên Xô sản xuất có gắn máy ảnh chuyên dụng "CMSH-8M". Máy C-70 cho phép đo thời gian truyền sóng có độ chính xác tới $0,5 \div 1,0 \mu s$. Hệ cực (dôn) lỗ khoan là hệ thống 7 đất trích, mỗi đất trích cách nhau 10cm. Trong đất trích có tinh thể muối xê nét kích thước 20x20x20mm hoặc 16x16x16mm với tần số dao động riêng từ 70-85 KHz hoặc tinh thể gốm titanát bazi hình trụ dày 16mm.

Cáp điện nối máy với hệ cực là hệ thống cáp vô tuyến PK-2-II-50. Dịch chuyển dôn trong các lỗ khoan nhờ các thanh sắt $\phi 10-15mm$ dài 2m, trên có đánh dấu mét. Các đất trích được áp sát vào thành lỗ khoan nhờ bộ áp chặt bằng hơi.

1.2. Phương pháp đo :

a. Công tác ở hiện trường :

Đo siêu âm trong tường các hầm theo phương pháp mặt cắt dọc có bước dịch chuyển các dôn là 0,5m. Đo từ miệng tới đáy lỗ khoan. Mỗi vị trí của dôn tiến hành đo theo hệ thống quan sát biểu đồ thời khoảng gặp nhau (phát ở đất trích thứ 1) lần lượt thu ở các đất trích còn lại, sau đó phát ở đất trích thứ 7 lần lượt thu ở các đất trích còn lại, gặp vị trí đá xấu, nút nẻ mạnh tiến hành phát thêm ở đất trích thứ 4 thu ở các đất trích còn lại về 2 phía theo hình vẽ quạt.

Toàn bộ chiều dài lỗ khoan tiến hành kéo dôn đo theo hệ thống biểu đồ thời khoảng gặp nhau dưới.

Tài liệu chụp được mang về trong phòng tráng phim để nghiên cứu.

b. Chính lý tài liệu ở trong phòng :

- Tính thời gian trung bình giữa 2 đất trích liền nhau của vận tốc truyền sóng dọc và ngang theo công thức :

$$\bar{\Delta t}_{tp} = \frac{\bar{\Delta t}_{tp} + \bar{\Delta t}_{tp}}{2} \quad (28)$$

$$\bar{\Delta t}_{ts} = \frac{\bar{\Delta t}_{ts} + \bar{\Delta t}_{ts}}{2}$$

- Tính vận tốc sóng dọc và ngang theo công thức :

$$V = \frac{\Delta l}{\Delta t} \quad (29)$$

- Tính trung bình lần lượt 11 điểm, 15 điểm của sóng dọc và ngang :

$$t_{p\Sigma} = \sum_{i=2}^n \bar{\Delta t}_{p_i} \quad (30)$$

$\bar{\Delta t}_{p_i}$ - là thời gian trung bình của sóng dọc tọa độ siêu âm thứ i.

- Lập đường cong phân phối xác suất của sóng dọc;

- Tính giá trị vận tốc sóng dọc theo công thức :

$$V_{pd} = \frac{\sum \Delta h_d}{\sum \bar{\Delta t}_{pd}} \quad (31)$$

$\sum \Delta h_d$ - là toàn bộ khoảng cách của đối đo ;

$\sum \bar{\Delta t}_{pd}$ - là tổng cộng thời gian trung bình sóng truyền trong đối đo.

- Xác định độ dày các đối :

- + Độ dày đối mềm yếu R_0 : theo biểu đồ thời gian thẳng đứng ;
- + Độ dày đối phá huỷ kiến tạo và đối dỡ tải : xác định trên đường cong vận tốc đã được lấy trung bình;

- Đới phá huỷ kiến tạo RP3P có vận tốc trung bình $V_p < 4 \text{ km/s}$;
- Đới đỡ tải RP lấy theo đường cong tiệm cận với đô thị vận tốc.

Theo kết quả đo, mức độ bảo toàn của đá được phân chia theo các nhóm của giá trị vận tốc sóng dọc như sau :

- (1) $V_p < 4 \text{ km/s}$ - nhóm đá bị phá huỷ ;
- (2) $4 \leq V_p \leq 5,5 \text{ km/s}$ - nhóm đá bị nứt nẻ ;
- (3) $5,5 \leq V_p \leq 6,0 \text{ km/s}$ - nhóm đá nguyên vẹn, nứt nẻ yếu ;
- (4) $V_p > 6 \text{ km/s}$ - nhóm đá nguyên khối hoặc đá cứng bị nén ép.

1.3. Kết quả công tác :

Theo mức độ khai đào các công trình ngầm trong các năm 1987, 1988, 1989 đã tiến hành nghiên cứu địa vật lý ở các hầm, gian máy, gian biến thế các hành lang dẫn điện, các hầm dẫn nước vào ...

Trong gian máy và gian biến thế đã lập được mặt cắt địa vật lý - địa chất ở tường trên các cao độ $\nabla 19$; 15 ; 11 ; khoang các tổ máy 1 và 2. Trên đó phân chia đá theo vận tốc sóng dọc V_p dựa trên cơ sở của địa chất công trình.

Thường : $R_{p3p} \leq R_o < R_p$

Theo kết quả đo siêu âm trong lỗ khoan đã nhận được các trường hợp sau :

a. Vị trí của lỗ khoan so với nền hầm (xem hình 5-7) :

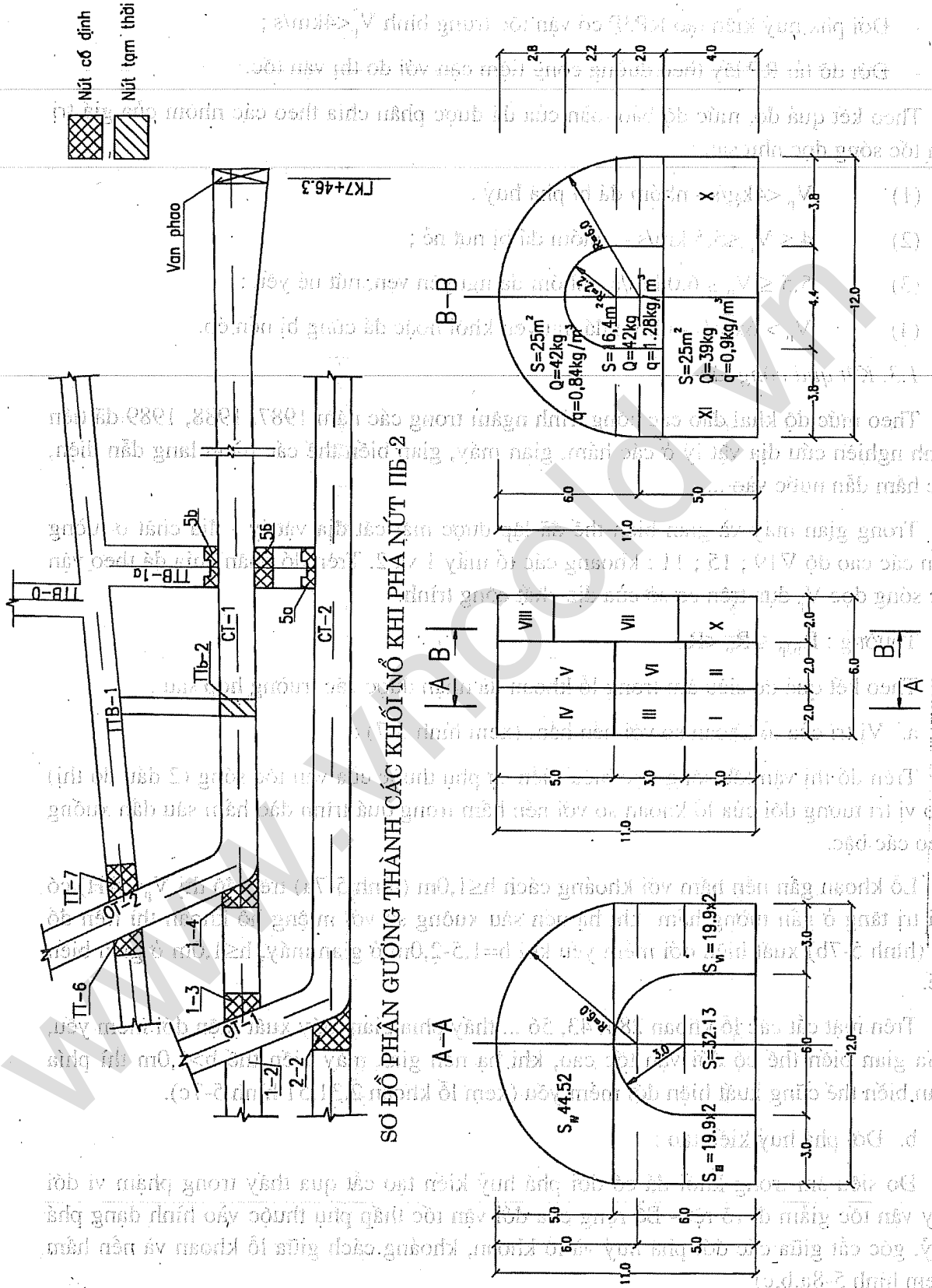
Trên đồ thị vận tốc sóng dọc biểu diễn sự phụ thuộc của vận tốc sóng (2 đầu đồ thị) vào vị trí tương đối của lỗ khoan so với nền hầm trong quá trình đào hầm sâu dần xuống theo các bậc.

Lỗ khoan gần nền hầm với khoảng cách $h \leq 1,0 \text{ m}$ (hình 5-7a) trên đồ thị $V_p = f(H)$ có giá trị tăng ở gần tường hầm, khi hạ nền sâu xuống so với miệng hố khoan thì trên đồ thị (hình 5-7b) xuất hiện đới mềm yếu khi $h = 1,5 - 2,0 \text{ m}$ ở gian máy, $h \leq 1,0 \text{ m}$ ở gian biến thế.

Trên mặt cắt các lỗ khoan 284, 43, 56 ... thấy phía gian máy xuất hiện đới mềm yếu, phía gian biến thế có đới vận tốc cao, khi hạ nền gian máy biến thế $h > 1,0 \text{ m}$ thì phía gian biến thế cũng xuất hiện đới mềm yếu (xem lỗ khoan 2,31,51 hình 5-7c).

b. Đới phá huỷ kiến tạo :

Đo siêu âm trong khối đá có đới phá huỷ kiến tạo cắt qua thấy trong phạm vi đới này vận tốc giảm đi rõ rệt - Bề rộng của đới vận tốc thấp phụ thuộc vào hình dạng phá huỷ, góc cắt giữa các đới phá huỷ và lỗ khoan, khoảng cách giữa lỗ khoan và nền hầm (xem hình 5-8a,b,c)



Nút cố định
Nút tạm thời

SỐ ĐỒ PHÂN GIỚI THÀNH CÁC KHỐI NỔ KHÍ PHÁ NÚT P1B-2

Hình 5-7. Bố trí các nút hãm trong 2 hãm xả lũ thi công

c. Sự phụ thuộc của kích thước đới mềm đến nền hầm theo chiều cao. Sự phụ thuộc này có tính quy luật trong đới đá nguyên vẹn, đới khe nứt bậc V, đới gabrô diabaz.

Qua kết quả đo lập được đồ thị liên hệ giữa độ dày đới mềm yếu R_0 với độ cao h ở phía tường thuộc hạ lưu gian máy (xem hình 5-9a).

- Với đá bảo toàn (nguyên vẹn) có R_0 tăng bắt đầu từ $h \geq 1m$. Khi h tăng đến $1,5 \div 16m$ thì ổn định dần.

- Với đá trong đới khe nứt kiến tạo (hình 5-9b) : khi $h \leq 0,5m$ thì R_0 tăng, khi $h \geq 1m$ R_0 không vượt quá $10,5m$ (tường hạ lưu) và $6,0m$ (tường thượng lưu). Trong các lỗ khoan nằm bằng và dưới đáy nền hầm thì không thấy đới mềm yếu ($R_0=0$), xem đồ thị ở các lỗ khoan : 12-H-U, 28-H, 43, 50, 53, 57, 55 ...

Từ kết quả trên có kết luận sau : khi tăng h , thì R_0 tăng nhưng đến mức độ nhất định rồi không tăng nữa (ổn định) giá trị R_0 ổn định phụ thuộc vào nhiều yếu tố nhưng sự khác nhau của chúng trong các tường thượng và hạ lưu gian máy là rất rõ rệt : tường thượng lưu có R_0 nhỏ hơn 1,7 lần so với tường hạ lưu (với đá trong khe nứt kiến tạo). Trong khối đá bảo toàn tường hạ lưu có $R_0 \geq 1,25$ lần tường thượng lưu.

d. Đo lập siêu âm :

Để kiểm tra sự phát triển của đới đỡ tải theo thời gian và quá trình đào gian máy, gian biến thể đã tiến hành đo lập siêu âm ở các lỗ khoan : 21-H, 28-H, 62-H, 64-H, 99-H, 107-H.

Kết quả đo lập siêu âm từ các lỗ khoan trên cho phép đi đến kết luận sau :

- Ở hầu hết các lỗ khoan đo siêu âm thấy có sự phụ thuộc của đới R_0 vào h (từ lỗ khoan 138-H : không tăng mà R_0 chỉ có ở gần tường hầm).

- Đỡ tải trong khối đá giữa tường gian máy và gian biến thể xảy ra trong quá trình dài và vận tốc sóng dọc V_p giảm theo thời gian.

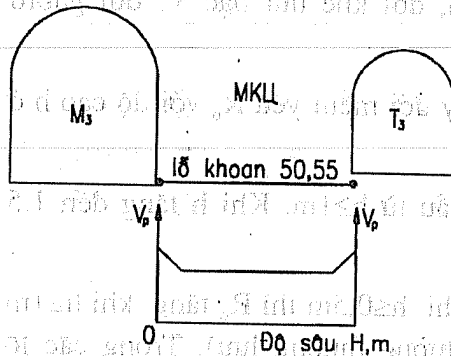
- Qua 26 tháng với 18 chu kỳ đo từ ngày 20-4-1987 đến 6-1989 ở lỗ khoan (21-H) cho thấy khối đá giữa tường gian máy và gian biến thể có đặc trưng quá trình đỡ tải mạnh mẽ, sau đó đã ổn định.

- Quá trình đỡ tải mạnh mẽ nhất xảy ra ở phần giữa các khối (cao độ 11m, 15m) và ít hơn là ở các cao độ gần vòm ($\sqrt{22,17} \div \sqrt{26,25}$).

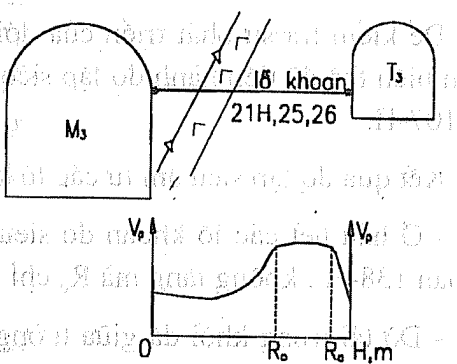
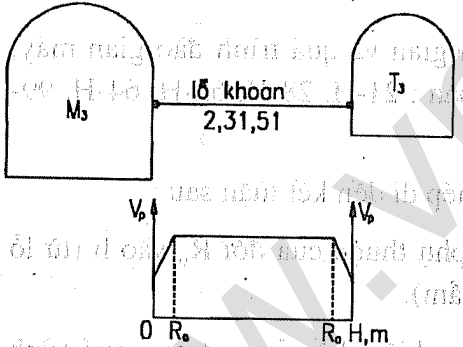
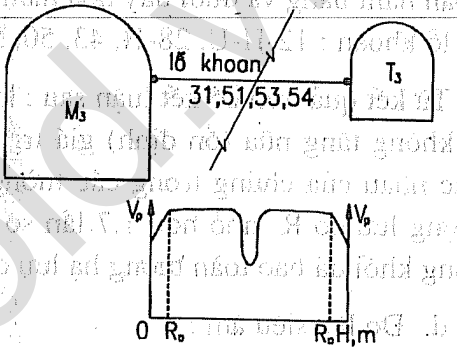
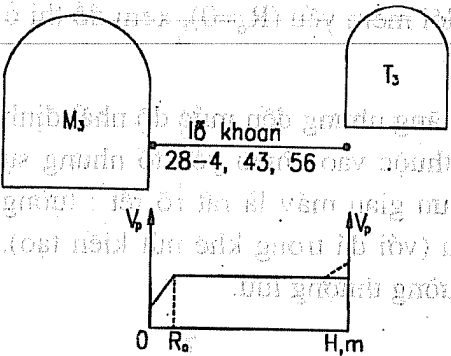
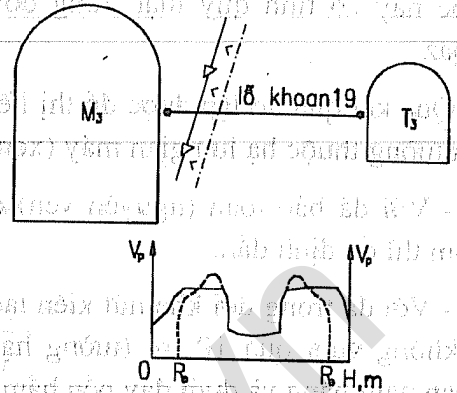
1.4. Kết luận :

Nghiên cứu địa vật lý trong quá trình đào hầm cho thấy : kích thước và sự phát triển của đới mềm yếu R_0 phụ thuộc vào nhiều yếu tố, nhưng đáng chú ý hơn cả là các yếu tố: sự tác động của địa chấn do nổ mìn, giảm tải và thời gian.

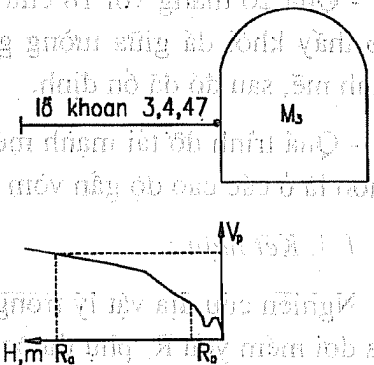
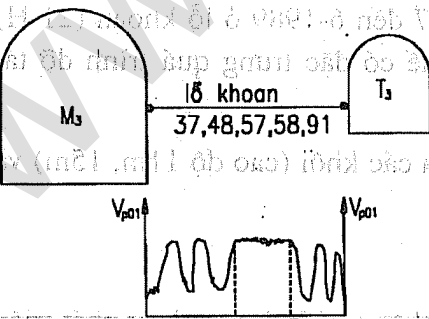
I- Liên hệ giữa vị trí lỗ khoan và nền của lò



II- Liên hệ mặt cắt địa chất - cơ phá hủy

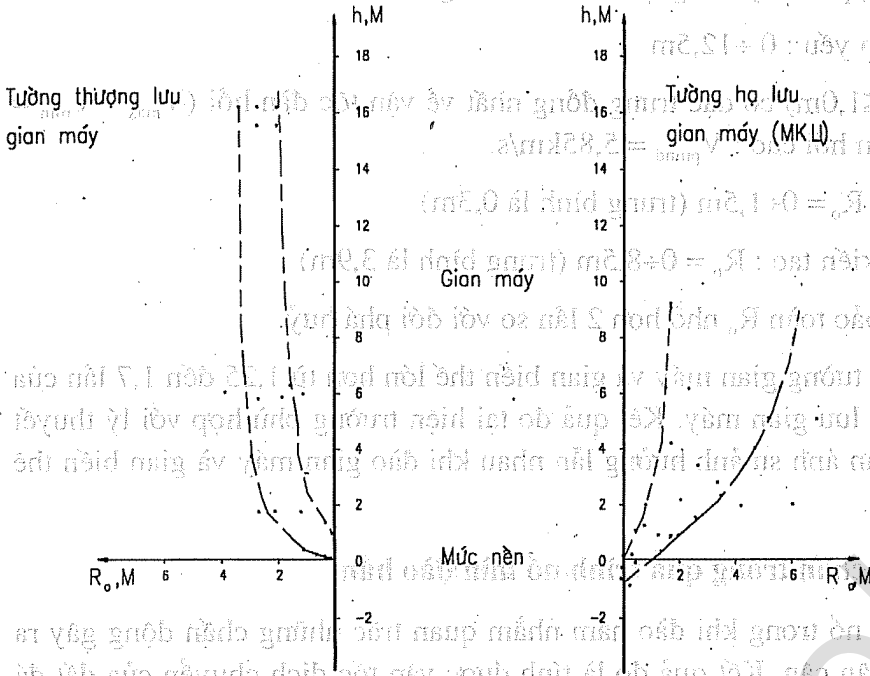


III- Ảnh hưởng do tải



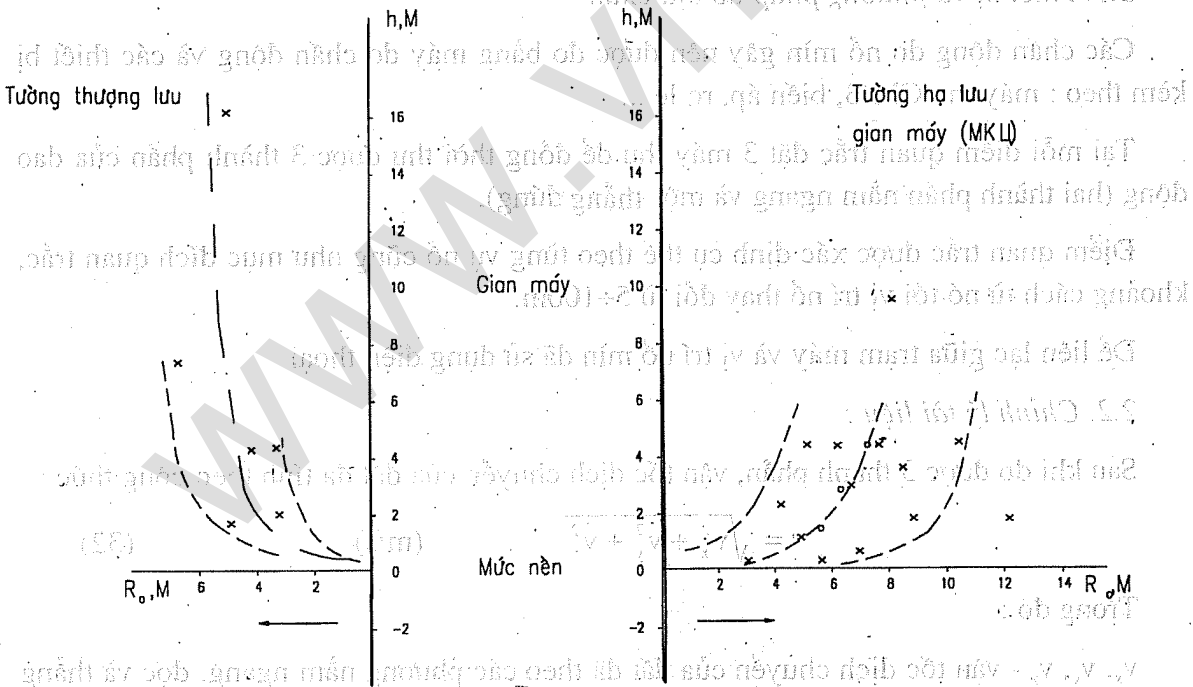
Hình 5-8. Các dạng mặt cắt, vận tốc của đất đá ở công trình Hòa bình và nguyên nhân xác định chúng

a. Những ống đỡ bảo toàn



Hình 5-9a. Kích thước ống đỡ mềm yếu R_0 phụ thuộc vào độ cao h

b. Ống đỡ nứt kiến tạo bậc V và đai gabrô – Đeo bazơ



Hình 5-9b. Kích thước ống đỡ mềm yếu R_0 phụ thuộc vào khoảng cách từ hố khoan tới nền lò

Kích thước đới đá bị phá huỷ xung quanh các đường hầm từ 0÷4,3m.

Kích thước đới mềm yếu : 0 ÷12,5m

"Đới trước nền" ($h \leq 1,0\text{m}$) có đặc trưng đồng nhất về vận tốc đàn hồi ($V_{\max} - V_{\min} = 0,65\text{km/s}$) và có tính đàn hồi cao : $V_{\text{pmnd}} = 5,85\text{km/s}$.

Trong đá bảo toàn : $R_o = 0 \div 1,5\text{m}$ (trung bình là 0,3m)

Trong đới phá huỷ kiến tạo : $R_o = 0 \div 8,5\text{m}$ (trung bình là 3,9m)

Như vậy trong đới bảo toàn R_o nhỏ hơn 2 lần so với đới phá huỷ.

R_o của khối đá giữa tường gian máy và gian biến thế lớn hơn từ 1,25 đến 1,7 lần của khối đá ở tường thượng lưu gian máy. Kết quả đo tại hiện trường phù hợp với lý thuyết và các tính toán, nó phản ánh sự ảnh hưởng lẫn nhau khi đào gian máy và gian biến thế song song và cạnh nhau.

2. Nghiên cứu địa chấn trong quá trình nổ mìn đào hầm

Đo địa chấn các vụ nổ trong khi đào hầm nhằm quan trắc những chấn động gây ra do nổ mìn ở các điểm lân cận. Kết quả đo là tính được vận tốc dịch chuyển của đất đá do ảnh hưởng của nổ mìn, qua đó kiểm tra và đưa ra các số liệu hiệu chỉnh các thông số nổ mìn đã được tính toán trong thiết kế, nhằm hạn chế tới mức tối đa các ảnh hưởng của nổ mìn đến các công trình đã và đang xây lắp cần được bảo vệ.

2.1. Thiết bị và phương pháp đo địa chấn

Các chấn động do nổ mìn gây nên được đo bằng máy đo chấn động và các thiết bị kèm theo : máy thu CM-3, biến áp, rơ le ...

Tại mỗi điểm quan trắc đặt 3 máy thu để đồng thời thu được 3 thành phần của dao động (hai thành phần nằm ngang và một thẳng đứng).

Điểm quan trắc được xác định cụ thể theo từng vụ nổ cũng như mục đích quan trắc, khoảng cách từ nó tới vị trí nổ thay đổi từ 5÷100m.

Để liên lạc giữa trạm máy và vị trí nổ mìn đã sử dụng điện thoại

2.2. Chính lý tài liệu :

Sau khi đo được 3 thành phần, vận tốc dịch chuyển của đất đá tính theo công thức :

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} \quad , \quad (\text{m/s}) \quad (32)$$

Trong đó :

v_x, v_y, v_z - vận tốc dịch chuyển của đất đá theo các phương nằm ngang, dọc và thẳng đứng.

2.3. Kết quả đo được :

Qua kết quả ghi nổ của các vụ nổ từ năm 1987, 1988 trong hệ thống công trình ngầm khi đào phân vòm cũng như hạ nền, trong đó chủ yếu là trong gian biến thế và gian máy đã tiến hành kiểm tra kết quả tính theo công thức lấy trong "Quy phạm kỹ thuật tiến hành công tác nổ mìn trong xây dựng năng lượng "Nhà xuất bản Năng lượng - Mát-xcơ-va 1972 . Công việc này được tiến hành theo từng quý của các năm. Kết quả là trong "Điều kiện kỹ thuật để tiến hành công tác khoan nổ trong gian máy và các giếng đào lân cận khi vận hành tổ máy 1 và 2" Hoà Bình 1989 đã đưa ra công thức tính lượng thuốc nổ an toàn cho một cấp vị sai như sau :

$$Q = \left(\frac{v_{cp}}{k} \right)^{\beta} \cdot R^3 \quad (\text{kg}) \quad (33)$$

Trong đó :

v_{cp} - vận tốc dịch chuyển cho phép, cm/s ;

R - khoảng cách từ điểm đo tới vị trí nổ mìn, m ;

k - hệ số phụ thuộc vào điều kiện địa chất, lấy theo bảng ;

β - Hệ số phụ thuộc vào khoảng cách từ vị trí nổ đến điểm bảo vệ :

khi $R \leq 50\text{cm}$ thì $\beta = 2$;

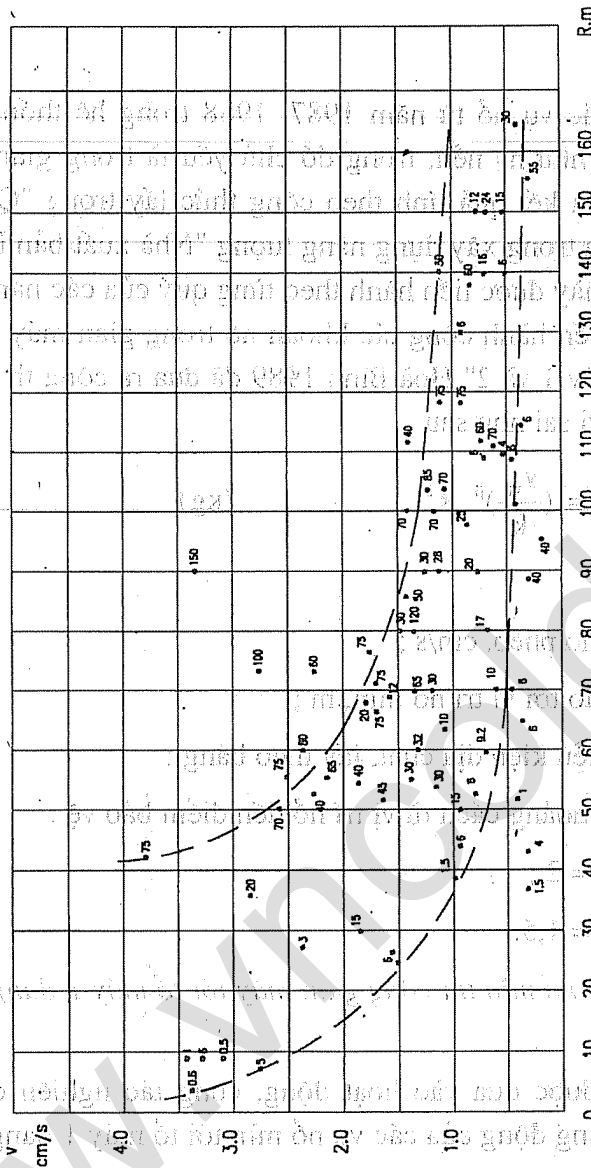
khi $R > 50\text{cm}$ thì $\beta = 1,5$.

2.4. Ảnh hưởng của các vụ nổ mìn thi công gian máy tới tổ máy 1 đang làm việc và các thiết bị của nó :

Năm 1989 tổ máy 2 đã được đưa vào hoạt động, công tác nghiên cứu địa chấn nhằm mục đích kiểm tra tác dụng động của các vụ nổ mìn tới tổ máy 1 đang làm việc và các thiết bị điện của nó.

Trong thời kỳ này khối lượng công tác chủ yếu là kiểm tra tác động địa chấn đến khu vực tổ máy 1. Thực tế đã ghi lại tất cả các vụ nổ được tiến hành trong gian máy và các hầm lân cận gian máy. Như vậy đã kiểm tra quá trình đào khoang tổ máy 4 và 3, đào lối thông số BII-2,3,4 được bố trí cách tổ máy trên khoảng 9 mét và lớn hơn, các hành lang dẫn điện III-3, 4, 5, 6, 7, 8, giếng van số 2 (43 mét tới gian biến thế) các hầm xả OT-2, OT-3 và các ống hút OTC-3 ...

Kết quả đo ngay trong ngày được thông báo tới các đơn vị có liên quan (bảng văn bản hoặc điện báo) để hiệu chỉnh các thông số khoan nổ.



Hình 5-10. Phân bố giá trị của V theo khoảng cách R và khối lượng thuốc nổ trong một nhóm vi sai (số các điểm, kg). Đường nét đứt giới hạn giá trị có tần suất 90%

Hàng loạt các quan trắc chuyên ngành đã tiến hành nghiên cứu dòng điện tần mạn trong tổ hợp ngầm và xác định tác động địa chấn đến các biến thể (fa" c") của tổ máy 1 và các tủ bảo vệ có rơ le.

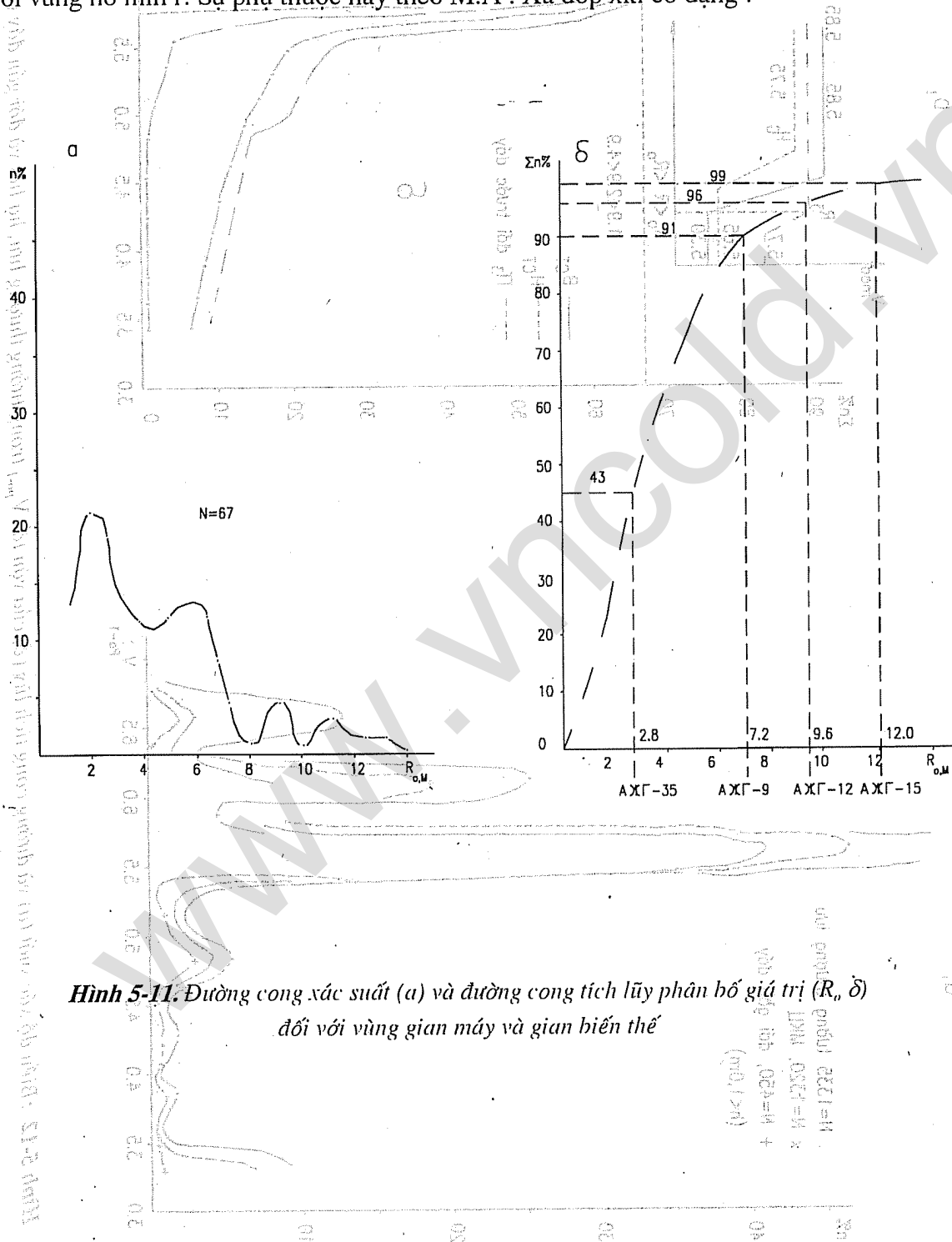
Theo kết quả đo được đã lập đồ thị (xem hình 5-10; 5-11; 5-12 và 5-13) quan hệ của giá trị vận tốc dao động v vào khoảng cách R với độ lớn khối lượng thuốc nổ của một nhóm vi sai của từng vụ nổ.

Theo quy định của Viện Thiết kế thủy công Liên Xô, vận tốc dịch chuyển cho phép tại trục tổ máy đang hoạt động và móng của các thiết bị điện là $V_{ef} = 3\text{cm/s}$.

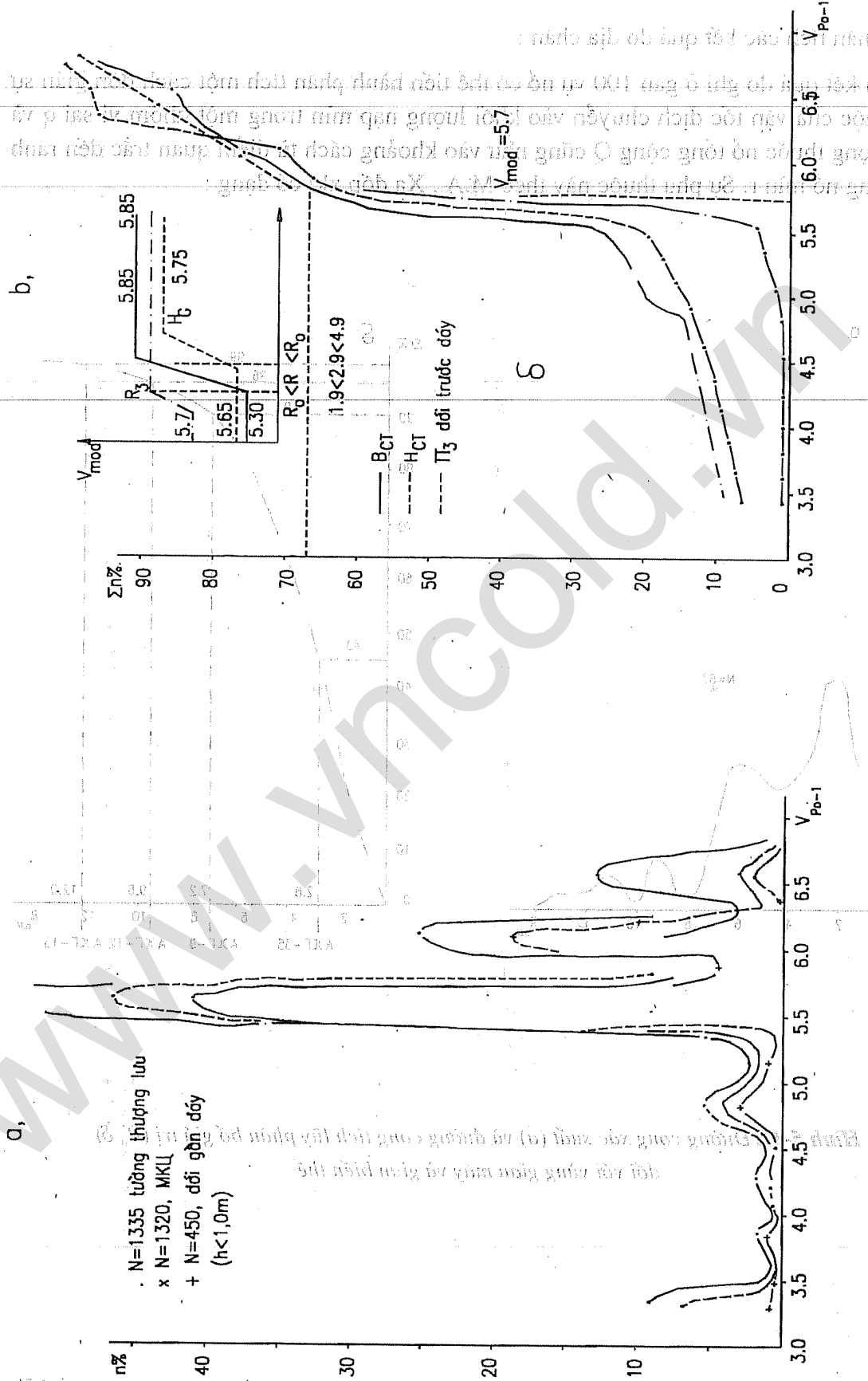
(Đối với các rơ le lắp trong các tủ bảo vệ có rơ le thì thành phần thẳng đứng cho phép của gia tốc là $\alpha_{c,f} = 981\text{ cm/s}^2$ tức là xấp xỉ bằng 1 g - gia tốc trọng lượng).

* Phân tích các kết quả đo địa chấn :

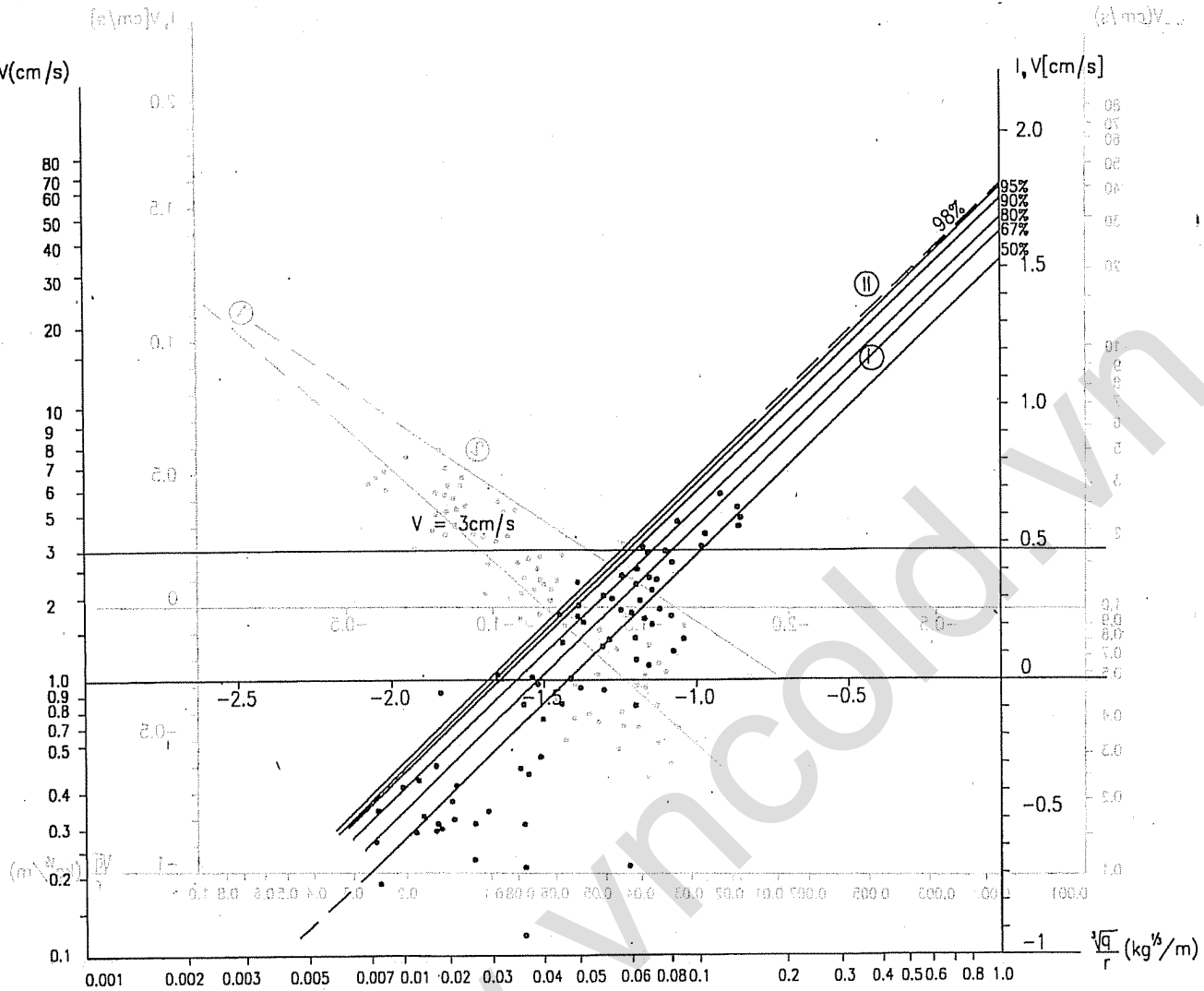
Với kết quả đo ghi ở gần 100 vụ nổ có thể tiến hành phân tích một cách đơn giản sự phụ thuộc của vận tốc dịch chuyển vào khối lượng nạp mìn trong một nhóm vi sai q và khối lượng thuốc nổ tổng cộng Q cũng như vào khoảng cách từ điểm quan trắc đến ranh giới vùng nổ mìn r. Sự phụ thuộc này theo M.A. Xa đốp xki có dạng :



Hình 5-11. Đường cong xác suất (a) và đường cong tích lũy phân bố giá trị ($R_{0, \delta}$) đối với vùng gian máy và gian biển thể



Hình 5-12 : Biểu đồ xác suất (a) và đường cong tích lũy (δ) của vận tốc V_{Po-1} trong tương thường lưu, hạ lưu và đối gòn dầy ($h < 1.0m$);
 b. Tổng hợp mô đun thống kê ở tương thường lưu và hạ lưu gian máy



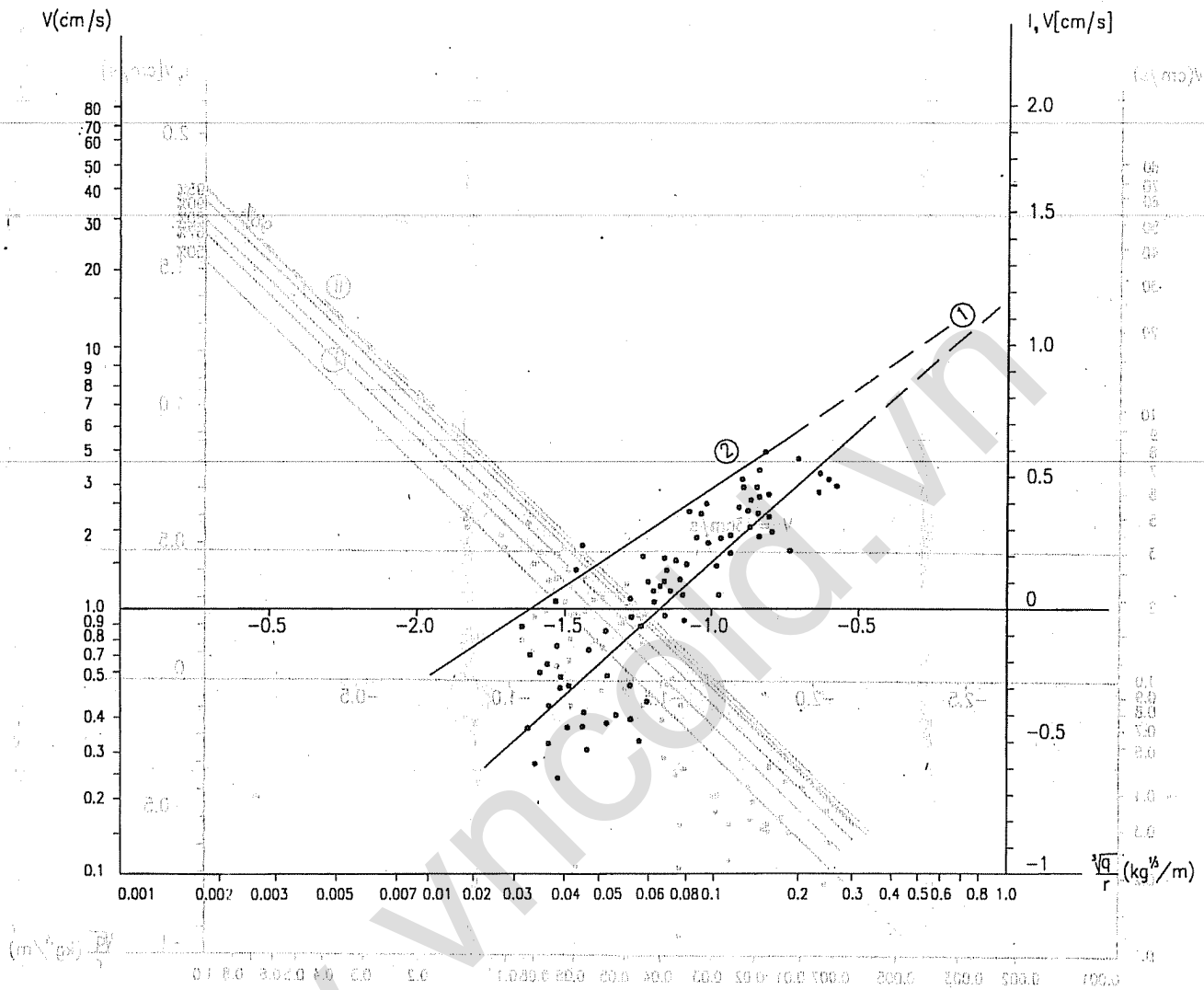
— Đường I (trung bình) có phương trình:

$$\lg v = 1,063 \lg 3 \sqrt{\frac{\sqrt{Q}}{r}} + 1,505$$

— Đường II có phương trình:

$$\lg v_{\max} = 1,063 \lg 3 \sqrt{\frac{\sqrt{Q}}{r}} + 1,82$$

Hình 5-13: Quan hệ của giá trị vận tốc V vào khoảng cách r và với khối lượng thuốc nổ



– Đường 1 có phương trình :

$$\textcircled{1} \lg v = 0,975 \lg \sqrt[3]{\frac{\sqrt{Q}}{r}} + 1,146$$

– Đường 2 có phương trình :

$$\textcircled{2} \lg v_{\max} = 0,938 \lg \sqrt[3]{\frac{\sqrt{Q}}{r}} + 1,50$$

Hình 5-14 : Quan hệ của giá trị vận tốc V vào khoảng cách r và với khối lượng thuốc nổ

$$v = k \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r}\right)^\gamma \quad (34)$$

Trong đó:

k - hệ số phụ thuộc vào cường độ tác động địa chấn ($\frac{cm}{s}$);

$\left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r}\right)$ - khối lượng thuốc nổ dẫn dùng ($kg^{1/3}/m$);

γ - hệ số sát dần của năng lượng sóng.

Lôgarit hoá 2 vế của (34) ta có:

$$\lg v = \gamma \lg \left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r}\right) + \lg k \quad (35)$$

Trên hình (5-13), (5-14) biểu diễn kết quả phân tích so sánh các mối quan hệ nêu

trên $v = f\left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r}\right)$ và $v = f\left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r}\right)$ bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất.

Trong trường hợp đầu, mối tương quan so sánh được lập là:

$$\lg v = 1,063 \lg \left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r}\right) + 1,505 \quad (36)$$

sai số của tỷ số so sánh phụ thuộc vào độ lớn $\left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r}\right)$ được thay đổi trong vòng từ 0,03 đến 0,08. Độ lớn vận tốc là một hàm lũy thừa.

$$v = 32 \left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r}\right)^{1,063} \quad (37)$$

được xác định với độ chính xác từ 15% (khi giá trị trung bình $\left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r}\right) = 0,038$ đến

35% (khi $\left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r}\right) = 0,01$ và 0,1).

Tương tự với khối lượng thuốc nổ tổng cộng một đợt nổ Q :

$$\lg v = 0,975 \cdot \lg \left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r}\right) + 1,146 \quad (38)$$

$$v = 14 \left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r}\right)^{0,975} \quad (39)$$

Vì khi tính toán lượng thuốc nổ cho một nhóm vi sai là thông số chủ yếu do đó có thể coi phương trình (35) và (36) là các cơ sở để tính độ lớn kỳ vọng trung bình tác động đến tổ máy 1 và các thiết bị, (v_{ii}) phụ thuộc vào q và r , độ phụ thuộc này trong khoảng $0,6 \leq q \leq 120\text{kg}$; $9 \leq r \leq 120$ khi nổ mìn trong gian máy và các hầm lân cận nó.

Phương trình (35) và (36) cho thấy khi $v=v_{ii}$ (tính toán) thì giá trị trung bình độ lớn tác động lớn nhất. Trong các trường hợp đã cho, quan hệ này có tác suất 50% nghĩa là độ lớn vận tốc đo được ở các độ lớn đã cho của khối lượng thuốc nổ dẫn dùng không vượt quá giá trị v_{ii} . Đường cong bên trên ứng với tác suất 98% tức là v_j không vượt quá độ lớn v_{ii} được tính toán theo công thức.

$$\lg v_{98\%} = 1,063 \cdot \lg \left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r} \right) + 1,82 \quad (40)$$

Trên hình các chấm nhỏ biểu diễn giá trị của v đo được trước đây trong các công trình ngầm khác nhau khi nổ mìn lớn $Q \geq 380\text{kg}$ và $q \geq 120\text{kg}$. Rõ ràng rằng đường cong nhận được đối với các hầm nằm gần gian máy và gian biển thể có các điểm nằm cao hơn, khi mà khối lượng thuốc nổ nằm trong giới hạn $q \leq 120\text{kg}$ còn $Q \leq 380\text{kg}$ thì với khối lượng thuốc nổ dẫn dùng khác nhau trong trường nổ mìn khối tác động cơ học tỏ ra cao hơn. Điều đó có thể giải thích theo 2 nguyên nhân: thứ nhất, bởi sự khác nhau về điều kiện lan truyền sóng. Khi nổ mìn gian máy trong thời kỳ tổ máy 1 đang vận hành có sự ảnh hưởng như màn chắn sóng của các hầm nằm trên đường truyền sóng và của mức độ không đồng nhất địa chất - giảm tải (các cấp khe nứt khác nhau, các đai, đặc biệt ở trường hạ lưu), của các khối bê tông lớn xung quanh tổ máy 1 và 2 do đó làm giảm nhanh năng lượng sóng; Thứ hai, khi nổ mìn khối trước đây được tiến hành trong gian máy có thể có sự tác động phối hợp của các nhóm sóng từ các nhóm nổ vi sai, khi đó sẽ dẫn đến sự tác động cộng hưởng.

Trên cơ sở các tài liệu thực tế đã xây dựng đồ thị quan hệ dạng:

$$\left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r} \right)_{\text{chophép}}^p = f(p\%) \quad (41)$$

$$v_{\text{chophép}} = 3\text{cm/s và } 5\text{cm/s (hình 5-15)}$$

Sử dụng giá trị cho phép nhận được của khối lượng nạp mìn ứng với tần suất đã cho có thể lập mối tương quan $q_{cf}^p = f(r)$ theo công thức đơn giản sau:

$$q_{cf}^p = \left[\left(\frac{\sqrt[3]{q}}{r} \right)_{c,p}^p + \chi r \right]^3 \quad (42)$$

Trên hình số (5-16) đã xây dựng các đường cong ứng với $v_{c,f} = 3\text{cm/s}$, các thông số của đường cong - độ lớn tác suất $p\%$. Trên hình này đường đứt đoạn là đường cong tính

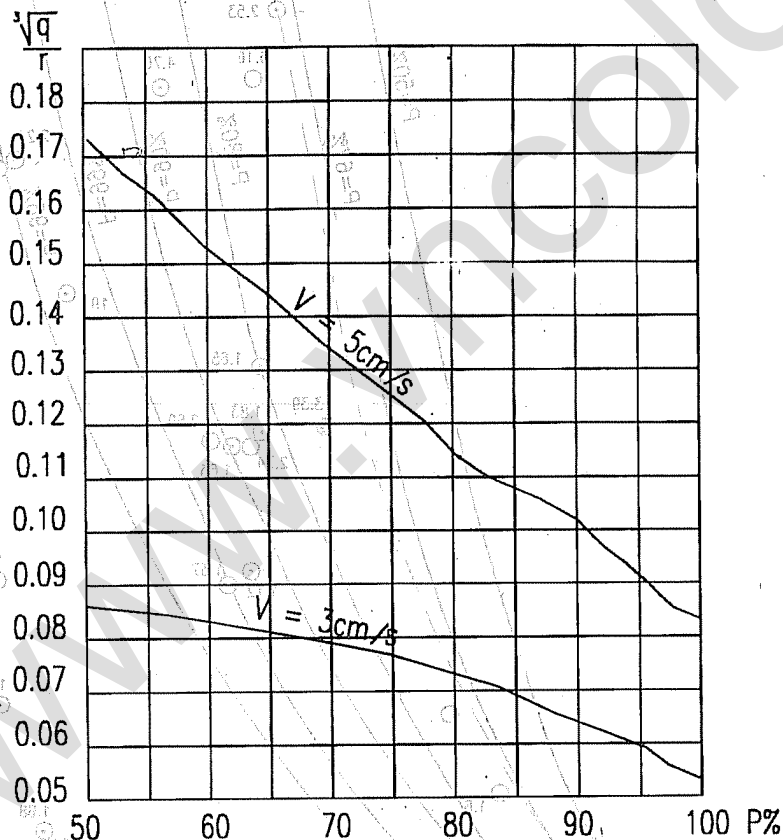
toán trong các bản vẽ khoan nổ do Trung tâm thiết kế xây dựng. Từ hình vẽ ta thấy sự việc nâng cao tiêu chuẩn cho phép $v_{c.f}$ (đường tô liên tục) chủ yếu ở các giá trị rơi vào miền có độ đảm bảo 50-70% và thấp hơn, còn giá trị $2 \leq v \leq 3 \text{ cm/s}$ chủ yếu rơi vào vùng có độ đảm bảo nhỏ hơn 90% (80% tất cả các giá trị $2 \leq v \leq 3 \text{ cm/s}$).

Như vậy, kết quả thực nghiệm nhận được của quan trắc địa chất sát với tính toán hộ chiếu khoan nổ trong thời kỳ vận hành và có thể tỏ ra hữu ích để tính toán trước các thông số khoan nổ.

* Nghiên cứu chuyên ngành

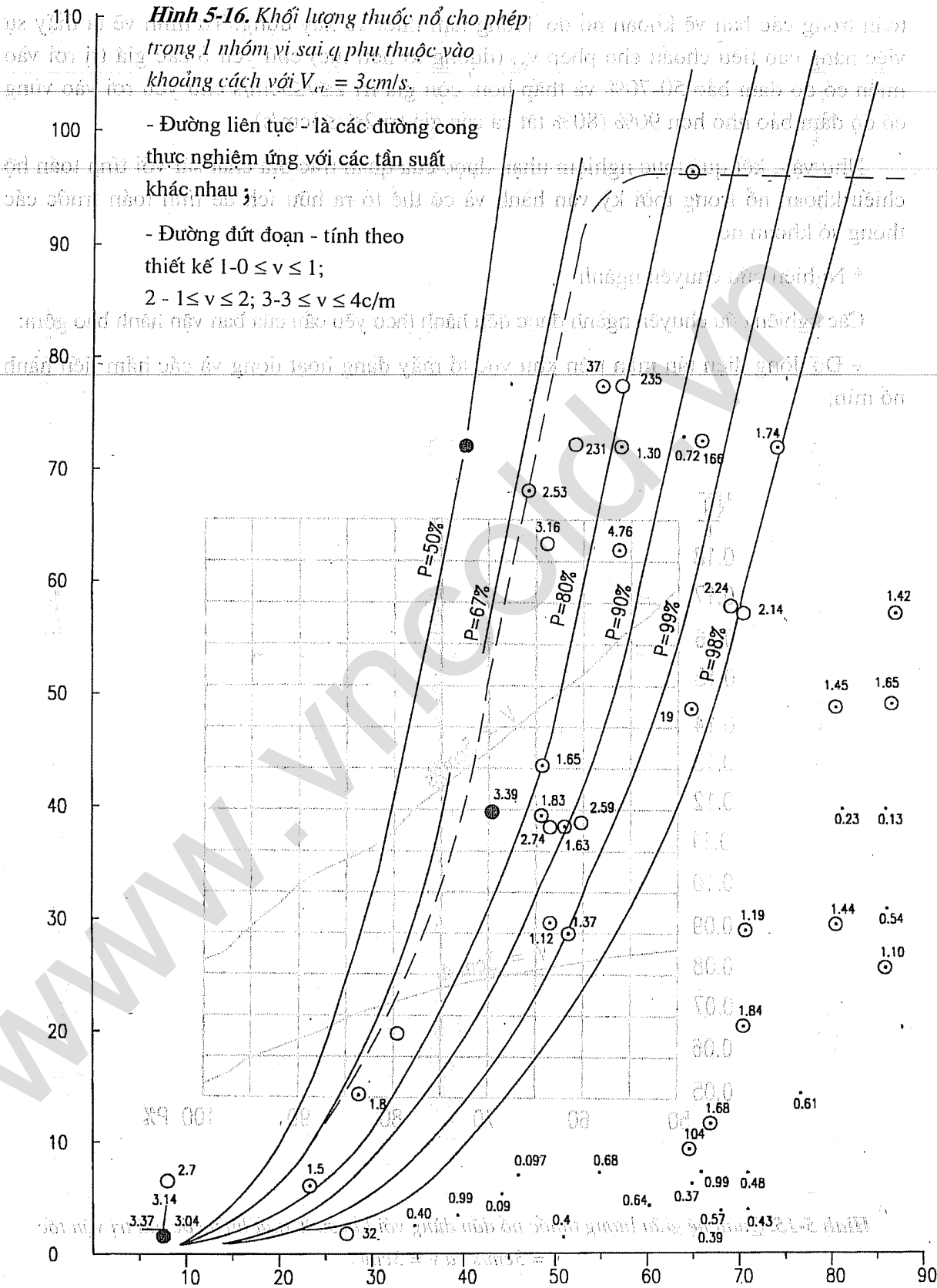
Các nghiên cứu chuyên ngành được tiến hành theo yêu cầu của ban vận hành bao gồm:

+ Đo dòng điện tản mạn trên khu vực tổ máy đang hoạt động và các hầm-tiến hành nổ mìn;



Hình 5-15. Quan hệ giữa lượng thuốc nổ dẫn dùng với tần suất xuất hiện các giá trị vận tốc

$v = 3 \text{ cm/s}$ và $v = 5 \text{ cm/s}$



200+ Xác định tác động địa chấn do các vụ nổ mìn gây nên ở các biến thể của tổ máy 1 (fa "C");

+ Xác định tác động địa chấn đến các tủ bảo vệ có rơ le và phản lực của chúng đối với tác động này.

- Đo dòng tản mạn trong gian máy và các hầm có nổ mìn :

Mục đích của đo dòng tản mạn : Xác định dòng tản mạn để đảm bảo an toàn khi tiến hành nổ mìn trong tổ hợp ngầm gần gian máy.

Dụng cụ đo điện thế : HC-6010 (Nam Triều Tiên) cho phép đo với độ chính xác 0,1mV. Đo điện tử bằng máy của Liên Xô (AHU).

Đã tiến hành nghiên cứu gần 600m dài hầm (trong gian máy, gian biến thế, hành lang thông gió, ПB-5a, OT-3, TB) kết quả nghiên cứu cho thấy : không phát hiện được sự thay đổi có tính quy luật của trường điện tự nhiên trong khối đá và bê tông, và dòng tản mạn phụ thuộc vào độ xa tới tổ máy 1 đang hoạt động bình thường.

Gần tổ máy 1 đang hoạt động bình thường hiệu điện thế không đổi trên cơ sở một mét là: trung bình $u = 20\text{mV}$, thay đổi $u = 20\text{mV}$. Các khối trong các trụ đá được đặc trưng bởi giá trị phòng $u = 30-40\text{mV}$, $u = 1-10\text{mV}$.

Tại khu vực có đặt các máy hàn điện đang hoạt động, cấp có điện áp cao, các bảng điện của trạm biến thế ghi được hiệu điện thế cao hơn, đạt tới $u = 100\text{mV}$, $u = 200\text{mV}$ tức là độ lớn tổng cộng hiệu điện thế trên cơ sở một mét ở điều kiện bình thường (không có sự cố) không vượt quá 300mV.

Đánh giá sơ bộ dòng điện có thể trong tuyến kíp nổ điện ở điều kiện điện trở của tuyến nổ bằng 2 ôm (điều đó có thể xảy ra khi phá huỷ tính cách điện của dây dẫn của kíp nổ điện trên chiều dài 2-4mét của tuyến dây) và khoảng cách giữa các kíp nổ điện là một mét, ở các điều kiện này độ lớn dòng điện trong một kíp nổ điện có thể đạt trị trung bình 30-40mA, còn ở các điểm có hiệu điện thế cao - đến 150mA.

- Tác động địa chấn của nổ mìn tới các biến thế.

Để nghiên cứu tác động địa chấn của nổ mìn tới các biến thế đã tiến hành :

+ Đo các thông số dao động của móng và vỏ fa "C" của các biến thế tổ máy 1 khi nổ mìn trong gian máy và các hầm lân cận.

+ Đo các thông số rung riêng của vỏ biến thế trên các cao độ $\nabla 20,0\text{m}$ (Mặt phẳng trên của vỏ) ; $\nabla 18,1\text{m}$ (sườn tăng cứng), $\nabla 15,6\text{m}$ (móng biến thế) ;

+ Phân tích các kết quả ghi địa chấn tất cả các vụ nổ mìn tiến hành trong gian máy sau khi tổ máy 1 vận hành đến tháng 3-1989 và xác định khả năng tác động cơ học đến

các biến thể của tổ máy 1 trên cơ sở quan hệ giữa khoảng cách đến vị trí nổ, trọng lượng thuốc nổ của một nhóm vi sai và vận tốc dịch chuyển.

Kết quả đo địa chấn khi nổ mìn cho ở bảng 5-13.

Bảng 5-13. Kết quả đo địa chấn khi nổ mìn

Ngày, tháng, năm	Thông số			
	28.2.89	28.2.89	3.3.89	3.3.89
- Vị trí nổ	T3xIT-4	BII-5	IT-4	IT-4
- Điểm ghi	T3xIT-1	V9,8	Biển thể, sườn	Máy biến thể
	TK0+61	nt	0,3+61, ∇16,1	0,3+61, ∇15,5
- Tổng lượng thuốc nổ, kg	80	40	50	50
- Số nhóm vi sai	7	1	7	7
- Trọng lượng thuốc nổ trong một nhóm vi sai, kg	10	40	8	8
- Khoảng vi sai, r, m	75ms	0	0,8-8,0s	0,5-8,0s
- Vận tốc dịch chuyển cm/s	64	94	67	67
	1,04	0,13	0,77	0,93

Kết quả đo vận tốc dịch chuyển sang vỏ biến thể cho ở bảng 5-14.

Bảng số 5-14. Kết quả đo vận tốc dịch chuyển sang vỏ biến thể

Đặc trưng của dao động	V20,0 (trên) ∇16,1 (sườn) +∇15,5 (móng) biến thể		
	Vận tốc dịch chuyển, cm/s	0,88	0,52
Tần số/chu kỳ Hz/MS	100/2,5	100/2,5	100/2,5

Từ kết quả đo có thể kết luận :

+ Ở khoảng cách gần nhất tới biển thể $r < 50$ mét và với khối lượng nạp mìn trong nhóm không lớn hơn 65-70kg thì tác dụng động đến móng biển thể không vượt quá 2cm/s (khi $v_{cr} \leq 3$ cm/s),

+ Tác dụng lên móng biến thế là lớn nhất còn theo chiều cao tăng kể từ móng cường độ dao động của vỏ do nổ mìn gây ra được giảm đi ;

+ Theo sự tăng chiều cao kể từ móng biến thế, vận tốc dao động tăng đều từ 0,46cm/s đến 0,88cm/s. Vì vậy phải đặc biệt chú ý đến độ lớn rung động bản thân của vỏ biến thế.

- Tác động địa chấn của nổ mìn đến các tủ bảo vệ có rơ le :

Đã tiến hành đo các thông số dao động khi nổ mìn trong gian máy và các hầm lân cận ở bề mặt bên trên các tủ bảo vệ có rơ le (WP3) và có tririxtor (WT3) của tổ máy 1, được đặt ở tường hạ lưu gian máy ở cao độ 15 mét, (TK0+45÷0+55) và cao độ 9,8 (TK0÷0+10 BTT-1)

Kết quả đo cho thấy :

* Tác dụng địa chấn của nổ mìn trong gian máy và các hầm lân cận có khối lượng nạp mìn từ 30÷300kg đến các tủ điện thực tế vượt quá giá trị cho phép của vận tốc dịch chuyển ($v_{cf} = 3\text{cm/s}$, gia tốc $\alpha_{cf} = 901\text{cm/s}^2$) và là :

- $v = 4,5 \div 11,1 \text{ cm/s}$

- Gia tốc : $\alpha = 940 \div 1390\text{cm/s}^2$ (ở đây $g = 9,0\text{cm/s}^2$) (thành phần thẳng đứng của gia tốc lấy nhỏ đi 10%).

Khi đó tác động lên móng của tủ nằm trong giới hạn cho phép ($v_{m\acute{o}ng} = 1,33 \div 2,14\text{cm/s}$).

+ Khi nổ mìn ở các hầm cách xa gian máy tác dụng lên các tủ điện của địa chấn không vượt quá giá trị cho phép ($v_{t\grave{u}} = 1,13-1,17\text{cm/s}$) ; $v_{m\acute{o}ng} = 1,65 \div 2,23\text{cm/s}$).

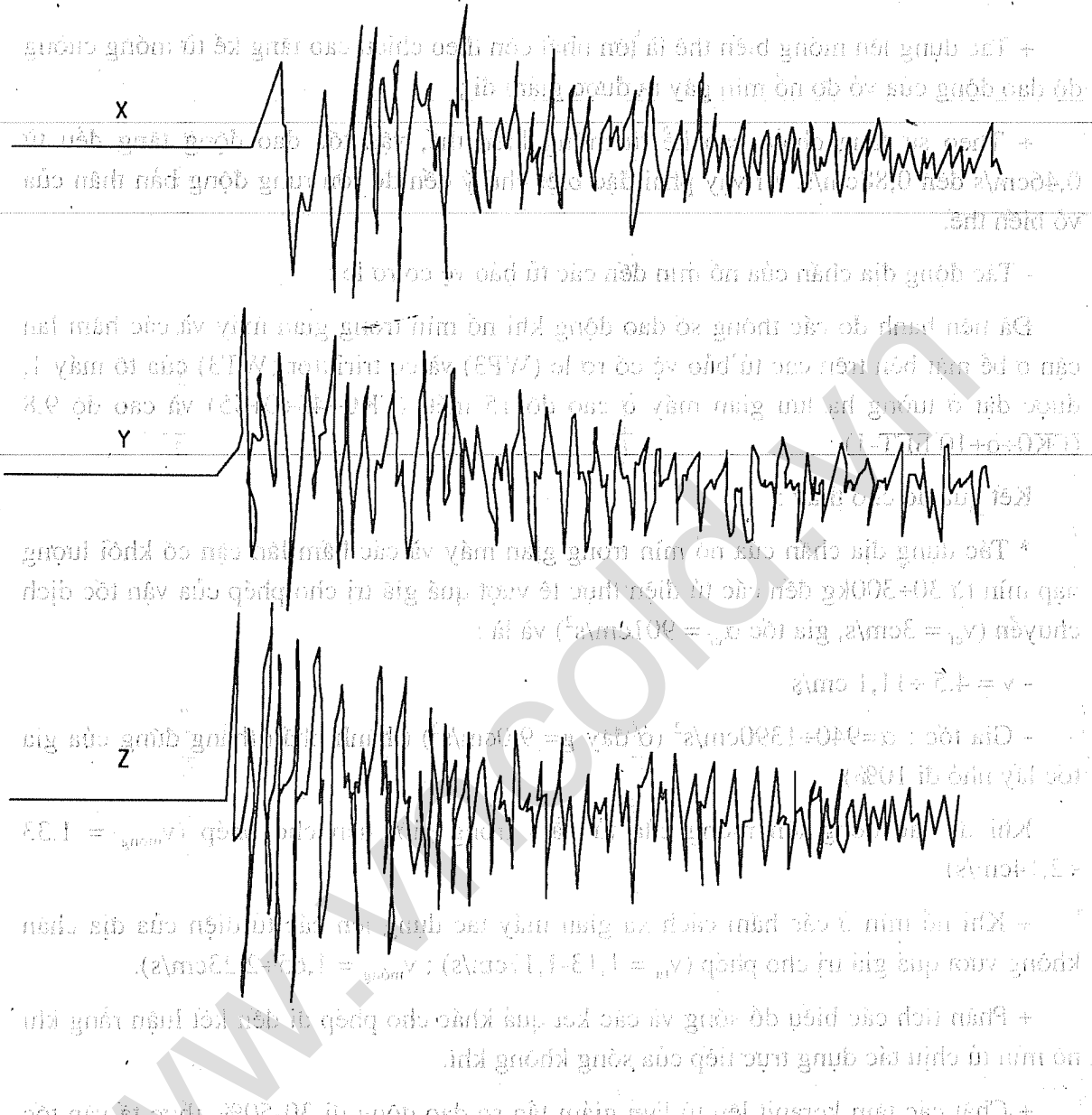
+ Phân tích các biểu đồ sóng và các kết quả khác cho phép đi đến kết luận rằng khi nổ mìn tủ chịu tác dụng trực tiếp của sóng không khí.

+ Chất các tấm keranit lên tủ làm giảm tần số dao động đi 30-50%, thực tế vận tốc và gia tốc không giảm.

* Kết luận :

1. Trong thời kỳ vận hành tổ máy 1 nhà máy thủy điện Hòa Bình đã tiến hành kiểm tra thường xuyên tác dụng động của tất cả các vụ nổ mìn gần có thể ảnh hưởng tới tổ máy 1 và các thiết bị điện của nó.

2. Các kết quả đo địa chấn đã được công ty khảo sát kịp thời chuyển đến trung tâm thiết kế và công ty xây dựng công trình ngầm để kiểm tra các thông số khoan nổ nhằm hiệu chỉnh kịp thời.



Hình 5-17:

10m/s

Đường cong biểu diễn sự thay đổi biên độ dao động

vụ nổ mìn ngày 24.11.1998 :

- Vị trí nổ mìn : Gian máy FKO+94 ÷ 1+15, ∇-7.

- Vị trí thử : Gian máy FKO+85, ∇0.0.

- Khối lượng tổng cộng 540kg.

- Số nhóm nổ chậm : 06.

- Thời gian vi sai : 25cm/s.

- Khoảng cách thu đến ranh giới nổ mìn : 11,0m.

- Vận tốc dịch chuyển của nền đất 10,5cm/s.

3. Theo kết quả đo ghi địa chấn đã tiến hành phân tích tương quan vận tốc dao động trong mối liên hệ với các thông số khoan nổ, việc làm này có ý nghĩa thực tế khi tính toán các thông số khoan nổ.

4. Kết quả phân tích địa chấn đã chỉ ra rằng, khi lựa chọn các thông số của công tác khoan nổ trong gian máy và các hầm gần nó cần phải tính tới tác dụng động tăng cao do các sóng không khí nổ trực tiếp truyền tới các tủ bảo vệ có rơ le và tri rixtor.

(Ví dụ về đồ thị các thành phần vận tốc dịch chuyển đo được khi nổ mìn gian máy cho ở hình 5-17).

V. VẤN ĐỀ ĐẢM BẢO HÌNH DẠNG TIẾT DIỆN NGANG KHI ĐÀO BẠC DƯỚI CÁC HẦM

Nghiên cứu kết quả đào bậc dưới các hầm ta có thể rút ra một số nhận xét sau :

1. Về hệ số đào vượt và bề rộng đào vượt

Khi có nổ tạo biên trước và nổ không tạo biên trước có sự chênh nhau rõ rệt (xem bảng 5-15).

Bảng 5-15

Thông số (a)	Hệ số đào vượt	Bề rộng đào vượt, m
Dạng khoan nổ		
Tạo biên trước	$\frac{1,05}{1,0 \div 1,09}$	$\frac{0,14}{0 \div 0,30}$
Không tạo biên trước	$\frac{1,20}{1,01 \div 1,47}$	$\frac{0,34}{0,03 \div 0,78}$

Tử số : giá trị trung bình, mẫu số : giá trị min và max. Bề rộng đào vượt trung bình khi không tạo biên trước lớn hơn có tạo biên trước là 2 lần.

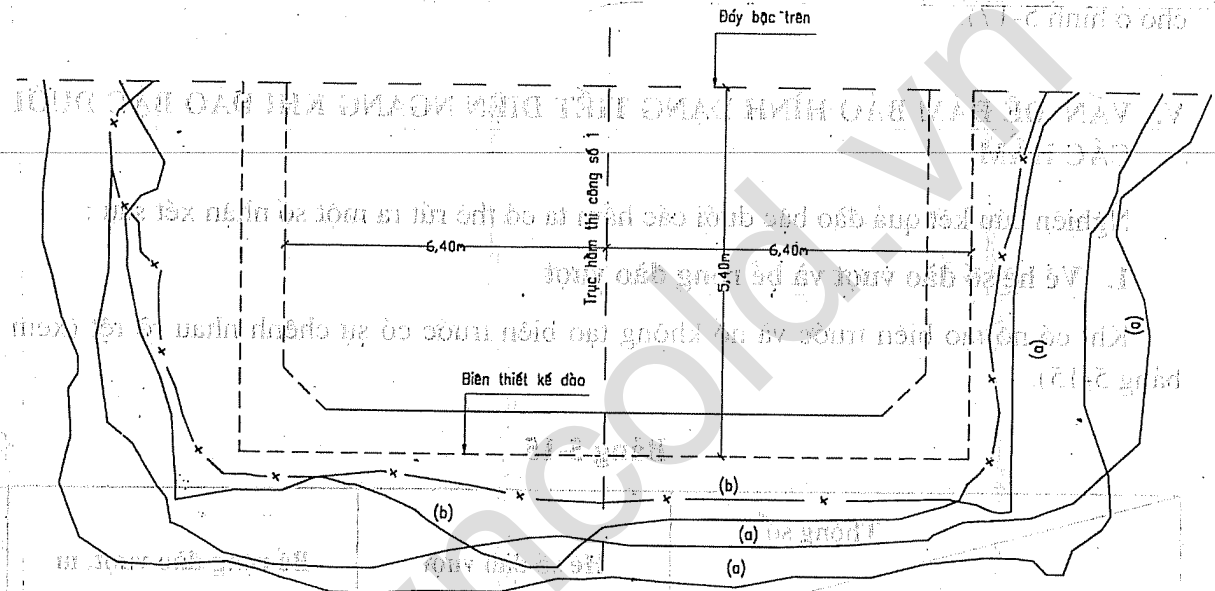
2. Về hình dạng tiết diện đào

Quan sát các mặt cắt ngang hoàn công ta thấy :

- Với các hầm có bậc dưới đào không khoan nổ tạo biên trước, bề rộng đào vượt tương đối đồng đều về 3 phía (2 bên tường và nền) (xem hình 5-18a,b) ;

- Với các hầm có bậc dưới đào hố khoan nổ tạo biên trước bề rộng đào vượt có kích thước lớn ở dưới nền, 2 bên tường - nhỏ hơn nhiều. Điều này có nghĩa là hệ số đào vượt chủ yếu do không tạo biên trước và đào vượt dưới nền gây nên ;

- Trong các bản vẽ thiết kế tổ chức thi công và thực tế thi công đào bậc dưới các hầm bằng lỗ khoan nạp mìn $\phi 105$: các lỗ khoan khoan sâu hơn đường biên nền hầm một khoảng từ 10÷15 lần đường kính quả mìn (từ 1÷1,5m) và nạp mìn từ đáy các lỗ khoan. Khoảng khoan sâu thêm này được gọi là độ sâu khoan vượt công nghệ (cho phép), nó đảm bảo cất đến cao độ thiết kế của nền hầm. Chiều sâu khoan vượt công nghệ này được lấy theo "Quy phạm kỹ thuật tiến hành công tác khoan nổ trong xây dựng năng lượng" (Mát-xơ-va -1972).



Hình 5-18a,b. Biên đào thực tế bậc dưới hầm CT-1 với đào không tạo biên trước (dạng đặc trưng) và không tạo bùn trước.

Phương pháp khoan và nạp mìn trên có ưu điểm : Nổ một lần đến biên thiết kế của nền, tránh đến mức tối đa việc phải nổ xử lý những chỗ đào thiếu. Tiến độ thi công nhanh, chi phí khoan nhỏ, nhưng nhược điểm là tạo nên những chỗ đào vượt (cục bộ) lớn, đặc biệt là ở vị trí lỗ khoan nằm trên đối phá hủy (trung bình đến 2 mét xem phần công tác địa vật lý).

- Để khắc phục các nhược điểm của phương pháp trên có thể áp dụng phương pháp nổ để lại lớp bảo vệ. Theo phương pháp này, bậc dưới (hoặc tầng dưới cùng) của hầm được chia thành 2 lớp - lớp gần nền được đào bằng nổ mìn lỗ khoan lớn ($\phi 105$), lớp bảo vệ nằm ngay trên biên nền được đào bằng búa chèn, cuốc chim, xẻng hoặc khoan nổ lỗ mìn nhỏ ($\phi 42$). Ưu điểm là đảm bảo cho khối đá dưới nền ít bị phá hủy do nổ mìn, lượng đào vượt không lớn. Nhược điểm : chi phí khoan lớn, tiến độ chậm.

- Một phương pháp nữa có thể áp dụng để đào bậc dưới các hầm là khoan và nạp mìn lỗ khoan với chiều sâu đến biên thiết kế của nền nhưng với mạng khoan mau hơn so

với phương pháp đầu tiên. (thường $a=b=70\%$ của phương pháp đầu), nghĩa là chi phí khoan tăng thêm khoảng 30%, song nó không loại trừ được hoàn toàn các chỗ đào thiếu, do đó phải nổ xử lý nhiều hơn so với 2 phương pháp trên. Nhưng có ưu điểm so với phương pháp đầu là giá trị đào vượt nhỏ hơn. Minh họa cho 3 phương pháp trên được thể hiện ở hình 5-19.

Trong điều kiện thực tế của công trường, đã áp dụng phương pháp thứ nhất (khoan vượt) để đảm bảo tiến độ thi công, do đó luôn tồn tại giá trị đào vượt lớn hơn các phương pháp khác, song nguyên nhân chính gây nên lượng đào vượt này là do công nghệ. Để giảm (hoặc hạn chế) độ lớn đào vượt cần đảm bảo chọn các thông số khoan và kết cấu nạp mìn phù hợp với thực tế địa chất và đảm bảo thi công đúng thiết kế.

Song thực tế có một số trường hợp sau có thể dẫn đến làm tăng độ lớn đào vượt:

- Do bề mặt tầng dưới (là đáy tầng trên) thường không bằng phẳng do đó trong quá trình thực hiện, khó đảm bảo cao độ đáy lỗ khoan theo thiết kế;
- Khi độ sâu lỗ khoan (kể cả khoan thêm) lớn hơn thiết kế, cần phải lấp phân sâu hơn bằng cát trước khi nạp mìn lỗ khoan, song việc này chưa làm được.
- Trong thiết kế do chưa có đầy đủ và chính xác các thông số địa chất : các hệ thống khe nứt, độ kiên cố của đá ... theo từng đoạn cụ thể của hầm, do đó việc xác định độ sâu khoan thêm chưa phù hợp với thực tế.

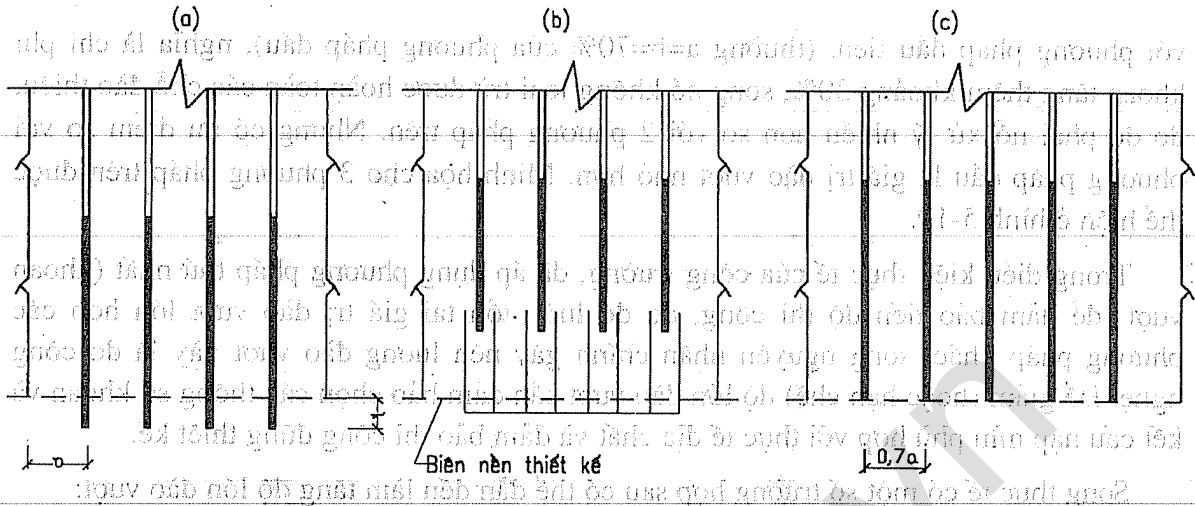
Trong quá trình thi công nhờ kinh nghiệm đào bậc dưới các hầm của năm trước áp dụng cho các năm sau do đó đã giảm dần được hệ số đào vượt cũng như độ lớn đào vượt. Để giảm đến tối thiểu độ lớn đào vượt, thì một mặt, trong các bản vẽ thiết kế phải điều chỉnh chiều sâu khoan thêm cho phù hợp với thực tế, muốn thế phải có các số liệu địa chất chính xác, mặt khác, trong thi công phải đảm bảo đúng vị trí, chiều sâu của lỗ khoan, mật độ nạp mìn đúng như thiết kế nhờ các biện pháp trắc địa trước và sau khi khoan.

Với biên theo 2 tường, phương pháp tối ưu là khoan nổ tạo biên trước sau khi đào phân vòm, trước khi xây dựng vỏ bậc trên và hạ tầng dưới. Những ưu điểm của phương pháp này đã nêu trong phần "nổ mìn tạo biên trước" và hệ số đào vượt thực tế đã cho trong bảng 5-15.

VI. CÁC CHỈ TIÊU KHOAN NỔ TRONG CÔNG TÁC ĐÀO HẦM CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN HOÀ BÌNH

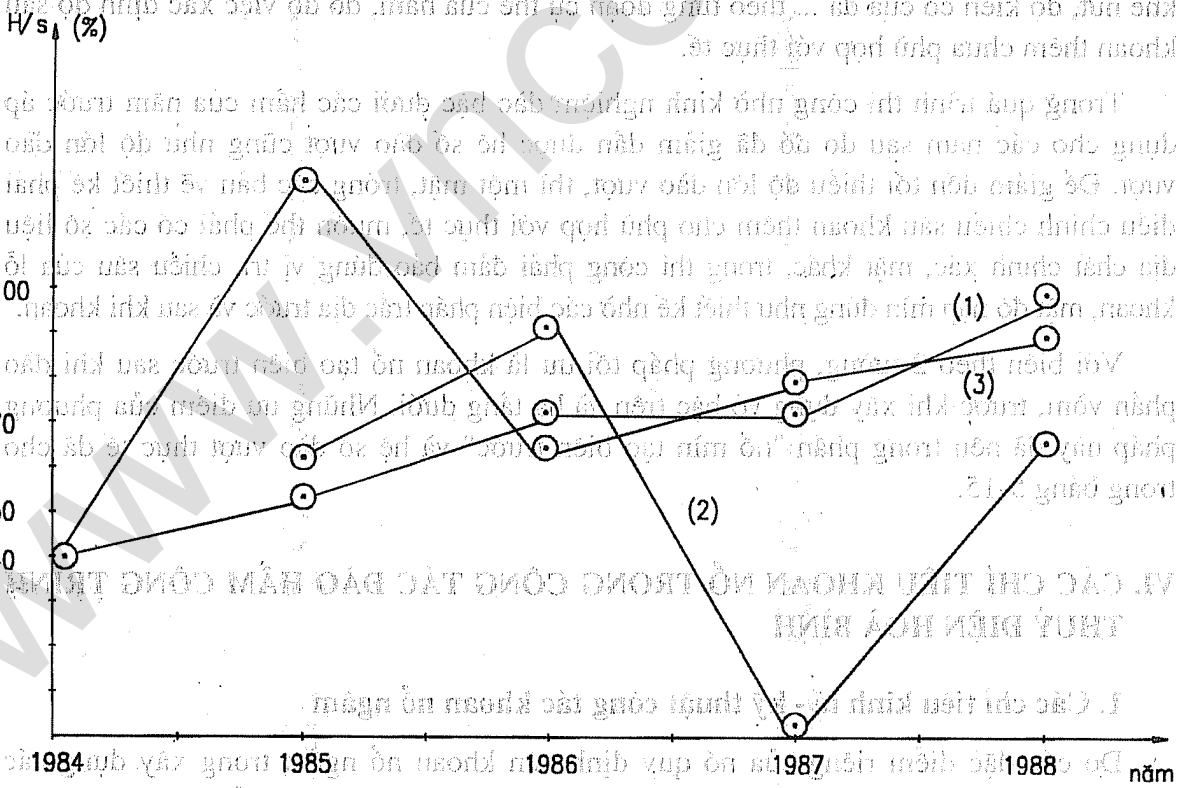
1. Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật công tác khoan nổ ngầm

Do các đặc điểm riêng của nó quy định nên khoan nổ ngầm trong xây dựng các công trình năng lượng có những yêu cầu khác với công tác khoan nổ hở. Nhưng cũng như khoan nổ hở, khoan nổ ngầm có các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật như : chi phí thuốc nổ riêng, chi phí khoan riêng, hệ số sử dụng lỗ mìn, chi phí kip, chi phí đáy....



Hình 5-19. Các phương pháp khoan nổ đào bậc dưới hầm

- a- Có khoan thêm công nghệ (đoạn $l_n = (10 \div 15) d_{\min}$);
- b- Theo 2 lớp: lớp bảo vệ giáp nền (nổ bằng khoan con);
- c- Khoan đến cao độ nền với mang khoan dày.



Hình 5-20. Biểu đồ ứng suất công tác trung bình tháng của máy khoan hầm theo các năm thi công:

(1)-BMK-4; (2)-HKP-100M; (3)-CBY-100

Để đánh giá về mặt kinh tế - kỹ thuật công tác khoan nổ ngầm trong xây dựng công trình ngầm thủy điện Hoà Bình đã sử dụng các chỉ tiêu sau :

+ Chi phí thuốc nổ riêng : là khối lượng thuốc nổ cần thiết để nổ tới 1m ³ đá hầm (kg/m ³);						
- Chi phí khoan riêng : là số mét dài lỗ khoan để làm lỗ nạp mìn nổ tới 1m ³ đá (m/m ³);						
- Hệ số sử dụng lỗ mìn : là tỷ số giữa chiều dài hầm đào được và chiều dài hầm đã khoan trong một chu trình ;						
- Chi phí lắp nổ, dây dẫn : được tính cho việc nổ tới 100m ³ đá hầm.						

Các số liệu thu thập được trong quá trình thi công hầm theo các năm và theo từng hầm được chỉnh lý và tính theo các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật công tác khoan nổ ngầm, kết quả đã lập thành bảng và vẽ các biểu đồ quan hệ giữa các chỉ tiêu trên với thời điểm thi công hầm và với loại tiết diện hầm cho các phương pháp đào (toàn tiết diện, bậc trên hay bậc dưới).

2. Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật công tác khoan nổ ngầm theo các năm và theo loại tiết diện

2.1. Khoan nổ đào bậc trên hay toàn tiết diện hầm :

Các chỉ tiêu khoan nổ đào bậc trên (toàn tiết diện) hầm được tính trung bình theo các năm cho các loại tiết diện : $S = 4m^2$ (các giếng dẫn), $S=16÷40m^2$, $S>40m^2$ kết quả cho trong bảng 5-16.

Từ bảng 5-16 đã lập các biểu đồ quan hệ giữa chi phí thuốc nổ riêng và thời điểm thi công các hầm (hình 5-21) biểu đồ quan hệ giữa hệ số sử dụng lỗ mìn và thời điểm thi công các hầm (hình 5-22) và biểu đồ quan hệ giữa chi phí thuốc nổ riêng và hệ số sử dụng lỗ mìn và độ lớn tiết diện ngang của hầm (hình 5-23)

2.2. Khoan nổ đào bậc dưới hay mở rộng các hầm :

Các chỉ tiêu khoan nổ trung bình năm khi đào mở rộng và đào bậc dưới các hầm được cho trong bảng số 5-19. Từ bảng này đã lập các đồ thị quan hệ giữa chi phí thuốc nổ riêng và thời điểm thi công khi đào mở rộng các hầm, đồ thị quan hệ giữa hệ số sử dụng lỗ mìn vào thời điểm thi công và đồ thị quan hệ giữa chi phí thuốc nổ riêng và độ lớn tiết diện ngang khi đào bậc dưới các hầm (hình 5-24).

2.3. Chi phí lắp nổ và dây dẫn để đào 100m³ đá hầm :

Các chỉ tiêu này được thống kê thành các bảng theo phương pháp đào hầm : bậc trên (hoặc toàn tiết diện) - bảng 5-17; bậc dưới (mở rộng các hầm) bảng 5-18.

Bảng 5-16. Chỉ tiêu khoan nổ trung bình năm khi đào bậc trên (toàn tiết diện) các hầm

TT	Loại tiết diện S(m ²)	Loại máy khoan	Năm thi công	Chiều dài hầm đào được, m	Các chỉ tiêu		Ghi chú
					Chi phí thuốc nổ riêng, q kg/m ³	Hệ số sử dụng lỗ mìn	
1	4,0		1987	180	6,29	0,76	1,6÷8
			Nửa đầu 1988	82,5	4,56	0,78	"-
		ПТ-36	Nửa sau 1988	83,0	5,14	"-	"-
		ПР-27	1989	20	3,44	0,84	"-
			Trung bình		167,5		0,77
2	16÷40	СВУ-2М	1987	619	2,70	0,77	"-
		СВУ-2К	Nửa đầu 1988	519	2,52	0,78	"-
		УБВ	Nửa sau 1988	40	2,33	0,80	"-
			Trung bình		1178	2,59	0,78
3	>40	СВУ-2М	1987	1156	1,99	0,75	
		СВУ-2К	Nửa đầu 1988	178	1,7	0,73	
		УБВ	Nửa sau 1988	419	1,70	0,86	
			1989	550,5	1,59		
			Trung bình		1303	1,72	0,78

3. Đánh giá các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật công tác khoan nổ ngầm

3.1. Chi phí thuốc nổ riêng q (kg/m³)

- Chi phí thuốc nổ riêng trong khoan nổ ngầm giảm dần theo thời gian và theo sự tăng diện tích tiết diện ngang của hầm khi đào bậc trên (toàn tiết diện) cũng như khi đào mở rộng hay bậc dưới các hầm.

Trong đó tốc độ giảm q theo thời gian nhanh nhất đạt được khi đào các giếng dẫn (trong 3 năm giảm đi 1,82 lần).

Tốc độ giảm q theo diện tích tiết diện ngang tăng nhanh nhất đạt được khi đào bậc dưới các hầm (từ loại tiết diện S=23,8m² tới S=140m² giảm đi 2,6 lần).

3.2. Hệ số sử dụng lỗ mìn :

Nhìn chung hệ số sử dụng lỗ mìn tăng theo thời gian và tăng theo sự tăng của diện tích tiết diện ngang của hầm. Trong đó tốc độ tăng lớn nhất đạt được khi đào các hầm có S>40m² là 1,5 lần trong 1 năm (từ năm 1987 đến 1988).

So với các chỉ tiêu định mức theo CHUΠ thì:

- Chi phí thuốc nổ riêng khi đào bậc trên (toàn tiết diện), khi đào mở rộng hầm và khi đào bậc dưới các hầm còn cao hơn định mức ;

- Hệ số sử dụng lỗ mìn không thấp lắm so với định mức.

3.3. Các chỉ tiêu chi phí vật liệu nổ khác cho đào 100m³ đá :

Các chỉ tiêu chi phí kíp và dây nổ cho việc khoan nổ 100m³ đá hầm khi đào bậc trên và bậc dưới các hầm có sự khác nhau lớn và ngay trong cùng phương pháp thi công đào (bậc trên hoặc bậc dưới) cũng có sự khác nhau lớn :

- Chi phí kíp nổ : khi đào bậc trên lớn hơn khi đào bậc dưới 115:19 = 6 lần.

Trong đó khi đào bậc trên chi phí kíp ở hầm TB-6 đạt giá trị lớn nhất (251,2 cái/100m³) lớn hơn giá trị nhỏ nhất ở hầm OT-5 (11,4 cái/100m³) là 22 lần. Khi đào bậc dưới, độ chênh này là 57,5 cái/100m³ (ở hầm GT-6) và 5,6 cái/100m³ (ở hầm OT-4) nghĩa là chênh nhau : 10,2 lần.

- Chi phí dây nổ :

Ngược lại với chi phí kíp nổ, chi phí dây dẫn cho việc đào 100m³ đá hầm khi đào bậc trên nhỏ hơn khi đào bậc dưới là 160:60 = 2,7 lần. Giá trị chi phí dây nổ khi đào cùng bậc chênh nhau tới 100:5=20 lần. Khi đào bậc trên là 376:18=20,8 lần khi đào bậc dưới .

Bảng 5-17. Bảng thống kê chi phí vật liệu nổ khi đào bậc trên các hầm trong năm 1989

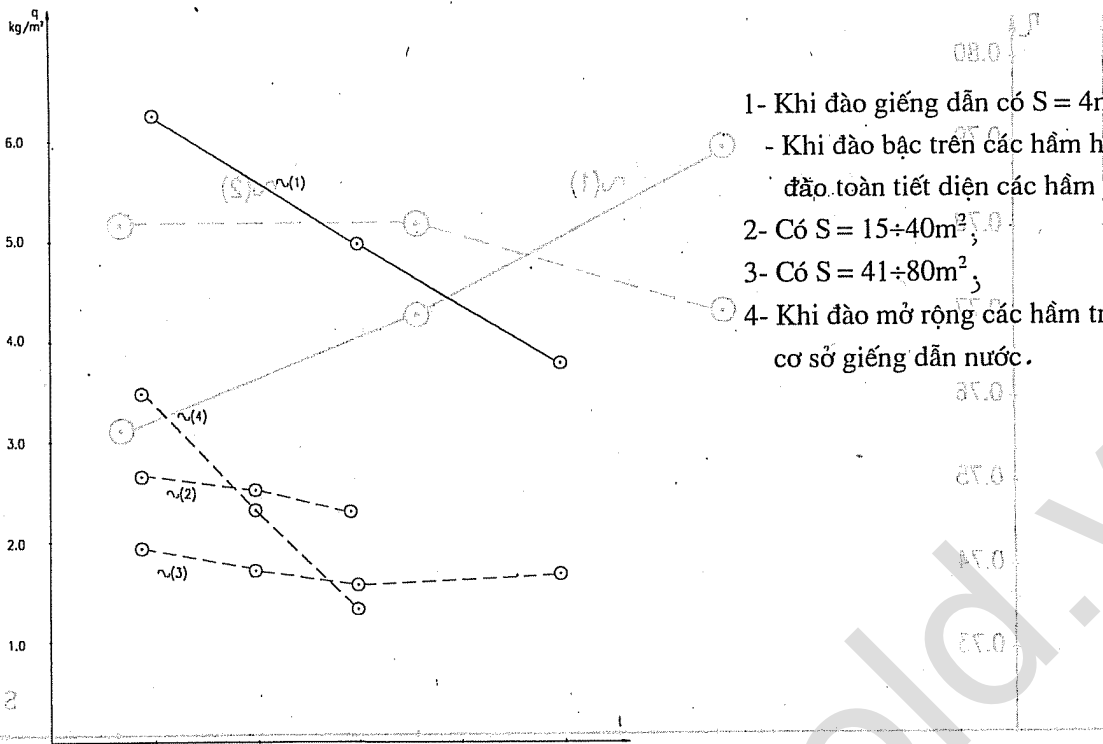
TT	Tên hầm	Chiều dài đào (m)	Thể tích đào x 100m ³	Chi phí vật liệu nổ/100m ³ đá			
				Kíp (cái)	Thuốc (kg)	dây (m)	Rơ le (cái)
1.	OT-4	102	132	86,0		5	
2.	OT-5	112	40,51	11,4		100	
3.	OTC-3	43	41,0	107,5		17,6	
4.	OTC-4	26,5	16,4	113,7		24,4	
5.	OTC-7	21	13,5	75,5		22,2	
6.	OTC-8	17	7,0	88,7		42,8	
7.	GT-4	10,4	4,23	73,7			
8.	GT-5	24,4	10,9	88,0		45,9	
9.	GT-7	16,0	7,9	70,8			
10.	GT-8	20,0	8,9	69,2			
11.	TB-6	9,5	4,0	251,2		175	
12.	TB-7	14	5,1	243,0		100	
13.	TB-8		9,4	96,7			
14.	ΠB-6	37	14,5	195,3			
15.	CW-3÷4	36,5	9,3	161,6			
16.	HVK-2		11,1	107,7		67,6	
		530	406,43	115		60	

Bảng 5-18. Bảng thống kê chi phí vật liệu nổ khi đào hầm (hạ nền) 1989

TT	Tên hầm	Chiều dài (m)	Thể tích đào $\times 100\text{m}^3$	Chi phí vật liệu nổ/100m ³ đá			
				Kíp (cái)	Thuốc (kg)	dây nổ (m)	Rơ le (cái)
1.	OT-2 (hạ + xử lý)	69	26,6	20		346	3,2
2.	OT-3	248	253,0	5,8		107	0,95
3.	OT-4	133	156	5,6		98	
4.	OT-5	102	76,25	7,5		168	2,54
5.	OTC-3		15,0	19,3		240	
6.	OTC-4	12	6,0	38,3		200	
7.	Gian máy	(224)	22,4	13,5		122	0,58
8.	GT-4	24,5	6,21	50,0		108	
9.	GT-5	24,5	6,12	10,8		277	21,9
10.	GT-6	24,5	5,96	57,5		134	
11.	GT-8	24,5	5,88	11,9		255	
12.	TB-5	27,4	12,62	7,3		63	
13.	TB-6	96	15,24	8,5		118	
14.	TB-7	14	3,63	49,6		18	
15.	CB-5÷8	49	14,0	15,3		243	
16.	PIB-6		15,3	39,2		106	
17.	PIBM-2a	115	19,25	12,5		301	
18.	PIB-5a	59	14,7	7,5		184	
19.	PIB-5b	12	5,3	9,8		184	
20.	PIBK-2		13,8	5,8		79	
21.	HYK-2		9,0	20,0		99	
22.	LIBF		14,5	21,0		200	
			716,84	19,0		160	5,8

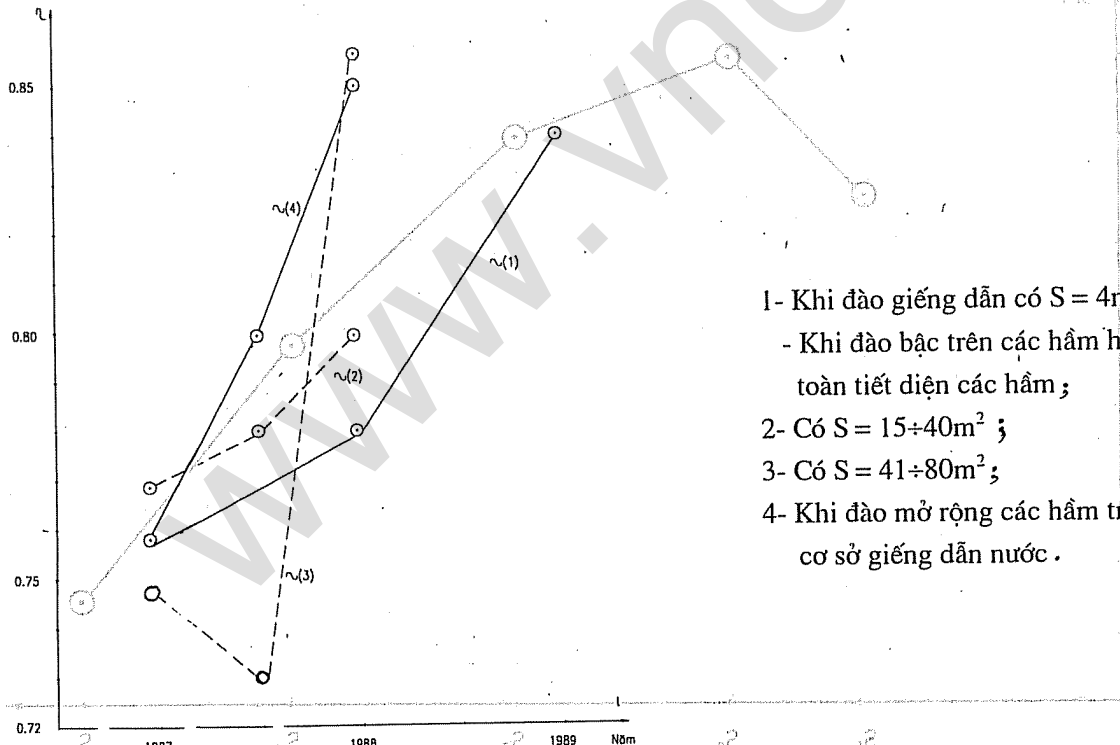
Bảng 5-19. Chỉ tiêu khoan nổ trung bình năm khi đào mở rộng hoặc bậc dưới các hầm

TT	Loại tiết diện S, (m ²)	Loại máy khoan	Năm thi công	Chiều dài hầm đào được, (m)	Các chỉ tiêu		Ghi chú
					Chi phí thuốc nổ riêng, q (kg/m ³)	Hệ số sử dụng lỗ mìn η	
1	Đào mở rộng các hầm	BMK, HKP-100 PIP-27	1987	12	3,46	0,76	
			Nửa đầu 1988	116	2,36	0,80	
			Nửa sau 1988	85	1,56	0,85	
			1989				
			Trung bình	213	2,46	0,80	
2	<20	BMK,		335	1,48		
	20-50	HKP-100		123	1,73		
	50-80	C5Y-100		278	1,61		
	80-110	PIP-27		563	1,20		
	>110			260	0,67		



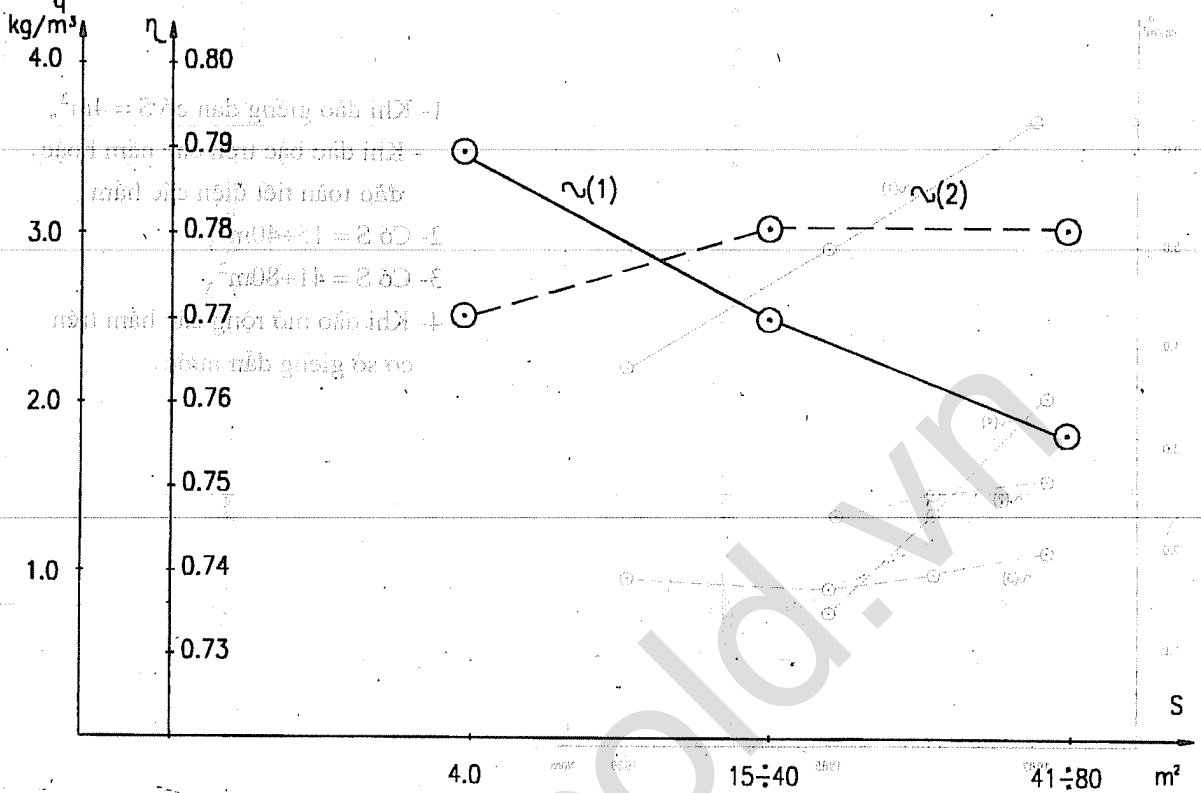
- 1- Khi đào giếng dẫn có $S = 4m^2$,
- Khi đào bậc trên các hầm hoặc
đào toàn tiết diện các hầm ;
- 2- Có $S = 15 \div 40m^2$;
- 3- Có $S = 41 \div 80m^2$;
- 4- Khi đào mở rộng các hầm trên
cơ sở giếng dẫn nước.

Hình 5-21. Đồ thị quan hệ giữa chi phí thuộc nổ giếng và thời điểm thi công các hầm

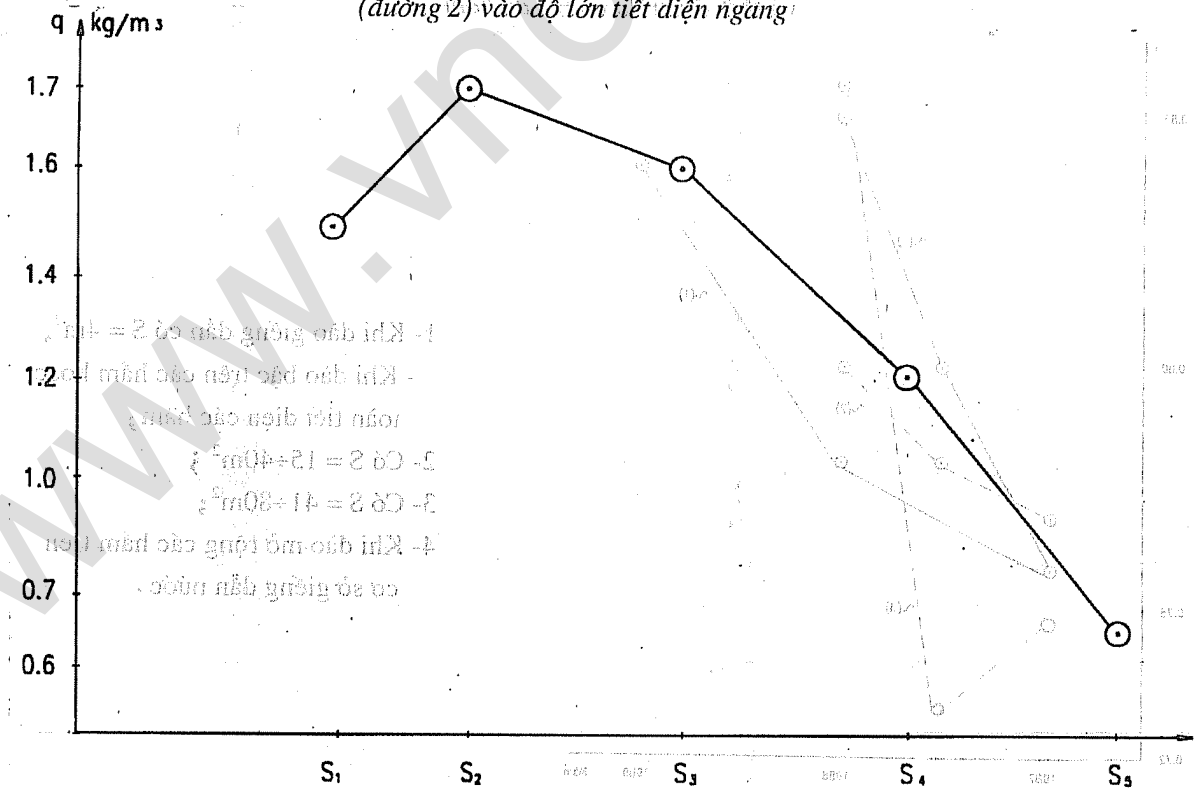


- 1- Khi đào giếng dẫn có $S = 4m^2$,
- Khi đào bậc trên các hầm hoặc
toàn tiết diện các hầm ;
- 2- Có $S = 15 \div 40m^2$;
- 3- Có $S = 41 \div 80m^2$;
- 4- Khi đào mở rộng các hầm trên
cơ sở giếng dẫn nước.

Hình 5-22. Đồ thị quan hệ số sử dụng lỗ mình và thời điểm thi công các hầm



Hình 5-23. Đồ thị quan hệ giữa chi phí thuốc nổ riêng q (đường 1) và hệ số sử dụng lỗ mìn η (đường 2) vào độ lớn tiết diện ngang



Hình 5-24. Đồ thị quan hệ giữa chi phí thuốc nổ riêng và độ lớn tiết diện ngang khi đào bậc dưới các hầm dẫn (S₁ = 10÷20), IT(S₂ = 23,8), TB3-7(S₃ = 53,2), OT(S₄ = 98÷110), gian máy (S₅ = 140)

4. Vấn đề sử dụng các thiết bị khoan trong khoan nổ ngầm

Trong quá trình thi công đào tổ hợp ngầm đã sử dụng :

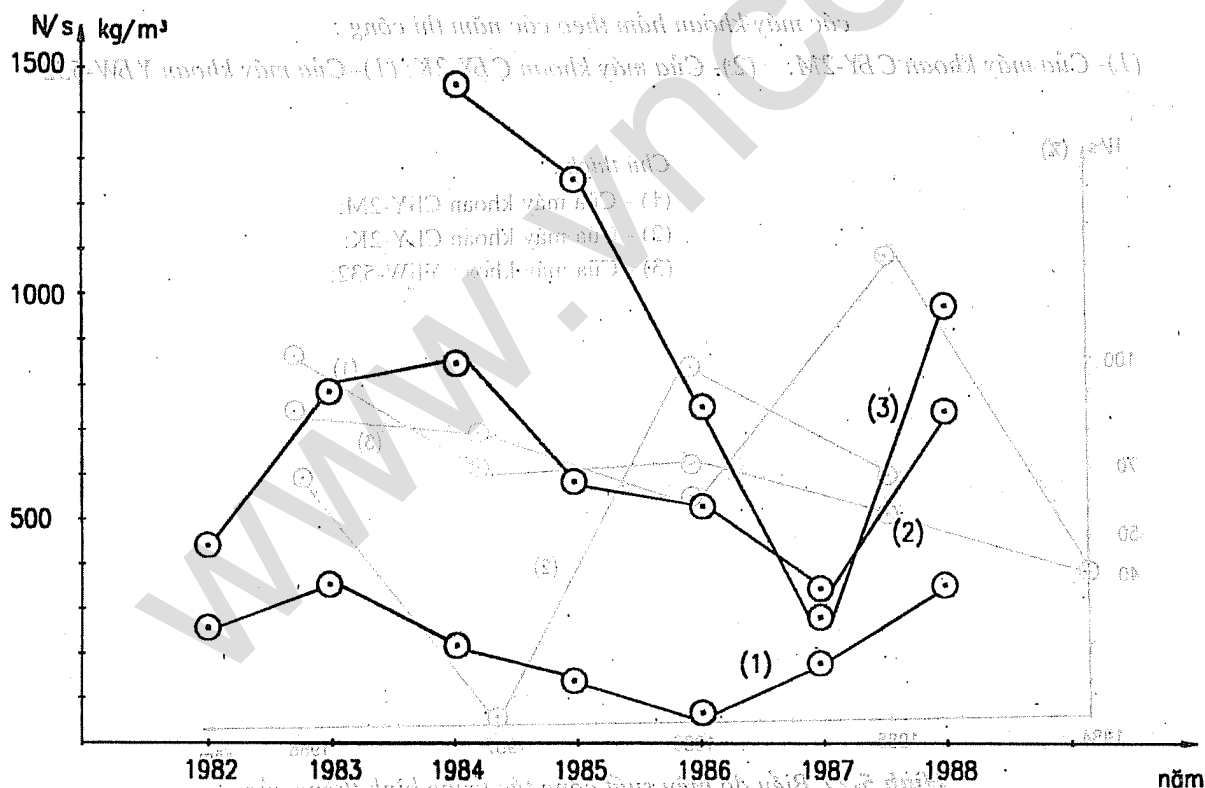
- Các máy khoan có đường kính khoan nhỏ ($\phi 42-\phi 46\text{mm}$) để khoan nổ đào bậc trên (hoặc toàn tiết diện hầm) đó là các máy khoan do Liên Xô sản xuất CBY-2M, CBY-2K, YBW-532.

- Các máy khoan có đường kính lỗ khoan $\phi 105$ để khoan tạo biên trước và đào bậc dưới các hầm : BMK-4, HKP-100M, CBY-100.

Với các hầm có gương bậc trên lớn như gian máy ($S=163,3\text{m}^2$) đã sử dụng đồng thời 2 máy khoan YBW-532 để khoan lỗ nạp mìn.

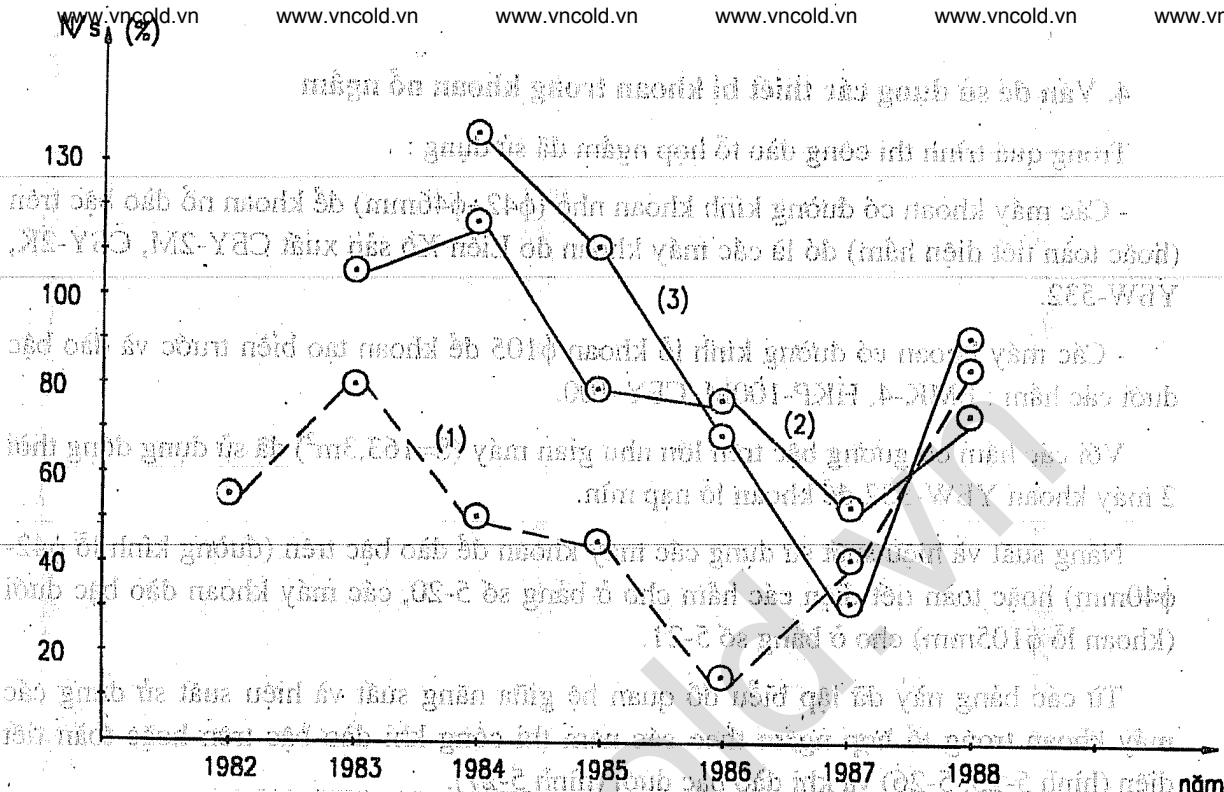
Năng suất và hiệu suất sử dụng các máy khoan để đào bậc trên (đường kính lỗ $\phi 42-\phi 40\text{mm}$) hoặc toàn tiết diện các hầm cho ở bảng số 5-20, các máy khoan đào bậc dưới (khoan lỗ $\phi 105\text{mm}$) cho ở bảng số 5-21.

Từ các bảng này đã lập biểu đồ quan hệ giữa năng suất và hiệu suất sử dụng các máy khoan trong tổ hợp ngầm theo các năm thi công khi đào bậc trên hoặc toàn tiết diện (hình 5-25, 5-26) và khi đào bậc dưới (hình 5-27).



Hình 5-25. Biểu đồ năng suất bình quân tháng theo các năm thi công của máy khoan hầm

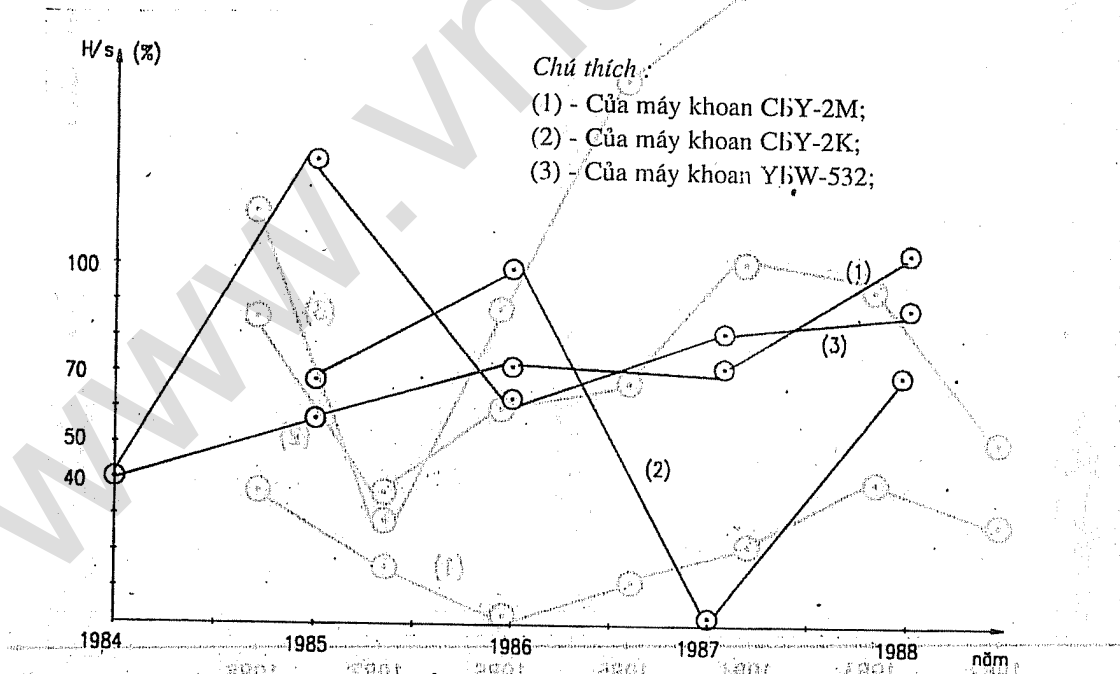
(1) - CBY-2M; (2) - CBY-2K; (3) - YBW-532.



Hình 5-26. Biểu đồ năng suất công tác trung bình tháng của

các máy khoan hầm theo các năm thi công :

(1)- Cửa máy khoan CBY-2M; (2)- Cửa máy khoan CBY-2K; (3)- Cửa máy khoan YBW-532



Hình 5-27. Biểu đồ hiệu suất công tác trung bình tháng của

các máy khoan hầm theo các năm thi công.

(1)- Cửa máy khoan CBY-2M; (2)- Cửa máy khoan CBY-2K; (3)- Cửa máy khoan YBW-532.

Qua các bảng và biểu đồ ta có thể rút ra các nhận xét sau :

1. Năng suất các máy khoan được tăng lên đồng thời với việc tăng khối lượng công tác và số lượng các máy làm việc. Đây là một chỉ tiêu tốt về sử dụng máy, nó cho thấy khả năng tổ chức và năng lực làm việc của công nhân trên các máy khoan đủ để đạt và vượt mức năng suất định mức nếu có đủ gương khoan cho các máy khoan CBY-2K, YBW-532.

2. Năng suất các máy khoan CBY-2M, BMK-4, HKP-100M, CBY-100Γ(Π) cùng các chỉ tiêu khác, bị thấp hơn kế hoạch (định mức) chứng tỏ các máy này thường bị ngừng việc do thiết diện thi công và nhiệm vụ được giao không đảm bảo đủ cho máy làm việc ở mức bình thường.

3. Các máy khoan có thời gian làm việc thường xuyên đã vượt qua thời hạn phục vụ định mức. Sở dĩ có hiện tượng này là do sự đòi hỏi bức thiết nhằm tăng đột ngột khối lượng công tác của thời kỳ trước khởi động tổ máy 1 và không thể ngừng việc các máy, thậm chí cả để tiến hành sửa chữa thường kỳ và trung tu.

4. Nhìn chung năng suất và hiệu quả sử dụng các máy khoan trong công tác khoan nổ ngầm còn thấp so với định mức kỹ thuật. Nguyên nhân chính có thể là :

(a) - Do việc tổ chức mặt bằng thi công, bố trí các thiết bị và kế hoạch thực hiện các khối lượng công tác chưa hợp lý. Việc tăng đột ngột với cường độ cao và thời gian dài của các chiến dịch gây nên sự căng thẳng trong thời gian tổ chức chiến dịch, còn trước và sau chiến dịch thường là thời gian "chùng" xuống của nhịp độ thi công. Điều này thể hiện rất rõ trên các biểu đồ : là những đường gấp khúc với biên độ chênh quá lớn với các đỉnh (theo các năm) ;

- Các máy khoan cũng như các thiết bị khác làm việc trong tổ hợp ngầm thường xuyên phải ngừng việc do các vụ nổ mìn trong tổ hợp ngầm, mặt khác chu kỳ phối hợp giữa công tác khoan nổ các công tác khác là rất nhỏ do đó nếu không tổ chức tốt mặt bằng thi công sẽ dẫn tới tình trạng ngừng việc của các máy khoan ;

- Các công tác : bảo dưỡng máy thường xuyên và định kỳ, cấp nước, cấp khí ... có ảnh hưởng không nhỏ tới hiệu quả sử dụng máy khoan. Các công tác này nhìn chung còn có những nhược điểm : mất nước, mất khí trong ca làm việc, hoặc có cấp nhưng áp lực yếu ..., do đó đã góp phần không nhỏ trong việc sử dụng các máy khoan chưa đạt hiệu quả cao.

Bảng 5-20. Chỉ tiêu công tác các máy khoan theo các năm

TT	Loại máy	Năng suất theo kế hoạch (10 ³ m ³ /th)	Năm 1982				Năm 1983				Năm 1984			
			Số lượng, (cái)		Năng suất thực tế		Số lượng, (cái)		Năng suất thực tế		Số lượng, (cái)		Năng suất thực tế	
			Tổng công	Làm việc	năm/tháng	(%)	Tổng công	Làm việc	năm/tháng	(%)	Tổng công	Làm việc	năm/tháng	(%)
1	CBY-2M	0,435	6	6	<u>18,27</u> 0,254	58,3	13	7	<u>27,4</u> 0,360	82,6	13	8	<u>21,0</u> 0,233	53,6
2	CBY-2K	0,742	2	3	<u>10,35</u> 0,431	58,2	6	3	<u>29,9</u> 0,777	104,7	6	6	<u>53,0</u> 0,863	116,3
3	YBW-532	1,10									4	3	<u>52,5</u> 1,46	132,7
TT	Loại máy	Năng suất theo kế hoạch (10 ³ m ³ /th)	Năm 1985				Năm 1986				Năm 1987			
			Số lượng, (cái)		Năng suất thực tế		Số lượng, (cái)		Năng suất thực tế		Số lượng, (cái)		Năng suất thực tế	
			Tổng công	Làm việc	năm/tháng	(%)	Tổng công	Làm việc	năm/tháng	(%)	Tổng công	Làm việc	năm/tháng	(%)
1	CBY2-M	0,435	8	6	<u>12,5</u> 0,189	43,4	8	6	<u>4,0</u> 0,042	13,6	3	3	<u>6,4</u> 0,178	40,8
2	CBY-2K	0,742	16	11	<u>20,0</u> 0,59	79,15	16	16	<u>106,1</u> 0,553	74,5	16	16	<u>66,7</u> 0,348	46,8
3	YBW-532	1,1	4	4	<u>51,0</u> 1,235	112,3	4	4	<u>37,6</u> 0,783	71,2	4	4	<u>14,4</u> 0...	27,3
TT	Loại máy	Năng suất theo kế hoạch (10 ³ m ³ /th)	Năm 1988											
			Số lượng, (cái)		Năng suất thực tế									
			Tổng công	Làm việc	năm/tháng	(%)								
1	CBY2-M		4	4	<u>11,6</u> 0,350	86,3								
2	CBY-2K		16	11	<u>80,2</u> 0,60	80,8								
3	YBW-532		3	1	<u>12,9</u> 0,975	88,7								

Bảng 5-21. Chỉ tiêu công tác các máy khoan theo các năm khi đào bậc dưới

TT	Loại máy	Năng suất theo kế hoạch (10 ³ m ³ /th)	Năm 1982				Năm 1983				Năm 1984			
			Số lượng, (cái)		Năng suất thực tế		Số lượng, (cái)		Năng suất thực tế		Số lượng, (cái)		Năng suất thực tế	
			Tổng cộng	Làm việc	năm/tháng	(%)	Tổng cộng	Làm việc	năm/tháng	(%)	Tổng cộng	Làm việc	năm/tháng	(%)
1	BMK-4	2,5								14	14	199,7	144	
												3,6		
2	HKP-100M	2,5 500m	13	10	28,14	50,0	47	32		14	10	201,6	67	
					1,26							1,68		
3	CBY-100	2,5	38	30	751,8	65,9	37	21	366,3	47,2	12	12	460,8	128
					1,65				1,18			3,2		
TT	Loại máy	Năng suất theo kế hoạch (10 ³ m ³ /th)	Năm 1985				Năm 1986				Năm 1987			
			Số lượng, (cái)		Năng suất thực tế		Số lượng, (cái)		Năng suất thực tế		Số lượng, (cái)		Năng suất thực tế	
			Tổng cộng	Làm việc	năm/tháng	(%)	Tổng cộng	Làm việc	năm/tháng	(%)	Tổng cộng	Làm việc	năm/tháng	(%)
1			12	12	344,25	95,6	30	30	106,4	28,8	13	3	42,6	90,2
					2,39				0,72				2,3	
2			11	11	328,7	99,4	23	23	38,8	28,0	24	13	35,7	72,6
					2,49				0,63				2,8	
3			8	4	156,6	43,5	27	27	153,3	54,0	23	7	325,2	96,2
					1,09				1,4				2,4	

Đơn vị: công nhân làm việc tại công trường khai thác than.

1. CÔNG SỞ TỈNH TOÀN CÁC GIẢI CỐ TẠM

Khi thi công các giải cố tạm trong quá trình thi công hệ thống công trình ngầm Nhà máy thủy điện Hòa Bình đã dựa trên cơ sở "Tư vấn chuyên và quy phạm" về thiết kế giải cố tạm (trong phần thủy công) (Liên Xô) đồng thời dựa trên các kết quả khảo sát địa chất công trình và thực địa. Các công trình giải cố tạm được bố trí dựa trên hệ số kiến cố mong muốn và không vượt quá giới hạn cho phép của nước ngầm. Khả năng tương đương của giải cố tạm được chọn trong thiết kế phải dựa trên cơ sở lập và thẩm định kinh tế kỹ thuật của từng phương án gia cố. Phương án được chọn phải cho phép thi công động, nguyên liệu, vật liệu và những chỉ tiêu khác trong điều kiện công nghệ và địa chất của công trình.