

CHƯƠNG VII

THOÁT NƯỚC LỖ VÀ PHUN XI MĂNG CHỐNG THẨM TRONG CÔNG TRÌNH NGÂM

Một trong số những điểm khó khăn và phức tạp của việc xây dựng các công trình ngầm là vấn đề xử lý nước ngầm trong quá trình thi công, cũng như khi công trình đi vào vận hành khi mà áp lực của cột nước thượng hạ lưu được nâng dần, đặc biệt trong điều kiện địa chất và địa chất thủy văn phức tạp.

Công trình ngầm của nhà máy thủy điện Hoà Bình là một công trình như vậy, do đó một trong những vấn đề quan trọng khi thiết kế và thi công là tìm giải pháp giảm tác hại của nước ngầm lên công trình. Giảm tác dụng của nước ngầm, có nghĩa là giảm áp lực nước ngầm cho phép giảm nhẹ kết cấu vỏ, đẩy nhanh tốc độ thi công và tăng tuổi thọ công trình. Điều này có thể tiến hành bằng cách sử dụng thoát nước, phun xi măng chống thấm hay phối hợp chúng với nhau.

Ở Liên Xô cũng như các nước khác trên thế giới thường sử dụng thoát nước dạng lỗ để hạ thấp tác dụng của nước ngầm lên vỏ hầm khi xây dựng các công trình ngầm. Tại công trình ngầm thủy điện Hoà Bình đã sử dụng biện pháp thoát nước lỗ và thoát nước lỗ phối hợp với phun xi măng gia cố để xử lý chống thấm trong quá trình thi công cũng như làm khô công trình trong quá trình vận hành.

I. NHỮNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI CÁC DẠNG THOÁT NƯỚC VÀ NHỮNG ĐIỀU KIỆN ỨNG DỤNG PHUN XI MĂNG CHỐNG THẨM

Việc hạ thấp mực nước ngầm hoặc thoát nước đằng sau các vỏ hầm bằng lỗ khoan và hệ thống thu nước làm giảm áp lực nước ngầm lên vỏ, vừa đảm bảo điều kiện thuận lợi cho thi công, vừa chống thấm được lâu dài.

Mục đích chủ yếu của thoát nước là trong các công trình ngầm cần duy trì độ ẩm thích hợp. Việc hạ thấp mực nước ngầm bằng lỗ khoan và hệ thống thu nước có thể đạt được bằng các biện pháp sau:

- Đảm bảo độ bền kết cấu tại chỗ tiếp xúc của công trình với đá;
- Không để có nguy cơ bị lấp nhét cơ học, hoá học và sinh học trong các công trình thoát nước;
- Các công trình thoát nước không làm tổn thất lượng nước đáng kể từ hồ chứa nước;

- Không tạo ra dòng thấm ngược khi trong đá có hiện tượng xói ngầm và bảo toàn được tính chất ổn định của đá và sự làm việc của công trình thoát nước.

Trường hợp, có dấu hiệu không thể sử dụng công trình thoát nước thì phải sử dụng phun xi măng chống thấm quanh hầm để hạ thấp tác dụng của nước ngầm lên công trình. Việc phun xi măng chống thấm chỉ thực hiện với các điều kiện sau :

- Tỷ trọng lưu lượng hấp thụ nước của đá phải lớn hơn $0,01 \text{ l/ph.m}^2$;
- Vận tốc thực của nước ngầm $\leq 600 \text{ m/ngđ}$;
- Thành phần hoá học của nước ngầm không cản trở quá trình phản ứng do ngưng kết và đóng rắn của vữa xi măng, tức là xi măng được phun vào đá không bị nước ngầm ăn mòn.

Xử lý dòng thấm ở các công trình ngầm có thể thực hiện tổng thể hoặc cục bộ. Thoát nước tổng thể hạ thấp được áp lực nước ngầm trên toàn bộ bề mặt vỏ hầm hay cả khu vực bố trí công trình ngầm. Thoát nước cục bộ nhằm tiêu hao cột áp bằng các công trình thoát nước riêng rẽ.

Kết cấu các dạng thoát nước được chia thành : thoát nước hầm, lỗ khoan, giếng, lỗ, ống

Lựa chọn các dạng thoát nước được tiến hành theo các điều kiện địa chất và địa chất thủy văn (cột áp nước ngầm, điều kiện biên của miền thấm, khoảng cách từ biên cấp nước ngầm đến đường phân nước, áp lực chuyển động của dòng thấm, tính chất hoá - lý của đá và nước ngầm ...) các quá trình lý - hoá trong đá, mối liên hệ giữa nước mặt và nước ngầm, ảnh hưởng của các yếu tố địa hình, kết cấu và vật liệu vỏ đường hầm cũng như điều kiện làm việc của chúng, điều kiện thi công và vận hành các công trình thoát nước.

Phun xi măng chống thấm trong các công trình ngầm được thực hiện tùy thuộc vào đặc trưng tác dụng của nó đối với dòng thấm, vị trí tương đối của công trình, trong môi trường thấm v.v...

Đặc trưng của giải pháp phun xi măng chống thấm là có thể làm thay đổi vị trí bề mặt áp lực thấm, kéo dài đường thấm nhằm giảm gradient cột áp, giảm dòng chảy của nước ngầm vào công trình hay ngăn nước thoát từ công trình có áp.

II. THOÁT NƯỚC LỖ TRONG CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM

Mục đích chủ yếu của thoát nước lỗ trong các công trình ngầm của thủy điện Hoà Bình là giảm áp lực lên vỏ các đường hầm. Áp dụng giải pháp này trong thực tế thiết kế và thi công đã đưa lại hiệu quả cao.

Thoát nước lỗ được sử dụng rộng rãi trong các hầm thi công số 1, 2, các hầm dẫn nước vào và hầm xả, buồng trạm bơm gian máy... Nghĩa là trong các hầm sẽ làm việc vĩnh viễn trong môi trường nước có áp cũng như không áp.

Dạng phổ biến của thoát nước lỗ đã được sử dụng là thoát nước cục bộ, nó có kết cấu chung như sau: thoát nước bằng các ống được bố trí trong phần vòm hầm và 2 bên tường thậm chí ở cả dưới nền hầm, theo mạng so le với bước 3x3m. Theo các ống này, sau khi đổ bê tông gia cố vòm, nhờ lỗ thoát nước mà áp lực thấm bên trong và ngoài vòm hầm đã giảm hoàn toàn. Tuy nhiên để đảm bảo đá ngoài vòm hầm được bền vững trước khi hoàn chỉnh việc khoan lỗ thoát nước phải tiến hành phun xi măng lấp đầy, gia cố và chống thấm cho đường hầm.

Tùy thuộc vào chiều sâu và đường kính của lỗ thoát nước mà sử dụng các máy khoan CBY-2K, YBW-532 (đường kính $\phi 42$), YBW($\phi 46$) hay HKP-100m, BMK-4 (đường kính $\phi 105$) để khoan vào đá.

Tác dụng vòm hầm có thoát nước lỗ kết hợp phun xi măng chống thấm:

1. Dạng thoát nước kết hợp

Phun xi măng chống thấm đới đá tiếp xúc trực tiếp với vòm hầm. Khi đó đới đá được phun xi măng làm giảm dòng chảy của nước khỏi các hầm có áp và giảm dòng thấm vào các hầm không áp, vòm được bảo vệ khỏi tác dụng xâm thực của nước ngầm. Áp lực nước ngầm lên vòm còn lại không đáng kể, các lỗ thoát nước đặt qua toàn bộ bề dày đới đá đã phun xi măng và cắm sâu vào đá không phun xi măng để hạ thấp được tối đa áp lực nước ngầm của lớp đá bên ngoài. Kết cấu này được sử dụng thuận lợi trong đá thấm nước yếu.

2. Dạng thoát nước lỗ kết hợp

Trong phạm vi đới đá yếu đã phun xi măng: Khi đó lưu lượng thấm giảm mạnh nhưng áp lực nước ngầm lên vòm vẫn lớn hơn, áp lực nước lên vòm được giảm đi chỉ bằng 20-40% tức là áp lực dư lên vòm còn bằng 0,8÷0,6 áp lực thủy tĩnh.

Để hạ thấp mạnh hơn áp lực nước ngầm trong vòm với phun xi măng chống thấm đá và thoát nước đã tiến hành phun xi măng theo đới (3÷12m), cách bề mặt vòm hầm (từ 1÷3m), còn các lỗ thoát nước chính là phần lỗ khoan còn lại nằm trong đới đá không phun xi măng (hoặc phun xi măng yếu). Kết cấu này giảm đáng kể áp lực thấm lên vòm hầm. Chiều dày vòm hầm có thể giảm đi.

3. Thoát nước cho hầm bằng các lỗ khoan sâu

Thoát nước bằng các lỗ khoan sâu trong các hầm của nhà máy thủy điện có mục đích chính là để thu nước ngầm và thoát ra trước khi ngấm vào đới giảm tải của vòm hầm.

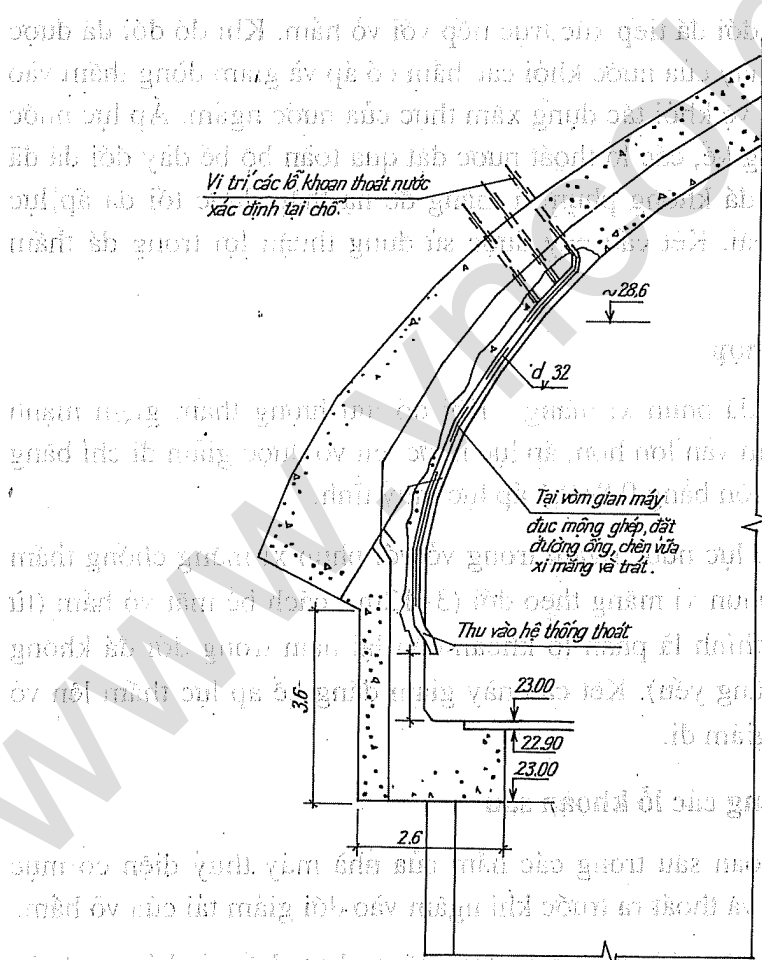
Gian máy và gian biến thế của nhà máy điện Hoà Bình được bố trí phía sau màn chắn xi măng và màn thoát nước, được thi công từ hành lang thoát nước và phun xi măng. Để giảm tải trọng tác dụng lên vòm hầm của lượng nước ngầm thấm qua màn chắn

- thoát nước và giảm lưu lượng nước thấm qua vỏ (nhằm làm tăng tuổi thọ công trình) đã bố trí các lỗ khoan thoát nước dạng tia (hình quạt). Các lỗ khoan này có đường kính $\phi 105\text{mm}$, với chiều sâu từ 23-40m được khoan sau khi phun xi măng lấp đầy vòm các hầm (xem hình vẽ 7-1)

4. Thoát nước cho các khối đá bằng các đường hầm :

Để hạ thấp mực nước ngầm trong các khối đá có các hầm khô (gian máy, gian biến thế, hầm cáp, hầm giao thông ...) hay các khối đá có nguy cơ trượt (khối đá đồi Ông Tượng) đã thiết kế và thi công các hầm thoát nước.

Các đường hầm này thường được bố trí phối hợp với phun xi măng màn chắn hoặc độc lập. Đó là những thiết kế hoàn chỉnh do cơ quan thiết kế lập và được tổ chức thi công như các đường hầm khác



Hình 7-1 : Sơ đồ bố trí ống dẫn nước thoát từ vòm gian máy.

III. PHUN XI MĂNG GIA CỐ

1. Mục đích :

Việc phun xi măng gia cố trong các hầm thủy công nhằm các mục đích:

- Tăng các đặc trưng đàn hồi và biến dạng của khối đá xung quanh hầm ;
- Đối được phun xi măng gia cố sẽ làm tăng độ bền chặt của đá, tạo ra đới được chịu ứng suất trước nhờ áp lực phụt cao (tới 15-30 at). Khi đó các đặc trưng độ bền và biến dạng của đá tăng lên đáng kể, tính dị hướng và không đồng nhất giảm đi, hình thành vòm đá làm việc như một kết cấu chịu tải tiếp nhận áp lực của lớp đá nằm trên nó và phân lớn áp lực nước bên trong hầm, do đó trạng thái ứng suất của đá được cải thiện và cho phép giảm bề dày vữa ;

(1-2) Phun xi măng gia cố là một biện pháp chống thấm, giảm áp lực của nước ngầm tác dụng lên vỏ hầm, giảm mất nước khỏi hầm do thấm và làm yếu tác dụng ăn mòn của nước ngầm đối với các vật liệu kết cấu vữa, đảm bảo tuổi thọ của vữa ;

- Phun xi măng gia cố góp phần hạ giá thành xây dựng hầm.

2. Phạm vi áp dụng phun xi măng gia cố

(2-1) Phun xi măng gia cố được tiến hành trong cả các hầm có áp lẫn không áp với tính toán kỹ thuật - kinh tế hợp lý ;

- Các hầm không áp đào trong khối có áp lực của nước ngầm cao cần phải sử dụng đồng thời biện pháp phun xi măng gia cố với thoát nước lỗ để hạ thấp áp lực thủy tĩnh của nước ngầm ;

- Với các hầm chịu áp lực nước cao, tiến hành phun xi măng gia cố có lợi khi áp lực phun đủ lớn để tạo lên ứng suất trước trong khối đá xung quanh hầm ;

- Phun xi măng gia cố bằng vữa xi măng có độ phân tán bình thường được tiến hành có hiệu quả chỉ khi các khe nứt trong đá có độ mở không nhỏ hơn 0,15mm. Nếu lượng hấp thu nước đơn vị nhỏ hơn 0,01 l/ph.m² thì không nên tiến hành phun xi măng gia cố ;

- Tùy thuộc vào độ nứt nẻ của đá, dòng nước và vận tốc nước dưới đất trong đá mà lựa chọn phương pháp ép vữa, chất dính kết và sơ đồ bố trí lỗ khoan khi phun xi măng gia cố. Nếu vận tốc dòng thấm lớn tới 600m/ngđ thì khả năng và hiệu quả phun xi măng phải được xác định trên cơ sở công tác thí nghiệm ;

- Trong tổ hợp ngầm nhà máy thủy điện Hoà Bình, phun xi măng gia cố được tiến hành ở các đoạn hầm cắt qua các đới nứt nẻ hoặc phá huỷ kiến tạo và các đoạn nằm gần cửa ra, cửa vào các hầm với thể nằm của hầm không sâu.

3. Công nghệ phun xi măng gia cố

Để phun xi măng gia cố, phải xác định chiều sâu lỗ khoan, vị trí và hướng của chúng tùy thuộc vào tiết diện hầm, kết cấu vỏ, áp lực nước trong hầm, gradien cho phép của cột áp trong vỏ ; áp lực nước dưới đất và các đặc trưng của đá cần phun xi măng (hướng của vữa, hướng phát triển các khe nứt, mức độ nứt nẻ, độ thấm nước của đá, tính chất cơ lý của chúng).

3.1. Chiều sâu lỗ khoan :

- Chiều sâu lỗ khoan phun xi măng gia cố trong các hầm có áp được lấy theo độ lớn đường kính trong của hầm và không nhỏ hơn chiều sâu của đới giảm chặt :

$$l \leq (0,6 \div 0,8) R_0 \quad (m) \quad (7-1)$$

l - chiều sâu phun xi măng gia cố, m ;

R_0 - bán kính trong của hầm có áp.

- Theo đặc điểm hình thành các đới phá hủy trong khối đá xung quanh hầm sau khi đào hầm, chiều sâu phun xi măng gia cố được lấy theo công thức sau :

$$l = (1,5 \div 2) h_H \quad (m) \quad (7-2)$$

h_H - chiều sâu đới phá hủy, m, xác định theo công thức :

$$h_H = \frac{b_c}{2k_\phi} \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right) + \frac{1}{\alpha} R_0 \quad (7-3)$$

Ở đây : b_c là bề rộng hầm ;

R_0 - bán kính tiết diện hầm, m ;

$$\alpha = \frac{R_0 - a_0}{R_0} \quad (7-4)$$

Trong đó :

a_0 - bán kính tác dụng của quả mìn trong lỗ khoan (lỗ), m ;

k_ϕ - hệ số hình dạng, được lấy theo thực nghiệm, có tính đến sự thay đổi ứng suất của đá trên viên hầm theo các tiết diện có hình dạng khác nhau, nó phụ thuộc vào tỷ lệ giữa chiều cao vòm h_1 và bề rộng hầm b_0 .

Bảng 7-1

h_1/b_0	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
k_ϕ	1	0,93	0,87	0,8	0,73	0,67

Khi hầm có thể nằm không sâu, đào trong đá nứt nẻ mạnh thì :

$$h_H = \frac{x-1}{2k_\phi} \cdot b_0 \quad (7-5)$$

Trong đó :

$$x = \frac{R}{R_0} = \left[1 + \frac{1 - \sin \phi}{c} \frac{1 - \sin \phi}{\gamma \cdot H \cot g \phi} \right]^{2 \sin \phi} \quad (7-6)$$

R - khoảng cách từ tâm hầm đến giới hạn đối phá huỷ, m ;

ϕ - góc ma sát trong của đá, độ ; c - lực dính ;

H - chiều sâu thế nằm của hầm ;

γ - dung trọng đá ;

- Khi tính toán sơ bộ có thể lấy

$$h_H = k \cdot b_0 \quad (7-7)$$

k - hệ số tra bảng, phụ thuộc vào hệ số kiên cố và mức độ nứt nẻ của đá.

Như vậy, mức độ đúng đắn của việc xác định chiều sâu phun xi măng gia cố phụ thuộc vào độ chính xác của các công thức xác định chiều sâu vùng phá huỷ.

Sau đây là kết quả xác định chiều sâu đối phá huỷ theo công thức (7-4), (7-5), (7-7) và kết quả đo địa vật lý tại hiện trường, của một số công trình đã xây dựng ở Liên Xô và Việt Nam :

Bảng 7-2

Hầm nghiên cứu	Chiều sâu hầm b_0 , m	Hệ số kiên cố f	h_H đo tại hiện trường, m	h_H tính theo các công thức	
				7-4	7-5;7-6
Hầm thi công, NMTĐ Tốc-tô-gun	15,4	7-8	1,7-2,0	1,5	1,3
Hầm thi công số 2, NMTĐ Nu rếch	15,0	7-8	1,4-1,7	1,7	1,9
Hầm dẫn nước vào NMTĐ Inguri	12,0	7-8	1,1-1,7	1,3	1,7
Hầm dẫn nước vào NMTĐ Trarvac	10,0	8-9	1,5-1,8	1,4	1,6
Hầm dẫn nước vào NMTĐ Hoà Bình	11,0	7-9	1,6-1,8		2,2

- Trong các hầm có vỏ chịu tải mỏng cũng như với vỏ không chịu tải chiều sâu phun xi măng có thể kiểm tra theo độ lớn gradien cho phép của cột áp:

$$d = \frac{H}{[I_c]} \quad (7-8)$$

· H - Cột áp được tiếp nhận bởi đới phun xi măng (có tính đến tiêu hao áp lực trong vỏ và trong đới không phun xi măng).

[I_c] - gradien cột áp trung bình cho phép trong đới phun xi măng.

3.2. Hướng các lỗ khoan :

Các lỗ khoan được bố trí theo hướng sao cho cắt qua nhiều khe nứt nhất nghĩa là vuông góc với phương phát triển hệ thống khe nứt chính. Nếu hệ thống khe nứt chính không có, các lỗ khoan được bố trí theo hướng bán kính của hầm (vuông góc với bề mặt hầm).

3.3. Khoảng cách giữa các lỗ khoan :

Khoảng cách giữa các lỗ khoan khi phun xi măng gia cố xác định chủ yếu dựa vào lượng hấp thụ nước đơn vị của đá (độ thấm) và áp lực phun xi măng.

Khoảng cách giữa các lỗ khoan trong vùng bố trí tổ hợp ngầm của nhà máy thủy điện Hoà Bình được lấy bằng 2,5÷3 mét.

3.4. Áp lực phun xi măng :

Căn cứ vào:

- Khả năng tiếp nhận áp lực của vỏ hầm ;
- Khả năng tiếp nhận áp lực của đá để xác định áp lực phun xi măng gia cố ;
- Khi tính tới công dụng chống thấm của phun xi măng gia cố thì căn cứ vào cột áp

tác dụng lên vỏ hầm (thường lấy bằng 1,5÷2 lần áp lực nước bên trong) để xác định áp lực phun.

Áp lực phun xi măng gia cố có thể chia ra làm 3 loại : áp lực ban đầu, áp lực kết thúc và áp lực kiểm tra.

Áp lực phun xi măng ban đầu là áp lực cần thiết để đưa vữa vào các khe nứt qua lỗ khoan.

Áp lực kết thúc phun xi măng là áp lực cực đại khả dĩ mà đá tiếp nhận được (không gây đứt vỡ đá, không làm biến dạng lên đá) nhằm tạo ứng suất trước lớn trong vỏ và trong đá.

Áp lực phun xi măng kiểm tra thường được lấy bằng 0,7 lần áp lực kết thúc.

Trong các hầm của nhà máy thủy điện Hoà Bình, áp lực phun xi măng gia cố thường lấy từ 10÷25at.

3.5. Trình tự thi công các lỗ khoan phun xi măng gia cố:

Các lỗ khoan phun xi măng gia cố được bố trí thành từng hàng dọc theo chiều dài hầm, trong mỗi hàng các lỗ khoan được bố trí theo chu vi mặt cắt ngang hầm, trên đó các lỗ khoan được thi công theo các đợt khác nhau (thường là từ 2-3 đợt).

Trong đá có lượng hấp thu xi măng lớn phải chia các lỗ khoan thành các đợt thi công nhưng với đá có lượng hấp thu xi măng nhỏ (ít nứt nẻ) có thể phun theo từng nhóm lỗ khoan.

Khi phun xi măng đồng thời theo 1 nhóm, các lỗ khoan sẽ tạo ra áp lực nén lớn lên vỏ và đá, mặt khác thời gian thi công sẽ được rút ngắn. Để tận dụng đặc điểm này khi phun xi măng các lỗ khoan làm nhiều đợt (2-3 đợt) thì đầu tiên phun xi măng các lỗ khoan đợt 1 còn sau đó có thể phun đồng thời nhóm các lỗ khoan đợt 2 và 3, tùy theo kết quả phun đợt 1.

3.6. Ép nước thử trong lỗ phun xi măng gia cố:

Các lỗ khoan phun xi măng gia cố sau khi khoan xong, trước khi phun xi măng được tiến hành ép nước thử. Ép nước thử nhằm xác định lượng hấp thu nước đơn vị của đá mà lỗ khoan cắt qua. Dựa vào kết quả ép nước thử để lựa chọn tỷ lệ (nồng độ) của vữa phun cho thích hợp. Để phun xi măng các lỗ khoan đợt 2 (hoặc 3) phải dựa vào kết quả của lượng phun xi măng đợt trước, để quyết định mức độ cần thiết hoặc chế độ phun xi măng trong các lỗ của đợt tiếp theo.

Khi ép nước thử, áp lực ép được lấy bằng áp lực phun xi măng, thời gian ép được kéo dài cho đến khi đạt lưu lượng ép ổn định nhưng không nhỏ hơn 15 phút. Lượng hấp thu nước đơn vị được tính theo công thức sau:

$$q = \frac{Q}{H \cdot l} \quad (l/\text{ph} \cdot \text{mm}) \quad (7-9)$$

Trong đó:

Q - lưu lượng hấp thu nước của đới thử, l/ph ;

H - cột áp của nước trong đới thử, m ;

l - chiều dài đới thử, m.

Cột áp của nước trong đới thử (H) được xác định có tính đến các điều kiện thực tế : hướng của lỗ khoan (lên hay xuống) mực nước ngầm.

Ép nước thử có tác dụng rửa lỗ khoan và với áp lực cao, mở rộng các khe nứt để vữa xi măng trong quá trình phun đi vào các khe nứt.

4. Tổ chức thi công phun xi măng gia cố :

Các thiết bị sử dụng trong phun xi măng gia cố cũng chính là các thiết bị để phun xi măng lấp đầy, chỉ khác ở thiết bị khoan (trường hợp chiều sâu lỗ khoan phun xi măng gia cố lớn hơn 4m có thể sử dụng máy khoan БМК-4 hoặc HKP-100M ...)

Vữa để phun xi măng gia cố được sản xuất từ 2 loại chủ yếu là nước và xi măng với các nồng độ khác nhau tùy thuộc vào lượng hấp thu nước đơn vị của đới phun, q (xác định bằng ép nước thử). Khi q càng cao thì nồng độ vữa càng đặc, q càng thấp - càng loãng, vữa thường được sản xuất với nồng độ (tỷ lệ N/XM) thay đổi theo các cấp sau : 10; 5; 3; 2; 1,5; 1; 0,8; 0,7; 0,6. Nếu đá có lượng hấp thu nước đơn vị nhỏ có thể cho thêm các chất phụ gia vào vữa phun.

Công tác phun xi măng gia cố được tiến hành sau khi đã kết thúc công tác phun xi măng lấp đầy.

Sau khi kết thúc phun xi măng gia cố, lỗ khoan phải được lấp bằng vữa xi măng hoặc xi măng - cát. Đây là vấn đề cần đặc biệt chú ý vì hướng của các lỗ khoan để phun xi măng gia cố trùng với hướng nước thấm vào hầm do đó nếu lấp lỗ không đảm bảo chất lượng thì các lỗ này chính là đường dẫn nước vào hầm (hay chảy khỏi hầm). Với các lỗ khoan hướng xuống, lấp lỗ được tiến hành qua các ống đặt sát đáy lỗ khoan. Khó khăn hơn cả là lấp các lỗ khoan hướng lên. Để lấp các lỗ này phải sử dụng tam pôn (lắp ở miệng lỗ), qua đó mà bơm vữa đặc vào lỗ khoan đến chổi. Trên ống tam pôn có lắp van, van này đóng khi ngừng bơm vữa. Để tránh độ co ngót lớn khi vữa đông cứng phải sử dụng các vữa đặc có độ nhả nước nhỏ (nhỏ hơn 2-3%)

Trên công trình xây dựng thủy điện Hoà Bình, phun xi măng gia cố các hầm của tổ hợp ngầm đã được tiến hành ở các hầm thi công số 1,2 các hầm dẫn nước vào, đoạn chuyển tiếp của các hầm dẫn nước ra ... Kết quả phun xi măng một số hầm được cho trong bảng 7-3 và 7-4.

Nhìn chung, lượng hấp thụ xi măng (trong vữa xi măng - nước) của các lỗ khoan phun xi măng gia cố được khoan từ trong hầm nhỏ hơn rất nhiều so với các lỗ khoan được khoan từ mặt đất xuống đến vỏ hầm (với các đoạn giáp cửa vào và ra của các hầm).

Trong các đới phun xi măng gia cố xung quanh hầm, lượng hấp thụ xi măng tăng lên bởi các khe nứt sinh ra do ảnh hưởng của quá trình nổ mìn, giảm tải khi đào hầm và các khe nứt do ảnh hưởng của các hoạt động kiến tạo và phong hoá. Trong phạm vi đới phá huỷ, đá bị giảm mạnh về tính chất cơ lý và các đặc trưng biến dạng. Đối với các khe nứt có độ mở nhỏ lượng hấp thụ xi măng thường từ 10÷35kg/m.

Với các đá nằm lộ ra trên mặt đất của các đoạn gần cửa các hầm (có thể nằm nông) chịu ảnh hưởng mạnh hơn của các hoạt động phong hoá và nổ mìn (dùng lỗ khoan đường kính lớn khi đào hố móng) các khe nứt này có độ mở lớn hơn, lượng hấp thụ xi măng cao hơn (tới 300kg/m).

Dưới đây là các số liệu về phun xi măng gia cố các hầm thi công và hầm dẫn nước vào của nhà máy thủy điện Hoà Bình.

Bảng 7.3 : Phun xi măng lấp đầy và gia cố các nứt

TT	Số hiệu nứt	Vị trí nứt	Thời kỳ công tác	Khối lượng đã thực hiện		Ghi chú
				Lấp đầy ($10^3 m^2$)	Gia cố m/kg XM	
1	1a	Lỗ nối tại GK0+61	Thông	19,5T	60	71,0kg/m
2	2a	ΠB-1 giao CT-2			220	
3	2b	ΠB-1 giao CT-1			132/9400	
4	3a	OT-1 giao CT-2	hầm	31,9T	180	52,6
5	3b	OT-1 giao CT-1			170/8950	
6	4	OT-2 giao CT-1	xả	6,6T	100/18150	181,5
7	5a	ΠB-1a giao CT-2			103	
8	5b	ΠB-1a giao CT-1	23,5T	134/10500	78,4	
9	2-1	CT-2 ở chỗ giao với màn chắn XM đập tràn		0,72		
10	2-2	CT-2 với OT-1		0,35		
11	1-1			0,72		
12	2			0,13		
13	1-2			0,35		
14	1-3			0,35		

Bảng 7-4 : Kết quả phun xi măng lấp đầy và gia cố các đới hầm thi công

TT	Tên hầm (TK)	Phun xi măng lấp đầy			Phun xi măng gia cố		
		S, m ²	P, tấn	q, kg/m ²	L, m	P, tấn	q, kg/m
1	CT-1 Trong đó khu GK 0+12 ÷ 0+52 từ V36	14190	2626	185	2.080	65.300	31,4
2	CT-2 Phun xi măng gia cố khu hở móng cửa vào từ V36 ở khu GK 0+12 ÷ 0+52,82	12500	230,5	191	2.030	33.100	16,3
3	Giếng và hầm V36 (đầu vào các CT) - Quanh-giếng từ V86 - Hành lang giếng thông	500	2385	(TUB) 0,38m ³ /m ²	2090	696.000	351,5
4	TB-1-8 : GK 0+04÷GK 0+34 (từ V90) TB-1 GK 0+34÷GK 1+13,63 GK 1+13,63÷GK 2+09,28 (không tiến hành phun xi măng lấp đầy) GK 2+09,28÷GK 2+22,28 (l=13m) Buồng điện áp dưới (HYK-1) Buồng điện áp dưới (HYK-2) OT-1 Gian máy Buồng bơm giàn máy Gian biến thế Hầm giao thông KT-1 KT-2 KT-3 GT-1÷3 BKT - GK0+31 ÷ GK0+69	3810	192m ³		2680 1230 703	6.730	9,3
		2950			313		
		200			2217		
		8350			228		
		285			272		
		5050			417		
		5170			700		
		3120					
		1430					
		1860					
		751					
		670					