

# TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

## TCVN 8645:2019

### CÔNG TRÌNH THỦY LỢI THIẾT KẾ, THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU KHOAN PHỤT VỮA XI MĂNG VÀO NỀN ĐÁ

*Hydraulic structures - Design, construction and acceptance drilling and injecting cement into rock foundation*

#### Lời nói đầu

TCVN 8645:2019 thay thế TCVN 8645:2011.

TCVN 8645:2019 do Tổng công ty Tư vấn xây dựng Thủy lợi Việt Nam biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

### CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - THIẾT KẾ, THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU KHOAN PHỤT VỮA XI MĂNG VÀO NỀN ĐÁ

*Hydraulic structures - Design, construction and acceptance drilling and injecting cement into rock foundation*

#### 1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu trong công tác thiết kế, thi công và nghiệm thu khoan phụt vữa xi măng vào nền đá tạo màn chống thấm và gia cố nền công trình thủy lợi đối với những nền đá có đặc tính sau:

- Nền là đá cứng hoặc nửa cứng bị nứt nẻ, có độ mở rộng khe nứt từ (0,1 đến 10) mm;
- Lượng mất nước đơn vị nằm trong phạm vi yêu cầu khoan phụt của các đối tượng áp dụng (quy định trong các tiêu chuẩn thiết kế của các đối tượng) và vận tốc chuyển động của nước ngầm nhỏ hơn 2 400 m/ngày đêm ( $2,8 \times 10^{-2}$  m/s).
- Thành phần hóa học của nước ngầm không phá hoại quá trình đông kết của vữa xi măng.

1.2 Đối với công tác phụt các loại vữa khác như phụt vữa silicat, vữa silicat - bentonite, phụt vữa xi măng - phụ gia, vữa xi măng - cát, vữa xi măng - sét ổn định để xử lý nền đá có đứt gãy, khe nứt lớn, có hang hốc karst hoặc các loại nền tương tự nên tham khảo Phụ lục A và Phụ lục B. Khi nền đá có điều kiện địa chất phức tạp và có yêu cầu cao về chất lượng chống thấm, chất lượng gia cố nền hoặc yêu cầu cao về tiến độ thi công nên tham khảo Phụ lục C.

1.3 Tiêu chuẩn này cũng có thể tham khảo để áp dụng đối với các dự án cải tạo, sửa chữa, nâng cấp.

#### 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 7572-10:2006 Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử - Phần 10: Xác định cường độ và hệ số hóa mềm của đá gốc.

TCVN 8216:2018 Công trình thủy lợi - Thiết kế đập đất đầm nén.

TCVN 8733:2012 Đá xây dựng công trình thủy lợi - Phương pháp lấy mẫu, vận chuyển, lựa chọn và bảo quản mẫu đá dùng cho các thí nghiệm trong phòng.

TCVN 9137:2012 Công trình thủy lợi - Thiết kế đập bê tông và bê tông cốt thép.

#### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

##### 3.1

**Phụt nén ép vữa** (Compressed mortar injection)

Phương pháp phụt vữa trong đó toàn bộ vữa do máy bơm phụt đi (trừ các tổn thất công nghệ) đều được đưa vào trong các khe hở của nền đá.

##### 3.2

**Phụt vữa bán ép** (Semi - compressed mortar injection)

Phương pháp phụt vữa trong đó chỉ có một phần vữa được đưa vào trong các khe hở của nền đá, một phần vữa ngay sau khi ra khỏi máy bơm lại quay trở về bể chứa để bơm lại mà không được phụt vào trong hố khoan.

### 3.3

#### **Phụt vữa tuần hoàn** (Circulating mortar injection)

Phương pháp phụt vữa trong đó vữa do máy bơm phụt đi chạy vòng quanh từ máy bơm đến hố khoan và quay vòng trở lại. Trong một chu kỳ quay vòng đó, một phần vữa thâm nhập được vào trong nền đá, phần còn lại quay từ hố khoan trở về bể chứa vữa để bơm lại.

### 3.4

#### **Đứt đoạn thủy lực của đá** (Hydraulic intermittent of rock)

Hiện tượng đất đá nền bị nứt hoặc bị biến dạng dưới tác động của vữa hoặc nước phun vào hố khoan. Trong quá trình phụt vữa hoặc ép nước, sự đứt đoạn thường được thể hiện dưới dạng tăng đột ngột lưu lượng vữa hoặc lưu lượng nước và làm giảm áp lực.

### 3.5

#### **Độ chối giả** (Level of false refusal)

Sự bịt tắc các lỗ rỗng, kẽ nứt ở vùng lân cận thành hố khoan làm cho vữa không xâm nhập sâu vào trong nền đá, các lỗ rỗng trong khối đá xung quanh hố khoan vẫn không được lấp đầy xi măng dẫn tới lưu lượng vữa phụt giảm tới trị số quy định của thiết kế.

### 3.6

#### **Vữa ổn định** (Steady mortar)

Là vữa xi măng giữ được độ đồng nhất khi để yên tại một chỗ, hoặc không bị phân lớp trong thời gian phụt xi măng.

### 3.7

#### **Vữa không ổn định** (Unsteady mortar)

Là vữa xi măng bị tách thành pha lỏng và pha cứng khi chuyển động với vận tốc nhỏ hoặc khi để yên tại một chỗ.

## 4 Quy định chung

**4.1** Thiết kế khoan phụt vữa xi măng vào nền đá (gọi tắt là thiết kế khoan phụt) chỉ thực hiện trong bước thiết kế kỹ thuật (TKKT) và bản vẽ thi công (BVTC) đối với công trình thiết kế ba bước; hoặc bước thiết kế bản vẽ thi công (TKBVTC) đối với công trình thiết kế hai bước; hoặc báo cáo kinh tế kỹ thuật (BCKTKT) đối với công trình thiết kế một bước. Đối với các bước thiết kế còn lại không tiến hành lập hồ sơ thiết kế khoan phụt mà chỉ tiến hành xác định khối lượng khoan phụt làm cơ sở lập tổng mức đầu tư dự án.

**4.2** Thành phần và khối lượng hồ sơ thiết kế khoan phụt:

Tùy theo yêu cầu của từng bước thiết kế mà thành phần và khối lượng hồ sơ thiết kế khoan phụt có khác nhau, nhưng thường bao gồm các nội dung chính sau đây:

- 1) Thuyết minh thiết kế và thi công khoan phụt.
- 2) Các bản vẽ thiết kế mặt bằng, mặt cắt, thiết kế chi tiết lắp đặt thiết bị khoan phụt, thiết kế khu vực khoan phụt thử nghiệm.
- 3) Dự toán thiết kế và thi công khoan phụt.
- 4) Các bảng biểu và phụ lục kèm theo bao gồm:
  - Tính toán các thông số chiều dài, chiều sâu và số lượng hàng (chiều dày) của mạng lưới khoan phụt.
  - Bảng tổng hợp và thống kê chi tiết khối lượng khoan và phụt của từng hố khoan.
  - Các thông số kỹ thuật về vật liệu và phụ gia sử dụng trong công tác khoan phụt.
  - Các văn bản và tài liệu liên quan đến công tác thiết kế khoan phụt.

**4.3** Công tác khoan phụt phải được thực hiện trước khi tích nước. Trường hợp phải tiến hành khoan phụt sau khi đã tích nước trước công trình thì phải xem xét ảnh hưởng của cột nước gây ra đối với hiệu quả của biện pháp khoan phụt và có biện pháp xử lý phù hợp.

**4.4** Phải kết thúc việc phụt vữa xi măng trước khi thi công các công trình tiêu nước của nền trong phạm vi ảnh hưởng của hố khoan phụt, trường hợp ngược lại phải có biện pháp ngăn ngừa các công trình tiêu nước bị lấp tắc bởi vữa phụt.

**4.5** Khi khoan phụt qua các công trình bê tông có khớp nối phải có biện pháp không để cho dung dịch xi măng xâm nhập vào làm cứng các khớp nối.

**4.6** Khi phụt vữa xi măng vào lớp đá dưới nền, thông thường phải có một lớp phản áp bên trên. Lớp phản áp này phải đảm bảo sao cho khi tiến hành phụt với áp lực thiết kế không bị gãy nứt, dung dịch phụt không chảy ra bề mặt hoặc chảy vào lớp phản áp. Lớp phản áp (có thể là lớp đá thiên nhiên - lớp phản áp tự nhiên hoặc tấm bê tông) có trọng lượng đủ chịu được áp lực phụt, bao phủ toàn bộ diện tích khu vực khoan phụt và mở rộng về mỗi phía không nhỏ hơn 1,5 m. Không cần bố trí lớp phản áp nếu áp lực phụt không lớn hơn 0,2 MPa và nền công trình là đá nguyên khối, ít nứt nẻ và khi phụt thử nghiệm cho kết quả tốt.

**4.7** Nếu lớp đất nền trên mặt là đá không ổn định thì phải đặt các ống chèn qua phạm vi lớp này và phải đổ vữa xi măng vào khoảng trống bên ngoài ống.

## **5 Thiết kế khoan phụt chống thấm và gia cố nền**

### **5.1 Tài liệu dùng để thiết kế**

**5.1.1** Hồ sơ thiết kế công trình gồm: Thuyết minh chung, biện pháp tổ chức thi công đào móng, mặt bằng, mặt cắt dọc ngang công trình và yêu cầu xử lý chống thấm và gia cố nền do chủ nhiệm dự án / chủ nhiệm thiết kế cung cấp.

**5.1.2** Hồ sơ địa chất công trình gồm: Báo cáo địa chất, bản đồ vị trí các hố thăm dò, mặt cắt địa chất dọc ngang công trình. Trên mặt cắt địa chất phải thể hiện (nếu có) ranh giới giữa các lớp đất, đới phong hóa, đứt gãy, khe nứt lớn, các đới kẹp xung yếu, các khu vực nứt nẻ, mềm yếu cục bộ, hang hốc, các kết quả thí nghiệm hiện trường (thí nghiệm ép nước, đổ nước, mức nước, xuyên tiêu chuẩn và các thí nghiệm cần thiết khác), mực nước ngầm, đáy móng công trình và ranh giới đề nghị xử lý chống thấm và gia cố nền.

**5.1.3** Hồ sơ khảo sát địa hình gồm: Bản đồ địa hình công trình hoặc bản đồ hiện trạng móng công trình, các mặt cắt dọc và ngang công trình.

### **5.2 Thiết kế khoan phụt chống thấm**

#### **5.2.1 Mục đích**

**5.2.1.1** Khoan phụt chống thấm là tạo màn chống thấm dọc theo tim tuyến công trình để kéo dài đường thấm dưới nền, làm giảm lưu lượng thấm mất nước, giảm áp lực thấm tác động lên móng công trình, đảm bảo gradient thấm ở điểm ra của dòng thấm nhỏ hơn giá trị cho phép.

**5.2.1.2** Màn chống thấm cũng có tác dụng gia cố nền, xử lý các đứt gãy, xử lý các đới kẹp xung yếu và các khu vực nứt nẻ, mềm yếu cục bộ cùng các hang hốc (nếu có) trong khu vực khoan phụt chống thấm.

#### **5.2.2 Thiết kế mạng lưới khoan phụt chống thấm**

**5.2.2.1** Vị trí của màn chống thấm thường được thiết kế ở tim tuyến công trình nhưng phải đáp ứng các yêu cầu sau:

1) Đối với đập đất và đất đá hỗn hợp thực hiện theo TCVN 8216:2018, đối với đập bê tông và bê tông cốt thép thực hiện theo TCVN 9137:2012;

2) Đối với các công trình khác thì tim của màn chống thấm phải nối liền với bộ phận chống thấm ở phía trên của công trình và phần đá không thấm nước ở phía dưới hoặc phần đá thấm nước (trong phạm vi cho phép) nằm dưới ranh giới đề nghị xử lý chống thấm;

3) Vị trí của màn chống thấm nên bố trí ở khu vực thuận lợi cho quá trình thi công và sửa chữa công trình sau này như tại chân khay và cơ thượng lưu (đối với công trình đất), trong hành lang ngầm, hành lang tiêu thoát nước (đối với công trình bê tông);

4) Phương của màn chống thấm thường là thẳng đứng. Trường hợp có điều kiện thi công thuận lợi thì các lỗ khoan trong màn chống thấm nên bố trí xiên để cát qua được nhiều khe nứt, nhằm nâng cao hiệu quả của công tác khoan phụt chống thấm;

**5.2.2.2** Chiều dài của màn chống thấm chạy dọc theo tim của nó đến hết phạm vi yêu cầu xử lý chống thấm và phải đáp ứng các yêu cầu sau:

1) Đối với đập đất và đất đá hỗn hợp thực hiện theo TCVN 8216:2018;

2) Đối với các công trình ngăn nước bằng bê tông và bê tông cốt thép thì màn chống thấm kéo dài đến chỗ giao nhau của mực nước dâng bình thường với mặt tầng không thấm nước tương đối của hai bờ (trường hợp hai vai không có mực nước ngầm); hoặc kéo dài tới chỗ giao nhau của mực nước dâng bình thường với mực nước ngầm ở hai bờ trước khi tích nước (trường hợp hai vai có mực nước ngầm);

3) Đối với các công trình khác thì màn chống thấm phải kéo dài đến hết phạm vi yêu cầu xử lý chống thấm cộng thêm mỗi bên 5 m;

4) Màn chống thấm nên liên tục để đảm bảo tính đồng nhất về hệ số thấm của nền công trình trên toàn tuyến.

5.2.2.3 Chiều sâu của màn chống thấm phải đến hết ranh giới yêu cầu xử lý chống thấm, được xác định căn cứ mức độ quan trọng của công trình, cột nước làm việc, điều kiện địa chất, tính thấm nước của đá nền, yêu cầu chống thấm đối với màn phụt và phải đáp ứng các yêu cầu sau:

1) Đối với đập đất và đất đá hỗn hợp thực hiện theo TCVN 8216:2018;

2) Đối với các công trình ngăn nước bằng bê tông và bê tông cốt thép từ cấp III trở xuống, cần khoan phụt tạo màn đến vị trí nền có lượng mất nước đơn vị từ 0,05 L/min.m.m (5 Lu) đến 0,07 L/min.m.m (7 Lu) cộng thêm 3 m. Đối với các công trình ngăn nước cấp I, cấp II cần khoan phụt đến vị trí nền thấm từ lớn hơn 0,03 L/min.m.m (3 Lu) đến nhỏ hơn 0,05 L/min.m.m (5 Lu) cộng thêm 5 m. Đối với các công trình ngăn nước cấp đặc biệt cần khoan phụt đến vị trí nền thấm từ lớn hơn 0,01 L/min.m.m (1 Lu) đến nhỏ hơn 0,03 L/min.m.m (3 Lu), cộng thêm 5 m;

3) Đối với các công trình khác và tại các vị trí không xác định được chính xác giá trị lượng mất nước đơn vị thì chiều sâu khoan phụt tạo màn chống thấm thường từ (1/3 đến 2/3) H (H là đầu nước tại điểm xử lý thấm) và trong mọi trường hợp độ sâu khoan phụt không nhỏ hơn 5 m và không vượt quá 1 H;

4) Đối với màn chống thấm gồm nhiều hàng khoan phụt thì độ sâu hàng tim màn chống thấm bằng độ sâu xác định như quy định ở trên, độ sâu giảm dần (tính từ tim màn chống thấm) của các hàng thượng lưu bằng từ 1 đến 2/3 lần độ sâu của hàng tim, còn độ sâu các hàng hạ lưu bằng từ 1/2 đến 1/3 lần độ sâu của hàng tim;

5.2.2.4 Số lượng hàng (chiều dày) của màn chống thấm phải được xác định thông qua tính toán, căn cứ vào cột nước tác dụng, quy mô và kết cấu của công trình, yêu cầu chống thấm, gradient thủy lực cho phép của màn chống thấm, hệ số an toàn theo cấp công trình và đáp ứng các yêu cầu sau:

1) Sau khi tính toán thì chiều dày màn chống thấm đối với đập đất phải đảm bảo đáp ứng theo quy định tại TCVN 8216:2018, đối với đập bê tông cốt thép phải đảm bảo đáp ứng theo quy định tại TCVN 9137:2012;

2) Trường hợp chưa xác định được quy mô và kết cấu của công trình hoặc khi không có các tiêu chuẩn, quy định và hướng dẫn cụ thể phù hợp với công trình thì chiều dày của màn chống thấm trong nền đá ở điều kiện địa chất bình thường, có thể sơ bộ xác định theo công thức (1):

$$T = \frac{H_1}{J_{cp}} \quad (1)$$

trong đó:

T là chiều dày của màn chống thấm, m.

H<sub>1</sub> là cột nước tác dụng lớn nhất, m.

J<sub>cp</sub> là gradient thủy lực cho phép của màn chống thấm bằng vữa xi măng, tham khảo Bảng 1.

**Bảng 1 - Gradient thủy lực cho phép (J<sub>cp</sub>) của màn chống thấm**

Chiều cao cột nước tác dụng lớn nhất H <sub>1</sub> , m	Yêu cầu về tính thấm nước của thân màn chống thấm		J <sub>cp</sub>
	Lượng mất nước đơn vị q không lớn hơn, L/min.m.m	Hệ số thấm K không lớn hơn, cm/s	
Trên 100	0,01	1 x 10 <sup>-5</sup>	30
Từ trên 75 lên đến 100	0,02	2 x 10 <sup>-5</sup>	25
Từ trên 50 đến 75	0,03	3 x 10 <sup>-5</sup>	20
Từ trên 25 đến 50	0,05	5 X 10 <sup>-5</sup>	15
Từ 25 trở xuống	0,07	7 x 10 <sup>-5</sup>	10

**CHÚ THÍCH:**

1) Đối với màn chống thấm bằng vữa xi măng - sét thì gradient thủy lực cho phép của màn chống thấm có thể lấy J<sub>cp</sub> từ 3 đến 4 và điều chỉnh sau khi có kết quả khoan phụt thử nghiệm.

2) Đối với màn chống thấm bằng các loại vữa khác thì gradient thủy lực cho phép của màn chống thấm J<sub>cp</sub> có thể tham khảo theo Bảng 1 và điều chỉnh sau khi có kết quả khoan phụt thử nghiệm.

3) Căn cứ chiều dày của màn chống thấm (T) xác định theo công thức (1) để xác định số lượng hàng khoan phụt, khoảng cách giữa các hố khoan phụt trong một hàng và khoảng cách giữa các hàng khoan phụt. Thông thường khoảng cách giữa các hàng khoan phụt thay đổi từ (1 đến 2) m, các hố trên một hàng phụt thay đổi từ (2 đến 3) m và đáp ứng các yêu cầu sau:

a) Các hố khoan phải được bố trí thành hình “hoa mai”, trên mỗi hàng phụt các hố khoan được bố trí so le với các hố khoan hàng bên cạnh sao cho khi chiếu lên nhau thì các hố ở hàng này sẽ nằm giữa các hố ở hàng bên cạnh;

b) Các hàng khoan phụt thường được ký hiệu bằng chữ in (từ A đến Z) các hố trong một hàng khoan phụt được ký hiệu từ (1 đến n) (n là tổng số lượng hố khoan phụt trong một hàng) và gắn với tên của hàng khoan phụt đó. Ví dụ: tên hố khoan từ A1, B1, C1, v.v... đến hố khoan An, Bn, Cn, v.v...);

c) Vị trí, tên, khoảng cách giữa các hàng và các hố trên một hàng sẽ được điều chỉnh sau khi có kết quả khoan phụt thử nghiệm nhằm đảm bảo phát huy tối đa hiệu quả của công tác khoan phụt.

4) Đối với màn chống thấm nhiều hàng có độ sâu tương đối lớn, tùy thuộc gradient thấm trong nền có thể thiết kế các độ dày khác nhau theo độ sâu, do đó chiều dày của màn chống thấm (T) tính theo công thức (1) là độ dày lớn nhất tại đỉnh của màn phụt chống thấm (nơi tiếp giáp giữa màn phụt chống thấm và đáy công trình);

5) Trường hợp dưới nền công trình có các khu vực thấm nước lớn như các đứt gãy, đới nứt nẻ, vỡ vụn, hang hốc, karst thì chiều dày của màn chống thấm (hoặc số lượng hàng khoan phụt) tại các khu vực này phải tăng lên từ (1,5 đến 2) lần và khoảng cách giữa các hố khoan phụt trong một hàng phải giảm đi từ (1/2 đến 2/3) lần so với tính toán nêu ở trên.

### **5.2.3 Thiết kế khoan phụt thử nghiệm trước khi khoan phụt thi công màn chống thấm**

#### **5.2.3.1 Mục đích**

1) Trước khi khoan phụt thi công phải tiến hành khoan phụt thử nghiệm để hiệu chỉnh lại các thông số thiết kế như bề dày lớp phản áp tự nhiên (hoặc kích thước và kết cấu của lớp bê tông phản áp), khoảng cách giữa các hố khoan, thành phần vữa, áp lực phụt, lưu lượng vữa phụt, điều kiện dừng phụt và các yếu tố cần thiết khác trước khi tiến hành khoan phụt thi công đại trà.

2) Khoan phụt thử nghiệm được thực hiện để kiểm tra tính hợp lý của hồ sơ thiết kế khoan phụt trong điều kiện thực tế công trình, đồng thời căn cứ theo kết quả phụt thử nghiệm để điều chỉnh hồ sơ thiết kế (nếu cần thiết) với mục đích để công tác khoan phụt đạt hiệu quả cao nhất.

#### **5.2.3.2 Thiết kế mạng lưới khoan phụt thử nghiệm**

Trên mạng lưới khoan phụt thi công dự kiến, thiết kế một số khu vực khoan phụt thử nghiệm và phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

1) Khu vực khoan phụt thử nghiệm phải có điều kiện địa chất đại diện cho toàn bộ hoặc một phần của công trình;

2) Khu vực khoan phụt thử nghiệm phải đại diện cho số lượng hàng khoan phụt (trường hợp màn chống thấm có nhiều hàng khoan phụt) và đại diện cho chiều sâu của các hàng khoan phụt;

3) Khu vực khoan phụt thử nghiệm phải phù hợp với tiến độ thi công đào móng của công trình, đặc biệt là tiến độ chặn dòng thi công;

4) Các hố khoan phụt thử nghiệm được chọn trong số các hố khoan có trong mạng lưới thiết kế khoan phụt thi công dự kiến và phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Trong mỗi khu vực thử nghiệm, tùy theo đặc điểm địa chất bố trí từ (1 đến 2) hố phụt thí nghiệm (ký hiệu TN<sub>i</sub> được chọn trên tim màn chống thấm) và từ 3 đến 5 hố quan trắc (ký hiệu QT<sub>i</sub> được chọn trên các hàng phụt còn lại). Khoảng cách giữa các hố quan trắc đến hố khoan phụt thí nghiệm được bố trí thay đổi từ (0,5 đến 2) lần khoảng cách giữa các hố khoan phụt thiết kế (trong mạng lưới khoan phụt thi công) nhằm quan trắc mức độ lan tỏa vữa trong quá trình khoan phụt thử nghiệm;

- Các hố thử nghiệm và quan trắc này đều nằm trong mạng lưới các hố khoan phụt thiết kế, do vậy khối lượng khoan tạo lỗ và phụt thử nghiệm được tính chung trong tổng khối lượng công tác khoan phụt của công trình;

- Trong mỗi khu vực thử nghiệm, độ sâu hố khoan phụt thử nghiệm lấy bằng độ sâu hố khoan phụt chống thấm tại vị trí được chọn thử nghiệm, độ sâu các hố quan trắc nằm trên các hàng khoan phụt nào thì lấy bằng độ sâu dự kiến của các hố khoan phụt tương ứng tại hàng đó.

#### **5.2.3.3 Trình tự của công tác khoan phụt thử nghiệm tiến hành theo các bước sau:**

1) Xác định ranh giới các khu vực thử nghiệm, vị trí các hố khoan phụt thử nghiệm và các hố quan trắc theo các mốc cơ sở của công trình và các mốc của các hàng khoan phụt theo quy định tại điều 6.1.2.1 của tiêu chuẩn này;

2) Tùy theo tiến độ thi công đào móng mà tiến hành khoan phụt thử nghiệm cho phù hợp, trường hợp có nhiều khu vực khoan phụt thử nghiệm thì tiến độ thực hiện của từng khu vực khoan phụt thử nghiệm phải được quy định cụ thể trong hồ sơ thiết kế;

3) Trước khi tiến hành công tác khoan phụt thử nghiệm phải tiến hành kiểm tra thiết bị, vật tư, máy móc, vật liệu dùng để phụt theo quy định tại điều 6.1.8 của tiêu chuẩn này;

4) Công tác khoan tạo lỗ được triển khai ngay trong trường hợp có lớp phản áp tự nhiên hoặc triển khai sau khi đã thực hiện xong công tác đổ lớp bê tông phản áp và cường độ bê tông đảm bảo tương ứng với 28 ngày tuổi;

5) Tiến hành khoan các hố quan trắc trước đến hết độ sâu thiết kế. Các hố khoan quan trắc phải được khoan và bơm rửa sạch theo quy định tại điều 6.1.3.2 của tiêu chuẩn này.

6) Tiến hành khoan đoạn thứ nhất của hố thử nghiệm đến độ sâu tương ứng với đoạn phụ thử nhất (theo phân đoạn tại điều 6.1.5.1 của tiêu chuẩn này) thì dừng khoan. Rửa hố khoan và đặt nút theo quy định tại các điều 6.1.3.2 và 6.1.3.3 của tiêu chuẩn này và thử nghiệm thủy lực theo quy định tại điều 6.1.3.4 của tiêu chuẩn này để xác định lượng mất nước đơn vị  $q$  (L/min.m.m) làm cơ sở để chọn thành phần vữa phù thích hợp cho đoạn phụ thử nghiệm.

7) Tiến hành phụ vữa với đoạn thứ nhất của hố phụ thử nghiệm với nút đặt theo quy định tại điều 6.1.3.3 của tiêu chuẩn này, áp lực phụ, lưu lượng phụ, thành phần vữa phụ và điều kiện dừng phụ theo quy định tương ứng tại các điều 6.1.5.2 và 6.1.5.5 của tiêu chuẩn này.

8) Tiến hành khoan tạo lỗ đoạn thứ hai (sau khi kết thúc phụ đoạn thứ nhất tối thiểu là 24 h) và phụ vữa từ đoạn thứ hai đến đoạn cuối cùng của hố phụ thử nghiệm với trình tự và quy định như trên. Trường hợp khu vực phụ thử nghiệm có nhiều hố phụ thử nghiệm thì tiến hành lần lượt từng hố phụ thử nghiệm với trình tự nêu trên. Trường hợp có thay đổi trình tự khoan và phụ thử nghiệm phải được nêu rõ trong hồ sơ thiết kế. Các hố khoan thử nghiệm phải được lập hình trụ hố khoan. Nỗn khoan phải được lưu vào hòm nỗn và chụp ảnh. Một số đoạn nỗn khoan được lấy làm mẫu thí nghiệm trong phòng về chỉ tiêu cơ lý.

9) Trong quá trình phụ thử nghiệm cần theo dõi mọi biến động tại các hố quan trắc để xác định mức độ lan của vữa phụ từ hố phụ thử nghiệm và dựa vào kết quả phụ thử nghiệm này sẽ chính xác hóa các thông số phụ như kích thước lớp phản áp tự nhiên (hoặc tấm bê tông phản áp), khoảng cách giữa các hàng phụ, khoảng cách giữa các hố khoan phụ trong hàng phụ, áp lực phụ, lưu lượng vữa, thành phần vữa phụ, điều kiện dừng phụ.

10) Sau khi kết thúc phụ thử nghiệm tại các hố phụ thử nghiệm tiến hành phụ tại các hố khoan quan trắc trong khu vực thử nghiệm theo đúng trình tự của hố phụ thử nghiệm nhưng tiến hành phân đoạn phụ từ dưới lên với các yêu cầu như đối với hố khoan phụ thử nghiệm.

11) Lắp các đoạn phụ của hố khoan trong khu vực phụ thử nghiệm bằng vữa xi măng đặc (tỷ lệ 1/1).

#### 5.2.3.4 Kiểm tra sau khi khoan phụ thử nghiệm

Để kiểm tra chất lượng công tác khoan phụ thử nghiệm, công tác khoan ép nước kiểm tra, lấy và thí nghiệm mẫu được thực hiện tại khu vực phụ thử nghiệm sau khi đã kết thúc công tác phụ hố cuối cùng tại khu vực thử nghiệm ít nhất là bảy ngày và đảm bảo các yêu cầu sau:

1) Tại mỗi khu vực phụ thử nghiệm bố trí từ (1 đến 2) hố khoan kiểm tra. Vị trí các hố khoan kiểm tra được bố trí ở giữa các hố khoan phụ thử nghiệm và quan trắc trên cùng một hàng phụ (trường hợp có một hàng khoan phụ) và ở vị trí trọng tâm của 3 hố khoan (phụ thử nghiệm và quan trắc) trong trường hợp có nhiều hàng khoan phụ;

2) Các hố khoan kiểm tra đánh giá kết quả khoan phụ thử nghiệm có chiều sâu và hướng trùng với chiều sâu và hướng hố khoan phụ thử nghiệm. Các hố khoan kiểm tra được khoan bằng thiết bị khoan xoay lấy mẫu, đường kính hố khoan không nhỏ hơn 91 mm, đảm bảo mẫu nỗn khoan giữ được tính nguyên dạng, cho phép quan sát được mức độ ảnh hưởng của quá trình phụ. Tỷ lệ nỗn khoan phải đảm bảo trên 90 %. Các hố khoan kiểm tra phải được lập hình trụ hố khoan. Nỗn khoan phải được lưu vào hòm nỗn và chụp ảnh. Một số đoạn nỗn khoan được lấy làm mẫu thí nghiệm trong phòng về chỉ tiêu cơ lý.

3) Mẫu thí nghiệm trong phòng sẽ được lấy từ mẫu nỗn khoan ở vị trí giữa đoạn phụ. Công tác bọc mẫu, vận chuyển về phòng thí nghiệm thực hiện theo TCVN 8733:2012. Khối lượng mẫu thí nghiệm bằng khối lượng đoạn thí nghiệm ép nước kiểm tra.

4) Các chỉ tiêu thí nghiệm mẫu đá bao gồm cường độ kháng cắt và kháng nén ở trạng thái bão hòa thực hiện theo TCVN 7572-10:2006. Kết quả thí nghiệm các mẫu trong phòng cho phép đánh giá được độ ổn định của nền sau khi phụ.

5) Các hố khoan kiểm tra phải được thí nghiệm ép nước và phụ vữa theo từng phân đoạn từ trên xuống, trùng với các đoạn phụ của hố phụ thử nghiệm. Việc thí nghiệm ép nước và phụ vữa tại các hố khoan kiểm tra phải được tiến hành với áp lực nhỏ hơn áp lực phụ lớn nhất với các hố khoan đã phụ từ (20 đến 30) %. Quy trình công nghệ trong thí nghiệm ép nước và phụ tại các hố khoan kiểm tra phải phù hợp với quy trình công nghệ quy định cho các hố khoan phụ.

6) Sau khi kết thúc công tác kiểm tra sẽ tiến hành lắp hố như yêu cầu đối với các hố phụ thông thường.

7) Tiêu chuẩn đánh giá chất lượng phụ là lượng mất nước đơn vị so với yêu cầu của thiết kế. Kết

quả thí nghiệm ép nước kiểm tra tại đoạn thứ nhất phải đạt yêu cầu là 100%, các đoạn tiếp theo tỷ lệ đạt không nhỏ hơn 90 % và không lớn hơn 150 % giá trị lượng mất nước đơn vị yêu cầu của thiết kế.

8) Nếu kết quả ép nước kiểm tra đạt yêu cầu thì mạng lưới bố trí các hố khoan phụt là phù hợp, nếu không đạt độ thấm nước quy định của thiết kế thì tư vấn thiết kế phải phân tích hồ sơ thử nghiệm khoan phụt mà xác định độ thấm nước thực tế của nền đá đã đạt được sau khi phụt. Theo các trị số đó, thiết kế sẽ khẳng định giữ nguyên hay chỉnh lại các chỉ tiêu thiết kế về yêu cầu độ thấm nước của màn chống thấm. Trường hợp giữ nguyên yêu cầu độ thấm nước của màn chống thấm thì phải điều chỉnh lại mạng lưới khoan phụt theo nguyên tắc sau:

- a) Trường hợp điều chỉnh lại mạng lưới khoan phụt mà khối lượng tăng nhỏ hơn 10 % so với khối lượng thiết kế thì có thể điều chỉnh lại hồ sơ thiết kế sao cho phù hợp với khối lượng đã được duyệt.
- b) Trường hợp sau khi điều chỉnh lại mạng lưới khoan phụt mà khối lượng tăng hơn 10 % so với khối lượng thiết kế đã được phê duyệt thì phải thiết kế lại và phải được cấp có thẩm quyền phê duyệt.
- c) Sau khi đã điều chỉnh mạng lưới khoan phụt cần tiến hành phụt thử nghiệm lại để kiểm tra tính phù hợp của mạng lưới khoan phụt mới. Vị trí, khối lượng phụt thử nghiệm và kiểm tra sẽ được chủ đầu tư và tư vấn thiết kế quyết định tại hiện trường.

#### 5.2.3.5 Báo cáo kết quả khoan phụt thử nghiệm

Sau khi kết thúc khoan phụt thử nghiệm (bao gồm cả kiểm tra) trong vòng 15 ngày đơn vị thi công phải lập báo cáo kết quả khoan phụt thử nghiệm nộp chủ đầu tư bao gồm các tài liệu sau:

- 1) Biên bản bàn giao mặt bằng thi công, biên bản xác định vị trí các hố khoan, sơ đồ lan tỏa vữa và lượng tiêu hao vữa phụt của các hố khoan tại khu vực thử nghiệm;
- 2) Hồ sơ hoàn công của công tác thi công bê tông phản áp tại khu vực thử nghiệm (nếu có);
- 3) Biên bản kiểm tra thiết bị, vật tư, máy móc kèm theo kết quả kiểm định các loại thiết bị đo địa hình, đo áp lực, lưu lượng, thành phần vữa phụt và các thiết bị cần thiết khác cùng đánh giá chất lượng và tình trạng hoạt động đáp ứng theo yêu cầu của thiết kế;
- 4) Chứng chỉ chất lượng vật liệu dùng để phụt, kiểm định của nhà sản xuất hoặc kết quả thí nghiệm vật liệu cùng đánh giá chất lượng theo yêu cầu của thiết kế;
- 5) Nhật ký khoan, phụt của các hố thử nghiệm, quan trắc và kiểm tra thực hiện theo quy định tại Phụ lục I của tiêu chuẩn này;
- 6) Biên bản khoan phụt thử nghiệm mô tả chi tiết quá trình khoan, phụt tại từng đoạn của từng hố phụt thử nghiệm và kết quả quan trắc tại hố khoan quan trắc;
- 7) Biên bản kết quả thí nghiệm tại các hố khoan kiểm tra thực hiện theo quy định tại Phụ lục I của tiêu chuẩn này;
- 8) Hình trụ các hố khoan thử nghiệm và hố khoan kiểm tra theo quy định hiện hành;
- 9) Biểu thí nghiệm và tính toán ép nước theo quy định hiện hành;
- 10) Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của mẫu sau khi kiểm tra;
- 11) Thuyết minh báo cáo kết quả khoan phụt thử nghiệm cùng kết luận, kiến nghị của đơn vị thi công và giám sát thi công (nếu có).

### 5.3 Thiết kế khoan phụt gia cố nền

#### 5.3.1 Mục đích

5.3.1.1 Khoan phụt gia cố nền là để gắn kết các khối đá nứt nẻ dưới nền công trình do quá trình dỡ tải khi đào hố móng và liên kết chúng với bê tông bản đáy công trình, khôi phục cường độ của khối đá, đảm bảo ổn định cho công trình khi đưa vào khai thác.

5.3.1.2 Khoan phụt gia cố nền còn có tác dụng tăng thêm độ ổn định thấm cho vùng tiếp giáp giữa móng công trình và nền, có tác dụng trong việc xử lý các đứt gãy, xử lý các đới kẹp xung yếu và các khu vực nứt nẻ, mềm yếu cục bộ cùng các hang hốc (nếu có) trong khu vực khoan phụt gia cố nền.

#### 5.3.2 Thiết kế mạng lưới khoan phụt

5.3.2.1 Chiều dài và chiều rộng của khu vực khoan phụt gia cố nền phải đến hết phạm vi đường viền đáy móng của công trình. Trường hợp khoan phụt xử lý các đứt gãy, các đới kẹp xung yếu, các khu vực nứt nẻ, mềm yếu cục bộ hoặc các hang hốc thì phạm vi xử lý có thể mở rộng hơn nhưng không vượt quá từ (2 đến 3) lần chiều rộng của các đới tương ứng cần xử lý.

5.3.2.2 Số lượng hàng khoan phụt, khoảng cách giữa các hố khoan phụt trong một hàng và khoảng cách giữa các hàng khoan phụt được xác định trên cơ sở chiều dài và chiều rộng của khu vực gia cố nền. Thông thường khoảng cách giữa các hàng khoan phụt thay đổi từ (3 đến 4) m, các hố trên một hàng phụt gia cố thay đổi từ (2 đến 3) m và phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- 1) Đối với các khu vực khoan phụt nối liền với màn khoan phụt chống thấm thì phải căn cứ vào cự ly

khoảng cách giữa các hàng và các hố khoan phụt chống thấm trên một hàng để điều chỉnh cho phù hợp. Thông thường các hàng khoan phụt nối liền ngay (trước và sau) màn chống thấm có khoảng cách giữa các hàng và các hố trên một hàng giống như hàng khoan phụt chống thấm liền kề. Khoảng cách giữa các hố trên một hàng và khoảng cách giữa các hàng khoan phụt gia cố tiếp theo tuân theo quy định nêu trên;

2) Các hố khoan thường được bố trí thành hình "hoa mai", trên mỗi hàng phụt các hố khoan được bố trí so le với các hố khoan hàng bên cạnh sao cho khi chiếu lên nhau thì các hố ở hàng này sẽ nằm giữa các hố ở hàng bên cạnh;

3) Các hàng khoan phụt thường được ký hiệu bằng chữ in (từ A đến Z) các hố trong một hàng khoan phụt được ký hiệu từ 1 đến n (n là tổng số lượng hố khoan phụt trong một hàng) và gắn với tên của hàng khoan phụt đó (Ví dụ: tên hố khoan từ A1, B1, C1, v.v... đến hố khoan An, Bn, Cn, v.v...).

Trường hợp khu vực khoan phụt gia cố nền nằm sát khu vực khoan phụt chống thấm thì tiến hành ký hiệu các hàng khoan phụt chống thấm trước sau đó mới ký hiệu đến các hàng khoan phụt gia cố nền;

4) Vị trí, tên, khoảng cách giữa các hàng và các hố trên một hàng sẽ được điều chỉnh sau khi có kết quả khoan phụt thử nghiệm nhằm đảm bảo phát huy tối đa hiệu quả của công tác khoan phụt;

5) Đối với các khu vực xử lý các đứt gãy, các đới kẹp xung yếu, các khu vực nứt nẻ, mềm yếu cục bộ hoặc các hang hốc thì các hố khoan phụt cần được bố trí riêng tùy thuộc quy mô, kích thước và mức độ ảnh hưởng của đối tượng cần xử lý cho phù hợp. Thông thường khoảng cách giữa các hàng và các hố khoan trong một hàng tại những khu vực này chỉ bằng từ (1/2 đến 1/3) khoảng cách kể trên;

5.3.3.3 Chiều sâu các hố khoan phụt cần căn cứ vào chiều cao công trình và điều kiện địa chất nền móng công trình để quyết định. Thông thường chiều sâu khoan phụt gia cố thay đổi từ (5 đến 8) m và phải đảm bảo các yêu cầu sau:

1) Trường hợp trong phạm vi khu vực khoan phụt có kết hợp xử lý nền bằng khoan neo thì cần bố trí các hố khoan phụt gia cố nền trùng với các vị trí khoan neo để giảm khối lượng khoan phụt gia cố. Trong trường hợp này độ sâu hố khoan phụt gia cố (kết hợp khoan neo) phải bằng độ sâu khoan neo dự kiến của thiết kế;

2) Đối với các khu vực xử lý các đứt gãy, các đới kẹp xung yếu, các khu vực nứt nẻ, mềm yếu cục bộ hoặc các hang hốc thì chiều sâu các hố khoan phụt tùy thuộc vào quy mô, kích thước và mức độ ảnh hưởng của đối tượng cần xử lý để tăng thêm cho phù hợp. Độ sâu khoan phụt xử lý nên vượt quá chiều sâu phân bố của đối tượng cần xử lý tối thiểu là 5 m. Trong mọi trường hợp độ sâu khoan phụt không vượt quá một lần chiều cao lớn nhất của công trình;

3) Độ sâu các hố khoan phụt sẽ được điều chỉnh sau khi có kết quả khoan phụt thử nghiệm nhằm đảm bảo phát huy tối đa hiệu quả của công tác khoan phụt.

### **5.3.3 Thiết kế khoan phụt thử nghiệm**

#### **5.3.3.1 Mục đích:**

Mục đích của công tác khoan phụt thử nghiệm trước khi khoan phụt thi công gia cố nền theo quy định tại điều 5.2.3.1 của tiêu chuẩn này.

#### **5.3.3.2 Thiết kế mạng lưới khoan phụt thử nghiệm**

Thiết kế khoan phụt thử nghiệm thực hiện theo quy định tại điều 5.2.3.2 của tiêu chuẩn này, đồng thời cần lưu ý một số vấn đề sau:

1) Trường hợp khu vực khoan phụt gia cố nền nằm liền sát với khu vực khoan phụt tạo màn chống thấm thì nên bố trí chung một khu vực khoan phụt thử nghiệm;

2) Do chiều sâu của các hố khoan phụt gia cố nền thường nhỏ hơn so với chiều sâu của các hố khoan phụt tạo màn chống thấm nên trong mọi trường hợp cần xem xét sử dụng tối đa kết quả khoan phụt thử nghiệm đã có tại màn chống thấm để giảm một phần hoặc toàn bộ công tác khoan phụt thử nghiệm;

3) Trường hợp công tác khoan phụt gia cố nền thực hiện trước, không có hoặc không sử dụng được kết quả của công tác khoan phụt thử nghiệm đã có tại màn chống thấm thì phải tiến hành công tác khoan phụt thử nghiệm với nội dung và trình tự theo quy định tại điều 5.2.3 của tiêu chuẩn này áp dụng đối với các hố khoan phụt gia cố.

5.3.3.3 Trình tự của công tác khoan phụt thử nghiệm thực hiện theo quy định tại điều 5.2.3.3 của tiêu chuẩn này.

#### **5.3.3.4 Kiểm tra sau khi khoan phụt thử nghiệm:**

Kiểm tra sau khi khoan phụt thử nghiệm thực hiện theo quy định tại điều 5.2.3.4 của tiêu chuẩn này và phải đáp ứng thêm các yêu cầu sau:

1) Phương pháp kiểm tra sau khi khoan phụt thử nghiệm do thiết kế quy định. Tùy thuộc vào quy định của thiết kế, khi kiểm tra có thể sử dụng phương pháp ép nước thí nghiệm trong hố khoan để xác



định lượng mất nước đơn vị của nền đá, hoặc kiểm tra bằng phương pháp địa vật lý, hoặc sử dụng đồng thời cả hai phương pháp trên;

2) Kiểm tra bằng phương pháp ép nước thí nghiệm trong hố khoan để xác định lượng mất nước đơn vị của nền đá tại khu vực thử nghiệm có trình tự, thành phần và khối lượng thực hiện theo quy định tại điều 5.2.3.4 của tiêu chuẩn này;

3) Kiểm tra bằng phương pháp địa vật lý (địa chấn) tại khu vực khoan phục thử nghiệm được thực hiện như sau:

a) Trước khi phục xi măng gia cố cần đo một mặt cắt dọc và một mặt cắt ngang địa chấn tại khu vực khoan phục thử nghiệm với mật độ 5 m /1 điểm đo, gây chấn động bằng đập búa, để xác định tốc độ truyền sóng;

b) Sau khi đã hoàn thành khoan phục gia cố, vữa xi măng đã đông kết, sau 07 ngày tiến hành đo lại các mặt cắt địa chấn tại các vị trí cũ. Từ tốc độ truyền sóng trước và sau khi phục gia cố có thể tính được gần đúng mô đun biến dạng của nền trước và sau khi xử lý;

c) Kết quả kiểm tra cho thấy mô đun biến dạng của nền đá và so sánh với yêu cầu của thiết kế làm cơ sở để giữ nguyên hay điều chỉnh hồ sơ thiết kế, hoặc tiến hành phục thử nghiệm lại để kiểm tra tính phù hợp của mạng lưới khoan phục mới (trong trường hợp điều chỉnh lại mạng lưới khoan phục).

5.3.3.5 Báo cáo kết quả công tác khoan phục thử nghiệm thực hiện theo quy định tại điều 5.2.3.5 của tiêu chuẩn này.

## **6 Thi công khoan phục**

### **6.1 Thi công khoan phục tạo màn chống thấm**

#### **6.1.1 Yêu cầu chung**

Thi công khoan phục tạo màn chống thấm thực hiện sau khi hoàn thành khoan phục thử nghiệm, có kết quả đáp ứng theo yêu cầu của thiết kế. Nội dung thi công khoan phục tạo màn chống thấm bao gồm những công việc sau:

- 1) Trình tự thi công các hố khoan phục.
- 2) Công tác khoan tạo lỗ.
- 3) Vật liệu và chế tạo vữa phục.
- 4) Phục xi măng thi công.
- 5) Lắp hố khoan sau khi phục.
- 6) Kiểm tra sau khi khoan phục.
- 7) Báo cáo hoàn công của công tác khoan phục.

#### **6.1.2 Trình tự thi công các hố khoan phục**

Tùy thuộc vào tiến độ thi công chung của công trình mà công tác thi công khoan phục có thể tiến hành riêng theo từng khu vực hoặc tiến hành đồng thời tại toàn bộ phạm vi khoan phục chống thấm của công trình, nhưng phải đảm bảo các yêu cầu sau:

6.1.2.1 Trước khi tiến hành khoan phục thử nghiệm phải tiến hành kiểm tra thiết bị, vật tư, máy móc, vật liệu dùng để phục theo quy định tại điều 6.1.7 của tiêu chuẩn này;

6.1.2.2 Khoan tạo lỗ được triển khai ngay trong trường hợp có lớp gia tải tự nhiên hoặc triển khai sau khi đã thực hiện xong công tác đổ lớp bê tông phản áp và cường độ bê tông đảm bảo tương ứng với 28 ngày tuổi;

6.1.2.3 Khi khoan phục chống thấm phải tiến hành phục theo thứ tự từ hạ lưu lên thượng lưu và cuối cùng là hàng tim. Trong một hàng thì công tác khoan phục phải tiến hành theo từng đợt. Tùy theo tình trạng nứt nẻ của đá và kết quả khoan phục thử nghiệm mà quyết định khoảng cách hợp lý các hố khoan phục theo từng đợt để tạo màn chống thấm, cụ thể như sau:

- 1) Đợt khoan phục đầu tiên có thể bố trí các hố khoan cách nhau bốn lần khoảng cách giữa các hố khoan trong mạng lưới thiết kế khoan phục. Trường hợp khi phục thấy có sự thông nhau về thủy lực với hố khoan bên cạnh (khi thấy vữa phục xuất hiện ở hố khoan bên cạnh) thì phải tăng khoảng cách các hố khoan phục lên gấp đôi.
- 2) Từ đợt phục thứ hai trở đi bố trí các hố khoan phục cách nhau 1/2 lần khoảng cách giữa các hố khoan phục của đợt trước.
- 3) Khoảng cách giữa các hố khoan phục đợt cuối cùng và số đợt khoan phục do thiết kế quy định, có thể được điều chỉnh trong quá trình thi công, sau khi phục xong mỗi đợt và qua phân tích kết quả phục theo hồ sơ hoàn công.

#### **6.1.3 Khoan tạo lỗ**

#### 6.1.3.1 Xác định vị trí các hố khoan:

- 1) Phải sử dụng máy trắc địa để xác định khu vực khoan phụt thử nghiệm, vị trí và cao độ các hố khoan phụt thử nghiệm ngoài thực địa trên cơ sở hệ thống mốc cao tọa độ của công trình và mốc các hàng khoan phụt. Sai lệch vị trí thực tế của hố khoan phụt so với thiết kế không được vượt quá 0,1 m;
- 2) Tất cả các hố khoan phụt ở khu vực thử nghiệm phải được đánh số theo quy định tại điều 5.2.3.2 của tiêu chuẩn này, để xác định được vị trí của hố trên mặt bằng thi công và không phụ thuộc vào thời gian thi công.
- 3) Cứ 2 hố khoan đợt 1 cách nhau không quá 20 m thì xác định vị trí tìm mốc và cao tọa độ cho 1 hố;
- 4) Tất cả các hố khoan phụt bổ sung trong quá trình thi công phải được mang số hiệu của hố khoan phụt gần nhất và thêm các ký hiệu đặc trưng cho công việc bổ sung: chữ "BS" để chỉ hố khoan bổ sung thêm, chữ "L" để chỉ hố khoan phụt lại thay cho hố khoan bị sự cố hoặc chưa hoàn tất, chữ "KT" để chỉ hố khoan phụt kiểm tra.

#### 6.1.3.2 Khoan và rửa hố:

- 1) Khoan tạo lỗ và rửa hố khoan phải tiến hành theo từng phân đoạn phù hợp với phân đoạn phụt quy định trong hồ sơ thiết kế. Trong cùng một hố khoan phụt, sau khi phụt xong đoạn phụt thứ nhất mới tiến hành khoan tạo lỗ đoạn phụt thứ hai và tiếp tục lặp lại quá trình trên đến hết chiều sâu thiết kế;
- 2) Khi khoan các hố khoan để phụt vữa xi măng nên sử dụng phương pháp khoan xoay bơm rửa để có thể thổi rửa sạch được hố khoan trước khi phụt. Việc sử dụng khoan đập khí ép để khoan tạo lỗ chỉ được sử dụng nếu chủ đầu tư cho phép sau khi đã kiểm tra chất lượng của hố khoan đập khí ép;
- 3) Đường kính hố khoan để phụt vữa nên lấy trong phạm vi từ (40 đến 76) mm;
- 4) Trường hợp trong khi khoan thấy có hiện tượng mất nước hoặc vách hố khoan bị sập thì phải dừng khoan và tiến hành phụt vữa xi măng đặc (thành phần N/X là 1/1) với áp lực thấp vào phần đã khoan được, sau đó chờ xi măng đông cứng mới được khoan tiếp;
- 5) Sau khi khoan xong từng phân đoạn phải thổi rửa hố khoan bằng nước cho tới khi nước rửa trào lên miệng hố khoan là nước trong. Nếu không có nước trào lên miệng hố khoan thì việc thổi rửa phải kéo dài ít nhất 15 min. Có thể thổi rửa bằng hỗn hợp nước - không khí;
- 6) Sau khi rửa hố khoan xong phải đo kiểm tra độ sâu của hố khoan. Chiều dày của lớp mùn khoan đọng lại ở đáy hố khoan sau khi rửa không vượt quá 0,3 m. Trường hợp chiều dày lớp mùn khoan vượt quá 0,3 m phải tiến hành xối rửa với áp lực lớn hoặc khoan khô để lấy mùn khoan lên cho đến khi chiều dày lớp mùn khoan đạt yêu cầu. Sau khi rửa xong, miệng hố khoan phải được bịt kín bằng nắp hoặc nút;
- 7) Khi khoan các hố khoan phụt có chiều sâu lớn hơn 20 m phải áp dụng các biện pháp sau đây để đề phòng hố khoan bị lệch hướng so với thiết kế:
  - a) Phải cố định máy khoan và bộ phận xoay theo góc hướng cố định của hồ sơ thiết kế;
  - b) Khoan với áp lực nhỏ nhất lên đáy hố với tốc độ quay thấp nhất của máy khoan;
  - c) Sử dụng các ống khoan dài, cần khoan được gia trọng thêm cho nặng;
  - d) Các cần khoan có liên kết khóa;
- 8) Khi điều kiện nền địa chất của công trình phức tạp, biểu hiện bởi các dấu hiệu như đứt gãy, đới nứt nẻ, vỡ vụn, hang hốc, karst thì trong quá trình khoan phải thực hiện thêm một số hoặc tất cả các công việc sau đây:
  - a) Mô tả thành phần đá đã khoan qua hoặc cho tiến hành khoan lấy nõi;
  - b) Quan sát, ghi chép lượng tiêu hao và độ đục của nước rửa;
  - c) Đo mực nước ngầm ở trong hố khoan, đo lưu lượng nước trào ra miệng hố;
  - d) Đo kích thước các hang hốc và làm karota điện, quay camera trong hố khoan;
- 9) Chiều sâu thiết kế của các hố khoan phải được chính xác hóa trong quá trình khoan tạo lỗ, thông qua kết quả xác định vị trí thực tế của lớp đá không thấm nước hoặc ranh giới của màn chống thấm trên cơ sở kết quả xác định độ thấm nước thực tế của vùng đất đá bên dưới, cụ thể như sau:
  - a) Nếu màn chống thấm được thiết kế là loại hoàn chỉnh thì các hố khoan của phải được cắm sâu vào lớp đá không thấm nước 1 m hoặc sâu hơn ranh giới đề nghị xử lý chống thấm từ (3 đến 5) m;
  - b) Nếu màn chống thấm được thiết kế là loại không hoàn chỉnh (không cần cắm sâu vào lớp đá không thấm nước hoặc tới ranh giới đề nghị xử lý chống thấm) thì các hố đợt đầu tiên khoan qua ranh giới lớp đá không thấm nước chỉ là những hố khoan thăm dò. Sau khi đã khoan và phụt xong những hố khoan đó, thiết kế cần xem xét kỹ hồ sơ hoàn công và căn cứ vào đó để quyết định có cần phải thu hẹp khoảng cách giữa các hố khoan ở vùng có các hố khoan thăm dò hoặc hiệu chỉnh ranh giới của

màn chống thấm hay không;

c) Khi thi công màn chống thấm không hoàn chỉnh và khi không có những hố khoan thăm dò, nếu lượng mất nước đơn vị và lượng tiêu hao dung dịch xi măng ở đoạn cuối cùng của các hố khoan vượt quá 10 lần yêu cầu của thiết kế thì bắt buộc phải khoan và phụt thêm một đoạn nữa xuống sâu hơn ranh giới của màn chống thấm thiết kế. Nếu ở đoạn phụt bổ sung thêm vẫn xảy ra tình trạng lượng mất nước đơn vị lớn hơn yêu cầu thiết kế thì phải tăng thêm chiều sâu của màn chống thấm. Mức độ tăng thêm này do tư vấn thiết kế tính toán và quyết định nhưng trong mọi trường hợp chiều sâu màn chống thấm không vượt quá 1 H (với H là đầu nước tại điểm xử lý thấm).

#### 6.1.3.3 Đặt nút:

- 1) Khi phụt xi măng theo phương pháp phân đoạn từ trên xuống, nút ở nóc của đoạn phụt đầu tiên phải được đặt trong lớp phản áp ở độ sâu sao cho thể sử dụng áp lực phụt thiết kế mà không gây ra các biến dạng cho tầng đá bên trên, không gây đứt đoạn thủy lực trong đá và không làm cho vữa xi măng xuất hiện trên bề mặt;
- 2) Khi phụt từ trên xuống phải đặt nút ở nóc đoạn tiếp theo. Vị trí đặt nút cao hơn ranh giới sẽ phụt từ (0,2 đến 0,5) m. Để giảm khối lượng khoan xoay nạo xi măng đã bị đông cứng, nếu thiết kế cho phép, có thể đặt nút ở nóc mỗi đoạn phụt không phụ thuộc vào chiều sâu của đoạn phụt;
- 3) Khi phụt phân đoạn từ dưới lên phải đặt nút ở độ sâu là vị trí ranh giới trên của đoạn sẽ phụt.
- 4) Trường hợp không thể đặt nút đảm bảo độ kín ở độ sâu đã cho do đá không ổn định thì phải dịch vị trí nút cao hơn từ (0,5 đến 2) m.
- 5) Trong vùng đá không ổn định không thể đặt nút đảm bảo độ kín ở các độ sâu theo thiết kế thì phải đặt nút ở miệng hố khoan (trong ống chèn, trong bê tông) hoặc trong vùng đá ổn định với sự đồng ý điều chỉnh của thiết kế.

#### 6.1.3.4 Thử nghiệm thủy lực:

- 1) Sau khi đã đặt nút, trước khi phụt vữa xi măng phải kiểm tra khả năng hoạt động và độ kín nước của hệ thống thiết bị ép nước trong hố khoan. Nếu hệ thống thiết bị không kín nước tiến hành kiểm tra lại các đoạn nối ống và xử lý các chỗ rò nước hoặc đặt lại nút theo quy định tại điều 6.1.3.3 của tiêu chuẩn này.
- 2) Nếu hệ thống thiết bị đã kín nước, tiến hành ép nước để có được các thông số thủy lực theo quy định. Thí nghiệm ép nước phải được tiến hành với các trị số áp lực bằng 0,8 lần áp lực phụt lớn nhất nhưng không vượt quá trị số quy định tại điều 6.1.5.2 của tiêu chuẩn này. Áp lực ép nước sau khi đã ổn định phải được duy trì trong khoảng từ (15 đến 30) min, trong thời gian này phải đo lưu lượng từ (3 đến 4) lần.
- 3) Ghi chép kết quả thí nghiệm ép nước và tính toán xác định lượng mất nước đơn vị của đá.

### 6.1.4 Vật liệu và chế tạo vữa phụt

#### 6.1.4.1 Xi măng:

- 1) Phải sử dụng xi măng PC40 để chế tạo vữa phụt vào đá. Khi có đầy đủ luận chứng kinh tế kỹ thuật thích hợp mới cho phép sử dụng các loại xi măng đặc biệt như xi măng bèn sunphát, xi măng hóa dẻo và các loại tương đương. Chỉ cho phép sử dụng loại xi măng pooclang xỉ, xi măng puzolan, xi măng nở thể tích, xi măng alumin và các loại tương đương khi đã qua thí nghiệm trong phòng để xác định thời gian đông kết của xi măng trong các điều kiện cụ thể của công trình.
- 2) Nếu trong đá nền tồn tại nước ngầm có tính xâm thực thì phải chọn loại xi măng bèn sunphát, xi măng Pooclang puzolan, xi măng Pooclang xỉ để làm vữa phụt.

#### CHÚ THÍCH:

- Khi không có xi măng Pooclang puzolan, xi măng Pooclang xỉ thì dùng xi măng pooclang pha thêm phụ gia khoáng hoạt tính nghiền mịn như tro bay, puzolan hoặc xỉ lò cao.
  - Khi không có xi măng bèn sunphát thì dùng xi măng Pooclang puzolan, xi măng Pooclang xỉ hoặc xi măng Pooclang hỗn hợp nhưng phải đảm bảo lớp vữa có độ đặc chắc cao.
- 3) Khi chế tạo vữa phụt không được trộn các loại xi măng khác nhau cũng như các mác xi măng khác nhau.
  - 4) Vận chuyển, lưu kho, bảo quản và nghiệm thu xi măng sử dụng làm vữa phụt phải tuân theo các quy định kỹ thuật hiện hành liên quan.

#### 6.1.4.2 Nước:

- 1) Nước dùng để trộn vữa phụt phải phù hợp với quy định về chất lượng nước dùng cho vữa thủy công, không chứa váng dầu mỡ và không chứa các chất gây cản trở quá trình đông cứng của xi măng, hàm lượng hữu cơ không quá 15 mg/L. Nếu dùng nước ngầm hoặc nước ao hồ để trộn vữa thì phải qua thí nghiệm để quyết định. Nước dùng trong hệ thống cấp nước sinh hoạt (nước uống) để

trộn vữa xi măng thì không cần phải kiểm tra;

2) Nhiệt độ của nước khi trộn vữa để phụt không được cao hơn 45 °C.

#### 6.1.4.3 Các vật liệu pha trộn và phụ gia:

1) Cho phép sử dụng các vật liệu pha trộn để thay thế một phần xi măng trong vữa phụt trong các trường hợp sau đây:

- Khi phụt vào các khe nứt và các lỗ rỗng lớn riêng biệt đặc trưng bởi lượng tiêu hao vật liệu lớn hơn 500 kg cho 1 m dài hố khoan, có thể sử dụng cát nghiền có cỡ hạt từ 1,0 mm trở xuống với tỷ lệ lên tới 200 % lượng xi măng.
- Khi phụt vào các loại nền đá thấm nước mạnh, có thể sử dụng các vật liệu dạng bột, tro thải của nhà máy nhiệt điện, than đá nghiền mịn, bột đá, đất sét hạt nhỏ từ (0,1 đến 0,5) mm với tỷ lệ cho phép tới 100 % lượng xi măng.

c) Để làm chặt các loại đá nền có khe nứt lớn và đá ở dạng karst, có thể sử dụng á sét làm cho vữa có tính chất ổn định với tỷ lệ cho phép tới 200 % lượng xi măng.

d) Để làm chặt các loại đá có khe nứt nhỏ, đá xốp và các hang hốc nhỏ, có thể sử dụng sét, bentonite. Tỷ lệ thay thế tùy thuộc vào hoạt tính của loại sét và bentonite được sử dụng.

2) Để điều chỉnh các tính chất lưu biến của vữa xi măng phải đưa thêm vào vữa các phụ gia sau hoặc các loại phụ gia khác có đặc tính tương tự:

a) Thủy tinh lỏng, canxi clorua, kali cacbonat dưới dạng dung dịch để làm đặc và tăng nhanh quá trình ninh kết của xi măng.

b) Bentonite với tỷ lệ từ (0,5 đến 5) % khối lượng xi măng tùy thuộc vào hoạt tính của bentonite để giảm tính phân tán và nâng cao độ đồng nhất của vữa, tăng khả năng thâm nhập của vữa vào các lỗ rỗng, giảm sự hao mòn của thiết bị.

c) Phụ gia hóa dẻo từ nước thải bã giấy để tăng độ lưu động và khả năng thâm nhập của vữa vào các lỗ rỗng.

d) Lượng phụ gia trộn thêm vào vữa xi măng được xác định theo hướng dẫn của nhà sản xuất hoặc thông qua thí nghiệm trong phòng.

#### 6.1.4.4 Chế tạo vữa phụt:

1) Thành phần vữa xi măng được biểu thị bằng tỷ lệ nước / xi măng (N/X). Khi phụt phải sử dụng thang biểu về các thành phần vữa theo yêu cầu của thiết kế.

2) Cân đong vật liệu để trộn vữa phụt phải đảm bảo độ chính xác 3 % đối với nước và xi măng, 5% đối với các vật liệu pha trộn thêm.

3) Phải nhào trộn xi măng, nước, các vật liệu pha trộn thêm và các phụ gia cho tới khi đạt được một dung dịch đồng nhất.

4) Kiểm tra thành phần vữa trộn phải được thực hiện bằng tỷ trọng kế.

5) Để vữa phụt có thêm các đặc tính đặc biệt, nâng cao tính ổn định và khả năng thâm nhập của vữa phải sử dụng các biện pháp sau:

a) Sử dụng các chất phụ gia hoạt tính bề mặt.

b) Làm phân tán xi măng trong vữa bằng cách sử dụng các máy khuấy tán. Các vật liệu pha trộn thêm và loại máy khuấy tán phải được quy định trong hồ sơ thiết kế. Lượng phụ gia và thời gian trộn phải được xác định theo các kết quả thí nghiệm trong phòng.

c) Vữa chế tạo phải được trộn liên tục khi phụt vào đá.

d) Vữa xi măng phụt được sử dụng trong thời gian không quá 4h kể từ khi trộn hỗn hợp.

### 6.1.5 Phụt vữa

#### 6.1.5.1 Phân đoạn phụt:

1) Chiều dài một đoạn phụt trong nền đá thông thường có thể dao động từ (2 đến 6) m, trung bình là 5 m tùy thuộc độ sâu phụt cũng như tính thấm trong từng hố khoan, song phải theo nguyên tắc là đoạn phụt trên cùng có chiều dài ngắn nhất và đoạn phụt dưới cùng có chiều dài lớn nhất;

2) Khi phân đoạn phụt phải tiến hành phân đoạn riêng các đoạn phụt sử dụng các loại vữa phụt khác nhau (vữa xi măng, vữa sét - xi măng, vữa sét - xi măng - phụ gia hoặc các loại khác). Đoạn phụt cuối là độ sâu còn lại của hố phụt. Nếu độ sâu còn lại nhỏ hơn hoặc bằng 2 m, thì chiều sâu này được bổ sung thêm cho các đoạn phụt phía trên, nhưng chiều dài của một đoạn phụt không lớn hơn 6 m. Trường hợp đặc biệt thực hiện theo quy định tại các điều từ 6.3.1 đến 6.3.4 của tiêu chuẩn này.

#### 6.1.5.2 Áp lực phụt:

- 1) Áp lực phụt của mỗi đoạn được nâng cao dần theo từng cấp đến áp lực phụt lớn nhất ( $P_{max}$ ). Áp lực phụt ban đầu phụ thuộc vào chiều dày và khả năng chịu áp lực của lớp giai tải hoặc bê tông phần áp. Áp lực phụt lớn nhất là áp lực nhỏ hơn hoặc bằng áp lực cho phép để không gây ra đứt đoạn thủy lực ứng với lưu lượng vừa cho phép;
- 2) Áp lực phụt ban đầu, mức độ tăng áp lực, áp lực phụt lớn nhất cho phép của một đoạn phụt trong quá trình phụt thử nghiệm được tính toán theo quy định trong Phụ lục G của tiêu chuẩn này.

#### 6.1.5.3 Lưu lượng phụt:

- 1) Trong suốt thời gian phụt vừa vào một đoạn, phải giữ cho lưu lượng vừa phụt ở mức lớn nhất nhưng không vượt quá giới hạn cho phép. Lưu lượng vừa phụt giảm dần khi nền đá đã no vừa và dừng phụt khi lưu lượng vừa không nhỏ hơn lưu lượng vừa cho phép ứng với áp lực phụt lớn nhất;
- 2) Lưu lượng vừa phụt lớn nhất và nhỏ nhất cho phép của một đoạn phụt trong quá trình phụt thử nghiệm được tính toán thực hiện theo quy định tại Phụ lục G của tiêu chuẩn này.

#### 6.1.5.4 Thành phần vừa phụt:

- 1) Thành phần vừa phụt (nồng độ vừa phụt) biểu thị bằng tỷ lệ giữa nước và vật liệu phụt tính theo số lít nước trong vừa ứng với 1 kg vật liệu phụt;
- 2) Thành phần vừa phụt ban đầu và thành phần vừa phụt trong quá trình phụt thử nghiệm được tính toán theo quy định tại Phụ lục H của tiêu chuẩn này.

#### 6.1.5.5 Điều kiện dừng phụt:

Phụt vừa cho một đoạn được coi là hoàn thành khi đạt được các điều kiện dưới đây:

- 1) Dưới áp lực phụt thiết kế lớn nhất ( $P_{max}$ ) của từng đoạn phụt, ứng với thành phần vừa đặc nhất có lưu lượng vừa giảm xuống mức nhỏ hơn hoặc bằng lưu lượng vừa cho phép của thiết kế và kéo dài liên tục 30 min;
- 2) Áp lực phụt lớn nhất, lưu lượng vừa nhỏ nhất cho phép và thành phần vừa đặc nhất trong quá trình phụt thử nghiệm phải được thiết kế dự kiến hoặc theo quy định tại điều 6.1.4 của tiêu chuẩn này.

#### 6.1.5.6 Phụt vừa xi măng:

Việc phân đoạn phụt, áp lực phụt, lưu lượng phụt, thành phần vừa phụt, điều kiện dừng phụt thực hiện theo quy định tương ứng tại các điều 6.1.5.1 đến 6.1.5.5 của tiêu chuẩn này và theo kết quả của công tác khoan phụt thử nghiệm, đồng thời phải đáp ứng thêm các yêu cầu sau:

- 1) Phương pháp và thiết bị khoan phụt phải đáp ứng theo điều kiện địa chất và phù hợp với yêu cầu của thiết kế như:
  - a) Khi sử dụng các máy bơm có cơ cấu dẫn động điều chỉnh được, việc phụt vừa phải được thực hiện theo phương pháp nén ép (không tuần hoàn). Khi sử dụng các máy bơm có cơ cấu dẫn động không điều chỉnh được, việc phụt vừa phải được tiến hành theo phương pháp tuần hoàn;
  - b) Khi không tạo được áp lực phụt hoặc chỉ tạo được áp lực phụt thấp thì phải phụt theo phương pháp không tuần hoàn và phải chuyển sang phương pháp tuần hoàn khi tiêu hao vừa của hố khoan trong quá trình phụt giảm xuống tới 15 L/min. Nên sử dụng phương pháp phụt tuần hoàn để tránh tình trạng vừa bị phân hóa, trừ trường hợp hố khoan quá sâu.
- 2) Việc phụt vừa phải được tiến hành ngay sau khi hoàn thành thí nghiệm ép nước;
- 3) Trong suốt thời gian phụt vừa vào một đoạn, phải giữ cho lưu lượng và áp lực phụt ở mức lớn nhất nhưng không vượt quá giới hạn cho phép được quy định sau khi có kết quả khoan phụt thử nghiệm, hoặc được thiết kế sửa đổi bổ sung trong quá trình thi công (nếu có);
- 4) Khi phát hiện thấy đá bị đứt đoạn thủy lực hoặc thấy vừa rò lên mặt đất thì phải giảm lưu lượng và áp lực phụt xuống đến mức không gây nên các hiện tượng trên;
- 5) Trường hợp đất đá nền bị biến dạng, có thể tiến hành thêm một số công việc sau đây để xác định chính xác các trị số của lưu lượng và áp lực phụt vào một số đoạn lựa chọn:
  - a) Thí nghiệm ép nước nhiều cấp;
  - b) Đặt các mốc để quan trắc lún và biến dạng trên mặt nền;
- 6) Khi phụt phải phụt liên tục cho tới khi đạt được độ chối theo tiến trình chuẩn hoặc cho đến khi dừng phụt đối với các trường hợp sai lệch với tiến trình chuẩn.
- 7) Tiến trình chuẩn cho công tác phụt vừa như sau:
  - a) Việc phụt vừa phải được tiến hành liên tục;
  - b) Khi phụt lưu lượng dung dịch tiêu hao giảm xuống dần còn áp lực phụt hoặc tương ứng với áp lực độ chối hoặc tăng dần tới áp lực độ chối.

- c) Toàn bộ vữa tiêu hao thâm nhập hết vào đá.
- 8) Các trường hợp sai lệch so với tiến trình chuẩn gồm:
- Vữa xi măng có nồng độ đặc nhất tiêu hao trong thời gian dài mà áp lực phụt không tăng;
  - Vữa xi măng trào lên trên mặt đá lộ thiên hoặc miệng các hố khoan lân cận sau khi phụt xong hoặc khi ngừng phụt;
  - Đá bị đứt đoạn thủy lực;
  - Ngừng phụt do thiết bị phụt hỏng.
- 9) Khi có sai lệch so với tiến trình chuẩn nêu trên cần phải tuân thủ các yêu cầu quy định tại các điều dưới đây:
- Trước khi phụt lại vào các đoạn đã phụt chưa đạt đến độ chối cần tiến hành khoan xoáy nạo sạch các vữa đã đông cứng và thí nghiệm ép nước;
  - Sau khi nghỉ phụt nếu lượng mất nước đơn vị trong đoạn phụt tiếp theo dưới 0,2 L/min.m.m thì phải tiếp tục phụt bằng dung dịch vữa xi măng thông thường. Nếu lượng mất nước đơn vị có giá trị lớn hơn 0,2 L/min.m.m thì phải tiếp tục phụt bằng vữa xi măng có thêm phụ gia.
- 10) Thời gian nghỉ phụt được xác định tùy thuộc vào thời gian đông kết của vữa xi măng trong điều kiện nhiệt độ của môi trường phụt. Nếu không có các nghiên cứu riêng thì thời gian nghỉ phụt khi sử dụng xi măng Pooclăng như sau:
- Khi nhiệt độ môi trường phụt cao hơn 10 °C không nhỏ hơn 24 h.
  - Khi nhiệt độ môi trường từ (2 đến 10) °C không nhỏ hơn từ (48 đến 72) h.
- 11) Nếu hồ sơ thiết kế không đưa ra các yêu cầu đặc biệt thì độ chối thiết kế tại một đoạn phụt được coi là đã đạt khi ứng với áp lực thiết kế lớn nhất mà lưu lượng vữa giảm tới 1 L/min.m. Khi có yêu cầu của thiết kế cao hơn về độ chặt của đá đã được phụt thì lưu lượng vữa ở độ chối không được lấy thấp hơn lưu lượng nhỏ nhất cho phép.
- 12) Trường hợp thiết kế không quy định cụ thể thì thành phần vữa phụt ban đầu N/X bắt đầu từ 5/1.
- 13) Không được thay đổi thành phần vữa phụt trong trường hợp khi phụt liên tục mà lưu lượng phụt giảm trong lúc áp lực phụt không đổi hoặc khi áp lực phụt tăng mà lưu lượng không đổi.
- 14) Phải phụt vữa đặc hơn trong các trường hợp khi lưu lượng lớn nhất đã đạt được mà áp lực phụt lại không tăng hoặc khi áp lực phụt đã đạt được độ chối mà lưu lượng lại không giảm. Việc phụt vữa đặc hơn phải được tiến hành theo trình tự sau:
- Tăng dần theo thang biểu thành phần vữa phụt quy định trong Phụ lục H của tiêu chuẩn này. Cứ 15 min thì tăng thêm một bậc nếu lưu lượng phụt tiêu hao nhỏ hơn 60 L/min.
  - Thêm một hoặc hai bậc theo thang biểu sau khi phụt vào các đoạn cần thiết từ (1 000 đến 1 500) L dung dịch phụt nếu lưu lượng lớn hơn 60 L/min.
- 15) Khi vữa phụt trào lên miệng hố khoan qua nút ép, cần ngừng phụt để đặt lại nút ép ở vị trí cao hơn từ (0,5 đến 2) m rồi tiếp tục phụt lại.
- 16) Khi vữa xi măng trào qua miệng các hố khoan lân cận thì phải giảm từ (30 đến 50) % áp lực phụt, đồng thời bịt các hố khoan có vữa xi măng trào lên bằng cách đặt nút sau đó tiếp tục phụt vữa xi măng với áp lực như cũ.
- 17) Khi vữa xi măng xuất hiện trên mặt nền đá thì phải giảm từ (30 đến 50) % áp lực phụt và bịt các lỗ rò từ bên ngoài. Nếu không thể bịt được các lỗ rò này thì phải ngừng phụt từ (2 đến 4) h rồi mới tiến hành phụt lại. Nếu đã áp dụng các biện pháp xử lý nói trên mà vữa xi măng vẫn tiếp tục chảy thì phải sử dụng phụ gia đông cứng nhanh hoặc phụ gia tạo bọt.
- 18) Nếu thấy đá bị đứt đoạn thủy lực nhưng không kèm theo hiện tượng vữa xuất hiện trên mặt đá lộ thiên thì giảm áp lực phụt xuống hai lần và tiếp tục phụt cho tới áp lực độ chối có giá trị thấp hơn hai lần so với áp lực phụt thiết kế.
- 19) Khi ngừng phụt do thiết bị hư hỏng thì phải rửa toàn bộ thiết bị phụt bằng nước hoặc khí nén. Cho phép tiếp tục phụt lại nếu thời gian xử lý thiết bị ít hơn 15 min tính từ khi ngừng phụt.
- 20) Nếu sau khi phụt xong thấy dung dịch vữa trào lên mặt đất qua miệng hố thì phải đóng van lại và chỉ được tháo nút sau 24 h.
- 21) Nếu trong các nền đá có chứa nước áp lực với cột nước đo áp cao hơn miệng hố khoan từ 3 m trở lên thì phải đặt nút van một chiều và sau khi phụt xong phải giữ nút trong hố khoan trong thời gian ít nhất là 24 h.
- 22) Trong trường hợp còn có những đoạn phụt không đạt độ chối thì phải khoan phụt các hố bổ sung theo quy định dưới đây:

- a) Các vùng có lượng mất nước đơn vị và lượng tiêu hao vữa xi măng vượt quá 10 lần so với trị số trung bình tại các hố khoan đã phụt trong đợt;
- b) Các vùng mà việc phụt chưa được hoàn tất theo như chỉ dẫn của tiêu chuẩn này;
- c) Các hố khoan do điều kiện thi công đã không đạt tới độ sâu thiết kế;
- d) Các hố khoan bổ sung phải được khoan tại vị trí cách hố khoan cũ mà việc phụt chưa hoàn tất là 0,5 m và phải phụt tới độ sâu cần thiết theo yêu cầu thiết kế.

### **6.1.6 Lắp hố khoan sau khi phụt**

6.1.6.1 Sau khi đã phụt xong toàn bộ hố khoan phải lắp chặt hố khoan bằng vữa xi măng đặc tỷ lệ N/X là 1/1.

6.1.6.2 Hố khoan được lắp từ dưới lên bằng cách đổ vữa xi măng đặc vào hố khoan qua một ống thả từ trên miệng xuống đáy và được nâng dần lên theo mức độ đầy vữa trong hố khoan.

6.1.6.3 Có thể lắp hố khoan bằng phương pháp bơm vữa xi măng đặc vào hố khoan qua nút có đặt van một chiều. Duy trì áp lực bơm trong vòng 5 min sau khi hố khoan đầy vữa. Nút được giữ trong hố khoan tối thiểu 24 h kể từ khi phụt xong.

6.1.6.4 Sau khi kết thúc phụt, áp lực đồng hồ cần lưu giữ cho đến khi vữa lắng đọng và không chảy ngược ra ngoài khi tháo bỏ đồng hồ áp lực.

### **6.1.7 Kiểm tra sau khi khoan phụt**

6.1.7.1 Yêu cầu chung:

1) Kiểm tra chất lượng và đánh giá mức độ hoàn thiện của công tác khoan phụt xi măng thi công phải được tiến hành có hệ thống ở tất cả các công đoạn thi công.

2) Kiểm tra khoan phụt xi măng thi công thực hiện theo trình tự sau:

a) Kiểm tra chứng chỉ chất lượng các vật liệu để chế tạo vữa phụt. Loại vật liệu nào chưa có chứng chỉ thì phải tiến hành thí nghiệm để xác định chất lượng. Tiến hành chế tạo vữa phụt theo quy định tại điều 6.1.4.4 của tiêu chuẩn này.

b) Kiểm tra chất lượng vật tư, tình trạng hoạt động của thiết bị, máy móc. Các loại thiết bị đo áp lực, lưu lượng, thành phần vữa phụt đều phải có kiểm định.

c) Kiểm tra tác nghiệp trong quá trình thi công và sự phù hợp với đồ án thiết kế với quy trình thi công được phê duyệt. Việc kiểm tra này nhằm xác định kết quả khoan phụt và tiến độ hoàn thành toàn bộ công tác dự kiến trong hồ sơ thiết kế hoặc hoàn thành một giai đoạn nào đó.

d) Kiểm tra nghiệm thu thực hiện theo quy định tại điều 7 của tiêu chuẩn này.

6.1.7.2 Kiểm tra sau khi khoan phụt thi công tạo màn chống thấm:

Kiểm tra sau khi khoan phụt thi công màn chống thấm được thực hiện theo quy định tại điều 5.2.3.4 của tiêu chuẩn này đối với các hố khoan kiểm tra, đồng thời phải đáp ứng thêm các yêu cầu sau:

1) Để kiểm tra chất lượng khoan phụt công tác khoan, ép nước kiểm tra lấy và thí nghiệm mẫu được thực hiện tại khu vực phụt thi công sau khi đã kết thúc công tác phụt hố cuối cùng tại khu vực thi công ít nhất là 14 ngày;

2) Kết quả của công tác kiểm tra khi đã hoàn thành phụt toàn bộ (hoặc một phần) khối lượng theo hồ sơ thiết kế là xác định độ thấm nước của khối đá đã được phụt vữa. Độ thấm nước của khối đá này được biểu thị bằng giá trị của lượng mất nước đơn vị thu được qua thí nghiệm ép nước trong các hố khoan kiểm tra;

3) Phân tích các kết quả công việc trong tài liệu hoàn công, trong đó phải làm rõ được những nội dung sau:

a) Các đoạn trong các hố khoan và vị trí của màn chống thấm cần phải thực hiện thêm các công việc bổ sung do độ thấm nước của nền đá còn cao hoặc do việc phụt vữa xi măng chưa đạt yêu cầu;

b) Các vị trí ở màn chống thấm hoặc trong diện tích đã được phụt mà ở đó có khả năng có độ thấm nước lớn nhất, cần bố trí các hố khoan kiểm tra.

4) Tổng chiều dài các hố khoan kiểm tra và vật tư để thi công phải được ghi trong hồ sơ thiết kế, thông thường lấy bằng (5 đến 10) % tổng chiều dài các hố khoan đã phụt và được chính xác hóa qua kết quả phân tích hồ sơ hoàn công. Trong mọi trường hợp thì tại mỗi một đoạn công trình (vai, thềm, lòng sông), mỗi một khu vực có số lượng hàng khoan phụt khác nhau, mỗi một khu vực có điều kiện địa chất khác nhau và mỗi một khu vực có xử lý khoan phụt bổ sung phải có ít nhất một hố khoan kiểm tra;

5) Các hố khoan kiểm tra bố trí ở giữa các hố khoan đã phụt khi tạo màn chống thấm. Tùy theo yêu cầu cụ thể của từng công trình, thiết kế có thể lựa chọn các cách bố trí hố khoan kiểm tra như sau:

- a) Nếu màn chống thấm chỉ có một hàng khoan phụt thì hố khoan kiểm tra nằm giữa hai hố khoan phụt và có hướng trùng với hướng của hố khoan phụt;
- b) Nếu màn chống thấm gồm nhiều hàng khoan phụt thì hố khoan kiểm tra nằm ở vị trí trọng tâm của ba hố khoan phụt;
- c) Hố khoan kiểm tra nằm trên hàng khoan phụt nhưng có hướng xiên góc với các hố đã khoan phụt để có thể cắt qua nhiều hố khoan phụt;
- d) Nếu dùng để kiểm tra mức độ đầy đủ các việc của công tác thi công thì nên bố trí hố khoan kiểm tra trùng với một hố khoan nào đó trong hồ sơ thiết kế của đợt khoan phụt tiếp theo.
- 6) Các hố khoan kiểm tra phải được thí nghiệm ép nước và phụt vữa theo từng phân đoạn từ trên xuống, trùng với các đoạn phụt của hố phụt thử nghiệm. Việc thí nghiệm ép nước và phụt vữa tại các hố khoan kiểm tra phải được tiến hành với áp lực nhỏ hơn áp lực phụt lớn nhất với các hố khoan đã phụt từ (20 đến 30) %. Quy trình công nghệ trong thí nghiệm ép nước và phụt tại các hố khoan kiểm tra phải phù hợp với quy trình công nghệ quy định cho các hố khoan phụt.
- 7) Tiêu chuẩn đánh giá chất lượng phụt lấy theo lượng mất nước đơn vị yêu cầu của thiết kế. Kết quả thí nghiệm ép nước kiểm tra tại đoạn thứ nhất phải đạt yêu cầu là 100 %. Các đoạn tiếp theo thì tỷ lệ đạt không nhỏ hơn 90 %. Khi yêu cầu chống thấm nhỏ hơn 0,02 L/min.m.m (2 Lu) thì lượng mất nước của các đoạn tiếp theo không lớn hơn 200 % giá trị lượng mất nước đơn vị yêu cầu của thiết kế. Khi yêu cầu chống thấm lớn hơn 0,02 L/min.m.m (2 Lu) thì lượng mất nước của các đoạn tiếp theo không lớn hơn 150 % giá trị lượng mất nước đơn vị yêu cầu của thiết kế. Các đoạn không đạt yêu cầu không được tập trung trên một khu vực kiểm tra hoặc trên cùng một cao trình chống thấm.
- 8) Trong trường hợp nếu độ thấm nước của nền đá tại màn chống thấm qua thí nghiệm ép nước thấy lớn hơn độ thấm nước quy định của thiết kế thì thiết kế phải phân tích hồ sơ hoàn công khoan phụt mà xác định độ thấm nước thực tế của nền đá đã đạt được sau khi phụt. Theo các trị số đó, thiết kế sẽ khẳng định giữ nguyên hay chỉnh lại các chỉ tiêu thiết kế về độ thấm nước của màn chống thấm.
- 9) Trường hợp giữ nguyên yêu cầu độ thấm nước của màn chống thấm thì phải tiến hành khoan phụt bổ sung tại khu vực có các hố khoan kiểm tra chưa đạt yêu cầu và tiến hành kiểm tra lại. Trường hợp kiểm tra lại vẫn không đạt yêu cầu phải tiến hành bổ sung thêm các biện pháp xử lý chống thấm khác hoặc thiết kế khoan phụt bổ sung (nếu thấy cần thiết).
- 10) Công tác khoan, lấy và thí nghiệm mẫu thí nghiệm tại các hố khoan kiểm tra thực hiện theo quy định tại điều 5.2.3.4 của tiêu chuẩn này.

### **6.1.8 Hồ sơ hoàn công khoan phụt**

Sau khi kết thúc khoan phụt thi công tạo màn chống thấm (bao gồm cả khoan kiểm tra) trong vòng 45 ngày đơn vị thi công phải thực hiện lập hồ sơ hoàn công của công tác khoan phụt. Hồ sơ hoàn công của công tác khoan phụt thi công có thể lập theo từng khu vực (hoặc theo từng đợt thi công) và bao gồm các tài liệu sau:

- 1) Báo cáo kết quả khoan phụt thử nghiệm thực hiện theo quy định tại điều 5.2.3.5 của tiêu chuẩn này.
- 2) Biên bản bàn giao mặt bằng thi công, biên bản xác định vị trí và sơ đồ thực tế các hố khoan tại khu vực thi công khoan phụt.
- 3) Hồ sơ hoàn công công tác thi công bê tông phản áp tại khu vực thi công (nếu có).
- 4) Biên bản kiểm tra thiết bị, vật tư, máy móc kèm theo kiểm định các loại thiết bị đo áp lực, lưu lượng, thành phần vữa phụt và các nội dung khác, cùng đánh giá chất lượng và tình trạng hoạt động đáp ứng theo yêu cầu của thiết kế.
- 5) Chứng chỉ chất lượng vật liệu dùng để phụt, kiểm định của nhà sản xuất hoặc kết quả thí nghiệm vật liệu cùng đánh giá chất lượng theo yêu cầu của thiết kế.
- 6) Nhật ký khoan, phụt của các hố khoan phụt thi công và kiểm tra thực hiện theo quy định tại Phụ lục I của tiêu chuẩn này.
- 7) Biểu thí nghiệm và tính toán ép nước theo quy định hiện hành.
- 8) Biên bản kết quả thí nghiệm tại các hố khoan kiểm tra thực hiện theo quy định tại Phụ lục I của tiêu chuẩn này. So sánh lượng mất nước của nền trước, sau khi khoan phụt và so với yêu cầu của thiết kế.
- 9) Hình trụ các hố khoan kiểm tra và kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của mẫu sau khi kiểm tra. So sánh sức chịu tải của nền trước, sau khi khoan phụt và so với yêu cầu của thiết kế.
- 10) Các biên bản báo cáo khác về các sự cố, các thay đổi trong quá trình khoan phụt thi công. Các văn bản thống nhất giữa đơn vị thi công và đơn vị giám sát thi công trong toàn bộ quá trình khoan phụt.
- 11) Lập báo cáo hoàn công bao gồm các báo cáo kỹ thuật, các bản vẽ hoàn công (mặt bằng và các



mặt cắt) trong đó trình bày các kết quả thực hiện cho từng công đoạn thực hiện theo quy định tại Phụ lục I của tiêu chuẩn này.

12) Kết luận của đơn vị giám sát thi công về kết quả thực hiện của từng hạng mục công việc.

## **6.2 Thi công khoan phụt gia cố nền**

### **6.2.1 Nội dung thực hiện**

6.2.1.1 Chiều sâu của các hố khoan phụt gia cố nền thường nhỏ hơn so với chiều sâu của các hố khoan phụt tạo màn chống thấm nên công tác thi công khoan phụt gia cố nền cũng tương tự như công tác thi công khoan phụt tạo màn chống thấm ở các đoạn phụt phía trên. Do vậy, nội dung thực hiện của công tác khoan phụt thi công gia cố nền thực hiện theo quy định tại các điều từ 6.1.1 đến 6.1.6 và phải đáp ứng thêm các yêu cầu tại các điều từ 6.2.1.1 đến 6.2.1.4 của tiêu chuẩn này.

6.2.1.2 Tùy thuộc vào tiến độ thi công công trình mà công tác thi công khoan phụt gia cố nền tại các hàng có thể tiến hành trước, sau hoặc đồng thời. Trong một hàng khoan phụt phải tiến hành theo từng đợt, cụ thể:

- 1) Đợt khoan phụt đầu tiên có thể bố trí các hố khoan cách nhau từ (2 đến 3) lần khoảng cách giữa các hố khoan trong mạng lưới thiết kế khoan phụt. Trường hợp khi phụt thấy có sự thông nhau về thủy lực với hố khoan bên cạnh (khi thấy vữa phụt xuất hiện ở hố khoan bên cạnh) thì phải tăng khoảng cách các hố khoan phụt lên gấp đôi;
- 2) Từ đợt phụt thứ hai trở đi bố trí các hố khoan phụt các hố cách nhau 1/2 lần khoảng cách giữa các hố khoan phụt của đợt trước;
- 3) Khoảng cách giữa các hố khoan phụt đợt cuối cùng và số đợt khoan phụt do thiết kế quy định, có thể được điều chỉnh trong quá trình thi công, sau khi phụt xong mỗi đợt và qua phân tích kết quả phụt theo tài liệu hoàn công.

6.2.1.3 Trường hợp phía trên khu vực khoan phụt gia cố nền là công trình bê tông thì nên xem xét khả năng sử dụng lớp bê tông công trình này làm bê tông phản áp để tăng tiến độ thi công và giảm kinh phí của công trình.

6.2.1.4 Chiều sâu của các hố khoan phụt gia cố nền theo thiết kế và được điều chỉnh sau khi có kết quả khoan phụt thử nghiệm. Chiều sâu của các hố khoan xử lý các đứt gãy, các đới kẹp xung yếu, các khu vực nứt nẻ, mềm yếu cục bộ hoặc các hang hốc, karst phải được chính xác hóa trong quá trình khoan phụt thông qua kết quả xác định chiều sâu thực tế của đối tượng cần xử lý, cụ thể như sau:

- 1) Chiều sâu của các hố khoan xử lý nền phải vượt quá chiều sâu phân bố của đối tượng cần xử lý tối thiểu là 5 m;
- 2) Trường hợp chiều sâu phân bố của đối tượng cần xử lý quá lớn thì chiều sâu hố khoan xử lý trong trường hợp này có thể đạt tới 1 lần chiều cao lớn nhất của công trình.

6.2.1.5 Trường hợp thiết kế không quy định cụ thể thì thành phần vữa phụt ban đầu N/X trong khoan phụt gia cố nền có thể lấy bắt đầu từ 3/1.

### **6.2.2 Kiểm tra sau khi khoan phụt**

6.2.2.1 Phương pháp kiểm tra khoan phụt thi công gia cố nền do thiết kế quy định. Tùy thuộc vào quy định của thiết kế, khi kiểm tra có thể sử dụng phương pháp kiểm tra sau đây:

- 1) Kiểm tra bằng thí nghiệm ép nước trong hố khoan, lấy và thí nghiệm mẫu.
- 2) Kiểm tra bằng phương pháp địa vật lý.
- 3) Kiểm tra bằng phương pháp đo nén ngang trong hố khoan.
- 4) Kiểm tra bằng phương pháp cắt trượt bề bê tông trên nền đá.
- 5) Hoặc sử dụng đồng thời hai, ba hay tất cả các phương pháp kể trên.

6.2.2.2 Kiểm tra khoan phụt thi công gia cố nền bằng thí nghiệm ép nước trong hố khoan để xác định lượng mất nước đơn vị, lấy và thí nghiệm mẫu để đánh giá chất lượng của nền đá sau khi khoan phụt thi công có trình tự, thành phần và khối lượng thực hiện theo quy định tại điều 6.1.7 của tiêu chuẩn này và phải đảm bảo thêm yêu cầu sau:

- 1) Tiêu chuẩn đánh giá chất lượng phụt lấy theo lượng mất nước đơn vị yêu cầu của thiết kế. Kết quả thí nghiệm ép nước kiểm tra tại đoạn thứ nhất phải đạt yêu cầu là 100 %;
- 2) Các đoạn tiếp theo thì tỷ lệ đạt không nhỏ hơn 85 % và giá trị lượng mất nước đơn vị không lớn hơn 150 % yêu cầu của thiết kế. Các đoạn không đạt yêu cầu không được tập trung trên một khu vực kiểm tra hoặc trên cùng một cao trình gia cố.

6.2.2.3 Kiểm tra khoan phụt thi công gia cố nền bằng phương pháp địa vật lý thực hiện theo quy định tại điều 5.3.3.4 của tiêu chuẩn này. Ngoài ra có thể xem xét sử dụng thêm một số phương pháp kiểm

tra kết quả khoan phục gia cố nền dưới đây:

1) Kiểm tra khoan phục thi công gia cố nền bằng phương pháp nén ngang trong hố khoan: Trong phạm vi khoan phục gia cố nền, trước khi phục vữa thi công cần tiến hành đo nén ngang trong hố khoan để xác định mô đun biến dạng của đá. Sau khi khoan phục gia cố nền 14 ngày tiến hành khoan cạnh vị trí đó và đo nén ngang để xác định mô đun biến dạng của đá sau khi đã phục xi măng gia cố. So sánh các giá trị trước và sau khi khoan phục gia cố cho biết hiệu quả của công tác khoan phục xi măng gia cố nền.

2) Kiểm tra khoan phục thi công gia cố nền bằng phương pháp cắt trượt bề bê tông trên nền đá: Tại một số vị trí ở nền công trình cấp II trở lên, tiến hành thí nghiệm cắt trượt bề bê tông trên nền đá để xác định cường độ chống cắt của tiếp xúc bề bê tông - nền đá sau khi đã phục xi măng gia cố. Vị trí, khối lượng cắt trượt bề bê tông trên nền đá phải được quy định cụ thể trong hồ sơ thiết kế và thường từ (3 đến 5) điểm thí nghiệm. So sánh các giá trị này với các số liệu thiết kế sẽ biết được hiệu quả của phục xi măng gia cố nền.

3) Nếu kết quả kiểm tra cho thấy các đặc tính cơ lý của nền đá phù hợp với các yêu cầu của thiết kế thì cho phép nghiệm thu theo quy định tại điều 7 của tiêu chuẩn này. Nếu chưa đạt yêu cầu thì thiết kế phải xác định nguyên nhân và xem xét phục bổ sung để đảm bảo yêu cầu.

### **6.2.3 Hồ sơ hoàn công khoan phục**

Thực hiện theo quy định tại điều 6.1.8 của tiêu chuẩn này.

## **6.3 Các biện pháp xử lý trong quá trình khoan phục**

6.3.1 Các hố khoan phải phân đoạn để phục vữa với chiều dài mỗi đoạn nên lấy bằng 5 m. Đối với các hố khoan có chiều sâu không phải là bội số của 5 m, phải bố trí sao cho chiều dài đoạn ngắn hơn 5 m ở miệng hố và đoạn dài hơn 5 m ở đáy hố. Chiều dài các đoạn còn lại trong trường hợp đá đồng nhất là 5 m. Trường hợp hố khoan cắt qua các lớp đá có thành phần khác nhau, độ nứt nẻ khác nhau thì ranh giới các đoạn phục phải bố trí trùng với ranh giới các lớp đá đó.

6.3.2 Trong đá không phân lớp, ranh giới của các đoạn phục kề nhau trong các hố khoan của các đợt khác nhau phải bố trí trên một đường thẳng đối với các hố khoan song song hay trên các vòng tròn đồng tâm với các hố khoan bố trí theo hình quạt.

6.3.3 Trong vùng đá không ổn định và khi hố khoan cắt qua các đới kiến tạo, các vùng đất đá bị phân hủy, các vùng có hang động, vùng có các dòng thấm lớn thì chiều dài các đoạn phục cần giảm xuống. Trường hợp đặc biệt cho phép chiều dài đoạn phục tới 1 m.

6.3.4 Trường hợp nền có lượng mất nước đơn vị dưới 0,01 L/ph.m.m thì có thể cho phép tăng chiều dài các đoạn khoan phục trong các hố khoan của đợt 2 và các đợt tiếp theo lên đến 10 m.

6.3.5 Phục vữa xi măng trong các hố khoan phải được thực hiện theo phương pháp phân đoạn và tiến hành từ trên xuống (từ miệng hố xuống đáy hố). Cho phép sử dụng phương pháp phân đoạn từ dưới lên (từ đáy hố lên miệng hố) đối với các hố khoan đợt hai và các đợt tiếp theo nếu việc phục vữa thử nghiệm theo phương pháp này tại hiện trường cho kết quả tốt.

6.3.6 Khi phục theo phương pháp phân đoạn từ dưới lên, nếu các hố khoan đợt hai và đợt tiếp theo có trên 10 % số đoạn có hiện tượng vữa phục xi qua thành nứt lên phía trên thì phải phục theo phương pháp phân đoạn từ trên xuống.

6.3.7 Khi phục phân đoạn từ trên xuống, cho phép tiến hành khoan đoạn tiếp theo ngay sau khi phục xong đoạn trước trong các trường hợp sau:

6.3.7.1 Các hố khoan kề bên của đợt trước đã được phục tới độ sâu thấp hơn đoạn sắp khoan trên 10 m;

6.3.7.2 Các đoạn bên trên đã được phục xi măng tới độ chồi;

6.3.7.3 Nước dưới đất không có áp. Trường hợp tồn tại nước có áp thì chỉ cho phép khoan xoáy nạo sạch phần xi măng đã bị đông cứng trong hố khoan và khoan đoạn tiếp theo sau khi có đủ thời gian cần thiết để xi măng đông cứng trong vùng đã phục.

6.3.8 Khi phục vữa xi măng theo phương pháp phân đoạn từ dưới lên, các hố khoan của đợt thi công tiếp theo chỉ được tiến hành khoan sau khi các hố khoan tại vị trí lân cận của đợt trước đã phục xong và được lấp vữa vĩnh viễn.

6.3.9 Trong vùng đất đá có độ rỗng dễ tạo nên độ chồi giả, sau khi đã khoan xoáy nạo sạch xi măng đoạn cuối, tùy theo yêu cầu của thiết kế có thể cho phục vữa xi măng vào toàn bộ hố khoan mà không cần phân đoạn.

## **7 Nghiệm thu khoan phục**

Để nghiệm thu công tác khoan phục nhà thầu thi công khoan phục phải lập đầy đủ các tài liệu như quy định tại điều 6.1.8 và 6.2.3 của tiêu chuẩn này, ngoài ra cần phải lập thêm các tài liệu sau:

1) Các bản vẽ hoàn công khoan phục;

- 2) Tài liệu nhật ký khoan, phụt (các băng ghi tự động các tham số trong quá trình phụt trường hợp có sử dụng thiết bị tự ghi theo yêu cầu trong hồ sơ thiết kế);
- 3) Các tài liệu kỹ thuật như chứng chỉ chất lượng xi măng và các vật liệu khác;
- 4) Các tài liệu kết quả kiểm tra;
- 5) Kết luận của tư vấn giám sát qua phân tích hồ sơ hoàn công và kết quả kiểm tra về mức độ hoàn thành công việc.

## **8 An toàn lao động, phòng chống cháy nổ và vệ sinh môi trường**

**8.1** Khi thi công khoan phụt phải chấp hành đúng các quy định, các tiêu chuẩn có liên quan đến an toàn lao động, phòng chống cháy nổ và vệ sinh môi trường.

**8.2** Các thiết bị phụt và trạm trộn vữa đặt trên mặt đất phải được che chắn đảm bảo yêu cầu về ổn định và chống mưa gió.

**8.3** Không được để các nhiên liệu dễ cháy như dầu mỡ và các chất độc hại trong khu vực đặt các thiết bị phụt và các trạm trộn vữa.

**8.4** Tất cả các phần lộ ra ngoài và các phần chuyển động của máy móc thiết bị phụt phải được che chắn không cho các vật lạ rơi vào làm hư hỏng và gây thương tật cho con người.

**8.5** Động cơ điện, thiết bị khởi động và các máy khoan phụt phải được bảo vệ không để nước và vữa rơi vào.

**8.6** Sau khi lắp đặt xong tất cả các đường ống dẫn vữa và nước có áp, phải thí nghiệm sức chịu với áp lực bằng 1,5 lần áp lực làm việc tối đa trước khi thi công chính thức.

**8.7** Không được hiệu chỉnh, bôi dầu mỡ và sửa chữa các máy khoan phụt khi máy đang vận hành.

**8.8** Khi khởi động các máy bơm phụt phải mở hoàn toàn van ở đường ống dẫn vữa.

**8.9** Các đoạn ống mềm có áp phải nối với các ống khác bằng các liên kết có thể tháo lắp nhanh thực hiện theo đúng các yêu cầu kỹ thuật.

**8.10** Khi phụt vữa cần theo dõi sự ổn định của vị trí nút, nếu thấy nút bị bật ra khỏi hố khoan thì phải ngừng phụt để đặt lại nút.

**8.11** Chỉ được tiến hành đo lượng vữa trong thùng trộn bằng thước khi đã dừng hẳn máy trộn.

**8.12** Việc tháo dỡ các đường ống dẫn chính, máy bơm, đặt nút chỉ được tiến hành khi không còn áp lực trong hệ thống.

**8.13** Trong thời gian nghỉ, tất cả máy móc và thiết bị phụt phải được đặt ở tư thế sao cho người không có trách nhiệm đứng gần máy cũng không thể khởi động được.

**8.14** Trong quá trình thi công phải có biện pháp bảo vệ, vệ sinh môi trường, giữ gìn vệ sinh và cảnh quan môi trường tại lán trại, nơi sinh hoạt. Không để vữa phụt, dầu máy, phụ gia v.v... chảy vào nguồn nước, chảy vào đất canh tác và sinh hoạt của nhân dân.

**8.15** Sau khi kết thúc công tác thi công khoan phụt phải tiến hành thu dọn vệ sinh nơi đóng quân và hoàn trả lại mặt bằng.

## **PHỤ LỤC A**

(Tham khảo)

### **Phụt xi măng trong những điều kiện tự nhiên đặc biệt**

#### **A.1 Các quy định chung**

A.1.1 Phụt xi măng trong những điều kiện tự nhiên đặc biệt là các đối tượng sau:

- 1) Vào đá xốp - nứt nẻ.
- 2) Vào đá có các khe nứt và lỗ rỗng lớn.
- 3) Vào đất nền có vận tốc nước ngầm lớn.
- 4) Trong nền đá có các lỗ rỗng chứa các chất nhét không được gắn kết.

Vữa phụt ngoài sử dụng vữa xi măng còn sử dụng thêm vữa phụt là vữa silicat, vữa silicat - bentonite, phụt vữa ximăng - phụ gia, vữa ximăng - cát.

A.1.2 Khi khoan phụt xi măng trong các điều kiện tự nhiên đặc biệt phải thực hiện thêm các công việc phụ trợ hoặc phải sử dụng các vật liệu đặc biệt và biện pháp công nghệ đặc biệt được cấp có thẩm quyền chấp thuận.

A. 1.3 Thiết kế khoan phụt thực hiện theo quy định tại các điều 5.2 và 5.3 của tiêu chuẩn này. Thi công khoan phụt xi măng trong các điều kiện tự nhiên đặc biệt phải được luận chứng bằng các kết quả thí nghiệm hiện trường. Hồ sơ thiết kế phải trình bày chi tiết công nghệ phụt xi măng và các công việc phụ trợ.

## A.2 Phụt xi măng vào nền đá xốp nứt nẻ

A.2.1 Nền đá xốp - nứt nẻ là nền đá trong đó ngoài các khe nứt còn có các lỗ rỗng nhỏ có hình dạng khác nhau hoặc có các hang hốc nhỏ mà nước có thể đi qua nhưng dung dịch vữa không ổn định lại không đi qua được. Nền đá nứt nẻ bị cắt bởi một mạng lưới dày các khe nứt nhỏ với độ mở rộng từ (0,1 đến 0,2) mm cũng thuộc loại đá xốp - nứt nẻ. Các đại diện điển hình của đá xốp - nứt nẻ là cát kết gắn kết yếu, các đá vôi và đolômit xốp hoặc có hang hốc nhỏ, đá vôi vỏ sò, đá tốp và dăm kết - tốp kém chặt, đá sạn granit, đá bazan xốp rỗng.

A.2.2 Trong quá trình phụt xi măng, nếu gặp phải đá xốp - nứt nẻ thì sẽ xuất hiện các dấu hiệu chủ yếu sau:

- 1) Lượng tiêu hao xi măng nhỏ so với lượng mất nước đơn vị của đá.
- 2) Lưu lượng vữa giảm nhanh và đạt được độ chổi ngay khi đang phụt vữa xi măng với thành phần N/X cao, từ 10/1 đến 5/1 (N là nước, X là xi măng).

A.2.3 Khi trong nền đá có các lỗ rỗng với các chất nhét không được gắn kết làm nước trong vữa bị thấm đi khi vữa đi qua các khe nứt. Đây là nguyên nhân chính làm vữa bị đặc lại và độ xâm tăn của vữa bị giảm nhỏ khiến hiệu quả của việc phụt vữa xi măng bị giảm thấp.

A.2.4 Để nâng cao hiệu quả phụt xi măng vào nền đá xốp nứt nẻ, phải sử dụng một trong các biện pháp sau:

- 1) Phụt silicat vào nền đá trước khi phụt xi măng.
- 2) Phụt vữa xi măng có hàm lượng phụ gia bentonite cao.
- 3) Phụt vữa silicat - bentonite ổn định hoặc các loại vữa có đặc tính tương tự.

A.2.5 Nếu lựa chọn phương pháp phụt silicat vào đá trước khi phụt xi măng thì sau khi thí nghiệm ép nước vào lỗ khoan phải phụt dung dịch silicat có dung trọng từ (1,02 đến 1,08) T/m<sup>3</sup> cùng với phụ gia làm keo tụ là các muối vô cơ bao gồm các muối phốt phát, muối cacbonat, muối sunfat nhôm, muối natri aluminat. Lượng phụ gia làm keo tụ phải được xác định trên cơ sở nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, có xét đến phản ứng của nền đá được phụt xi măng, thành phần hóa học và nhiệt độ của nước ngầm. Cường độ của keo silicat được tạo thành sau khi dung dịch silicat keo tụ phải nằm trong phạm vi từ (0,1 đến 1) MPa, thời gian keo tụ từ (30 đến 60) min. Thể tích dung dịch silicat đồng thời phụt vào một đoạn lỗ khoan dài 5 m được quy định trong bảng A.1. Phụt xi măng vào nền đá phải được tiến hành từ (1 đến 2) h sau khi đã phụt dung dịch silicat.

**Bảng A.1 - Thể tích dung dịch silicat đồng thời phụt vào một đoạn lỗ khoan dài 5 m**

Lượng mất nước đơn vị, L/min.m.m	Thể tích dung dịch silicat, L
Từ 0,05 đến 0,10	Từ 100 đến 200
Từ 0,10 đến 0,20	Từ 200 đến 400
Từ 0,20 đến 0,30	Từ 400 đến 600

A.2.6 Vữa xi măng - bentonite sử dụng thay cho vữa xi măng phải có tỷ lệ khối lượng bentonite trên xi măng từ 0,1 đến 0,5 và độ lưu động theo độ sụt của côn tiêu chuẩn từ (16 đến 24) cm. Phải phụt vữa cho tới khi đạt độ chổi hoặc tới khi nghỉ phụt theo quy định tại khoản e điều 6.1.4 của tiêu chuẩn này.

A.2.7 Chế tạo vữa bentonite - silicat bằng cách pha vào vữa bentonite một lượng natri silicat (thủy tinh lỏng có dung trọng 1,38 T/m<sup>3</sup>) có khối lượng từ (0,5 đến 5) % khối lượng bentonite. Độ lưu động của vữa phải nằm trong phạm vi từ (16 đến 24) cm. Cường độ của vữa sau 10 ngày đêm không được nhỏ hơn 1 MPa. Vữa bentonite - silicat phải được sử dụng như vữa phụt bổ sung trong trường hợp nếu việc sử dụng vữa xi măng hoặc vữa xi măng - bentonite không giảm được độ thấm nước của đá xốp - nứt nẻ theo yêu cầu của thiết kế.

A.2.8 Vữa bentonite - silicat dùng để phụt vào các hố khoan của đợt cuối cùng hoặc phụt vào hàng hố khoan ở giữa của màn chống thấm gồm ba hàng lỗ khoan, sau khi đã phụt vữa xi măng hoặc vữa xi măng - bentonite vào các hố khoan của các đợt trước hoặc các hố khoan của các hàng bên ngoài của màn chống thấm gồm ba hàng lỗ khoan.

A.2.9 Sử dụng vữa bentonite - silicat để phụt liên tục vào đá xốp - nứt nẻ cho tới khi đạt được độ chổi. Nếu đã phụt được 0,5 m<sup>3</sup> vữa vào 1 m chiều dài đoạn hố khoan mà độ hút vữa không giảm thì phải phụt vữa xi măng hoặc vữa xi măng - bentonite cho tới khi đạt tới độ chổi.

## A.3 Phụt xi măng vào các khe nứt và lỗ rỗng lớn

A.3.1 Các khe nứt và lỗ rỗng có kích thước lớn hơn 5 mm và lượng mất nước đơn vị đối với chiều dài đoạn 5 m lớn hơn 1,0 L/ph.m.m là các khe nứt và lỗ rỗng lớn.

A.3.2 Phụt xi măng vào các khe nứt và lỗ rỗng lớn đã được phát hiện và khoan vùng trong thời gian khảo sát phải được thực hiện theo thiết kế riêng, trong đó phải dự kiến các phương tiện và phương pháp lấp đầy các lỗ rỗng lớn phù hợp với mục tiêu của việc phụt xi măng.

A.3.3 Phải xác định được các đặc trưng cơ bản của các lỗ rỗng lớn đã được phát hiện như kích thước, hình dạng, sự phân bố của chúng trong không gian và sự liên thông với các lỗ rỗng khác. Nếu phát hiện thấy trong các lỗ rỗng có nước ngấm chảy với vận tốc lớn xem điều A.4.

A.3.4 Sử dụng một trong các loại vữa sau đây để phụt xi măng vào các lỗ rỗng lớn:

A.3.4.1 Vữa xi măng - cát không ổn định. Loại vữa này phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- 1) Độ lớn của các hạt cát trộn vào vữa không được lớn hơn 1 mm.
- 2) Tỷ lệ xi măng / cát trong vữa phải nằm trong phạm vi từ 1/1 đến 1/3.
- 3) Thành phần vữa xi măng - cát phụ thuộc vào lượng mất nước đơn vị của đá (q). Nếu lượng mất nước đơn vị của đá lớn hơn 1 L/ph.m.m thì thành phần vữa xi măng - cát có thể lấy sơ bộ theo bảng A.2.

**Bảng A.2 - Thành phần vữa xi măng - cát không ổn định để phụt vào các lỗ rỗng lớn**

q, L/min.m.m	Thành phần vữa		
	Xi măng, kg	Cát, kg	Nước, kg
Từ 1 đến 3	1,0	0,5	3,0
Từ 3 đến 5	1,0	1,0	2,0
Từ 5 đến 10	1,0	2,0	1,5
Trên 10	1,0	3,0	1,5

A.3.4.2 Vữa xi măng - tro thải không ổn định. Thành phần vữa này được xác định bằng các thí nghiệm trong phòng xem Phụ lục B.

A.3.4.3 Vữa xi măng - sét ổn định. Thành phần vữa này được xác định bằng các thí nghiệm trong phòng xem Phụ lục B.

A.3.5 Phương pháp phụt vữa để lấp đầy các lỗ rỗng lớn như sau:

- 1) Ở giai đoạn đầu, khi lưu lượng vữa phụt lớn và thông thường không có áp lực ở miệng lỗ khoan, cần ngừng phụt từ (4 đến 24) h cho mỗi lần phụt được từ (5 000 đến 10 000) kg vật liệu.
- 2) Ở giai đoạn cuối, sau khi thấy xuất hiện áp lực ở miệng lỗ khoan và áp lực này có dấu hiệu tăng lên thì phải phụt liên tục cho đến khi đạt độ chổi.

A.3.6 Sau khi đã phụt đầy các lỗ rỗng lớn, tại vị trí phát hiện được chúng phải bố trí hố khoan bổ sung (hố khoan kiểm tra), sau đó theo kết quả thí nghiệm ép nước và kết quả phụt xi măng vào các hố khoan này sẽ đánh giá được mức độ làm đầy các lỗ rỗng lớn.

#### **A.4 Phụt xi măng vào nền đá có nước ngấm chảy với vận tốc cao**

A.4.1 Khi có nước ngấm chảy với vận tốc cao hơn 2 400 m/ngày đêm, việc phụt vữa xi măng bằng các biện pháp thông thường sẽ trở nên khó khăn hoặc không thực hiện được do xi măng bị nước ngấm xói đi, không lắng đọng lại được trong các lỗ rỗng.

A.4.2 Nếu trong quá trình khoan phụt phát hiện thấy nước ngấm chảy với vận tốc cao, để phụt vữa xi măng cần sử dụng các loại vữa có khả năng tạo thành các nút hoặc vật ngăn trong các lỗ rỗng như:

- 1) Hỗn hợp nước và cát.
- 2) Nước bùn cát với mặt cưa, xỉ, mảnh vụn cao su, các vật liệu có dạng sợi hoặc với các phụ gia ninh kết nhanh.
- 3) Hỗn hợp các loại vữa nói trên.

Các loại vữa nói trên khi sử dụng phải có tỷ lệ nước so với vật liệu cứng nằm trong độ sệt giới hạn cho phép máy bơm có thể hoạt động được.

A.4.3 Việc phụt xi măng phải được tiến hành theo phương pháp thu dần khoảng cách giữa các hố khoan. Từ đó căn cứ vào các số liệu khoan và phụt xi măng của mỗi đợt khoan tiếp theo có thể kiểm tra được kết quả phụt xi măng vào các hố khoan của đợt trước.

A.4.4 Nên làm yếu các dòng thấm của nước ngấm có vận tốc cao bằng cách tạo thêm một hàng hố khoan phụt xi măng bổ sung ở phía hạ lưu của màn chống thấm. Sau khi giảm được vận tốc của nước ngấm, việc phụt xi măng vào hàng hố khoan chính có thể tiến hành theo các phương pháp và

công nghệ thông thường.

#### **A.5 Phụt xi măng vào nền đá có lỗ rỗng với các chất nhét không được gắn kết**

A.5.1 Nếu trong nền đá có những khe nứt và lỗ rỗng rộng hơn 5 cm chứa đầy các đất loại cát, bột, sét không được gắn kết thì trước khi tiến hành phụt xi măng gia cố nền công trình có thể áp dụng giải pháp xói và đẩy bớt một phần của chất nhét đi bằng cách phụt hỗn hợp nước - không khí qua các hố khoan liên thông với nhau. Quy trình công nghệ đẩy chất nhét đi phải thực hiện theo thiết kế riêng được lập trên cơ sở tiến hành thực nghiệm trong các điều kiện hiện trường.

A.5.2 Trong đoạn phụt xi măng có khe nứt hoặc lỗ rỗng chứa chất nhét ở trạng thái xốp, dễ bị xói rửa; sau khi khoan và xói rửa hố khoan phải tiến hành xói rửa mạnh bổ sung trong hố khoan bằng nước hướng từ dưới lên hoặc xói rửa vùng xung quanh hố khoan bằng hỗn hợp nước - không khí qua máy bơm dùng khí ép.

A.5.3 Sau khi tiến hành xói rửa hố khoan phải tiến hành phụt xi măng nhiều lần vào vùng mà chất nhét đã bị xói rửa bằng thủy lực để nén chất nhét còn lại trong các lỗ rỗng, ở mỗi giai đoạn, trong quá trình phụt nhiều lần phải phụt vừa với lưu lượng và áp lực tăng cao, thậm chí cho tới khi có hiện tượng đứt đoạn thủy lực được đặc trưng bởi hiện tượng áp lực tụt nhanh. Sau khi có hiện tượng đứt đoạn phải ngừng phụt vừa từ (1 đến 3) ngày đêm rồi tiếp tục phụt lại cho tới khi có sự đứt đoạn mới. Việc phụt vừa xi măng lại vào vùng có chất nhét không được gắn kết phải thực hiện cho tới khi đạt được độ chối ở áp lực thiết kế mà không tạo thành đứt đoạn thủy lực.

### **PHỤ LỤC B**

(Tham khảo)

#### **Phụt vữa xi măng - sét ổn định**

B.1 Thiết kế khoan phụt thực hiện theo quy định tại các điều 5.2 và 5.3 của tiêu chuẩn này. Vữa phụt xi măng sét ổn định được chế tạo bằng cách pha vật liệu sét vào vữa xi măng. Loại vữa này được sử dụng để chống thấm cho nền công trình thủy lợi có các dạng sau đây:

B.1.1 Khi trong nền đá chủ yếu có những khe nứt với độ mở rộng lớn hơn 5 mm và được đặc trưng bởi lượng mất nước đơn vị lớn hơn 0,5 L/(ph.m.m).

B.1.2 Khi cần lấp đầy các lỗ rỗng lớn riêng lẻ và các hang karst.

B.2 Trong các nham thạch chứa nước có dòng chảy với vận tốc lớn hơn 2 400 m/ngày đêm chỉ được sử dụng vữa xi măng - sét ổn định cùng các phụ gia đã được lựa chọn và kiểm tra qua thử nghiệm để đảm bảo cho vữa đông kết nhanh chóng trong nước chảy.

B.3 Các vật liệu dùng để chế tạo vữa xi măng - sét ổn định khi phụt xi măng vào các khe nứt lớn gồm:

B.3.1 Xi măng thỏa mãn các yêu cầu quy định tại khoản a điều 6.1.3 của tiêu chuẩn này làm chất kết dính.

B.3.2 Các vật liệu sét để tạo tính ổn định cho vữa xếp theo thứ tự giảm giới hạn chảy, giảm hiệu quả ổn định và tăng lượng vật liệu cần thiết để tạo thành vữa ổn định là: bentonit hoạt tính, sét bentonite (loại khai ở mỏ hoặc đã nghiền thành bột), đất sét, á sét nặng, á sét nhẹ.

B.3.3 Khi có khả năng sử dụng một số loại vật liệu sét để xử lý nền thì ưu tiên sử dụng các vật liệu sau:

1) Á sét có giới hạn chảy từ (25 đến 35) % làm vật liệu chính kết hợp với một phần sét kao-li-nit dễ tan rã trong nước;

2) Bentonite hoạt tính được sử dụng như thành phần bổ sung để làm tăng thêm tính ổn định.

B.4 Hàm lượng các hạt lớn hơn 1 mm có trong tất cả các loại vật liệu sét được sử dụng đều không được vượt quá 1 %. Các vật liệu sét khai thác ở mỏ có lẫn các hạt lớn dăm, sạn phải được sàng để loại bỏ các hạt lớn này.

B.5 Vữa xi măng sét ổn định phải có những đặc tính sau:

1) Độ tách nước sau 2 h không quá 2 %.

2) Độ lưu động đo bằng độ sụt của côn tiêu chuẩn từ (10 đến 18) cm.

3) Cường độ chịu nén của vữa xi măng - sét đã hóa cứng sau 7 ngày đêm từ (0,10 đến 0,55) MPa và sau 28 ngày đêm từ (0,20 đến 1,00) MPa.

B.6 Nếu xảy ra trường hợp các đặc tính của vật liệu sét không cho phép đồng thời đảm bảo tất cả các yêu cầu quy định tại điều B.5 của Phụ lục này thì phải sử dụng các phụ gia hóa học làm giảm độ tách nước hoặc làm tăng độ lưu động của vữa.

B.7 Tùy thuộc vào giới hạn chảy của vật liệu sét, hàm lượng của các thành phần trong vữa xi măng - sét ổn định nên lấy gần đúng theo bảng B.1. Khi sử dụng bentonite, việc quyết định thành phần vữa

phải dựa trên cơ sở các kết quả thí nghiệm trong phòng.

B.8 Thành phần và các đặc tính của vữa ổn định phải được xác định chính xác hóa theo các kết quả thử nghiệm vữa được chế tạo trong các điều kiện thi công.

B.9 Để tạo vữa xi măng - sét ổn định, có thể chế tạo riêng biệt vữa sét - nước và vữa xi măng - nước rồi trộn lẫn chúng với nhau hoặc bằng cách đổ xi măng vào vữa sét rồi trộn đều. Trong trường hợp sử dụng á sét nhẹ làm vật liệu sét, cho phép trộn trực tiếp á sét có độ ẩm tự nhiên vào vữa xi măng.

B.10 Các vật liệu sét mịn - phân tán như bentonite, sét, á sét nặng khi sử dụng làm vữa sét phải được nghiền nhỏ sơ bộ và làm phân tán bằng phương pháp cơ học như trộn, rung hoặc bằng phương pháp hóa học như thêm các chất có tác dụng làm phân tán. Phải đảm bảo vữa sau khi chế tạo xuất hiện các đặc tính riêng của trạng thái mịn - phân tán của vật liệu và loại trừ được các cục sét có thể làm tắc ống dẫn vữa và hố khoan.

**Bảng B.1 - Hàm lượng các thành phần trong vữa xi măng - sét ổn định**

Giới hạn chảy của vật liệu sét, %	Hàm lượng trong 1 m <sup>3</sup> vữa			Dung trọng vữa, T/m <sup>3</sup>
	Xi măng, kg	Vật liệu sét khô, kg	Nước, L	
30	Từ 190 đến 280	Từ 865 đến 785	620	Từ 1,67 đến 1,68
40	Từ 210 đến 315	Từ 635 đến 540	700	Từ 1,54 đến 1,56
55	Từ 235 đến 350	Từ 390 đến 290	780	Từ 1,40 đến 1,42
75	Từ 260 đến 375	Từ 215 đến 120	835	Từ 1,31 đến 1,33
100	Từ 280 đến 390	Từ 135 đến 40	860	Từ 1,27 đến 1,20

B.11 Khi xác định liều lượng của vật liệu sét trong vữa phải xét tới độ ẩm tự nhiên của nó. Lượng vật liệu sét có độ ẩm tự nhiên là W % phải có giá trị bằng  $1 + \frac{W}{100}$  lần lượng vật liệu khô yêu cầu.

B.12 Khi phụ xi măng bằng vữa ổn định phải thực hiện theo các quy định của tiêu chuẩn này đối với việc phụ xi măng bằng vữa xi măng không ổn định nếu không mâu thuẫn với các yêu cầu sau:

B.12.1 Lưu lượng lớn nhất cho phép của vữa ổn định phải lấy bằng lưu lượng cho phép của vữa không ổn định, xác định theo Phụ lục G.

B.12.2 Áp lực độ chối của vữa ổn định phải nhỏ hơn 2 lần so với áp lực độ chối đối với vữa không ổn định đã được quy định đối với loại đá đã cho.

B.12.3 Việc phụ xi măng bằng vữa ổn định phải được tiến hành với thành phần vữa không đổi và không phụ thuộc vào lưu lượng vữa.

B.12.4 Việc phụ vữa ổn định phải được tiếp tục cho tới khi đạt được các yêu cầu sau:

1) Khi phụ được vào nền đá một lượng vữa định mức do thiết kế quy định. Tùy thuộc vào độ rỗng của đá mà lượng vữa này thường từ (0,5 đến 2,0) m<sup>3</sup> vữa cho 1 m chiều dài hố khoan.

2) Khi đạt được độ chối trước khi phụ được lượng vữa theo định mức. Nếu phụ vữa ổn định để làm đầy tối đa các hang hốc karst lớn thì lượng vữa phun vào không được đặt thành định mức và việc phụ phải tiến hành cho tới độ chối, không phụ thuộc vào độ hút vữa.

B.12.5 Phụ vữa không ổn định phải được thực hiện sau từ (2 đến 5) ngày đêm kể từ khi phụ xong vữa ổn định và có thể tiến hành qua các hố khoan đã được phụ vữa ổn định hoặc qua các hố khoan bổ sung.

## **PHỤ LỤC C**

(Tham khảo)

### **Một số phương pháp phụ vữa xi măng vào nền đá**

**(Phụ vữa xi măng theo phương pháp tuần hoàn áp lực cao và phụ theo phương pháp GIN)**

#### **C.1 Yêu cầu chung**

C.1.1 Phương pháp khoan phụ vữa xi măng vào trong nền đá trình bày trong tiêu chuẩn là phương pháp khoan phụ vữa xi măng truyền thống đang áp dụng rộng rãi và hiệu quả trong việc xử lý chống thấm và gia cố nền đá công trình thủy lợi.

C.1.2 Khi nền đá có điều kiện địa chất phức tạp và có yêu cầu cao về chất lượng chống thấm, chất lượng gia cố nền hoặc yêu cầu cao về tiến độ thi công thì thiết kế khoan phụ thực hiện theo quy định

tại các điều 5.2 và 5.3 của tiêu chuẩn này. Thi công khoan phụt có thể sử dụng một số phương pháp phụt vữa xi măng dưới đây để thi công khoan phụt vữa xi măng.

## **C.2 Phụt vữa áp lực cao theo phương pháp phụt bịt miệng hố tuần hoàn phân đoạn từ trên xuống dưới**

C.2.1 Phụt vữa áp lực cao theo phương pháp phụt vữa bịt vữa miệng hố tuần hoàn phân đoạn từ trên xuống dưới có các đặc trưng sau:

- 1) Phụt vữa áp lực cao khi áp lực phụt trên 3 MPa (30 kG/cm<sup>2</sup>), với công trình phụt vữa có áp lực nhỏ hơn có thể tham khảo để áp dụng.
- 2) Phương pháp phụt vữa bịt miệng hố khi thiết bị bịt miệng hố (bộ nút phụt) được thiết kế lắp đặt trên miệng hố phụt. Thiết bị bịt miệng hố cho phép ống phụt vữa đặt ở trung tâm thiết bị bịt miệng hố có thể chuyển động lên và xuống một cách linh hoạt nhưng không gây rò rỉ vữa. Đồng thời tại thiết bị bịt miệng hố cho phép lắp đặt thêm ống hồi vữa để thực hiện phương pháp phụt tuần hoàn. Phương pháp phụt vữa bịt miệng hố phù hợp và thường đi kèm công tác phụt tuần hoàn áp lực cao.
- 3) Phương pháp phụt tuần hoàn là khi phụt vữa vào hố khoan, một bộ phận vữa được thấm vào các khe hở của nham thạch, một bộ phận khác qua ống hồi vữa trở về thùng trộn. Trên ống hồi vữa có lắp đặt đồng hồ đo áp lực phụt và van cao áp để điều chỉnh áp lực phụt.

C.2.2 Phụt vữa áp lực cao theo phương pháp phụt vữa bịt vữa miệng hố tuần hoàn phân đoạn từ trên xuống có tác dụng nâng cao hiệu quả hơn so với phương pháp phụt tuần hoàn truyền thống, cụ thể như sau:

- 1) Áp lực vữa được tăng dần theo độ sâu phụt, với áp lực lớn vữa có điều kiện thâm nhập sâu vào trong đất đá, lấp đầy các chỗ trống.
- 2) Nút đặt ở ngay miệng ống chống, do đó công tác lắp đặt nút rất dễ dàng, không sợ bị kẹt. Khoan phụt theo phương pháp từ trên xuống dưới có chất lượng bảo đảm, vữa không thể trào lên trên nút.
- 3) Các đoạn phụt đều được tính từ vị trí đặt nút trên miệng hố phụt, nên các đoạn phụt sẽ được phụt đi, phụt lại nhiều đợt với áp lực phụt được nâng cao dần. Vữa trong từng đoạn phụt luôn ở trạng thái luân chuyển, tăng khả năng thâm nhập vào môi trường xung quanh, tránh được hiện tượng vữa bị lắng đọng trong quá trình phụt.
- 4) Phụt vữa áp lực cao theo phương pháp phụt vữa bịt vữa miệng hố tuần hoàn phân đoạn từ trên xuống đặc biệt có hiệu quả trong các lớp đá phong hóa mạnh (có đất đá xen kẹp) và trong lớp đá phong hóa vừa (đá nứt nẻ mạnh) đáp ứng được yêu cầu cao về xử lý chống thấm và gia cố nền (lượng mất nước đơn vị của màn chống thấm có thể đạt đến 0,02 L/ph.m.m trong đá phong hóa vừa và đến 0,03 L/ph.m.m trong đá phong hóa mạnh).
- 5) Trong quá trình phụt phải sử dụng bộ thiết bị điện tử theo dõi và phần mềm chuyên dụng để kiểm soát công tác phụt tự động, bao gồm các đầu đo cảm biến để xác định lưu lượng vữa phụt, áp lực phụt, nồng độ vữa. Bộ xử lý số liệu phụt cho phép theo dõi chặt chẽ và kiểm soát tốt quá trình phụt, đảm bảo hiệu quả của công tác phụt.

C.1.3 Trình tự, phương thức thực hiện và kiểm tra công tác phụt vữa áp lực cao theo phương pháp phụt vữa bịt vữa miệng hố tuần hoàn phân đoạn từ trên xuống dưới thực hiện giống như quy định tại các điều từ 6.1.5 đến 6.1.7 (đối với phụt vữa tạo màn chống thấm) và từ điều 6.2.1 đến 6.2.2 (đối với phụt vữa gia cố nền) của tiêu chuẩn này, nhưng có một số khác biệt theo quy định tại các điều từ C.1.4 đến C.1.9.

C.1.4 Tiến hành đổ bê tông phản áp M20, dày 0,5 m tại khu vực phụt chiều rộng về mỗi phía của hàng khoan phụt ngoài cùng không nhỏ hơn 2 m. Công tác phụt được thực hiện sau khi đã đổ xong lớp bê tông phản áp và cường độ bê tông đảm bảo tương ứng với cường độ bê tông 28 ngày tuổi.

Trước khi đổ bê tông phản áp, tại các vị trí hố phụt đã được xác định, tiến hành đặt ống nhựa PVC có đường kính từ (120 đến 130) mm suốt dọc theo bề dày của lớp bê tông phản áp và nhô cao hơn nền bê tông phản áp khoảng 0,3 m. Ống nhựa cần được gia cố chắc chắn để tránh bị xô dịch khi thi công đổ bê tông phản áp, hai đầu ống nhựa cần được bịt kín để vữa bê tông không tràn vào trong. Việc đặt ống nhựa trước sẽ tránh được việc khoan qua bê tông phản áp, đảm bảo được độ ổn định của bê tông khi thi công khoan phụt sau này. Sau khi đổ xong lớp bê tông phản áp, cần có biện pháp thích hợp để rút ống nhựa ra khỏi bê tông phản áp, tránh phải khoan doa để lấy ống nhựa ra.

C.1.5 Thứ tự khoan phụt:

- 1) Khi bê tông phản áp đủ cường độ thiết kế, tiến hành khoan phụt đoạn 1 của hố khoan phụt. Đoạn 1 của hố phụt là đoạn phụt tại khu vực tiếp giáp giữa bê tông phản áp và nền có chiều dài 2 m tính từ đáy bê tông phản áp, được khoan với đường kính 110 mm sâu vào trong nền đá 2 m, để có thể hạ được ống chèn thép dài 2 m có đường kính 110 mm, sâu 1 m trong nền đá để phụt các đoạn phụt sau này và để phù hợp với đường kính của nút phụt. Các đoạn phụt sau có thể khoan với đường kính nhỏ hơn 110 mm tùy thuộc vào chiều sâu hố khoan nhưng không nhỏ hơn 60 mm.



2) Đoạn phụt 1 sau khi kết thúc, cần hạ ngay ống chèn thép dài 2 m xuống hố phụt, khi vữa chưa kịp đông kết. Độ sâu hạ chèn là 1,5 m trong nền đá tính từ đáy bê tông phản áp, sau đó đổ vữa xi măng đặc vào khoảng trống giữa ống chèn và bê tông phản áp, 3 ngày sau khi đổ xong vữa chèn mới được khoan phụt các đoạn tiếp theo;

3) Tiến hành khoan và phụt từ đoạn thứ hai đến hết chiều sâu hố khoan thiết kế theo phương pháp phụt vữa áp lực cao bịt miệng hố tuần hoàn từ trên xuống theo từng phân đoạn phụt.

#### C.1.6 Phân đoạn phụt:

Chiều dài các đoạn phụt là chiều dài được tính từ đáy tầng bê tông phản áp tới đáy hố khoan. Như vậy chiều dài đoạn phụt sau sẽ là chiều dài của đoạn phụt trước cộng với độ sâu khoan bổ sung, cụ thể như sau:

1) Đoạn phụt 1 có chiều dài 2 m, đoạn phụt 2 sâu thêm 3 m như vậy chiều dài đoạn phụt 2 là  $2\text{ m} + 3\text{ m} = 5\text{ m}$ .

2) Từ đoạn phụt 3 trở đi các đoạn phụt được gia tăng thêm 5 m, riêng đoạn phụt cuối là độ sâu còn lại của hố phụt. Nếu độ sâu còn lại nhỏ hơn hoặc bằng 3 m, thì chiều sâu này được bổ sung thêm cho các đoạn phụt phía trên, nhưng chiều dài của một đoạn phụt không lớn hơn 7 m.

C.1.7 Phụt vữa áp lực cao theo phương pháp phụt vữa bịt vữa miệng hố tuần hoàn phân đoạn từ trên xuống dưới thì các đoạn phụt khi khoan xong không cần phải rửa hố trước khi phụt:

1) Trong quá trình khoan phụt cần tiến hành ép nước thí nghiệm cho từng phân đoạn phụt, dự kiến với áp lực lấy bằng 0,8 lần áp lực phụt thiết kế lớn nhất ( $P_{\max}$ ) của phân đoạn đó, nhưng không lớn hơn  $10\text{ kG/cm}^2$ . Kết quả ép nước thí nghiệm của từng phân đoạn là cơ sở để chọn nồng độ vữa thích hợp cho công tác phụt và là cơ sở để đối chứng với kết quả kiểm tra chất lượng của màn chống thấm.

2) Bộ nút phụt phải đảm bảo kín và có khả năng chịu lực, được lắp nối tiếp với ống chèn hố khoan, cao hơn mặt bằng thi công từ (0,3 đến 0,5) m. Khi kết thúc một đoạn phụt, bộ nút phụt được tháo khỏi ống chèn để khoan tiếp cho đoạn phụt tiếp, sau khi khoan xong, kéo bộ khoan ra khỏi hố khoan và cho lắp bộ nút vào ống chèn để phụt cho đoạn vừa khoan xong.

3) Ống dẫn vữa phải được hạ sâu xuống đoạn phụt và cách đáy hố tối đa là 0,5 m.

4) Công tác phụt được thực hiện liên tục mà không cần đợi đông kết.

C.1.8 Khi phụt, áp lực phụt cần được nhanh chóng đạt tới áp lực ban đầu cho từng đoạn phụt, thông thường áp lực phụt ban đầu thường lấy từ (0,5 đến 0,8) lần áp lực thiết kế tối đa, nếu lượng ăn vữa lớn hoặc nền có khả năng bị đẩy trôi lên thì có thể nâng từ từ áp lực phụt lên từng cấp, mỗi cấp là  $1\text{ kG/cm}^2$  sau 5 min.

1) Quá trình tăng áp lực phụt cần quan sát kỹ các biến dạng xung quanh. Nếu có hiện tượng trào vữa, rò rỉ vữa, liên thông vữa cần căn cứ vào tình hình cụ thể mà tìm cách nút chặt hố liên thông, lấp lỗ, lấp rò rỉ trên bề mặt, giảm áp, tăng nồng độ, hạn chế lưu lượng, phụt gián đoạn và đợi đông cứng.

2) Áp lực phụt ban đầu và áp lực phụt thiết kế tối đa ( $P_{\max}$ ) sơ bộ được chọn trong quá trình thiết kế theo bảng C.1. Đối với lớp đá phong hóa mạnh có thể chọn áp lực với các giá trị từ (0,5 đến 0,7) lần các giá trị áp lực thiết kế trong bảng C.1. Các cấp áp lực này sẽ được điều chỉnh sau khi có kết quả khoan phụt thử nghiệm.

#### C.1.9 Điều kiện dừng phụt

Phụt vữa cho một đoạn được coi là hoàn thành khi đạt được điều kiện dưới đây:

1) Trong đá phong hóa mạnh dưới áp lực thiết kế tối đa ( $P_{\max}$ ) của từng đoạn phụt, lưu lượng vữa giảm xuống mức dưới  $5\text{ L/min}$  và kéo dài liên tục 20 min.

2) Trong đá phong hóa vừa - nhẹ dưới áp lực thiết kế tối đa ( $P_{\max}$ ) của từng đoạn phụt, lưu lượng vữa giảm xuống mức dưới  $1\text{ L/min}$  và kéo dài liên tục 60 min.

**Bảng C.1 - Áp lực phụt ban đầu và áp lực phụt thiết kế tối đa**

Đoạn phụt	Lớp đá phong hóa vừa - nhẹ	
	Áp lực ban đầu, $\text{kG/cm}^2$	Áp lực thiết kế tối đa $P_{\max}$ , $\text{kG/cm}^2$
1	3,5	5
2	5	10
3	10	15
4	15	20
5	20	30
6	25	35

7	25	40
8	25	45

3) Sau khi kết thúc phụt, áp lực đồng hồ cần lưu giữ cho đến khi vữa lắng đọng và không chảy ngược ra ngoài khi tháo bỏ đồng hồ áp lực.

## C.2 Phụt vữa xi măng vào trong nền đá theo phương pháp GIN

C.2.1 Phụt vữa xi măng vào trong nền đá theo phương pháp GIN (GIN viết tắt của Grouting Intensity Number) là phương pháp phụt vữa xi măng (hoặc xi măng - phụ gia) có thành phần vữa đặc không thay đổi, nhưng áp lực phụt và lượng vữa phụt thay đổi tương ứng với cường độ phụt (giá trị GIN) không đổi theo yêu cầu của thiết kế.

Cường độ phụt (giá trị GIN) là năng lượng tiêu hao trong mỗi đoạn phụt, được xác định bằng tích của áp lực phụt cuối cùng P (bar) ( $1 \text{ bar} = 1 \text{ atm} = 1 \text{ kG/cm}^2$ ) và tổng thể tích vữa tiêu thụ V (L/m).  $\text{GIN (grouting intensity number)} = P \times V$ .

Trong quá trình phụt cần thay đổi áp lực phụt, khi lượng vữa tiêu thụ lớn thì áp lực phụt thấp, khi lượng vữa tiêu thụ ít thì áp lực tăng. Như vậy cường độ phụt (GIN) không đổi hay độ sâu vữa thâm nhập vào trong khối đá gần như không đổi.

C.2.2 Phụt vữa xi măng vào trong nền đá theo phương pháp GIN có tác dụng nâng cao hiệu quả hơn so với phương pháp truyền thống, cụ thể như sau:

1) Tiến độ thi công nhanh hơn với các lý do sau:

- Khi phụt theo phương pháp GIN chỉ sử dụng vữa đặc với một thành phần vữa nên không mất thời gian chế tạo vữa theo các thành phần vữa như phương pháp phụt truyền thống.

- Phương pháp GIN thường sử dụng phương pháp phụt phân đoạn từ dưới lên trên nên hố khoan chỉ cần khoan một lần đến hết độ sâu thiết kế, không tốn thời gian vật tư nhiên liệu để khoan doa qua các đoạn đã phụt.

- Không phải thí nghiệm ép nước từng đoạn trước khi phụt nên đẩy nhanh tiến độ thi công.

2) Phụt theo phương pháp GIN có hiệu quả cao hơn về kinh tế do tổn xi măng ít hơn vì chỉ dùng một loại vữa và có đường bao giá trị GIN khống chế, không cho vữa thâm nhập quá xa không cần thiết, gây lãng phí.

3) Sử dụng vữa đặc nên màn chống thấm (gia cố nền) có chất lượng tốt hơn, bền vững hơn.

4) Áp lực vữa được tăng dần theo độ sâu phụt, phụt vữa với áp lực lớn nên vữa có điều kiện thâm nhập sâu vào trong đất đá, lấp đầy các chỗ trống.

5) Khi phụt theo phương pháp GIN buộc phải sử dụng bộ thiết bị điện tử cùng phần mềm chuyên dụng để theo dõi và kiểm soát liên tục quá trình phụt, bao gồm các đầu đo cảm ứng để xác định lưu lượng vữa phụt và áp lực phụt, đảm bảo hiệu quả cao của công tác phụt.

C.2.3 Trình tự, phương thức thực hiện và kiểm tra công tác phụt vữa theo phương pháp GIN thực hiện giống như quy định tại các điều 6.1.5 đến 6.1.7 (đối với phụt vữa tạo màn chống thấm) và từ điều 6.2.1 đến 6.2.2 (đối với phụt vữa gia cố nền) của tiêu chuẩn này, nhưng có một số khác biệt theo quy định tại các điều từ C.2.4 đến C.2.9.

C.2.4 Vữa phụt sử dụng trong phương pháp GIN là nước, xi măng siêu mịn và phụ gia siêu dẻo, cụ thể như sau:

1) Thành phần vữa dùng trong phương pháp GIN thường có tỉ lệ nước / xi măng theo trọng lượng là từ 0,8/1 đến 0,6/1. Phụ gia siêu dẻo được thêm vào để giảm tính nhớt và lực dính của vữa khi phụt với tỷ lệ theo quy định của nhà sản xuất và thường không vượt quá 5 %.

2) Thành phần vữa lựa chọn để thi công sẽ được quyết định trên cơ sở thí nghiệm trong phòng và thử nghiệm khoan phụt ngoài trời. Tất cả các vữa phụt sẽ được thí nghiệm tại phòng thí nghiệm và thường có các thông số chính như sau: Xi măng PC40 (hoặc xi măng siêu mịn có độ Blaine từ (4 500 đến 5 500)  $\text{cm}^2/\text{g}$  dung trọng vữa phụt từ (1,59 đến 1,67)  $\text{T/m}^3$ , thời gian chảy ở phễu Marsh từ (29 đến 32) s, độ tách nước của hỗn hợp vữa không quá 4 % sau 2 h, cường độ kháng nén sau 28 ngày từ (15 đến 20) MPa.

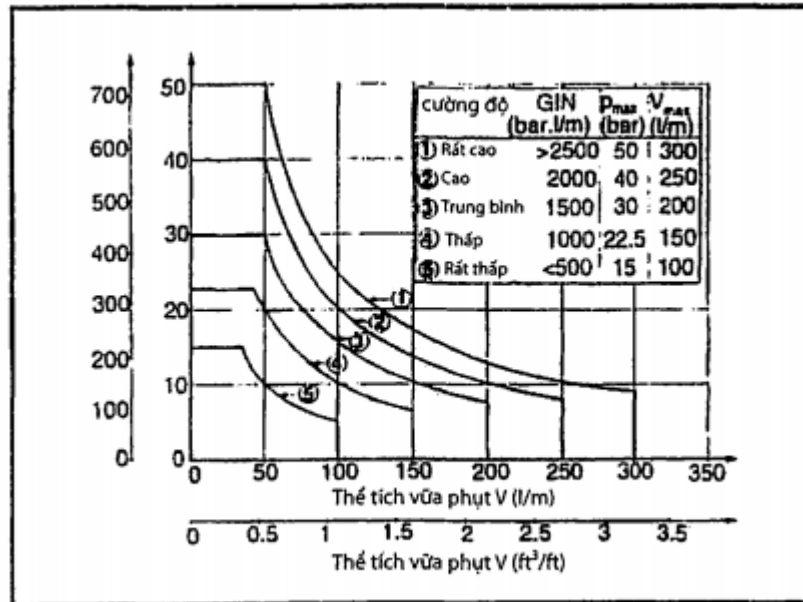
C.2.5 Xác định giá trị cường độ phụt (giá trị GIN):

Giá trị cường độ phụt (GIN) phụ thuộc vào áp lực phụt tối đa và thể tích vữa tiêu thụ tối đa theo kiến nghị của G.Lombardi có 5 giá trị GIN tương ứng với 5 đường bao GIN theo Bảng C.2 và hình C.2, cụ thể như sau:

**Bảng C.2 - Các giá trị cường độ phụt GIN (theo G.Lombardi)**

Giá trị cường độ phụt GIN (bar.L/m)	Áp lực phụt $P_{\text{max}}$ , bar	Thể tích vữa tiêu hao $V_{\text{max}}$ , L/m
-------------------------------------	------------------------------------	--

1. Rất cao:	Từ 2500 trở lên	50	300
2. Cao:	2000	40	250
3. Trung bình:	1500	30	200
4. Thấp:	1000	22,5	150
5. Rất thấp:	Từ 500 trở xuống	15	100



Hình C.2 - Đường bao giới hạn GIN ứng với các giá trị cường độ phụ (theo G.Lombardi)

1) Trong điều kiện địa chất nền bình thường nên sử dụng đường bao có cường độ phụ trung bình (đường 3) với giá trị GIN là 1500 bar.L/m, giới hạn áp lực phụ lớn nhất là 30 bar (3 MPa) và giới hạn thể tích vữa tiêu hao lớn nhất là 200 L/m.

2) Đối với vùng địa chất đặc biệt như gần mặt đất, trên sườn dốc thì chọn đường bao có cường độ phụ rất thấp (đường 5) vì áp lực phụ thấp, giới hạn áp lực phụ lớn nhất là 15 bar (1,5 MPa) và giới hạn thể tích vữa tiêu hao lớn nhất là 100 L/m.

3) Giới hạn trên của áp lực và giới hạn trên của thể tích vữa sẽ được điều chỉnh sau khi có kết quả khoan phụ thử nghiệm và trong quá trình thi công ở hiện trường đối với các trường hợp đặc biệt.

#### C.2.6 Xác định giá trị áp lực phụ:

1) Trong quá trình phụ một đoạn phụ thì giá trị GIN của nó phải luôn nằm trong phạm vi đường bao giới hạn. Do giá trị GIN là một hằng số nên vữa tự động chỉ đi vào các khe nứt rộng, không xảy ra áp lực phụ quá cao làm mở rộng các khe nứt nhỏ.

2) Áp lực phụ khi lựa chọn cần xem xét điều kiện địa chất, lượng mất nước đơn vị cho phép và cột nước tác dụng, cụ thể như sau:

- Giới hạn áp lực trên ở vai công trình sẽ thấp hơn ở đáy thung lũng do chiều sâu cột nước tác dụng khác nhau.

- Để khoan phụ theo phương pháp GIN đạt hiệu quả tốt thì áp lực phụ phải tăng lên tới áp lực phụ tối đa mà không gây đứt đoạn thủy lực của đá. Để xác định được áp lực phụ tối đa cần phải tiến hành phụ thử nghiệm.

C.2.7 Tiến hành khoan phụ thử nghiệm ngoài trời trong giai đoạn thiết kế hoặc trong giai đoạn đầu của thi công tại các vị trí trong vùng có các điều kiện địa chất và địa hình khác nhau (đáy thung lũng và hai vai, thêm công trình) với mục đích:

1) Chọn khoảng cách tối ưu của các hố khoan phụ, thiết kế ban đầu thường có khoảng cách từ (10 đến 12) m.

2) Xem xét các đường cong có giá trị cường độ phụ (GIN) khác nhau làm cơ sở để lựa chọn giá trị và đường bao GIN tối ưu sử dụng trong thi công.

3) Áp dụng phương pháp chia đôi khoảng cách các hố khoan sau mỗi đợt khoan phụ để tạo ra phạm vi bao trùm đồng nhất và cho phép xác định số lượng đợt thi công, khoảng cách giữa các hố khoan phù hợp với điều kiện địa chất nền và đảm bảo kết quả khoan phụ thi công đạt yêu cầu.

### C.2.8 Trình tự khoan phụt thử nghiệm:

Căn cứ vào lượng mất nước đơn vị, chiều cao cột nước tác dụng và yêu cầu chống thấm của công trình tiến hành lựa chọn thành phần vữa phụt và giá trị GIN ban đầu cho phù hợp theo quy định tại các điều C.2.4 và C.2.5:

- 1) Khoan phụt thử nghiệm được thực hiện sau khi đã đổ bê tông san phẳng (bê tông đổ bù) tối thiểu bảy ngày. Trong phương pháp GIN bê tông san phẳng dày 0,5 m chỉ dùng để tạo mặt bằng thi công và đặt nút phụt cho đoạn cuối cùng chứ không được thiết kế để làm tấm bê tông phản áp do đó không chịu được áp lực phụt cao. Nếu áp lực phụt tại mặt tiếp giáp của bê tông san phẳng và nền đá quá cao sẽ dẫn đến phá hỏng liên kết của bê tông và nền đá.
- 2) Khoan tạo lỗ các hố khoan có đường kính từ (76 đến 110) mm đến hết độ sâu thiết kế, sử dụng nước tuần hoàn để rửa sạch các mùn khoan, phần hố khoan trong đá khô thì được bơm nước sạch trước khi phụt vữa để tránh dung dịch bị mất nước.
- 3) Các hố khoan được khoan theo từng đợt, thông thường bố trí các hố khoan đợt 1 cách nhau 12 m, các hố đợt 2 bố trí ở giữa các hố đợt 1 nên khoảng cách các lỗ khoan còn 6 m. Các hố khoan đợt 3 khoan bố trí ở giữa nên khoảng cách các hố còn 3 m. Các hố khoan phụt bổ sung (nếu có) cũng sẽ nằm giữa các hố khoan của đợt trước.
- 4) Tiến hành phụt thử nghiệm theo phương pháp phân đoạn từ dưới lên với cùng 1 giá trị GIN được chọn áp dụng cho các hố khoan phụt đợt 1, tiếp theo là đợt 2, đợt 3 v.v... lượng vữa tiêu thụ từ đợt 1 tới các đợt sau sẽ giảm dần, trong khi áp lực cuối cùng phải tăng lên và đạt tới áp lực cực đại.
- 5) Việc tăng áp lực từ đợt này sang đợt khác biểu thị rằng đợt 1 đã gắn kết các khe nứt rộng và các đợt sau gắn kết các khe nứt nhỏ có độ mở ít hơn. Lượng vữa giảm đi từ đợt trước sang đợt sau là tiêu chuẩn hợp lý để thực hiện công tác phụt.
- 6) Khi lượng vữa tiêu thụ trung bình giảm đi một nửa sau mỗi đợt phụt được coi là đạt kết quả rất tốt, lượng vữa tiêu hao giảm đi từ (25 đến 75) % là bình thường. Khi đó giá trị GIN, áp lực phụt và khoảng cách giữa các hố khoan được chấp nhận.
- 7) Trường hợp lượng vữa tiêu hao giảm quá ít (dưới 25 %) thì điều đó chứng tỏ giá trị GIN được kiến nghị là quá thấp đối với khoảng cách của các lỗ khoan của các đợt đã chọn. Trong trường hợp này, hoặc là tăng giá trị GIN, hoặc là giảm khoảng cách lỗ khoan.
- 8) Trường hợp lượng tiêu hao dung dịch giảm quá nhiều (trên 75 %) thì phải giảm giá trị GIN hoặc là tăng khoảng cách giữa các hố khoan.

### C.2.9 Thi công khoan phụt vữa xi măng theo phương pháp GIN:

Thi công khoan phụt vữa xi măng theo phương pháp GIN thực hiện theo trình tự như quy định tại điều C.2.8 nhưng cần lưu ý thêm một số vấn đề sau:

- 1) Phụt xi măng được thực hiện với một thành phần vữa xi măng cơ bản, để vữa có thể thâm nhập vào được các khe nứt nhỏ cần pha thêm phụ gia siêu dẻo theo quy định tại điều C.2.4;
- 2) Các hố khoan được khoan tới độ sâu quy định và vuông góc với bề mặt địa hình hố móng, ở khu vực sườn dốc, khi cần thiết phải làm giàn giáo để đỡ máy khoan. Trường hợp hố khoan bị sập trong quá trình khoan thì đoạn đó sẽ được lấp vữa, sau đó được khoan lại tới hết độ sâu quy định.
- 3) Các hố khoan được phụt từ theo phương pháp phụt phân đoạn dưới lên trên với các phân đoạn phụt trung bình là 5 m, đặt nút theo quy định tại điều 6.1.3.3 của tiêu chuẩn này và đảm bảo các yêu cầu sau:
  - Tại các khu vực có đổ bê tông san phẳng thì ở đoạn phụt trên cùng, nút được đặt trong đá cách bề mặt đá 30 cm (do tấm bê tông san phẳng không chịu được áp lực phụt). Vữa được phụt vào đoạn trên cùng này với áp lực tối đa được tính toán tại tâm đoạn phụt với áp lực phụt cứ mỗi mét độ sâu tăng thêm 1 at. Nếu tại bề mặt thấy dịch chuyển hoặc làm nứt đá thì áp lực rút xuống cứ mỗi mét sâu thì tăng thêm 0,5 at. Sau đó tiến hành phụt ở đoạn tiếp giáp giữa bê tông san phẳng và nền đá. Nút được đặt trong phạm vi tấm bê tông san phẳng rồi phụt vữa với áp lực thấp để vữa có thể lấp đầy những chỗ còn hở giữa bê tông và nền đá, nhưng không được làm nứt tấm bê tông.
  - Tại các khu vực không có tấm bê tông san phẳng thì ở đoạn phụt trên cùng, nút được đặt trong đá, cách mặt nền đá 30 cm. Vữa được phụt vào lỗ với áp lực tối đa được tính toán tại tâm đoạn phụt với áp lực phụt cứ mỗi mét độ sâu tăng thêm 1 at. Nếu tại bề mặt thấy dịch chuyển hoặc làm nứt đá thì áp lực rút xuống cứ mỗi mét sâu thì tăng 0,5 at. Trong lỗ phần đá chưa phụt sẽ được lấp bằng vữa giống như vữa phụt. Vữa sẽ được đổ xuống dưới tác dụng của trọng lực và áp lực không quá áp lực 1 m cột nước.
  - Nút không được tháo ra trước khi vữa ở đoạn phụt phía dưới đã đông kết.
- 4) Áp lực phụt ở phần trên của hố khoan phụt sẽ được tăng theo từng cấp 1 at cho 1 m sâu tính từ giữa của đoạn phụt, bắt đầu từ 1 at đối với đoạn trên mặt tăng dần tới áp lực cực đại giới hạn. Áp lực giới hạn cuối cùng không được vượt quá áp lực phụt lớn nhất trừ khi có yêu cầu khác của thiết kế

hoặc của giám sát thi công. Không được để áp lực phụt hoặc lượng vữa tiêu thụ tăng đột ngột vì như vậy có thể dẫn đến sớm ngừng hoạt động khoan phụt.

#### C.2.10 Điều kiện dừng phụt:

Phụt ở bất kỳ đoạn nào sẽ được coi là hoàn thành nếu thỏa mãn các điều kiện sau:

- 1) Phụt vữa đã đạt được giá trị GIN và lượng tiêu thụ vữa nhỏ hơn 2 L/min thì phụt thêm 10 min nữa mới được dừng.
- 2) Phụt vữa đã đạt được giá trị GIN, nhưng lượng tiêu thụ vữa còn cao (trên 2 L/min) thì áp lực phụt cần được giảm xuống dưới bao GIN cho đến khi lượng tiêu thụ thấp hơn 2 L/min thì phụt thêm 10 min nữa mới được dừng.
- 3) Khi áp lực phụt cực đại đã đạt được và lượng tiêu thụ thấp hơn 1 L/min thì phụt thêm 10 min nữa rồi dừng.
- 4) Nút vẫn được giữ cho đến khi áp lực tiêu tán hết, không để cho vữa trào ngược lên trên.

#### C.2.11 Kiểm tra

Kiểm tra thực hiện theo quy định tại điều 6.1.7 (đối với khoan phụt chống thấm) và điều 6.2.2 (đối với khoan phụt gia cố nền) của tiêu chuẩn này và đáp ứng thêm các yêu cầu sau:

- 1) Thực hiện thí nghiệm ép nước nhiều cấp (thí nghiệm lugeon) theo từng phân đoạn đến hết chiều sâu lỗ khoan, mỗi đoạn ép dài 5 m và dùng nút đơn, bao gồm 5 cấp áp lực, 3 cấp áp lực ban đầu tăng, 2 cấp áp lực sau giảm xuống. Áp lực ép nước cực đại bằng 70 % áp lực phụt;
- 2) Vị trí và khối lượng các hố khoan kiểm tra màn chống thấm thực hiện theo quy định tại điều 6.1.7 của tiêu chuẩn này đồng thời cứ 50 m chiều dài màn chống thấm phải có ít nhất 1 hố khoan kiểm tra.

## PHỤ LỤC D

(Quy định)

### Xác định lượng mất nước đơn vị của đá

#### D.1 Quy định chung

D.1.1 Căn cứ vào các số liệu thí nghiệm ép nước trong các đoạn của các hố khoan phụt xi măng phải xác định được chỉ số độ thấm nước của đá hay lượng mất nước đơn vị.

D.1.2 Phải xác định lượng mất nước đơn vị theo một trị số lưu lượng nước ứng với trị số lưu lượng đã đạt được, hoặc ứng với trị số lưu lượng lớn nhất đã đạt được đối với các đá đã cho.

D.1.3 Lượng mất nước đơn vị là lượng nước được ép vào trong đá nền trên 1 m chiều dài hố khoan dưới áp lực cột nước bằng 1 m trong thời gian 1 min, ký hiệu là q, đơn vị là L/min.m.m.

D.1.4 Lượng mất nước đơn vị được tính theo công thức (D.1):

$$q = \frac{Q}{H.l} \quad (D.1)$$

trong đó:

Q là lưu lượng nước bị mất trong đoạn lỗ khoan, L/min;

l là chiều dài đoạn thí nghiệm, m;

H là áp lực thí nghiệm, m cột nước.

#### D.2 Phương pháp xác định

D.2.1 Lưu lượng tính toán Q, L/min, lấy bằng trị số trung bình của các kết quả đo lưu lượng, loại trừ số đo thứ nhất.

D.2.2 Tùy từng trường hợp cụ thể, cột nước H và áp lực nước P được xác định theo một trong các công thức sau:

1) Đối với các trường hợp tính toán a1 và a2 trên hình D.1:

$$H = 100.P_M + Z \quad (D.2)$$

$$P = P_M + Z/100 \quad (D.3)$$

2) Đối với các trường hợp tính toán a3, b1, b2 và b3 trên hình D.1:

$$H = 100.P_M - Z \quad (D.4)$$

$$P = P_M - Z/100 \quad (D.5)$$

trong đó:

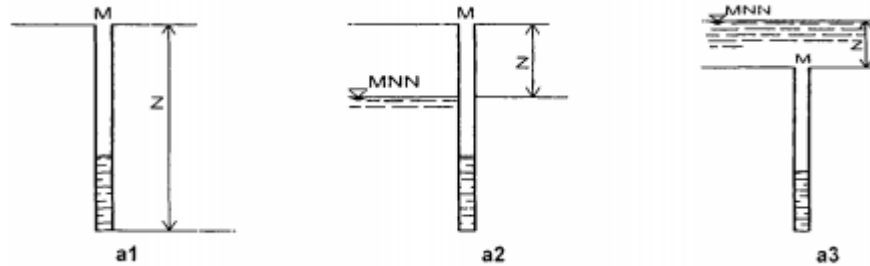
P là áp lực nước của hố khoan, MPa.

$P_M$  là áp lực theo áp kế đặt ngay ở miệng hố khoan, MPa.

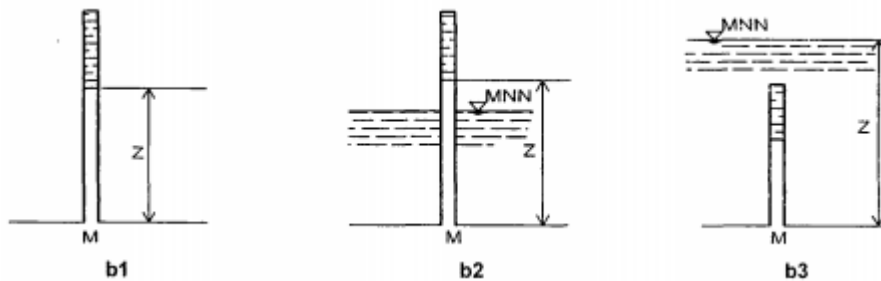
Z là hiệu số giữa cao trình tuyệt đối của miệng hố khoan và mực nước ngầm hoặc đáy hố khoan, m.

D.2.3 Nếu áp lực  $P_M$  theo áp kế ở miệng lỗ khoan nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 MPa thì số đo của đại lượng Z phải được tính từ chỗ cổ thắt của áp kế (không tính từ miệng hố khoan).

D.2.4 Chiều dài (l) của đoạn thí nghiệm lấy bằng chiều dài đoạn của hố khoan mà qua đó nước khi thí nghiệm đi vào các đá ở xung quanh. Chiều dài đoạn thí nghiệm phải được đo với độ chính xác đến một phần mười mét.



a) Hố khoan hướng xuống



b) Hố khoan hướng lên

CHÚ THÍCH:

a1 là nền đá khô;

a2 là nền đá ngập nước, mực nước ngầm thấp hơn miệng hố khoan;

a3 là nền đá ngập nước, mực nước ngầm cao hơn miệng hố khoan;

b1 là nền đá khô;

b2 là nền đá khô, mực nước ngầm cao hơn miệng hố khoan;

b3 là nền đá ngập nước, mực nước ngầm cao hơn đoạn thí nghiệm và miệng hố khoan;

MNN là mực nước ngầm;

M là miệng hố khoan với áp kế;

Z như chú thích ở công thức từ D.2 đến D.5.

#### Hình D.1 - Sơ đồ tính toán áp lực tác động trong đoạn lỗ khoan khi thí nghiệm ép nước

D.2.5 Giới hạn bên trên của đoạn thí nghiệm lấy như sau:

- 1) Giới hạn dưới các đoạn đã phụ xi măng nằm bên trên khi phụ xi măng từ trên xuống.
- 2) Mặt dưới của nút hoặc đầu nút dưới của ống chèn, nếu các nham nằm bên trên không phải phụ xi măng.

D.2.6 Giới hạn bên dưới của đoạn thí nghiệm lấy như sau:

- 1) Khi phụ xi măng từng đoạn từ trên xuống: là đáy hố khoan.
- 2) Khi phụ xi măng từng đoạn từ dưới lên: là giới hạn trên của đoạn phụ xi măng nằm bên dưới.

D.2.7 Lượng mất nước đơn vị q, L/min.m.m, có thể tính nhanh theo toán đồ trong hình D.2.

$$q = \frac{Q}{H.l} \quad (D.6)$$

$$\mu = \frac{Q}{p.l} \quad (D.7)$$

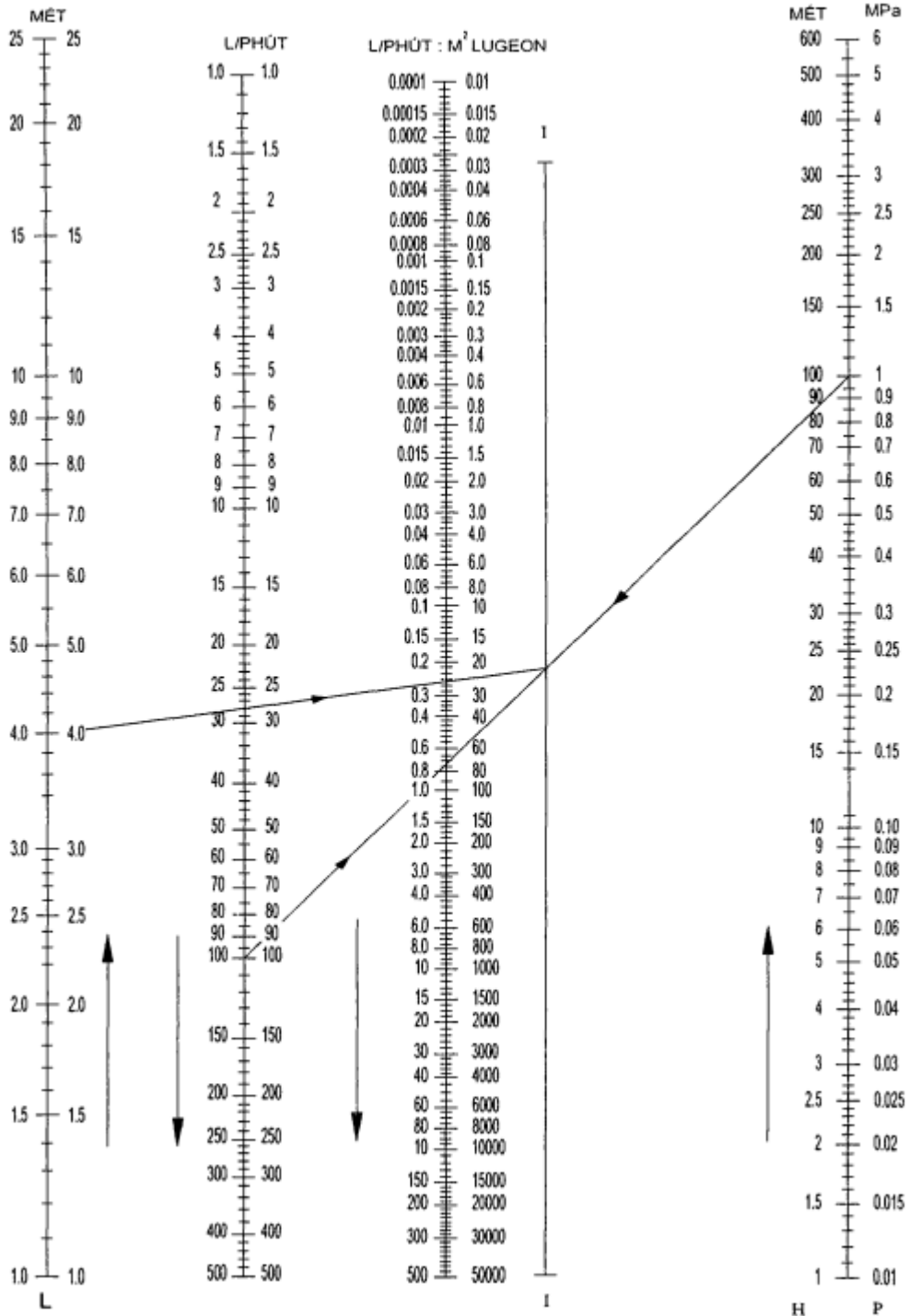
trong đó:

Q, H, l như công thức D.1;

$\mu$  là lượng mất nước đơn vị theo hệ đo lường Anh, Lu;

p là áp lực nước trong đoạn, MPa.

VÍ DỤ: Giả sử các trị số thí nghiệm đo được là Q = 100 L/min, l = 4 m, H = 100 m. Theo các trị số Q và H tìm được điểm A ở đường thẳng đứng l - l. Nối điểm A đến điểm H = 100 m sẽ tìm được trị số mất nước đơn vị q = 0,25 L/min.m.m



Hình D.2 - Toán đồ để xác định lượng mất nước đơn vị q

CHÚ THÍCH:

Theo hệ đo lường Anh, lượng mất nước đơn vị ký hiệu là  $\mu$ , đơn vị là Lu (lu giông):  $\mu = Q/p.l$ .

Trong đó:

Q là lưu lượng nước bị mất trong đoạn lỗ khoan, L/min;

l là chiều dài đoạn thí nghiệm, m;  
p là áp lực nước trong đoạn, MPa.

## PHỤ LỤC E

(Tham khảo)

### Thí nghiệm ép nước nhiều cấp vào nền đá

E.1 Thí nghiệm ép nước nhiều cấp để xác định các điều kiện có thể gây ra đứt đoạn thủy lực của nền đá khi phụt nước hoặc phụt vữa.

E.2 Khi bắt đầu thi công phụt xi măng ở hạng mục, hoặc ở một bộ phận của hạng mục, hoặc khi tiến hành phụt xi măng thử nghiệm phải ấn định thí nghiệm ép nước nhiều cấp một cách có lựa chọn trong số các hố khoan đợt 1. Trước khi tiến hành thí nghiệm phải đặt các mốc cao độ để quan trắc các biến dạng của bề mặt đá nền.

E.3 Khi thí nghiệm ép nước thành nhiều cấp áp lực, phải ép nước vào hố khoan từ (5 đến 8) cấp với áp lực tăng dần.

E.4 Ở mỗi cấp áp lực nước sau khi lưu lượng đã ổn định phải duy trì cấp áp lực này trong thời gian không ít hơn 10 min và phải đo lưu lượng từ (2 đến 3) lần. Nếu trong các lần đo này, hiệu số các trị số lưu lượng không vượt quá 20 % thì tăng áp lực lên một cấp mới.

E.5 Nếu trong quá trình tăng áp lực theo từng cấp mà lưu lượng cứ tăng lên đều thì nâng áp lực lên tới trị số lớn nhất cho phép. Với kết quả thí nghiệm theo chiều hướng như vậy cho phép kết luận là không có đứt đoạn thủy lực ở áp lực mà lưu lượng tối đa đạt được.

E.6 Trường hợp khi tăng áp lực lên cấp tiếp theo mà xảy ra hiện tượng đứt đoạn thủy lực, được đặc trưng bởi sự tăng lưu lượng đột ngột thì phải ngừng thí nghiệm. Trị số áp lực đo được trước khi tăng lưu lượng đột ngột sẽ đặc trưng cho trị số áp lực cho phép đối với đoạn đang thí nghiệm.

## PHỤ LỤC G

(Quy định)

### Các trị số lưu lượng và áp lực vữa cho phép

#### G.1 Lưu lượng vữa lớn nhất cho phép

G.1.1 Khi phụt vữa xi măng, lưu lượng lớn nhất cho phép phụ thuộc vào các đặc trưng biến dạng của các đá được phụt xi măng, quy định trong bảng G.1.

**Bảng G.1 - Lưu lượng vữa lớn nhất cho phép theo các đặc trưng biến dạng của đá**

Mức độ biến dạng của đá	Mô đun biến dạng của khối đá $E \cdot 10^{-3}$ , MPa	Vận tốc sóng đàn hồi dọc $V_p$ , m/s	Lưu lượng vữa lớn nhất cho phép $Q_{max}$ , L/min
Đá biến dạng ít và trung bình	Trên 5	Trên 3 500	Trên 150
Đá biến dạng mạnh	Từ 2 đến 5	Từ 2 000 đến 3 500	Từ 100 đến 150
Đá nửa cứng biến dạng ít	Từ 1 đến 2	Từ 1 500 đến 2 500	Từ 50 đến 100
Đá nửa cứng biến dạng mạnh	Dưới 1	Dưới 1 500	Từ 25 đến 50

CHÚ THÍCH: Giới hạn trên của các trị số  $Q_{max}$  lấy đối với đá nứt nẻ ít, giới hạn dưới lấy đối với đá nứt nẻ nhiều

G.1.2 Các trị số gần đúng của lưu lượng vữa phụt cho phép phải được chính xác hóa trong quá trình thử nghiệm hoặc thi công trong các điều kiện thiên nhiên cụ thể của hạng mục xây dựng. Trong quá trình chính xác hóa, nếu phát hiện thấy có các đứt đoạn thủy lực hoặc thấy có nước và vữa xuất hiện nhiều trên mặt lộ thiên của đá nền thì phải giảm các trị số lớn nhất  $Q_{max}$  của lưu lượng vữa.

#### G.2 Áp lực vữa lớn nhất cho phép

G.2.1 Áp lực phụt xi măng lớn nhất cho phép  $P_{cp}$ , MPa, không gây ra đứt đoạn thủy lực đối với các đá ứng với lưu lượng vữa cho phép được xác định gần đúng theo công thức (G.1):

$$P_{cp} = P_0 + P.Z \quad (G.1)$$

trong đó:

$P_0$  là áp lực cho phép đối với đoạn trên mặt của lỗ khoan, Mpa.



P là mức độ tăng áp lực cho phép đơn vị (mức độ tăng áp lực cho phép đối với khoảng cách 1 m kể từ đoạn đang phụt tới bề mặt lộ thiên của nham thạch), MPa/m.

Z là chiều sâu kể từ nóc của đoạn đang phụt xi măng tới bề mặt lộ thiên, m.

Các trị số  $P_0$ , P phụ thuộc vào mức độ biến dạng và nứt nẻ của đá, quy định ở bảng G.2.

**Bảng G.2 - Giá trị  $P_0$ , P theo mức độ biến dạng của đá**

Mức độ biến dạng của đá	$P_0$ , MPa	P, MPa/m
Đá biến dạng ít	Từ 0,30 đến 0,50	Từ 0,200 đến 0,500
Đá biến dạng trung bình	Từ 0,20 đến 0,30	Từ 0,100 đến 0,200
Đá biến dạng mạnh	Từ 0,10 đến 0,20	Từ 0,050 đến 0,100
Đá nửa cứng biến dạng ít	Từ 0,05 đến 0,10	Từ 0,025 đến 0,050
Đá nửa cứng biến dạng mạnh	0,00	Từ 0,015 đến 0,025

CHÚ THÍCH: Khi độ nứt nẻ là ít và trung bình phải lấy các trị số giới hạn cao hơn của  $P_0$  và P.

G.2.2 Nếu gia tải trên vùng phụt xi măng là đá có thành phần và trạng thái khác so với đoạn đang phụt xi măng thì phải chọn trị số P ứng với tính chất của đá gia tải.

G.2.3 Các trị số gần đúng của áp lực cho phép  $P_{cp}$  phải được chính xác hóa theo kết quả phụt xi măng thử nghiệm hoặc thi công trong các điều kiện ở thực địa.

### G.3 Lưu lượng vữa nhỏ nhất cho phép

Khi xác định các điều kiện để kết thúc việc phụt vữa xi măng trong một đoạn, lưu lượng vữa xi măng không được thấp hơn các trị số quy định trong bảng G.3.

**Bảng G.3 - Lưu lượng vữa nhỏ nhất cho phép xác định theo đường kính trong của ống dẫn vữa**

Đường kính trong của ống dẫn vữa, mm	Lưu lượng vữa nhỏ nhất, L/min	
	Vữa xi măng	Vữa xi măng trộn thêm bentonite
19	1,0	0,5
25	1,7	1,0
32	2,8	1,6
38	4,0	2,3
50	7,0	4,0

## PHỤ LỤC H

(Quy định)

### Thành phần vữa xi măng

H.1 Thành phần vữa xi măng được biểu thị bằng tỷ lệ Nước: Xi măng (N/X) tính theo số lít nước trong vữa ứng với 1 kg xi măng. Thành phần xi măng không ổn định ban đầu (khi bắt đầu phụt) có thể xác định sơ bộ căn cứ vào lượng mất nước đơn vị q quy định trong bảng H.1. Căn cứ vào kết quả phụt thử nghiệm sẽ chính xác hóa lại tỷ lệ N/X.

**Bảng H.1 - Quan hệ giữa tỷ lệ N/X với lượng mất nước đơn vị q**

q, L/min.m.m	Dưới 0,1	Từ 0,1 đến 0,5	Từ 0,5 đến 1,0	Từ 1,0 đến 2,0	Từ 2,0 đến 4,0	Trên 4,0
	N/X	10/1	Từ 8/1 đến 5/1	Từ 5/1 đến 3/1	Từ 3/1 đến 2/1	1/1

H.2 Khi phụt xi măng phải sử dụng một trong các thang biểu thành phần vữa sau:

1) Thang thay đổi hàm lượng xi măng không đều với tỷ lệ N/X bằng 10,0; 5,0; 3,0; 2,0; 1,5; 1,0; 0,8; 0,6 và 0,5. Khi phụt vữa xi măng tạo màn chống thấm tỷ lệ N/X bắt đầu chọn là 5,00 đối với khoan phụt gia cố thì tỷ lệ này là 3,00.

2) Thang thay đổi hàm lượng xi măng đều với tỷ lệ N/X bằng 8,00; 4,00; 2,00; 1,33; 1,00; 0,80; 0,67 và 0,57. Khi phụt vữa xi măng tạo màn chống thấm tỷ lệ N/X bắt đầu chọn là 4,00 đối với khoan phụt gia cố thì tỷ lệ này là 2,00.

H.3 Khi xi măng vào các đá có độ thấm nước lớn bằng các vữa xi măng có tỷ lệ N/X thấp hơn 0,60 phải được thực hiện với các vữa có thêm các vật liệu trơ.

H.4 Lượng các chất cấu thành vữa xi măng theo tỷ lệ N/X quy định trong bảng H.2 áp dụng đối với xi măng Poocăng có khối lượng riêng từ (3,05 đến 3,15) T/m<sup>3</sup>.

**Bảng H.2 - Hàm lượng nước và vữa ứng với các tỷ lệ N/X của vữa**

Tỷ lệ N/X của vữa	8,00	4,00	2,00	1,33	1,00	0,80	0,67	0,57
Khối lượng riêng của vữa, T/m <sup>3</sup>	1,080	1,160	1,290	1,410	1,500	1,600	1,690	1,760
Lượng xi măng cho một 1 L nước, kg	0,125	0,250	0,500	0,750	1,000	1,950	1,500	1,750
Lượng xi măng cho 1 L vữa, kg	0,120	0,230	0,430	0,610	0,760	0,890	1,010	1,120
Thể tích vữa cho 1 L nước, kg	1,040	1,080	1,160	1,240	1,320	1,400	1,490	1,570

H.5 Khi khối lượng riêng của xi măng không nằm trong khoảng từ (3,05 đến 3 15) T/m<sup>3</sup> thì phải tính lại chính xác các số liệu trong bảng H.2 theo khối lượng riêng của xi măng  $\rho_x$  như sau:

1) Với khối lượng riêng của vữa,  $\rho_v$ , T/m<sup>3</sup>:

$$\rho_v = \frac{1 + N/X}{1/\rho_x + N/X} \quad (H.1)$$

2) Với khối lượng xi măng trong 1 L vữa, G, kg :

$$G = \frac{1}{1/\rho_x + N/X} \quad (H.2)$$

3) Đối với thể tích vữa ứng với 1 L nước,  $V_v$ , lít:

$$V_v = 1 + \frac{1}{\rho_x \cdot N/X} \quad (H.3)$$

trong đó:

$\rho_v$  là khối lượng riêng của vữa, T/m<sup>3</sup>;

$\rho_x$  là khối lượng riêng của xi măng, T/m<sup>3</sup>;

N/X là tỷ lệ Nước / Xi măng;

G là khối lượng xi măng trong 1L vữa, kg;

$V_v$  là thể tích vữa ứng với 1L nước, L.

H.6 Nếu chế tạo vữa thi công từ vữa đặc có tỷ lệ N/X = 0,57 hoặc 0,80 thì lượng nước (tính bằng L) phải thêm vào 1 L vữa xi măng đặc lấy theo quy định ở bảng H.3.

**Bảng H.3 - Lượng nước cần thêm vào 1 lít vữa xi măng đặc**

Thành phần vữa	Lượng nước phải thêm vào 1 L vữa đặc, L						
	0,67	0,80	1,00	1,33	2,00	4,00	8,00
N/X của vữa thi công	0,67	0,80	1,00	1,33	2,00	4,00	8,00
Vữa đặc có N/X = 0,57	0,11	0,26	0,48	0,85	1,60	3,84	8,32
Vữa đặc có N/X = 0,80	-	-	0,16	0,48	1,08	2,76	6,44

## PHỤ LỤC I

(Quy định)

### Hồ sơ hoàn công khoan phụ vữa xi măng

#### I.1 Quy định chung

I.1.1 Hồ sơ hoàn công khoan phụ vữa xi măng phải có:

1) Nhật ký khoan.





### I.3.3 Phần phải mặt sau của bìa nhật ký (trang 3)

Thời gian			Lưu lượng vữa L/min	Lượng xả đi			Áp lực Mpa			Phương pháp phụt vữa	Ghi chú
Giờ (h)	Phút (min)	Khoảng thời gian (min)		Của vữa lit	Của xi măng kg	Các vật liệu trộn thêm kg	Ở máy bơm	Ở miệng hố khoan	Ở trong đoạn		
(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)

### I.3.4 Trang cuối cùng của bìa nhật ký (trang 4)

Ngày..... tháng..... năm.....

Ca .....

Hố khoan №.....

Đoạn khoan №.....

Từ cao trình.....m đến.....m

Chiều dài của đoạn .....m

Ống hướng ở độ sâu .....m

Đường kính của ống hướng.....mm

Đường kính của hố khoan ở đoạn.....mm

Đường kính của các ống mềm dẫn vữa tới.....mm

Chiều dài các ống mềm .....m

Nút đặt ở độ sâu.....m

Cao trình mực nước ngầm .....m

Độ cao đặt áp kế trên miệng hố khoan.....m

Chiều sâu hố khoan sau khi phụt xi măng.....m

Họ tên cán bộ trực tiếp phụ trách phụt xi măng:.....

CHÚ THÍCH: Giữa tờ bìa có thể đặt thêm giấy để ghi số liệu cho các đoạn của hố khoan. Trên giấy đặt thêm cũng kẻ bảng với các cột và điền như trang 2 và 3 của bìa nhật ký.

### I.4 Mẫu biên bản thí nghiệm

#### BIÊN BẢN THÍ NGHIỆM

Tên công trình: .....

Hạng mục công trình : .....

Hố khoan kiểm tra №: .....

Tại vị trí..... của công trình.....

Ngày..... tháng..... năm.....

Thành phần Hội đồng gồm:

- Đại diện của đơn vị thi công..... (họ tên, chức vụ).....

- Đại diện chủ đầu tư..... (họ tên, chức vụ).....

- Đại diện tư vấn giám sát:..... (họ tên, chức vụ).....

- Đại diện của đơn vị thiết kế..... (họ tên, chức vụ).....

Hội đồng đã tiến hành thí nghiệm, lỗ khoan kiểm tra №..... để kiểm tra các kết quả và mức

độ đầy đủ của việc phụt xi măng ở..... (ghi vị trí của hạng mục công trình xử lý).....

Vị trí của hố khoan: (Khu vực, piket, № của các lỗ khoan bên cạnh).....

Chiều sâu hố khoan, được chia thành bao nhiêu đoạn, vấn đề đặt nút.....

**Các kết quả thí nghiệm**

Chiều sâu từ miệng hố khoan đến đầu trên của đoạn thí nghiệm, m	Chiều dài đoạn, m	Thí nghiệm ép nước		Thí nghiệm phụt xi măng	
		Áp lực, MPa	Lượng mất nước đơn vị, L/ph.m.m	Áp lực, MPa	Lượng hút xi măng ở 1 m chiều dài đoạn, kg
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

Kết luận về các kết quả thí nghiệm.....

.....

.....

.....

.....

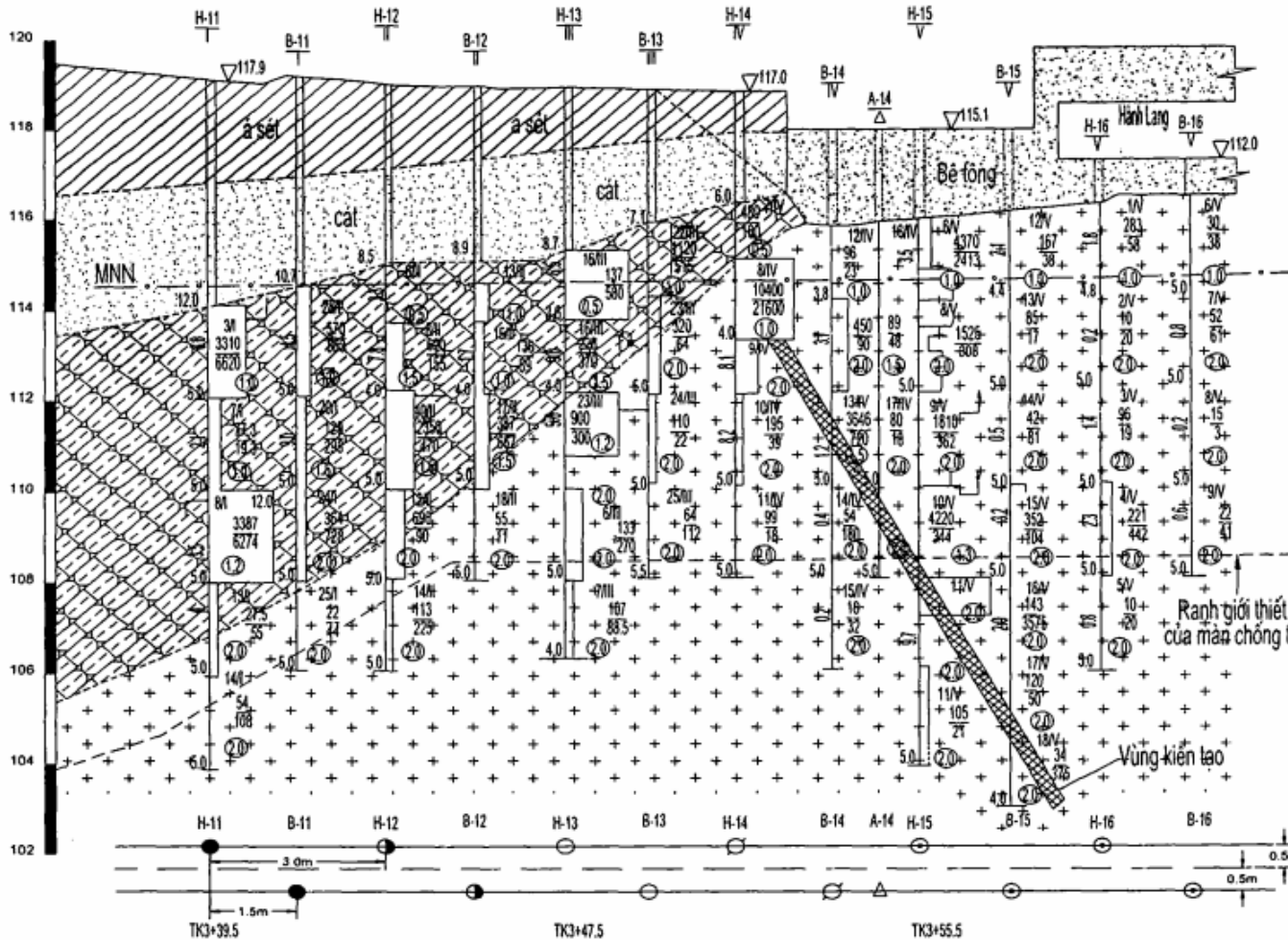
.....

Họ, tên và chữ ký của các ủy viên Hội đồng .....

.....

.....

.....



Mặt cắt hoàn công một phần của màn chống thấm phun xi măng

Hình I.1 - Ví dụ mẫu về mặt cắt hoàn công

### I.5 Mẫu báo cáo kỹ thuật

#### BÁO CÁO KỸ THUẬT

Phụt xi măng trong tháng..... năm.....

Số thứ tự hố khoan	Đợt hố khoan	Số thứ tự khoan phụt	Đường kính hố khoan ở đoạn phụt mm	Chiều sâu đoạn phụt m			Ngày tháng phụt xi măng	Chiều sâu nút hoặc ống hướng m	Lượng mất nước đơn vị L/min.m	Lưu lượng vừa		Thành phần vừa (N/X) khi kết thúc phụt	Áp lực miệng lỗ khoan MPa		Lượng vật liệu bị hụt			Lượng vật liệu khô bị hụt trong 1 m chiều dài của đoạn kg	Chú thích
				Từ	Đến	Chiều dài đoạn				Ban đầu	Kết thúc		Ban đầu	Kết thúc	Nước L	Xi măng kg	Vật liệu trộn kg		
				(5)	(6)	(7)				(11)	(12)		(14)	(15)	(16)	(17)	(18)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
CHÚ THÍCH:																			

- 1) Mỗi tháng báo cáo 1 lần;
- 2) Phải ghi theo từng đợt hố khoan;
- 3) Các đoạn phải được ghi theo trình tự phụ. Phải ghi rõ loại và mác xi măng, các vật liệu trộn.

Phụ trách công tác thi công của công trường (Ký, ghi rõ họ tên)..... Giám sát kỹ thuật thi công (Ký, ghi rõ họ tên).....



## I.6 Mẫu lập biên bản xác nhận các công việc bị che khuất

### BIÊN BẢN XÁC NHẬN CÁC CÔNG VIỆC BỊ CHE KHUẤT

Tên công trình:.....

Hạng mục công trình:.....

Tên công việc thi công:.....

Tên công trình, bộ phận công trình:.....

Ngày..... tháng..... năm.....

Thành phần Hội đồng gồm:

- Đại diện của đơn vị thi công..... (họ tên, chức vụ).....

- Đại diện chủ đầu tư..... (họ tên, chức vụ).....

- Đại diện tư vấn giám sát:..... (họ tên, chức vụ).....

- Đại diện của đơn vị thiết kế..... (họ tên, chức vụ).....

Hội đồng đã nghiên cứu hồ sơ hoàn công của việc phục xi măng ở..... do..... (đơn vị thi công)..... lập và đã làm biên bản này về các việc sau đây:

1) Các công việc phục xi măng sau đây: ..... đã được xác nhận và nghiệm thu;

2) Các công việc nêu trên đã được thực hiện theo đồ án thiết kế của..... (tên đơn vị thiết kế, № của các bản vẽ thi công).....

3) Các số liệu về khu vực phục xi măng:

- Chiều dài: .....m;

- Diện tích: .....m<sup>2</sup>;

- Đã phục xi măng vào..... (số lượng)..... hố khoan với tổng chiều dài..... m đã phục vào nham thạch được tất cả..... tấn xi măng và..... tấn vật liệu rấn trộn thêm;

4) Kết quả thí nghiệm các hố khoan kiểm tra

Số thứ tự hố khoan kiểm tra	Số thứ tự đoạn phục	Lượng mất nước đơn vị L/(min.m <sup>2</sup> )	Lượng phục xi măng trên 1 m dài đoạn kg	Vận tốc lan truyền sóng đàn hồi sau khi phục m/s
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

5) Ngày.....tháng.....năm.....bắt đầu thi công khoan phục

6) Ngày.....tháng.....năm.....kết thúc thi công khoan phục

#### Quyết định của hội đồng

- Các công việc đã được thực hiện đúng với đồ án thiết kế, phù hợp với tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật hiện hành, đáp ứng được các yêu cầu để nghiệm thu.

- Các công việc được trình để nghiệm thu đã ghi ở mục 1 của biên bản này, được nghiệm thu với mức độ chất lượng được đánh giá là..... (đạt yêu cầu/tốt/rất tốt).....

- Cho phép tiếp tục thi công các công việc tiếp theo, gồm:..... (tên các công việc này).....

Họ, tên và chữ ký của các ủy viên Hội đồng.....

.....

.....

.....

.....

.....

---

## **MỤC LỤC**

Lời nói đầu

1 Phạm vi áp dụng

2 Tài liệu viện dẫn

3 Thuật ngữ và định nghĩa

4 Quy định chung

5 Thiết kế khoan phụt chống thấm và gia cố nền

6 Thi công khoan phụt

7 Nghiệm thu khoan phụt

8 An toàn lao động, phòng chống cháy nổ và vệ sinh môi trường

Phụ lục A (Tham khảo): Phụt xi măng trong những điều kiện tự nhiên đặc biệt

Phụ lục B (Tham khảo): Phụt bằng vữa xi măng sét ổn định

Phụ lục C (Tham khảo): Một số phương pháp phụt vữa xi măng vào nền đá

Phụ lục D (Quy định): Xác định lượng mất nước đơn vị của đá

Phụ lục E (Tham khảo): Thí nghiệm ép nước nhiều cấp vào nền đá

Phụ lục G (Quy định): Các trị số lưu lượng và áp lực vữa cho phép

Phụ lục H (Quy định): Thành phần vữa xi măng

Phụ lục I (Quy định): Hồ sơ hoàn công của khoan phụt xi măng