

TCVN 14149:2024

Xuất bản lần 1

**CÔNG TRÌNH THỦY LỢI**  
**YÊU CẦU KỸ THUẬT THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**  
**KHOAN PHỤT VỮA VÀO NỀN ĐẤT ĐỂ CHỐNG THẤM**

*Hydraulic structures - Technical requirements for construction and acceptance for injecting grout into soil foundation to reduce permeability*

HÀ NỘI – 2024



## MỤC LỤC

|                                                                                                                 | Trang |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Lời nói đầu</b>                                                                                              | 3     |
| 1. Phạm vi áp dụng                                                                                              | 4     |
| 2. Tài liệu viện dẫn                                                                                            | 4     |
| 3. Thuật ngữ và định nghĩa                                                                                      | 5     |
| 4. Quy định chung                                                                                               | 8     |
| 5. Thiết kế tổ chức thi công khoan phụt                                                                         | 9     |
| 5.1 Tài liệu dùng để thiết kế thi công khoan phụt                                                               | 9     |
| 5.1.1 Hồ sơ thiết kế công trình                                                                                 | 9     |
| 5.1.2 Hồ sơ địa chất công trình                                                                                 | 9     |
| 5.2 Thiết kế tổ chức thi công khoan phụt chống thấm                                                             | 9     |
| 5.2.1 Thiết kế tổ chức thi công khoan phụt chống thấm cho đất rời                                               | 9     |
| 5.2.2 Thiết kế tổ chức thi công khoan phụt chống thấm cho đất dính                                              | 11    |
| 6. Thi công khoan phụt                                                                                          | 12    |
| 6.1 Thi công khoan phụt chống thấm cho đất rời                                                                  | 12    |
| 6.2 Thi công khoan phụt chống thấm cho đất dính                                                                 | 20    |
| 7. Khoan phụt thử nghiệm, khoan phụt đại trà và hoàn công khoan phụt                                            | 25    |
| 7.1 Khoan phụt thử nghiệm                                                                                       | 25    |
| 7.2 Khoan phụt đại trà                                                                                          | 26    |
| 7.3 Hồ sơ hoàn công khoan phụt                                                                                  | 26    |
| 8. Nghiệm thu khoan phụt                                                                                        | 27    |
| Phụ lục A ( <i>Tham khảo</i> ): Trộn vữa xi măng + bentonite                                                    | 28    |
| Phụ lục B ( <i>Tham khảo</i> ): Các biểu mẫu                                                                    | 33    |
| Phụ lục C ( <i>Tham khảo</i> ): Khoan phụt cho nền đất mịn (phương pháp tiêm gia cố kết hợp chống thấm đất nền) | 36    |
| Tài liệu tham khảo                                                                                              | 44    |



***Lời nói đầu***

**TCVN 14149:2024** do Công ty Cổ Phần Tư vấn xây dựng Thủy lợi II biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đề nghị, Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## Công trình thủy lợi – Yêu cầu kỹ thuật thi công và nghiệm thu khoan phụt vữa vào nền đất để chống thấm

### 1. Phạm vi áp dụng

- 1.1** Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu kỹ thuật thi công và nghiệm thu khoan phụt vữa vào nền đất để chống thấm cho công trình thủy lợi. Tiêu chuẩn này cũng có thể áp dụng chống thấm cho các công trình có điều kiện làm việc tương tự.
- 1.2** Thi công khoan phụt vữa theo tiêu chuẩn này để chống thấm cho nền đất có hệ số thấm nhỏ hơn  $1.10^{-1}$  cm/s ( $K \leq 1.10^{-1}$  cm/s). Tùy theo mức độ lỗ rỗng để sử dụng vữa có nồng độ phù hợp, có thể thêm các phụ gia để tăng độ linh động của vữa.

### 2. Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn dưới đây rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. 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 4253 | Công trình thủy lợi – Nền công trình thủy công - Yêu cầu thiết kế.                                                          |
| TCVN 8216 | Công trình thủy lợi - Thiết kế đập đất đầm nén.                                                                             |
| TCVN 8645 | Công trình thủy lợi – Yêu cầu kỹ thuật thiết kế, thi công và nghiệm thu khoan phụt vữa xi măng vào nền đá.                  |
| TCVN 8731 | Công trình thủy lợi - Xác định hệ số thấm của đất bằng thí nghiệm đổ nước trong hố đào, đổ nước và mức nước trong hố khoan. |
| TCVN 8732 | Đất xây dựng công trình thủy lợi – Thuật ngữ và định nghĩa.                                                                 |
| TCVN 9148 | Công trình thủy lợi – Xác định hệ số thấm của đất đá chứa nước bằng phương pháp hút nước thí nghiệm từ các lỗ khoan.        |

### 3. Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong TCVN 8732 và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

### 3.1

#### Hố khoan phụt (Grouting borehole)

Hố khoan có đường kính, độ sâu và kết cấu phù hợp được tạo ra để phụt vữa vào môi trường cần xử lý chống thấm.

### 3.2

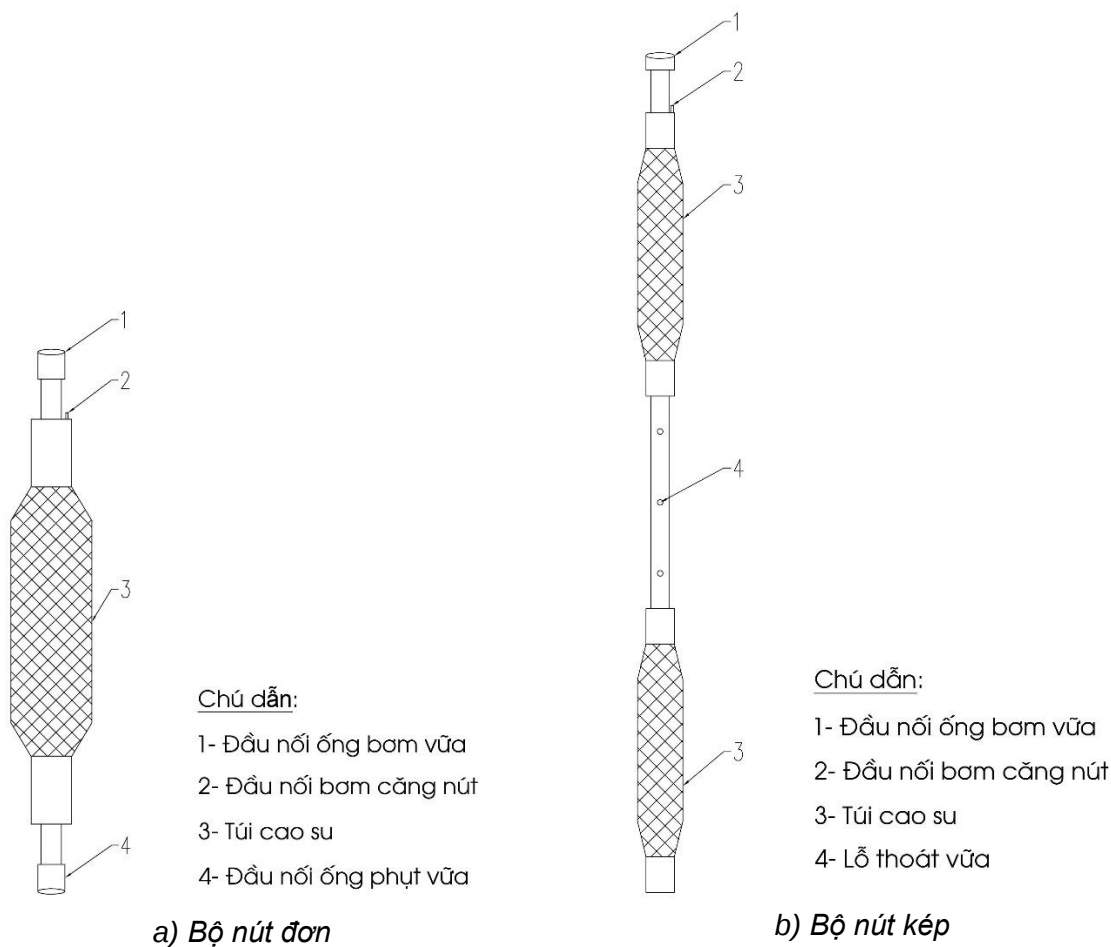
#### Đoạn phụt (Grouting zone)

Đoạn hố khoan được ngăn cách bởi hai nút phụt (phương pháp phụt vữa qua ống manchette) hoặc giữa nút phụt và đáy hố khoan (phương pháp phụt vữa đặt nút cố định ở miệng lỗ khoan) nhằm tạo áp lực trong quá trình phụt để đẩy vữa xâm nhập vào môi trường đất.

### 3.3

#### Nút phụt (Packer)

Thiết bị nút chặt trong ống manchette hoặc ống chống ở miệng lỗ khoan để tạo đoạn phụt, sao cho khi phụt áp lực được duy trì để ép vữa xâm nhập vào môi trường đất.



**Hình 1 - Cấu tạo bộ nút phụt**

Nút phụt có 2 loại được phân chia theo cấu tạo là nút đơn và nút kép.

- Nút đơn (*single packer*) là nút đặt trong ống chống trên miệng hố khoan còn phía dưới không dùng nút mà tận dụng luôn nền đất ở đáy hố khoan;
- Nút kép (*double packer*) là nút đặt trong ống manchet, gồm một nút phía trên và một nút phía dưới để tạo nên đoạn phụt.

Nút có cơ chế kích nờ khí nén hoặc thủy lực. Cấu tạo bộ nút đơn và bộ nút kép như Hình 1.

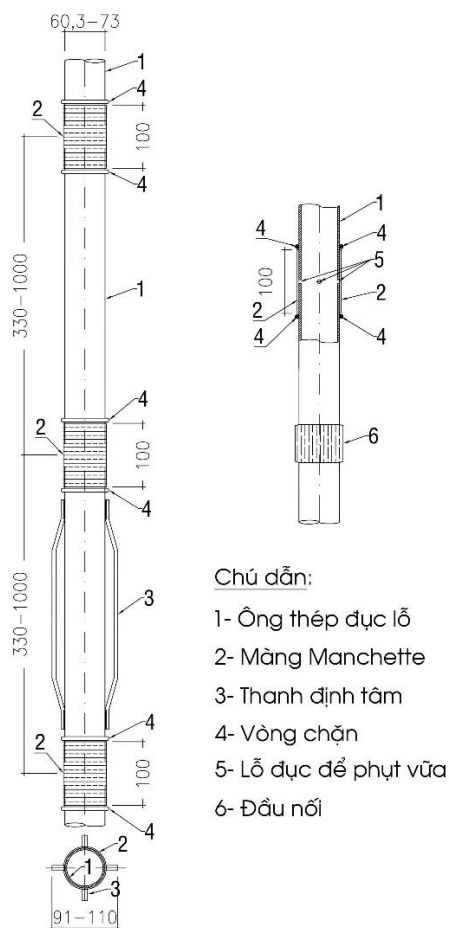
### 3.4

#### Màng manchet (*Manchette sleeve*)

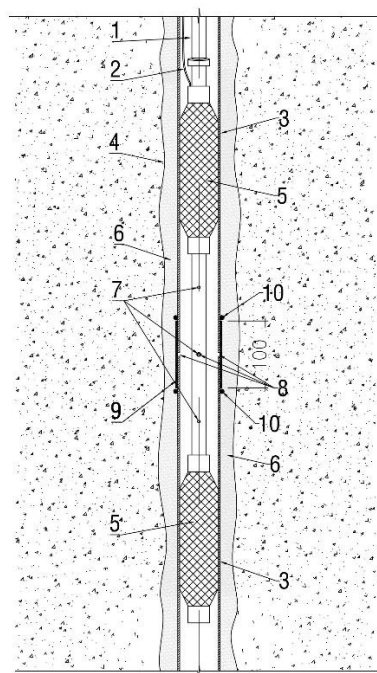
Màng cao su dài từ (10 đến 12) cm, có độ đàn hồi phù hợp, co giãn đồng đều, dạng ống trụ tròn có đường kính từ (0,7 đến 0,9) lần đường kính ngoài của ống manchet. Màng manchet được lồng ngoài đoạn đục lỗ trên ống manchet để ngăn nước, đất, vữa áo trong hố khoan xâm nhập vào bên trong ống manchet gây lấp ống và làm giảm chất lượng vữa khi phụt.

### 3.5

#### Ống manchet (*Manchette tube*)



**Hình 2 - Kết cấu ống manchet**



**Hình 3 - Liên kết giữa bộ nút kép, ống manchet, vữa áo với thành lỗ khoan**

Ống thép rỗng (có thể bằng ống nhựa) có đường kính từ (60,3 đến 73) mm, được đục khoảng 8 lỗ đường kính từ (6 đến 8) mm phân bố đều trên bề mặt ống của đoạn phụt. Khoảng cách giữa

các lỗ phụ thuộc vào thành phần hạt và độ rỗng của đất xác định theo tài liệu khảo sát địa chất. Khi bọc ống manchette tại đoạn đục lỗ phải có 2 vòng chặn ở hai đầu để manchette không bị dịch chuyển. Chiều dài ống manchette phụ thuộc chiều sâu hố khoan phụt. Các đoạn ống manchette có ren hai đầu và nối với nhau bằng đầu nối. Trên ống manchette, khoảng 3 m bố trí các thanh định tâm đối diện nhau.

Kết cấu ống manchette xem Hình 2; liên kết giữa bộ nút kép, ống manchette, vữa áo với thành lỗ khoan xem Hình 3:

### 3.6

#### **Nút bịt đáy và nắp đáy** (*Bottom cap - top cap*)

Nút bịt đáy và nắp đáy được làm bằng gang sắt hoặc các loại vật liệu khác, có ren, đường kính tương thích với ống manchette. Nút bịt đáy được lắp vào đáy ống manchette để giữ kín ống. Nắp đáy có tác dụng bảo vệ ống manchette trong thời gian tạo hố cũng như thi công nhằm tránh vật lạ lọt vào gây sự cố phụt, vì vậy trong quá trình thi công miệng hố phải bảo đảm luôn có nắp đáy.

### 3.7

#### **Vữa áo** (*Seal grout*)

Là vữa được bơm vào khoảng trống giữa ống manchette và vách hố khoan nhằm cách ly tia phụt từ lỗ manchette với đoạn phụt khác cũng như định hướng dòng vữa xâm nhập vào môi trường phụt. Vữa áo khi đông kết cần có cường độ đủ lớn để liên kết thành hố khoan với ống manchette, đủ giòn để vỡ đều xung quanh manchette khi bơm vữa phụt; không có các vết nứt ngầm để đảm bảo cách ly áp lực phụt với đoạn chưa phụt.

Thành phần vữa áo thường gồm xi măng, bentonite, nước và phụ gia (nếu cần). Trước khi phụt cần phải có thí nghiệm để xác định tỷ lệ thành phần xi măng – bentonite – nước phù hợp.

### 3.8

#### **Vữa phụt** (*Grout*)

Loại vữa cần đưa vào môi trường đất khi phụt để làm tăng khả năng chống thấm.

Thành phần vữa phụt gồm xi măng, bentonite, nước và phụ gia (nếu cần). Trước khi phụt cần phải có thí nghiệm để xác định tỷ lệ thành phần xi măng – bentonite – nước phù hợp.

### 3.9

#### **Độ nhớt của vữa** (*Viscosity of grout*)

Độ nhớt của vữa thể hiện trạng thái liên kết dính của vữa, là trở lực hạn chế chuyển động của vữa. Trở lực này sinh ra nội ma sát trong quá trình chuyển động của vữa, có tác dụng làm trơn và ổn định trong quá trình khoan phụt.

Độ nhớt của vữa được đo bằng phễu Marsh và được biểu thị bằng thời gian cần thiết (tính bằng giây) để một lít vữa đi qua phễu.

**3.10****Độ tách nước của vữa (*Bleeding characteristics of grout*)**

Độ tách nước của vữa thể hiện bởi mức độ lắng đọng của vữa và thời gian tách nước tự do ở trạng thái tĩnh. Dụng cụ đo là một ống thủy tinh 100 ml có vạch chia. Đổ vữa vào ống đến đúng vạch 100 ml, để ống tĩnh, đo lượng nước đã tách ra sau từ (2 đến 3) h, 24 h. Đơn vị đo độ tách nước của vữa tính bằng %.

**3.11****Áp lực phụt (*Pressure grouting*)**

Áp lực phù hợp để vữa phụt thâm nhập vào môi trường mà không phá hủy cấu trúc đất nhưng không đi quá xa so với yêu cầu của màn chống thấm. Áp lực tại manchette là căn cứ để xác định áp lực tại máy bơm có xét đến tổn thất áp lực của dòng vữa.

**3.12****Mạng lưới khoan phụt (*Boreholes of curtain grouting*)**

Sơ đồ bố trí hố khoan phụt dạng hai hay nhiều hàng song song và các lỗ giữa các hàng bố trí so le để vữa có thông số phù hợp xâm nhập vào môi trường đất đáp ứng yêu cầu chống thấm.

**3.13****Phương pháp phụt vữa qua ống manchette (*Manchette tube grouting method*)**

Phụt vữa phân đoạn, bộ nút kép được đặt trong ống manchette có đục lỗ, khi phụt vữa sẽ làm thủng manchette và vữa áo để xâm nhập vào môi trường đất.

**3.14****Phương pháp phụt vữa đặt nút ở miệng lỗ khoan (*Packer at the surface grouting method*)**

Bộ nút đơn được đặt tại ống chống ở miệng lỗ khoan, chiều dài các đoạn phụt tăng dần và áp lực phụt cũng tăng dần theo chiều sâu lỗ khoan, phần trên của lỗ khoan được phụt nhiều lần, sử dụng phương pháp phụt tuần hoàn để luôn làm sạch lỗ khoan.

**3.15****Độ chối (*Level of refusal*)**

Sự giảm lưu lượng vữa phụt vào nền đất tới trị số tối thiểu cho phép ở áp lực đã cho và duy trì trong một thời gian nhất định.

## 4. Quy định chung

**4.1** Chiều dày màn khoan phụt chống thấm được quyết định bởi yêu cầu chống thấm và gradien tới hạn trung bình (hoặc gradien thủy lực) không xói ngầm [J] của nền theo Điều 2 TCVN 4253 và Điều 9; Điều 11 TCVN 8216. Màn khoan phụt chống thấm được thiết kế theo Điều 5 TCVN 8645.

**4.2** Thiết kế thành phần vữa chống thấm để khoan phụt phải quy định thành phần và tỷ lệ trộn vữa phù hợp; quy trình phụt tối ưu để đảm bảo vữa xâm nhập nhiều nhất vào các lỗ rỗng trong môi trường đất thông qua lượng ăn vữa thiết kế; phải đảm bảo thành phần hóa học của nước dưới đất không ảnh hưởng bất lợi đến quá trình ninh kết của vữa phụt và màn chống thấm không bị xói ngầm.

**4.3** Ngoài các thiết bị thi công chủ yếu như máy khoan, máy bơm áp lực để đảm bảo kiểm soát tốt chất lượng và tiến độ thì cần thiết phải có các thiết bị sau:

**4.3.1** Thiết bị ghi tự động có màn hình để theo dõi, điều chỉnh và ghi lại lưu lượng dẫn vữa, tổng lưu lượng vữa đi và áp lực trong quá trình thi công phụt vữa.

**4.3.2** Trạm trộn vữa: Khi thi công khoan phụt cho màn chống thấm có chiều dài lớn (như cả chiều dài đập), cần phải có trạm trộn để đảm bảo cấp vữa kịp cho nhiều hố khoan phụt thi công đồng thời.

**4.5** Trong quá trình phụt phải điều chỉnh áp lực phụt và lưu lượng của vữa để đạt mục tiêu lượng ăn vữa theo quy định của thiết kế nhưng không gây ảnh hưởng bất lợi đến bản thân công trình và các công trình lân cận.

**4.6** Hiện nay đang sử dụng phổ biến 2 phương pháp phụt vữa cho nền đất, đó là phương pháp phụt vữa qua ống manchette và phương pháp phụt vữa đặt nút cố định ở miệng lỗ khoan.

## 5. Thiết kế tổ chức thi công khoan phụt

### 5.1 Tài liệu dùng để thiết kế tổ chức thi công khoan phụt

**5.1.1** Hồ sơ thiết kế công trình: Thuyết minh chung, thuyết minh tính toán, thuyết minh chỉ dẫn biện pháp tổ chức thi công, bản vẽ mặt bằng tổng thể, các bản vẽ mặt bằng, cắt dọc, cắt ngang và chi tiết yêu cầu xử lý chống thấm. Chi tiết yêu cầu xử lý thấm phải thể hiện rõ: Bề dày (chiều sâu), chiều dài và chiều rộng của màn chống thấm.

**5.1.2** Hồ sơ địa chất công trình: Báo cáo địa chất, bản đồ vị trí các hố khoan/đào thăm dò, mặt cắt địa chất dọc, ngang công trình. Các kết quả thí nghiệm trong phòng, thí nghiệm hiện trường (thí nghiệm đổ nước, hút nước, thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn v.v...), mực nước ngầm, đáy móng công trình. Mặt cắt dọc và mặt cắt ngang địa chất công trình thể hiện ranh giới đề nghị xử lý chống thấm. Phần xử lý chống thấm cần có ký hiệu phân biệt môi trường chống thấm là đất (đi kèm hệ số thấm K) hoặc đá (đi kèm trị số Lugeon).

## **5.2 Thiết kế tổ chức thi công khoan phụt chống thấm**

### **5.2.1 Thiết kế tổ chức thi công khoan phụt chống thấm cho đất rời**

#### **5.2.1.1 Phương pháp khoan phụt**

1) Sử dụng phương pháp phụt vữa qua ống manchette để khoan phụt chống thấm cho cát cuội sỏi tầng aluvi, các lớp đất rời, các lớp phong hoá mạnh của đá gốc. Khi khoan tạo lỗ phải sử dụng vữa khoan (xem tại điều 6.1.2.1) hoặc ống chèn để giữ thành hố khoan không bị sập.

2) Bộ nút kép đặt trong ống manchette, đoạn phụt thường được thiết kế từ (0,33 đến 0,5) m tùy theo thành phần hạt thô và độ rỗng của lớp đất nền.

3) Khi tiến hành phụt trong đoạn phụt, trước tiên phải tăng áp lực từ từ đến một giá trị đủ làm thủng màng manchette và phá vỡ vữa áo (thường khoảng từ 7,5 kG/cm<sup>2</sup> đến 25 kG/cm<sup>2</sup>). Khi áp lực giảm đột ngột thì tiến hành phụt với áp lực từ (1,0 đến 7,0) kG/cm<sup>2</sup> và lưu lượng từ (5 đến 30) l/min để đưa vữa xâm nhập vào môi trường đất tạo màn chống thấm. Cứ như thế tiến hành phụt đến đoạn phụt cuối cùng hoàn thành hố phụt.

4) Bộ phụt nút kép đặt trong lòng ống manchette có thể di chuyển lên hoặc xuống dọc theo ống manchette để phụt đi, phụt lại nhiều lần cho một đoạn phụt đến khi đảm bảo chất lượng yêu cầu.

#### **5.2.1.2 Thiết kế tổ chức thi công mạng lưới khoan phụt**

##### **5.2.1.2.1 Mật độ khoan phụt**

1) Số hàng khoan phụt tối thiểu là 3 hàng (vì cần có hai hàng chặn phía thượng lưu và hạ lưu). Khi khoan phụt trong tầng cát cuội sỏi, số hàng khoan phụt tối thiểu là 5 hàng, hai hàng biên thượng, hạ lưu là các hàng chặn tạo biên màn chống thấm, hai hàng kế tiếp vừa tạo vách vừa chống thấm, hàng tim để phụt no vữa cho màn chống thấm.

3) Khoảng cách giữa các hàng thường từ (1,5 đến 2,5) m và giữa các hố trên cùng một hàng thường từ (2,5 đến 3,0) m, các hố khoan phụt trên các hàng phải được bố trí so le cách đều. Hàng biên phía hạ lưu được khoan phụt trước (để các hàng còn lại được khoan phụt trong môi trường nước tĩnh), tiếp đến là hàng biên phía thượng lưu (để tạo thành vách thượng hạ lưu màn chống thấm) và sau cùng là các hàng lấp đầy.

4) Các hố trên cùng một hàng được thực hiện phụt theo 03 đợt, trong đó đợt 1 các hố cách nhau 03 hố, đợt 2 nằm giữa các hố đợt 1, đợt 3 nằm giữa các hố đã phụt trong 2 đợt trước. Phần chống lún vữa xâm nhập vào môi trường đất của hai lỗ khoan phụt kề nhau thông thường bằng 1/3 bán kính lan truyền vữa (R).

5) Đối với màn chống thấm có độ sâu tương đối lớn, tùy thuộc gradient thấm trong nền có thể thiết kế các độ dày khác nhau theo chiều sâu, căn cứ vào bề rộng thiết kế màn chống thấm để bổ sung thêm các hàng thượng và hạ lưu.

6) Số hàng khoan phụt; khoảng cách giữa các hàng; khoảng cách giữa các hố trên cùng một hàng,

chiều dài đoạn phụt phải được tính toán khi thiết kế và khẳng định thông qua phụt thử nghiệm.

#### 5.2.1.2.2 Độ sâu khoan phụt

1) Phải khoan phụt qua đáy chống thấm thiết kế ít nhất từ (1 đến 2) m. Trường hợp phía dưới tầng đất cần khoan phụt là tầng đá nứt nẻ cũng cần khoan phụt chống thấm thì khoan phụt chống thấm cho tầng đất trước, khoan phụt chống thấm cho tầng đá nứt nẻ sau. Khi thiết kế cần tính toán tận dụng vị trí các ống manchette để khoan xuống nền đá phụt vừa xi măng.

2) Đối với màn chống thấm gồm nhiều hàng khoan phụt, độ sâu hàng giữa tim màn chống thấm xác định như quy định ở trên. Độ sâu các hàng còn lại giảm dần về hai phía thượng hạ lưu. Qua mỗi hàng giảm một giá trị đúng bằng khoảng cách giữa hai hàng liên tiếp và cứ thế cho đến hết nhưng độ sâu hàng biên không được nhỏ hơn từ (10 đến 15) % độ sâu màn chống thấm.

### 5.2.2 Thiết kế tổ chức thi công khoan phụt chống thấm cho đất dính

#### 5.2.2.1 Phạm vi áp dụng

Khả năng phụt vừa vào môi trường đất dựa vào kết quả thí nghiệm thành phần hạt của đất xác định theo công thức (1) và (2) như sau:

$$N = \frac{D_{15} \text{ đất}}{D_{85} \text{ vừa}} \quad (1)$$

$$N_c = \frac{D_{10} \text{ đất}}{D_{95} \text{ vừa}} \quad (2)$$

Trong đó:

$D_{10}$  đất,  $D_{15}$  đất: đường kính hạt mà hàm lượng chứa các hạt nhỏ hơn nó chiếm 10%, 15% khối lượng khô của đất.

$D_{85}$  vừa,  $D_{95}$  vừa: đường kính mà những hạt thể rắn của vừa nhỏ hơn nó chiếm 85%, 95% khối lượng khô của vừa.

- Khi:  $N < 11$  hoặc  $N_c < 6$  thì vừa không thể xâm nhập vào đất, phụt không có hiệu quả.
- Khi:  $N > 24$  hoặc  $N_c > 11$  thì phụt vừa có hiệu quả.

#### 5.2.2.2 Phương pháp khoan phụt

1) Khoan phụt chống thấm cho đất dính thường sử dụng phương pháp phụt vừa đặt nút ở miệng hố khoan. Phương pháp phụt vừa qua ống manchette ít được sử dụng do hiệu quả kinh tế không cao vì phải để lại ống manchette trong môi trường phụt.

2) Phương pháp phụt vừa đặt nút ở miệng lỗ khoan phải có khối phản áp phía trên với mục đích giữ đất không bị phá hoại để duy trì áp lực phụt. Khối phản áp có thể là đất nguyên thổ (thường ở vị trí làm chân khay đập đất) hoặc bê tông.

3) Phương pháp phụt vừa đặt nút ở miệng lỗ khoan có các ưu điểm sau:

- Nút đặt ở ngay miệng ống chống, nên việc tháo lắp nút rất dễ dàng, không bị kẹt.

- Áp lực vữa được tăng dần theo độ sâu phụt, với áp lực lớn nên vữa có điều kiện thâm nhập sâu vào nền đất, lấp đầy các lỗ rỗng.
- Đất xung quanh lỗ khoan được phụt tối thiểu 1 lần (đoạn 1 được phụt nhiều lần nhất, đoạn cuối được phụt 1 lần), bảo đảm công tác phụt vữa có hiệu quả tốt.
- Sử dụng phương pháp phụt tuần hoàn, vữa được bơm theo ống dẫn xuống xuống gần đáy lỗ khoan, lượng vữa không tiêu tán hết được trở về thùng trộn, đã lôi cuốn mùn khoan đi theo khiến lỗ khoan luôn được sạch.

### 5.2.2.3 Thiết kế tổ chức thi công mạng lưới khoan phụt

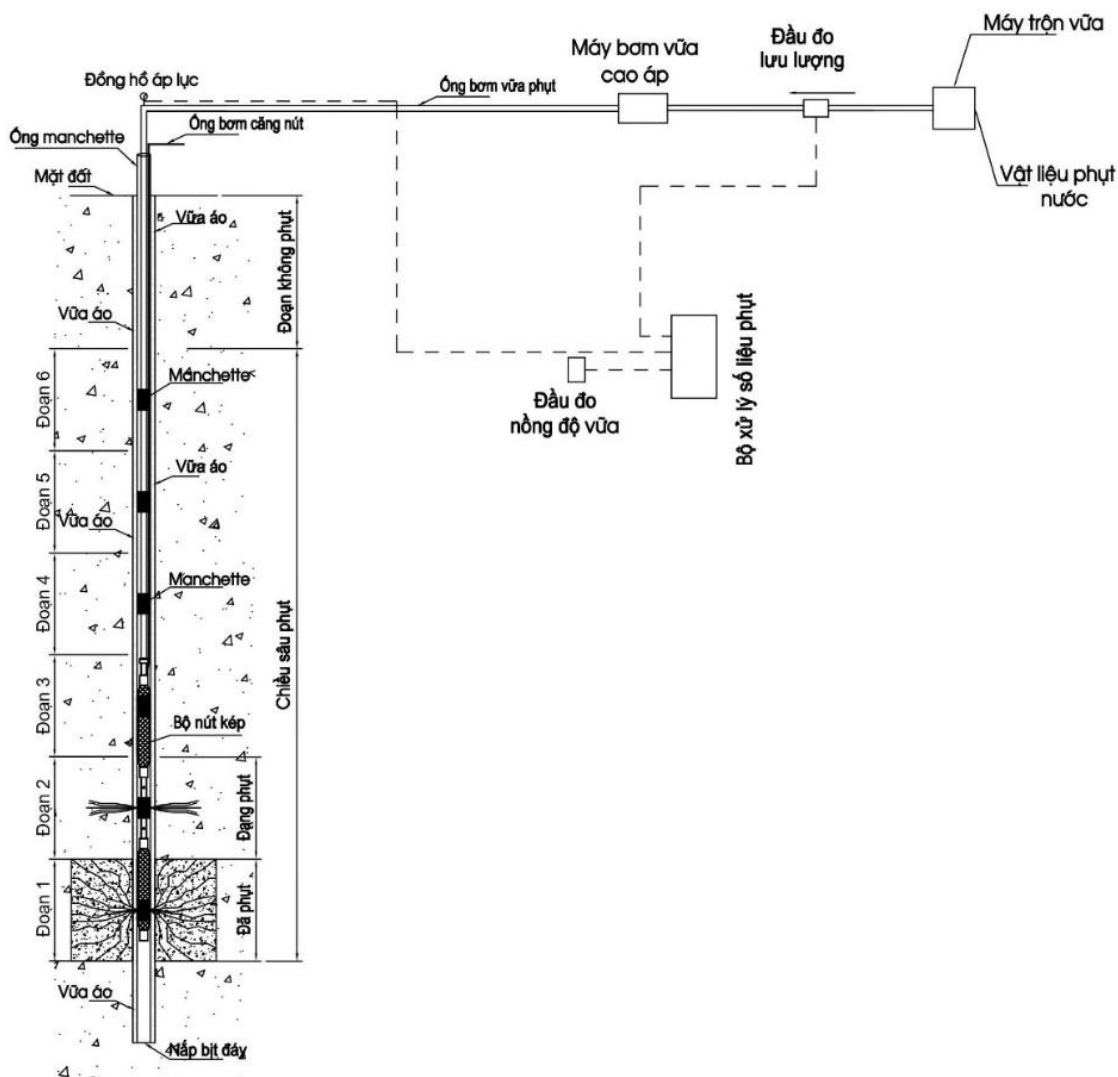
Thiết kế mạng lưới khoan phụt áp dụng điều 5.2.1.2 tiêu chuẩn này.

## 6. Thi công khoan phụt chống thấm

### 6.1 Thi công khoan phụt chống thấm cho đất rời

#### 6.1.1 Sơ đồ bố trí thiết bị thi công

Sơ đồ bố trí thiết bị thi công phương pháp phụt vữa qua ống manchette như Hình 4



Hình 4 - Sơ đồ thiết bị thi công phụt vữa qua ống manchette

### 6.1.2 Vữa khoan phụt

#### 6.1.2.1 Vữa khoan

- 1) Vữa khoan được sử dụng để giữ ổn định vách (thành) hố khoan. Thành phần cấp phối vữa khoan gồm: nước, bentonite được xác định thông qua tính toán thiết kế thành phần và khẳng định thông qua thử nghiệm hiện trường.
- 2) Khi môi trường khoan phụt là trong môi trường là cát và các trầm tích mềm rời khác bên dưới mực nước ngầm, độ dâng cao của vữa khoan so với đường bão hòa (đường bao trên mực nước ngầm) phải đủ lớn để chống sập vách hố khoan (thường từ 2 m đến 3 m). Trường hợp cần thiết có thể đắp bổ sung một lớp đất bên trên để đảm bảo điều kiện chống sập vách hố khoan.
- 3) Độ nhớt của vữa khoan tương ứng với loại đất nền xác định theo Bảng 1.

**Bảng 1: Độ nhớt của vữa khoan**

| Loại đất nền                           | Kích thước hạt trầm tích (mm) | Độ nhớt (s/l) |
|----------------------------------------|-------------------------------|---------------|
| Đất sét nở tự nhiên                    | < 0,08                        | 32 đến 37     |
| Đất sét không trương nở và cát hạt mịn | 0,08 đến 0,43                 | 40 đến 45     |
| Cát hạt trung                          | 0,43 đến 2                    | 45 đến 55     |
| Cát thô                                | 2 đến 4,8                     | 55 đến 65     |
| Sỏi                                    | 4,8 đến 19                    | 65 đến 75     |
| Cuội sỏi                               | > 19                          | 75 đến 85     |

#### 6.1.2.2 Vữa phụt

Vữa phụt phải có tính xuyên thấm cao để thâm nhập được vào lỗ rỗng của môi trường đất. Trong quá trình phụt chống thấm cho môi trường đất thường sử dụng hai loại vữa: vữa cho hàng chặn (hàng biên) và vữa cho hàng lấp đầy (các hàng ở khoảng giữa hai hàng chặn).

- 1) Vữa cho hàng chặn (hàng ngoài) cần đảm bảo xâm nhập vào các lỗ rỗng trung bình, mặt khác cần có ứng suất giới hạn trượt lớn ở thời điểm phụt để ngăn ngừa bị cuốn đi bởi dòng thấm và đảm bảo độ bền sau khi đông cứng. Vữa cho hàng chặn cần phải có độ phân tán không lớn.
- 2) Vữa cho hàng lấp đầy cần phải có độ xuyên thấm cao để đảm bảo xâm nhập được vào các lỗ nhỏ của môi trường đất. Vữa cho hàng lấp đầy chỉ cần có cấu trúc và cường độ nhất định ở mức đủ để giữ chúng trong các lỗ rỗng nhỏ của môi trường đất không bị xói ngầm.
- 3) Đối với đất rời gồm cát, sỏi (sạn), cuội (dăm), vữa phụt là dung dịch huyền phù, vữa có độ tách nước nhỏ hơn 5% và lưu biến không đổi trong suốt quá trình khoan phụt.
- 4) Thành phần cấp phối vữa phụt gồm xi măng, nước, bentonite và phụ gia (nếu cần). Thành

phần cấp phối vữa phụt phải được xác định thông qua tính toán thiết kế thành phần và chính xác qua khoan phụt thử nghiệm trước khi thi công khoan phụt đại trà.

- Sử dụng xi măng PCB40 để chế tạo vữa phụt. 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 sun phát, xi măng hoá dẻo và các loại tương đương. Chỉ cho phép sử dụng loại xi măng pooc lăng 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. Nếu nền đất có tính xâm thực thì phải chọn loại xi măng bèn sun phát, xi măng pooc lăng puzolan, xi măng pooc lăng xỉ để làm vữa phụt.
- Nước dùng để trộn vữa phụt phải phù hợp với quy định về chất lượng nước dùng cho vữa bê tông 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. Nếu dùng nước trong hệ thống cấp nước sinh hoạt (nước uống) để trộn vữa thì không cần phải kiểm tra.
- Bentonite có tác dụng tạo ra dung dịch vữa không nén được (ổn định thể tích). Liều lượng bentonite pha trộn với khối lượng xi măng và nước tùy theo thành phần hạt, độ rỗng của đất nền và hàng khoan phụt: nếu khoan phụt cho hàng chặn thì pha trộn lượng bentonite nhiều nhằm tạo vữa có độ nhót và lực dính cao để vữa không lan quá xa, khi phụt cho hàng lấp đầy thì pha trộn lượng bentonite thấp hơn để vữa dễ xâm nhập vào môi trường phụt. Bentonite được thêm vào dưới dạng ngậm nước hoàn toàn, thường được ngậm nước tối thiểu 12 h trước khi sử dụng. Lượng nước trong dung dịch bentonite phải được xét đến khi tính toán mẻ trộn.
- Việc sử dụng phụ gia trong vữa huyền phù gốc xi măng có thể cải thiện đặc tính lưu biến của vữa. Mỗi chất phụ gia được sử dụng để cải thiện một hoặc nhiều tính chất của vữa.

5) Khi chế tạo vữa phụt, để đạt độ nhót của dung dịch vữa phù hợp, thường trộn lượng xi măng gấp (3 đến 5) lần trọng lượng bentonite, trọng lượng nước thường bằng từ (1 đến 2,5) lần trọng lượng của xi măng và bentonite sau đó kiểm tra và điều chỉnh. Khi phụt hàng chặn sử dụng hỗn hợp vữa đặc nhất để có độ nhót cao nhất, khi phụt hàng lấp đầy sử dụng hỗn vữa ban đầu loãng nhất để có độ nhót thấp nhất, sau đó tăng dần độ nhót theo cấp 5 s hoặc 10 s để lượng vữa thâm nhập tốt nhất vào đất nền nhằm mục tiêu no vữa. Thay đổi độ nhót của vữa bằng cách thay đổi tỷ lệ các thành phần xi măng, bentonite và nước. Thành phần cấp phối vữa phụt tham khảo Phụ lục A kết hợp phụt thử nghiệm để quyết định.

#### 6.1.2.3 Vữa áo

1) Thành phần cấp phối gồm xi măng, nước và bentonite, gần giống như vữa phụt nhưng có hàm lượng xi măng cao hơn khoảng (8 đến 10) %, dung trọng từ (1,2 đến 1,28) g/cm<sup>3</sup> và đạt cường độ kháng nén không quá 7,5 kG/cm<sup>2</sup> khi phụt;

2) Thành phần cấp phối vữa áo phải được xác định thông qua tính toán thiết kế thành phần và

chính xác qua khoan phụt thử nghiệm.

### 6.1.3 Lượng tiêu thụ vữa

Lượng tiêu thụ vữa cho đoạn phụt sơ bộ được xác định như sau:

$$v = A \cdot \pi \cdot R^2 \cdot L \cdot \varepsilon_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (3)$$

Trong đó:

$v$  là lượng tiêu thụ vữa ( $m^3$ );

$A$  là hệ số lấp đầy,  $A = 0,6$  đến  $0,9$ . Xác định thông qua khoan phụt thử nghiệm, tùy thuộc vào khả năng lấp đầy lỗ rỗng;

$R$  là bán kính lan truyền vữa (m);

$L$  là chiều dài đoạn phụt (m);

$\varepsilon_0$  là độ rỗng của đất;

$k_2$  là hệ số ép nước khối vữa khi phụt dưới áp lực,  $k_2 = 1,0$  đến  $1,4$ . Đối với các loại vữa hoá học không nhả nước  $k_2 = 1$ , đối với các loại vữa tạo gen hoặc huyền phù  $k_2 = 1,4$ ;

$k_1$  là hệ phân tán vữa ra ngoài phạm vi màn phụt,  $k_1 = 1,0$  đến  $1,25$ . Đối với hàng ngoài cùng  $k_1 = 1,25$ , đối với hàng bên trong  $k_1 = 1$ ;

Lượng tiêu thụ vữa cho đoạn phụt sẽ được hiệu chỉnh sau khi có kết quả khoan phụt thử nghiệm.

### 6.1.4 Trình tự thi công

#### 1) Khoan tạo lỗ

a) Công tác khoan tạo lỗ sử dụng phương pháp khoan xoay, yêu cầu các lỗ khoan phải thẳng đứng để đảm bảo khoảng cách đều nhau, thành hố khoan phải giữ được ổn định không bị sập;

b) Thứ tự khoan tạo lỗ và khoan phụt như sau: (1) Hàng biên phía hạ lưu; (2) Hàng biên phía thượng lưu; (3) Hàng lấp đầy, hàng tim.

c) Lỗ khoan có đường kính từ (91 đến 110) mm, khi gặp tầng cát cuội sỏi quá dày thì phải khoan với đường kính 130 mm đến độ sâu thiết kế, cần sử dụng dung dịch khoan bentonite để thành lỗ khoan không bị sập lở trong quá trình khoan. Trường hợp vữa khoan bằng dung dịch bentonite vẫn không giữ được thành hố khoan thì phải sử dụng ống vách, khi đổ xong vữa áo ống vách phải được rút lên hết khỏi hố khoan.

#### 2) Rửa lỗ khoan

Sau khi khoan xong, kéo bộ khoan cách đáy từ (0,8 đến 1) m, tiến hành bơm dung dịch khoan xuống qua thiết bị khoan để đẩy hết dung dịch cũ và mùn khoan ra ngoài đồng thời gia cố thêm thành lỗ khoan. Khi quan sát thấy dung dịch trào qua miệng hố khoan gần giống như dung dịch

bơm xuống thì dừng và kéo bộ khoan lên.

**3) Bơm vữa áo**

Đưa ống dẫn xuống gần đáy lỗ khoan và bơm vữa áo theo phương pháp vữa dâng, vữa áo sẽ đẩy hết dung dịch khoan ra ngoài và lấp đầy lỗ khoan.

**4) Đặt ống manchette**

Ngay khi vữa áo vừa được bơm đầy lỗ khoan, tiến hành hạ ống manchette vào lỗ khoan, định vị và neo giữ cho ống manchette thẳng đứng. Khi vữa áo bị co ngót thì bơm bù cho đến khi đầy lỗ khoan.

**5) Phụt vữa**

a) Sau khi bơm đầy lỗ khoan từ (2 đến 5) ngày, vữa áo đạt cường độ yêu cầu thì tiến hành công tác phụt vữa. Phụt vữa hai hàng biên của màn chống thấm trước với vữa phụt đặc nhất và sử dụng áp lực phụt thấp để vữa không đi quá xa;

b) Đối với một hố khoan phụt, phương pháp phụt vữa qua ống manchette chủ yếu được thực hiện từ dưới lên trên. Tùy theo từng trường hợp cụ thể tại hiện trường có thể phụt từ trên xuống dưới; phụt kết hợp từ dưới lên, từ trên xuống; phụt từ dưới lên – từ trên xuống – từ dưới lên từng đoạn.

c) Trình tự phụt vữa qua ống manchette như sau:

c1) Thả bộ phụt nút kép xuống đến đoạn phụt dự kiến phụt sao cho phạm vi phụt giữa 2 nút trùng với các lỗ đục trên ống manchette, bơm căng nút để bộ nút kép giữ chắc chắn vào thành ống manchette rồi tiến hành phụt vữa.

c2) Bơm vữa phụt áp lực cao khoảng từ (7,5 đến 25) kG/cm<sup>2</sup> đến khi làm thủng manchette cho vữa phụt thoát ra phá vỡ lớp vữa áo sau đó tiến hành phụt vữa theo 3 bước như sau:

Bước 1: Bơm áp lực từ (5 đến 7) kG/cm<sup>2</sup> để vữa đi ngang đáy từ hố này sang hố kia và phụt khoảng 20% lượng dung dịch phụt cho đoạn phụt;

Bước 2: Bơm áp lực thấp, khống chế lưu lượng vữa đi từ (5 đến 30) l/min với lượng tiêu thụ vữa từ (30 đến 50) % lượng vữa thiết kế dự tính;

Bước 3: Tiếp tục phụt vữa với áp lực thấp, căn cứ thông số về áp lực phụt và lượng tiêu thụ vữa hiển thị trên thiết bị phụt để điều chỉnh cho phù hợp. Quá trình phụt kết thúc khi đạt độ chối, đảm bảo no vữa cho đoạn phụt.

Khi lượng tiêu thụ vữa vẫn lớn thì dừng phụt và tiến hành như sau:

+ Đang phụt đoạn 1 thì kéo bộ nút kép lên đoạn 2 phía trên và thực hiện theo trình tự 3 bước như đoạn 1; sau khi đoạn 2 phụt xong, tiếp tục hạ bộ nút kép xuống đoạn 1 và tiến hành phụt đến khi đạt độ chối; nếu phụt đoạn 2 vẫn chưa giảm lưu lượng thì kéo bộ phụt nút kép lên phụt đoạn 3 rồi quay lại đoạn 2 phụt đến khi đạt độ chối;

+ Tiếp tục quá trình cho đến khi kết thúc hố khoan phụt.

+ Trường hợp khi quay lại phụt bước 3 cho đoạn phụt phía dưới mà lượng vữa vẫn đi lớn thì dừng phụt, chuyển bộ nút kép lên trên phụt bước 1 và bước 2 cho tất cả các đoạn phụt còn lại của hố phụt. Tạm dừng phụt tối thiểu khoảng 12 h rồi chuyển bộ nút kép xuống phụt từ đoạn phụt dưới cùng phụt lên, phụt đến khi đạt độ chối đảm bảo no vữa cho từng đoạn phụt.

#### 6) Áp lực phụt

a) Áp lực phá vữa áo: duy trì áp lực từ (7,5 đến 25) kG/cm<sup>2</sup> để phá vỡ lớp vữa áo. Khi áp lực giảm đột ngột thì duy trì thêm 1 min (phút) và điều chỉnh áp lực để đáp ứng áp lực tại manchette từ (5 đến 7) kG/cm<sup>2</sup>.

b) Áp lực phụt vữa hàng biên: áp lực phụt vữa ban đầu từ (5 đến 7) kG/cm<sup>2</sup> để vữa thẩm thấu ngang phần đáy từ hố phụt này sang hố phụt khác, duy trì áp lực này đến khi đạt từ (15 đến 20) % lượng vữa của đoạn phụt thì giảm áp lực, sau đó duy trì áp lực phụt để lượng tiêu thụ vữa trong khoảng từ (5 đến 30) l/min nhằm giữ vữa phụt không lan quá xa. Khi phụt hết lượng vữa tính toán cho đoạn phụt thì dừng.

c) Áp lực phụt vữa hàng lấp đầy: thực hiện tương tự như phụt hàng biên, duy trì áp lực từ (5 đến 7) kG/cm<sup>2</sup> để phụt 20% lượng vữa cho đoạn phụt, sau đó hạ áp lực và tiếp tục phụt đến khi đạt độ chối. Căn cứ thông số về áp lực phụt và lượng tiêu thụ vữa hiển thị trên thiết bị phụt để điều chỉnh cho phù hợp.

d) Áp lực ở đoạn phụt (P) được tính như sau:

$$P = P_{dh} - (\Delta P_0 + \Delta P_n) + 0,1[\gamma_1 h + (H - h)(\gamma_1 - \gamma)] \quad (4)$$

Trong đó:  $P_{dh}$  là áp lực báo tại đồng hồ đo (kG/cm<sup>2</sup>)

$\Delta P_0$  là tổn thất áp lực trong đường ống, để an toàn lấy  $\Delta P_0 = 0$

$\Delta P_n$  là tổn thất áp lực tại bộ nút kép, để an toàn lấy  $\Delta P_n = 0$

$\gamma_1$  là dung trọng vữa phụt (kG/cm<sup>3</sup>);

$\gamma$  là dung trọng của nước = 1 (kG/dm<sup>3</sup>);

H là chiều sâu đặt bộ nút kép (m);

h là chiều sâu đến mực nước ngầm (m)

đ) Áp lực phụt tại đoạn phụt tối đa cho phép  $P_{max}$  là áp lực đủ để đẩy vữa xâm nhập vào môi trường đất nhưng phải nhỏ hơn sức chịu tải và sự kết dính của lớp đất tại đoạn phụt để tránh làm phá vỡ kết cấu của lớp đất đó.

$$P_{max} \leq 1,2(\gamma \cdot h + C \cdot \tan \varphi) \quad (5)$$

Trong đó:  $\gamma$  là dung trọng tự nhiên của đất tại đoạn phụt (kG/cm<sup>3</sup>)

$h$  là độ sâu của đoạn phụt (cm)

$C$  là lực dính tự nhiên của đất tại đoạn phụt ( $\text{kG/cm}^2$ )

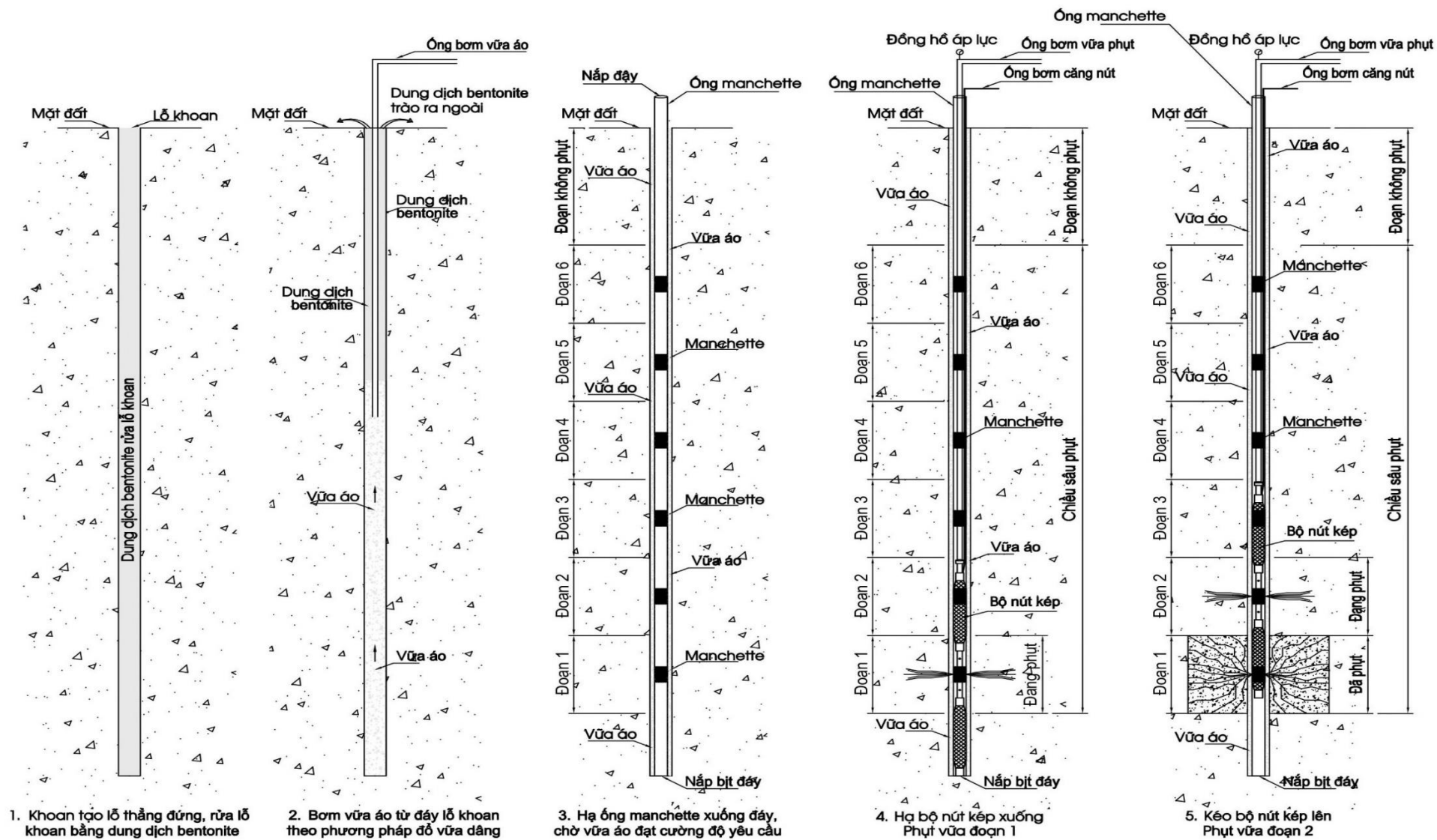
$\varphi$  là góc ma sát trong tự nhiên của đất tại đoạn phụt (độ)

7) Điều kiện dừng phụt

Dưới áp lực phụt lớn nhất của đoạn phụt, phụt đến khi đạt độ chối thiết kế thì dừng hoặc lưu lượng vừa tiêu thụ giảm xuống dưới 1 l/min kéo dài trong 5 phút và không giảm áp lực.

8) Sơ đồ trình tự thi công

Sơ đồ trình tự thi công phụt vừa qua ống manchette như Hình 5.



**Hình 5 - Trình tự thi công phụt vữa qua ống manchette**

### **6.1.5 Các sự cố xảy ra và biện pháp xử lý**

6.1.5.1 Trong quá trình phụt qua ống manchette, khi xảy ra hiện tượng dung dịch vữa đi qua vữa áo lên phía trên (do vữa áo chưa đạt cường độ hoặc do bị nứt dọc, ...) thì dừng phụt chờ tối thiểu 24 h cho vữa đông cứng lại rồi mới phụt tiếp với áp lực thấp hoặc kéo bộ nút kép lên đoạn phụt trên cùng và phụt từ trên xuống.

6.1.5.2 Trường hợp xảy ra các sự cố về máy hoặc bộ nút phụt, nếu thời gian khắc phục trên 1 h thì phải bơm rửa ống dẫn, xả bỏ vữa đang bơm để sử dụng vữa mới.

6.1.5.3 Trong quá trình phụt cần chú ý theo dõi mọi biến đổi có thể xảy ra như xuất hiện nứt bề mặt đất, phình, thủng hoặc vỡ ống dẫn vữa, sụt áp lực phụt đột ngột... để xử lý kịp thời.

1) Xuất hiện kẽ nứt trên bề mặt đất nghĩa là áp lực phụt quá lớn gây phá hủy kết cấu đất, hiện tượng này có thể xảy ra khi phụt một hai đoạn phụt cuối ở gần mặt đất. Khi đó phải dừng phụt, tìm biện pháp xử lý xong mới phụt lại với áp lực thấp;

2) Khi áp suất giảm đột ngột (có thể do các nguyên nhân như phụt gần các bờ dốc, bờ sông suối hoặc gần các các hang hốc, tổ mối...), khi đó phải dừng phụt và phải chế tạo vữa phụt có nồng độ cao hơn rồi mới tiếp tục phụt với áp lực thấp nhất (cần thiết phải pha thêm phụ gia đông kết nhanh) hoặc phụt gián đoạn. Trường hợp hang hốc có độ rộng lớn, phải tìm biện pháp lấp đầy bằng vật liệu hạt thô như cát cuội sỏi, sau khi kiểm tra hang hốc đã được lấp đầy thì mới tiến hành phụt tiếp.

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

6.1.6.1 Sau khi đã phụt xong toàn bộ hố phụt, phải lấp đầy ống manchette bằng chính vữa phụt. Lắp từ dưới lên bằng cách đổ vữa qua một ống thả từ trên miệng xuống đáy và được nâng dần lên theo mức độ đầy vữa trong ống. Trong quá trình vữa co ngót, phải đổ bù để đầy lỗ khoan.

6.1.6.2 Chỉ lắp lỗ khoan sau khi đã kiểm tra và đảm bảo các yêu cầu thiết kế. Nếu có vị trí chưa đạt hệ số thấm thiết kế thì đưa bộ phụt nút kép vào ống manchette để phụt lại.

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

6.1.7.1 Công tác khoan kiểm tra được thực hiện trên toàn bộ mạng lưới khoan phụt. Số lượng hố khoan kiểm tra thường được quy định  $\leq 10\%$  khối lượng hố khoan phụt.

6.1.7.2 Vị trí các hố khoan kiểm tra do chủ đầu tư, tư vấn giám sát và tư vấn thiết kế chỉ định.

6.1.7.3 Công tác khoan kiểm tra được tiến hành sau khi kết thúc công tác khoan phụt ít nhất 7 ngày.

6.1.7.4 Kiểm tra khoan phụt xác định hệ số thấm ( $K_{th}$ ) của đất thực hiện theo TCVN 8731; Khi kiểm tra khoan phụt xác định hệ số thấm ( $K_{th}$ ) trong tầng cát cuội sỏi ở lòng sông hoặc thềm sông thực hiện theo TCVN 9148. Ngoài ra còn có thể dùng biện pháp địa vật lý là đo karota điện trong các lỗ khoan kiểm tra.

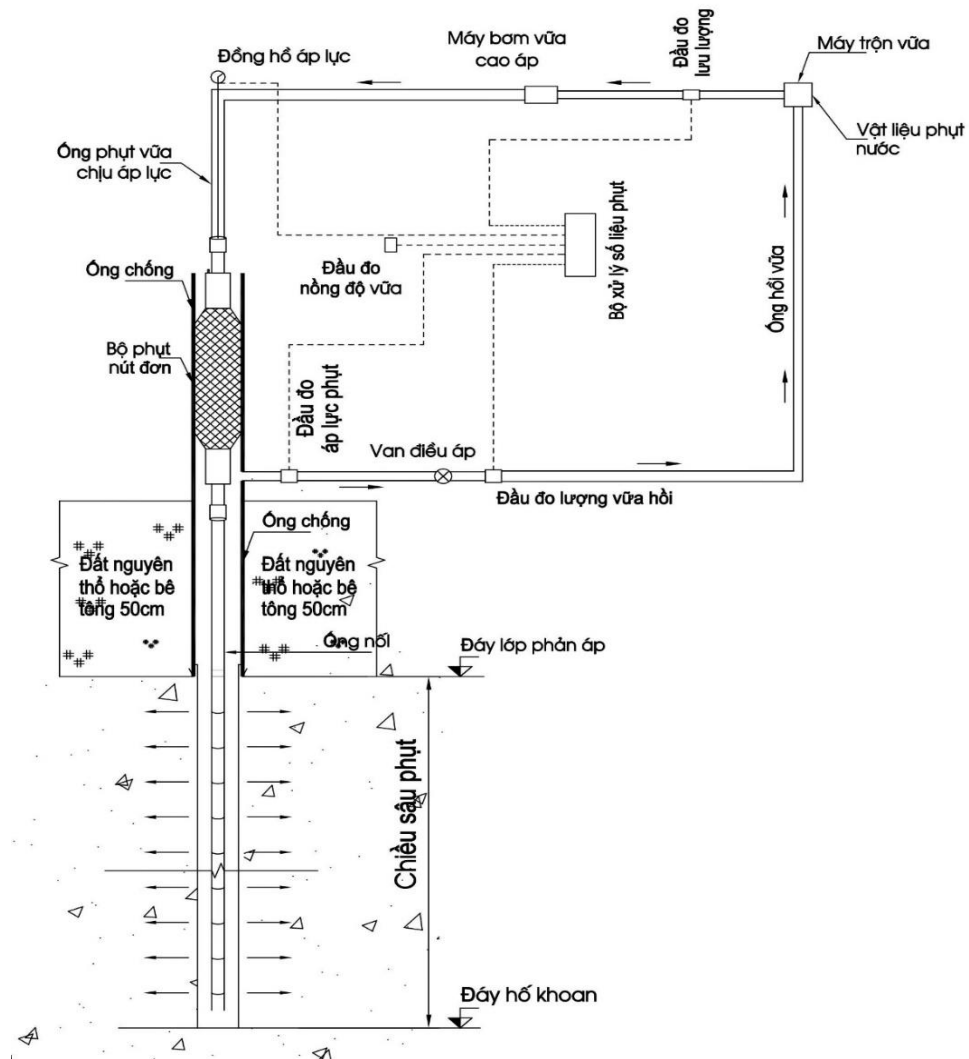
6.1.7.5 Khoan phụt đại trà được coi là đạt yêu cầu khi thí nghiệm kiểm tra nền đất sau khi khoan

phụt có hệ số thấm ( $K_{th}$ ) nhỏ hơn hoặc bằng hệ số thấm thiết kế ( $K_{TK}$ ) ( $K_{th} \leq K_{TK}$ ).

6.1.7.6 Nếu có một số đoạn thí nghiệm có hệ số thấm không đạt thì tiến hành khoan phụt bổ sung các hố bên cạnh hoặc phụt lại vị trí đã phụt chưa đạt yêu cầu (trường hợp phụt vừa qua ống manchette) và kiểm tra lại khu vực đó sau khi phụt bổ sung.

## 6.2 Thi công khoan phụt chống thấm cho đất dính

### 6.2.1 Sơ đồ bố trí thiết bị thi công



**Hình 6 - Bố trí thiết bị thi công phương pháp phụt vừa đặt nút ở miệng lỗ khoan**

### 6.2.2 Vừa khoan phụt

6.2.2.1 Đối với đất dính thì vật liệu vừa phụt phải có tính dính để đạt được hiệu quả phụt.

6.2.2.2 Vừa phụt nên dùng xi măng siêu mịn ( $Blaine > 5000 \text{ cm}^2/\text{g}$ ) để vừa dễ đi vào các lỗ rỗng của đất nền, khó bị tách nước, vừa phải được trộn đều cho đến khi đạt được ở dạng huyền phù.

6.2.2.3 Khi phụt, nồng độ vừa tăng dần từ loãng đến đặc. Tỷ lệ Nước/ Xi măng (N/X) ban đầu là 3/1, tăng dần đến 2/1, 1/1. Việc tăng độ đặc của vừa phụt phụ thuộc vào lượng tiêu thụ vừa trong quá trình phụt, nồng độ vừa cuối cùng là nồng độ khi đã đạt độ chổi.

6.2.2.4 Trường hợp phụt vữa chống thấm cho đất dính bằng phương pháp phụt vữa qua ống manchette với vữa phụt là xi măng trộn với bentonite và nước thì pha trộn khối lượng bentonite bằng khoảng 10% khối lượng xi măng.

6.2.2.5 Vữa phụt cho đất dính cũng có thể dùng sét, bentonite, silicat trộn với nước sạch. Thành phần và tỷ lệ trộn vữa phụt được khẳng định thông qua kết quả khoan phụt thử nghiệm.

### **6.2.3 Lượng tiêu thụ vữa**

Xác định lượng tiêu thụ vữa phụt cho đất dính tương tự như đối với đất rời quy định tại điều 6.1.3 tiêu chuẩn này.

### **6.2.4 Trình tự thi công**

#### **6.2.4.1 Khoan tạo lỗ**

1) Khoan tạo lỗ đặt nút ở miệng lỗ khoan, phải khoan khô từng đoạn để hạn chế tình trạng vữa khoan làm nhão và tạo lớp bùn mỏng trên vách hố khoan ảnh hưởng đến khả năng xâm nhập của vữa phụt vào môi trường đất;

2) Khoan đoạn phụt 1 với đường kính 110 mm, khoan qua tầng phản áp tới hết độ sâu (đoạn phụt 1), đóng ống chống đến hết tầng phản áp. Đối với đập đất thường được thiết kế chân khay, từ đáy chân khay sẽ phụt vữa chống thấm cho nền đập. Như vậy, có thể tiến hành khoan ngay từ mặt đất trước khi đào chân khay, đóng ống chống xuống tới lớp đất tại đáy chân khay (dày từ 4 m đến 5 m là tầng phản áp tự nhiên, sau đó sẽ được bóc đi khi thi công đào chân khay). Nếu không có chân khay thì cần làm tầng phản áp bằng bê tông dày khoảng 50 cm.

3) Khoan đoạn phụt 2, đoạn phụt 3, cho đến hết hố phụt với đường kính 91 mm.

#### **6.2.4.2 Phụt vữa**

Trình tự thi công phụt vữa cho đất dính cụ thể như sau:

a) Đặt bộ nút đơn trong ống chống phía trên miệng hố khoan, vị trí đặt bộ nút đơn không thay đổi trong tất cả các lần phụt cho các đoạn phụt;

b) Sau khi dung dịch vữa phụt được trộn đạt yêu cầu kỹ thuật thì tiến hành phụt cho đoạn phụt đầu tiên;

c) Áp lực phụt tiến hành từ thấp đến cao, lượng vữa đi cho đoạn phụt không quá (25 đến 30) l/min, nếu lượng vữa đi lớn thì điều chỉnh lượng nước trong vữa để tăng độ đặc lên một cấp;

đ) Áp lực phụt vữa tại máy bơm được xác định từ áp lực yêu cầu tại điểm ra (phụ thuộc áp lực tới hạn phá nền), có kể đến tổn thất áp lực dọc đường của dòng vữa và chênh lệch địa hình. Quá trình phụt vữa được tiến hành đến khi áp lực phụt đạt mức tối đa ( $P_{max}$ ) và lượng vữa giảm dần và đạt độ chối;

e) Tháo bộ nút đơn, tiếp tục khoan hết đoạn 2;

f) Đặt bộ nút đơn vào vị trí cũ rồi tiến hành phụt đoạn 2, vừa phụt bổ sung thêm cho đoạn 1 và chủ yếu xâm nhập vào đoạn 2. Cũng như phụt đoạn 1, quá trình phụt vừa đoạn 2 được tiến hành đến khi áp lực phụt lên mức tối đa ( $P_{\max}$ ) và lượng vừa giảm dần và đạt độ chối.

g) Quy trình phụt vừa tương tự như đoạn phụt 2 cho các đoạn phụt tiếp theo và cho đến hết hồ phụt.

#### 6.2.4.3 Áp lực phụt

a) Áp lực phụt thực tế bằng trị số áp lực tại đồng hồ cộng với một nửa chênh lệch cao độ từ đồng hồ tới đáy đoạn phụt và  $\pm 10\%$  sai số cho phép. Áp lực phụt được tăng dần theo độ sâu của đoạn phụt như Bảng 2.

**Bảng 2: Áp lực phụt theo độ sâu đoạn phụt**

| Đoạn phụt | Độ sâu đoạn phụt (từ - đến), m | Áp lực phụt, kG/cm <sup>2</sup> | Số lần được phụt      |
|-----------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 1         | Từ 0 đến 3                     | 2                               | Bảng số đoạn phụt (n) |
| 2         | Từ 0 đến 5                     | 4                               | = n - 1               |
| 3         | Từ 0 đến 8                     | 6                               | = n - 2               |
| 4         | Từ 0 đến 13                    | 8                               | = n - 3               |
| 5         | Từ 0 đến 18                    | 10                              | = n - 4               |
| 6         | Từ 0 đến 23                    | 12                              | = n - 5               |
| 7         | Từ 0 đến 28                    | 14                              | = n - 6               |
| 8         | Từ 0 đến 33                    | 18                              | = n - 7               |
| 9         | Từ 0 đến 39                    | 22                              | = n - 8               |
| 10 (cuối) | Từ 0 đến 45                    | 25                              | = n - (n - 1)         |

b) Áp lực phụt dung dịch tối đa trong đất dính (và đất đá phong hoá hoàn toàn) phải thoả mãn các yếu tố sau:

b1) Áp lực phụt không được phá vỡ kết cấu của bản thân lớp đất tại đoạn phụt.

b2) Trường hợp phụt vừa chống thấm nền và thân đập đất, áp lực phụt cho từng đoạn phụt không được nhỏ hơn áp lực cao nhất tác dụng lên lớp đất tại vị trí đoạn phụt.

b3) Áp lực tối đa cho phép  $P_{\max}$  được xác định theo công thức:

$$P_{\max} \leq \gamma \cdot h + C \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (6)$$

Trong đó:  $\gamma$  là dung trọng tự nhiên của đất tại đoạn phụt (kG/cm<sup>3</sup>);

$C$  là lực dính tương ứng với trạng thái của đất (kG/cm<sup>2</sup>);

$\varphi$  là góc ma sát trong tương ứng với trạng thái của đất (độ)

$h$  là độ sâu của đoạn phụt (cm)

Để khoan phụt chống thấm trong đất dính, áp lực phụt tối đa như đã nêu ở trên, còn áp lực phụt

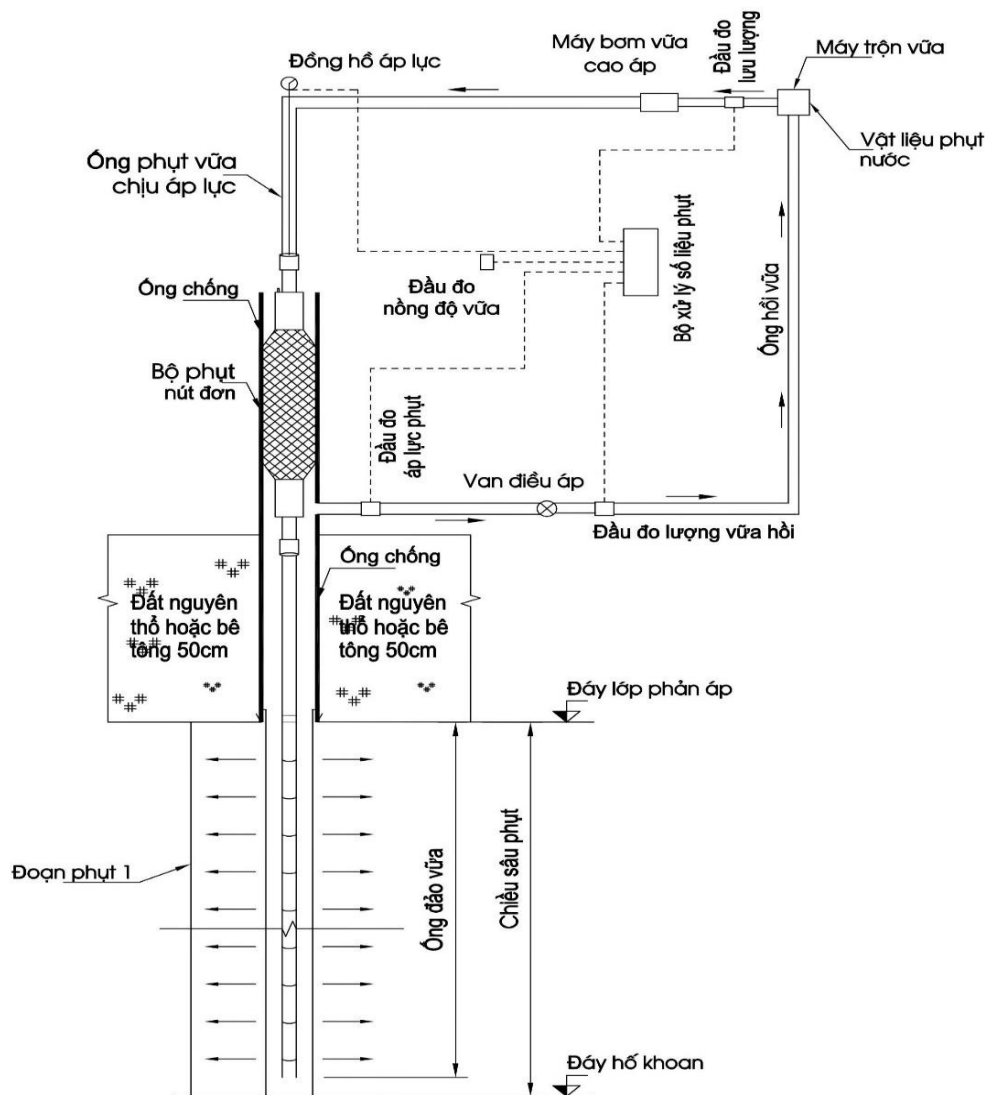
ban đầu phụ thuộc vào lưu lượng đi của vữa. Khi lượng tiêu thụ vữa lớn hơn (25 đến 30) l/min thì không được tăng áp lực. Trong trường hợp này có thể tăng nồng độ vữa lên 1 cấp và tiếp tục phụt; Nếu lượng tiêu thụ vữa giảm nhiều thì tiếp tục tăng áp lực phụt. Khi tăng áp lực phụt vữa đến  $P_{max}$  mà lượng tiêu thụ vữa vẫn thấp, đạt độ chối thì dừng phụt.

#### 6.2.4.4 Điều kiện dừng phụt

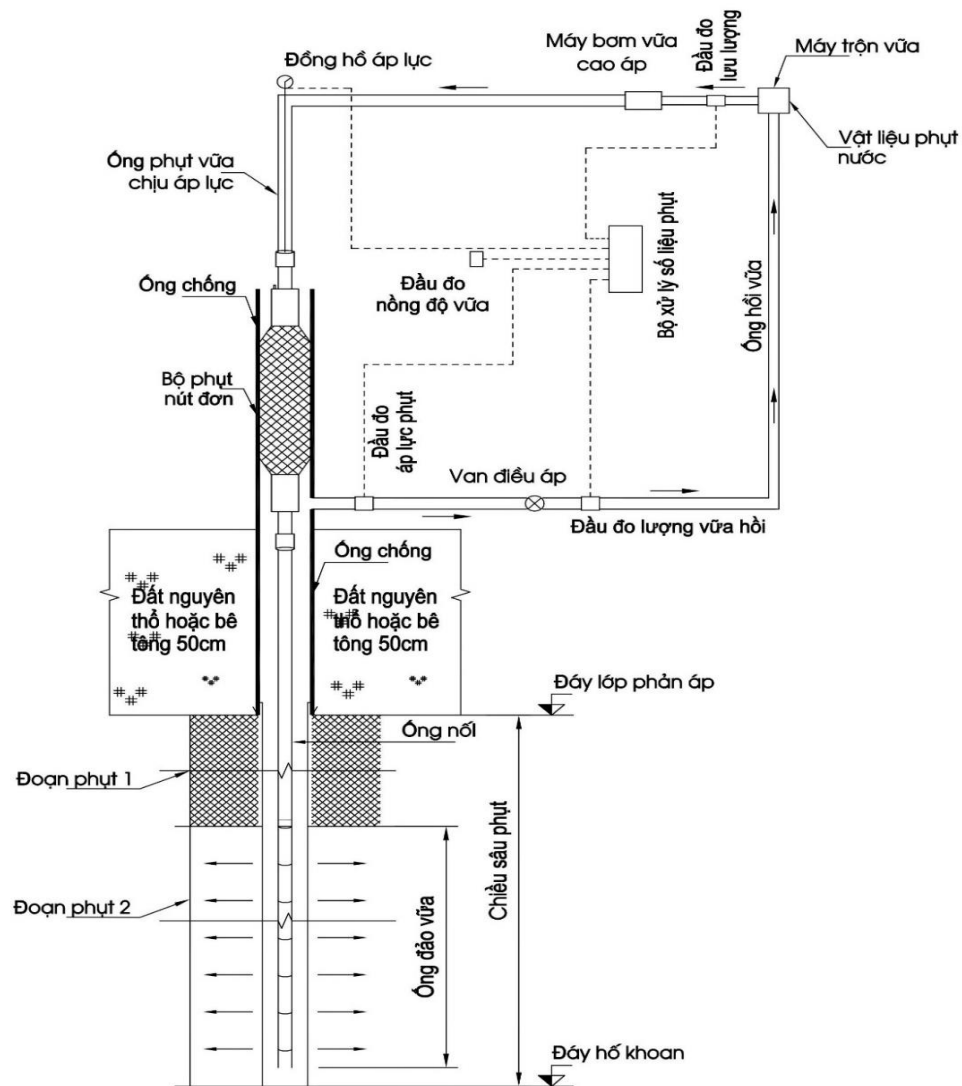
Công tác phụt tại đoạn phụt được coi là hoàn thành khi đạt độ chối hoặc lưu lượng vữa tiêu thụ giảm xuống dưới 1 l/min kéo dài trong 30 phút và không giảm áp lực.

#### 6.2.4.5 Sơ đồ trình tự thi công

Sơ đồ trình tự thi công phụt vữa đặt nút ở miệng hố khoan như hình sau:



Hình 7 - Thi công khoan phụt đoạn 1



**Hình 8 - Thi công khoan phụt đoạn 2**

1) Bộ nút đơn được đặt ngay trên miệng hố khoan, phía dưới là đáy hố khoan đóng vai trò như 1 nút chặn để duy trì áp lực phụt. Khoan hết đoạn 1, gắn bộ nút đơn để phụt đoạn 1, tháo bộ nút đơn để khoan hết đoạn 2, gắn bộ nút đơn vào vị trí cũ để phụt đoạn 2 và cứ tiếp tục như thế cho toàn bộ hố khoan phụt.

2) Đoạn phụt được thiết kế chiều dài từ (3 đến 5) m theo nguyên tắc đoạn phụt trên cùng có chiều dài ngắn nhất, đoạn phụt dưới cùng có chiều dài lớn nhất. Dựa vào mặt cắt khảo sát địa chất, nếu có các đới đặc biệt như bùn sét, đất kém chặt dễ sạt lở hoặc tính thấm mạnh thì phân đoạn phụt trực tiếp vào các đới đó, khi đó đoạn phụt có thể nhỏ hơn 3 m tùy thuộc vào chiều dày của các đới đặc biệt này.

3) Phân đoạn phụt theo thứ tự từ trên xuống dưới, đặt tên kế tiếp nhau theo thứ tự là đoạn 1, đoạn 2, đoạn 3... cho đến hết hố khoan phụt.

### 6.2.5 Các sự cố xảy ra và biện pháp xử lý

Khi xảy ra hiện tượng tắc lỗ phụt hoặc tắc ống dẫn vữa thì cần điều chỉnh nồng độ vữa theo tỷ lệ hợp lý. Không nên phụt vữa quá đặc.

### **6.2.6 Lắp lỗ khoan sau khi phụt**

6.2.6.1. Giữ nguyên bộ nút đơn sau khi kết thúc phụt khoảng 24 h chờ vữa ninh kết mới được tháo (tránh tình trạng vữa trào ra ngoài lỗ khoan phụt do áp lực dư). Trong quá trình vữa ninh kết nếu có hiện tượng co ngót thì phải đổ bù để lấp đầy lỗ khoan bằng chính vữa phụt.

6.2.6.2 Chỉ lắp lỗ khoan sau khi đã kiểm tra và đảm bảo các yêu cầu thiết kế.

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

Theo quy định tại điều 6.1.7 tiêu chuẩn này.

## **7. Khoan phụt thử nghiệm, khoan phụt đại trà và hoàn công khoan phụt**

### **7.1 Khoan phụt thử nghiệm**

**7.1.1** Trước khi thi công khoan phụt đại trà phải tiến hành khoan phụt thử nghiệm tại hiện trường để hiệu chỉnh các thông số và quy trình khoan phụt thiết kế.

**7.1.2** Các thông số cần xác định trước và sau khoan phụt thử nghiệm tại hiện trường:

- 1) Hệ số thấm  $K_{th}$  trước khi khoan phụt.
- 2) Hệ số thấm  $K_{th}$  sau khi khoan phụt.
- 3) Thành phần, nồng độ dung dịch các loại vữa thích hợp.
- 4) Áp lực, lưu lượng vữa phụt.
- 5) Lưu lượng tiêu thụ vữa cho 1 m phụt của các hố khoan thử nghiệm trên cùng một hàng và trên các hàng khác nhau, từ đó xác định được lượng tiêu thụ vữa trung bình cho 1 m phụt ở từng hàng và trung bình cho toàn bộ các hố khoan phụt thử nghiệm.
- 6) Chiều dày phù hợp của tầng phản áp.

#### **7.1.3 Mạng lưới khoan phụt thử nghiệm**

- 1) Căn cứ hồ sơ thiết kế về chống thấm, lựa chọn vùng thi công thử nghiệm phải đại diện cho các khu vực có tính thấm khác nhau.
- 2) Phải phụt đúng vào vị trí các hố dự kiến thiết kế khoan phụt đại trà, dùng các hố khoan lân cận làm hố khoan quan trắc.
- 3) Phải phụt với phương pháp phụt, chế độ phụt, kỹ thuật khoan phụt đúng như quy định cho khoan phụt đại trà.

#### **7.1.4 Thi công khoan phụt thử nghiệm**

- 1) Tiến hành thí nghiệm đổ nước hoặc hút nước để xác định hệ số thấm của đất vùng thử nghiệm.
- 2) Thi công khoan phụt thử nghiệm theo phương pháp phụt vữa qua ống manchette theo quy định tại điều 6.1 tiêu chuẩn này đối với đất rời.

3) Thi công khoan phụt thử nghiệm theo phương pháp phụt vừa đặt nút cố định ở miệng lỗ khoan theo quy định tại điều 6.2 tiêu chuẩn này đối với đất dính.

#### **7.1.5 Báo cáo khoan phụt thử nghiệm**

Sau khi hoàn thành công tác khoan phụt thử nghiệm (bao gồm cả kiểm tra), phải lập báo cáo kết quả khoan phụt thử nghiệm gồm các tài liệu sau:

- 1) 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).
- 2) Biên bản bàn giao mặt bằng thi công, biên bản xác định vị trí các hố khoan.
- 3) Biên bản kiểm tra thiết bị, máy móc kèm theo kết quả kiểm định các loại thiết bị đo liên quan;.
- 4) Chứng nhận chất lượng sản phẩm hàng hóa, vật tư chế tạo vừa phụt hoặc kết quả thí nghiệm vật liệu của tổ chức thử nghiệm.
- 5) Nhật ký khoan, nhật ký phụt của các hố thử nghiệm, quan trắc và kiểm tra. Mẫu theo dõi khoan, lắp đặt thiết bị khoan, theo dõi phụt vừa và theo dõi đổ nước, hút nước trong kiểm tra, nghiệm thu tham khảo Phụ lục B.
- 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.
- 8) Hình trụ các hố khoan thử nghiệm và hố khoan kiểm tra theo quy định hiện hành.
- 10) Biểu thí nghiệm và tính toán hút hoặc đổ nước theo quy định hiện hành.
- 11) Kết luận về kết quả kiểm tra hiệu quả khoan phụt đạt / không đạt yêu cầu.

### **7.2 Khoan phụt đại trà**

**7.2.1** Sau khi có báo cáo kết quả thi công khoan phụt thử nghiệm được chấp nhận hoặc phê duyệt thì tiến hành thi công khoan phụt đại trà.

**7.2.2** Thực hiện theo quy định tại điều 6.1 tiêu chuẩn này để thi công phụt vừa qua ống manchette, điều 6.2 tiêu chuẩn này để thi công phụt vừa đặt nút cố định tại miệng hố khoan.

**7.2.3** Công tác kiểm tra khoan phụt đại trà thực hiện theo các quy định tại điều 6.1.7; 6.2.7 tiêu chuẩn này.

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

Sau khi kết thúc công tác khoan phụt vừa vào nền đất (bao gồm cả khoan kiểm tra) phải thực hiện lập hồ sơ hoàn công công tác khoan phụt. Hồ sơ hoàn công thực hiện theo điều 6.1.8 và Phụ lục I TCVN 8645, có thể lập theo từng khu vực (hoặc theo từng đợt thi công) và cần chú ý các tài liệu sau đây:

- 1) Báo cáo kết quả khoan phụt thử nghiệm thực hiện theo quy định 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) Biên bản kiểm tra thiết bị, máy móc kèm theo kết quả kiểm định các loại thiết bị đo liên quan;
- 4) Chứng nhận chất lượng sản phẩm hàng hóa, vật tư chế tạo vữa phụt hoặc kết quả thí nghiệm vật liệu của tổ chức thử nghiệm;
- 5) Nhật ký khoan, nhật ký phụt của các hố thi công và kiểm tra thực hiện theo quy định;
- 6) Biểu thí nghiệm và tính toán đổ nước hoặc hút nước theo quy định hiện hành;
- 7) Biên bản kết quả thí nghiệm tại các hố khoan kiểm tra thực hiện theo quy định, so sánh hệ số thấm trước, sau khi khoan phụt và so với yêu cầu của thiết kế;
- 8) 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;
- 9) 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 theo quy định của tiêu chuẩn này;
- 10) Kết luận của đơn vị giám sát thi công về kết quả thực hiện của từng hạng mục công việc.

## **8. Nghiệm thu khoan phụt**

Công tác nghiệm thu khoan phụt thực hiện theo điều 7 TCVN 8645, nhưng cần chú ý các nội dung sau:

- 1) Các bản vẽ hoàn công của công tác khoan phụt;
- 2) Tài liệu nhật ký khoan, nhật ký 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 vật liệu phụt;
- 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.

**Phụ lục A**  
(Tham khảo)

**Trộn vữa xi măng + Bentonite**

**A.1 Phương pháp xác định các chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng của vữa**

**A.1.1 Khối lượng riêng  $\gamma$  (kG/cm<sup>3</sup>)**

$$\gamma = \frac{G}{V} \text{ (kG/cm}^3\text{)}$$

Trong đó: G là khối lượng (kG);  
V là thể tích (cm<sup>3</sup>).

**A.1.2 Độ loang D (cm)**

Dụng cụ đo là cốc hình nón cụt, đường kính đáy 6 cm và đỉnh 3,8 cm, cao 6 cm, một tấm kính phẳng có các vạch tròn đồng tâm đường kính D (cm).

Vữa đổ đầy cốc và nhấc lên theo phương thẳng đứng và đọc số đo d(cm) (lấy 4 số đo) và lấy số trung bình. Độ loang đo theo các khoảng thời gian 1, 15, 30 và 60 phút.

**A.1.3 Độ nhớt T (s)**

Đo độ nhớt T bằng phễu Marsh. Độ nhớt tính bằng giây là thời gian chảy hết 1000 ml hoặc 500 ml vữa qua 1 ống kim loại d = 5 mm và dài 100 mm.

**A.1.4 Độ tách nước B/O (%)**

Dụng cụ đo là một ống thủy tinh 100 ml có vạch chia. Đổ đầy vữa, đặt tĩnh và đo lượng nước tách ra sau (2 đến 3) h và 24 h. Tính tỷ lệ B/O (%).

**A.1.5 Độ thải nước**

Để đo độ thải nước của vữa khoan, sử dụng dụng cụ BM-6, dụng cụ gồm:

- 1 đĩa, đáy dưới đặt giấy (thấm) lọc và có một lỗ nhỏ để thoát nước thải của vữa;
- Phía trên đĩa là một cốc đựng vữa thí nghiệm có dung tích 100ml. Phía trên cốc lắp một ống xi lanh có dung tích 400 ml đựng dầu;
- Một ống pit tông kim loại gắn thang chia vạch đo độ thải từ (0 đến 40) ml / 30 min.

Quy trình đo: Đặt giấy (thấm) lọc vào đáy đĩa, lắp gioăng cao su, vận cốc đựng mẫu vào theo ren, rót vữa đầy cốc, rót dầu vào xi lanh, lắp pít tông vào xi lanh và điều chỉnh van dầu về vạch 0. Đóng van dầu và bấm đồng hồ đo: Mẫu vữa chịu áp lực phía trên là 1 kG/cm<sup>2</sup>. Sau 30 phút đọc kết quả trên thang vạch. Đó là giá trị độ thải nước của vữa khoan.

Lần lượt tháo pit tông, tháo van dầu, tháo xi lanh, tháo cốc, đưa đĩa có giấy lọc và phần sét đọng lại xối nhẹ qua van nước, đo chiều dày phần sét đọng, đó chính là chiều dày vỏ bún cần xác định của vữa khoan trên vách hố khoan  $t_{\min}$ .

**A.1.6 Đo hàm lượng cát trong vữa**

Tức là đo hàm lượng (%) hạt  $d > 0,1 \text{ mm}$  trong vữa, hàm lượng cát cao sẽ thi công phức tạp và dễ sụt đổ.

Đo bằng “lồng kế” gồm 1 ống thủy tinh 10 ml có chia vạch được đặt vào đáy một ống kim loại dung tích 500 ml, phía trên có nắp đậy (nắp cũng đồng thời là 1 cốc dung tích 50 ml).

Thao tác: mở nắp lồng kế, đổ vào 50 ml vữa, sau đó cho nước vào đến vạch 500 ml. Đậy nắp lồng kế, lấy ngón tay bịt và lắc mạnh nhiều lần. Để lồng kế thẳng đứng, sau 1 phút đọc trên vạch chia của ống thủy tinh phần cát lắng, trị số này nhân đôi là giá trị cần đo.

#### **A.1.7 Xác định cường độ cắt tĩnh CHC ( $\text{mg/cm}^2$ )**

Đây là thông số độ bền của vữa khi kết cấu vữa hình thành. Phòng thí nghiệm hiện trường sử dụng máy CHC-2 có 2 ống trụ lồng vào nhau; ống trụ trong được cố định bởi một sợi dây thép lồng trong một ống phía trên có 1 đĩa chỉ độ, đĩa sẽ quay với số đo lực xoắn của sợi dây thép. Ống trụ ngoài (cốc hình trụ) được rót vữa cần kiểm tra vào; cốc trụ này được đặt trên một giá tròn và quay với vận tốc 0,2 vòng/phút.

Khi cốc ngoài quay, vữa trong cốc cũng quay và làm quay ống trụ trong. Sợi thép quay, ống trụ này bị xoắn lại. Khi đạt giá trị lực cắt tĩnh, vữa bắt đầu chảy, quan sát ta sẽ thấy ống trụ trong ngừng chuyển động và dây thép ngừng xoắn, trong khi cốc trụ ngoài vẫn quay với vận tốc đã định.

Góc xoắn của dây thép được đọc trên đĩa chia độ có thể tính được ứng lực cắt tĩnh theo công thức:

$$\nu = \frac{c\Phi_0}{2\pi r l}$$

Trong đó:  $\Phi_0$  là góc xoắn của sợi thép;

$\nu$  là ứng lực cắt tĩnh;

$c$  là hằng số, mô men xoắn của sợi dây thép ứng với  $1^\circ$  trên đĩa;

$r$  là bán kính ống trụ trong;

$l$  là chiều sâu vữa của ống trụ trong.

Tính được giá trị của  $\nu$  sau 1 phút và 10 phút.

#### **A.1.8 Cường độ kháng nén R7 và R28**

Sử dụng mẫu đúc khuôn  $7 \times 7 \times 7 \text{ cm}$  bảo dưỡng ở tuổi 7 và 28 ngày.

### **A.2 Tỷ lệ trộn vữa xi măng – bentonite – nước ở một số công trình đã thi công**

| Thứ tự | Loại đất                                | Xi măng (kg) | Bentonite (kg) | Nước (lít) | Công trình đã thi công              |
|--------|-----------------------------------------|--------------|----------------|------------|-------------------------------------|
| 1      | Á sét trung, nặng lẫn sạn sỏi, dẻo cứng | 350          | 32             | 918        | Hồ chứa nước Ô Thum – Tỉnh An Giang |
| 2      | Cát pha sét bụi lẫn ít                  | 350          | 35             | 918        | Hồ chứa nước Mỹ Lâm –               |

| Thứ tự | Loại đất                                              | Xi măng (kg) | Bentonite (kg) | Nước (lít) | Công trình đã thi công                      |
|--------|-------------------------------------------------------|--------------|----------------|------------|---------------------------------------------|
|        | cát hạt thô                                           |              |                |            | Tỉnh Phú Yên                                |
| 3      | Hỗn hợp cát sạn sỏi                                   | 310          | 80             | 910        |                                             |
| 3      | Á sét nặng – trung, á sét nhẹ, sét – sét cát          | 350          | 32             | 918        | Hồ chứa nước Dương Đông – Tỉnh Kiên Giang   |
| 4      | Hỗn hợp á sét nặng đến trung, á cát nhẹ đến nặng      | 350          | 35             | 916        | Hệ thống thủy lợi Dầu Tiếng – Tỉnh Tây Ninh |
| 5      | Hỗn hợp laterit, cát sạn sỏi                          | 350          | 82             | 910        |                                             |
| 6      | Đất sạn sỏi chứa sét lẫn bụi, kết cấu chặt vừa – chặt | 350          | 32             | 918        | Hồ chứa nước Hòn Chông – Tỉnh Kiên Giang    |
| 7      | Sạn sỏi laterit lẫn ít sét, cát hạt mịn               | 350          | 32             | 918        | Hồ chứa nước Gia Măng – Tỉnh Đồng Nai       |
| 8      | Á sét trung - nặng lẫn dăm sạn                        | 350          | 35             | 918        | Vũng Áng                                    |

### A.3 Hệ số thấm ở một số công trình đã thi công trước và sau khi phụt vữa:

| Stt | Tên công trình      | Loại đất                                                         | Hệ số thấm K trước khoan phụt (cm/s) | Hệ số thấm K sau khoan phụt (cm/s) | Phương pháp khoan phụt |
|-----|---------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| 1   | Hồ chứa nước Ô Thum | Á sét trung, nặng lẫn sạn sỏi, dẻo cứng                          | $1,68.10^{-4}$                       | $\leq 5.10^{-5}$                   | Phụt qua ống manchette |
| 2   | Hồ chứa nước Mỹ Lâm | - Hỗn hợp cát sạn sỏi,<br>- Cát pha, cát sạn ít sét, cát hạt thô | $6,5 \times 10^{-3}$                 | $1,2 \times 10^{-5}$               | Phụt qua ống manchette |

| Stt | Tên công trình             | Loại đất                                                          | Hệ số thấm<br>K trước<br>khoan phụt<br>(cm/s) | Hệ số thấm<br>K sau<br>khoan phụt<br>(cm/s) | Phương<br>pháp khoan<br>phụt |
|-----|----------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|
| 3   | Hồ chứa nước<br>Dương Đông | Á sét nặng – trung, á sét<br>nhẹ, sét – sét cát                   | $3,19.10^{-5}$ đến<br>$8,25.10^{-3}$          | $\leq 1.10^{-5}$                            | Phụt qua ống<br>manchette    |
| 4   | Dầu Tiếng                  | - Hỗn hợp cát sạn sỏi -<br>Laterit, cát pha                       | $2,0 \times 10^{-3}$                          | $4,2 \times 10^{-5}$                        | Phụt qua ống<br>manchette    |
| 5   | Hồ chứa nước<br>Hòn Chông  | Đất sạn sỏi chứa sét lẫn<br>bụi, kết cấu chặt vừa –<br>chặt       | $6,93.10^{-5}$ đến<br>$4,66.10^{-3}$          | $\leq 1.10^{-5}$                            | Phụt qua ống<br>manchette    |
| 6   | Gia Mỹ                     | Hỗn hợp sạn sỏi laterit –<br>thạch anh lẫn ít sét, cát<br>hạt mịn | $1,78.10^{-3}$ đến<br>$1,14.10^{-2}$          | $\leq 5.10^{-5}$                            | Phụt qua ống<br>manchette    |
| 7   | Vũng Áng                   | Á sét trung - nặng lẫn<br>dăm sạn                                 | $1,18.10^{-4}$ đến<br>$1,38.10^{-4}$          | $2,48.10^{-5}$<br>đến<br>$5,59.10^{-6}$     | Phụt qua ống<br>manchette    |



**B.3 Mẫu theo dõi phụt vữa đặt nút cố định ở miệng lỗ khoan**

**BẢNG THEO DÕI PHỤT VỮA**  
**(Phương pháp đặt nút cố định ở miệng lỗ khoan)**

Dự án:.....

Hạng mục:.....

Nhà thầu thi công: .....

Tên hố khoan phụt: ..... Ngày thi công: .....

| Đoạn phụt | Độ sâu đoạn phụt, từ đến đến, (m) | Áp lực phụt, (kG/cm <sup>2</sup> ) | Tỉ lệ vữa | Thời gian phụt (giờ) | Lượng vữa tiêu thụ (kg) |
|-----------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------|----------------------|-------------------------|
| 1         |                                   |                                    |           |                      |                         |
| 2         |                                   |                                    |           |                      |                         |
| 3         |                                   |                                    |           |                      |                         |
| 4         |                                   |                                    |           |                      |                         |
| 5         |                                   |                                    |           |                      |                         |
| 6         |                                   |                                    |           |                      |                         |
| ....      |                                   |                                    |           |                      |                         |
| Tổng cộng |                                   |                                    |           |                      |                         |

CHỦ ĐẦU TƯ

TƯ VẤN GIÁM SÁT

TƯ VẤN THIẾT KẾ

ĐƠN VỊ THI CÔNG

#### B.4 Mẫu theo dõi phút vừa qua ống manchette

[illegible]

**CHỦ ĐẦU TƯ**

**TƯ' VẤN GIÁM SÁT**

TU' VẤN THIẾT KẾ

ĐƠN VI THI CÔNG

#### B.5 Mẫu theo dõi đồ nước, hút nước áp dụng cho công tác kiểm tra, nghiệm thu

[illegible]

**CHỦ ĐẦU TƯ**

**TƯ VẤN GIÁM SÁT**

## TƯ VẤN THIẾT KẾ

**ĐƠN VI THI CÔNG**

[illegible]

**CHỦ ĐẦU TƯ**

**TƯ VẤN GIÁM SÁT**

TU' VẤN THIẾT KẾ

ĐƠN VI THI CÔNG

**Phụ lục C**  
(Tham khảo)  
**Khoan phụt cho nền đất mịn**  
(Phương pháp tiêm gia cố kết hợp chống thấm đất nền)

Công nghệ này có thể tham khảo “СНП 3.02.01-83 Пособие по химическому закреплению грунтов инъекцией в промышленном и гражданском строительстве – СНиП 3.02.01-83 Quy phạm khoan phụt vữa gia cố đất cho công trình xây dựng”

Đối với nền đất công trình thủy lợi, thường ứng dụng khoan phụt gia cố chống thấm kết hợp gia cố chịu lực. Vật liệu vữa phụt là xi măng, sét, thủy tinh lỏng, can xi clorua....

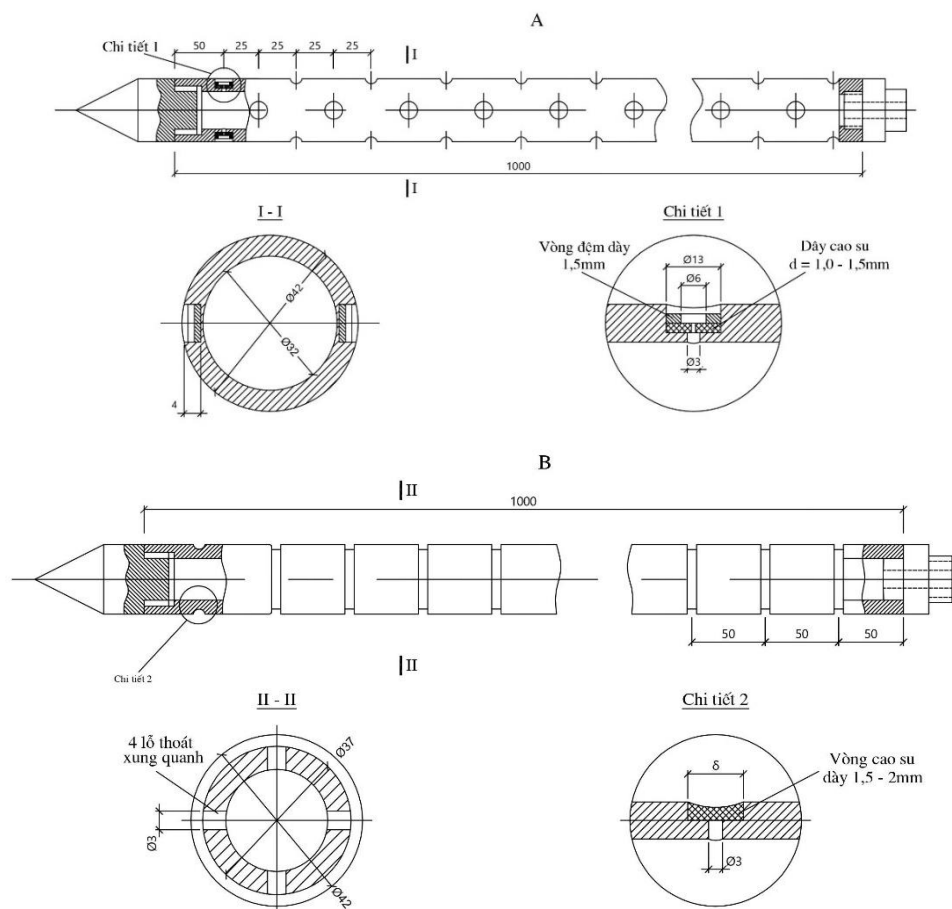
Sau đây sẽ giới thiệu khái quát về công nghệ khoan phụt trong nền đất.

### C.1 Thiết kế màn khoan phụt

(Tham khảo các TCVN 8645 về thiết kế màn khoan phụt)

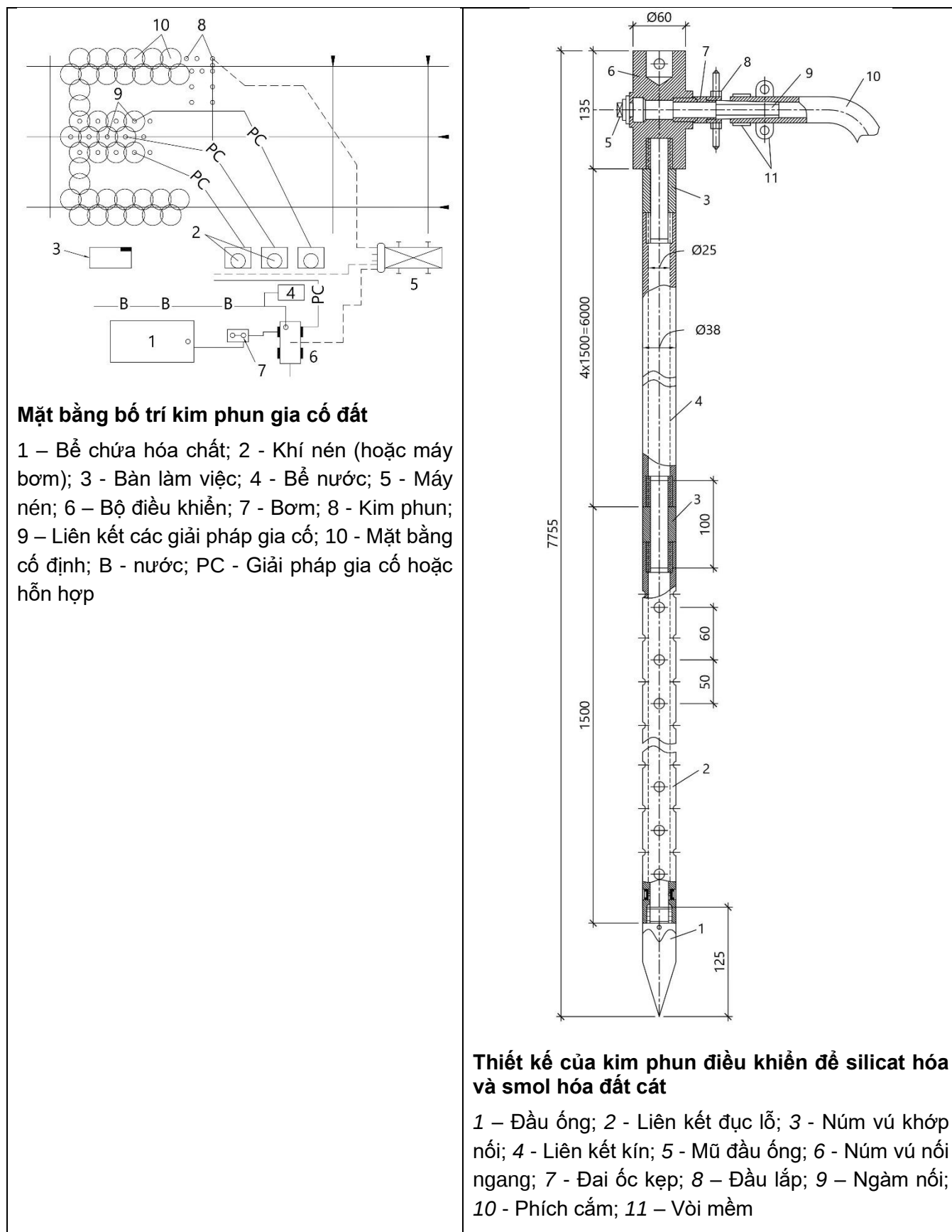
### C.2 Thi công màn khoan phụt

#### a) Cấu tạo ống phụt



**Hình C.1-Thiết kế của kim phun dẫn động để silicat hóa và làm tan đất cát và Liên kết đục lỗ**





Hình C.4 - Mặt bằng bố trí kim phun gia cố đất và cấu tạo kim phun



Hình C.5 - Hiện trường kim phun

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Thi công màn chống thấm đập thủy điện Hoà Bình – Phan Đình Đại.
  - [2] Hồ sơ thiết kế khoan phụt chống thấm hồ Dầu Tiếng – HECII.
  - [3] Hồ sơ thiết kế khoan phụt chống thấm hồ Mỹ Lâm – HECII.
  - [4] Hồ sơ thiết kế khoan phụt chống thấm hồ Dương Đông – HECII.
  - [5] Hồ sơ thiết kế khoan phụt chống thấm tuynen Vũng Áng – HECII.
  - [6] Hồ sơ thiết kế khoan phụt chống thấm hồ Gia Măng – HECII.
  - [7] Hồ sơ thiết kế khoan phụt chống thấm hồ Ô Thum – HECII.
  - [8] Hồ sơ thiết kế khoan phụt chống thấm hồ Hòn Chông – HECII.
  - [9] Bentonite Properties Are Unique. Bentonite is An Aluminum Silicate Clay That Is Used to Make Drilling Fluid in the Process of Mud Rotary Drilling of Water Wells.
  - [10] Ground Improvement Technique – Grouting Technology (For Irrigation Projects and Tunnelling) - Dr D L Shah Chairman IGS – Baroda Chapter.
  - [11] TechnicalGuide – SOLETANCHE BACHY.
  - [12] An Introduction to Soil Grouting.
  - [13] EM 1110-2-3506: *Grouting technology*.
  - [14] BS 5930-1999: *Code of practice for site investigations*.
-