

QUY PHẠM THIẾT KẾ TẦNG LỘC NGƯỢC CÔNG TRÌNH THỦY CÔNG

QP. TL - C - 5 - 75

29

**CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**

**QUY PHẠM
THIẾT KẾ TẦNG LỘC NGƯỢC
CÔNG TRÌNH THỦY CÔNG**

QP. TL - C - 5 - 75

HÀ NỘI - 2004

LỜI NÓI ĐẦU

Để phục vụ công tác quản lý, nghiên cứu và sản xuất, Vụ Khoa học Công nghệ đã cho in tái bản tiêu chuẩn ngành: “Quy phạm thiết kế tầng lọc ngược công trình thủy công QP-TL-C-5-75” theo quyết định ban hành số: 1129 TL/QĐ ngày 10 tháng 8 năm 1976 của Bộ trưởng Bộ Thủy lợi cũ, nay là Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.

Xin trân trọng giới thiệu cùng độc giả và mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp để lần tái bản sau được hoàn thiện hơn. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về Vụ Khoa học Công nghệ - Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn - số 2 Ngọc Hà, Ba Đình, Hà Nội.

MỤC LỤC

Chương I : Quy định chung	5
Chương II: Các hệ thức tính toán để xác định thành phần hạt các lớp của lọc ngược	11
Chương III: Phương pháp thiết kế lọc ngược bảo vệ đất không dính	25
- Trường hợp tính toán I	30
- Trường hợp tính toán II	34
- Trường hợp tính toán III	38
- Trường hợp tính toán IV	45
- Trường hợp tính toán V	52
- Trường hợp tính toán VI	56
Chương IV: Phương pháp luận thiết kế lọc ngược (vùng chuyển tiếp) bảo vệ đất dính	62
Chương V: Thiết kế lọc ngược bằng bê tông xối	73
Chương VI: Chỉ dẫn thi công lọc ngược các công trình thuỷ lợi	82

BỘ THỦY LỢI

-o-

Số 1129 TL/QĐ

CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

Hà Nội, ngày 10 tháng 08 năm 1976

BỘ TRƯỞNG BỘ THỦY LỢI

- Căn cứ nghị định số 138/CP của Hội đồng Chính phủ ngày 29-9-1961 quy định nhiệm vụ quyền hạn và tổ chức bộ máy của Bộ Thủy lợi;
- Xét yêu cầu thống nhất quản lý kỹ thuật trong toàn ngành;
- Theo đề nghị của ông Vụ trưởng Vụ kỹ thuật.

QUYẾT ĐỊNH

Điều 1: Nay ban hành kèm theo quyết định này “Quy phạm thiết kế tầng lọc ngược công trình thủy công”.

QP-TL-C-5-75

Điều 2: Quy phạm này dùng để thiết kế, kiểm tra thiết kế các tầng lọc ngược công trình thủy công.

Điều 3: Các đơn vị thiết kế trong toàn ngành phải nghiêm chỉnh chấp hành và hướng dẫn, kiểm tra việc chấp hành các điều khoản quy định trong quy phạm này.

Điều 4: Quy phạm này có hiệu lực kể từ ngày 30 tháng 1 năm 1978. Các quy định trước đây trái với quy phạm này đều bãi bỏ.

KT. BỘ TRƯỞNG BỘ THỦY LỢI
THỨ TRƯỞNG

Đã ký: Vũ Khắc Mẫn

QUY PHẠM THIẾT KẾ TẦNG LỌC NGƯỢC CÔNG TRÌNH THỦY CÔNG

CHƯƠNG I QUY ĐỊNH CHUNG

1.1. Phạm vi sử dụng

Quy phạm này dùng để thiết kế lọc ngược và vùng chuyển tiếp bằng đất không dính, cát, cuội, sỏi và đá dăm, cũng như lọc ngược bằng bê tông xếp, đặt trong các công trình thủy lợi ngoại cấp, cấp I, II, III, và IV, theo vốn đầu tư: trong đập đất và đập đá đổ, trong mái đập, trong nền đập nhà máy thủy điện, âu thuyền và các công trình khác, trong phân tiêu năng sau đập, trong lớp mái kênh, trong lớp gia cố mái dốc của bờ, đáy thượng lưu và hạ lưu.

Đối với công trình thủy lợi cấp IV và V, các yêu cầu có thể lấy thấp hơn.

Trong trường hợp các đặc trưng tính toán của vật liệu, khai thác để làm lọc ngược vượt ra ngoài các giới hạn nêu trong các điều kiện nghị trong bản quy phạm này thì cần phải kiểm tra lọc đã thiết kế bằng thí nghiệm trong phòng hoặc ở công trường.

1.2. Thuật ngữ và ký hiệu.

Quy phạm nay khuyên nên theo đúng các thuật ngữ và ký hiệu sau đây:

Những thuật ngữ chủ yếu:

Kết cấu tiêu nước – Kết cấu dùng để hạ thấp mực nước ngầm hoặc áp lực nước ngầm cũng như để dẫn nước thấm một cách có tổ chức trong hệ thống tiêu nước.

Lọc ngược – Những lớp cát, sạn, sỏi hoặc đá dăm để bảo vệ đất trong các công trình và trong nền các công trình để khỏi bị xói ngầm cơ học cũng như khỏi bị ép phì, dùn đất cuốn đi trong những trường hợp cá biệt.

Cốt đất – Tập hợp các hạt đất chịu tác dụng và chuyển tác dụng của ngoại lực và đảm bảo độ bền và độ ổn định của đất.

Chất nhét của đất – các hạt nằm trong kẽ rỗng của cốt đất xói ngầm. Hiện tượng thay đổi thành phần hạt và cấu trúc của đất, do sự chuyển vị của các hạt nhỏ hoặc sự lồi các

hạt nhỏ ra ngoài bởi dòng thấm bên trong đất, hoặc sự hoà tan muối trong nước ở trong đất, hoặc do muối được rửa lữa; hậu quả là có thể phá hoại độ bền và độ ổn định của đất.

Các dạng xói ngầm được phân như sau: xói ngầm cơ học và xói ngầm hoá học. Trong quy phạm này chỉ xét xói ngầm cơ học.

Xói ngầm cơ học – hiện tượng chuyển vị trong đất và hiện tượng lôi các hạt nhỏ từ trong tầng đất ra ngoài do tác dụng của dòng thấm.

Xói ngầm cơ học trong – hiện tượng chuyển vị trong đất của hạt nhỏ do dòng thấm gây ra.

Xói ngầm cơ học ngoài – hiện tượng lôi các hạt nhỏ từ trong tầng đất ra ngoài do dòng thấm gây ra.

Xói ngầm cơ học nguy hiểm – hiện tượng chuyển vị và lôi các hạt nhỏ và các hạt có kích thước lớn từ trong đất ra ngoài do dòng thấm gây ra làm phá hoại độ bền và độ ổn định của đất.

Sự bồi tắc – hiện tượng lắng đọng các hạt nhỏ do dòng thấm vận chuyển vào các khe hở rỗng của đất.

Đất xói ngầm - đất trong đó xói ngầm cơ học có thể xuất hiện và phát triển với vận tốc thấm vượt quá vận tốc tới hạn.

Đất không xói ngầm - đất trong đó xói ngầm cơ học không thể xảy ra.

Vùng tiếp xúc của đất – vùng bao gồm biên giới của hai loại đất kề cận và khác nhau về thành phần hạt; vùng đó được xác định bằng chiều sâu xâm nhập của hạt loại đất này sang loại đất kia.

Sự rơi vãi đất vào lọc – hiện tượng di chuyển các hạt nhỏ từ chỗ đất tiếp xúc vào lớp lọc do tác dụng của trọng lực.

Án lổm lọc vào đất – hiện tượng đẩy các hạt của cốt lọc vào đất tiếp xúc xuất hiện dưới tác dụng của trọng lực và tải trọng bên ngoài.

Phân lớp đất – hiện tượng tách hạt to khỏi hạt nhỏ xuất hiện khi vận chuyển, đổ và rải đất.

Đùn đất – hiện tượng tách rời và chuyển vị của đất gây ra bởi dòng thấm đi lên.

Bóc lớp đất – hiện tượng các kết thể của đất dính (đất có sét và đất thịt) bị tách rời ở vùng tiếp xúc của lọc ngược với đất.

Xói mòn tiếp xúc – hiện tượng xói mòn đất hạt nhỏ ở chỗ tiếp xúc với đất do tác dụng của thấm dọc.

Những ký hiệu bằng chữ:

D – đường kính hạt vật liệu của lọc;

d – đường kính hạt đất được lọc ngược bảo vệ;

D_n – đường kính trung bình của lỗ rỗng trong lớp lọc;

d_{iv} – đường kính hạt tạo vòm của đất;

d_{xu} – đường kính hạt (xói ngầm) của đất bị lôi ra bởi dòng thấm;

d_{max} – đường kính lớn nhất của đường thấm;

d_{lv} – đường kính hạt làm ứ đọng bắt đầu làm tắc lọc (hoặc đất) bị bồi tắc;

- $D_{10}...D_{17}...D_{60}$ – đường kính hạt vật liệu lọc ngược, các hạt nhỏ hơn các hạt này trong thành phần của đất chiếm 10... 17... 60% theo trọng lượng;
- $d_{10}...d_{17}...d_{60}$ – như trên, của đất được bảo vệ;
- d_{min} – đường kính nhỏ nhất của hạt đất, các hạt nhỏ hơn các hạt này trong thành phần của đất chiếm 0% theo trọng lượng;
- $\eta, \eta_d = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ – hệ số không đều hạt của đất;
- $\eta_1 = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ – hệ số không đều hạt của vật liệu lọc ngược;
- m, m_d – độ rỗng của đất (tính theo phần đơn vị);
- m_1 – độ rỗng của vật liệu lọc ngược;
- η_{pl} – hệ số giữa các lớp;
- k_d – hệ số thấm của đất được lọc ngược bảo vệ;
- k_1 – hệ số thấm của vật liệu lọc ngược;
- J_{th}, V_{th} – gradien cột nước và vận tốc thấm tới hạn, với các trị số này bắt đầu có xói ngầm cơ học
- J_{cp}, V_{cp} – gradien cột nước và vận tốc thấm cho phép, lấy bằng các trị số tới hạn có giảm theo hệ số an toàn;
- θ – góc giữa các phương của vận tốc thấm và lực trọng trường
- x – hệ số xếp hạt không đều trong đất hoặc hệ số cục bộ về xói ngầm;
- φ_0 – hệ số vận tốc tới hạn;
- f_* – hệ số ma sát tính đối;
- γ_d – dung trọng đất khô
- Δ – trọng lượng riêng của các hạt đất;
- γ_n – dung trọng của nước;
- W – độ ẩm của đất;
- W_c – giới hạn chảy của đất;
- W_l – giới hạn lãn của đất;
- W_d – chỉ số dẻo của đất;
- G – hệ số ẩm;
- ε_c – hệ số rỗng của đất ở giới hạn chảy;
- J_n – gradien cột nước tính toán
- D_0'' – đường kính tính toán của kẽ rỗng vật liệu lọc;
- H – cột nước ;
- R_c – số Ray nôi;

v – hệ số nhớt động học của nước ;

g – gia tốc trọng trường.

1.3. Chức năng của lọc ngược.

Lọc ngược chính là những lớp vật liệu trung gín, nối tiếp đất hạt nhỏ cần bảo vệ với đất hạt to (bộ phận tiêu nước). Chức năng chủ yếu của lọc ngược là ngăn ngừa xói ngầm cơ học nguy hiểm trong đất hạt nhỏ cần bảo vệ. Trong những trường hợp cá biệt, lọc ngược có thể làm nhiệm vụ gia tải chống hiện tượng đùn đất.

Lọc ngược có thể là những kết cấu độc lập hoặc là bộ phận của các kết cấu tiêu nước (nghiêng theo mái dốc, ống, lăng trụ đá, v.v...).

1.4. Yêu cầu đối với lọc ngược.

Lọc ngược phải thoả mãn những yêu cầu sau đây:

1. Độ thấm nước của lọc ngược phải rất lớn so với độ thấm nước của đất được nó bảo vệ;
2. Thành phần hạt của lọc ngược phải chọn sao cho:
 - a) Bảo đảm không có hiện tượng rơi vãi hạt cốt của đất cần bảo vệ vào trong lọc ngược, cũng như không có sự rơi vãi hạt cốt của bản thân lọc ngược vào trong kết cấu tiêu nước hoặc đá đỡ;
 - b) Ngăn ngừa được sự phát triển nguy hiểm đối với độ bền và độ ổn định của đất cần bảo vệ về xói ngầm cơ học trong vùng tiếp xúc với lọc;
 - c) Bảo đảm không có sự ứ đọng bồi tắc lọc ngược do các hạt nhỏ được dòng thấm mang từ đất cần bảo vệ đến; do đó các hạt đất mà hiện tượng lồi của chúng không gây biến dạng nghiêm trọng trong đất cần bảo vệ và được phép phải được mang ra qua lọc ngược cùng với dòng thấm;
 - d) Ngăn ngừa được xói ngầm cơ học nguy hiểm đối với độ bền và độ ổn định của lọc ngược trong bản thân lớp lọc;

Nếu đất cần bảo vệ là không xói ngầm thì không cần thoả mãn các điều kiện 2 và 3 (điểm b, c) đã chỉ ở trên khi chọn thành phần lọc ngược. Nếu ngay cả thành phần lọc ngược cũng là không xói ngầm thì không cần thoả mãn cả điều kiện thứ 4 (điểm d). Trong trường hợp như vậy chỉ yêu cầu thoả mãn điều kiện thứ nhất nghĩa là bảo đảm không có sự rơi vãi hạt cốt đất vào lọc ngược;

3. Chiều dày của một lớp lọc ngược bất kỳ phải lớn hơn chiều dày của vùng tiếp xúc nối tiếp rất nhiều. Lớp lọc phải có chiều dày sao cho trong lớp đó hình thành được cốt đất có thành phần hạt thích ứng và có khả năng chịu tác dụng của ngoài tải.
4. Thi công lớp lọc ngược phải tiến hành sao cho đảm bảo được độ đồng đều của thành phần hạt vật liệu theo chiều dày và theo mặt bằng của từng lớp lọc. Cũng không cho phép phân lớp vật liệu khi xếp các lớp của lọc ngược.

1.5. Nhiệm vụ thiết kế lọc ngược là bao gồm giải quyết các vấn đề cơ bản sau đây:

1. Xác lập các thông số tính toán (thành phần hạt, dung trọng độ rỗng, hệ số thấm.v.v...) của đất được lọc ngược bảo vệ; đánh giá độ bền và ổn định (độ xói ngầm) của đất; và xác định kích thước tính toán của hạt đất tạo vòm theo thành phần đất và những điều kiện thủy động của dòng thấm;

2. Chọn vật liệu thiên nhiên hoặc vật liệu nhân tạo (đá dăm, xỉ được tán nhỏ v.v...) có thể dùng làm lọc ngược;
3. Xác định thành phần hạt của lớp thứ nhất và các lớp tiếp theo của lọc ngược chọn từ các vật liệu thiên nhiên hoặc nhân tạo;
4. Đánh giá độ thấm nước của vật liệu dùng cho lọc ngược thiết kế;
5. Kiểm tra độ bền và độ ổn định về xói ngấm của đất cần bảo vệ bằng lọc ngược thiết kế và của vật liệu làm lọc ngược;
6. Xác định chiều dày và số lớp của lọc ngược;
7. Xác định giới hạn chênh lệch cho phép có thể xảy ra về thành phần hạt, chiều dày các lớp và độ rỗng của vật liệu lọc ngược khi xếp chúng vào kết cấu tiêu nước.

1.6. Phân loại lọc ngược

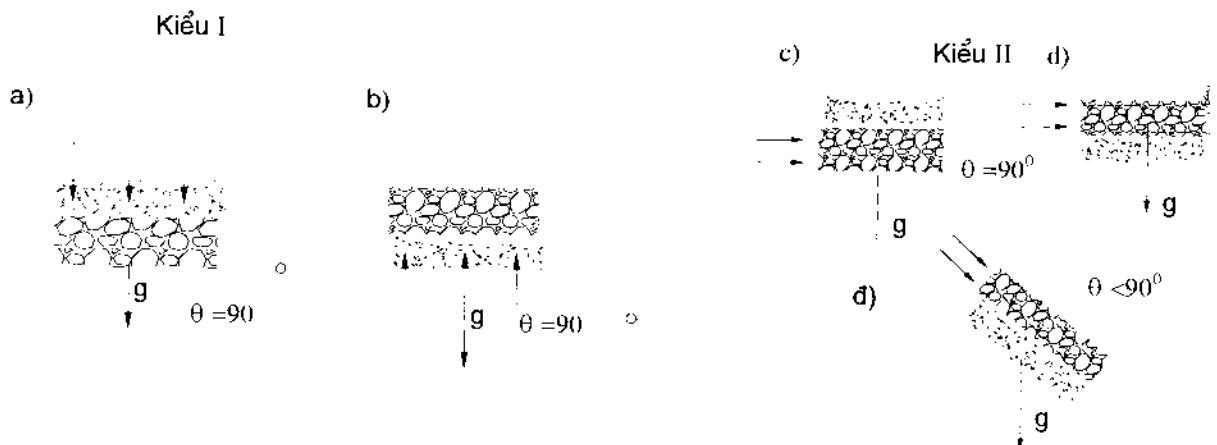
Khi lựa chọn thành phần hạt của vật liệu lọc ngược cần phân biệt chúng ra làm 2 kiểu cơ bản.

Kiểu I: Thấm ngang (thấm qua mặt cắt ngang lớp lọc) và sự xâm nhập của đất vào lọc ngược dưới tác dụng của trọng lực là những yếu tố xác định thành phần của lọc ngược. Trong loại lọc ngược này cần phân biệt hai trường hợp:

- Trường hợp thứ nhất – Phương của vận tốc thấm và của trọng lực trùng với nhau (hình 1a);
- Trường hợp thứ hai – Phương của chúng ngược nhau (hình 1b);

Kiểu II: Thấm dọc (thấm dọc theo lớp lọc) là yếu tố xác định thành phần lọc ngược khi đó các chỗ tiếp xúc của đất và các lớp lọc có thể là nằm ngang hoặc nằm nghiêng (hình 1c, d, đ);

Các lọc ngược có mặt tiếp xúc thẳng đứng giữa 2 lớp đất kề cận (các lọc ngược này chủ yếu được đặt vào các lỗ khoan và giếng tập trung nước) được xem như kiểu lọc thứ nhất, nếu thấm đi qua chiều ngang của chúng và được coi như kiểu II, nếu thấm theo chiều dọc.



Hình 1. Các kiểu lọc ngược

1.7. Vật liệu làm lọc ngược

Để làm lọc ngược, chỉ được dùng vật liệu thiên nhiên gia công hoặc đã được xử lý, không dính, lấy từ các đá rắn và chắc, không chứa muối hoà tan trong nước. Trong các loại vật liệu này có: cát, cuội, sỏi, đá dăm, đá dăm thải của các nhà máy nghiền đá, xỉ được tán nhỏ (nghiên cứu trước trong phòng thí nghiệm).

Cát thiên nhiên hoặc gia công nhân tạo phải xuất xứ từ các nham thạch rắn và chắc; tràng thạch, thạch anh hay hỗn hợp sỏi, cuội, đất dăm và xỉ tán nhỏ của chúng phải xuất xứ từ các nham thạch rắn chắc không bị làm mềm bởi hiện tượng phong hoá và rửa kiềm.

Giới hạn cường độ chịu nén của đá không được nhỏ hơn 300 kg/cm^2 .

Giới hạn cường độ chịu nén của đá dùng làm lọc ngược các đập cao, không được nhỏ hơn cường độ thân chính của đập.

Trong trường hợp gần nơi xây dựng công trình có một số mỏ vật liệu để làm lọc ngược và vật liệu lấy từ những mỏ này thoả mãn các yêu cầu nói trên, thì khi lựa chọn một hoặc vài mỏ trong số đó cần phải xét đến giá thành thấp nhất của công tác xây dựng lọc ngược.

1.8. Số liệu ban đầu để thiết kế.

Khi thiết kế lọc ngược phải biết các số liệu ban đầu sau đây:

1. Thành phần cơ học, độ nhớt và tính chất thấm nước của đất đắp đập và của đất nền, được bảo vệ bằng các lọc ngược;
2. Loại thành phần cơ học và tính chất thấm (nghĩa là các đặc trưng tính toán) của vật liệu được dự kiến dùng làm lọc ngược;
3. Các số liệu về sự có mặt khác và trữ lượng của vật liệu tại chỗ dùng cho lọc ngược, các số liệu về điều kiện khai thác và chuyên chở;
4. Cấp công trình để thiết kế lọc ngược;
5. Kiểu và kết cấu tiêu nước được chọn để thiết kế lọc ngược;
6. Lưu lượng đơn vị của dòng thấm chảy qua lọc ngược;
7. Các mực nước hạ lưu (từ nhỏ nhất đến lớn nhất);
8. Chiều cao tính toán của sóng ở hạ lưu.

CHƯƠNG II

CÁC HỆ THỨC TÍNH TOÁN ĐỂ XÁC ĐỊNH THÀNH PHẦN HẠT CÁC LỚP CỦA LỌC NGƯỢC

2.1. Các thông số của vật liệu: cát, sỏi về xói ngầm và không xói ngầm.

Thành phần hạt của đất không xói ngầm được xác định bằng hệ thức thực nghiệm sau đây của M.Paprit:

$$\frac{d_i}{d_{\min}} = 1 + \left(\frac{P_i}{P_{10}} \right)^x \frac{\eta - 1}{5\eta} \quad (1)$$

$$x = 1 + 1,28 \lg \eta \quad (2)$$

trong đó : P_i - hàm lượng phần trăm trong đất của các hạt, tính theo trọng lượng có đường kính nhỏ hơn d_i ;

$$P_{10} = 10;$$

$d_{\min}$ - đường kính nhỏ nhất của các hạt ở trong loại đất đã cho.

Để lập đường cong thành phần hạt của đất không xói ngầm theo hệ thức trên đây, cần biết hàm lượng phần trăm P_i của các hạt có đường kính d_i ở trong đất và hệ số không đều hạt của đất η .

Nếu $d_i > d_{\min}$ thì đưa các thông số này vào công thức (1), chúng ta tìm được $d_{\min}$ và sau đó tự cho các trị số khác nhau $P_i = 10 \dots 20 \dots 100$, chúng ta tính các trị số d_i tương ứng với chúng theo hệ thứ (1).

Bằng cách ấy, theo các số liệu tính được, chúng ta lập được đường cong phải tìm.

Thành phần hạt của đất không xói ngầm cũng có thể xác định theo các đường cong cho ở hình 2. Các đường cong này được lập trong tọa độ tương đối và tỉ số $\frac{d_i}{d_{17}}$ đặt trên

trục hoành độ, còn P_i đặt trên trục tung độ. Hệ thức (1) là sự gần đúng của những đường cong này.

Tất cả các đất, mà thành phần hạt của chúng căn bản khác với thành phần hạt đã cho ở hình 2 và thành phần hạt ấy được xác định theo hệ thức (1) đều thuộc loại đất xói ngầm. Khi đạt tới vận tốc thấm tới hạn thì xói ngầm cơ học sẽ phát triển trong các đất này. Khi đó số lượng các hạt nhỏ bị lôi ra khỏi đất này sẽ phụ thuộc vào mức độ khác nhau của đất xói ngầm và đất không xói ngầm và phụ thuộc vào vận tốc thấm.

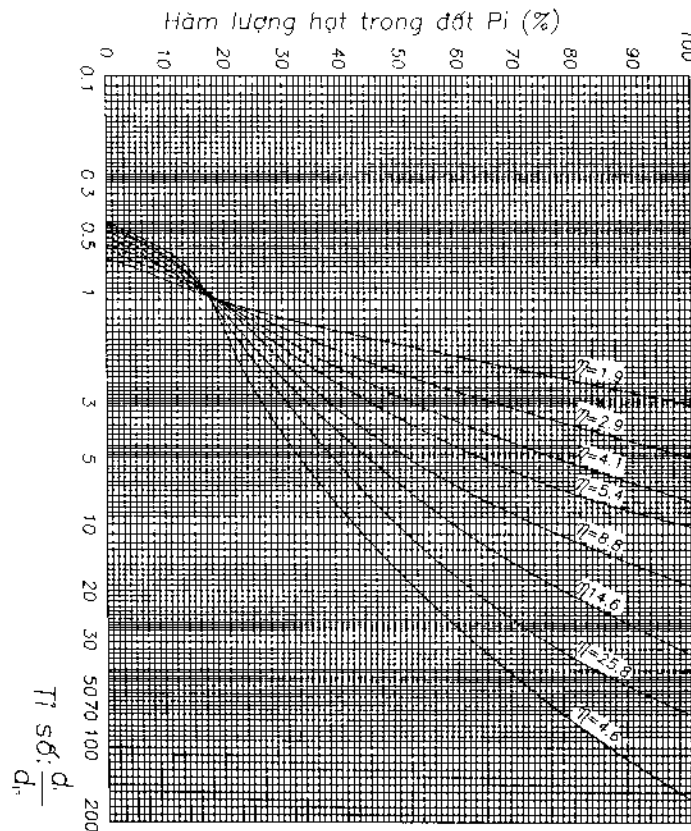
2.2. Các hệ thức tính toán về hệ số thấm của vật liệu cát, sỏi và đá dăm.

Trong những trường hợp không biết hệ số thấm của vật liệu cát, sỏi hoặc đá dăm được bảo vệ hoặc được chọn làm lọc ngược thì có thể xác định hệ số thấm theo hệ thức thực nghiệm của M.Paprit:

$$k = A \frac{m^3}{(1-m)^2} d_{17}^2 \quad (3)$$

$$A = \frac{3,99\varphi_1}{v} \sqrt[3]{\eta} \quad (4)$$

φ_1 – hệ số xét đến hình dạng và độ nhám của hạt. Đối với cát, sỏi, cần lấy $\varphi_1 = 1,0$; đối với đá dăm $\varphi_1 = 0,35 \div 0,40$.



Hình 2. Thành phần hạt của đất không xói ngầm trong tọa độ tương đối

Trong công thức (3) chỉ được tính trị số d_{17} bằng cm, khi đó hệ số thấm nhận được là cm/sec.

Chú thích: Công thức (3) đúng đối với chế độ thấm tầng và đối với các giá trị bất kỳ của η và d_{17} .

Giá trị của hệ số thấm cũng có thể tìm theo công thức sau đây của A.N. Tpatrasép.

$$k = \frac{mg\varphi_1}{51.v} d_0^2 \quad (5)$$

trong đó : d_0 - đường kính tính toán của đường thấm của đất. Trị số của hệ số φ_1 cũng được lấy như đối với công thức (4).

Chú thích: Nếu khi do tổn thất cột nước ở dạng thấm đều h , xác định theo hệ thức đã biết:

$$h_t = \frac{\lambda_0 l}{d_n} \frac{V^2}{2g} \quad (6)$$

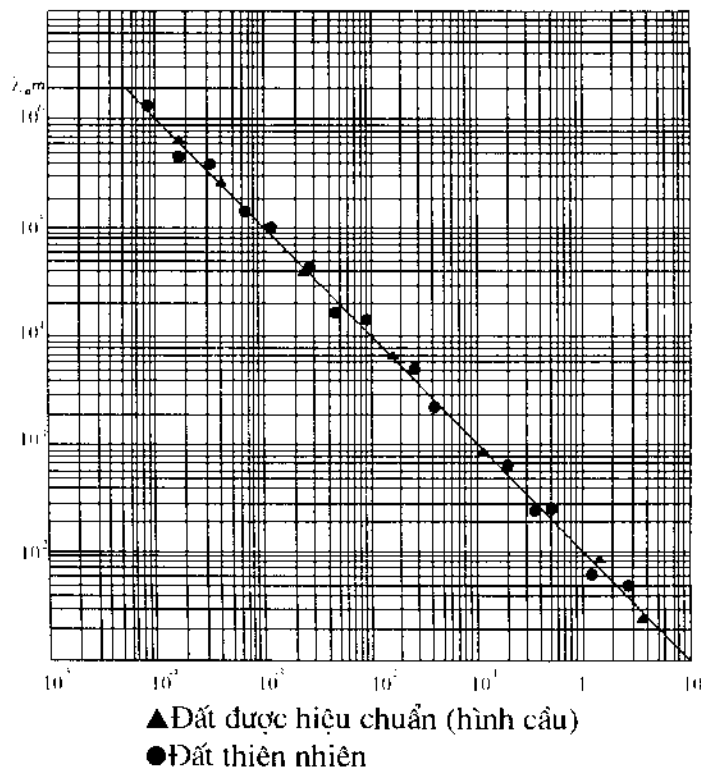
trong đó l – chiều dài của đoạn dòng thấm đều, trên đoạn đó tổn thất cột nước bằng h_p , thì đối với λ_o – hệ số ma sát khi thấm trong môi trường kẽ rỗng sẽ có:

$$\lambda_o = \frac{102}{nR_{eo}} \quad (7)$$

trong đó số Rây-nô lấy theo đường kính của đường thấm là:

$$R_{eo} = \frac{Vd_o}{\nu} \quad (8)$$

Trên hình số 3 đã ghi số lượng rất lớn các trị số λ_o thí nghiệm, tính theo công thức (6): cũng trong hình vẽ này đường biểu diễn minh họa cho hệ thức (7) đã được vẽ thành đường thẳng liền. Như ta đã thấy, hệ thức lý luận (7) của M.Paprit phù hợp tốt với các số liệu thí nghiệm của ông. Từ đó cũng thấy rằng công thức (5) đủ đúng để xác định khả năng thấm của đất và có thể lấy làm công thức tính toán để tìm kích thước các đường thấm.



Hình 3. Các trị số lý luận và thực nghiệm của hệ số ma sát khi có thấm λ_o .

2.3. Xác định đường kính tính toán các đường thấm của vật liệu cát, sỏi, cuội (dăm).

Từ các công thức (3) và (5) ta có các hệ thức sau đây để xác định đường kính tính toán trung bình các đường thấm của vật liệu cát, sỏi và đá dăm.

$$d_o = 7,12 \sqrt{\frac{\nu k}{mg\phi_1}} \quad (9)$$

$$d_o = C \frac{m}{1-m} d_{17}^* \quad (10)$$

* Theo các số liệu của M.Paprit.

trong đó : $C = 0,455\sqrt{\eta}$ (11)

và trong công thức (10) trị số d_{17} phải được tính bằng cm khi đó d_o cũng được xác định bằng cm.

2.4. Xác định đường kính tính toán các hạt tạo vòm tại chỗ tiếp xúc của đất với lọc ngược.

Sự không rơi vãi các hạt nhỏ của đất vào trong đất có hạt to, được bảo đảm trong trường hợp nếu trong vùng tiếp xúc giữa chúng với nhau có sự tạo vòm ổn định bằng hạt nhỏ (hình 4). Do đó để bảo đảm không rơi vãi các hạt cốt đất được bảo vệ vào lớp thứ nhất của lọc ngược, phải lựa chọn thành phần hạt sao cho trong vùng tiếp xúc có thể hình thành các vòm ổn định cấu tạo bởi các hạt nhỏ nhất của cốt đất được bảo vệ.

Nếu lớp thứ nhất của lọc ngược nằm trên đất thì điều kiện quyết định độ bền và độ ổn định chỗ tiếp xúc của chúng là sự hình thành những vòm ổn định cấu tạo bởi các hạt của cốt đất. Vì vậy các hạt đất không luôn chui vào lớp lọc cũng như các hạt của lớp lọc không chui vào được trong đất. Trong các trường hợp như vậy, đôi khi người ta nói rằng lọc ngược không ép lún vào đất mà nó bảo vệ.

Nhiều thí nghiệm với các lọc ngược đều hạt và dị hạt đã chỉ cho thấy rằng: vòm ổn định được tạo trong trường hợp đường kính các lỗ rỗng của lọc lớn hơn đường kính các hạt tạo vòm không quá 1,8 lần.

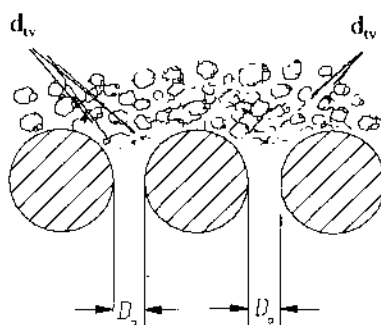
Vì vậy điều kiện không rơi vãi đất vào lọc được biểu diễn dưới dạng:

$$\frac{D_o}{d_v} \leq 1,8 \quad (12)$$

hoặc $d_v \geq 0,555 D_o$ (13)

trong đó : D_o - đường kính trung bình của lỗ rỗng trong lớp thứ nhất của lọc;

d_v - đường kính hạt tạo vòm ở vùng tiếp xúc với đất và lọc (hình 4).



Hình 4- Sơ đồ vùng tiếp xúc đất hạt nhỏ và lọc:

D_o - đường kính trung bình các lỗ rỗng trong lọc;

d_v - đường kính các hạt tạo vòm ở vùng tiếp xúc của đất và lọc.

Đưa D_o tính từ công thức (9) và (10) vào các hệ thức này để xác định các đường kính hạt tạo vòm thì tương ứng, ta có các công thức tính toán sau đây:

$$d_v \geq 3,95 \sqrt{\frac{vk_t}{mg\varphi_1}} \quad (14)$$

$$\text{và} \quad d_v \geq C_1 \frac{m_t}{1-m_t} D_{17} \quad (15)$$

$$\text{trong đó:} \quad C_1 = 0,252 \sqrt{\eta_t} \quad (16)$$

m_t, k_t, η_t - độ rỗng hệ số thấm và hệ số không đều hạt của vật liệu lớp thứ nhất của lọc ngược.

Nếu đường kính các hạt tạo vòm của đất được bảo vệ đã cho hoặc đã chọn theo các thông số của đất đó thì chúng ta sẽ có các hệ thức sau đây để xác định các thông số phải tìm của vật liệu thuộc lớp thứ nhất của lọc ngược ứng với các công thức (14) và (15):

$$\frac{k_t}{m_t} \leq \frac{\varphi_1 g \cdot d_v^2}{15,6v} ; \quad (17)$$

$$\frac{m_t}{1-m_t} D_{17} \leq \frac{d_v}{C_1} \quad (18)$$

Đặc biệt khi $d_v = d_{10}$ nghĩa là khi lấy đường kính của hạt mà hàm lượng trong đất của các hạt có đường kính nhỏ hơn đường kính ấy là 10% (theo trọng lượng) làm đường kính hạt tạo vòm của đất được bảo vệ thì ta sẽ có được:

$$\frac{k_t}{m_t} \leq \frac{\varphi_1 g d_{10}^2}{15,6v} ; \quad (19)$$

$$\frac{m_t}{1-m_t} D_{17} \leq \frac{d_{10}}{C_1} \quad (20)$$

Khi lựa chọn đường kính các hạt tạo vòm của đất được bảo vệ phải tính đến loại (độ xói ngầm) của đất, độ không đều hạt của đất, hình dạng đường cong thành phần hạt (đối với đất xói ngầm), chế độ thấm cũng như cấp công trình theo vốn đầu tư và các điều kiện thi công lọc ngược. Các hướng dẫn thực tế về vấn đề này được trình bày trong các chương sau.

2.5. Xác định kích thước hạt xói ngầm trong đất, cát, sỏi (lấn dẫm).

Xói ngầm cơ học trong đất, cát, sỏi sẽ được phát triển, nếu trong đất ấy có những hạt mà đường kính của chúng nhỏ hơn đường kính đường thấm lớn nhất trong đất ($d_o^{\max}$) và nếu vận tốc thấm hơn vận tốc tới hạn ($V > V_{th}$). Các hạt đất có kích thước nhỏ hơn đường kính đường thấm nước lớn nhất trong đất, gọi là các hạt xói ngầm vì rằng chúng có thể bị dòng thấm lôi ra khỏi khối đất.

Do đó:

$$d_{xu} < d_o^{\max} \quad (21)$$

trong đó d_{xu} - đường kính hạt xói ngầm

Đường kính đường thấm lớn nhất được xác định bằng các hệ thức sau đây:

$$d_o^{\max} = 7,12x \sqrt{\frac{vK}{m \cdot g \cdot \varphi_1}} \quad (22)$$

$$d_o^{\max} = xc \frac{m}{1-m} d_{17} \quad (23)$$

trong đó: x – hệ số xếp hạt không đều trong đất hoặc hệ số cục bộ của xói ngầm.

c – theo công thức (11)

Như vậy, hệ số x phụ thuộc vào hệ số không đều hạt của đất, có thể lấy an toàn một chút:

$$x = 1 + 0,02\eta + 0,001\eta^2 \quad (24)$$

hoặc
$$x = 1 + 0,05\eta \quad (25)$$

Đường kính lớn nhất của hạt $d_{xn}^{\max}$ mà chuyển vị của những hạt này có thể diễn ra ở trong đất và chúng có thể bị lôi ra ngoài ở chỗ lối ra không được bảo vệ, nghĩa là khi không có lọc ngược và những phương tiện bảo vệ khác, xác định theo hệ thức như:

$$d_{xn}^{\max} = \frac{d_o^{\max}}{1,3} \quad (26)$$

Rõ ràng là đường kính hạt xói ngầm của đất phải thoả mãn điều kiện :

$$d_{xn} \leq d_{xn}^{\max} \quad (27)$$

Thay vào đó các trị số $d_{xn}^{\max}$ tìm được từ công thức (26) và $d_o^{\max}$ từ công thức (23), chúng ta có được :

$$d_{xn} \leq 0,77 d_o^{\max} \quad (28)$$

$$d_{xn} \leq \frac{xC}{1,3} \frac{m}{1-m} d_{17} \quad (29)$$

Khi đất được bảo vệ bằng lọc ngược thì như đã chỉ ở trên trong vùng tiếp xúc các vòm ổn định được hình thành bởi các hạt tương ứng của đất. Để phá vỡ các vòm như vậy, đòi hỏi dòng thấm phải có tác động căn bản lớn hơn khi lôi tự do các hạt có cùng một đường kính như các hạt tạo vòm. Vì thế các hạt tạo vòm sẽ hạn chế hiện tượng lôi hạt nhỏ trong đất được bảo vệ ra ngoài.

Đường kính hạt xói ngầm đối với vùng đất trực tiếp tiếp xúc với lớp thứ nhất của lọc ngược được xác định bằng điều kiện sau đây: điều kiện (28), nghĩa là:

$$\begin{aligned} d_{xn} &\leq 0,77 d_o^{\max} \\ d_{xn} &< \xi d_{17} \end{aligned} \quad (30)$$

trong đó : ξ - hệ số Clichte phụ thuộc vào đặc tính vị trí của hạt trong đất và độ rỗng của đất như đã biết; trị số $\xi = 0,41$, ứng với cấu tạo xốp tối nhất của đất, và $\xi = 0,15$ ứng với cấu tạo độ chặt của đất.

Trong số các điều kiện thì điều kiện thứ nhất (28) là cần, còn điều kiện thứ hai (30) là đủ. Điều đó có nghĩa là nếu $0,77 d_o^{\max} > \xi d_{17}$, thì đất được bảo vệ bởi lọc ngược chỉ có thể bị lôi đi những hạt có đường kính nhỏ hơn ξd_{17} . Còn nếu $\xi d_{17} > 0,77 d_o^{\max}$ thì với

vận tốc thấm tương ứng các hạt có đường kính thoả mãn điều kiện (28) sẽ bị lôi cuốn ra khỏi đất được bảo vệ.

Các điều kiện (28) và (30) phù hợp với các hệ thức (14), (15) và (12), (23), còn có thể viết dưới dạng như sau:

$$\left. \begin{aligned} d_{xn} &\leq 5,48x \sqrt{\frac{v \cdot k_d}{\varphi_1 m_d \cdot g}} \\ d_{xn} &< \xi d_{iv} \geq \sqrt{\frac{15,6vk_t}{\varphi_1 m_t \cdot g}} \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

hoặc

$$\left. \begin{aligned} d_{xn} &\leq 0,77xC \cdot \frac{m_d}{1-m_d} d_{17} \\ d_{xn} &< \xi d_{iv} \geq \xi C_1 \cdot \frac{m_d}{1-m_t} D_{17} \end{aligned} \right\} \quad (32)$$

Kích thước hạt xói ngầm trong lớp thứ nhất của lọc khi có lớp thứ hai, cần xác định trên cơ sở những điều kiện cũng như trên. Khi đó thay cho các hệ thức (28) và (30) sẽ có:

$$D_{xn} \leq 0,77 D_{ol}^{\max} \quad (33)$$

$$D_{xn} < \xi D_{iv}^I \quad (34)$$

trong đó ký hiệu I chỉ rằng D_o và D_{iv} là của lớp thứ nhất của lọc ngược.

Kích thước hạt xói ngầm trong các lớp tiếp theo của lọc ngược được xác định một cách tương tự.

Với gradien thấm thực tế có thể xảy ra ở vùng tiếp xúc.

Công thức (30) được dẫn tới dạng sau đây:

$$d_{xn} = \frac{\xi}{1,20} d_{iv}; \quad (35)$$

từ đó:

$$d_{iv} = \frac{1,2}{\xi} d_{xn} \quad (36)$$

Khi $\xi = 0,41$, sẽ có:

$$d_{iv} = 2,93 d_{xn} \quad (37)$$

Khi $\xi = 0,15$ thì:

$$d_{iv} = 8,0 d_{xn} \quad (38)$$

Nếu trong các công thức (17) và (18) dùng trị số giới hạn của các thông số thì khi giải hệ thức (36), chúng ta sẽ có được:

$$d_{xn} = \frac{\xi}{1,20} \sqrt{\frac{15,6v.k_t}{\varphi_1.m_t.g}} ; \quad (39)$$

và

$$d_{xn} = \frac{\xi C_1}{1,20} \frac{m_t}{1 - m_t} D_{17} ; \quad (40)$$

Công thức (40) có thể viết theo dạng:

$$\frac{d_{xn}}{D_{17}} = \frac{\xi C_1}{1,20} \frac{m_t}{1 - m_t} \quad (41)$$

2.6. Các hệ thức tính toán vận tốc tới hạn và gradien xói ngầm trong vật liệu cát, sỏi.

Vận tốc thấm mà với vận tốc này sự cân bằng giới hạn của các hạt xói ngầm trong đất bị phá hoại, được gọi là vận tốc xói ngầm tới hạn. Nó phụ thuộc vào độ lớn của các hạt bị lôi ra, hệ số thấm của đất, độ rỗng của đất và đặc trưng sắp xếp của các hạt bị lôi cuốn bởi dòng thấm trong các kẽ hở của đất. Trị số vận tốc này được xác định bằng hệ thức sau đây của A.N.Patrasép:

$$V_{th} = \varphi_o d_{xn} \sqrt{\frac{m_d.g}{v} k_d} \quad (42)$$

trong đó ; φ_o – hệ số của vận tốc tới hạn bằng:

$$\varphi_o = 0,60 \left[\left(\frac{\gamma_d}{\gamma_b} - 1 \right) f_* \sin \left(30^\circ + \frac{0}{8} \right) \right] \quad (43)$$

f_* - hệ số ma sát tính đối, phụ thuộc vào mức độ ngầm của các hạt bị lôi ra, hình dạng của chúng và đặc trưng sắp xếp của hạt xói ngầm trong kẽ rỗng.

Trên cơ sở các số liệu thực nghiệm, để xác định hệ số ma sát tính đối, có thể dùng hệ thức gần đúng sau đây:

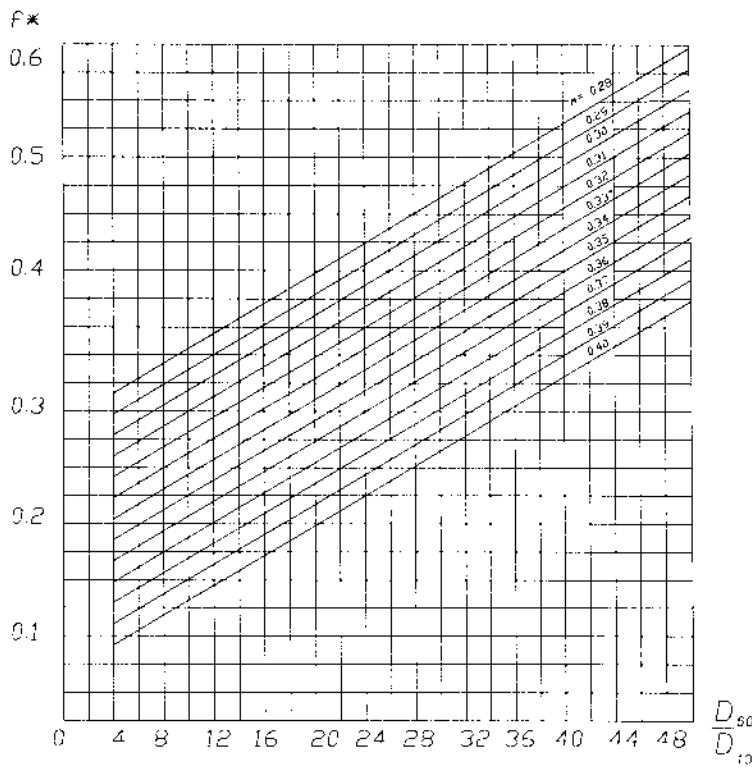
$$f_* = 0,82 - 1,8m + 0,0062 (\eta - \eta_c) \quad (44)$$

Với $\eta < 50$ và $0,26 \leq m \leq 0,40$ thì trị số của hệ số không đều hạt tính đối cần lấy $\eta_c = 5$.

Các đường cong tính toán tương ứng với hệ số tính đối cũng được cho trong hình 5.

Nếu các hạt của đường kính nhỏ nhất d_{min} là các hạt xói ngầm ở trong đất đã cho, đối với việc lôi các hạt ấy thì vận tốc thấm phải lớn hơn vận tốc tới hạn nhỏ nhất của đất đã cho:

$$V \geq V_{th}^{min} = \varphi_o d_{min} \sqrt{\frac{m_d.g}{v} k_d} \quad (45)$$



Hình 5. Đồ thị $f_* = f(\eta)$

Độ lớn nhất của hạt, các hạt này có thể bị lôi ra khỏi vùng tiếp xúc của đất để đưa vào lớp thứ nhất của lọc ngược tạo thành $\frac{\xi d_v}{1,20}$ như đã chỉ ở trên. Hiện tượng lôi các hạt đó sẽ xảy ra, nếu vận tốc thấm trong vùng tiếp xúc của đất lớn hơn vận tốc tới hạn lớn nhất:

$$V \geq V_{th}^{max} = 0,833 \xi \varphi_o d_v \sqrt{\frac{m_d \cdot g}{v}} k_d \quad (46)$$

Gradient cột nước tới hạn ứng với xói ngấm cơ học phù hợp với công thức (42) xác định theo hệ thức:

$$J_{th} = \varphi_o d_{ml} \sqrt{\frac{m_d \cdot g}{v k_d}} \quad (47)$$

Gradient cột nước tới hạn lớn nhất và nhỏ nhất trong vùng tiếp xúc của đất được bảo vệ bằng lọc ngược, xác định theo các hệ thức:

$$J_{th}^{min} = \varphi_o d_{min} \sqrt{\frac{m_d \cdot g}{v k_d}} \quad (48)$$

$$J_{th}^{max} = 0,833 \xi \varphi_o d_v \sqrt{\frac{m_d \cdot g}{v k_d}} \quad (49)$$

2.7. Xác định kích thước hạt làm ứ đọng bồi tắc lọc ngược.

Hiện tượng lôi một lượng không lớn các hạt nhỏ của vùng tiếp xúc của đất được bảo vệ bằng lọc ngược sẽ không phá hoại độ bền và độ ổn định của đất và có thể cho phép. Tuy nhiên, nếu các hạt nhỏ bị lôi từ đất ra lại lắng đọng trong lọc ngược, thì khả năng

thấm của lọc có thể bị giảm một cách nghiêm trọng. Do đó khi thiết kế lọc ngược, cần phải biết độ lớn của các hạt do dòng thấm để lắng đọng trong kẽ rỗng các lớp lọc.

Như đã lưu ý, quá trình lắng đọng các hạt nhỏ của đất do dòng thấm mang đi trong các kẽ rỗng của đất, mà trong đất này có xuất hiện thấm, được gọi là sự bồi tắc của đất. Các hạt nhỏ của đất bị lắng đọng trong quá trình như vậy gọi là các hạt bồi tắc.

Quá trình ứ đọng có thể xảy ra trong một loại đất đã cho, nếu tổng của đường kính hạt ứ đọng d_{ud} và hai lần chiều dày của màng mỏng nước liên kết bọc hạt $2\delta_k$, nhỏ hơn đường kính của đường thấm trong đất d_o và lớn hơn đường kính tối hạn (nhỏ nhất) của hạt bị bồi tắc d_{bt}^{min} .

Do đó quá trình bồi tắc của lớp thứ nhất của lọc có thể có, nếu:

$$D_o \geq d_{ud}^{th} + 2\delta_k \geq d_{bt}^{min} \quad (50)$$

Vì trong trường hợp được xét có thể đặt là:

$$d_{ud}^{bt} + 2\delta_k = 1,1d_{xn} \quad (51)$$

thì thay cho công thức (50) ta có:

$$D_o \geq 1,1d_{xn} \geq d_{bt}^{min} \quad (52)$$

Đường kính tối hạn của các hạt bồi tắc phù hợp với các số liệu đã cho của A.N. Patrasép.

$$d_{bt}^{min} = \frac{D_o}{a_*} \quad (53)$$

Trong đó a_* phụ thuộc vào bồi tắc các tính chất cơ lý của hạt bồi tắc và của đất bồi tắc và cũng phụ thuộc vào số Raynol Re_o . Trong tính toán thực tế có thể dùng các trị số sau đây của thông số đó.

Bảng 1

Các hạt bồi tắc mm	a_*	Re_o
Đất bụi, từ 0,01 đến 0,05	4,0	$\leq 1,0$
Cát nhỏ, từ 0,05 đến 0,25	3,0	$\leq 0,5$
Cát trung bình, từ 0,25 đến 1,5...	2,5	0,1

Muốn cho các hạt nhỏ của đất (d_{xn}) bị dòng thấm cuốn ra khỏi vùng tiếp xúc, không làm tắc lớp thứ nhất của lọc và phù hợp với các hệ thức (52) và (53) thì phải thỏa mãn điều kiện sau đây:

$$d_{xn} \leq \frac{D_o}{1,1a_*} \quad (54)$$

hoặc:

$$D_o \geq 1,1 a_* d_{xn} \quad (55)$$

Thay D_o từ công thức (10) vào tỷ số trên, chúng ta có được điều kiện không bồi tắc lớp thứ nhất của lọc ngược.

$$D_{17} \geq \frac{1,1(1-m_t)a_*}{m_t C} d_{xn} \quad (56)$$

hoặc trong dạng không thứ nguyên (chuẩn số không bồi tắc)

$$\frac{D_{17}}{d_{xn}} \geq \frac{1,1(1-m_t)}{m_t C} a_* \quad (57)$$

2.8. Xác định đường kính hạt tạo vòm của đất, được bảo vệ bởi lọc ngược. Khi chọn kích thước đường kính tính toán của hạt tạo vòm d_{tv} của đất được bảo vệ, phải xét loại đất (độ xói ngầm) mức độ không đều hạt của đất hình dạng đường cong thành phần hạt của đất (đất xói ngầm) và chế độ thấm.

Như đã chỉ ở trên (chương II2-4 và 2-5), khi đất được bảo vệ bằng lọc ngược ở trong vùng tiếp xúc các vòm ổn định được tạo thành từ những hạt tương ứng của đất (Hình 4) và làm hạn chế hiện tượng rải rác hạt và lõi hạt nhỏ từ trong đất được bảo vệ vào tầng lọc.

Phù hợp với công thức (30), qua vùng tiếp xúc có thể bị rải rác các hạt có kích thước,

$$d_r = \xi d_{tv}$$

và cũng qua vùng này, với vận tốc thấm lớn hơn vận tốc tới hạn có thể bị cuốn ra khỏi lớp nằm ở phía trên (xói ngầm ngoài), các hạt đất có kích thước, theo đúng hệ thức (35).

$$d_{xn} = \frac{\xi}{1,20} d_{tv}$$

Hệ số ξ phụ thuộc vào sự xếp đặt của đất và phù hợp với các số liệu của Clikte biến đổi trong giới hạn từ 0,15 đến 0,41. Vì vậy đối với kích thước hạt tạo vòm chúng ta có các hệ thức giới hạn sau đây:

$$d_{tv}^{\min} \approx 3d_r \quad (58)$$

$$d_{tv}^{\max} = 8d_r \quad (59)$$

Trong trường hợp tổng quát chúng ta sẽ có:

$$d_{tv} = B d_r \quad (60)$$

trong đó : hệ số B phụ thuộc vào sự sắp xếp hạt trong đất và biến đổi trong giới hạn từ 3 đến 8.

Khi ứng dụng các hệ thức trên vào thực tế, cần phân biệt đất xói ngầm và không xói ngầm được bảo vệ.

1. Đất không xói ngầm.

Trong trường hợp đất không xói ngầm được bảo vệ bằng tầng lọc, để xác định các hạt đất tạo vòm tính toán d_{tv} , ngoài hệ thức (60), chúng ta dùng công thức (1) và theo đường cong thành phần hạt của đất, ta tự cho một hàm lượng phần trăm p_r của hạt nhỏ bị rải rác từ đất vào tầng lọc. Các thí nghiệm và nghiên cứu chỉ ra rằng: tùy theo cấp công trình theo vốn đầu tư và các điều kiện làm việc của tầng lọc P_r có thể biến đổi từ 0 đến 5.

Thay trị số d_r , tương ứng với P_r vào công thức (1), chúng ta được:

$$\frac{d_r}{d_{\min}} = 1 + \left(\frac{P_r}{P_{10}} \right)^x \frac{\eta_d - 1}{5\eta_d} \quad (61)$$

trong đó P_{10} và x cũng như đã giải thích ở công thức (1).

Phù hợp với công thức (1), đối với d_{iv} , chúng ta sẽ có:

$$\left(\frac{d_{iv}}{d_{\min}} = 1 + \frac{P_{iv}}{P_{10}} \right)^x \frac{\eta_d - 1}{5\eta_d} \quad (62)$$

trong đó P_{iv} - hàm lượng phần trăm các hạt có đường kính nhỏ hơn d_{iv} .

Thay số d_{iv} theo hệ thức (60) vào công thức (62), chúng ta được ;

$$\frac{d_r}{d_{\min}} = \left[1 + \left(\frac{P_{iv}}{P_{10}} \right)^x \frac{\eta_d - 1}{5\eta_d} \right] \frac{1}{B} \quad (63)$$

Trong các công thức (61) và (63) các phần bên trái bằng nhau, từ đó có:

$$B \left[1 + \left(\frac{P_r}{P_{10}} \right)^x \frac{\eta_d - 1}{5\eta_d} \right] = 1 + \left(\frac{P_{iv}}{P_{10}} \right)^x \frac{\eta_d - 1}{5\eta_d}$$

$$\text{và} \quad P_{iv} = P_{10} \left[B \left(\frac{P_r}{P_{10}} \right)^x + (5B - 5) \frac{\eta_d}{\eta_{d-1}} \right]^{\frac{1}{x}} \quad (64)$$

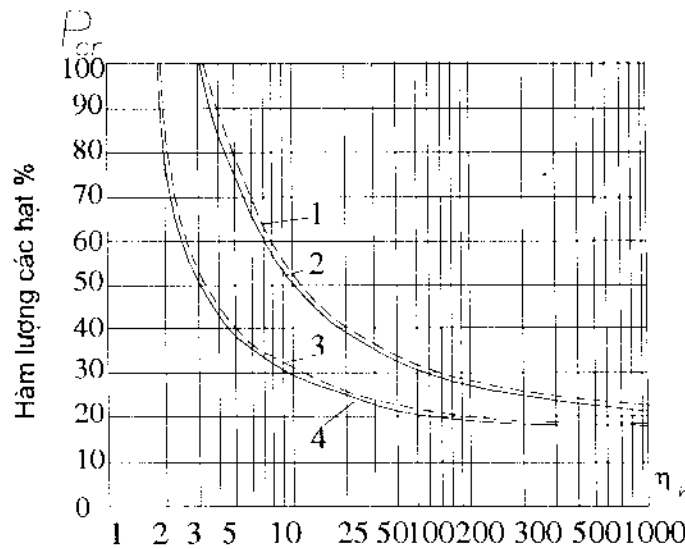
Theo trị số P_r đã cho và trị số đã chọn của thông số B , dùng công thức (64), chúng ta tìm được trị số tính toán P_{iv} và tiếp đó theo đường cong thành phần hạt đất, chúng ta xác định trị số tính toán của đường kính hạt tạo vòm d_{iv}^* .

Nếu yêu cầu thiết kế tầng lọc là sao cho hoàn toàn không có sự rơi hạt nhỏ từ đất được bảo vệ vào trong lọc, thì trong công thức (64) phải đặt $P_r = 0$. Trong trường hợp này trị số tính toán P_{iv} sẽ là nhỏ nhất và xác định theo hệ thức sau:

$$P_{iv}^{\min} = P_{10} \left[(5B - 5) \frac{\eta_d}{\eta_{d-1}} \right]^{\frac{1}{x}} \quad (65)$$

Theo các công thức (64) và (65) trên hình 6 đã lập đồ thị các số P_{iv} phụ thuộc theo hệ số không đều hạt của đất $\eta_d = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ đối với các trị số giới hạn B và P_r .

Như ta đã thấy, khi $B = id_{em}$ sự biến đổi trị số P_r trong giới hạn từ 0 đến 5 trong đất không xói ngầm ít ảnh hưởng đến trị số tính toán P_{iv} . Ảnh hưởng nhiều nhất đến đại lượng P_r là trị số của thông số B .



Hình 6

Các đường cong $P_{iv} = f(B, P_r)$ lập được từ phương trình (64) đối với các trị số sau đây của B và P_r : 1 – khi $B = 8$, $P_r = 0\%$; 2- khi $B = 8$, $P_r = 5\%$; 3- khi $B = 3$, $P_r = 0\%$. 4- khi $B = 3$, $P_r = 5\%$.

2. Đất xói ngầm.

Trong trường hợp đất xói ngầm, trước hết chúng ta xác định d_{xn} bằng công thức (47). Từ công thức này đối với đường kính hạt bị cuốn từ đất, chúng ta sẽ được hệ thức sau đây:

$$d_{xn} = \frac{J_{th}}{\varphi_o \sqrt{\frac{m_d \cdot g}{vk_d}}} \quad (66)$$

Chúng ta lấy gradient cột nước lớn nhất ở lớp tiếp giáp J^{max} bằng gradient tới hạn. Khi đó từ trong đất có thể bị cuốn ra tất cả các hạt nhỏ có đường kính nhỏ hơn.

$$d_{xn}'' = \frac{J_{th}}{\varphi_o \sqrt{\frac{m_d g}{vk_d}}} \quad (67)$$

Thay trị số này vào công thức (60), chúng ta sẽ được trị số phải tìm của đường kính hạt tạo vòm:

$$d_{iv} = B d_{xn}'' = \frac{B J^{max}}{\varphi_o \sqrt{\frac{m_d g}{vk_d}}} \quad (68)$$

Tuy nhiên, khi có hiện tượng cuốn một số lượng quan trọng các hạt nhỏ ra khỏi đất được bảo vệ, thì độ bền và độ ổn định của đất có thể bị phá hoại đó là điều không cho phép.

Kinh nghiệm và kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng: tùy thuộc cấp công trình theo vốn đầu tư và các điều kiện thi công tầng lọc có thể tính toán hiện tượng lồi hạt là không nguy

hiểm đối với độ bền và độ ổn định của đất được bảo vệ, nếu như hiện tượng lòi chỉ xảy ra đối với những hạt mà thành phần nhỏ hơn nó chiếm hàm lượng bằng 5% của đất. Do đó cần lấy đường kính lớn nhất cho phép của hạt bị lòi ra d_{xn}^{cp} bằng trị số trung bình d_3 ; và nếu theo công thức (67) ta được trị số d_{xn}'' vượt quá trị số cho phép trên d_{xn}^{cp} , khi đó phải lấy:

$$d_{xn}'' = d_{xn}^{cp} = d_3 \quad (69)$$

Khi đó kích thước tính toán của đường kính hạt tạo vòm tìm theo công thức:

$$d_{tv} = B d_{xn}^{cp} \quad (70)$$

Với các kích thước hạt tạo vòm như vậy ngăn ngừa được sự phát triển của xói ngầm cơ học nguy hiểm trong đất được bảo vệ.

Nếu theo công thức (67) tính được trị số d_{xn}'' nhỏ hơn trị số giới hạn đã lấy d_{xn}^{cp} thì trị số d_{xn}'' này có thể lấy làm trị số tính toán. Khi đó kích thước các hạt tạo vòm d_{tv} được xác định theo công thức (68).

CHƯƠNG III

PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ LỌC NGƯỢC BẢO VỆ ĐẤT KHÔNG ĐÍNH

3.1. Chỉ dẫn chung

Để làm lọc ngược chỉ được lấy vật liệu thiên nhiên hoặc vật liệu nhân tạo không dính sản phẩm của các loại đá rắn và chặt sít, không chứa muối hoà tan trong nước (chương I, 1-7).

Thành phần lọc ngược có thể thiết kế là không xói ngầm. Khi đó ngay cả với gradien cột nước rất lớn sẽ không xảy ra hiện tượng lòi hạt của tầng lọc. Tuy nhiên đối với các tầng lọc yêu cầu này không phải là bắt buộc bởi vì trong tầng lọc các gradien cột nước là đủ nhỏ trong bài toán thực tế được xét. Vì vậy thành phần lọc ngược có thể là xói ngầm chỉ khi nào trong lọc ngược không xảy ra xói ngầm cơ học nguy hiểm.

3.2. Đánh giá độ không xói ngầm của đất và xác định phần trăm hiện tượng lòi hạt. Tiến hành chọn thành phần lọc ngược trước hết cần xác định xem thành phần đất được bảo vệ bằng tầng lọc là thuộc loại nào, cũng như vật liệu thiên nhiên hoặc vật liệu nhân tạo dùng làm lọc có phải là đất xói ngầm hay không xói ngầm.

Để giải quyết vấn đề này, nên dùng 2 phương pháp: Phương pháp thứ nhất đặc trưng cho tính không xói ngầm của đất, khi từ tầng đất ấy với vận tốc thấm bất kỳ, sẽ không xuất hiện sự lòi các hạt nhỏ nhất ($d_{\min}$); Phương pháp thứ hai đặc trưng cho đất coi như thực tế không xói ngầm khi từ đất ấy cho phép lòi không đáng kể các hạt nhỏ nhất, nhưng không có sự phá hoại độ bền và độ ổn định của đất.

Phương pháp thứ nhất – Theo thành phần hạt đã cho của đất được bảo vệ, độ rỗng của đất m_d và hệ số thấm k_d , chúng ta xác định theo một trong các hệ thức (22) hoặc (23) đường kính lỗ thấm lớn nhất trong đất $d_o^{\max}$. Tiếp đó theo đường cong thành phần hạt của đất đã cho, chúng ta tìm đường kính hạt nhỏ nhất $d_{\min}$.

Nếu như: $0,77 d_o^{\max} > d_{\min}$, thì đất cần tính là xói ngầm từ loại đất như vậy, tất cả các hạt có đường kính nhỏ hơn hoặc bằng $0,77 d_o^{\max}$ đều có thể bị lòi ra, nếu vận tốc thấm sẽ lớn hơn vận tốc tới hạn (V_{th}).

Nếu như: $0,77 d_o^{\max} < d_{\min}$ thì đất cần tính là không xói ngầm ngay cả các hạt nhỏ nhất cũng không thể bị lòi ra khỏi loại đất như vậy.

Việc xác định phần trăm khả dĩ lớn nhất của sự lòi hạt ra khỏi đất xói ngầm (theo chuẩn số hình học) được tiến hành như sau: Theo các hệ thức (22) hoặc (23) chúng ta tìm đường kính lớn nhất của mạch thấm trong đất theo hệ thức (28) ta tính đường kính các hạt bị lòi d_{xu} và theo đường cong thành phần hạt của đất, chúng ta xác định được phần trăm lòi hạt phải tìm.

Phương pháp thứ hai; Thực tế chỉ ra rằng; nếu bị lòi ra khỏi đất là những hạt nhỏ nhất với số lượng không lớn hơn 3% theo trọng lượng thì độ bền và ổn định của đất thực tế không bị phá hoại. Do đó, thực tế đất không xói ngầm có thể tính là loại đất, mà từ đất này các hạt nhỏ nhất không quá 3% theo trọng lượng có thể bị lòi ra.

Đất mở hoặc đất gia công nhân tạo dùng làm tầng lọc, hoặc đất được bảo vệ bằng lọc ngược, cần tính (theo tiêu chuẩn hình học) là đất thực tế không xói ngầm nên các thông số của nó thoả mãn hệ thức sau đây:

$$\frac{d_3}{d_{17}} \geq N \quad (71)$$

trong đó :

$$N = (0,32 + 0,016\eta_d) \sqrt{\eta_d} \cdot \frac{m_d}{1 - m_d} \quad (72)$$

Nếu hệ thức (71) không được thoả mãn, thì đất cần tính là xói ngầm.

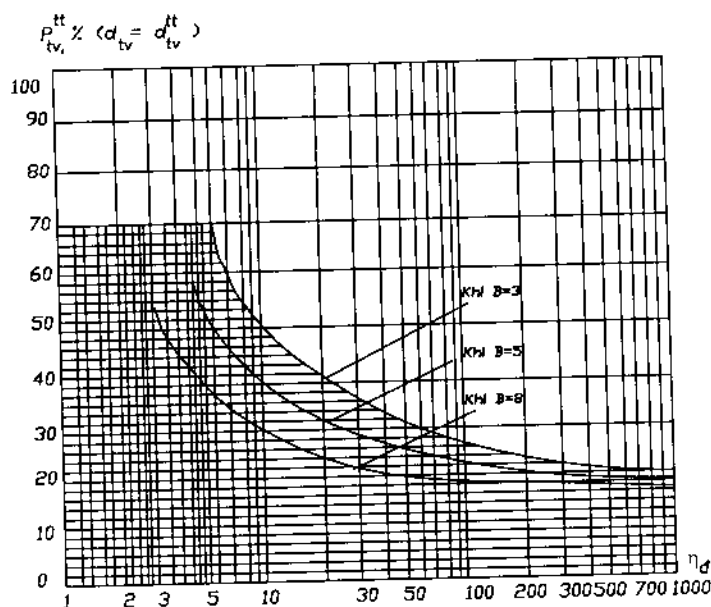
3.3. Xác định kích thước tính toán của các hạt tạo vòm của đất.

Như đã nhận định ở trên (chương II, 2-4) sự không rải (không ép lún) hạt cốt đất vào lớp lọc thứ nhất được bảo đảm khi có sự hình thành trong vùng tiếp giáp các vòm ổn định cấu tạo bởi các hạt đất nhỏ (của cốt).

Khi chọn trị số tính toán của đường kính hạt tạo vòm d_{iv} của đất được bảo vệ phải xét loại đất (không xói ngầm, xói ngầm) mức độ không đều hạt của đất, hình dạng đường cong, thành phần hạt của đất xói ngầm, chế độ thấm.

1. Đất không xói ngầm

Đối với mục đích thực dụng, trị số tính toán của đường kính các hạt tạo vòm d_{iv} cho đất không xói ngầm cần lựa chọn theo đồ thị $P_{iv}'' = f(\eta_d)$ vẽ trên hình số 7.



Hình 7. Đồ thị $d_{iv}'' = f(\eta_d)$ để xác định kích thước tính toán của các hạt đất tạo vòm

- I - Vùng chọn trị số tính toán d_{iv} đối với tầng lọc bằng vật liệu đá dăm.
- II- Vùng chọn trị số tính toán d_{iv} đối với tầng lọc bằng vật liệu cát, sỏi.

Theo đồ thị đã cho (hình 7) tùy theo vật liệu tầng lọc và hệ số không đều hạt của đất η_d trong giới hạn vùng I hoặc vùng II chúng ta xác định hàm lượng phần trăm hạt tạo vòm P_{iv} và tiếp đó theo đường cong thành phần hạt của đất, tìm được trị số tính toán của đường kính hạt tạo vòm d_{iv} .

Để xác định d_{tv} cũng có thể dùng công thức (65)

$$P_{tv} = P_{10} \left[(5B - 5) \frac{\eta_d}{\eta_d - 1} \right]^{\frac{1}{x}}$$

trong đó : $P_{10} = 10$;

$B = 3 \div 8$ – hệ số xét đến kích thước kẽ rỗng phụ thuộc vào sự xếp đặt các hạt đất;

$x = 1 + 1,28 \lg \eta_d$.

Với trị số P_{tv} tính được từ công thức (65) theo đường cong thành phần hạt của đất, chúng ta xác định trị số tính toán d_{tv}'' .

2. Đất xói ngầm.

Trị số d_{tv}'' đối với đất xói ngầm được xác định bằng cách sau đây:

1. Trong công thức (47) thay cho I_{th} chúng ta dùng gradient cột nước lớn nhất đã cho (xác định được bằng tính toán hoặc thí nghiệm EGDA) ở lớp tiếp giáp I_u^{max} của đất với tầng lọc và xác định được trị số d_{xn} theo công thức:

$$d_{xn} = \frac{\beta J_u^{max}}{\varphi_o \sqrt{\frac{m_d g}{v k_d}}} \quad (73)$$

trong đó $\beta = 1 \div 1,5$ – hệ số an toàn ;

2. Nếu trị số tính được $d_{xn} < d_3$, thì trị số tính toán d_{tv} được lấy từ đồ thị $P_{tv}'' = f(\eta_d)$ theo đường cong $B = 3$ (hình 7);

3. Nếu trị số $d_{xn} \geq d_3$ thì d_{tv} cần xác định theo công thức : $d_{tv}'' = B d_3$; (74)

trong đó $B = 3 \div 8$.

Với các kích thước như vậy của hạt tạo vòm, sẽ loại trừ được sự phát triển của xói ngầm cơ học nguy hiểm trong đất được bảo vệ.

3.4. Giới hạn sử dụng các đất không đều hạt để lọc ngược

Thực tế chỉ cho thấy rằng: trị số các hệ số không đều hạt của vật liệu lọc ngược có thể ấn định trong những giới hạn rộng rãi. Điều đó cho khả năng sử dụng các vật liệu thiên nhiên không cần phải gia công thêm như: sàng lọc (rửa sạch) tuyển chọn hạt.

Trị số lớn nhất của hệ số không đều hạt (phân lớp) của vật liệu lọc ngược không được vượt quá:

- Đối với đất không xói ngầm:

$$\eta_1^{cp} = \frac{D_{60}}{D_{10}} \leq 25 \quad (75)$$

- Đối với đất xói ngầm:

$$\eta_1^{cp} = \frac{D_{60}}{D_{10}} \leq 15 \quad (76)$$

Đối với mục đích thực dụng, hệ số không đều hạt cho phép của vật liệu dùng làm tầng lọc, cần ấn định có xét đến cấp công trình theo vốn đầu tư và loại công trình, vật liệu và biện pháp thi công lọc (trên khô, dưới nước, cơ giới hoá, thủ công), các điều kiện làm việc của tầng lọc v.v...

Nên dùng các trị số cho phép sau đây của hệ số không đều hạt của đất η_1^{cp} cho các lọc ngược.

Các vật liệu có hệ số không đều hạt vượt quá trị số cho phép có thể được dùng để đưa vào lọc ngược chỉ sau khi đã kiểm tra trong điều kiện thực địa và phòng thí nghiệm.

3.5. Xác định các hệ số giữa lớp cho phép

Các hệ số giữa η_{gl} được biểu diễn bằng các hệ thức sau đây:

Bảng 2

Loại công trình	$\eta_1^{cp} \leq$
Đập đất và lớp gia cố mái:	
a. Lọc ngược bằng đá dăm	25
b. Lọc ngược bằng cát sỏi nhân	20
Công trình cấp III và IV theo vốn đầu tư và công trình tạm	20-25
Nền nhà máy thủy điện và nền đập bê tông	12
Tiêu nước bằng bê tông xối	12
Tiêu nước tấm sân tiêu năng và hố khoan	10
Lọc ngược các công trình đập bằng phương pháp đổ đất vào nước	10

$$\left. \begin{array}{l} \text{đối với lớp thứ nhất và lọc } \eta_{gl}^I = \frac{D_{17}^I}{d_v} \\ \text{đối với lớp thứ hai của lọc } \eta_{gl}^{II} = \frac{D_{17}^{II}}{D_{17}^I} \end{array} \right\} \quad (77)$$

trong đó D_{17}^I và D_{17}^{II} kích thước hạt đất của lớp thứ nhất và thứ hai của lọc ngược, các hạt này có hàm lượng trong đất nhỏ hơn 17% trọng lượng d_v và D_{17}^I - kích thước hạt tại vòm của đất được bảo vệ và của đất thuộc lớp thứ nhất của lọc.

Hệ số giữa lớp thực, phải thoả mãn điều kiện:

$$\eta_{gl} \leq \eta_{gl}^{cp} \quad (78)$$

Hệ số giữa lớp cho phép η_{gl}^{cp} xác định theo hệ thức sau đây rút ra từ các công thức (18) và (77):

$$\eta_{gl}^{cp} = \frac{1}{C_1} \cdot \frac{1 - m_{l1}}{m_l} \quad (79)$$

trong đó : C_1 được xác định theo công thức (16) khi $\eta_l = \frac{D_{60}}{D_{10}}$.

3.6. Trị số nhỏ nhất của hệ số thấm của lọc ngược.

Theo điều kiện ngấm nước, hệ số thấm nhỏ nhất của lọc ngược $k_l^{\min}$ phải không nhỏ hơn trị số:

$$k_l^{\min} \geq (2 + \sqrt{\eta_l}) k_d \quad (80)$$

3.7. Chiều dày và số lớp lọc.

Chiều dày của lớp lọc ngược theo các điều kiện thấm phải là:

$$T_{\min} \geq (5 \div 7) D_{85} \quad (81)$$

Trong đó D_{85} - kích thước một cỡ hạt, mà những hạt trong đất tầng lọc có kích thước nhỏ hơn cỡ ấy chiếm 85% theo trọng lượng. Theo điều kiện thi công, chiều dày các lớp lọc dùng cho thiết bị tiêu nước các công trình thuỷ lợi, cần lấy như sau:

- Khi thi công thủ công (khi san và đầm nén) – 10cm;

- Khi thi công cơ giới (khi san và đầm nén) – 20cm;

- Khi đắp tầng lọc trong nước chảy:

+ Đối với lọc một lớp – không nhỏ hơn 0,75m;

+ Đối với lọc hai lớp hoặc nhiều hơn lớp thì chiều dày của mỗi lớp tiếp theo phải không nhỏ hơn 0,50m.

Số lớp của lọc ngược được xác định theo từng trường hợp cụ thể, khi đó thành phần của lớp thứ hai và các lớp tiếp theo nếu cần thiết được chọn theo điều kiện không cho rải hạt của lớp thứ nhất vào lớp thứ hai (chương II, 2-4) và theo các hệ số giữa lớp cho phép, được xác định bằng các hệ thức (77), (78), (79) của chương III, 3-5.

Đối với đất xói ngấm của tầng lọc cần tiến hành kiểm tra về điều kiện ổn định chỗ tiếp giáp trong thấm dọc như đã chỉ trong trường hợp tính toán IV, điểm 5.

Khi sử dụng vật liệu không đều hạt để làm lọc, thường xây lọc một lớp hoặc hai lớp là đủ.

3.8. Các trường hợp tính toán khi thiết kế thành phần hạt đất các lọc ngược.

Tuỳ theo thành phần và đặc tính của các thông số đã cho cũng như những yêu cầu cần xét trong sự làm việc của lọc ngược, khi xác định thành phần hạt của lớp lọc phải phân biệt 6 trường hợp tính toán cơ bản sau đây: với 6 trường hợp này có thể tiến hành tất cả các bài toán gặp trong thực tế khi thiết kế và lựa chọn tầng lọc.

A- Thiết kế thành phần hạt lọc ngược khi không có số liệu về đất thiên nhiên dùng cho lọc.

Trường hợp I - Đất cần bảo vệ có thành phần hạt không xói ngấm. Đối với loại đất này, yêu cầu thiết kế lớp thứ nhất của lọc ngược cũng có thành phần hạt không xói ngấm.

Trường hợp II - Đất cần bảo vệ có thành phần hạt xói ngấm. Đối với loại đất này yêu cầu thiết kế lớp thứ nhất của lọc ngược bằng vật liệu có thành phần hạt không xói ngấm.

Chú thích: Các tính toán theo trường hợp I và II được tiến hành để chọn mỏ đất hoặc để gia công đất cho tầng lọc nếu mỏ dùng được không có.

B – Lựa chọn lọc ngược bằng đất mỏ hoặc sản phẩm của nhà máy nghiền đá.

Trường hợp III - Đất cần bảo vệ và đất mỏ thực tế là không xói ngầm. Yêu cầu chọn lớp thứ nhất của lọc ngược từ các đất mỏ đã cho các thành phần hạt không xói ngầm.

Trường hợp IV - Đất cần bảo vệ là không xói ngầm, đất mỏ là xói ngầm. Yêu cầu chọn lớp thứ nhất của lọc ngược từ các đất mỏ đã cho có thành phần hạt xói ngầm.

Trường hợp V - Đất cần bảo vệ là xói ngầm, đất mỏ là không xói ngầm. Yêu cầu chọn lớp thứ nhất của lọc ngược từ đất mỏ đã cho có thành phần hạt không xói ngầm.

Trường hợp VI - Đất cần bảo vệ và đất mỏ là xói ngầm. Yêu cầu chọn lớp thứ nhất của lọc ngược từ các đất mỏ đã cho cũng có thành phần hạt xói ngầm.

3.9. Phương pháp thiết kế thành phần hạt lớp thứ nhất của lọc ngược đối với trường hợp tính toán I và II.

- Trường hợp tính toán I

Đối với đất cần bảo vệ bằng lọc ngược phải cho các số liệu ban đầu sau đây:

a. Thành phần hạt hoặc ít nhất là các trị số kích thước sau đây của các hạt: $d_{\min}$, d_3 , d_{10} , d_{17} , d_{60} , $d_{\max}$;

b. Hệ số không đều hạt $\eta_d = \frac{d_{60}}{d_{10}}$;

c. Dung trọng của đất γ , g/cm³ và trọng lượng riêng của các hạt đất Δ , g/cm³;

d. Độ rỗng m (theo phần đơn vị);

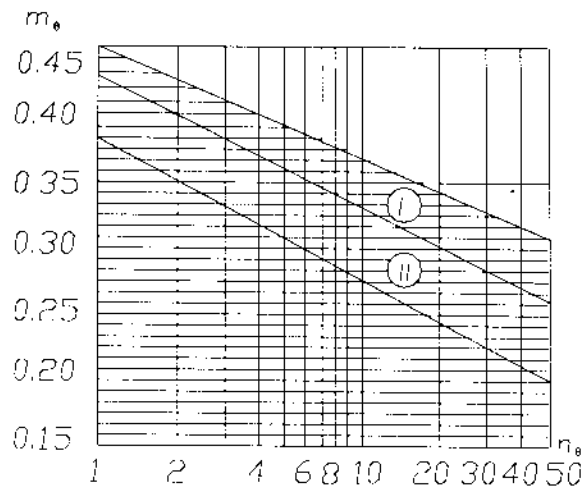
d. Hệ số thấm k , cm/sec.

Như đã chỉ ở trên, đối với tất cả các trường hợp tính toán cần phải xác định, đất đã cho là xói ngầm hay không xói ngầm. Để giải vấn đề này trong chương III, 3-2 đã có phương pháp và cần dùng 1 trong 2 phương pháp đó.

Đối với trường hợp I - đất cần bảo vệ là không xói ngầm – việc xác định thành phần hạt lớp thứ nhất của lọc ngược được tiến hành như sau:

1. Theo thành phần hạt của đất nền đã cho, chúng ta chọn đường kính tính toán của hạt tạo vòm d_w theo đồ thị $P_w^* = f(\eta_d)$, hình 7.

2. Trong đất không xói ngầm thì hiện tượng xói ngầm cơ học thực tế không thể có và vì thế trong trường hợp này không yêu cầu thực hiện các điều kiện thứ 2 và thứ 3 (chương I, 1-4) đã chỉ ở trên, ngay tầng lọc không xói ngầm cũng không cần thực hiện điều kiện thứ tư trong những điều kiện đã chỉ ở 3-4. Do đó chỉ thực hiện điều kiện thứ nhất là đủ, nghĩa là bảo đảm không có sự rơi (hoặc ấn) các hạt cốt đất vào tầng lọc.



Hình 8

Đồ thị $m_1 = f(\eta_d)$ độ rỗng cho phép của vật liệu lọc ngược.

I – Vùng đất đầm; II – Vùng cát; sỏi; cuội.

Từ điều kiện trên, theo các hệ thức (15) và (16) xuất phát từ trị số tính toán đã tìm được d_{17} , chúng ta tìm được D_{17} lớp thứ nhất của lọc:

$$D_{17} = \frac{1}{0,252\sqrt{\eta_d}} \cdot \frac{1-m_1}{m_1} d_{17} \quad (82)$$

Trong đó độ rỗng cho phép m_1 lấy theo η_d trong đồ thị ở hình 8 hoặc theo công thức:

$$m_1 = m_0 - 0,1 \lg \eta_d ; \quad (83)$$

trong đó : $m_0 = 0,45$ - đối với đất đầm

$m_0 = 0,40$ - đối với cát – sỏi – cuội.

3. Theo trị số D_{17} đã tính được và hệ thức thực nghiệm (1) chúng ta xác định (như đã chỉ ở chương II, 2-1) thành phần hạt đất không xói ngầm lớp thứ nhất của lọc.

Thành phần hạt không xói ngầm xác định như vậy cho lọc sẽ bảo đảm sự tiếp giáp bền vững và ổn định của đất với tầng lọc. Vì đất là không xói ngầm cho nên không thể xảy ra việc lồi hạt từ trong đất hoặc sự ứ đọng của tầng lọc.

4. Hệ số thấm của tầng lọc được thiết kế có thể xác định theo hệ thức (3).

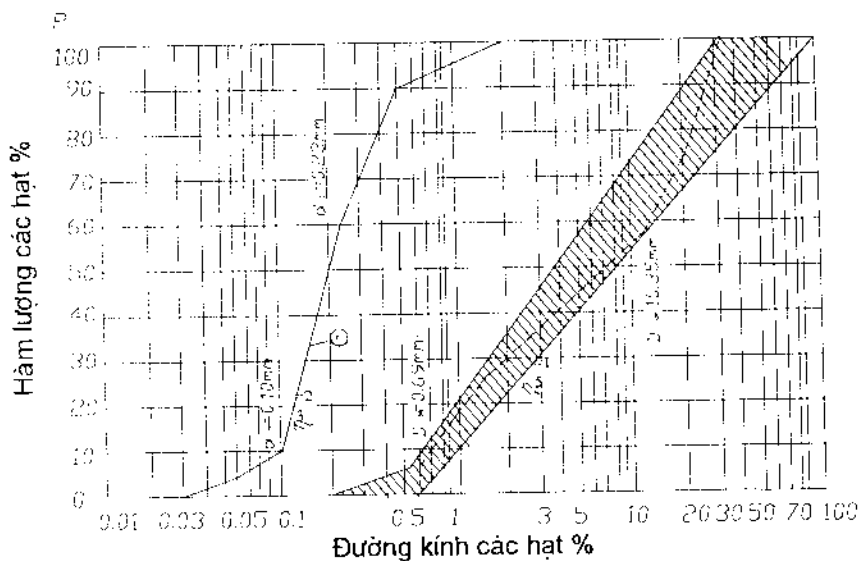
Thí dụ 1 – Chọn thành phần hạt lớp thứ nhất của lọc ngược đối với đất không xói ngầm của thân đập (nền công trình).

Số liệu ban đầu.

Thành phần hạt của đất thân đập (nền) cho ở hình 9. Các đường kính hạt đất: $d_{\min} = 0,03\text{mm}$; $d_3 = 0,05\text{mm}$; $d_{10} = 0,10\text{mm}$; $d_{17} = 0,11\text{mm}$; $d_{60} = 0,23\text{mm}$; $d_{\max} = 2,0\text{mm}$;

hệ số không đều hạt $\eta_d = \frac{d_{60}}{d_{10}} = 2,3$; dung trọng $\gamma_d = 1,72\text{g/cm}^3$, trọng lượng riêng hạt

đất $\Delta = 2,65\text{ g/cm}^3$; độ rỗng $m_d = 1 - \frac{\gamma_d}{\Delta} = 0,35$; hệ số thấm $K_d = 0,0063\text{ cm/sec}$.



Hình 9. Đồ thị thành phần hạt thiết kế lọc.

G- Đất nền đập; I - Vùng thành phần hạt đất cho phép dùng để xây lớp thứ nhất của tầng lọc;
PK - Đường cong tính toán

Trình tự tính toán.

a) Để xác định đất thân đập đã cho là xói ngầm hay không xói ngầm, chúng ta ứng dụng phương pháp thứ hai đã khuyên dùng trong chương III, 3-2.

Thay các trị số đã biết vào các hệ thức (71) và (72) chúng ta được:

$$\frac{d_3}{d_{17}} = \frac{0,05}{0,11} = 0,45 \geq N$$

$$N = (0,32 + 0,016 \cdot 2,3) \sqrt[3]{2,3} \cdot \frac{0,35}{1 - 0,35} = 0,225$$

Do đó đất đã cho thực tế là không xói ngầm.

b) Đối với thành phần hạt không xói ngầm đã cho (hình 9) của đất, chúng ta chọn theo đồ thị $P_w'' = f(\eta_d)$ (hình 7) đường kính tính toán của các hạt tạo vòm với $\eta_d = 2,3$ theo đồ thị hình 7 đối với vật liệu cát sỏi của tầng lọc (vùng II), $P_{IV} = 60\%$. Sau đó theo đường cong thành phần hạt chúng ta tìm $d_{IV} = d_{60} = 0,23\text{mm}$.

c) Từ điều kiện không rải hạt chúng ta xác định đường kính tác dụng của hạt đất trong lớp thứ nhất của lọc D_{17} theo hệ thức (82) bằng cách tự cho trước hệ số không đều hạt của tầng lọc η_1 , rồi theo hệ số này xác định trị số độ rỗng m_1 từ đồ thị $m_1 = f(\eta_1)$ (hình 8).

Trong trường hợp đã cho, chúng ta lấy $\eta_1 = 15$. Theo đồ thị (hình 8) đối với vùng II của đất cát - sỏi - cuội với $m_1 = 0,31$.

$$D_{17} = \frac{1}{0,252\sqrt[3]{\eta_l}} \cdot \frac{1-m_l}{m_l} d_v = \frac{1}{0,252\sqrt[3]{15}} \frac{1-0,31}{0,31} 0,23 \approx 1\text{mm}$$

d) Theo trị số đã tính được $D_{17} = 1,0\text{mm}$ và hệ thức (1) đối với đất không xói ngầm, chúng ta xác định $D_{\min}$ của tầng lọc, trước tiên xác định trị số mũ x:

$$x = 1 + 1,28 \lg 15 = 2,5$$

$$D_{\min} = \frac{D_{17}}{1 + (0,1P_{17})^x \cdot \frac{\eta_l - 1}{5\eta_l}} = \frac{1,0}{1 + (0,1 \cdot 17)^{2,5} \cdot \frac{15 - 1}{5 \cdot 15}} = 0,58\text{mm}$$

Thay trị số $D_{\min}$ vào công thức (1), cũng như trị số $\eta_l = 15$ và $x = 2,5$ chúng ta được:

$$D_i = 0,58 + 0,108 (0,1P_i)^{2,5}$$

Với các trị số khác nhau $P_i = 10 \dots 20 \dots 100$, chúng ta tính các trị số tương ứng D_i chẳng hạn đối với $P_i = 10$, chúng ta được:

$$D_{10} = 0,58 + 0,108 (0,1 \cdot 10)^{2,5} = 0,69\text{mm}.$$

Dưới đây cho các kết quả tính toán, trong đó trị số D_i tính bằng mm.

D_{10}	D_{20}	D_{35}	D_{50}	$D_{60} = \eta_l D_{10}$	D_{80}	D_{90}	D_{100}
0,69	1,19	1,56	6,68	10,35	20,20	26,60	34,70

Theo các số liệu trên đây, chúng ta lập đường cong tính toán phải tìm cho thành phần không xói ngầm của vật liệu lớp thứ nhất của lọc (hình 9).

Khi chọn thành phần hạt vật liệu tầng lọc, cho phép có sai số không lớn so với đường tính toán trong giới hạn “của vùng thành phần hạt đất cho phép, dùng để đắp lớp thứ nhất của tầng lọc”, vùng này cần được ấn định sao cho đường cong tính toán được giới hạn ở phía dưới bởi đường tiếp tuyến với đường cong và đi qua điểm $D_{\min}$. Giới hạn trên của vùng này phải đi qua điểm $D_{\max}$ và trên điểm D_{10} một khoảng 3% cho đến chỗ gặp đường thẳng cho ở hình 9, cắt qua đường cong tính toán (xem đường chấm chấm ở hình 9) ở mức $P_i = 6\%$. Đường này là giới hạn của hàm lượng phần trăm cho phép (6%) của hạt ⁽¹⁾ bụi nhỏ trong vật liệu tầng lọc.

d) Thành phần hạt không xói ngầm đã xác định cho tầng lọc sẽ bảo đảm sự tiếp giáp bền vững và ổn định của đất với tầng lọc vì sự lồi hạt từ trong đất và ứ đọng tầng lọc không thể xảy ra.

e) Hệ số thấm của tầng lọc k_l có thể xác định theo hệ thức (3), nghĩa là:

$$k_l = \frac{3,99\varphi_1}{v} \sqrt[3]{\eta_l} \frac{m_l^3}{(1-m_l)^2} D_{17}^2 = \frac{3,99 \cdot 1}{0,01} \sqrt[3]{15} \frac{0,31^3}{(1-0,31)^2} 0,1^2 = 0,62\text{cm/sec}$$

$$\text{tỷ số } \frac{k_l}{k_d} = \frac{0,62}{0,0063} = 98$$

⁽¹⁾ Phù hợp với CHУП.И-4-62, tiết 12-5, vật liệu tầng lọc của các thiết bị tiêu nước không được chứa quá 3-5% (theo trọng lượng) các hạt có đường kính $d < 0,1\text{mm}$.

Trường hợp tính toán II.

Các số liệu ban đầu và trình tự thiết kế đối với đất được bảo vệ xói ngầm và thành phần không xói ngầm của tầng lọc ngược cũng xấu như đối với trường hợp I, riêng khi chọn các hạt tạo vòm của đất d_{lv} mới cần theo các chỉ dẫn về xác định d_{lv} đối với đất xói ngầm đã cho trong chương III, 3-3. Ngoài ra, đối với tầng lọc đã thiết kế cần phải kiểm tra độ không ứ đọng bởi chính những hạt đất đã được phép lòi đi với điều kiện chúng được dòng thấm vận chuyển đi qua lọc.

Độ lớn của các hạt bị dòng thấm lòi ra khỏi vùng tiếp giáp của đất, kế cận với lớp thứ nhất của lọc ngược, được xác định như sau:

Nếu $\xi d_{lv} > 0,77 d_o^{\max}$ thì với các vận tốc thấm tương ứng, phù hợp với điều kiện (28), có thể có sự lòi tất cả các hạt nhỏ hơn $0,77 d_o^{\max}$, nghĩa là :

$$d_{xn} \leq 0,77 d_o^{\max}$$

Nếu $0,77 d_o^{\max} > \xi d_{lv}$ thì với các vận tốc thấm tương ứng tất cả các hạt nhỏ hơn ξd_{lv} có thể bị lòi ra, nghĩa là:

$$d_{xn} \leq \xi d_{lv}$$

Để các hạt nhỏ của đất d_{ml} bị lòi ra khỏi vùng tiếp giáp bởi dòng thấm không làm ứ đọng lớp thứ nhất của lọc ngược, phải thực hiện các điều kiện (55) hoặc (57), nghĩa là :

$$D_o \geq 1,1 a \cdot d_{xn}$$

$$\text{hoặc : } \frac{D_{17}}{d_{xn}} \geq \frac{1,1(1 - m_l)}{m_l c} a.$$

Thí dụ 2: Chọn thành phần hạt không xói ngầm lớp thứ nhất của tầng lọc đối với đất xói ngầm thân đập, đất (nền công trình).

Các số liệu ban đầu:

Thành phần hạt của đất thân đập (của nền) cho trên hình 10, từ đó tìm được đường kính các hạt đất : $d_{\min} = 0,01\text{mm}$, $d_{10} = 0,10\text{ mm}$, $d_{17} = 0,14\text{mm}$, $d_{60} = 1,0\text{mm}$, $d_{\max} = 3,0\text{ mm}$, hệ số không đều hạt $\eta_d = 10$, dung trọng $\gamma_d = 1,77\text{ g/cm}^3$, độ rỗng $m_d = 0,33$; hệ số thấm $k_d = 0,012\text{ cm/sec}$.

Trình tự tính toán :

a. Chúng ta xác định độ xói ngầm của đất đã cho, theo phương pháp thứ nhất (chương III, 3-2).

Theo các hệ thức (22) hoặc (23) chúng ta xác định đường kính lỗ thấm lớn nhất trong đất.

$$d_o^{\max} = xC \frac{m_d}{1 - m_d} d_{17} = 1,5 \cdot 0,66 \frac{0,33}{1 - 0,33} 0,14 \approx 0,07\text{mm}$$

$$x = 1 + 0,05 \cdot 10 = 1,5$$

$$C = 0,455 \sqrt[6]{10} = 0,66$$

Đường kính lớn nhất của các hạt có thể bị lòi từ đất ra được xác định theo công thức (28), ta được:

$$d_{xu} = 0,77 d_o^{\max} = 0,77 \cdot 0,07 = 0,054 \text{ mm}$$

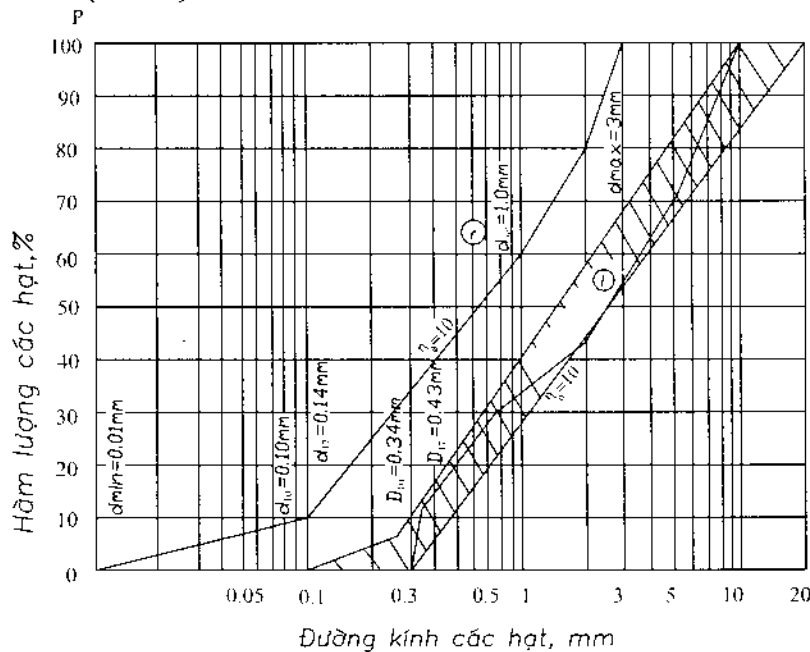
Trong đất đã cho các hạt nhỏ hơn 0,054 mm chiếm 8% (xem đồ thị ở hình 10) và vì thế đất này cần tính là xói ngầm.

b) Theo các tính toán về thấm (hoặc theo phương pháp $\Theta \Gamma \Delta \Lambda$ trong vùng tiếp giáp của đất với tầng lọc, trị số gradien cột nước lớn nhất được xác định $J_n^{\max} = 0,4$.

Để xác định d_{iv} trước hết theo hệ thức (73) chúng ta xác định kích thước hạt đất có thể bị dòng thấm lôi ra với gradien cột nước đã cho $J_n^{\max} = 0,4$.

$$d_{xn} = \frac{\beta J_n^{\max}}{\varphi_o \sqrt{\frac{m_d \cdot g}{v k_d}}}$$

trong đó $\varphi_o = 0,60 \left(\frac{\gamma_d}{\gamma_n} - 1 \right) f_* \sin \left(30^\circ + \frac{\theta}{8} \right)$



Hình 10. Đồ thị thành phần hạt thiết kế của tầng lọc. G - đất thân (nền) đập, I - vùng thành phần hạt cho phép của đất dùng để đắp lớp thứ nhất của tầng lọc

f_* xác định định theo đồ thị ở hình 5 theo đồ thị này với $\eta_d = 10$; $m_d = 0,33$ có trị số $f_* = 0,26$; $\theta = 90^\circ$ khi thấm ngang bằng ($\beta = 1,5$).

$$\varphi_o = 0,60 \left(\frac{1,77}{1} - 1 \right) 0,26 \sin 41,25^\circ = 0,08$$

$$d_{xn} = \frac{1,5 \cdot 0,4}{0,08 \sqrt{\frac{0,33 \cdot 981}{0,01 \cdot 0,012}}} = 0,005 \text{ cm} = 0,05 \text{ mm}$$

Theo đồ thị thành phần hạt đất (hình 10) chúng ta tìm thấy các hạt đó chứa trong đất gần 8% > 3%.

Trong trường hợp đó d_{iv} được xác định theo hệ thức (74):

$$d_{iv}'' = Bd_3$$

Thay vào hệ thức này $B = 8$, $d_3 = 0,0125$ mm (từ đồ thị của hình 10) chúng ta được :

$$d_{iv} = 8 \cdot 0,0125 = 0,10 \text{ mm.}$$

Nếu như $d_{xn} < d_3$, trị số tính toán d_{iv}'' cần lấy theo đồ thị $P_{iv}'' = f(\eta_d)$ của hình 7, đường cong $B = 3$.

e) Tự cho hệ số không đều hạt của vật liệu lớp thứ nhất của tầng lọc $\eta_1 = 10$, từ đồ thị $m_1 = f(\eta_1)$ (vùng I) chúng ta xác định độ rỗng của nó, độ rỗng này bằng $m_1 = 0,37$ (hình 8).

Sau đó từ điều kiện không rải hạt theo hệ thức (82) chúng ta xác định đường kính tác dụng của hạt vật liệu lớp thứ nhất của tầng lọc - D_{17} :

$$D_{17} = \frac{1}{0,252\sqrt{10}} \cdot \frac{1-0,37}{0,37} \cdot 0,10 = 0,46 \text{ mm}$$

d) Theo hệ thức (1) và trị số $D_{17} = 0,46$ mm chúng ta xác định $D_{\min}$ của tầng lọc bắt đầu từ xác định trị số của số mũ x

$$x = 1 + 1,28 \lg \eta_1 = 1 + 1,28 \lg 10 = 2,28$$

$$D_{\min} = \frac{0,46}{1 + (0,117)^{2,28} \frac{10-1}{5,10}} = 0,29 \text{ mm}$$

Thay trị số $D_{\min} = 0,29$, $\eta = 10$ và $x = 2,28$ vào công thức (1) ta được :

$$D_i = 0,29 + 0,052 \cdot (0,1 P_i)^{2,28}$$

Với các trị số khác nhau $P_i = 10 \dots 20 \dots 100$, ta tìm được các trị số tương ứng của D_i tính bằng mm.

D_{10}	D_{20}	D_{40}	$D_{60} = \eta_1 D_{10}$	D_{80}	D_{100}
0,34	1,54	1,55	3,40	6,29	10,19

Theo các trị số trên của $D_{\min}$, $D_{10} \dots D_{100}$, chúng ta xây dựng đường cong tính toán thành phần hạt không xói ngấm của lớp thứ nhất tầng lọc (hình 10) và chúng ta xác lập cũng như ở thí dụ 1 vùng thành phần hạt vật liệu cho phép dùng để đắp lớp thứ nhất của tầng lọc.

d) Hệ số thấm của tầng lọc k_l xác định theo hệ thức (3).

$$k_l = \frac{3,99 \cdot 0,40}{0,01} \sqrt[3]{10} \cdot \frac{0,37^3}{(1-0,37)^2} \cdot 0,046^2 \cdot 0,135 \text{ cm/sec, và được tỷ số:}$$

$$\frac{k_l}{k_d} = \frac{0,135}{0,014} = 9,65 \approx 10.$$

c) Chúng ta kiểm tra lớp thứ nhất của tầng lọc và độ không ứ đọng, muốn vậy chúng ta xác định kích thước của hạt có thể bị lôi từ vùng tiếp giáp của đất kề cận với lớp thứ nhất của tầng lọc từ điều kiện:

$$\xi d_{iv} > 0,77 d_o^{\max}$$

Phù hợp với điểm a chúng ta có $0,77 d_o^{\max} = 0,054 \text{ mm}$, $\xi d_{iv} = 0,15 \cdot 0,1 = 0,015 \text{ mm}$. Do đó $0,77 d_o^{\max} > \xi d_{iv}$ và theo đó các hạt $d_{xn} \leq 0,15$, $d_{iv} = 0,015 \text{ mm}$ có thể bị lôi ra, các hạt này chứa trong đất (hình 10) gần 3%.

Để các hạt này không làm ứ đọng lớp thứ nhất của tầng lọc, phù hợp với (54) phải có:

$$d_{xn} \leq \frac{D_o}{1,1 a_*}$$

Theo hệ thức (10)

$$D_o = C \frac{m_1}{1 - m_1} D_{17} = 0,455 \sqrt{10} \cdot \frac{0,37}{1 - 0,37} 0,46 = 0,18 \text{ mm};$$

từ bảng 1 có trị số của thông số $a_* = 4$; do đó:

$$d_{xn} \leq \frac{0,18}{1,1 \cdot 4} = 0,041 \text{ mm}.$$

và điều kiện (54) được thỏa mãn, vì $0,015 < 0,041$.

Nếu dùng công thức (57) thì phải bảo đảm bất phương trình sau đây:

$$\frac{D_{17}}{d_{ci}} \geq \frac{1,1(1 - m_1)}{m_1 \cdot C} a_*$$

Trong trường hợp đang xét $\frac{D_{17}}{d_{xn}} = \frac{0,46}{0,015} = 30,6$, $\frac{1,1(1 - 0,37)4}{0,37 \cdot 0,455 \sqrt{10}} = 11,2$ và vì thế điều kiện

(57) cũng được thỏa mãn.

Do đó, (trong những điều kiện thủy động xác định) các hạt có kích thước $d_{xn} = 0,015 \text{ mm}$ bị lôi ra bởi dòng thấm sẽ không làm ứ tắc lớp thứ nhất của tầng lọc.

Nếu các điều kiện (54) và (57) không được thỏa mãn thì cần thay đổi đường kính các hạt tạo vòm đã tính được d_{iv} . Khi đó, lấy theo điều kiện (55) $D_o = 1,1 d_{xn} a_*$, chúng ta được $d_{iv} = 0,61 d_{xn} a_*$.

Theo trị số d_{iv} trên đây, chúng ta tìm trị số mới D_{17} và theo hệ thức (1) chúng ta được đường cong mới biểu diễn thành phần hạt vật liệu lớp thứ nhất của tầng lọc, thỏa mãn điều kiện không ứ đọng.

3.10. Phương pháp chọn thành phần hạt lớp thứ nhất của tầng lọc đối với các trường hợp tính toán III, IV, V và VI. Đối với các trường hợp III – VI đã chỉ ở 3.8, khi: ngoài đất nền được bảo vệ, còn biết cả đất mở dùng làm tầng lọc ngược thì phương pháp chọn thành phần hạt lớp thứ nhất của tầng lọc căn bản vẫn giống như 2 trường hợp đầu tiên xét ở trên. Nhưng trình tự tính toán cũng như các điều kiện xác định việc chọn chuỗi thông số tính toán, ở đây sẽ khác. Để cho dễ hiểu các thí dụ sau đây sẽ giải thích và hướng dẫn trình tự tính toán trong các trường hợp này.

- Trường hợp tính toán III

Thí dụ 3: Chọn thành phần hạt lớp thứ nhất của lọc cho trường hợp đất được bảo vệ và vật liệu mô thực tế đều không xói ngầm.

Số liệu ban đầu:

Thành phần hạt của đất thân đập (của nền công trình) và của vật liệu mô dùng cho lớp thứ nhất của lọc ngược được vẽ trên hình 11.

Số liệu của đất được bảo vệ.

Hệ số không đều hạt $\eta_d = 3,34$;

Độ rỗng $m_d = 0,34$;

Hệ số thấm $k_d = 0,0092$ cm/sec.

Số liệu của vật liệu mô:

Đất 1

Hệ số không đều hạt $\eta = 9,7$;

Độ rỗng $m' = 0,33$;

Hệ số thấm $k' = 0,12$ cm/sec.

Đất 2

Hệ số không đều hạt $\eta'' = 65$;

Độ rỗng $m'' = 0,25$;

Hệ số thấm $k'' = 0,31$ cm/sec.

Đất 3

Hệ số không đều hạt $\eta''' = 11,3$;

Độ rỗng $m''' = 0,36$;

Hệ số thấm $k''' = 8$ cm/sec.

Trình tự tính toán :

a) Chúng ta hãy xác định độ xói ngầm của đất được bảo vệ. Dùng hệ thức (71).

$$\frac{d_3}{d_{17}} = \frac{0,10}{0,14} = 0,715 \geq N;$$

$$N = (0,32 + 0,016 \cdot 3,34) \sqrt[3]{3,34} \cdot \frac{0,34}{1 - 0,34} = 0,40$$

Do đó, đất được bảo vệ thực tế là không xói ngầm.

b) Theo thành phần hạt không xói ngầm đã cho của đất (hình 11) chúng ta hãy chọn đường kính tính toán của các hạt tạo vòm d_w theo đồ thị.

$$P_{iv}^u = f(\eta_d). \text{ (hình 7)}$$

Với $\eta_d = 3,34$, theo đồ thị (hình 7, vùng II), $P_{iv} = 48 - 60\%$ d_w có thể chọn trong các giới hạn $d_{48} \div d_{60}$, chúng ta lấy $d_w = d_{50} = 0,3\text{mm}$.

c) Chúng ta hãy làm sáng tỏ khả năng sử dụng loại vật liệu mỏ 1 vào lớp thứ nhất của lọc ngược.

1. Chúng ta hãy xác định độ xói ngầm của vật liệu này cũng theo hệ thức (71):

$$\frac{D'_3}{D'_{17}} = \frac{0,17}{0,44} = 0,386 \geq N$$

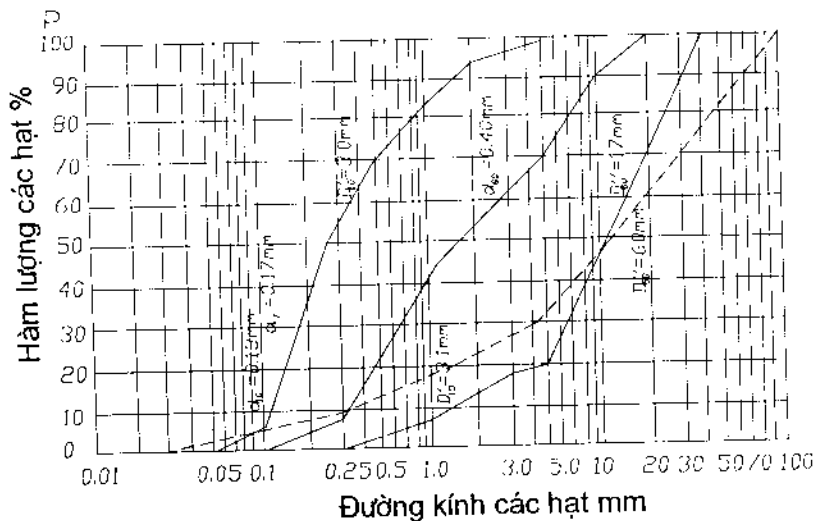
$$N = (0,32 + 0,016 \cdot 9,7) \sqrt[3]{9,7} \cdot \frac{0,33}{1 - 0,33} = 0,338$$

Do đó vật liệu ở mỏ 1 thực tế là không xói ngầm.

2. Hệ số không đều hạt của loại vật liệu này nhỏ hơn hệ số cho phép (bảng 2):

$$\eta' = 9,7 < 20.$$

3. Chúng ta hãy kiểm tra mức độ thỏa mãn điều kiện không rơi vãi phù hợp với các công thức (77), (78) và (79) đối với hệ số giữa lớp, chúng ta có:



Hình 11. Thành phần hạt của đất.

G – thân đập, 1, 2, 3 – đất mỏ dùng cho lớp thứ nhất của lọc.

$$\eta_{gl} = \frac{D'_{17}}{d_n} = \frac{0,44}{0,30} = 1,46$$

$$\eta_{gl}^{cp} = \frac{1}{0,252 \sqrt[3]{\eta'}} \cdot \frac{1 - m'}{m'} = \frac{1}{0,252 \sqrt[3]{9,7}} \cdot \frac{1 - 0,33}{0,33} = 5,5$$

Điều kiện không rơi vãi được tuân theo:

$$\eta_{gl} < \eta_{gl}^{cp}$$

4. Theo điều kiện ngấm nước phải có:

$$\frac{k_l}{k_d} \geq (2 + \sqrt[3]{\eta_l}) \cdot 2 + \sqrt[3]{9,7} = 3,46$$

$$\frac{k_1}{k_d} = \frac{0,12}{0,0092} = 13 > 3,46$$

Do đó, cả điều kiện này cũng được thoả mãn.

Như vậy vật liệu mỏ 1 thoả mãn tất cả các yêu cầu đề ra đối với vật liệu cho lớp thứ nhất của lọc ngược và do đó trong trường hợp đã cho, nó có thể được kiến nghị dùng làm lớp thứ nhất của tầng lọc ngược.

5. Để thiết lập vùng sai lệch cho phép so với thành phần nói trên của vật liệu mỏ, chúng ta xây dựng theo hệ thức (1) đường cong thành phần không xói ngầm đi qua các điểm D'_{10} và D'_{60} của vật liệu mỏ 1. Từ hệ thức (1), chúng ta xác định $D_{\min}$ sau khi đã đưa trị số đã dẫn của D'_{10} vào hệ thức đó và sau khi đã tính số mũ x:

$$x = 1 + 1,28 \lg \eta' = 1 + 1,28 \lg 9,7 = 2,27$$

$$D_{\min} = \frac{D_{10}}{1 + (0,1 P_{10})^x \frac{\eta' - 1}{5\eta'}} = \frac{0,31}{1 + (0,1 \cdot 10)^{2,27} \frac{9,7 - 1}{5 \cdot 9,7}} \approx 0,26 \text{ mm}$$

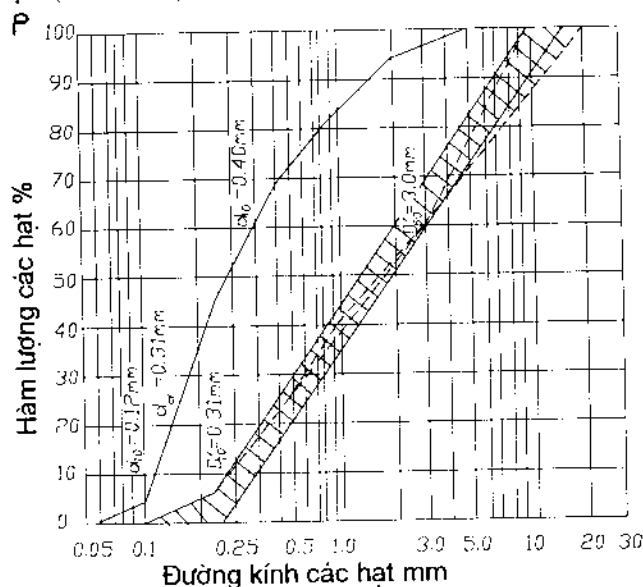
Để tìm các trị số D_i còn lại, phù hợp với công thức (1), chúng ta có:

$$D_i = 0,26 + 0,047 (0,1 P_i)^{2,27}$$

Từ đó, chúng ta tìm thí dụ $D_{35} = 1,06 \text{ mm}$,

$$D_{80} = 5,53 \text{ mm}, D_{100} = 9,01 \text{ mm}.$$

Theo các trị số trên của D_i , chúng ta vẽ đường cong thành phần hạt không xói ngầm và theo đường cong này, chúng ta xác định vùng sai lệch cho phép đối với vật liệu mỏ đã cho và căn cứ vào vùng sai lệch này chúng ta xác định các đất thực tế có thể dùng để làm lớp thứ nhất của lọc (Hình 12).



Hình 12. Đồ thị thành phần hạt lớp thứ nhất làm bằng vật liệu mỏ 1

Đ - Đất thân đập;

I - vùng thành phần hạt cho phép của vật liệu dùng được để đắp lớp thứ nhất của lọc. VLM - vật liệu mỏ 1

d) Chúng ta tiến hành nghiên cứu như vậy đối với vật liệu mỏ 2. Vật liệu này nếu không được xử lý lại thì không thể dùng cho lớp thứ nhất của lọc đối với đất được bảo vệ đã cho bởi vì hệ số không đều hạt của nó lớn hơn hệ số cho phép rất nhiều.

$$\eta'' = 65 > \eta^{\text{cp}} = 20 - 25$$

Vì vậy chúng ta tiến hành sàng bỏ các hạt nhỏ và hạt lớn theo 3 phương án sau đây:

Đất a – sàng bỏ các hạt có $D < 0,25\text{mm}$ và

$$D > 50\text{mm}, \eta = 30,8,$$

Đất b – sàng bỏ các hạt có $D < 0,25\text{mm}$ và

$$D > 40\text{mm}, \eta = 29,2$$

Đất c – sàng bỏ các hạt có $D < 0,25\text{mm}$ và

$$D > 20\text{mm}, \eta = 25,0$$

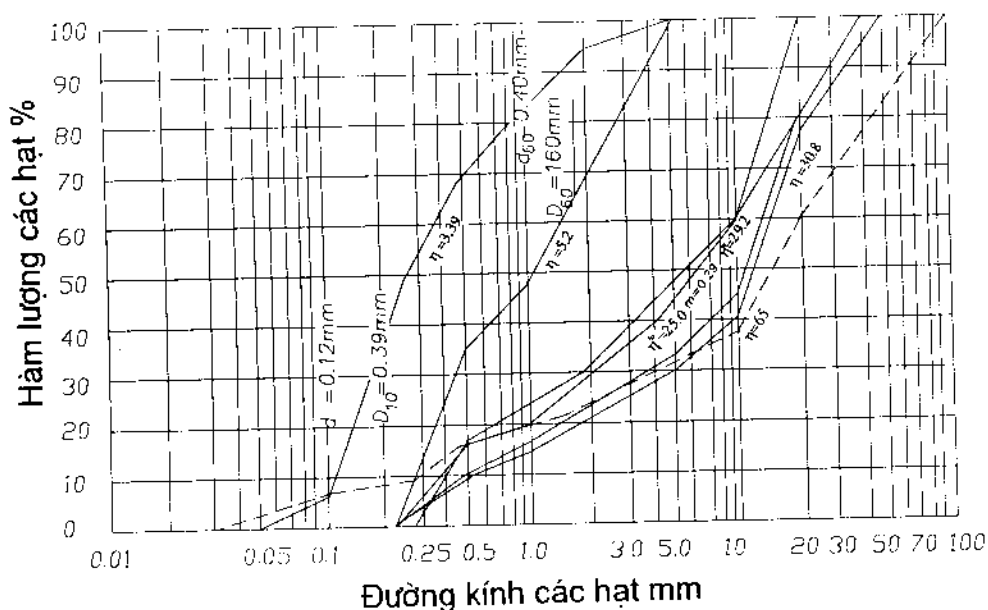
Đường cong biểu diễn thành phần hạt của các vật liệu này cho ở hình 13.

Như ta thấy chỉ có trị số của hệ số không đều hạt của vật liệu c là η gần đúng với trị số cho phép, còn các vật liệu a và b không dùng được theo trị số η .

Theo đồ thị (hình 8) đối với $\eta_1 = 25$, chúng ta tìm độ rỗng của vật liệu c: $m_1 = 0,29$ và sau đó chúng ta xác định độ xói ngầm của vật liệu này:

$$\frac{D_3}{D_{17}} = \frac{0,30}{0,75} = 0,40 \geq N$$

$$N = (0,32) + 0,16.25)^{\sqrt[3]{25}} \cdot \frac{0,27}{1 - 0,29} = 0,21$$



Hình 13. Thành phần hạt của vật liệu sau khi sàng bỏ hạt nhỏ và lớn trong vật liệu mỏ 2.

Do đó, vật liệu c là thực tế không xói ngầm. Theo trị số trước $d_{tv} = d_{50} = 0,30\text{mm}$, khi đó hệ số giữa lớp là:

$$\eta_{gl} = \frac{D'_{17}}{d_{tv}} = \frac{0,75}{0,30} = 2,5$$

Hệ số giữa lớp cho phép:

$$\eta_{gl}^{CP} = \frac{1}{C_1} \cdot \frac{1 - m_1}{m_1} = \frac{1}{0,252\sqrt{25}} \cdot \frac{1 - 0,29}{0,29} = 5,7$$

và do đó điều kiện không rải hạt $\eta_{gl} < \eta_{gl}^{CP}$ được thoả mãn.

Hệ số thấm của vật liệu C xác định theo hệ thức (3).

$$k_1 = \frac{3,99 \cdot 1}{0,01} \sqrt{25} \cdot \frac{0,29^3}{(1 - 0,29)^2} 0,075^2 = 0,316 \text{ cm/sec}$$

Các điều kiện ngầm nước của lọc cũng được thoả mãn, bởi vì:

$$\frac{k_1}{k_d} = \frac{0,316}{0,0092} \approx 34$$

Từ các tính toán trên đây cần thấy rằng vật liệu đã được sàng c, theo thành phần của nó, đã thoả mãn các yêu cầu cơ bản đối với vật liệu làm lọc ngược, và vì thế nó có thể dùng cho lớp thứ nhất của lọc ngược.

Để xác lập vùng sai lệch cho phép so với thành phần nói trên của vật liệu, như trong trường hợp trước, theo hệ thức (1) chúng ta xây dựng đường cong thành phần không xói ngầm đi qua các điểm D_{10} và D_{60} của vật liệu c;

Với $\eta_r = 25$ tìm được:

$$x = 1 + 1,25 \lg 25 = 2,79$$

$$D_{\min} = \frac{0,42}{1 + (0,1 \cdot 10)^{2,79} \frac{25 - 1}{5,25}} = 0,35 \text{ mm}$$

Các điểm khác của đường cong không xói ngầm $D_1 = D_{20} \dots D_{100}$ được xác định, đối với trường hợp đã cho, theo hệ thức (1) đã lập trước đây.

$$D_i = 0,35 + 0,192 (0,1 \cdot P_i)^{2,79}$$

Theo phương trình này đường cong không xói ngầm đã được lập và vẽ trên hình 14. Khi đó vùng thành phần hạt không xói ngầm thực tế cho phép của vật liệu có đủ tiêu chuẩn để đắp vào lớp thứ nhất của lọc, cần hạn chế bởi giới hạn trên như đã chỉ trong thí dụ 1. Giới hạn dưới cần lấy đoạn tiếp tuyến với đường cong không xói ngầm đến đường cong của vật liệu c và tiếp nối như đã chỉ ở hình 14.

Chú ý là ở đây thành phần thiết kế cho lớp thứ nhất của lọc với hệ số không đều hạt cao nhất cho chúng ta khả năng sử dụng vật liệu mỏ 2 đến 50%.

Phải nói rằng: việc lựa chọn thành phần lớp thứ nhất của lọc có thể thực hiện từ vật liệu mỏ 2 và với những phương án khác để sàng lọc vật liệu đó.

Ở đây còn đưa ra phương án vật liệu d có sàng bỏ các hạt $D < 0,25\text{mm}$ và $D > 5,0\text{mm}$, $\eta_1 = 5,2$ (hình 13), $m_1 = 0,36$ (theo đồ thị hình 8).

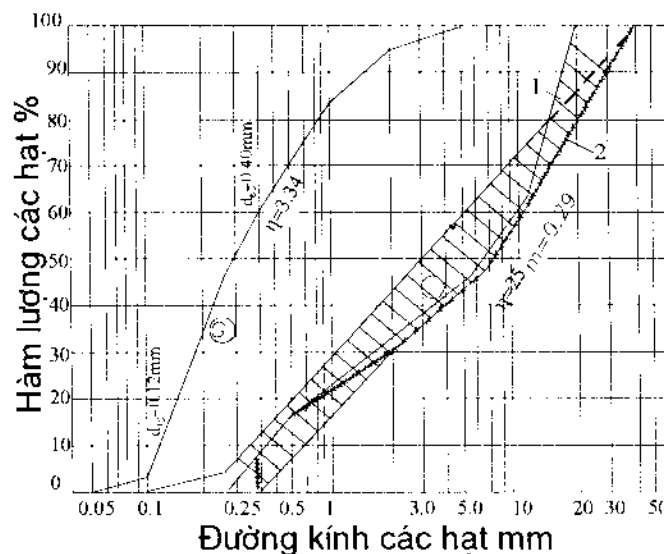
Đối với phương án sàng lọc này chúng ta cũng thực hiện các tính toán như trong trường hợp trước.

1. Xác định độ xói ngầm của vật liệu đ:

$$\frac{D_3}{D_{17}} = \frac{0,27}{0,36} = 0,75 \geq N$$

$$N = (0,32 + 0,016 \cdot 5,2) \sqrt[6]{5,2} \frac{0,36}{1 - 0,36} = 0,295;$$

Do đó vật liệu này thực tế là không xói ngầm.



Hình 14. Đồ thị thành phần hạt lớp thứ nhất của lọc lấy từ vật liệu mỏ 2.

G - đất thân đập. I - vùng thành phần hạt cho phép của vật liệu dùng đắp lớp thứ nhất của lọc
1 - vật liệu (c) sau khi sàng bỏ các hạt $D < 0,25\text{mm}$ và $D > 20\text{mm}$ của loại vật liệu mỏ 2; 2 - đường cong không xói ngầm đi qua D_{10} và D_{60} của đất (c).

2. Chúng ta kiểm tra điều kiện không rơi hạt, chúng ta có $d_{iv} = d_{50} = 0,30\text{mm}$, hệ số giữa lớp thực:

$$\eta_{gl} = \frac{D_{17}^I}{d_{iv}} = \frac{0,36}{0,30} = 1,2$$

Hệ số giữa lớp cho phép;

$$\eta_{gl}^{cp} = \frac{1}{0,252 \sqrt[6]{5,2}} \frac{1 - 0,36}{0,36} = 5$$

do đó:

$$\eta_{gl} < \eta_{gl}^{cp}$$

và điều kiện không rơi hạt được thỏa mãn.

3. Tiếp theo chúng ta kiểm tra điều kiện độ ngấm nước. Theo công thức (3) tìm được:

$$k_t = \frac{3,99.1}{0,01} \sqrt[3]{5,2} \cdot \frac{0,36^3}{(1-0,36)^2} \cdot 0,036^2 = 0,1 \text{ cm/sec}$$

Tổng số $\frac{k_t}{k_d} = \frac{0,1000}{0,0092} = 10,9$ và do đó điều kiện ngấm nước cũng được thoả mãn.

Như vậy ngay cả phương án sàng lọc vật liệu mỏ 2 cũng thoả mãn tất cả các yêu cầu cơ bản đối với lọc ngược và vì vậy vật liệu đ cũng có thể được dùng cho lớp thứ nhất của lọc ngược. Để xác định vùng sai lệch-cho phép đối với vật liệu 2, chúng ta lập đường cong thành phần hạt không xói ngấm cũng đi qua các điểm D_{10} và D_{60} của vật liệu đ.

$$\text{với } \eta = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{1,6}{0,31} = 5,2$$

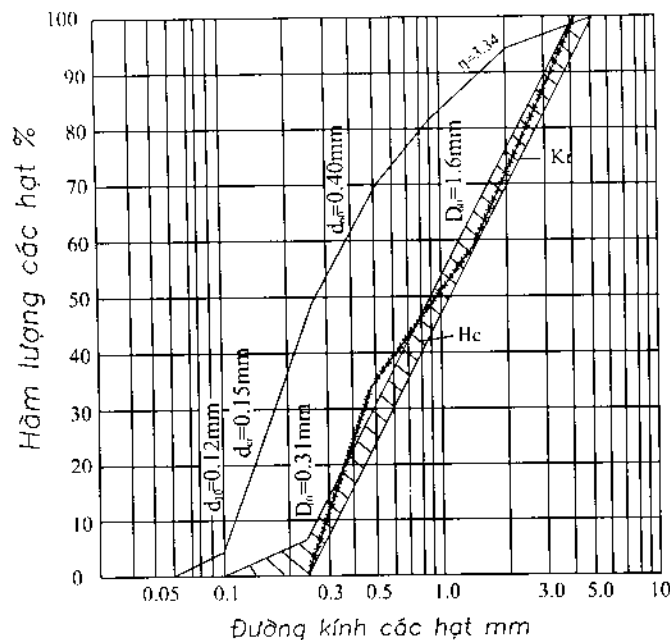
$$\text{tìm: } x = 1 + 1,28 \lg 5,2 = 1,92$$

$$D_{\min} = \frac{0,31}{1 + (0,1.10)^{1,92} \frac{5,2-1}{5,2}} = 0,265 \text{ mm,}$$

Các điểm khác của đường cong không xói ngấm xác định theo công thức sau đây rút ra từ hệ thức (1).

$$D_i = 0,265 + 0,043 (0,1 \text{ Pi})^{1,92}$$

Theo các trị số trên, đường cong không xói ngấm được xây dựng đối với vật liệu đ và vùng sai lệch cho phép trong thành phần hạt của vật liệu dùng cho lớp thứ nhất của lọc đã cho ở hình 15.



Hình 15. Đồ thị thành phần hạt lớp thứ nhất của lọc lấy từ vật liệu mỏ 2 sau khi sàng bỏ các hạt $D < 0,25 \text{ mm}$ và $D > 5 \text{ mm}$.

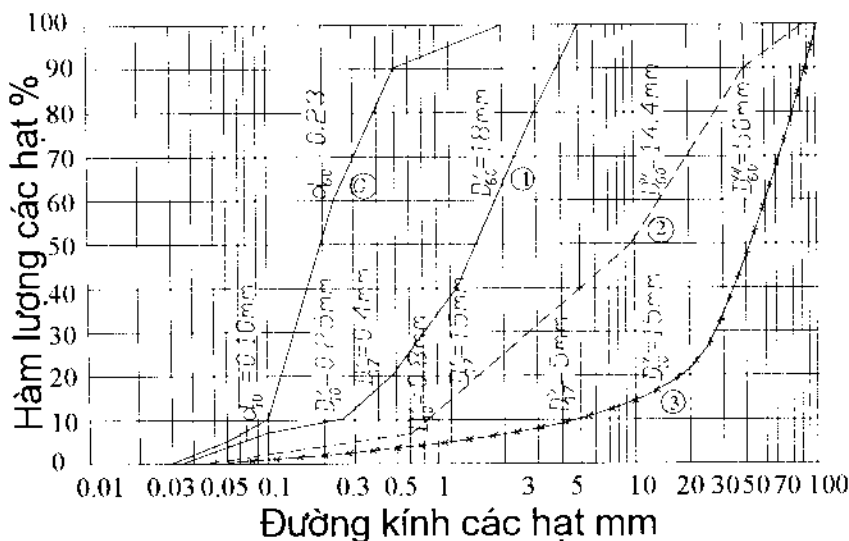
đ) Việc nghiên cứu vật liệu mỏ 3 (hình 11) để dùng cho lớp thứ nhất của lọc cũng được thực hiện như vật liệu mỏ 2. Vật liệu này chỉ chứa các hạt từ 0,25 đến 40mm và $\eta = 11,3$, vì vậy chọn thành phần cần thiết của tầng lọc từ vật liệu này sẽ đơn giản hơn là từ loại vật liệu 2 đã xét ở trên. Do đó, ở đây các tính toán tương ứng không tiến hành.

- Trường hợp tính toán IV.

Thí dụ 4 - Đất được bảo vệ là không xói ngầm, vật liệu mỏ là xói ngầm. Yêu cầu chọn lớp thứ nhất của lọc, lấy từ vật liệu mỏ có thành phần hạt xói ngầm đã cho.

Số liệu ban đầu:

Các thành phần hạt của đất thân đập (nền công trình) và của vật liệu mỏ dùng cho lớp thứ nhất của lọc ngược cho trên hình 16.



Hình 16. Thành phần hạt các loại vật liệu G - đất thân đập, 1, 2, 3 các vật liệu mỏ dùng cho lớp thứ nhất của lọc.

Số liệu của đất được bảo vệ.

Thành phần hạt $d_{10} = 0,10\text{mm}$, $d_{17} = 0,11\text{mm}$, $d_{60} = 0,23\text{mm}$;

Hệ số không đều hạt $\eta_d = 2,3$;

Dung trọng $\gamma_d = 1,72 \text{ g/cm}^3$;

Độ rỗng $m_d = 0,35$;

Hệ số thấm $k_d = 0,016 \text{ cm/sec}$.

Số liệu của vật liệu mỏ:

Vật liệu 1 (dầm sàng lọc);

$D_{10} = 0,25\text{mm}$, $D_{17} = 0,4\text{mm}$, $D_{60} = 1,8\text{mm}$, $D_{\text{max}} = 5\text{mm}$;

Hệ số không đều hạt $\eta' = 7,2$;

Dung trọng $\gamma' = 1,69 \text{ g/cm}^3$;

Độ rỗng $m' = 0,35$;

Hệ số thấm $k' = 0,11 \text{ cm/sec}$.

Vật liệu 2.

$D''_{10} = 0,8\text{mm}$, $D''_{17} = 1,5\text{mm}$, $D''_{60} = 14,4\text{mm}$, $D''_{\text{max}} = 80\text{mm}$;

Hệ số không đều hạt $\eta'' = 18$;

Dung trọng $\gamma'' = 1,79 \text{ g/cm}^3$;

Độ rỗng $m'' = 0,33$;

Hệ số thấm $k'' = 1,65 \text{ cm/sec}$;

Vật liệu 3 (đá dăm).

$D'''_{10} = 5,0\text{mm}$; $D'''_{17} = 15\text{mm}$, $D'''_{60} = 50\text{mm}$; $D'''_{\text{max}} = 100\text{mm}$;

Hệ số không đều hạt $\eta''' = 10$;

Dung trọng $\gamma''' = 1,69 \text{ g/cm}^3$;

Độ rỗng $m''' = 0,36$;

Hệ số thấm $k''' = 60 \text{ cm/sec}$.

Trình tự tính toán :

a) Chúng ta xác định độ xói ngầm của đất cần được bảo vệ của thân đập (nền đập) chúng ta dùng các hệ thức (71) và (72).

$$\frac{d_3}{d_{17}} = \frac{0,05}{0,11} = 0,455 \geq N;$$

$$N = (0,32 + 0,016.2,3) \sqrt[3]{2,3} \cdot \frac{0,35}{1 - 0,35} = 0,225.$$

Do đó, đất thân đập đã cho thực tế là không xói ngầm.

b) Theo thành phần hạt đất thân đập đã cho (hình 16) chúng ta chọn đường kính tính toán của các hạt tạo vòm theo đồ thị (hình 7).

Đối với đất có hệ số không đều hạt $\eta_d = 2,3$ theo đồ thị chúng ta tìm được

$P_{iv} = 60 \div 70\%$ (vùng I); d_{iv} có thể chọn trong giới hạn $d_{60} \div d_{70}$.

Chúng ta lấy $d_{iv} = d_{60} = 0,23\text{mm}$.

c) Chúng ta xác minh độ hữu ích của vật liệu mỏ 1 (hình 16) để sử dụng cho lớp thứ nhất của lọc ngược.

1. Chúng ta xác định độ xói ngầm của vật liệu này theo phương pháp thứ nhất (chương III, 3-2).

Theo hệ thức (23) chúng ta xác định đường kính lỗ thấm lớn nhất trong đất 1.

$$D_o^{\text{max}} = xC \frac{m'}{1-m} D'_{17} = 1,36.0,63 \frac{0,35}{1-0,35} 0,4 = 0,185\text{mm};$$

$$x = 1 + 0,05.7,2 = 1,36;$$

$$C = 0,455 \sqrt[3]{7,2} = 0,63$$

Từ công thức (28), chúng ta xác định đường kính lớn nhất của các hạt có thể bị lôi ra khỏi đất đã cho trong những điều kiện thủy động xác định.

$$D_{ci}^{max} = 0,77 D_o^{max} = 0,77 \cdot 0,185 = 0,142 \text{ mm}$$

Trong vật liệu mỏ 1 (hình 16) các hạt như thế chiếm gần 8%, do đó vật liệu 1 là xói ngầm.

2. Hệ số không đều hạt của vật liệu nhỏ hơn hệ số cho phép:

$$\eta' = 7,2 < 15$$

3. Chúng ta kiểm tra điều kiện không rải hạt.

Phù hợp với các công thức (77), (78) và (79), đối với hệ số giữa lớp ta có:

$$\eta_{gl} = \frac{D_{17}'}{d_{lv}} = \frac{0,4}{0,23} = 1,74 \leq \eta_{gl}^{cp}$$

$$\eta_{gl}^{cp} = \frac{1}{0,252 \sqrt[3]{\eta'}} \cdot \frac{1-m'}{m'} = \frac{1}{0,252 \sqrt[3]{7,2}} \cdot \frac{1-0,35}{0,35} = 5,3$$

Điều kiện không rơi hạt được thoả mãn.

4. Theo điều kiện ngầm nước phải có:

$$\frac{k_1}{k_d} \geq 2 + \sqrt[3]{\eta'}; \quad 2 + \sqrt[3]{7,2} = 3,39;$$

trong thực tế chúng ta có:

$$\frac{k_1}{k_d} = \frac{0,11}{0,016} \approx 7 > 3,39$$

Do đó điều kiện này được thoả mãn.

Như vậy vật liệu mỏ 1 của thành phần xói ngầm đã thoả mãn tất cả các yêu cầu đề ra đối với vật liệu của lớp thứ nhất của lọc và do đó nó có thể nếu dùng làm lọc ngược mà không phải xử lý thêm.

Tuy nhiên đối với đất xói ngầm của lọc ngược cần phải kiểm tra xem các hạt $D_{ml} > D_3$ có bị dòng thấm cuốn lôi ra khỏi lớp thứ nhất của lọc hay không, vì điều đó có thể gây ra độ lún không cho phép của công trình. Do đó trong lớp thứ nhất của lọc gradien cột nước phải không được lớn hơn gradien cho phép nghĩa là phải thoả mãn điều kiện.

$$J \leq J_{cp} = J_{th} : \beta$$

5. Chúng ta xác định các trị số gradien cột nước tới hạn đối với lớp thứ nhất của lọc.

Chúng ta sẽ nhận thấy rằng các hạt xói ngầm nhỏ nhất $D_{min}' = 0,03 \text{ mm}$ (hình 16, đường cong 1) không được lôi ra khỏi đất đã cho, và chúng ta xác định gradien cột nước tới hạn J_{th}^{min} theo hệ thức (48):

$$J_{th} = \varphi_o D_{min}' \sqrt{\frac{m' g}{v K'}}$$

trong đó : $D_{min}' = 0,03 \text{ mm}$

$$\varphi_o = 0,60 \left(\frac{\gamma'}{\gamma_b} - 1 \right) f_* \sin \left(30^\circ + \frac{\theta}{8} \right)$$

$$\gamma' = 1,69 \text{ g/cm}^3, \gamma_b = 1 \text{ g/cm}^3;$$

$\theta = 90^\circ$ (với thấm ngang bằng);

$f_* = 0,2$ đối với $m' = 0,35$ và $\eta' = 7,2$ theo đồ thị $f_* = f(\eta)$ (hình 5).

Thay trị số vào công thức, chúng ta được:

$$\varphi_o = 0,60 \left(\frac{369}{1} - 1 \right) 0,2 \sin \left(30^\circ + \frac{90^\circ}{8} \right) = 0,0546; J_{th}^{min} = 0,0546 \cdot 0,003 \sqrt{\frac{0,35 \cdot 981}{0,01 \cdot 0,11}} = 0,09$$

Do đó trị số nhỏ nhất của gradien cột nước cho phép trong lớp thứ nhất của lọc với dòng thấm ngang bằng phải là (với $\beta=1$)

$$J_{cp}^{min} \leq 0,09.$$

Nếu như cho phép lòi các hạt nhỏ dưới 3% ($D'_{ml} = 0,05 \text{ mm}$, hình 16) ra khỏi vật liệu của lớp thứ nhất của lọc mà độ bền và độ ổn định của công trình không bị phá hoại bởi việc lòi các hạt đó, thì:

$$J_{th} = 0,0546 \cdot 0,005 \sqrt{\frac{0,35 \cdot 981}{0,01 \cdot 0,11}} = 0,15$$

Do đó, trong trường hợp này gradien cột nước cho phép ở lớp thứ nhất của lọc trong thấm ngang bằng phải là:

$$J_{cp} \leq 0,15$$

Cuối cùng, cho rằng tất cả các hạt xói ngầm ($D_{ml}^{max} = 0,142 \text{ mm} \sim 8\%$ đều bị lòi ra khỏi lớp thứ nhất của lọc, chúng ta được gradien cột nước tối hạn trong lớp thứ nhất của lọc:

$$J_{th} = 0,0546 \cdot 0,0142 \sqrt{\frac{0,35 \cdot 981}{0,01 \cdot 0,11}} = 0,43$$

Do đó phải có:

$$J_{cp} \leq 0,43$$

Các tính toán trên đây đã cho ta thấy rằng, vật liệu mỏ thiên nhiên có thành phần xói ngầm có thể dùng làm lọc mà không cần xử lý tổn tiền (sàng lọc, loại bỏ vv...) nếu các điều kiện thủy động nêu trên sẽ được tuân theo.

Chú thích: Nếu lớp thứ nhất của lọc là xói ngầm và cho phép sự lòi hạt nhỏ từ trong vật liệu đó ra theo các điều kiện thấm, khi lọc có hai lớp thì lớp thứ hai phải được kiểm tra về mức độ không ứ đọng bồi tắc cũng tương tự như đã làm đối với lớp thứ nhất (chương III, 3-9, thí dụ 2).

6. Chúng ta xác lập vùng sai lệch cho phép so với thành phần của vật liệu mỏ 1. Đối với thành phần này theo hệ thức (1) chúng ta lập đường cong của thành phần hạt không xói ngầm đi qua các điểm D'_{10} và D'_{60} của vật liệu mỏ 1 (hình 17). Tiếp đó cũng theo hệ thức (1) chúng ta xác định D_{min} bằng cách đưa trị số $D'_{10} = 0,25$ vào hệ thức (1) và tính $x = 1 + 1,28 \lg 7,2 = 2,1$.

$$D_{\min} = \frac{D'_{10}}{1 + (0,1 \cdot P_{10})^{\frac{\eta' - 1}{5\eta'}}} = \frac{0,25}{1 + (0,1 \cdot 10)^{\frac{7,2 - 1}{5 \cdot 7,2}}} = 0,21 \text{ mm}$$

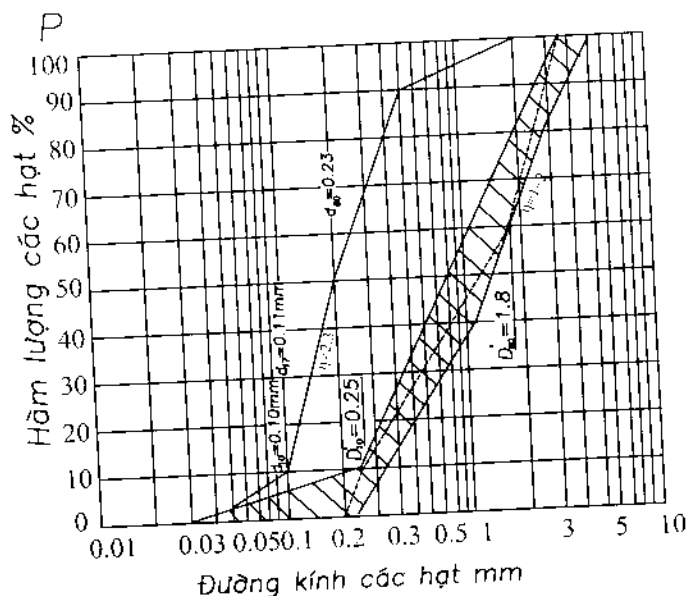
Để tìm các trị số còn lại D_i chúng ta có:

$$D_i = 0,21 + 0,036 (0,1 P_i)^{2,1}$$

Từ đó chúng ta tìm: $D_{35} = 0,65 \text{ mm}$, $D_{80} = 2,52 \text{ mm}$, $D_{100} = 3,82 \text{ mm}$. Theo các điểm $D_{\min}$, D_{10} , D_{35} , D_{60} , D_{80} và D_{100} , chúng ta lập đường cong thành phần hạt không xói ngấm và xác định vùng thành phần hạt cho phép, có giới hạn dưới là đường tiếp tuyến đi qua điểm $D_{\min} = 0,21 \text{ mm}$ và giới hạn trên là đường thẳng từ $D_{\max} = 3,82 \text{ mm}$ qua chỗ 3% lớn hơn D_{10} , đến chỗ tiếp xúc với đường cong của vật liệu 1 (hình 17).

Chú thích: Khi xác lập vùng sai lệch cho phép so với thành phần hạt của đường cong tính toán hoặc đường cong của vật liệu mỏ (thỏa mãn tất cả các yêu cầu và được dùng cho lọc) thì cần phải tính như sau:

- Giới hạn dưới của vùng sai lệch không được vượt ra khỏi giới hạn của đường cong không xói ngấm và đường tiếp tuyến với nó hoặc với đường cong của vật liệu mỏ. Sai lệch về phía của vùng dưới sẽ dẫn tới sự thay đổi đột ngột các tính chất thấm xói ngấm của lọc.
- Tăng giới hạn trên của vùng sai lệch sẽ có an toàn về độ bền của lọc. Tuy nhiên cần phải tính độ ngấm nước của lọc.



Hình 17- Đồ thị thành phần cho phép của lọc. G - Đất thân đập (nền công trình);
I - Vùng thành phần hạt cho phép của vật liệu dùng để đắp lớp thứ nhất của lọc;
a - Vật liệu mỏ thiên nhiên; HK - Đường cong không xói ngấm đi qua D'_{10} và D'_{60} của vật liệu mỏ.

d) Chúng ta tiến hành nghiên cứu vật liệu mỏ 2 với mục đích xác minh khả năng sử dụng nó làm lớp thứ nhất của lọc ngược đối với đất thân đập hoặc nền công trình đã cho.

Chúng ta xác định độ xói ngấm của vật liệu này theo phương pháp thứ nhất (chương III, 3-2).

Theo hệ thức (23) chúng ta xác định đường kính lỗ thấm lớn nhất trong vật liệu 2:

$$D_o^{\max} = xC \frac{m''}{1-m''} D''_{17} = 1,9.074 \frac{0,33}{1-0,33} 1,5 = 1,04 \text{ mm};$$

$$x = 1 + 0,05.18 = 1,9;$$

$$C = 0,455 \sqrt[3]{18} = 0,74.$$

Đường kính lớn nhất của hạt có thể bị lôi đi:

$$D_{ml}^{\max} = 0,77 D_o^{\max} = 0,77.1,04 = 0,8 \text{ mm}.$$

Trong vật liệu 2 các hạt ấy (hình 16) chiếm 10%, do đó vật liệu là xói ngầm.

Vật liệu mỏ 2 xói ngầm không thể dùng làm lớp thứ nhất của lọc ngược nếu không xử lý thêm, vì hệ số không đều hạt của nó lớn hơn hệ số cho phép:

$$\eta'' = \frac{D''_{60}}{D''_{10}} = 18 > \eta^{\text{cp}} = 15$$

Ngoài ra nó không thoả mãn điều kiện không rải hạt. Thực tế:

$$\eta_{gl} = \frac{D'_{17}}{d_{iv}} = \frac{1,5}{0,23} = 6,5;$$

$$\eta_{gl}^{\text{cp}} = \frac{1}{0,252 \sqrt[3]{\eta''}} \frac{1-m''}{m''} = \frac{1}{0,252 \sqrt[3]{\eta''}} \frac{1-m''}{m''} =$$

$$= \frac{1}{0,252 \sqrt[3]{18}} \frac{1-0,33}{0,33} = 5;$$

$$\eta_{gl} > \eta_{gl}^{\text{cp}}$$

Do đó, trong sự gần đúng thứ nhất, chúng ta ấn định sàng bỏ các hạt lớn có $D > 10 \text{ mm}$. Sau khi sàng bỏ các hạt $D > 10 \text{ mm}$ có được thành phần hạt của vật liệu (tính đối thành phần và 100%) vẽ trên hình 18.

d) Chúng ta xác minh hiệu ích của vật liệu đã cho sau khi sàng để dùng nó cho lớp thứ nhất của lọc.

1. Chúng ta xác định độ xói ngầm của vật liệu này như đã chỉ ở trên (điểm c) và độ rỗng $m_1 = 0,34$ theo đồ thị ở hình 8.

$$D_o^{\max} = 1,43.0,65 \frac{0,34}{1-0,34} 0,66 = 0,315 \text{ mm};$$

$$x = 1 + 0,05.8,6 = 1,43;$$

$$C = 0,455 \sqrt[3]{8,6} = 0,65.$$

Đường kính lớn nhất của các hạt có thể bị lôi ra là:

$$D_{ml}^{\max} = 0,77.0,315 = 0,24 \text{ mm}.$$

Trong vật liệu đã cho (hình 18) những hạt ấy chiếm dưới 8% do đó, vật liệu là xói ngầm.

2. Hệ số không đều hạt của vật liệu nhỏ hơn hệ số cho phép.

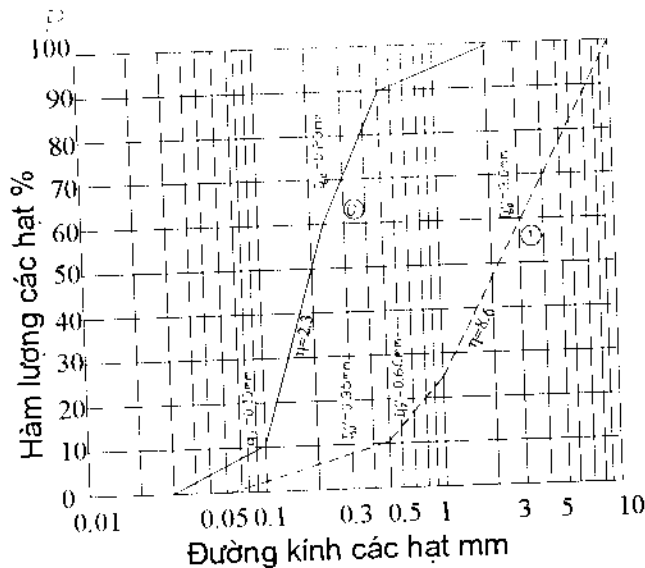
$$\eta = 8,6 < 15$$

3. Chúng ta kiểm tra điều kiện không rải hạt:

$$\eta_{gl} = \frac{0,66}{0,23} = 2,9 \leq \eta_{gl}^{cp}$$

$$\eta_{gl}^{cp} = \frac{1}{0,252\sqrt[3]{8,6}} \frac{1 - 0,34}{0,34} = 5,4.$$

Điều kiện không rải hạt được thoả mãn.



Hình 18. Thành phần hạt của vật liệu

G - Đất than đập (nền công trình). 1 - Vật liệu lớp thứ nhất của lọc lấy từ vật liệu mỏ 2 sau khi đã sàng bỏ các hạt $D > 10\text{mm}$.

4. Theo điều kiện ngấm nước, phải có:

$$k_1 \geq (2 + \sqrt[3]{\eta})k_d; (2 + \sqrt[3]{8,6})0,016 = 0,055 \text{ cm/sec};$$

$$k_1 = \frac{3,99\varphi_1}{v} \sqrt[3]{\eta} \frac{m^3}{(1-m)^2} D_{17}^2 = \frac{3,99 \cdot 1}{0,01} \sqrt[3]{8,6} \frac{0,34^3}{(1-0,34)^2} 0,066^2 = 0,32 \text{ cm/sec}.$$

Điều kiện này cũng được thoả mãn.

Như vậy vật liệu mỏ thiên nhiên 2 có thể dùng cho lớp thứ nhất của lọc với điều kiện sàng bỏ các hạt có $D > 10\text{mm}$, vật liệu các hạt này chiếm dưới 50%. Các phương án sàng lọc khác đều không có hiệu quả, bởi vì vật liệu sau khi sàng sẽ không thoả mãn các yêu cầu đề ra đối với vật liệu lớp thứ nhất của lọc.

Các tính toán tiếp theo để xác định J_{cp} và J_{th} cũng như việc xác định vùng sai lệch cho phép so với vật liệu đã cho được tiến hành tương tự như các tính toán trong thí dụ đã cho đối với vật liệu 1.

e). Vật liệu mỏ 3, như đã thấy trên hình 16, theo thành phần hạt của nó, không thể dùng cho lớp thứ nhất của lọc, cả khi ở thành phần thiên nhiên cũng như khi đã được sàng lọc.

Nếu sàng bỏ các hạt $D > 10\text{mm}$ chiếm 86% tổng khối lượng của vật liệu thì chúng ta được thành phần hạt của vật liệu với hệ số không đều hạt $\eta = 17$. Nếu như sàng bỏ các hạt $D > 20\text{mm}$ chiếm 80% tổng khối lượng của vật liệu, chúng ta được thành phần hạt của vật liệu với hệ số không đều hạt $\eta = 28$ và v.v...

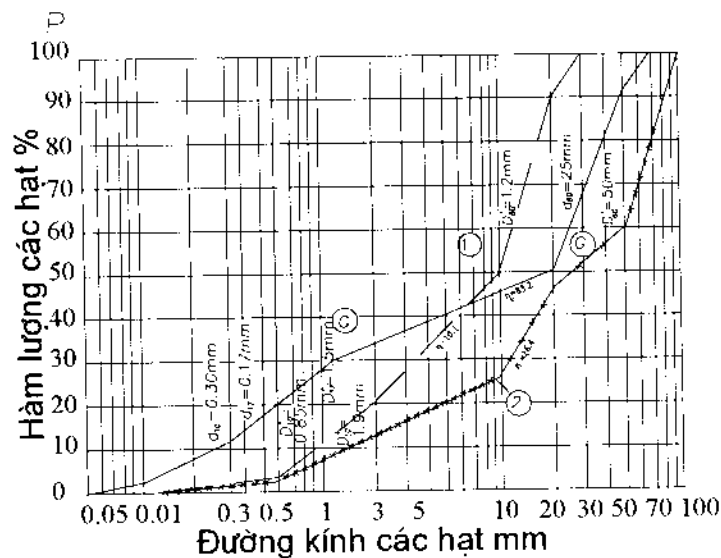
Từ đó thấy rằng vật liệu 3 không thể dùng cho lớp thứ nhất của lọc.

- Trường hợp tính toán V.

Đất được bảo vệ là xói ngầm, các vật liệu mỏ là không xói ngầm. Yêu cầu lựa chọn lớp thứ nhất của lọc từ các đất mỏ đã cho.

Số liệu ban đầu.

Thành phần hạt của đất thân đập (nền công trình) và các vật liệu mỏ định dùng cho lớp thứ nhất của lọc ngược đã vẽ trên hình 19.



Hình 19. Thành phần hạt của vật liệu

G – Thân đập, 1, 2 các vật liệu mỏ dùng cho lớp thứ nhất của lọc.

Số liệu của đất cần bảo vệ:

Thành phần hạt: $d_{10} = 0,30\text{mm}$, $d_{17} = 0,47\text{mm}$, $d_{60} = 25\text{mm}$.

$d_{\max} = 70\text{mm}$;

Hệ số không đều hạt $\eta_d = 83,2$;

Dung trọng $\gamma_d = 1,92 \text{ g/cm}^3$;

Độ rỗng $m_d = 0,28$;

Hệ số thấm $k_d = 0,09 \text{ cm/sec}$.

Số liệu của vật liệu mỏ;

Vật liệu 1.

$D'_{10} = 0,85\text{mm}$, $D'_{17} = 1,5 \text{ mm}$, $D'_{60} = 12\text{mm}$,

$D'_{\max} = 30\text{mm}$;

Hệ số không đều hạt $\eta' = 14,1$;

Dung trọng $\gamma' = 1,85 \text{ g/cm}^3$

Độ rỗng $m' = 0,30$;

Hệ số thấm $k' = 1,04 \text{ cm/sec}$.

Vật liệu 2

$D''_{10} = 1,9\text{mm}$, $D''_{17} = 4,4\text{mm}$, $D''_{60} = 50\text{mm}$,

$D''_{\max} = 100\text{mm}$;

Hệ số không đều hạt $\eta'' = 26,4$;

Dung trọng $\gamma'' = 1,88 \text{ g/cm}^3$;

Độ rỗng $m'' = 0,29$;

Hệ số thấm $k'' = 3,6 \text{ cm/sec}$.

Trình tự tính toán

a) Chúng ta xác định độ xói ngầm của đất được bảo vệ trong thân đập (nền công trình).

Theo hệ thứ (23) chúng ta xác định đường kính lỗ thấm lớn nhất trong đất đã cho:

$$d_o^{\max} = xC \frac{m_d}{1 - m_d} d_{17} = 5,16 \cdot 0,95 \frac{0,28}{1 - 0,28} \cdot 0,47 = 0,90\text{mm};$$

$$x = 1 + 0,05 \cdot 83,2 = 5,16;$$

$$C = 0,455 \sqrt{83,2} = 0,95$$

Từ hệ thức (28) chúng ta xác định đường kính lớn nhất của các hạt có thể bị lôi ra khỏi đất đã cho trong những điều kiện thủy động học xác định:

$$d_{ci}^{\max} = 0,77 d_o^{\max} = 0,77 \cdot 0,90 = 0,69\text{mm}.$$

Trong đất đã cho các hạt ấy chiếm 23% (hình 19, đường cong của đất G), do đó, đất được bảo vệ là xói ngầm.

b) Đối với đất xói ngầm đã cho của thân đập (nền công trình) chúng ta xác định đường kính tính toán của hạt tạo vòm d_{tv} .

Theo công thức (73) chúng ta xác định kích thước các hạt đất d_{ml} bị lôi ra khỏi vùng tiếp xúc với gradien cột nước lớn nhất đã cho $J_u^{\max} = 0,2$.

Từ các hệ thức (43) và (44), chúng ta xác định trị số ϕ_0 ; trước hết chúng ta xác định f_* .

$$f_* = 0,82 - 1,8 \cdot m + 0,0062 (\eta_d - 5) = 0,82 - 1,8 \cdot 0,28 + 0,0062 (83,2 - 5) = 0,80.$$

Với $\gamma_d = 1,92 \text{ g/cm}^3$, $\gamma_b = 1 \text{ g/cm}^3$ và $\theta = 90^\circ$ chúng ta có:

$$\phi_0 = 0,60 \left(\frac{\gamma_d}{\gamma_b} - 1 \right) f_* \sin \left(30^\circ + \frac{\theta}{8} \right) = 0,60 \left(\frac{1,92}{1} - 1 \right) 0,80 \cdot 0,66 = 0,29.$$

Đưa các trị số này vào (73), chúng ta được :

$$d_{ci} = \frac{1,5 \cdot 0,2}{0,29 \sqrt{\frac{0,28 \cdot 981}{0,01 \cdot 0,09}}} = 0,0019 \text{ cm} = 0,019 \text{ mm}.$$

Như đã thấy ở (hình 19) không có những hạt như vậy trong đất đã cho, do đó có thể không tính các điều kiện thuỷ động. Trong trường hợp như vậy trị số tính toán d_w được xác định từ đồ thị $P_w'' = f(\eta_d)$ hình 7, đường cong B = 3.

Đối với $\eta_d = 82,3$ chúng ta tìm $P_w'' = 20$ và lấy $d_w = d_{20} = 0,6 \text{ mm}$.

c) Chúng ta xác minh độ hữu dụng của vật liệu mố 1 (hình 19) để dùng cho lớp thứ nhất của lọc ngược.

1. Chúng ta xác định độ xói ngầm của vật liệu này theo hệ thức (71) và (72) và theo đồ thị thành phần hạt của vật liệu (hình 19) $D_3' = 0,54 \text{ mm}$.

$$\frac{D_3'}{D_{17}} = \frac{0,54}{1,5} = 0,36 \geq N;$$

$$N = (90,32 + 0,016 \cdot 14,1) \sqrt[6]{14,1} \frac{0,30}{1 - 0,30} = 0,36.$$

Do đó, vật liệu đã cho có thể tích thực tế là không xói ngầm.

2. Hệ số không đều hạt của vật liệu đã cho nhỏ hơn hệ số cho phép $\eta' = 14,1 < 20$.

3. Chúng ta kiểm tra độ không rải hạt theo các công thức (77) và (79) chúng ta có:

$$\eta_{gl} = \frac{1,5}{0,60} = 2,5$$

$$\eta_{gl}^{cp} = \frac{1}{0,252 \sqrt[6]{14,1}} \frac{1 - 0,30}{0,30} = 6,0.$$

Điều kiện không rải hạt được thoả mãn, bởi vì:

$$\eta_{gl} < \eta_{gl}^{cp}$$

4. Theo điều kiện ngầm nước, phải có:

$$\frac{k_1}{k_d} \geq 2 + \sqrt[6]{\eta'}; \quad 2 + \sqrt[6]{14,1} = 3,55;$$

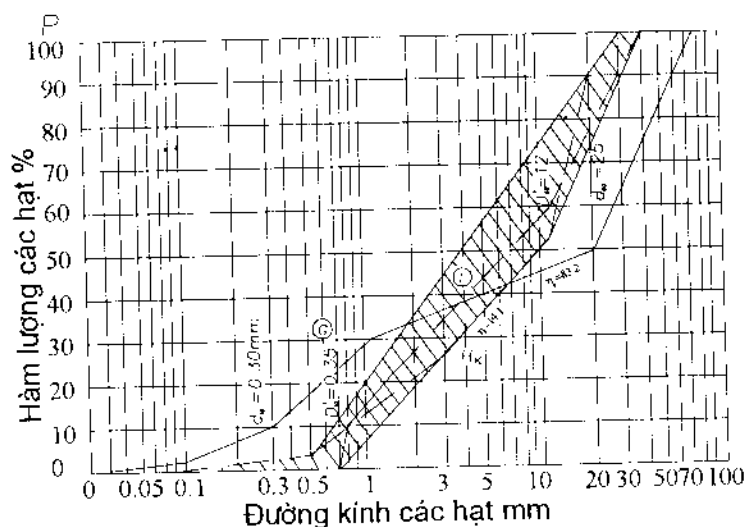
trong thực tế chúng ta có:

$$\frac{k_1}{k_d} = \frac{1,04}{0,09} = 11,5 > 3,55 \text{ và điều kiện này được thoả mãn.}$$

5. Nếu đất thân đập (nền công trình) là xói ngầm thì có cần phải tiến hành kiểm tra về độ không bồi tắc của lớp thứ nhất của lọc.

Tuy nhiên trong trường hợp đã cho như từ các điều kiện thuỷ động sẽ không có sự lòi hạt đất ra khỏi vùng tiếp xúc.

Do đó cũng bỏ việc kiểm tra về độ không bồi tắc của lớp thứ nhất của lọc.



Hình 20 - Đồ thị thành phần cho phép của lọc.

G - đất than đập (nền công trình); I - vùng thành phần hạt cho phép của vật liệu dùng để đắp lớp thứ nhất của lọc; a - vật liệu mỏ thiên nhiên; HK - đường cong không xói ngấm đi qua D'_{10} và D'_{60} của vật liệu mỏ.

Như vậy vật liệu mỏ thiên nhiên 1, có thành phần không xói ngấm, đã thoả mãn tất cả các điều kiện đề ra đối với vật liệu của lớp thứ nhất của lọc dùng để bảo vệ đất nền xói ngấm và do đó vật liệu mỏ 1 có thể nên dùng làm lớp thấp nhất của lọc ngược không cần phải xử lý thêm.

6. Chúng ta xác lập vùng sai lệch cho phép đối với thành phần của vật liệu mỏ 1.

Muốn thế như đã chỉ trước đây (thí dụ 4 điểm 6), chúng ta xây dựng đường cong thành phần hạt không xói ngấm đi qua các điểm D'_{10} và D'_{60} của đường cong vật liệu mỏ 1 (hình 20). Tại phía dưới, chúng ta giới hạn vùng thành phần hạt cho phép bằng đường tiếp tuyến kẻ từ điểm $D'_{\min} = 0,70\text{mm}$ đến đường cong thiên nhiên của vật liệu mỏ 1 và tiếp đó nối đến đường cong không xói ngấm. Tại phía trên, chúng ta kẻ đường thẳng như đã chỉ ở hình 20.

d) Việc nghiên cứu vật liệu mỏ 2 (hình 19) với mục đích xác minh khả năng dùng cho lớp thấp nhất của lọc ngược đối với đất xói ngấm của than đập (nền công trình) đã cho, cũng giống như đối với vật liệu mỏ 1 với một vài điểm bổ sung thêm như sau đây:

Vật liệu mỏ 2 nếu không xử lý thêm, thì không thể dùng được cho lớp thứ nhất của lọc bởi vì hệ số không đều hạt của nó lớn hơn hệ số cho phép:

$$\eta' = 26,4 > \eta^{\text{cp}} = 15 - 25.$$

Do đó, chúng ta quyết định sàng lọc các hạt đồng thời vẫn cố gắng giữ lại một khối lượng lớn nhất của vật liệu dùng cho lớp thấp nhất của lọc.

Trong sự dần đúng đầu tiên, cần ấn định sàng bỏ các hạt lớn (hoặc nhỏ hơn). Sau mỗi lần sàng bỏ các hạt lớn (hoặc nhỏ hơn). Sau mỗi lần sàng bỏ các hạt $\leq D_i$ chúng ta lấy thành phần hạt vật liệu còn lại là 100% và tiến hành tính toán lại, chúng ta xây dựng đường cong thành phần hạt của nó. Sau khi xử lý như vậy, vật liệu phải được phân tích

về độ hữu dụng đối với lớp thấp nhất của lọc. Nếu các kết quả không được thoả đáng, chúng ta lại ấn định sàng bỏ các hạt lớn hơn hoặc nhỏ hơn tiếp theo $\geq D_i$

Để làm thí dụ, dưới đây tiến hành phân tích vật liệu mỏ 2.

Trong sự dần đúng thấp nhất, chúng ta ấn định sàng bỏ các hạt lớn $D_i > 50\text{mm}$ chiếm 40% của thành phần vật liệu mỏ và sau khi tính toán lại, chúng ta xây dựng đường cong thành phần hạt vật liệu, đã sàng bỏ các hạt $D_i > 50\text{mm}$ (hình 21 đường cong a).

Chúng ta nghiên cứu độ hữu dụng của vật liệu có thành phần mới xử lý như trên đối với lớp thấp nhất của lọc (đối với trường hợp tính toán V).

d) Chúng ta xác định độ xói ngầm của vật liệu này:

$$\frac{D_i}{D_{i'}} = \frac{0,58}{1,90} = 0,305 \geq N$$

sau đó chúng ta tìm:

$$\eta = 14,8 \text{ theo đường cong a hình 21}$$

$$m' = 0,34 - \text{từ đồ thị hình 8 (vùng 1).}$$

và sau khi thay các trị số, chúng ta được :

$$N = (0,32 + 0,016 \cdot 14,8) \cdot \sqrt[3]{14,8} \cdot \frac{0,34}{1 - 0,34} = 0,45$$

Vật liệu thực tế là xói ngầm với hệ số không đều hạt $\eta' = 14,8$. Do đó, vật liệu đã cho (có sàng bỏ $D > 50\text{mm}$) không thể dùng vào lớp thứ nhất của lọc. Chúng ta ấn định sàng bỏ kích thước nhỏ tiếp theo của các hạt $D_i > 30\text{mm}$, nghĩa là 50% của thành phần vật liệu mỏ và như trong trường hợp thứ nhất bằng cách tính toán lại, chúng ta xây dựng đường cong thành phần hạt của vật liệu này (hình 21, đường cong b).

Qua hình 21 (đường cong b) chúng ta thấy rằng thành phần vật liệu sau khi sàng lọc các hạt $D_i > 30\text{mm}$ từ mỏ vật liệu 2 đã phù hợp với thành phần của vật liệu mỏ 1 (hình 19 và 20).

Như vậy, nhờ sàng bỏ các hạt $D_i > 30\text{mm}$ của vật liệu mỏ 2, chúng ta có được thành phần của vật liệu thoả mãn tất cả các điều kiện của trường hợp tính toán V.

Các tính toán tiếp theo được thực hiện cũng như đã chỉ ở trên đối với vật liệu mỏ 1.

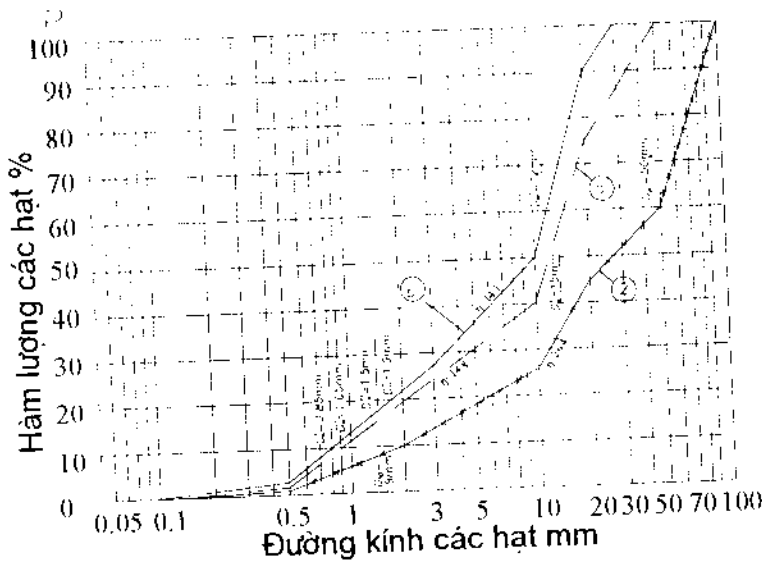
- Trường hợp tính toán VI.

Đất được bảo vệ và vật liệu mỏ là xói ngầm. Yêu cầu lựa chọn lớp thứ nhất của lọc từ các vật liệu mỏ đã cho cũng có thành phần xói ngầm.

Đối với đất nền xói ngầm, phương pháp chọn lớp thứ nhất của lọc từ các vật liệu mỏ có thành phần xói ngầm cũng giống như đã cho trong 3-9 (trường hợp tính toán V) đối với đất xói ngầm được bảo vệ, và trong 3-10 (trường hợp tính toán IV) đối với vật liệu xói ngầm của lọc ngược.

Đối với đất được bảo vệ và từng loại vật liệu mỏ định dùng cho lớp thứ nhất của lọc cần xác định:

a) Độ xói ngầm của đất được bảo vệ theo một trong hai phương pháp cho trong bản quy trình (chương III. 3-2).



Hình 21. Thành phần hạt của vật liệu sau khi sàng bỏ hạt lớn $D > 50\text{mm}$ (vật liệu a) và $D > 30\text{mm}$ (vật liệu b) từ mỏ vật liệu 2.

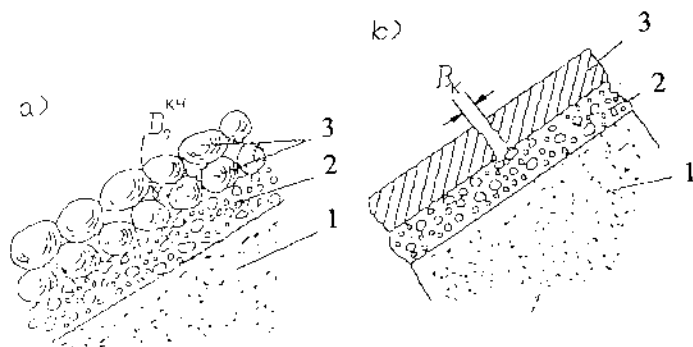
- b) Tuỳ theo trị số của hệ số không đều hạt $\eta_d = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ và độ xói ngầm của đất kích thước các hạt tạo vòm $d_w = f(\eta_d)$ theo đồ thị của hình 7 hoặc theo tính toán đã chỉ trong chương III, 3-3.
- c) Kích thước các hạt nhỏ d_{xh} (theo công thức 73) và tỷ lệ phần trăm cho phép lồi các vật liệu đó mà không bị phá hoại độ bền và độ ổn định của công trình.
- d) Độ xói ngầm của các vật liệu mỏ đối với lọc ngược;
- đ) Kích thước các hạt nhỏ hoặc lớn D_i phải sàng lọc tuỳ theo trị số của hệ số không đều hạt sao cho $\eta \leq \eta^{cp}$;
- e) Điều kiện không rải hạt theo hệ số giữa lớp theo các công thức (77), (78) và (79);
- f) Điều kiện ngấm nước của lọc theo công thức (80);
- g) Kích thước các hạt xói ngầm D_{xh} của vật liệu lọc, cho phép cuốn theo dòng thấm;
- h) Gradient cột nước tối hạn J_{th} trong lớp thứ nhất và của lọc để thoả mãn điều kiện $J_{cp} \leq J_{th} \cdot \beta$, và khi có lớp thứ hai của lọc - độ không bồi tắc của lớp hai.
- Chú thích:** Để tránh lặp lại, thí dụ bằng số không được tiến hành đối với trường hợp đã cho (VI). Trong tính toán dùng các thí dụ bằng số của 3-9 cho đất xói ngầm của nền và 3-10 cho vật liệu xói ngầm của lọc ngược.

3.11. Thiết kế (lựa chọn) thành phần hạt của lớp lót lọc dưới lớp gia cố bằng đá và bê tông cốt thép của các mái thượng lưu đập đất⁽¹⁾.

A. Khi thiết kế thành phần hạt của lớp lót lọc dưới lớp gia cố mái thượng lưu (hình 22) bằng đá cũng như bằng bê tông cốt thép, cần thiết xuất phát từ các điều kiện sau đây:

¹⁾ Thiết kế, gia cố các mái thượng lưu đập được tiến hành phù hợp với СНИП-Й. 4-62 và П-Й. 5-62. Trong mục này chỉ được tiến hành phương pháp thiết kế và lựa chọn lớp lót lọc dưới loại gia cố được chọn trong thiết kế.

1. Thành phần hạt của lớp lót lọc dưới lớp gia cố thượng lưu của mái dốc phải là thực tế không xói ngầm thảo mãn các hệ thức (71) và (72) hoặc phương trình (1).



Hình 22. Những lớp gia cố mái thượng lưu.

a. Đá đổ (kích thước trung bình lỗ rỗng của đá đổ D_o^{KH}); b. Tấm bê tông cốt thép (b_k - chiều rộng của khe); 1- Đất thân đập; 2- Lớp lót lọc; 3 - lớp lót thượng lưu.

2. Thành phần của lớp lót lọc phải bảo vệ chắc chắn cho đất thân đập không bị hiện tượng xói ngầm không có tác dụng của sóng lên mái đập.

Điều kiện này sẽ được thỏa mãn, nếu kích thước các hạt tính toán của lớp lót lọc D_{85}'' sẽ được lấy theo hệ thức sau đây:

$$D_{85}'' = \frac{4(1-m_1)}{m_1 \sqrt{\eta_1}} \cdot \frac{8,5^x (\eta_1 - 1) + 5\eta_1}{1,7^x (\eta_1 - 1) + 5\eta_1} d_v, \quad (84)$$

trong đó $\eta_1 = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ - hệ số không đều hạt của lớp lót lọc được lấy theo bảng 2.

$\eta_1 \leq 25$ - đối với đất đá dăm;

$\eta_1 \leq 20^*$ - đối với đất cát sỏi;

m_1 - độ rỗng được lấy theo đồ thị $m_1 = f(\eta_1)$ hình 8;

x - được xác định theo công thức (2);

d_v - kích thước tính toán của hạt đất được bảo vệ không xói ngầm xác định theo đồ thị của hình 7, các đường cong B = 5-8.

Đối với thành phần hạt xói ngầm của đất d_v được lấy như đã chỉ ở điểm 2, 3-3, chương III.

3. Thành phần của lớp lót lọc không được lọt vào kẽ rỗng của đá đổ (D_o^{KH}) hoặc mở rộng khe tiếp giáp (b_k) của lớp phủ bê tông cốt thép.

Điều kiện này có thể được diễn đạt bằng các hệ thức sau đây:

a. Đối với lớp lót đá đổ:

$$D_{85}'' \geq 0,55 D_o^{KH} \quad (85)$$

trong đó D_{85}'' - kích thước của hạt tính toán, tính theo hệ thức (84);

D_o^{KH} - đường kính kẽ rỗng của đá đổ, xác định theo hệ thức (10);

*) Được phép sử dụng các loại đất có đại lượng $\eta_1 > 20-25$ khi có luận chứng chặt chẽ.

b. Đối với mạch tiếp giáp (b_k) của lớp lót bê tông cốt thép:

$$D_{85}'' \geq 0,55 b_k. \quad (86)$$

Nếu trị số của hạt tính toán D_{85}'' xác định được theo hệ thức (84) không thỏa mãn hệ thức (85) hoặc (86), thì trong trường hợp này cần thay đổi trị số của hệ số không đều hạt.

η_1 của lớp lót lọc theo xu hướng tăng lớn (trong các giới hạn gần $\eta_1 \leq 25$ đối với các đất đá dăm và gần $\eta_1 \leq 20$ đối với các đất cát sỏi) nghĩa là ấn định thành phần không đều hạt lớn hơn cho vật liệu đất của lớp lót lọc.

Nếu cả trong trường hợp này cũng sẽ không thỏa mãn các hệ thức (85) hoặc (86) thì điều đó cho thấy rằng giữa lớp lót bằng đá và lớp lót lọc phải đặt một lớp trung gian¹⁾ bằng thành phần đá nhỏ hơn. Thêm vào đó, thành phần hạt của lớp trung gian phải sao cho đường kính trung bình lỗ rỗng của nó D_o^{KH} xác định theo hệ thức (10) phải thỏa mãn được điều kiện (85) hoặc (86).

Nếu tuân theo các yêu cầu trên đây trong khi thiết kế thành phần của lớp lót lọc sẽ bảo đảm được sự bảo vệ chắc chắn cho mái đập và bản thân lớp lót lọc chống tác dụng của sóng lên mái.

Theo trị số của kích thước hạt tính toán D_{85}'' xác định theo hệ thức (84) trị số chọn η_1 và trị số của số mũ x tìm theo công thức (2), theo phương trình (1) chúng ta xây dựng đường cong thành phần hạt không xói ngầm thiết kế của vật liệu lớp lót lọc (Thí dụ 1. điểm d) "Vùng thành phần hạt cho phép của vật liệu lớp lót lọc" được ấn định như đã chỉ trong thí dụ 1. điểm d, chương III).

B – Khi đánh giá (việc lựa chọn) độ hữu dụng của vật liệu mỏ hoặc của sản phẩm các nhà máy nghiền đá để dùng cho lớp lót lọc thì chúng cũng phải thỏa mãn các điều kiện (1, 2 và 3) của điểm A trên đây, chỉ khác ở chỗ là thay cho kích thước tính toán hạt D_{85}' xác định trong trường hợp thứ nhất theo công thức (84) trong trường hợp đã cho chúng ta dùng trị số D_{85}' lấy theo đường cong thực tế các thành phần hạt vật liệu mỏ.

Ngoài ra, thành phần hạt của vật liệu mỏ đang xét và các đặc trưng vật lý của nó phải thỏa mãn điều kiện (13), nghĩa là:

$$d_w \geq 0,55 D_o^I,$$

Trong đó d_w - kích thước tính toán của hạt đất được bảo vệ xác định theo đồ thị của hình 7, các đường cong $B = 5 \div 8$;

D_o^I - xác định theo công thức (10).

Nếu các điều kiện trên đây không được thỏa mãn, thì vật liệu mỏ đã cho không thể dùng cho lớp lót lọc nếu không có các biện pháp xử lý thêm; sàng bỏ hạt nhỏ hoặc lớn hay bổ sung thêm thành phần.

Trình tự tính toán :

Để chọn thành phần hạt của lớp lót lọc từ các vật liệu mỏ có sẵn, cần có các số liệu ban đầu sau đây:

¹⁾Trong những trường hợp ấy, việc giải quyết vấn đề về lớp trung gian bằng đá nhỏ hơn hoặc chuyển sang lót lọc hai lớp là tùy thuộc vào việc có hay không có các vật liệu địa phương và vào các so sánh kinh tế - kỹ thuật các phương án.

1. Thành phần hạt của đất (được bảo vệ) thân đập và hệ số không đều hạt của nó η_d ,
2. Thành phần hạt của vật liệu mỏ định dùng cho lớp lót lọc cũng như các đặc trưng vật lý của chúng (dung trọng hoặc độ rỗng – m_l , hệ số không đều hạt η_l);
3. Thành phần hạt của lớp lót bằng đá (đá đổ) có kích thước kê rỗng xác định theo hệ thức (10) - D_o^{KH} hoặc kích thước đã cho của khe nối b_k – sự mở rộng khớp nối (của các tấm bê tông không liên khối) hoặc chiều rộng của khe được tạo thành do biến dạng.

Nên giải thích trình tự tính toán bằng một thí dụ cụ thể.

Số liệu ban đầu:

Thành phần hạt của đất thân đập và vật liệu mỏ định dùng cho lớp lót lọc và các đặc trưng cơ bản của chúng đã cho trên hình 23.

a) Theo thành phần hạt đã cho của đất thân đập được bảo vệ G (hình 23), chúng ta chọn theo đồ thị $P_n'' = f(\eta_d)$ (hình 7) đường kính tính toán của hạt tạo vòm – d_v . Với $\eta_d = 2,14$ theo đồ thị (khi $B=5$ đối với vật liệu cát, sỏi) $P_n'' = 60\%$ tương ứng với:

$$d_v = d_{60} = 0,15\text{mm}$$

b) Chúng ta xác định độ hữu dụng của các vật liệu mỏ 1 và 2 (hình 23) để dùng cho lớp lót lọc dưới các lớp gia cố bê tông cốt thép kiểu tấm; độ mở rộng khả dĩ của khớp nối giữa các tấm hay sự hình thành các khe nứt biến dạng có thể đạt tới trị số $b_k = 3,5$ cm (đối với lớp lót bằng đá, đường kính kê rỗng của đá đổ xác định theo hệ thức (10), tương ứng bằng $D_o^{KH} = 3,5$ cm = 35mm).

Vật liệu mỏ 1 – Hình 23.

1. Chúng ta xác định độ xói ngầm của vật liệu mỏ 1 theo hệ thức (71):

$$\frac{D_3}{D_{17}} = \frac{0,40}{0,90} = 0,445 \geq N;$$

$$N = (0,32 + 0,016 \cdot 15 \sqrt{15} \cdot \frac{0,29}{1 - 0,29}) = 0,36$$

Do đó, vật liệu mỏ 1 thực tế là không xói ngầm.

2. Hệ số không đều hạt của vật liệu này nhỏ hơn hệ số cho phép (bảng 2):

$$\eta_1 = 15 < 20.$$

3. Kích thước tính toán thực tế của hạt vật liệu 1, D_{85}^I phải là:

$$D_{85}^I \geq 0,55b_k = 0,55 \cdot 35 = 19,3\text{mm};$$

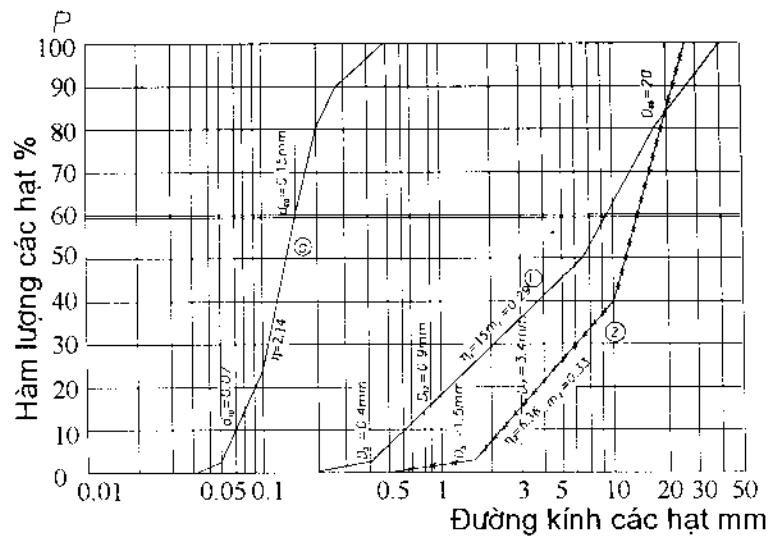
Vì $D_{85} = 20\text{mm} > 19,3\text{mm}$, do đó điều kiện đã cho được thoả mãn.

4. Thành phần hạt của vật liệu mỏ 1 đang xét phải thoả mãn điều kiện (13), nghĩa là:

$$d_v \geq 0,55 D_o^I.$$

Đối với đất được bảo vệ lấy theo (điểm a)

$$d_v = d_{60} = 0,15\text{mm}.$$



Hình 23 – Thành phần hạt của các vật liệu.

G – thân đập; 1,2 – các vật liệu mỏ dùng cho lớp lót lọc.

Kích thước kẽ rộng của vật liệu mỏ 1, chúng ta xác định theo hệ thức (10)

$$D_o' = 0,455 \sqrt{15} \frac{0,29}{1 - 0,29} = 0,26 \text{ mm}.$$

Sau khi thay trị số $D_o' = 0,26 \text{ mm}$, chúng ta được :

$$d_{iv} = 0,55 \cdot 0,26 = 0,14 \text{ mm};$$

Điều kiện đã cho cũng được thực hiện, bởi vì:

$$d_{iv} = d_{60} = 0,15 > 0,14 \text{ mm}.$$

Do đó, vật liệu mỏ 1 đã cho thỏa mãn tất cả các điều kiện đề ra đối với thành phần lớp lót lọc và có thể dùng cho lớp lót lọc 1 lớp dưới lớp lót bằng bê tông cốt thép và sẽ bảo vệ chắc chắn các mái dốc không bị xói lở do tác dụng của sóng lên mái dốc. Để xác lập vùng sai lệch cho phép đối với thành phần này của vật liệu mỏ 1, chúng ta tiến hành như đã chỉ trong chương III, 3-10, điểm 5 (trường hợp tính toán III).

Vật liệu mỏ 2 (hình 23), theo thành phần của nó, cũng có một loại đặc trưng thỏa mãn các điều kiện đề ra đối với thành phần của lớp lọc như vật liệu mỏ 2 là thực tế không xói ngầm, hệ số không đều hạt η_2 nhỏ hơn hệ số cho phép η_1^{cp} , kích thước thực của hạt tính toán, D_{85} thỏa mãn các điều kiện (85) và (86). Tuy vậy cần nhấn mạnh rằng điều kiện quan trọng (13) – sự phối hợp của đất được bảo vệ thuộc thân đập với vật liệu của lớp lót lọc không được thỏa mãn, bởi vì $d_{iv} < 0,55 D_o'$, nghĩa là không bảo đảm việc bảo vệ cho đất thân đập khỏi xâm nhập vào trong lớp lót lọc khỏi bị lôi vào các khe mở rộng (hoặc các kẽ rộng của đá đổ). Do đó, thành phần đã cho của vật liệu 2 không thể dùng cho lớp lót lọc nếu như không có sự bổ sung thành phần.

CHƯƠNG IV

PHƯƠNG PHÁP LUẬN THIẾT KẾ LỌC NGƯỢC (VÙNG CHUYỂN TIẾP) BẢO VỆ ĐẤT DÍNH

4.1. Chỉ dẫn chung.

Những chỉ dẫn dưới đây về thiết kế và lựa chọn thành phần hạt lớp thứ nhất của lọc được mở rộng cho lọc ngược các kết cấu tiêu nước và cho vùng chuyển tiếp (từ tường tâm sang thân đập), bảo vệ đất dính (sét) được tiêu nước.

Các đất dính (á sét và sét) có thể đặc trưng bằng hàm lượng hạt sét có kích thước $d > 0,005\text{mm}$ trong thành phần của chúng;

- Đất á sét $10 - 30\%$;

- Đất sét lớn hơn 30% ;

và bằng trị số dẻo W_{II}

- Đất á sét $7 \leq W_d \leq 17$;

- Đất sét $W_d > 17$.

Trong bản quy phạm này, việc chọn thành phần hạt lớp thứ nhất của lọc được tiến hành đối với các đất dính (có kiến trúc đã bị phá hoại) có trị số dẻo $W_d \geq 7$ với giao động độ ẩm trong phạm vi của độ dẻo, nghĩa là với $W_c \geq W \geq W_e$

trong đó W_c - giới hạn chảy, còn W_e giới hạn lún của đất. Theo điều kiện này đất sét phải có sức dính phân tử, sức dính này có thể biểu diễn qua dung trọng của cốt đất (tài liệu tham khảo 4).

Dung trọng cốt của đất dính được bảo vệ phải là:

$$\gamma_{cd} \geq \gamma'_{cd} = \frac{\Delta}{1 + \varepsilon_c} \quad (87)$$

Trong đó Δ - trọng lượng riêng của đất c/cm^3 ;

ε_c - hệ số rỗng theo W_c ;

$$\varepsilon_c = \frac{\Delta W_c}{\gamma_n \cdot 100} \quad (88)$$

trong đó γ_n - dung trọng của nước $\approx 1 \text{ g/cm}^3$.

Những kiến nghị dưới đây về phương pháp luận chọn thành phần hạt các vật liệu cho lớp của lọc thứ nhất bảo vệ đất dính trước hết sẽ xét đối với các công trình siêu cấp và cấp I (theo vốn đầu tư) các điều kiện không cho phép tách rời hoặc bóc lớp của kết thể hạt sét của đất. Trong công trình cấp II - IV (theo vốn đầu tư) có thể cho phép bóc tại

chỗ tiếp xúc với lọc ngược, một độ bóc lớp nhỏ của đất sét với độ lớn $\Delta_s = \frac{D_0}{2}$; muốn

thể kích thước lớn nhất của kẽ rỗng trong lớp thứ nhất của lọc phải là $D_0^{\max} \leq 15\text{mm}$, với điều kiện là đất sét có chỉ số dẻo $W_d \geq 7$; ($W_d \geq 5$ đối với công trình tạm).

Việc thiết kế vùng lọc ngược và vùng chuyển tiếp trong đất có chỉ số dẻo $W_d < 7$, đối với các công trình siêu cấp và cấp I (theo vốn đầu tư) cũng như đối với các cấp II-IV (theo vốn đầu tư) đều được tiến hành như đối với đất không dính hoặc chọn lời giải cuối cùng sau khi tiến hành các nghiên cứu thí nghiệm chuyên đề cho phù hợp với các điều kiện cụ thể.

4.2. Phương pháp luận chọn thành phần hạt của vật liệu cho lớp thứ nhất của lọc ngược. Để chọn thành phần hạt lớp thứ nhất của lọc bảo vệ đất dính (sét), cần biết trị số tính toán của gradien dòng thấm J_u trong đất dính (sét) (ở chỗ ra của lớp thứ nhất). Trị số tính toán của gradien cột nước dòng thấm đối với kết cấu tiêu nước cho đập, cũng như đối với tường nghiêng, tường tam, sân phủ v.v... được xác định bằng các tính toán về thấm hoặc bằng phương pháp tương tự điện động.

Đối với tường tam của đập gradien lớn nhất ở đoạn ra của tường tam ở đoạn mút, nghĩa là chỗ ra khỏi tường tam để đi vào lớp thứ nhất của lọc, có thể lấy làm gradien tính toán của cột nước và bằng:

$$J_u^{max} = tg\alpha ;$$

trong đó α - góc dốc của mái hạ lưu tường tam đối với đường nằm ngang.

Theo trị số đã cho của gradien cột nước, chúng ta xác định đường kính tính toán kẽ rỗng D_o'' của vật liệu lớp thứ nhất của lọc bảo vệ cho đất dính.

A. Đối với điều kiện không cho phép tách rời hoặc bóc lớp các kết thể hạt sét của đất (đối với công trình siêu cấp và cấp I theo vốn đầu tư):

$$D_o'' = \sqrt{\frac{0,34}{\varphi J_u + \cos\theta}} \text{ cm}; \quad (90)$$

trong đó φ - xác định từ đồ thị $\varphi=f(J_u)$ hình 24;

J_u - gradien (tính toán) đã cho của cột nước;

θ - góc giữa phương thấm và lực trọng trường.

Trong trường hợp đã biết rõ thành phần hạt của vật liệu to hạt (lớp lọc) và kích thước lớn nhất của kẽ rỗng (D_o^{max}) trị số φ được xác định từ đồ thị $\varphi = f(D_o'')$ hình 25.

B. Đối với điều kiện cho phép biến dạng do sự bóc lớp đất dính (đối với công trình cấp II và IV theo vốn đầu tư):

- Đối với kết cấu tiêu nước không có hành lang trực tiếp quan trắc trong khai thác, nhỏ về các kích thước ngang và chịu tác dụng của dòng thấm có gradien cột nước $J > 3$:

$$D_o'' = \sqrt{\frac{2,25}{(1-\varphi)J_u + \cos\theta}} ; \text{ cm} \quad (91)$$

- Đối với kết cấu tiêu nước đặt lộ bên ngoài có thể trực tiếp quan trắc được trong thời gian khai thác, của các công trình trọng lực bằng đất dính và các cấu trúc tạm có gradien cột nước $J < 3$;

$$D_o'' \leq 15 \text{ mm} \quad (92)$$

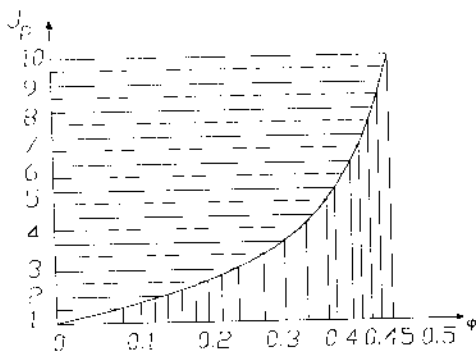
Xuất phát từ vốn đầu tư của công trình và các yêu cầu trên đây đối với lọc (vùng chuyển tiếp), theo trị số tính toán đã cho của gradien cột nước J_u và theo một trong các

hệ thức (90, 91 và 92) chúng ta xác định D_o'' và theo trị số này chọn thành phần tương ứng của lớp thứ nhất của lọc (vùng chuyển tiếp) theo phương pháp sau đây:

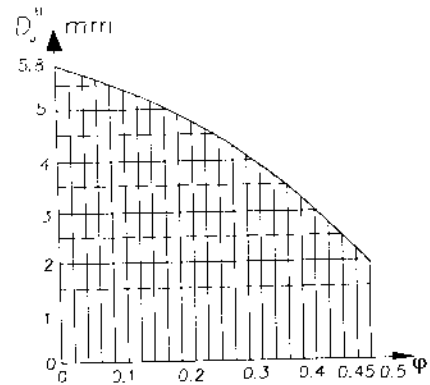
a) Hệ số không đều hạt (phân lớp) của lớp thấp nhất của lọc ngược bảo vệ cho đất dính, được lấy bằng:

$$\eta_1^{cp} = \frac{D_{60}}{D_{10}} \leq 50 \quad (95)$$

Chú thích: Hệ số không đều hạt đối với lọc của vùng chuyển tiếp có thể lấy $\eta_1^{cp} > 50$, khi có luận chứng đúng đắn đối với các đất mà trong thành phần của chúng hàm lượng hạt cát (kích thước $0,05 \div 2\text{mm}$) không nhỏ hơn $20 \div 25\%$; và đối với vùng chuyển tiếp dầy (chiều dày $T = 3 - 5\text{m}$) cũng như đối với các công trình cấp II-V (theo vốn đầu tư) và các công trình tạm.



Hình 24 - Đồ thị $\varphi = f(J_u)$



Hình 25 - Đồ thị $\varphi = f(D_o'')$

b) theo trị số đã có của hệ số không đều hạt η_1 chúng ta xác định độ rỗng m_1 của đất đã cho theo đồ thị $m_1 = f(\eta_1)$ hình 8. Tiếp theo, đã biết các trị số tính toán D_o'' , m_1 và η_1 , chúng ta tìm kích thước hạt D_{17} của lớp thấp nhất của lọc từ điều kiện cơ bản:

$$D_o^{\max} \leq D_o'' \quad (94)$$

trong đó $D_o^{\max}$ - đường kính lớn nhất của kẽ rỗng lớp thấp nhất của lọc, xác định theo hệ thức (23).

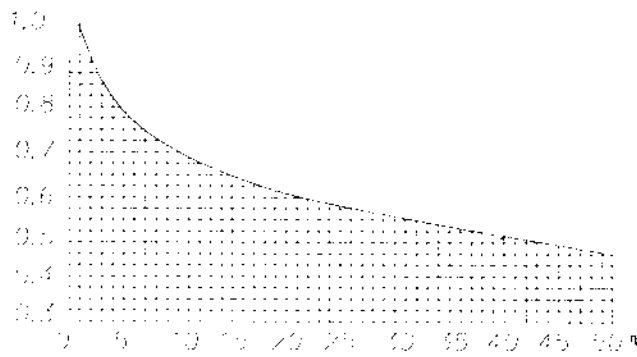
Thay trị số $D_o^{\max}$ từ hệ thức (23) vào hệ thức (94) và giải hệ thức này theo tỷ số của D_{17} , chúng ta được:

$$D_{17} \leq \frac{D_o''}{x C} \frac{1 - m_1}{m_1} \quad (95)$$

c) Đường kính tác dụng của hạt lớp thứ nhất của lọc D_{10} được xác định từ tỷ số:

$$D_{10} = i D_{17} \quad (96)$$

trong đó hệ số i tìm trong đồ thị $\eta_1 = f\left(\frac{D_{10}}{D_{17}}\right)$, hình 26.



Hình 26. Đồ thị $\eta_1 = f\left(\frac{D_{10}}{D_{17}}\right)$

d) Đường kính kiểm tra của các hạt lớp thứ nhất của lọc D_{60} xác định từ điều kiện:

$$D_{60} = \eta_1 D_{10} \quad (97)$$

đ) Trị số lớn nhất của các hạt lớp thứ nhất của lọc $D_o^{\max} = D_{100}$ cần lấy theo hệ thức:

$$D_{100} \leq D_{10} + 10^x D_{60} \left(\frac{\eta_1 - 1}{5\eta_1^2} \right) \quad (98)$$

trong đó $x = 1 + 1,28 \lg \eta_1$.

D_{10} và D_{60} – các kích thước hạt tính theo các hệ thức (96) và (97). Hệ thức (98) rút ra từ hệ thức thực nghiệm (1) của M.P.Paptrit với $D_{\min} = D_{10}$.

e) Theo các trị số tính được của các hạt D_{10} , D_{17} , D_{60} và D_{100} chúng ta lập đường cong thành phần hạt của vật liệu lớp thứ nhất của lọc. Thành phần của vật liệu cho sẽ thoả mãn điều kiện cơ bản (94), nghĩa là $D_o^{\max} \leq D_o^u$.

g) Trong trường hợp có thấm dọc theo chỗ tiếp xúc của đất dính và lọc ngược hoặc trong vùng chuyển tiếp từ tường tâm sang thân đập (cũng như trong các lớp thiên nhiên) có vật liệu to hạt, thì cần tiến hành kiểm tra độ ổn định của đất dính về xói mòn tiếp xúc

Đất dính có chỉ số dẻo $W_d \geq 7$, hệ số ẩm $G \geq 0,85$ và tiếp xúc với vật liệu to hạt sẽ không bị xói mòn tiếp xúc và không bị phá hoại, nếu vật liệu to hạt được chọn sao cho để thành phần hạt của nó có thể thoả mãn các điều kiện thủy động của dòng thấm, được nêu dưới đây:

Đối với điều kiện không cho phép xói và bóc lớp của các kết thể hạt trong vùng tiếp xúc của đất dính với vật liệu to hạt, kích thước lớn nhất của kẽ rỗng trong vật liệu là to hạt $D_o^{\max}$ phải sao cho thoả mãn được điều kiện sau đây:

$$J_k^u \leq 0,75 J_{th} \quad (99)$$

trong đó J_k^u – gradien tính toán của đầu nước trong vật liệu to hạt ở chỗ tiếp xúc với đất dính;

J_{th} – gradien tối hạn của cột nước đối với đất dính, xác định bởi gradien cột nước trong vật liệu to hạt (lọc vùng chuyển tiếp) có đường kính kẽ rỗng lớn nhất:

$$D_o^{\max} \leq D_o^u$$

$$J_{th} = \frac{1}{\sqrt{D_o^{max}}} - 0,75 \quad (100)$$

trong đó D_o^{max} tính bằng cm.

Đối với điều kiện có thể cho phép đến một mức độ nhất định sự bóc lớp của các kết thể hạt đất dính (không có xói mòn vùng tiếp xúc) phải thoả mãn điều kiện sau đây:

$$J_u^k \leq (0,85 \div 0,90) J_{th} \quad (101)$$

- 4.3. Đánh giá độ hữu dụng (lựa chọn) của vật liệu mỏ đối với lớp thứ nhất của lọc ngược bảo vệ đất sét (đối với điều kiện không cho phép biến dạng do bóc lớp⁽¹⁾). Theo thành phần hạt đã cho của vật liệu mỏ, độ rỗng m_1 , hệ số không đều hạt η_1 và trị số D_{17} , đồng thời sử dụng hệ thức (23), chúng ta tìm được kích thước lớn nhất của các kẽ rỗng trong các đất này:

$$D_o^{max} = xC \frac{m_1}{1 - m_1} D_{17}$$

Trị số D_o^u , như đã chỉ ở trên, được xác định theo công thức (90), (91) và (92).

Nếu thoả mãn được điều kiện cơ bản (94).

$$D_o^{max} \leq D_o^u$$

thì thành phần đã cho của vật liệu, có hệ số không đều hạt $\eta_1 \leq 50$, có thể được sử dụng cho lớp thứ nhất của lọc, không cần hoàn chỉnh nó, nghĩa là không cần sàng lọc các hạt lớn hoặc phụ thêm các hạt nhỏ. Nếu điều kiện (94) không được thoả mãn thì cần xây dựng đường cong tính toán của thành phần hạt vật liệu theo phương pháp đã nêu ở trên (4-2 điểm b-c) và theo đường cong này chọn thành phần vật liệu (có sàng lọc) lấy từ các vật liệu mỏ có sẵn.

- 4.4. Xác định kích thước của kết cấu chống thấm (tường tâm, tường nghiêng, sân phủ v.v...) bằng đất dính⁽²⁾. Theo phương pháp đề ra ở trên, có thể xác định kích thước (chiều dày) của kết cấu chống thấm, xuất phát từ việc có vật liệu mỏ cho lớp thứ nhất của lọc, nghĩa là giải quyết bài toán ngược theo thành phần hạt của vật liệu lớp thứ nhất của lọc ấn định kích thước của kết cấu chống thấm.

Dưới đây tiến hành trình tự tính toán chiều dày của tường nghiêng (tường tâm, sân phủ) bằng đất sét dính.

- a) Xác định kích thước lớn nhất của kẽ rỗng D_o^{max} của vật liệu mỏ, theo hệ thức (23):

$$D_o^{max} = xC \frac{m_1}{1 - m_1} D_{17}$$

Trị số tính được D_o^{max} lấy làm trị số tính toán, nghĩa là:

$$D_o^u = D_o^{max}$$

- b) Biết trị số D_o^u , chúng ta xác định trị số tính toán của gradien J_u của dòng thấm trong kết cấu chống thấm (tường nghiêng, tường tâm, sân phủ). Trị số J_u được xác định từ hệ thức (90).

¹ Khi cho phép có biến dạng do bóc lớp, để xác định D_o^u được lấy hệ thức (91) hoặc (92) thay cho hệ thức (90).

² Từ điều kiện của độ bền về thấm.

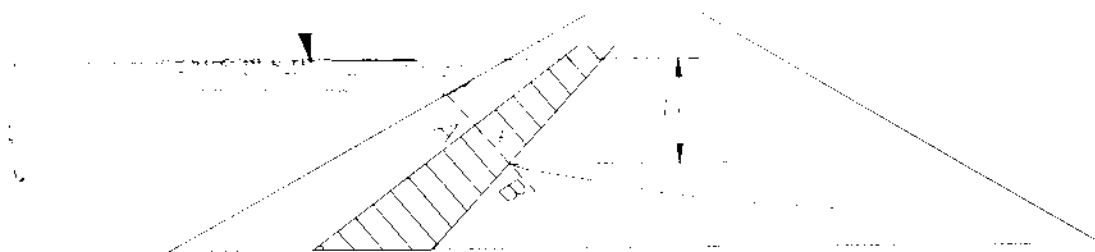
$$J_u = \frac{1}{\varphi} \left[\frac{0,34}{(D_o^{\max})^2} - \cos \theta \right], \quad (102)$$

trong đó φ - được lấy theo đồ thị $\varphi = f(D_o^u)$, hình 25.

c) Phụ thuộc vào cột nước trên công trình và theo các điều kiện của độ bền về thấm, chiều dày yêu cầu của tường nghiêng (tường tâm) bằng đất sét của đập được xác định theo hệ thức:

$$t = \frac{H}{J_u} \quad (103)$$

Trong đó H - cột nước ở đoạn AB của tường nghiêng (hình 27).



Hình 27. Đập có tường nghiêng

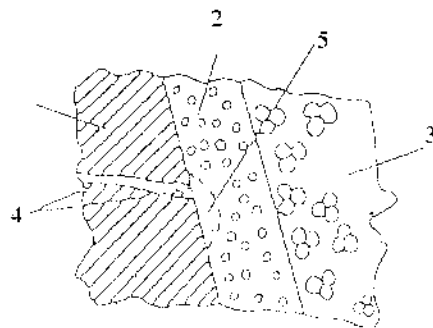
Vấn đề đặt ra là muốn lấy chiều dày trên đây của tường nghiêng đất sét làm chiều dày phải tìm, thì phải giải bằng cách tính toán so sánh kinh tế trong từng trường hợp riêng biệt, có xét tất cả các yêu cầu cần đề ra đối với tường nghiêng.

4.5. Chỉ dẫn thêm về kết cấu lọc ngược bảo vệ cho đất dính và thí dụ tính toán.

1. Trên mặt kết cấu chống thấm bằng đất sét, trong trạng thái ngập nước thì không nên không có lớp gia tải. Ở lớp trên của mặt tự do của đất sét (không có gia tải) sẽ xuất hiện sự tăng độ ẩm và hậu quả là làm giảm lực dính phân tử giữa các hạt riêng biệt và các kết thể và trong các điều kiện tương ứng những lực này nói chung ngừng tác động. Mặt tự do của đất sét khi đó có thể dễ dàng bị xói lở ngay cả với những vận tốc thấm không đáng kể.

2. Khi có tiếp xúc của kết cấu chống thấm bằng đất sét (tường nghiêng, tường tâm, sân phủ) với bề mặt cứng của công trình thủy lợi, cần đổ cát hạt to hoặc đá dăm sàng lọc với kích thước trung bình $D_{50} \leq 2\text{mm}$ vào lớp thứ nhất của lọc, ở những chỗ tiếp xúc trên một chiều dài từ 3 – 5m.

3. Trong những đập cao và siêu cao có tường tâm (tường nghiêng) mỏng, xây dựng tại các thung lũng hẹp có sườn dốc đứng, hậu quả của các biến dạng lớn và không đều của hiệu số độ lún, cũng như các hiện tượng động đất, trong một vài trường hợp có thể hình thành các khe nứt riêng biệt cục bộ; các khe nứt này là không mong muốn, đặc biệt ở mặt hạ lưu của tường tâm, ở chỗ tiếp xúc với lọc ngược của vùng chuyển tiếp, như đã chỉ trên hình 28.



Hình 28. Sơ đồ lắp khe nứt của tường tâm đập

1- Tường tâm của đập 2 – vùng chuyển tiếp (lọc), 3 – lăng trụ đập,
4- khe nứt trong tường tâm của đập, 5- vùng bồi tắc trong lọc (vùng chuyển tiếp).

Trong các trường hợp ấy, để cho vùng tiếp xúc của đất dính tường tâm (tường nghiêng) của đập không bị xói lở bởi dòng thấm đi theo kẽ nứt vào lớp lọc, thì lớp lọc của vùng chuyển tiếp có thành phần hạt như thế phải được thiết kế và đặt sao cho các kết thể của đất sét hoặc những hạt riêng biệt của đất sét bị cuốn ra khỏi dòng thấm, không đi qua lớp lọc và làm bồi tắc lớp lọc trong phạm vi khe nứt (hình 28) và bằng cách ấy sẽ tạo thành các điều kiện tự lấp của bản thân khe nứt.

Do đó, thành phần hạt lọc được thiết kế hoặc lựa chọn, thoả mãn trong các trường hợp ấy các yêu cầu được đề ra đối với lọc của vùng chuyển tiếp của đập cao và siêu cao, phải được kiểm tra về điều kiện bồi tắc.

Nếu thành phần hạt của lọc được thiết kế hoặc lựa chọn trước, có thể bồi tắc do các hạt nhỏ bị cuốn ra từ khe nứt của tường tâm (tường nghiêng) của đập thì thành phần ấy của lọc cần tính để thoả mãn yêu cầu đã cho.

Nếu điều kiện đã cho không thoả mãn, thì thành phần lọc thiết kế hoặc lựa chọn phải thay đổi để thành phần hạt mới thoả mãn yêu cầu của bồi tắc.

Điều kiện bồi tắc (và lắp khe nứt) sẽ được thực hiện trong trường hợp nếu thành phần thiết kế của lọc sẽ thoả mãn chuẩn số sau đây của độ bồi tắc:

$$\frac{D_{17}}{d_{90}} \leq \frac{26,5(1 - m_1)}{m_1 \sqrt[6]{\eta_1}}; \quad (104)$$

trong đó : D_{17} - đường kính các hạt vật liệu của lọc ngược nhỏ hơn các hạt này chiếm 17% (theo trọng lượng), trong thành phần của vật liệu.

d_{90} - đường kính các hạt vật liệu của tường tâm đập làm bồi tắc lớp thứ nhất của lọc, nhỏ hơn các hạt này chiếm 90% (theo trọng lượng), trong thành phần của vật liệu.

m_1 - độ rỗng của vật liệu lọc ngược, tính theo phần đơn vị.

$\eta_1 = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ - hệ số không đều hạt của vật liệu lọc ngược.

Nếu điều kiện (104) không thoả mãn, thì trong trường hợp ấy cần thay đổi thành phần hạt đã thiết kế (lựa chọn) của lọc, lấy đường kính hạt D_{17} từ hệ thức (104) làm kích thước tính toán nghĩa là:

$$D_{17} \leq \frac{26,5(1 - m_1)}{m_1 \sqrt[3]{\eta_1}} d_{90} \quad (105)$$

Các kích thước còn lại của các hạt tính toán cơ bản của đường cong biểu diễn thành phần hạt của lọc D_{10} , D_{60} , D_{100} được xác định theo các hệ thức (96), (97) và (98).

Bằng cách ấy, thành phần hạt mới xác định của lớp thứ nhất của lọc sẽ thoả mãn yêu cầu bồi tắc cả yêu cầu lấp kẽ nứt.

Đường cong tính toán đã xác định được của thành phần hạt cần lấy giới hạn dưới “của vùng thành phần hạt cho phép của vật liệu dùng để đắp vào lớp thứ nhất của lọc”.

4. Chiều dày lớp thứ nhất của lọc của vùng chuyển tiếp đối với các đập cao và siêu cao, phải được ấn định không những chỉ theo các điều kiện thấm và thi công mà còn có tính toán các chuyển dịch ngang có thể của các bộ phận công trình (tường tâm và lăng trụ đập) do lún không đều.

Chiều dày nhỏ nhất của lớp thứ nhất của lọc vùng chuyển tiếp – $T_{\min}$ đối với kiểu đập đã nêu, phải là (hình 29):

$$T_{\min} \geq 3 + t' \text{ (m)}. \quad (106)$$

trong đó t' - kích thước tổng cộng các chuyển dịch ngang của tường tâm hoặc lăng trụ đập (bằng m) xác định bằng tính toán hoặc theo các nghiên cứu đã cho.

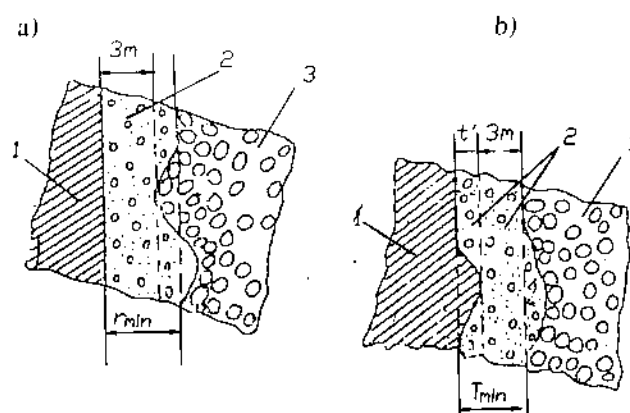
Thí dụ tính toán:

Thí dụ 1: Chọn thành phần hạt của lớp thứ nhất của lọc cho tường nghiêng bằng đất thịt của đập đất, hình 27.

Số liệu ban đầu:

Chỉ số dẻo của đất: $W_d = 12 > 7$;

Trị số tính toán của gradien cột nước trong mặt cắt A – B, $J_u = 5$



Hình 29. Sơ đồ vùng chuyển tiếp

- 1 - tường tâm của đập, 2 - vùng chuyển tiếp (lọc), 3 - lăng trụ đập;
2- t' - chuyển vị ngang của lăng trụ và tường tâm đập

Trình tự tính toán :

a) Theo số liệu đã cho $J_u = 5$, chúng ta tìm D_o'' – trị số tính toán của đường kính kẽ rỗng của vật liệu lớp thứ nhất của lọc.

Theo công thức (90) khi $\theta = 45^\circ$ và $\varphi = 0,36$ xác định theo đồ thị $\varphi = f(\eta_1)$, hình 24.

$$D_o'' = \sqrt{\frac{0,34}{0,36,5 + 0,71}} = 0,37 \text{ cm} = 3,7 \text{ mm}.$$

b) Hệ số không đều hạt, chúng ta lấy $\eta_1 = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 12$. Từ đồ thị $m_1 = f(\eta_1)$ hình 8, chúng ta tìm trị số độ rỗng $m_1 = 0,35$.

c) Chúng ta xác định kích thước hạt D_{17} của lớp thứ nhất của lọc theo hệ thức (95):

$$D_{17} \leq \frac{3,7}{0,69,1,6} \cdot \frac{1-0,35}{0,35} = 6,2 \text{ mm}$$

$$x = 1 + 0,05 \eta_1 = 1 + 0,05 \cdot 12 = 1,6;$$

$$C = 0,455 \sqrt[3]{\eta_1} = 0,455 \sqrt[3]{12} = 0,69.$$

d) Chúng ta tìm đường kính tác dụng D_{10} của lớp thứ nhất của lọc từ đồ thị

$$\eta_1 = f\left(\frac{D_{10}}{D_{17}}\right) \text{ hình 26, khi } \eta_1 = 12 \text{ và hệ số } i = 0,67:$$

$$D_{10} = i D_{17} = 0,67 \cdot 6,20 = 4,15 \text{ mm}.$$

Khi đó đường kính kiểm tra:

$$D_{60} = \eta_1 D_{10} = 12 \cdot 4,15 = 50,0 \text{ mm}.$$

đ) Trị số lớn nhất của hạt $D_{\max} = D_{100}$ của lớp thứ nhất của lọc.

Chúng ta xác định theo hệ thức (98).

$$x = 1 + 1,28 \lg 12 = 2,38;$$

$$D_{100} \leq 4,15 + 10^{2,28} 50 \frac{12-1}{5 \cdot 12^2} \cong 105 \text{ mm}$$

Theo các trị số D_{10} , D_{17} , D_{60} và D_{100} tính được có qui tròn chúng về phía nhỏ, chúng về phía nhỏ, chúng ta xây dựng đường cong thành phần hạt đất của lớp thứ nhất của lọc bảo vệ đất dính. Đường cong này cần lấy giới hạn dưới của “vùng” cho phép.

Thí dụ 2: Xác định độ hữu dụng của các vật liệu mỏ có sẵn 1 và 3 (hình 30) để dùng cho lớp thứ nhất của lọc bảo vệ đất (sét) dính ở hạ lưu tường nghiêng của đập (hình 27).

Số liệu ban đầu.

Chỉ số dẻo của vật liệu tường nghiêng $W_d = 16$.

Trị số tính toán của gradien cột nước $J_u = 8$.

Các vật liệu mỏ đã cho:

Vật liệu 1: $D'_{17} = 2,6 \text{ mm}$; $\eta' = 3,45$; $m' = 0,39$;

Vật liệu 3: $D'''_{17} = 11,0\text{mm}$; $\eta''' = 4,26$; $m''' = 0,40$.

Trình tự tính toán.

a) Theo trị số đã cho $J_u = 8$, dùng hệ thức (90), chúng ta xác định trị số tính toán của đường kính kẽ rỗng của vật liệu lớp thấp nhất của lọc (với $\theta = 45^\circ$), sơ bộ xác định φ từ đồ thị $\varphi = f(J_u)$, hình 24.

$$D_o'' = \sqrt{\frac{0,34}{0,43.8 + 0,71}} = 0,286\text{cm} = 2,86\text{mm}.$$

b) Theo hệ thức (23) chúng ta tìm kích thước lớn nhất các kẽ rỗng của vật liệu mỏ 1.

$$C = 0,455\sqrt{3,45} = 0,56$$

$$x = 1 + 0,05.3,45 = 1,17;$$

$$D_o^{\max} = 1,17.0,56 \frac{0,39}{1 - 0,39} 2,6 = 1,10\text{mm} < 2,86\text{mm}.$$

Từ tính toán đã nêu thấy rằng $D_o^{\max} < D_o''$. Do đó, điều kiện (94) được thoả mãn vật liệu mỏ 1 có thể dùng cho lớp thứ nhất của lọc ngược đối với đất sét cần bảo vệ có trị số dẻo $W_d = 16$.

c) Đối với vật liệu mỏ 3, tính toán tương ứng như trên, chúng ta được:

$$C = 0,455\sqrt{4,26} = 0,55;$$

$$x = 1 + 0,05.4,26 = 1,21.$$

$$D_o^{\max} = 1,21.0,57 \frac{0,40}{1 - 0,40} 11 = 5,1\text{mm} > 2,86\text{mm}$$

Trong trường hợp này điều kiện (94) không được thoả mãn ($D_o^{\max} > D_o''$) và do đó vật liệu mỏ 3 không có sự bổ sung thành phần hạt thì không thể dùng cho lớp thứ nhất của lọc ngược.

Thí dụ 3: Từ điều kiện bên về thấm, xác định chiều dày của tường nghiêng chống thấm t (hình 27), nếu lớp thứ nhất của lọc (ở phía hạ lưu) là đất đá dăm 3 (thí dụ 2).

Trình tự tính toán.

a) Chúng ta xác định kích thước lớn nhất của kẽ rỗng $D_o^{\max}$ của vật liệu mỏ 3 theo hệ thức (23). Từ thí dụ 2 đối với vật liệu mỏ 3, có $D_o^{\max} = 5,10\text{mm}$,

Trị số $D_o^{\max}$ này lấy làm trị số tính toán, nghĩa là:

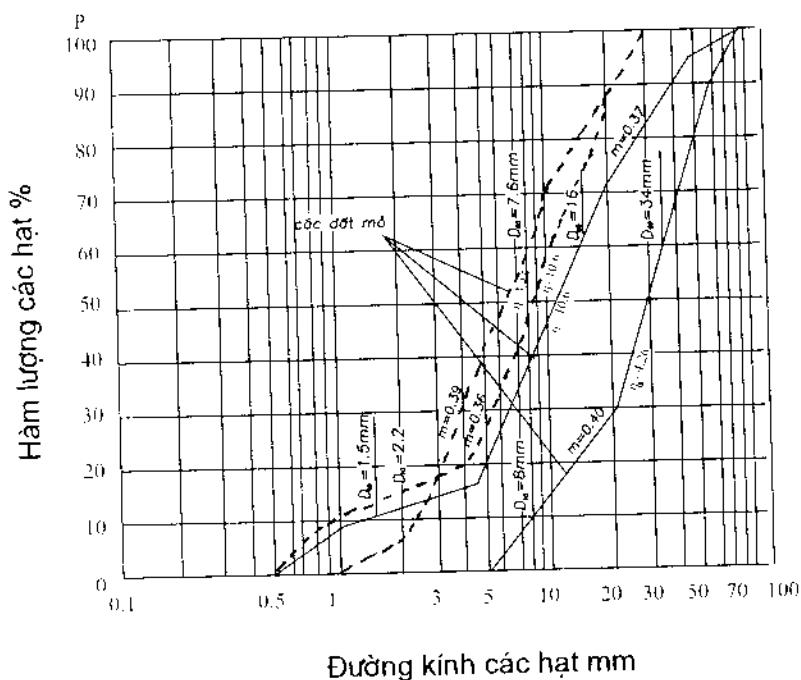
$$D_o^{\max} = D_o'' = 5,10\text{mm}.$$

b) Biết trị số tính toán $D_o^{\max}$, chúng ta xác định trị số tính toán của gradien cột nước J_u của dòng thấm trong tường nghiêng (với $\theta = 45^\circ$) theo công thức (102) với trị số φ xác định từ đồ thị $\varphi = f(D_o^{\max})$, hình 25.

$$J_u = \frac{1}{\varphi} \left[\frac{0,34}{(D_o^{\max})^2} - \cos\theta \right] = \frac{1}{0,16} \left(\frac{0,34}{0,51^2} - 0,71 \right) = 3,12.$$

c) Chiều dày của tường nghiêng theo điều kiện bền về thấm với cột nước $H = 40\text{mm}$ (hình 27) được xác định theo hệ thức (103).

$$t = \frac{H}{J_{\text{II}}} = \frac{40}{3,12} = 12,8 \approx 13\text{m}.$$



Hình 30. Thành phần hạt các vật liệu mỏ của lớp thứ nhất của lọc.

CHƯƠNG V

THIẾT KẾ LỌC NGƯỢC BẰNG BÊTÔNG XỐP

Những nhịp độ hiện nay trong xây dựng thuỷ lợi với khối lượng thi công lớn, đã đẩy mạnh các nhiệm vụ mới trong nâng cao năng suất lao động, rút ngắn thời gian, hạ giá thành và nâng cao chất lượng thi công. Biện pháp quan trọng để hạ giá thành và rút ngắn thời gian thi công là áp dụng rộng rãi kết cấu tiêu nước đúc sẵn có lọc bằng bê tông xộp trong xây dựng thuỷ lợi. Việc sản xuất các kết cấu đó có thể tiến hành trong những điều kiện xây dựng bất kỳ, còn vật liệu cho lọc có thể dùng các phế liệu đá dăm của nhà máy nghiền đá.

Lọc ngược bằng bê tông xộp có thể dùng không những chỉ cho lỗ khoan, mà còn cho kết cấu tiêu nước của đập và của công trình thuỷ lợi khác, ở những nơi mà việc sử dụng chúng tỏ ra có lợi về mặt kinh tế, thí dụ khi ngay tại nơi xây dựng không có các vật liệu mỏ để làm lọc ngược bằng vật liệu cát sỏi hoặc đá dăm.

5.1. Chỉ dẫn chung.

Lọc ngược bằng bê tông xộp (không cát) dùng cho lỗ khoan và kết cấu tiêu nước các đập được cấu tạo từ vật liệu to hạt có thành phần được lựa chọn tuỳ theo thành phần hạt của đất bão hoà nước của lọc ngược phải bảo vệ.

Để sản xuất lọc xộp cần dùng một khối lượng chất keo kết (ciment, thuỷ tinh lỏng, thạch cao v.v...) sao cho chỉ đủ để bao các hạt cốt liệu, còn kẽ rỗng giữa các hạt cốt liệu vẫn không bị nhét đầy. Trong các tài liệu tham khảo hướng dẫn hiện được ưu tiên xét dùng làm vật liệu keo kết chỉ có xi măng. Xi măng tạo cho kết cấu lọc một độ bền lâu dài. Về cốt liệu có thể dùng phế liệu đá dăm của nhà máy nghiền đá, đá dăm, sỏi. Những vật liệu đều hạt hay không đều hạt. Lọc bằng bê tông xộp không nên đặt trong vùng băng giá, vì nước kẽ rỗng của lọc, sau khi đóng băng có thể phá hoại sự liên kết giữa các hạt khối rỗng dẫn đến tổn thất độ bền cơ học của kết cấu.

Khi thiết kế thiết bị tiêu nước bằng bê tông xộp các tính toán thẩm được tiến hành như khi thiết kế thiết bị tiêu nước thông thường, có xét đến khả năng tháo nước của bê tông xộp.

Trong trường hợp phải bảo vệ đất hạt nhỏ bão hoà nước bằng lọc bê tông xộp khi đòi hỏi phải dùng cốt liệu nhỏ trong thành phần của bê tông xộp thì trong một vài trường hợp nên gia công lọc bằng vật liệu hạt to bên ngoài bọc 1 lớp cát hạt to hơn (lăng trụ tiêu nước).

5.2. Yêu cầu đối với lọc ngược bằng bê tông xộp.

Lọc ngược thực hiện được tốt vai trò của nó chỉ trong trường hợp, nếu thành phần hạt của nó được thiết kế và thực hiện một cách chắc chắn.

Lọc ngược bằng bê tông xộp phải được thiết kế sao cho thoả mãn các yêu cầu cơ bản sau đây:

1. Hạt cốt của đất phải bảo vệ, không được rải vào kẽ rỗng của lọc bằng bê tông xộp.
2. Trong đất được bảo vệ, tại vùng tiếp xúc không được xuất hiện xói ngầm cơ học nguy hiểm làm ảnh hưởng đến độ bền và độ ổn định của đất.

3. Các hạt nhỏ mà sự lồi chúng bởi dòng thấm ra khỏi khối đất được bảo vệ không gây ra những biến dạng nghiêm trọng và là cho phép – không được làm bồi tắc lọc ngược.

4. Độ ngấm nước của lọc ngược bằng bê tông xốp phải lớn hơn độ ngấm nước của đất được nó bảo vệ.

Sự thực hiện các yêu cầu kể trên, khi thiết kế và xây dựng lọc ngược bằng bê tông xốp sẽ bảo đảm sự tiếp xúc ổn định và bền vững của đất được bảo vệ và bảo đảm độ tin cậy làm việc của công trình trong thời kỳ khai thác. Sự thực hiện các yêu cầu kể trên là đối với các đất xói ngấm xét theo thành phần hạt của chúng.

Nếu đất được bảo vệ bằng lọc là thực tế không xói ngấm thì khi thiết kế và xây dựng lọc ngược bằng bê tông xốp thực hiện được 2 yêu cầu cơ bản sau đây là đủ:

1. Hạt cốt của đất được bảo vệ không được rải vào kết cấu lọc bằng bê tông xốp;
2. Hệ số thấm của lọc bằng bê tông xốp phải lớn hơn hệ số thấm của đất được nó bảo vệ.

5.3. Phương thức chọn thành phần hạt vật liệu đá dăm (sỏi) để làm tầng lọc ngược bằng bê tông xốp. Để xác định kích thước hạt tính toán của đất dăm và sỏi trong thành phần của lọc ngược bằng bê tông xốp, cần có các số liệu về thành phần hạt của đất được bảo vệ biểu diễn dưới dạng của đồ thị, cũng như các số liệu về dung trọng γ_d của đất, độ rỗng m_d , hệ số không đều hạt η_d và hệ số thấm k_d .

Theo các thông số của đất được bảo vệ, xác định loại của thành phần đất, đất được bảo vệ bằng tầng lọc là xói ngấm hoặc không xói ngấm.

Nếu đất thực tế không xói ngấm, thì nó phải thoả mãn hệ thức (71).

$$\frac{d_3}{d_{17}} \geq (0,32 + 0,016\eta_d) \sqrt{\eta_d} \frac{m_d}{1 - m_d}$$

Trong đó d_3 và d_{17} – các đường kính hạt của đất, các hạt nhỏ hơn các hạt này chiếm gần 3 và 17% theo trọng lượng.

Nếu hệ thức (71) không được thoả mãn, đất đã cho cần tính thực tế là xói ngấm.

Tuỳ theo loại của đất được bảo vệ (xói ngấm hoặc không xói ngấm) và hệ số không đều hạt của nó sẽ chọn kích thước tính toán của các hạt tạo vòm d_v .

Đối với thành phần không xói ngấm của đất, kích thước hạt tạo vòm d_v xác định theo đồ thị:

$$P_n'' = f(\eta_d) \text{ hình 7 đường cong B = 3.}$$

Đối với thành phần xói ngấm của đất, kích thước tính toán của hạt tạo vòm d_v được xác định, phụ thuộc vào các điều kiện thủy động của sự làm việc của lọc (chương III, 3-3) như sau:

a) Theo công thức (73) chúng ta xác định kích thước hạt có thể bị lồi ra khỏi vùng tiếp xúc với gradien lớn nhất đã cho của cột nước $J_u^{\max}$, nghĩa là:

$$d_{vi} = \frac{\beta \cdot J_u^{\max}}{\varphi_a \sqrt{\frac{m_d \cdot g}{\gamma_d}}}$$

Nếu trị số tính được $d_{xn} \leq d_3$ (từ đường cong thành phần hạt), thì d_{iv} lấy theo đồ thị $P_v'' = f(\eta_d)$ hình 7 đường cong B = 3.

Nếu như $d_{xn} > d_3$, thì d_{iv} được xác định theo công thức (74):

$$d_{iv}'' = B d_3$$

trong đó B – nên lấy đối với các lọc lỗ khoan (để hạ mực nước có chế độ thay đổi) B = 3; đối với các lọc của các thiết bị tiêu nước của đập B=5÷8.

b. Theo kích thước của đường kính d_{iv} chọn được, chúng ta tìm đường kính trung bình kẽ rỗng của lọc theo hệ thức (12):

$$D_o \leq 1,8 d_{iv}$$

Biết được D_o , chúng ta xác định hệ số thấm tính toán của lọc bằng bê tông xốp theo hệ thức ⁽¹⁾:

$$k_1 = A m_o D_o^2 \text{ (cm/sec)} \quad (107)$$

trong đó:

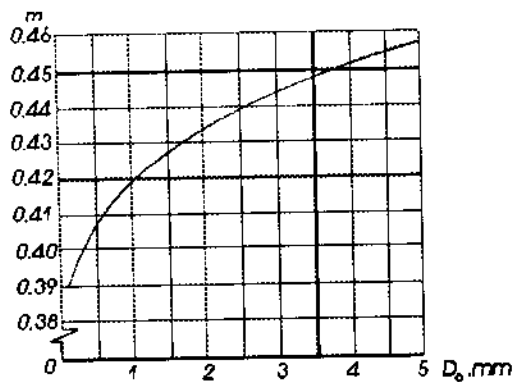
A = 615 đối với bê tông xốp bằng đá dăm;

A = 965 đối với bê tông xốp bằng sỏi;

m_o - độ rỗng tính đối của đá dăm, tính theo phân đơn vị, lấy theo đồ thị $m_o = f(D_o)$ hình 31 hoặc theo công thức thực nghiệm;

$$m_o = \frac{9,5 + \sqrt{D_o}}{25} \quad (108)$$

trong đó D_o tính bằng mm.



Hình 31. Đồ thị $m_o = f(D_o)$

c) Theo bảng 3 đối với trị số tính được k_1 , chúng ta chọn thành phần hạt của đất đá dăm (sỏi), đất này phải là cốt liệu trong thành phần của lọc bằng bê tông xốp, hệ số không đều hạt của nó không vượt quá trị số:

$$\eta_1^{cp} = 12 \quad (109)$$

¹⁾ Hệ thức (107), để xác định k_1 , được dùng cho bê tông xốp gia công với tỷ lệ tối ưu nước/ximăng.

Bảng 3. Trị số hệ số thấm của bê tông xốp có thành phần 1: 6 với tỷ lệ tối ưu nước /xi măng, theo thành phần hạt cốt liệu.

Kích thước quy ước của hạt	D_{10}	D_{17}	D_{50}	D_{60}	$\eta = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	Hệ số thấm của bê tông xốp k_1
	mm					cm/sec
0,25-3,0	0,5	0,6	1,8	2,4	4,8	0,05-0,10
0,25-30	0,48	0,95	4,1	5,5	11,45	0,012-0,023
0,25-10,0	0,58	0,77	2,0	2,55	4,4	0,017-0,022
0,25-20,0	0,62	1,15	5,1	6,80	11,0	0,019-0,058
0,25-20,0	1,0	2,05	3,9	4,4	4,4	0,045-0,077
0,25-5,0	1,10	1,35	3,0	3,4	3,09	0,100-0,180
1,00-30,0	1,9	2,2	5,4	6,7	3,52	0,167-0,46
0,00-30,0	1,24	1,95	5,3	6,2	5,0	0,250-0,62
0,25-10,0	0,35	3,6	1,6	2,4	6,8	0,28-0,80
1,00-20,0	1,34	1,67	4,4	5,9	4,4	0,35-0,56
1,00-20,0	1,75	2,25	6,2	7,75	4,45	0,53-0,78
1,00-20,0	2,40	3,4	7,3	8,5	3,54	1,05-1,96
1,00-10,0	1,40	1,80	3,40	4,0	2,85	1,40-1,80
1,00-20,0	2,24	2,8	4,3	4,8	2,14	1,65-2,05
0,00-20,0	3,10	4,0	6,2	6,7	2,16	1,88-2,60
3,00-7,0	2,1	3,2	4,7	5,4	2,55	2,10-3,20
7,00-20,0	7,7	8,6	12,5	14,0	1,82	3,06-5,68
3,00-20,0	5,1	5,1	8,90	8,8	1,72	4,97-6,22
2,00-20,0	4,6	6,0	9,50	11,0	2,4	5,06-6,25
5,00-25,0	5,2	7,2	11,5	13,0	2,5	12,10-15,30
7,00-25,0	7,5	8,6	14,0	16,0	2,1	15,3-20,10
5,00-40,0	9,0	13,0	25,0	31,0	3,45	28,0-31,00
20,00-40,0	-	-	-	-	-	32,0-40,00

Chú thích: Các trị số k_1 trong bảng 3 xác định trên cơ sở thí nghiệm, theo chế độ thấm tăng.
Thành phần của lọc bằng bê tông xốp sẽ thoả mãn các yêu cầu cơ bản đối với đất không xói ngầm được bảo vệ, với:

1. Cốt đất không rải vào lớp lọc;
2. Hệ số thấm của lọc lớn hơn hệ số thấm của đất được nó bảo vệ.

d) Nếu thành phần của đá dăm lấy theo bảng 3 không phù hợp với đất đá dăm hoặc đất sỏi có sẵn tại hiện trường thì công và không tiến hành sàng lọc thì cần kiểm tra mức độ hữu dụng của chúng (theo hệ số thấm) theo hệ thức (110). Hệ thức (110) cho khả năng, theo các thông số của đá dăm hoặc sỏi dùng để sản xuất bê tông xốp với tỷ lệ tối ưu nước /xi măng, xác định hệ số thấm của bê tông xốp:

$$K_{bx} = A' \frac{m_1^3}{(1 - m_1)^2} D_{17}^2 \text{ cm/sec}, \quad (110)$$

trong đó : đối với đá dăm: $A' = 50 \sqrt[3]{\eta_{dd}}$ đối với sỏi $A' = 120 \sqrt[3]{\eta_s}$ và η_s - các hệ số không đều hạt tương ứng với đá dăm và sỏi.

Nếu k_b so với trị số tính toán k_1 không khác mấy về độ lớn (không lớn hơn 2 lần) thì đất đá dăm (sỏi) đã cho có thể được dùng, không cần sàng lọc, làm cốt liệu cho lọc bằng bê tông xốp.

Hệ số không đều hạt của vật liệu làm lọc bằng bê tông xốp không được vượt quá trị số $\eta_1^{cp} = 12$.

Vật liệu có hệ số không đều hạt vượt quá η_1^{cp} , có thể được khuyến dùng chỉ sau khi đã được nghiên cứu trong phòng thí nghiệm.

d) Nếu đất lọc được bảo vệ là đất xói ngầm thì cần kiểm tra độ không bồi tắc của lọc bởi các hạt nhỏ bị lôi ra của đất.

Để các hạt đất nhỏ ($d_{m1} < d_s$) do dòng thấm lôi ra khỏi vùng tiếp xúc không làm bồi tắc lọc phải thoả mãn các điều kiện (55) và (57) nghĩa là:

$$D_o \geq 1,1 d_{xu} a_s;$$

$$d_{tv} \geq 3 d_{xu},$$

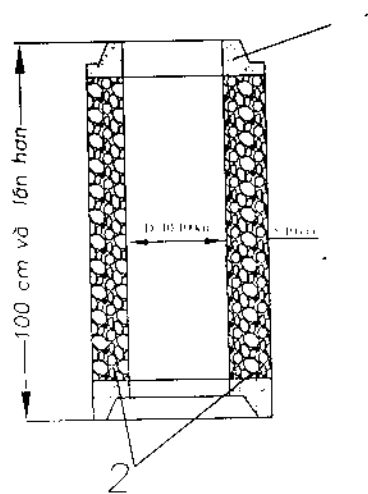
trong đó a_s - lấy từ bảng 1, chương II.

Nếu không thoả mãn điều kiện (55) và (57) thì cần thay đổi thành phần hạt đã chọn của lọc (dẫn đến sự thay đổi đường kính hạt tạo vòm d_{iv}) và kích thước của hạt d_{xu} được phép, bị lôi ra khỏi đất.

Theo trị số mới xác định được d_{xu} , chúng ta xác định từ hệ thức (12) trị số mới D_o . Sau đó trình tự chọn thành phần hạt của đá dăm (sỏi) thuộc thành phần của lọc bằng bê tông xốp cũng giống như đã chỉ ở trên.

5.4. Công nghệ sản xuất lọc bằng bê tông xốp. Hiện nay lọc ngược bằng bê tông xốp được sử dụng chủ yếu để trang bị cho các giếng tròn cấp nước và các lỗ khoan hạ nước mạch. Tuy nhiên các lọc ấy có thể được sử dụng một cách hiệu quả kể cả đối với các kết cấu tiêu nước công trình thủy lợi.

Lọc bằng bê tông xốp để trang bị cho các giếng tròn, chính là ống rỗng đúc bằng đá dăm (sỏi) không đều hạt được gắn kết bằng xi-măng, độ ngấm nước và độ bền nhất định (hình 32). Những lọc như thế có thể được sản xuất cho kết cấu tiêu nước của đập có vật liệu thấm bao quanh ống (lăng trụ tiêu nước) (hình 33).



Hình 32. Lọc bằng bê tông xốp.

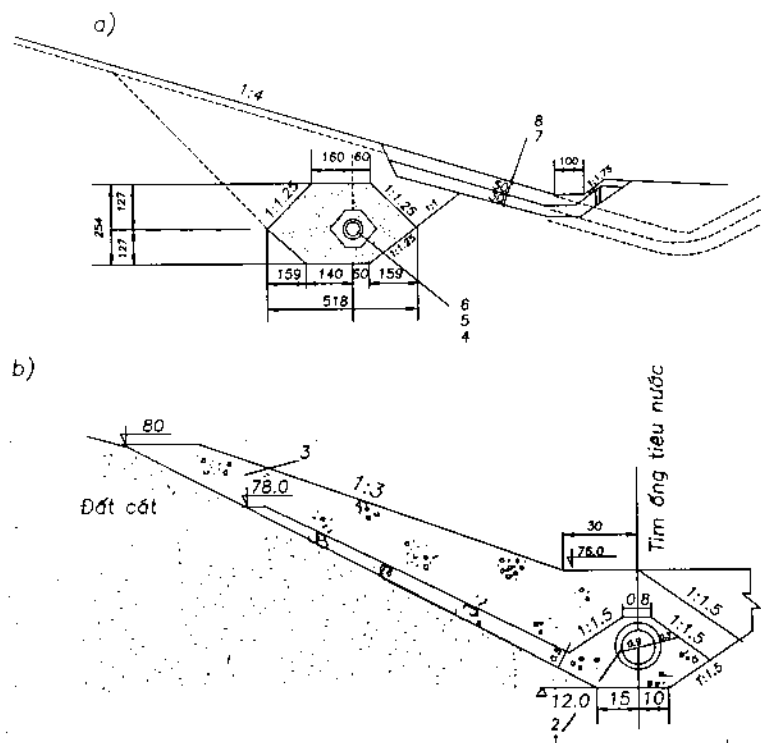
1. Bê tông đặc 1: 3 hoặc 1: 4 (cát hạt to hoặc đá dăm) 2-3mm; 2- bê tông xốp

Lọc bằng bê tông xốp dùng cho giếng tròn và các kết cấu tiêu nước của đập, có thể sản xuất với các đường kính khác nhau từ 60 đến 100cm và lớn hơn, tùy theo nhiệm vụ của chúng (hình 32). Chiều cao của 1 đoạn ống được ấn định (tùy theo các điều kiện làm việc, trọng lượng đoạn ống, việc chuyên chở) dưới 1m và lớn hơn.

Chiều dày thành ống lọc, theo các điều kiện thẩm cần lấy không nhỏ hơn.

$$T_{\min} \geq (5 \div 7) D_{85} + 2\text{cm} \quad (111)$$

trong đó D_{85} - kích thước tính toán của hạt đá dăm thuộc thành phần của lọc bằng bê tông xếp.



Hình 33. Kê cấu tiêu nước bằng bê tông xộp

- 1,2 – ống tiêu nước bằng bê tông xốp có bọc đá dăm $D = 0,25 - 10\text{mm}$; 3 - đất cát sỏi thiên nhiên; 4,5,6 – ống tiêu nước bằng bê tông xốp, có bọc đá dăm, cát hạt to (lãng trụ tiêu nước); 7, 8 - đá dăm 0 – 40mm, đá dổ 100-200mm.

Vì lý do cấu tạo và các điều kiện thi công chiều dày của thành lọc lỗ khoan cần lấy $T_{\min} = 5 \div 6 \text{ cm}$, và của thành lọc tiêu nước của đập $T_{\min} = 10 \text{ cm}$.

Nối các đoạn ống với nhau phải được thực hiện bằng các mối nối rất cẩn thận (không chồng chéo và không có kẽ hở). Để tạo độ bền cho mối nối, hai đầu đoạn ống phải bằng bê tông đặc hơn, như đã chỉ ở hình 32.

Đối với độ bền của lọc bằng bê tông xốp và để giảm lượng xi-măng, cần dùng xi măng có số hiệu cao: "400" và "500".

Để cho lọc bằng bê tông xốp có độ rỗng và độ bền tốt, thì thành phần bê tông xốp cần lấy: đối với đất đá dăm 1: 6, đối với các đất sỏi (nhấn cạnh) 1: 7 (theo trọng lượng),

Phụ thuộc vào tỷ lệ nước xi măng là độ bền của bê tông xốp, mức độ rải đều các hạt cốt liệu, độ rỗng và mức độ ngấm nước của bê tông.

Với tỷ lệ nước xi măng tối ưu, bê tông có độ bền lớn nhất với độ rỗng và độ ngấm nước đều.

Tỷ lệ tối ưu của nước xi măng được đặc trưng ở chỗ khi đổ hỗn hợp bê tông, vữa xi măng không tách khỏi hạt cốt liệu và khi trộn bê tông sẽ đạt được sự bóc đều các hạt tạo cho mặt hạt có độ láng bóng đặc trưng, do đó đảm bảo được tốt việc đúc bê tông xốp. Khi tỷ lệ nước xi măng lớn vữa xi măng sẽ chảy ở phần bên dưới của lọc, làm đầy kẽ rỗng của bê tông và làm bê tông ít thấm nước.

Tỷ lệ nước xi măng tối ưu, đối với các lọc bằng bê tông xốp cần lấy trong giới hạn $N/X = 0,32-0,42$.

Để xác định tỷ lệ nước xi măng N/X cần chuẩn bị một mẫu nghiệm có thể tích 51 với lượng nước ban đầu bằng $3/4$ của tỷ lệ tối ưu đã đề nghị, sau đó thêm nước dần dần theo từng cấp bằng 5% khối lượng xi măng. Sau mỗi lần thêm nước người ta trộn vữa bê tông cẩn thận và cho đánh giá về chất lượng.

Khi sản xuất các khối bê tông xốp cần xét độ ẩm của cốt liệu và đưa số liệu chính vào định lượng khi có thay đổi độ ẩm lớn hơn 0,5%.

Khi lọc bằng bê tông xốp phải làm việc trong điều kiện nước không ăn mòn thì cho thêm phụ gia pu-dô-lan phù hợp với quy phạm ГОСТ-4769-49.

Chú thích: Về vấn đề thiết kế kết cấu của thiết bị tiêu nước bằng các bloc bê tông xốp, công nghệ sản xuất chúng, kiểm tra chất lượng và nghiệm thu thành phần và tổ chức thi công, lắp đặt các tiêu nước, cần sử dụng các hướng dẫn của Viện thiết kế thủy công mang tên X-la-Giúc: "ống tiêu nước đúc sẵn bằng bloc bê tông xốp". Các chỉ dẫn tạm thời về thiết kế và chế tạo, Nhà xuất bản Năng lượng quốc gia - 1960.

Thí dụ: Chọn thành phần hạt của đất đá dăm thuộc thành phần của lọc bằng bê tông xốp, bảo vệ cho đất nền.

Số liệu ban đầu.

Thành phần hạt của đất nền được nêu trên hình 34, từ đất đó ta tìm được: $d_{\min} = 0,01 \text{ mm}$; $d_{10} = 0,25 \text{ mm}$; $d_{17} = 0,35 \text{ mm}$; $d_{60} = 2,0 \text{ mm}$; $d_{\max} = 7,0 \text{ mm}$; hệ số không đều

hạt $\eta_d = \frac{d_{60}}{d_{10}} = 8$; hệ số thấm $k_d = 0,09 \text{ cm/sec}$; dung trọng đất $\gamma_d = 1,75 \text{ g/cm}^3$ độ rỗng:

$m_d = 0,34$; gradien cột nước (theo tính toán thấm) ở vùng tiếp xúc của đất với lọc:

$J_{\text{th}}^{\max} = 0,4$.

Trình tự tính toán :

a) Chúng ta xác định độ xói ngầm của đất nền theo hệ thức (71):

$$\frac{d_3}{d_{17}} = \frac{0,05}{0,35} = 143 \geq N;$$

$$N = (0,32 + 0,016\eta_d) \sqrt{\eta_d} \frac{m_d}{1 - m_d} = (0,32 + 0,16.8) \sqrt{8} \frac{0,34}{1 - 0,34} 0,33$$

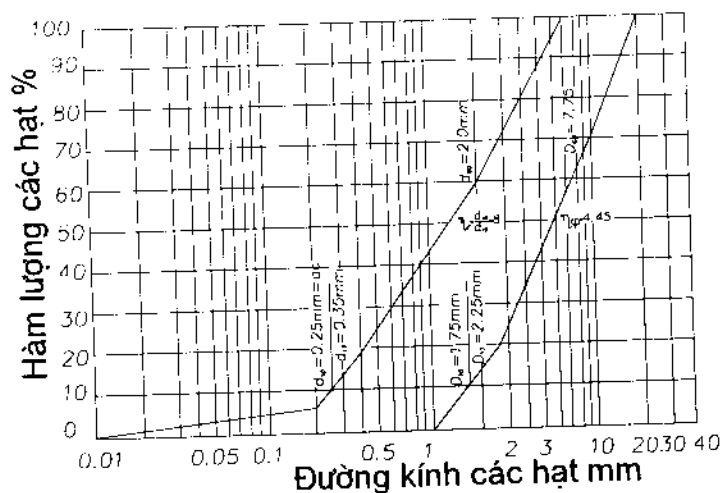
Hệ thức (71) không được thỏa mãn, do đó đất nền là xói ngầm.

b) Kích thước d_{iv} được xác định như đối với đất xói ngầm (chương V, 5-3, điểm a).

1. Chúng ta xác định kích thước các hạt đất d_{xn} bị lôi ra khỏi vùng tiếp xúc dưới gradien đã cho $J_H^{\max} = 0,4$.

Theo hệ thức (43) chúng ta tìm φ_o , xác định trước $f_* = 0,223$ từ đồ thị hình 5, đối với đất có $\eta = 8$:

$$\varphi_o = 0,60 \left(\frac{\gamma_d}{\gamma_s} - 1 \right) f_* \sin \left(30^\circ + \frac{\theta}{8} \right) = 0,60 \left(\frac{1,75}{1} - 1 \right) 0,223 \cdot 0,66 = 0,066$$



Hình 34. Thành phần hạt của đất nền và đất đá dăm được ấn định cho lọc bằng bê tông xốp.

Thay các trị số vào (73), chúng ta được :

$$d_{xn} = \frac{1,5 \cdot 0,4}{0,066 \sqrt{\frac{0,34 \cdot 981}{0,01 \cdot 0,09}}} = 0,015 \text{ cm} = 0,15 \text{ mm}.$$

Ở trong đất, những hạt ấy chiếm 6%, nghĩa là $d_{xn} > d_3$

2. Với điều kiện $d_{xn} \geq d_3$, d_{iv} được xác định theo công thức (74):

$$d_{iv} = B d_3;$$

trong đó $B = 8$; $d_3 = 0,03 \text{ mm}$,

Thay các trị số vào (74), chúng ta được:

$$d_{iv} = 8.0,03 = 0,24\text{mm} \approx 0,25\text{mm},$$

c) Theo trị số tính được d_{iv} chúng ta xác định đường kính trung bình kẽ rỗng của lọc: phù hợp với công thức (12):

$$D_o \leq 1,8. d_{iv} = 1,8.0,25 = 0,45\text{mm},$$

d) Theo hệ thức (107) chúng ta xác định hệ số thấm của lọc:

$$k_1 = 615.m_o.D_o^2.$$

trong đó $m_o = 0,408$ theo đồ thị $m_o = f(D_o)$ hình 27:

$$k_1 = 615.0,408.0,045^2 = 0,51\text{cm/sec}.$$

d) Theo trị số đã cho k_1 , từ bảng 3, chúng ta chọn thành phần hạt vật liệu cho lọc bê tông xốp, đá dăm $D = 1 \div 20\text{mm}$; $D_{\min} = 1,0\text{mm}$; $D_{10} = 1,75\text{mm}$; $D_{17} = 2,25\text{mm}$; $D_{50} = 2,6\text{mm}$; $D_{60} = 7,75\text{mm}$; $D_{100} = 20,0\text{mm}$.

Theo các trị số $D_{\min}$, D_{10} , D_{17} , D_{100} , chúng ta lập đường cong thành phần hạt của vật liệu được dùng, trong trường hợp đang xét cho lọc bằng bê tông xốp (hình 34).

è) Chúng ta kiểm tra độ ngấm nước của lọc:

$$\frac{k_1}{k_d} = \frac{0,51}{0,09} = 5,7;$$

$$2 + \sqrt[6]{\eta_{ud}} = 2 + \sqrt[6]{4,43} = 3,28 < 5,7$$

f) Chúng ta kiểm tra lọc về độ không bồi tắc. Với kích thước của hạt tạo vòm d_{iv} chọn hệ thức (74), sự phát triển của xói ngấm cơ học nguy hiểm đất được bảo vệ sẽ bị ngăn ngừa, bởi vì việc lòi các hạt đất đã bị giới hạn bởi kích thước cho phép của chúng $d_i = 0,03\text{mm}$, sự lòi các hạt đó không làm độ bền và độ ổn định của đất bị phá hoại.

Các hạt bị lòi ra bởi dòng thấm không được làm bồi tắc lọc, nghĩa là phải thoả mãn các điều kiện không bồi tắc (55) và (37).

$$D_o \geq 1,1 d_{xu} a_*$$

$$d_{iv} \geq 3 d_{xu}$$

Trong trường hợp đã cho, chúng ta có $D_o = 0,45\text{mm}$; $d_{iv} = 0,25\text{mm}$, $d_{xu} = 0,03\text{mm}$, hệ số $a_* = 4$, lấy theo bảng 1 chương II.

$$1,1 d_{xu} a_* = 1,1 \cdot 0,03 \cdot 4 = 1,132\text{mm};$$

$$D_o = 0,45 > 1,132;$$

$$3 d_{xu} = 3 \cdot 0,03 = 0,09\text{mm}; d_{iv} = 0,25 > 0,09$$

Điều kiện không bồi tắc được thoả mãn.

CHƯƠNG VI

CHỈ DẪN THI CÔNG LỌC NGƯỢC CÁC CÔNG TRÌNH THUỖ LỢI

6.1. Chỉ dẫn chung

Thi công lọc ngược phải được tiến hành phù hợp với quy phạm (điều kiện kỹ thuật tạm thời (BTY) về thi công kết cấu tiêu nước công trình thủy lợi" đã được các cơ quan thiết kế nghiên cứu cho từng đối tượng cụ thể, có xét đến kết cấu của thiết bị tiêu nước, vật liệu của tầng lọc, phương pháp thi công v.v...

Chiều dày lớp của lọc ngược khi thi công không được sai lệch với đồ án đã cho. Các sai số cho phép về trị số không được vượt quá:

- với chiều dày của lớp 10-20cm – lớn hơn 3cm;
- với chiều dày của lớp 20-50cm- lớn hơn 3cm;
- với chiều dày của lớp 50cm – lớn hơn 5-10cm.

Có thể tiến hành đặt các lớp lọc ở trên khô, cũng như đổ vật liệu vào nước chảy. Khi thi công các lớp lọc ở trên khô phải theo dõi không cho xuất hiện sự phân lớp của vật liệu.

Khi đổ các lớp lọc trong nước chảy sự phân lớp của vật liệu là không thể tránh khỏi. Vì vậy trong phương pháp này, vật liệu của lớp lọc phải đều hạt hơn và hệ số không đều hạt của nó phải lấy $\eta \leq 5 \div 10$

Để tạo được chiều dày nhỏ nhất cần thiết của lớp lọc khi đổ trong nước chảy, chiều dày các lớp cần lấy như sau:

- Đối với lọc ngược 1 lớp – không nhỏ hơn $0,75 \div 1,0m$.
- Đối với lọc ngược 2 lớp và nhiều lớp hơn thì mỗi lớp kế tiếp phải lấy không nhỏ hơn $0,5 \div 0,75m$.
- Độ rỗng cho phép của các vật liệu cát sỏi, cuội và đá dăm không được vượt ra khỏi giới hạn của đồ thị $m_1 = f(\eta_1)$ trên hình 8.

6.2. Chỉ dẫn bổ sung. Việc vận chuyển vật liệu tới chỗ thi công lọc ngược, việc chia đoạn các lớp lọc, thứ tự thi công (xây) phải loại trừ khả năng làm bẩn vật liệu và xáo trộn các lớp khi thi công.

Mặt nền dưới lọc ngược phải được san phẳng trước khi thi công lọc, có đầm nện tới dung trọng đã cho của cốt đất (khô)

Khi san bằng nền, việc ủi đất chỉ được cho phép đến cao trình đã định.

Trong trường hợp ủi quá sâu và cần lấp lại chỗ ủi sâu đó thì phải lấp lại bằng đất nền có đầm chặt đến dung trọng thiết kế, hoặc bằng vật liệu các lớp thấp nhất của lọc. Bề mặt đã san bằng không được có chỗ lồi lõm vượt quá $\pm 5cm$, được kiểm tra bằng thước hoặc ni-vô.

Việc đặt các lớp của lọc nghiêng trên mái đập được tiến hành từ dưới lên trên. Khi có vật liệu được đổ theo các máng chuyên dùng có chiều cao không lớn. Việc đắp được tiến hành thành bậc sao cho mỗi lớp nằm ở dưới nhô ra từ phía dưới lớp nằm trên 1 bậc

không nhỏ hơn 1m. Việc đắp lớp thứ 2 của lọc chỉ được bắt đầu sau khi hoàn thành đắp lớp thứ nhất và được nghiệm thu của tổ chức giám sát kỹ thuật.

Khi xây dựng lăng trụ tiêu nước, phải bắt đầu bằng thực hiện các công tác đắp ở phần bên dưới, giữa các lớp có đặt khuôn dọc để đảm bảo nối tiếp đúng phần trên và dưới của lăng trụ tiêu nước.

Dưới nhiệt độ dương, việc đắp vật liệu lớp thứ nhất và thứ hai của lọc ngược phải tiến hành với độ ẩm dưới 5%. Cấm không được đổ lọc theo lớp cũng như đổ đá trên lọc với chiều cao lớn. Để thi công tiếp, phần lọc đã đắp cần được bảo vệ không bị bắn và bị phá hoại.

Việc đặt ống tiêu nước trong đập đất bồi, để tránh sự bồi lấp ống tiêu và làm cho ống tiêu mất tác dụng, cần tiến hành sau khi đã bồi thân đập. Các đoạn hào có đặt ống tiêu nước đã thi công xong được lấp bằng vật liệu của lăng trụ hạ lưu đập có đầm nén của thân đập tới dung trọng thiết kế.

Về phía các cơ quan của tổ chức thi công cũng như tổ chức thiết kế, thực hiện sự giám sát của tác giả. Phải bảo đảm kiểm tra chặt chẽ và liên tục chất lượng thi công các kết cấu tiêu nước. Nghiệm thu kết cấu tiêu nước đã làm xong phải do Hội đồng chuyên nghiệp tiến hành, có lập các văn bản cần thiết.

Chú thích: Khi lập đồ án thi công về chế tạo các bloc rỗng của kết cấu tiêu nước và việc đặt chúng trong các công trình thủy lợi cần theo các chỉ dẫn của – Viện thiết kế thủy công mang tên X-la Giúc: “Kết cấu tiêu nước đúc sẵn bằng bloc bê tông xốp”.

Chỉ dẫn tạm thời về thiết kế và chế tạo, Nhà xuất bản Năng lượng quốc gia – 1960.

14 TCN

TIÊU CHUẨN NGÀNH

QP. TL – C – 5 – 75

**QUY PHẠM
THIẾT KẾ TẦNG LỘC NGƯỢC
CÔNG TRÌNH THỦY CÔNG**

Chịu trách nhiệm xuất bản:

VỤ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

Cơ quan xuất bản:

TRUNG TÂM TIN HỌC NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT