

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9137:2023

**CÔNG TRÌNH THỦY LỢI
ĐẬP BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP
TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ**

*Hydraulic structures - Concrete and reinforced concrete dams
Design Standard*

HÀ NỘI - 2023

MỤC LỤC

Trang

Lời nói đầu	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và chữ viết tắt	7
4 Quy định chung.....	11
5 Yêu cầu đối với vật liệu xây dựng	15
6 Yêu cầu chung về kết cấu.....	20
6.1 Yêu cầu về cấu tạo	20
6.2 Khớp nối, khe biến dạng và vật chắn nước.....	23
6.3. Công trình xả, công trình tháo nước và công trình lấy nước	26
6.4. Yêu cầu về thiết kế công trình nối tiếp đập bê tông và bê tông cốt thép với nền	28
7 Tải trọng, tác động và tổ hợp tải trọng	29
8 Các quy định cơ bản để tính toán đập	38
8.1 Quy định chung.....	38
8.2 Tính toán độ bền và ổn định đập.....	38
8.3 Tính toán thấm cho đập	43
8.4. Tính toán và nghiên cứu thủy lực cho đập.....	44
9 Đập bê tông và bê tông cốt thép trên nền không phải đá	45
9.1 Kết cấu đập và các bộ phận của đập	45
9.2 Đường viền dưới đất	48
9.3 Sân trước.....	48
9.4 Màn cọc cừ	50
9.5 Chân khay và màn chống thấm.....	50
9.6 Vật tiêu nước.....	51
9.7 Tính toán về độ bền và ổn định của đập	51
9.8 Tính toán sân trước có neo.....	52
10 Đập trọng lực trên nền đá	53
10.1 Kết cấu đập và các bộ phận của đập	53
10.2 Tính toán độ bền và ổn định đập.....	56
11 Đập bản chống trên nền đá.....	64
11.1 Yêu cầu về kết cấu	64
11.2 Tính toán độ bền và độ ổn định của đập	66
12 Đập vòm và vòm trọng lực	72
12.1 Kết cấu và các bộ phận của đập	72
12.2 Tính toán độ bền và ổn định đập.....	74

TCVN 9137:2023

13 An toàn đập	75
13.1 Yêu cầu chung.....	75
13.2 Quan trắc thực địa	76
13.3 Kiểm tra tình trạng đập	78
13.4 Đánh giá an toàn đập.....	78
Phụ lục A (Tham khảo) Vận tốc không xói cho phép và tỷ lưu cho phép	79
Thư mục tài liệu tham khảo	80

Lời nói đầu

TCVN 9137:2023 thay thế cho TCVN 9137:2012.

TCVN 9137:2023 do Cục Quản lý Xây dựng Công trình biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Công trình thủy lợi – Đập bê tông và bê tông cốt thép

Tiêu chuẩn thiết kế

Hydraulic structures - Concrete and reinforced concrete dams
Design Standard

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu kỹ thuật trong công tác thiết kế mới, thiết kế sửa chữa nâng cấp các đập bê tông và bê tông cốt thép.

2 Tài liệu viện dẫn

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

- TCVN 2737 Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế;
- TCVN 4116 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công - Tiêu chuẩn thiết kế;
- TCVN 4253 Công trình thủy lợi - Nền các công trình thủy công - Yêu cầu thiết kế;
- TCVN 8215 Công trình thủy lợi - Thiết bị quan trắc;
- TCVN 8216 Công trình thủy lợi - Thiết kế đập đất đầm nén;
- TCVN 8412 Công trình thủy lợi - Hướng dẫn lập quy trình vận hành;
- TCVN 8421 Công trình thủy lợi - Tải trọng và lực tác dụng lên công trình do sóng và tàu;
- TCVN 8645 Công trình thủy lợi - Thiết kế, thi công và nghiệm thu khoan phụt xi măng vào nền đá;
- TCVN 9147 Công trình thủy lợi - Quy trình tính toán thủy lực đập tràn;
- TCVN 9158 Công trình thủy lợi - Công trình tháo nước – Phương pháp tính toán khí thực;
- TCVN 9151 Công trình thủy lợi - Quy trình tính toán thủy lực cống dưới sâu;
- TCVN 9160 Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế dẫn dòng trong xây dựng;
- TCVN 11699 Công trình thủy lợi - Đánh giá an toàn đập.

3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và chữ viết tắt

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và các chữ viết tắt sau đây:

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1.1

Bê tông đầm rung (Vibration Concrete)

Là bê tông thông thường, được sản xuất từ hỗn hợp vữa bê tông có độ sụt, khi thi công sử dụng đầm rung để đầm chặt. Bê tông đầm rung có thể thi công thành từng khối, cột hoặc có thể thi công theo lớp.

3.1.2

Bê tông đầm lăn (Roller compacted concrete - RCC)

Là loại bê tông, được sản xuất từ hỗn hợp vữa bê tông không có độ sụt, được rải theo lớp và sử dụng máy đầm lăn để đầm chặt.

3.1.3

Bê tông biến thái (Grouting Enrich Vibrated RCC - GEVR hoặc Grouting-Enrich RCC - GE-RCC)

Là bê tông được tạo ra từ hỗn hợp bê tông đầm lăn và được bổ sung vữa chất kết dính.

3.1.4

Bê tông nghèo chất kết dính (low-cementitious material content Concrete)

Là loại bê tông có hàm lượng chất kết dính (xi măng và phụ gia khoáng) nhỏ hơn 100kg trong 1m³ hỗn hợp vữa bê tông. Loại bê tông thường được dùng cho các vùng cửa đập trọng lực không có yêu cầu về độ bền và/hoặc mác chống thấm cao. Bê tông loại này có ưu điểm là độ tỏa nhiệt thấp.

3.1.5

Bê tông giàu chất kết dính (High Paste Concrete)

Là loại bê tông có hàm lượng chất kết dính lớn hơn 150 kg trong 1m³ hỗn hợp vữa bê tông. Loại bê tông này thích hợp cho tất cả các vùng cửa đập trọng lực.

3.1.6

Bê tông chất kết dính trung bình (Medium Paste Concrete)

Là loại bê tông có hàm lượng chất kết dính từ 100 kg đến 150 kg trong 1m³ hỗn hợp vữa bê tông.

3.1.7

Độ vượt cao của đỉnh tường chắn sóng (Freeboard)

Khoảng lưu không cần thiết giữa cao độ đỉnh tường chắn sóng so với mực nước tính toán trong hồ (MNTT), nhằm đảm bảo mọi trường hợp thiết kế không để xảy ra tình trạng nước hồ tràn qua đỉnh đập.

3.1.8

Động đất cực đại tin cậy (Maximum Credible Earthquake – MCE)

Trận động đất có cường độ lớn nhất có thể xác định được trên cơ sở kiến tạo khu vực.

3.1.9

Động đất đánh giá an toàn (Safety Evaluation Earthquake - SEE)

Trận động đất lớn nhất được sử dụng để phân tích an toàn cho công trình trong tổ hợp tải trọng đặc biệt. Động đất đánh giá an toàn được lựa chọn căn cứ vào loại công trình và mức độ ảnh hưởng đến hạ du, ví dụ: đập chắn nước cấp đặc biệt lấy SEE bằng MCE hoặc trận động đất có chu kỳ lặp 10000 năm; đập chắn nước nhỏ hơn cấp I và ảnh hưởng đến hạ du nhỏ, có thể chọn SEE nhỏ hơn 10000 năm; trường

hợp công trình nhà máy thủy điện, cửa lấy nước, đường hầm dẫn nước... bố trí độc lập với đập chắn nước có thể lựa chọn SEE là trận động đất có thời gian lặp 475 năm.

3.1.10

Động đất vận hành cơ sở (Operating Basis Earthquake - OBE)

Trận động đất tác động lên công trình chỉ gây những thiệt hại nhỏ, dễ dàng khắc phục sửa chữa và không ảnh hưởng đến vận hành bình thường của công trình. Động đất vận hành cơ sở được xác định với chu kỳ lặp lại 475 năm.

3.1.11

Khe biến dạng (deformation joint)

Khe được hình thành giữa hai kết cấu bê tông, kết cấu bê tông cốt thép hoặc giữa các bộ phận của công trình thủy lợi mà tại đó các kết cấu này chuyển vị độc lập với nhau.

3.1.12

Khe biến dạng lâu dài (permanent joint)

Còn gọi là khe lâu dài, khe biến dạng cho phép các kết cấu bê tông, kết cấu bê tông cốt thép chuyển vị tự do trong quá trình thi công và trong toàn bộ quá trình khai thác hoặc sử dụng.

3.1.13

Khe biến dạng tạm thời (temporary joint)

Còn gọi là khe tạm thời, Khe biến dạng cho phép các kết cấu bê tông và hoặc kết cấu bê tông cốt thép chuyển vị trong quá trình thi công và được liền khối hóa theo qui định của thiết kế.

3.1.14

Khe lún (settlement joint)

Khe biến dạng cho phép các kết cấu bê tông và hoặc kết cấu bê tông cốt thép hoặc các bộ phận của công trình thủy lợi được lún không đều.

3.1.15

Khe nhiệt (temperature joint)

Khe biến dạng cho phép các kết cấu bê tông và hoặc kết cấu bê tông cốt thép chuyển vị tương đối với nhau khi nhiệt độ thay đổi.

3.1.16

Khe lún-nhiệt (temperature-settlement joint)

Khe biến dạng được hình thành để cho phép các kết cấu bê tông, bê tông cốt thép hoặc các bộ phận của công trình thủy lợi khi lún không đều và chuyển vị khi nhiệt độ thay đổi.

3.1.17

Khớp nối

Khe biến dạng có vật chắn nước để ngăn nước đi qua. Tương ứng với khe biến dạng lâu dài có vật chắn nước là khớp nối lâu dài và tương ứng với khe biến dạng tạm thời có vật chắn nước là khớp nối tạm thời.

3.2 Ký hiệu, Chữ viết tắt

a_1	Khoảng cách từ mặt thượng lưu đến lỗ tiêu nước thân đập;
a_2	Khoảng cách từ mặt thượng lưu đến tim màn chống thấm;
a_3	Khoảng cách từ mặt thượng lưu đến lỗ tiêu nước nền đập;
b	Chiều rộng của đập tại nền;
b_d	Chiều rộng của đập tại mặt cắt tính toán;
b_h	Chiều dày của đầu đập bản chống;
E_{bd}	Mô đun biến dạng của bê tông;
h	Chiều cao đập;
H_d^u	Độ sâu mực nước thượng lưu (mặt áp lực);
H_{as}	Cột nước thấm tại vị trí sau màn chống thấm;
H_d	Cột nước thấm tại mặt thượng lưu;
H_{dr}	Cột nước thấm tại vị trí sau lỗ thoát nước nền đập;
h_f	Cột nước thấm tác dụng lên đáy đập;
h_v	Độ sâu mực nước hạ lưu;
I_{cr}	Gradient cột nước trung bình tới hạn;
$I_{cr,m}$	Gradient cột nước tới hạn trong màn chống thấm;
I_{adv}	Gradient cột nước cho phép của màn chống thấm;
l_{ch}	Chiều rộng hẻm núi tại cao trình đỉnh đập;
MNTL	Mực nước thượng lưu;
MNHL	Mực nước hạ lưu;
MNDBT	Mực nước dâng bình thường;
MNC	Mực nước chết
MNLTK	Mực nước lũ thiết kế;
MNLKT	Mực nước lũ kiểm tra;
MNTT	Mực nước tính toán;
m_u	Mái dốc thượng lưu đập;
m_t	Mái dốc hạ lưu đập;
R_b	Cường độ chịu nén tính toán của bê tông tương ứng với trạng thái giới hạn thứ nhất;
$R_{b,ser}$	Cường độ chịu nén tính toán của bê tông tương ứng với trạng thái giới hạn thứ hai;
R_{bt}	Cường độ chịu kéo tính toán của bê tông tương ứng với trạng thái giới hạn thứ nhất;
$R_{bt,ser}$	Cường độ chịu kéo tính toán của bê tông tương ứng với trạng thái giới hạn thứ hai;
$R_{b\tau}$	Cường độ chịu nén tính toán giới hạn của bê tông tương ứng với trạng thái giới hạn

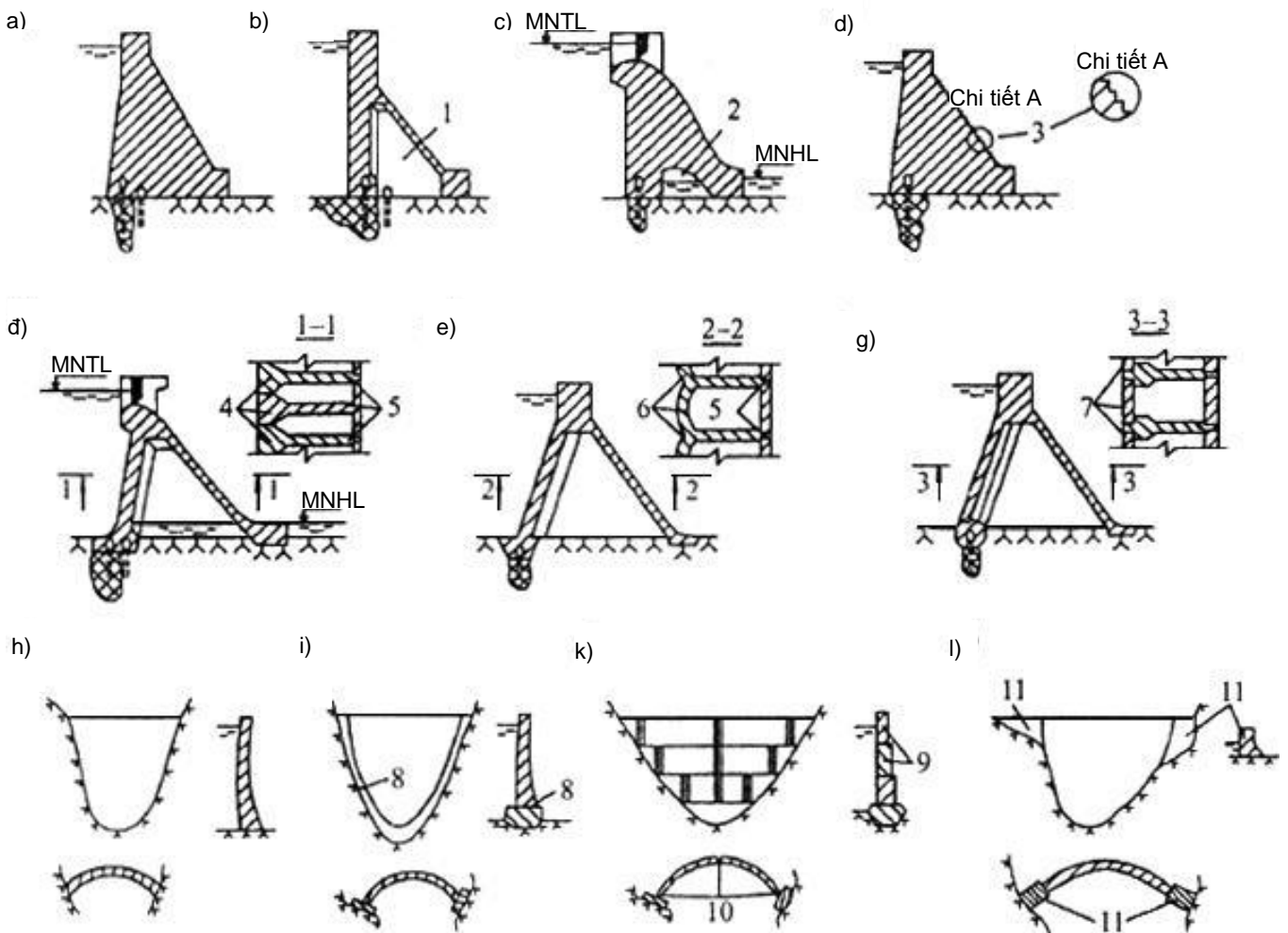
	nhóm thứ nhất;
$R_{bt\tau}$	Cường độ chịu kéo tính toán giới hạn của bê tông tương ứng với trạng thái giới hạn nhóm thứ nhất;
$R_{bt,\tau,ser}$	Cường độ chịu nén tính toán giới hạn của bê tông tương ứng với trạng thái giới hạn nhóm thứ hai;
$R_{bt\tau,ser}$	Cường độ chịu kéo tính toán giới hạn của bê tông tương ứng với trạng thái giới hạn nhóm thứ hai;
R_{bti}	Cường độ chịu kéo tính toán theo phương vuông góc với mặt phẳng của lớp rải đối với bê tông đầm lăn tương ứng với trạng thái giới hạn thứ nhất;
$R_{bt\bar{t}i}$	Cường độ chịu kéo tính toán giới hạn của bê tông theo phương vuông góc với mặt phẳng của lớp rải đối với bê tông đầm lăn tương ứng với trạng thái giới hạn thứ nhất;
$R_{bt\bar{t}i,ser}$	Cường độ chịu kéo tính toán giới hạn của bê tông theo phương vuông góc với mặt phẳng của lớp rải đối với bê tông đầm lăn tương ứng với trạng thái giới hạn thứ hai;
t	Chiều dài đơn nguyên đập;
t_1	Chiều dày bản chống hoặc đơn nguyên tại khe rỗng của đập khe rỗng;
$\alpha_{2,d}$	Hệ số diện tích hiệu quả của áp lực trong thân đập;
$\alpha_{2,f}$	Hệ số diện tích hiệu quả của áp lực trong nền đập;
γ_n	Hệ số tin cậy;
γ_{cd}	Hệ số điều kiện làm việc;
γ_{cda}	Hệ số điều kiện làm việc của đập vòm, vòm - trọng lực;
γ_c	Hệ số tổ hợp tải trọng;
γ_η	Hệ số ảnh hưởng do phương thức thi công bê tông;
γ_x	Hệ số ảnh hưởng của tuổi bê tông đến cường độ chịu nén;
γ_π	Hệ số ảnh hưởng của tuổi bê tông đến cường độ chịu kéo;
σ_c^u	Ứng suất pháp tính toán tại mép thượng lưu của mặt phẳng nằm ngang tại đáy đập;
σ_y^u	Ứng suất pháp tính toán tại mép thượng lưu của mặt phẳng nằm ngang trên thân đập;
σ_1	Ứng suất chính kéo lớn nhất;
σ_3	Ứng suất chính nén lớn nhất;
σ_1^u	Ứng suất chính kéo lớn nhất trên mặt thượng lưu đập;
σ_3^t	Ứng suất chính nén lớn nhất trên mặt hạ lưu đập.

4 Quy định chung

4.1 Tùy thuộc vào nhiệm vụ và kết cấu đập, đập bê tông và bê tông cốt thép được chia thành các loại chính sau, được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1 - Các loại đập bê tông và bê tông cốt thép chính

Đặc điểm chính của đập	Các dạng đập chính
A. Theo kết cấu	Trọng lực (hình 1 a, b, c, d) Khối lớn và mặt chịu áp nghiêng Khe rỗng Khoang rỗng sát đáy Mái hạ lưu theo dạng bậc Bản chống (hình 1 đ, e, g)
	Đầu to
	Liên vòm
	Bản phẳng
	Vòm và vòm trọng lực (hình 1 h, i, k, l)
	Cổ đập tỳ lên đá nền
	Khớp chu vi
	Ba khớp
	B.Theo nhiệm vụ



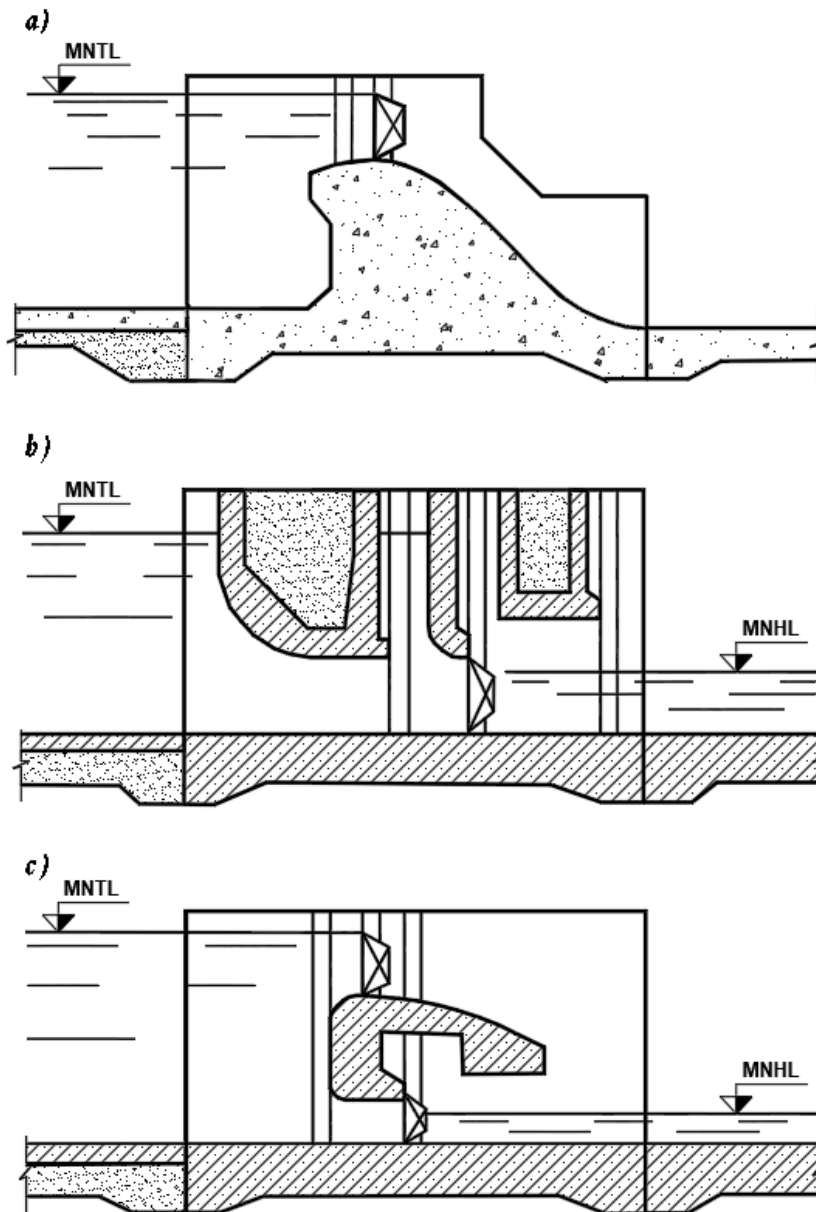
CHÚ DẪN:

Trọng lực: a - Khối lớn; b- Khe rỗng; c- Có khoang rỗng sát đáy; d-Tạo bậc mái hạ lưu;

Bản chống: đ - Đầu to; e - Liên vòm; g- Bản phẳng; Vòm: h - Cổ chân vòm ngàm đá nền; i - Có khe chu vi; k - Từ các dải ba khớp; l - Có khối trọng lực vai bờ.

1 - Khe rỗng; 2 - Khoang rỗng sát đáy; 3 - Bậc; 4 - Đầu to; 5 - Bản chống; 6 - Bản vòm; 7 - Bản phẳng; 8 - Khớp nối theo chu vi; 9 - Dải ba khớp; 10 - Khớp; 11 - Khối trọng lực.

Hình 1 - Các loại đập chính trên nền đá



CHÚ DẪN: a - Đập tràn; b - Tràn xả sâu; c - Tràn xả kết hợp

Hình 2 - Các loại đập chính trên nền không phải đá

4.2 Lựa chọn loại đập bê tông hoặc bê tông cốt thép tùy thuộc vào điều kiện địa hình, địa chất công trình và khí hậu, có tính đến địa chấn của khu vực, bố trí công trình đầu mối thủy lợi, quy mô công trình, phương pháp và tiến độ xây dựng, sự sẵn có của vật liệu xây dựng địa phương và điều kiện vận hành của đập dựa trên các chỉ tiêu kỹ thuật và kinh tế của địa phương, cũng cần tính đến các yêu cầu về môi trường, xã hội, kiến trúc cảnh quan và phát triển du lịch.

4.3 Trên nền đá trong điều kiện lòng dẫn rộng (khi $l_{ch}/h \geq 10$, trong đó l_{ch} chiều rộng của hẻm núi ở cao độ đỉnh đập, h là chiều cao của đập), nên thiết kế đập trọng lực và đập trụ chống, và trong điều kiện

lòng dẫn hẹp (khi $l_{ch}/h \leq 5$) đập vòm hoặc vòm trọng lực. Khi $5 \leq l_{ch}/h \leq 10$, có thể được xem xét: trọng lực, trụ chống, vòm và vòm trọng lực.

Tùy thuộc vào điều kiện địa hình và địa chất, có thể được sử dụng đồng thời các dạng đập khác nhau. Trên nền không phải là đá, thông thường, nên thiết kế đập tràn là đập bê tông và bê tông cốt thép; đối với các phần đập không tràn chịu áp lực nước, đập bê tông và bê tông cốt thép chỉ được thiết kế với sự luận chứng thích hợp.

4.4 Khi thiết kế đập, cần thực hiện các biện pháp để đảm bảo giảm thiểu tác động đối với môi trường.

4.5 Chiều cao của đập để xác định cấp của đập được xác định bằng chênh lệch giữa đỉnh đập (không bao gồm lan can) và đáy móng, mà không tính đến độ sâu cục bộ của đáy bê tông xử lý khe nứt, chân khay hoặc chi tiết cấu tạo bố trí dưới móng đập.

5 Yêu cầu đối với vật liệu xây dựng

5.1 Vật liệu xây dựng cho đập bê tông và bê tông cốt thép và các yếu tố của chúng phải đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép TCVN 4116 và các yêu cầu của phần này.

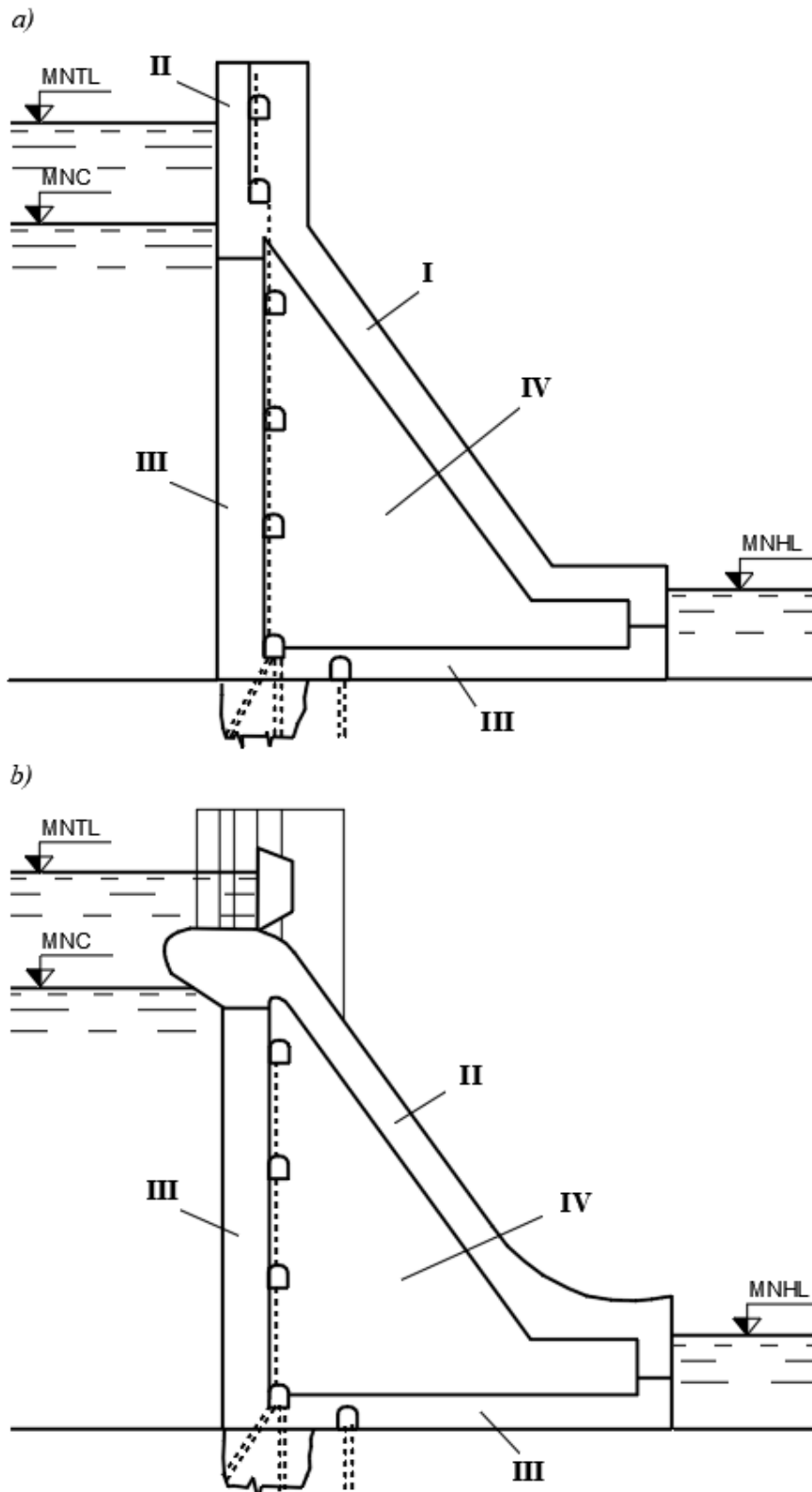
5.2 Trong các đập và các thành phần của chúng, tùy thuộc vào điều kiện làm việc của bê tông trong các phần riêng biệt của đập trong thời gian vận hành, cần phân biệt thành bốn vùng (Hình 3):

I - Các phần bên ngoài của đập và các thành phần của chúng, chịu ảnh hưởng của khí quyển và không chịu tác động của mực nước;

II - Các phần bên ngoài của đập chịu dao động bất thường của mực nước (thượng lưu hoặc hạ lưu, hoặc cả thượng lưu và hạ lưu), cũng như các bộ phận và các thành phần của đập tiếp xúc với dòng nước: đập tràn, dốc nước, cửa xả, bể tiêu năng, v.v...;

III - Bên ngoài đập và tiếp giáp với nền đập, nằm dưới mực nước khai thác nhỏ nhất ở thượng và hạ lưu;

IV - Phần bên trong của đập, giới hạn bởi vùng I-III.



Hình 3 - Phân vùng bê tông trong thân đập

5.3 Yêu cầu kỹ thuật đối với bê tông của các khu vực khác nhau của đập bê tông và bê tông cốt thép của tất cả các loại, lấy theo Bảng 2.

Bảng 2 - Yêu cầu bê tông ở các vùng đập

Yêu cầu đối với bê tông và các vùng khác nhau của đập	Vùng đập	
	Bê tông	Bê tông cốt thép
- Theo cường độ chịu nén	I, II, III, IV	I, II, III, IV
- Theo độ chống thấm	II, III	II, III
- Theo độ bền chống tác dụng xâm thực của nước	II, III	II, III
- Theo độ chống mài mòn do dòng chảy có bùn cát cũng như độ bền chống khí thực khi lưu tốc nước ở bề mặt bê tông bằng và lớn hơn 15 m/s	II	II
- Theo độ tỏa nhiệt khi bê tông đông cứng	I, II, III, IV	Không yêu cầu, nếu có phải được luận chứng
CHÚ THÍCH: - Đối với đập cấp III và IV, cho phép không đưa ra yêu cầu về độ tỏa nhiệt của bê tông. - Khi đặc tính của bê tông đập thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật cho đồng thời hai, ba hoặc tất cả các vùng khác nhau thì phân vùng thực tế của thân đập sẽ chỉ còn hai, ba hoặc một vùng.		

Các yêu cầu đối với bê tông phải được xác định phù hợp với điều kiện làm việc thực tế của bê tông ở các khu vực khác nhau trong quá trình xây dựng và vận hành, đồng thời cần tính đến sự khác biệt về mức độ yêu cầu đối với bê tông của khu vực bên ngoài và bên trong đối với chiều cao của đập.

5.4 Chiều dày của các vùng bên ngoài của đập phải được tính đến loại đập, trạng thái ứng suất, kích thước của các bộ phận kết cấu và các thành phần của đập, độ lớn của cột nước tác dụng, nhưng không nhỏ hơn 1,0 m.

5.5 Tuổi (thời gian đông cứng) của bê tông, tương ứng với cấp thiết kế của nó về cường độ chịu nén, cường độ kéo và mác chống thấm, nên được xác định có tính đến việc xây dựng và thời gian tích nước hồ chứa theo hướng dẫn của TCVN 4116.

Thông thường, tuổi của bê tông toàn khối của đập, tương ứng với cấp chịu lực và khả năng chống thấm, nên được lấy bằng 180 ngày.

Đối với các đập bê tông có chiều cao hơn 60 m và khối lượng bê tông lớn hơn 500 nghìn m³, tuổi bê tông nên được quy định là một năm đối với cường độ và khả năng chống thấm.

5.6 Mác chống thấm của bê tông phải được chỉ định tùy thuộc vào gradient cột nước theo các yêu cầu của TCVN 4116.

Trong môi trường nước xâm thực, mác bê tông chống thấm phải được nâng lên một cấp so với yêu cầu của TCVN 4116.

Khi bảo vệ mặt chịu áp bằng lớp chống thấm (màng chống thấm), khả năng chống nước của bê tông vùng III được chọn thấp hơn so với trường hợp mặt áp lực không được bảo vệ.

5.7 Các cấp bê tông theo cường độ chịu nén và chịu kéo phải được thực hiện theo hướng dẫn của TCVN 4116, tùy thuộc vào các giá trị chịu lực tính toán của bê tông được xác định theo hướng dẫn tại 5.10.

5.8 Nên bố trí số lượng và vị trí của các loại bê tông khác nhau trong kết cấu sao cho ở mỗi giai đoạn xây dựng đập, khi thi công đồng thời không quá bốn loại bê tông; sự gia tăng số lượng loại bê tông chỉ được cho phép với sự luận chứng thích hợp.

5.9 Đối với các đập bê tông có khối lượng bê tông lớn hơn 1,0 triệu m³, cùng với các cấp bê tông được quy định trong TCVN 4116 cho cường độ chịu nén, chấp nhận các giá trị cấp trung gian. Các đặc tính của các bê tông này (cường độ tính toán và tiêu chuẩn, mô đun đàn hồi, v.v.) nên được thực hiện bằng phép nội suy.

Các cấp cường độ của bê tông được xác định bởi trạng thái ứng suất của vật liệu kết cấu trong các phần cụ thể và thành phần của bê tông phải đáp ứng các yêu cầu về cường độ, khả năng chịu nước và cường độ tại thời điểm tháo dỡ khối bê tông, nếu yêu cầu đó được chỉ ra trong thiết kế.

5.10 Cường độ tính toán của đập bê tông ở tuổi 180 ngày (hoặc 1 năm) phải được xác định dựa trên cơ sở ứng suất tính toán của bê tông được thiết lập trong quá trình thiết kế, theo yêu cầu của thời gian kết cấu chịu tải trọng vận hành, có tính đến tuổi thực tế của bê tông theo thời gian quy định và điều kiện để xây dựng đập theo các công thức:

$$\text{Cường độ chịu nén} \quad R_b = R_{b\tau} / (\gamma_{\tau} \cdot \gamma_{\eta}) \quad (1)$$

$$R_{b,ser} = R_{b\tau,ser} / (\gamma_{\tau} \cdot \gamma_{\eta}) \quad (1')$$

$$\text{Cường độ chịu kéo} \quad R_{bt} = R_{bt\tau} / (\gamma_{\tau} \cdot \gamma_{\eta}) \quad (2)$$

$$R_{bt,ser} = R_{bt\tau,ser} / (\gamma_{\tau} \cdot \gamma_{\eta}) \quad (2')$$

trong đó:

$R_b, R_{bt}, R_{b,ser}, R_{bt,ser}$ – Cường độ chịu nén tính toán và cường độ chịu kéo tính toán của bê tông, tương ứng, cho các trạng thái giới hạn của nhóm thứ nhất và thứ hai ở tuổi 180 ngày (hoặc 1 năm);

$R_{b\tau}, R_{bt\tau}, R_{b\tau,ser}, R_{bt\tau,ser}$ - Cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo tương ứng cho các điều kiện giới hạn của nhóm thứ nhất và thứ hai, được yêu cầu bởi các tính toán đập cho cường độ theo thời gian các công trình chịu tải với tải trọng vận hành;

Lưu ý: Đối với bê tông đầm lăn, ngoài các yêu cầu nêu trên, đồng thời còn phải xác định cường độ tính toán $R_{bti}, R_{bti,ser}$ trong đó, $R_{bti}, R_{bti,ser}$ là cường độ chịu kéo tính toán của bê tông tương ứng với trạng thái giới hạn của nhóm thứ nhất và thứ hai tuổi 180 ngày (hoặc 1 năm) tại vị trí khe phân lớp đầm lăn theo phương i (phương i là phương vuông góc với mặt lớp thi công bê tông đầm lăn); khi đó $R_{bti} = R_{bti\tau} / (\gamma_{\tau} \cdot \gamma_{\eta})$ và $R_{bti,ser} = R_{bti\tau,ser} / (\gamma_{\tau} \cdot \gamma_{\eta})$;

trong đó R_{bt_i} và $R_{bt_i,ser}$ cường độ chịu kéo tương ứng cho các điều kiện giới hạn của nhóm thứ nhất và thứ hai theo yêu cầu từ các ứng suất tính toán tại thời gian chịu tải theo phương i .

γ_w, γ_{tt} - Hệ số có tính đến ảnh hưởng của tuổi bê tông đến cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo của nó, được xác định theo bảng 3;

γ_η - Hệ số có tính đến sự khác biệt về cường độ của các mẫu bê tông với phương thức thi công và được lấy bằng:

1,0 - Quá trình sản xuất, vận chuyển được cơ giới hóa với việc đổ và đầm hỗn hợp bê tông bằng đầm rung cầm tay;

1,1 - Quá trình sản xuất, vận chuyển, đổ và đầm hoàn toàn bằng cơ giới hóa.

Bảng 3 - Các hệ số có tính đến ảnh hưởng của tuổi bê tông đến cường độ của nó

Tuổi bê tông tại thời điểm chịu tải (năm)	Hệ số γ_{tc}	Hệ số γ_{tt}
0,5	1,0/0,9	1,0/0,9
1,0	1,1/1,0	1,05/1,0
2,0	1,15/1,10	1,1/1,05
$\geq 3,0$	1,20/1,15	1,15/1,1

CHÚ THÍCH
 1 Tử số là các giá trị của các hệ số cho tuổi 180 ngày, mẫu số cho tuổi 360 ngày.
 2 Đối với đập cấp đặc biệt và cấp I, các hệ số γ_{tc} và γ_{tt} cần được xác định bằng các nghiên cứu thực nghiệm về bê tông được sử dụng.

5.11 Khi bê tông vùng II được yêu cầu đáp ứng khả năng chống mài mòn bởi dòng nước với phù sa hoặc khả năng chống xâm thực, bê tông phải có mác chống thấm ít nhất là W10, và có cường độ chịu nén ít nhất là B25.

5.12 Cấp cường độ của bê tông và vữa làm liền khối không được thấp hơn cấp cường độ của bê tông các kết cấu nguyên khối, nếu lớp đổ sau không thấp hơn B25. Trong các trường hợp khác, cấp cường độ của bê tông và vữa làm liền khối phải cao hơn một cấp so với cấp cường độ của bê tông kết cấu nguyên khối.

5.13 Nên sử dụng xi măng Portland, xi măng Portland bèn sunfat có phụ gia khoáng và xi măng portland pozzolanic cho các khu vực dưới nước (vùng III) và bên trong (vùng IV) của đập, ngoài ra - xi măng Portland xỉ.

Nên giới hạn hàm lượng trong clinker C_3A không lớn hơn 8%.

Số lượng các loại xi măng, thông thường không nên quá hai hoặc ba, và nên giới hạn ở một hoặc hai nhà sản xuất xi măng.

5.14 Đối với đập của các cấp đặc biệt và cấp I, nên xây dựng các điều kiện kỹ thuật đặc biệt cho xi măng, thành phần cấp phối và phê duyệt theo các quy định hiện hành.

5.15 Đối với các vùng bên trong của đập trọng lực và đập vòm trọng lực, cần xem xét khả năng sử dụng bê tông đầm lăn.

6 Yêu cầu chung về kết cấu

6.1 Yêu cầu về cấu tạo

6.1.1 Kết cấu đỉnh đập chắn được xác định tùy thuộc vào loại đập, điều kiện làm việc, việc sử dụng đỉnh trong thời gian vận hành để đi lại, kết hợp giao thông hoặc các mục đích khác và chiều rộng tối thiểu bằng 2 m. Đỉnh đập cần bố trí tường chắn sóng có chiều cao không nhỏ hơn 1,2m.

6.1.2 Cao độ đỉnh tường chắn sóng không được thấp hơn mực nước lũ vượt kiểm tra và mực nước lũ kiểm tra, đồng thời được xác định như sau:

$$\nabla_{\text{đt}} = \text{MNTT} + \eta_c + a$$

trong đó:

$\nabla_{\text{đt}}$ cao độ đỉnh tường chắn sóng (m);

η_c chiều cao sóng từ mực nước tính toán (m), xác định theo TCVN 8421 tương ứng với $h_{1\%}$;

a độ vượt cao của đỉnh tường chắn sóng (m) lấy theo Bảng 4.

Cao độ đỉnh tường chắn sóng được chọn từ các kết quả có giá trị lớn nhất.

Bảng 4 - Độ vượt cao a của đỉnh tường chắn sóng (m)

Mực nước tính toán (MNTT)	Cấp công trình				
	Đặc biệt	I	II	III	IV
MNDBT	0.7	0.5	0.4		
MNLTK	0.5	0.4	0.3		

6.1.3 Kích thước của các trụ pin đập tràn nên được xác định tùy thuộc vào loại và kết cấu của cửa van, kích thước của đập tràn, đường vận hành và thoát hiểm khẩn cấp từ các hành lang dọc, kích thước và thiết kế của nhịp cầu. Chiều dày tối thiểu của trụ pin tại vị trí khe van phải được chọn tối thiểu là 0,8 m.

6.1.4 Cao độ phía thượng lưu của đỉnh trụ pin đập tràn phải được lựa chọn có tính đến cao độ đỉnh đập không tràn, kiểu cửa van, các điều kiện cho cơ chế hoạt động nâng và vận chuyển cửa van, cầu công tác và kích thước chiều cao.

Cao độ đỉnh trụ pin phải được lấy là mức cao nhất được xác định cho từng điều kiện được liệt kê ở trên.

6.1.5 Hình dạng theo mặt bằng phía thượng lưu của trụ pin phải đảm bảo dòng chảy vào tràn thuận dòng và độ co hẹp của dòng chảy nhỏ nhất.

6.1.6 Hình dáng mặt bằng và chiều cao phía hạ lưu của trụ pin được xác định bởi các yêu cầu cấu tạo chung, có tính đến các điều kiện về độ bền và thủy lực, vị trí của các kết cấu cầu và các kết cấu khác, cũng như không làm ngập đỉnh của các trụ pin.

6.1.7 Bề mặt các trụ phân dòng và trụ biên trong phạm vi công trình xả phải được thiết kế tương tự như bề mặt của các trụ pin.

6.1.8 Khi thiết kế cầu ô tô hoặc cầu đường sắt trên các trụ pin và trụ biên các trụ này ngoài việc thỏa mãn yêu cầu kết cấu trụ pin còn phải thỏa mãn đồng thời cả yêu cầu kết cấu trụ cầu theo tải trọng cho phép giao thông trên mặt cầu.

6.1.9 Việc bố trí các ống dẫn nước tuabin của các nhà máy thủy điện đặt bên trong thân đập trọng lực hoặc dọc theo mặt biên của đập cần được luận chứng bằng cách so sánh kinh tế và kỹ thuật của các phương án có tính đến điều kiện khí hậu của khu vực xây dựng, công nghệ đổ bê tông và lắp đặt thiết bị.

6.1.10 Bố trí các đơn nguyên đập (tràn, đập chắn, trạm thủy điện) nên tạo thành mặt phẳng phía mặt chịu áp, tránh nhô ra, thụt vào, ngoại trừ kết cấu trụ pin, đầu tràn và cửa lấy nước.

6.1.11 Dọc theo mặt thượng lưu của đập, nên bố trí ống thoát nước đứng (giếng) và dẫn thoát ra các hành lang. Việc bố trí các ống thoát nước ngang trong các khối bê tông để dẫn vào các giếng quan sát bố trí giữa các khe nối của đập phải được cân nhắc cẩn trọng trong thiết kế.

6.1.12 Đường kính của ống thoát nước đứng nên được lấy từ 10-30 cm; khoảng cách giữa các trục của ống là 2-3 m.

Các ống thoát nước ngang (nếu có) nên bố trí có độ dốc ra hành lang và có diện tích mặt cắt ngang 400-800 cm².

6.1.13 Khoảng cách từ mặt áp lực của đập đến trục thoát nước, cũng như mặt thượng lưu của các hành lang dọc phải có kích thước tối thiểu là 2 m và xác định theo điều kiện:

$$(H_d \cdot \gamma_n / a_{dr}) \leq I_{cr,m}; \quad (3)$$

trong đó:

H_d - Cột nước tại mặt cắt tính toán;

$I_{cr,m}$ - Gradient cột nước tới hạn cho bê tông đập;

γ_n - Hệ số tin cậy của kết cấu, xác định theo 8.2.9.

Giá trị của gradient cột nước tới hạn phải được lấy tùy thuộc vào mác chống thấm của bê tông:

từ $I_{cr,m} = 10$ tương ứng với W4 đến $I_{cr,m} = 50$ tương ứng W20. Khi thay đổi mác chống thấm của bê tông thì cứ thêm 1 cấp chống thấm, gradient cột nước tới hạn tăng thêm 5 đơn vị

CHÚ THÍCH - Đối với các đập vòm và vòm trọng lực, cũng như tràn áp lực vòm của đập bản chống, tại vị trí bê tông chịu nén, được phép lấy giá trị của gradient cột nước tới hạn cao hơn 25% so với ở trên.

6.1.14 Để giảm áp lực ngược cho đập, thông thường cần bố trí thiết bị thoát nước dưới dạng giếng đứng hoặc nghiêng hoặc nằm ngang trong nền đập.

6.1.15 Các hành lang dọc và ngang trong thân đập cần được bố trí. Theo chiều cao đập, các hành lang nên được bố trí cách nhau từ 15-40 m. Một trong những hành lang dọc nên được thiết kế đặt trên mức tối đa của mực nước hạ lưu để đảm bảo thoát nước tự chảy từ toàn bộ phần phía trên của đập. Trong các hành lang bên dưới, cần phải bố trí máy bơm nước. Trong mọi trường hợp, việc tháo nước ra hạ lưu phải dưới mức nước tối thiểu.

6.1.16 Sàn của hành lang được bố trí hạng mục thu gom và dẫn nước, rãnh thoát nước được thiết kế với độ dốc không quá 1/40 về phía máng tràn để quan trắc lưu lượng nước.

Kích thước của các hành lang để thi công màn phun xi măng và các khe xây dựng của đập, thi công và khôi phục hệ thống thoát nước đứng nên được thực hiện ở mức tối thiểu, đảm bảo vận chuyển và vận hành khoan, phun xi măng và các thiết bị khác, có tính đến việc đặt đường ống để làm mát bê tông và cáp thông tin. Chiều rộng của các hành lang để thu gom và xả nước thấm, kiểm tra trạng thái của bê tông đập và lấp đầy các mối nối, đặt các thiết bị quan trắc và thông tin liên lạc khác nhau nên được lấy không nhỏ hơn 1,2 m, chiều cao ít nhất 2,0 m.

6.1.17 Trong các đập có nhiều tầng hành lang, cần phải có giao thông liên lạc giữa chúng bằng cầu thang hoặc thang máy.

Mỗi tầng hành lang bên dưới phải có lối thoát hiểm khẩn cấp. Mỗi hành lang dọc nên có ít nhất hai lối thoát hiểm khẩn cấp nằm ở khoảng cách không quá 300 m với nhau.

6.1.18 Kết cấu đập bê tông phải phù hợp với công nghệ thi công hiện đại, tức là được thiết kế để xây dựng bằng các phương pháp đổ bê tông hiện đại với tất cả các hoạt động công nghệ được cơ giới hóa có hiệu suất cao. Để thuận tiện cho thi công xây dựng đập, trong quá trình thiết kế cần phải xem xét:

- Sử dụng các sơ đồ đập có hình dạng đơn giản nhất với diện tích bề mặt bên ngoài tối thiểu;
- Tối thiểu hóa số lượng của giếng đứng, cầu thang và các ngách;
- Sử dụng thiết bị cắt để phân khối nếu cần thiết cho các khe nhiệt;
- Sử dụng bê tông cốt thép đúc sẵn để làm khe phân khối và khe nhiệt;
- Tạo bậc cho mặt hạ lưu đối với đập trọng lực và vòm trọng lực.

6.1.19 Kích thước các đơn nguyên của đập và các khối bê tông nên được xác định tùy thuộc vào:

- Loại và chiều cao của đập, kích thước các phân đoạn của nhà máy thủy điện, cũng như vị trí của cống trong thân đập, bao gồm cả số lượng ống dẫn nước tuabin;
- Điều kiện khí hậu của khu vực xây dựng liên quan đến sự đảm bảo tính nguyên khối của các phần bê tông của đập giữa các khe;
- Phương pháp thi công đập;
- Hình dạng mặt cắt ngang của lòng dẫn, cấu trúc địa chất và đặc tính biến dạng của nền đập.

6.1.20 Ở khu vực có nhiệt độ trung bình ngoài trời hàng tháng trong tháng lạnh dưới 10°C nên xem xét tính khả thi của việc lắp đặt lớp cách nhiệt tạm thời trên bề mặt bê tông.

6.1.21 Chiều dày của lớp áo chống mài mòn và chống xâm thực của đập tràn nên được lấy trong phạm vi 1.0-2.0 m, trong trường hợp này, thông thường cần phải đảm bảo việc đổ bê tông lớp áo đồng thời với việc đổ bê tông ở phần liền kề của thân đập.

6.1.22 Chiều dày bảo vệ cho các phần bên ngoài của đập chỉ tiếp xúc với nước mưa trong khí quyển và dao động nhiệt độ, mà không chịu ảnh hưởng các mực nước hồ, nên được lấy ít nhất 1,0 m.

6.2 Khớp nối, khe biến dạng và vật chắn nước

6.2.1 Khi thiết kế đập bê tông và bê tông cốt thép, cần bố trí các khe biến dạng (lâu dài và tạm thời). Khe biến dạng lâu dài được tính đến trong sơ đồ tính toán của kết cấu.

6.2.2 Khi chọn loại khe biến dạng và khoảng cách giữa chúng, cần tuân thủ các yêu cầu của TCVN 4116.

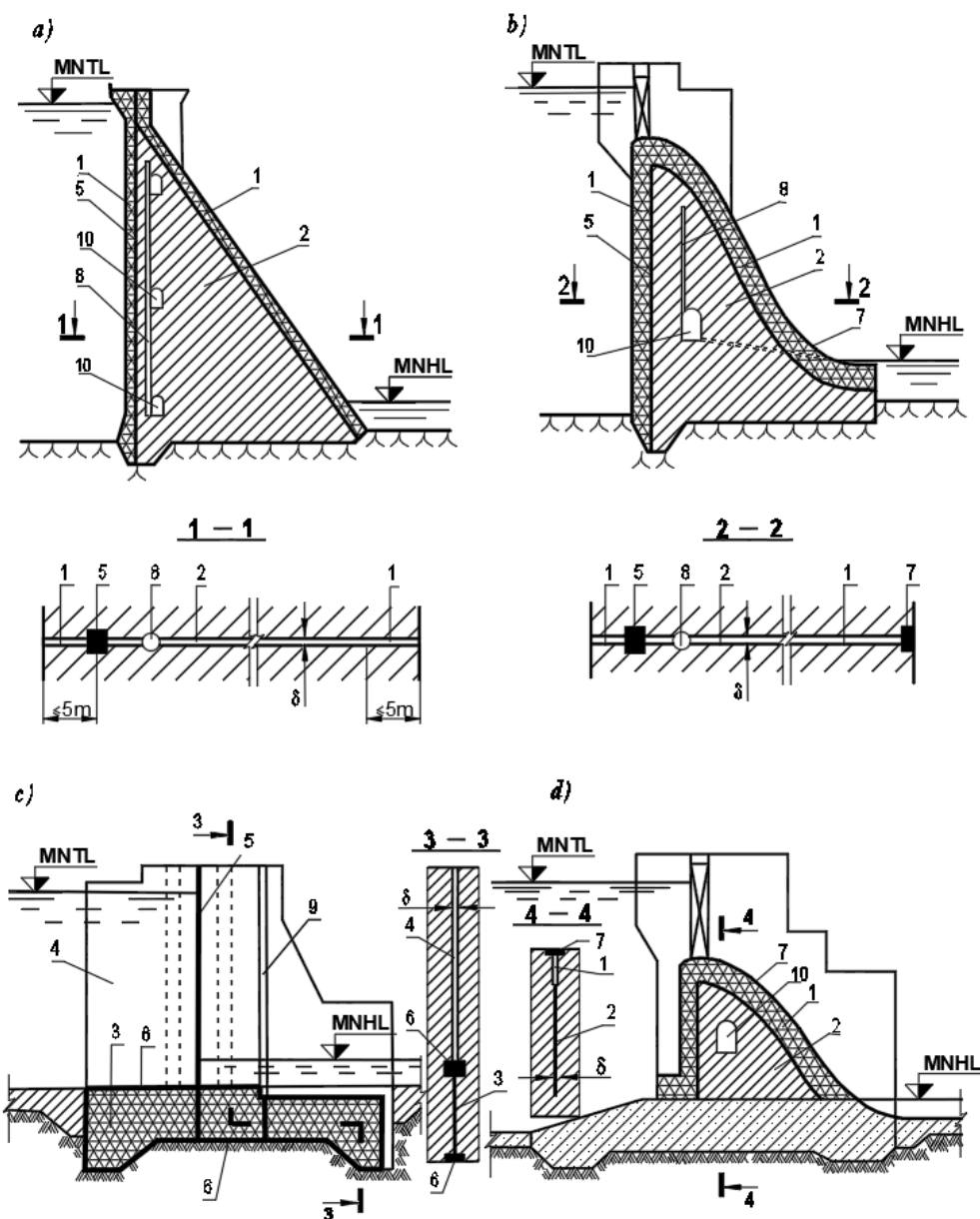
Độ rộng của khe biến dạng lâu dài phải được xác định dựa trên tính toán về biến dạng giữa các phần liền kề của đập, có xét đến kết cấu của khớp nối, tính chất biến dạng của vật liệu lấp nhét và đảm bảo chuyển vị độc lập của giữa các phần của đập với nhau.

Khi lựa chọn sơ bộ về chiều rộng của các khớp nối lâu dài, nên lấy như sau:

- Khe nhiệt: 0,5-1 cm ở khoảng cách không quá 5 m tính từ các bề mặt và đỉnh và bên trong thân đập là 0,1- 0,3 cm;
- Khe lún, khe lún- nhiệt: 1-2 cm ở trong tấm móng của đập và bề tiêu năng đối với bất kỳ loại đất nền không phải đá và nửa đá;
- Khe lún, khe lún - nhiệt ở phần trên tấm bản móng của đập trên nền đất và nền không phải đá - ít nhất là 5 cm.

6.2.3 Trong kết cấu của khớp nối lâu dài cần dự kiến bố trí:

- Vật chắn nước ngăn nước thấm qua khe;
- Thiết bị tiêu nước để tháo nước thấm qua hoặc thấm vòng vật chắn nước;
- Giếng và hành lang kiểm tra để quan trắc tình trạng của khớp nối và sửa chữa vật chắn nước.

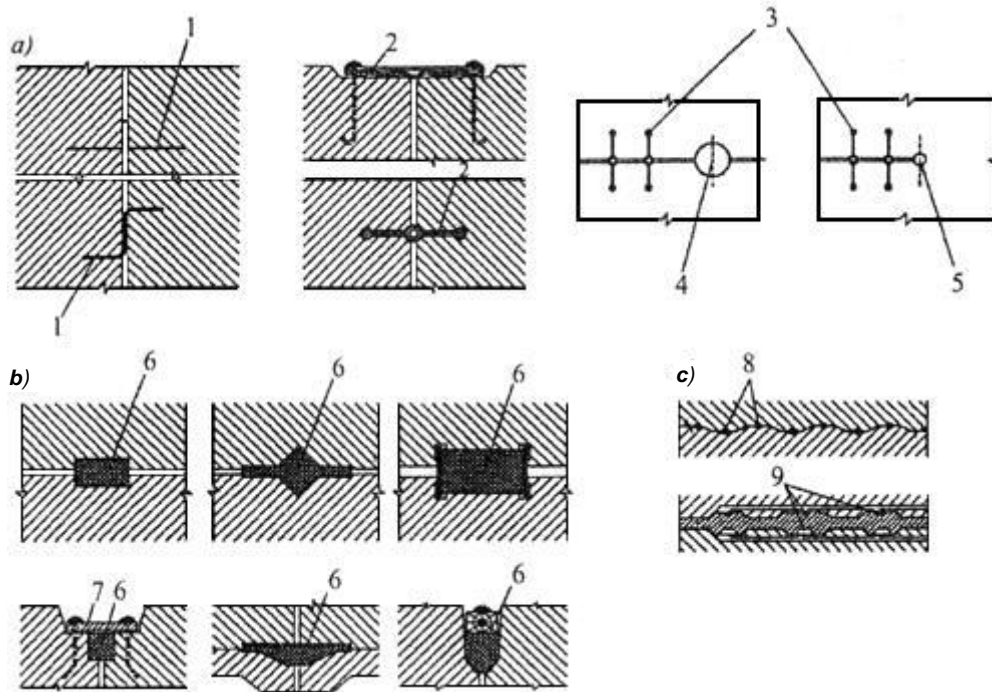


CHÚ DẪN:

- | | |
|--|---|
| 1) Khe biến dạng, $\delta = 0,5$ cm đến 1 cm; | 2) Khe biến dạng, $\delta = 0,1$ cm đến 0,3 cm; |
| 3) Khe biến dạng, $\delta = 1$ cm đến 2 cm; | 4) Khe biến dạng, $\delta \geq 5$ cm; |
| 5) 6) 7) Vật chắn nước thẳng đứng, nằm ngang và theo đường viền; | 8) Thiết bị tiêu nước; |
| 9) Giếng quan trắc; | 10) Hành lang quan trắc. |

a) b) Đập trên nền đá; c) d) Đập trên nền không phải là đá

Hình 4 - Sơ đồ bố trí vật chắn nước trong các khớp nối lâu dài của đập



CHÚ DẪN:

- | | |
|---|--|
| a) Vật chắn nước chắn bằng kim loại, cao su hoặc PVC. | b) Vật chắn nước kiểu nút bằng vật liệu atphan |
| c) Vật chắn nước do phun (Xi măng và bitum) | |
| 1- Tấm kim loại, | 6- Asphalt matit, |
| 2- Tấm cao su định hình, | 7- Tấm bê tông cốt thép, |
| 3- Tấm PVC định hình, | 8- Lỗ để phun xi măng, |
| 4- Thoát nước khe nối, | 9- Van phun xi măng |
| 5- Kết cấu giảm ứng suất tập trung | |

Hình 5 - Các sơ đồ vật chắn nước cơ bản ở khe nối của đập bê tông và bê tông cốt thép

6.2.4 Phân loại vật chắn nước cho các khe biến dạng lâu dài của đập như sau:

- Theo vị trí trong khe biến dạng: thẳng đứng, nằm ngang và đường viền (Hình 4);
- Theo kết cấu và vật liệu: màng ngăn bằng kim loại, cao su và nhựa (Hình 5, a); Nút và miếng đệm làm bằng vật liệu nhựa đường (Hình 5, b); phun (xi măng và bitum hóa) (Hình 5, c).

6.2.5 Khi thiết kế kết cấu vật chắn nước của khe biến dạng ở đập, phải tuân theo những quy định sau:

- Vật liệu của vật chắn nước phải liên kết trực tiếp vào bê tông của khe;
- Trị số ứng suất nén ở chỗ tiếp giáp giữa vật liệu atphan của vật chắn nước với bê tông trong mặt cắt đang xét, không được nhỏ hơn trị số áp lực thủy tĩnh bên ngoài ở chính mặt cắt đó;
- Gradient cột nước trung bình của dòng thấm qua bê tông theo đường viền của vật chắn nước không được lớn hơn trị số quy định tại 6.1.13.
- Kết cấu của khe co giãn phải làm việc được trong toàn bộ phạm vi tác động của nhiệt độ.

6.2.6 Khi xác định gradient áp lực trung bình tác động lên vật chắn nước của các khe nối lâu dài, tổng đường thấm phải được xác định như sau:

- Khi nhiệt độ bê tông trong khu vực thay đổi $\leq 6^{\circ}\text{C}$: các đường thấm vòng qua các vật chắn nước là nút nhựa đường, màng kim loại, polymer hoặc cao su và có tính đến đường thấm dọc theo chiều dài của các phần được trám xi măng hoặc bitum giữa các màng chắn và nút;

- Khi nhiệt độ của bê tông trong khu vực khe thay đổi $> 6^{\circ}\text{C}$: chỉ các đường thấm vòng qua các vật chắn nước là nút nhựa đường, màng kim loại, polymer hoặc cao su mà không tính đến đường thấm dọc theo chiều dài của các phần khe được trám xi măng hoặc bitum.

6.2.7 Khi thiết kế cần dự tính việc làm liền khối (phun xi măng chèn vào) các khe tạm thời thẳng đứng trước khi dâng nước trước đập.

Cho phép thay đổi thời hạn làm liền khối các khe tạm thời thẳng đứng khi có luận chứng thích đáng.

6.3. Công trình xả, công trình tháo nước và công trình lấy nước

6.3.1 Chiều dài của tuyến tràn, kích thước và số khoang xả mặt và xả sâu cần được xác định tùy thuộc vào trị số tính toán của lưu lượng cần xả, tỷ lưu ứng với các điều kiện địa chất và phải tính toán các vấn đề sau:

- Ảnh hưởng xấu của dòng chảy có thể gây ra đối với lòng sông và sự làm việc của các công trình đầu mối khác;

- Chế độ thủy lực của dòng chảy ở hạ lưu và thay đổi mực nước ở hạ lưu do biến dạng của lòng dẫn và bờ.

Đối với các đập cấp đặc biệt và cấp I, cần phải tiến hành so sánh các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của các phương án nêu ra theo kết quả tính toán thủy lực và thí nghiệm mô hình trong phòng thí nghiệm.

Đối với đập cấp II, III, IV việc so sánh các phương án tiến hành theo kết quả tính toán thủy lực và tính toán tương tự.

Giá trị vận tốc không xói cho phép và tỷ lưu trung bình cho phép trong hố xói và lòng dẫn khu vực hạ lưu trong trường hợp không có gia cố có thể tham khảo Bảng A1 và A2 Phụ lục A.

6.3.2 Mặt cắt tràn không chân không có hình dạng cong, nối tiếp trơn với mặt tràn của đập phải được coi là mặt cắt chủ yếu của các tràn xả mặt thuộc mọi cấp.

Độ dốc của mặt tràn và chiều dài dốc tràn cần quy định xuất phát từ các đặc điểm cấu tạo của mặt cắt đập.

Trong trường hợp này, cần phải loại trừ sự xuất hiện của xâm thực và ngăn ngừa sự cố chân không bằng cách làm trơn và thon các mố, trụ và đặt các khe van bên ngoài vùng chân không, v.v. Khi thiết kế đập tràn xả mặt, nên xem xét tính khả thi của tiêu năng trên mặt đập bằng cách tạo bề mặt bậc thang, làm tăng độ nhám, tách và xáo trộn của tia nước.

Hình dạng đầu tràn của đập cấp III và IV cho phép lấy định hình theo hình thang hoặc hình chữ nhật.

Cho phép dùng đầu tràn có chân không khi cần tăng tỷ lưu qua đập tràn, khi có các điều kiện địa chất thuận lợi và khi giải pháp này được luận chứng bằng tính toán và nghiên cứu thủy lực.

6.3.3 Khi thiết kế các công trình xả và các hạng mục gia cố hạ lưu, với dòng chảy có tốc độ lớn hơn 15 m/s, cần thực hiện các biện pháp để bảo vệ các công trình khỏi xâm thực và xói mòn do xâm thực:

- Tạo độ nhẵn của các bề mặt hợp lý, thỏa mãn tối đa các giá trị của các thông số xâm thực tới hạn;
- Cấp khí cho các khu vực có thể xảy ra xâm thực bằng cách lắp đặt các gờ, bộ làm lệch hướng, các rãnh sục khí hoặc kết hợp của chúng với các thiết bị cung cấp không khí để đảm bảo phân tách dòng chuyển tiếp và làm bão hòa không khí của các lớp sát đáy và thành của nó;
- Sử dụng lớp bê tông bảo vệ được tăng cường khả năng chống xâm thực và nếu cần sử dụng ốp kim loại.

Việc tính toán kiểm tra khí hóa, khí thực cho công trình xả được thực hiện theo TCVN 9158.

6.3.4 Tim của đập tràn xả sâu (theo hướng dòng chảy), thông thường được thiết kế theo đường thẳng. Tim cong có thể được thực hiện trong trường hợp phù hợp với bố trí chung của hệ thống đầu mối. Bố trí chiều cao của phần đầu và độ dốc của trục của đập tràn xả sâu phải được xác định có tính đến các đặc điểm thiết kế của đập và phần cuối của đập tràn, phạm vi thay đổi mực nước ở thượng lưu và được xác định theo sơ đồ xả các cấp lưu lượng. Các cạnh của phần đầu vào của đập tràn xả sâu nên có một đường viền tròn. Diện tích mặt cắt ngang của các đập tràn sâu ở cửa xả, thông thường sẽ được thu hẹp dần. Khi bố trí buồng cửa van ở đầu vào hoặc ở phần giữa tuyến công trình xả sâu, nên dự kiến việc dẫn không khí vào phía sau các cửa van. Miệng của giếng thông khí nên được bố trí gần cửa van ở mức tối đa có thể (theo điều kiện cấu tạo của công trình xả), và cần bảo đảm sao cho các tia nước phóng lên không rơi vào miệng giếng này.

6.3.5 Kết cấu đoạn cuối của công trình xả mặt hoặc xả sâu nên được chọn tùy thuộc vào độ cao của công trình xả, tỷ lưu ở đoạn ra theo điều kiện địa chất của đất nền, cũng như những yêu cầu đặt ra đối với chế độ thủy lực nối tiếp thượng hạ lưu.

6.3.6 Ứng với chế độ chảy mặt ở cuối công trình xả, nên dự kiến mũi hắt có bề mặt nằm ngang hoặc nghiêng tạo nên chế độ không ngập, khi có nước nhảy phải ổn định, dòng chảy không được gây nên xói lở nguy hiểm cho lòng dẫn và hai bên bờ ở đoạn kề với công trình. Nên tạo ra chế độ nối tiếp mặt có xét tới cả việc xả các vật nổi.

6.3.7 Đối với chế độ chảy đáy, cần phải thiết kế nối tiếp bề mặt tràn với đáy bể tiêu năng một cách thuận, hoặc với một bậc không lớn.

Trong trường hợp có nguy cơ xuất hiện khí thực làm rỗ bê tông nên thiết kế thiết bị dẫn không khí hoặc nước vào mặt phía hạ lưu của bậc.

Cao trình bề mặt bể tiêu năng nên được ấn định từ điều kiện nước chảy ngập, ứng với hệ thống các kết cấu tiêu năng được chọn trong thiết kế và khi cần thiết, có xét đến điều kiện dẫn dòng trong thời kỳ thi công đập.

6.3.8 Khi nối tiếp với hạ lưu bằng mũi phun ở cuối công trình xả, cần bố trí mũi phóng để hắt dòng chảy về hạ lưu tới một khoảng cách không gây nguy hiểm cho công trình.

Trong trường hợp nền bị nứt nẻ nhẹ, ở chỗ nước rơi nên dự kiến gia cố bờ hố xói hoặc có biện pháp để tiêu năng cả ở vùng nước rơi lẫn ở mũi phun bằng cách bố trí các bộ phận để phân tán

dòng chảy. Kích thước, hình dạng và khả năng chống khí thực của các bộ phận này phải được xác định thông qua tính toán và nghiên cứu thủy lực.

6.3.9 Thành phần thiết bị cơ khí của cửa xả sâu phải có cửa van chính và cửa van sửa chữa đáp ứng các yêu cầu sau đây:

- Cửa van sửa chữa - sự cố bố trí phía trước cửa van chính;
- Khi không có khả năng tháo cạn để lộ phần vào của công trình xả sâu thì ngoài cửa van chính và van sửa chữa - sự cố phải bố trí thêm cửa van sửa chữa hoặc phai sửa chữa đặt ở phía trước;
- Khi ngưỡng công trình tháo nước, xả sâu thấp hơn mực nước hạ lưu thì ở phần sau mặt cắt ra của cống phải bố trí thêm cửa van sửa chữa loại di chuyển được, hoặc phai sửa chữa;
- Lập quy trình vận hành các cửa nói trên theo sơ đồ khai thác điển hình.

Đối với tràn xả mặt cần bố trí các cửa van chính và phai sửa chữa, ưu tiên lựa chọn các cửa van có gối tựa di động không bị ngập nước.

6.4. Yêu cầu về thiết kế công trình nối tiếp đập bê tông và bê tông cốt thép với nền

6.4.1 Chiều sâu đào móng đập nền tối thiểu và căn cứ vào các tính toán của đập về độ bền và độ ổn định, có xét đến các biện pháp gia cố cho nền.

6.4.2 Không được phép làm phẳng các bề mặt tiếp xúc của nền đá với đập bê tông. Thông thường, không nên tạo bậc tại các phần mặt nghiêng của nền đá để liên kết của các đập vòm, đập vòm - trọng lực và đập trọng lực làm việc không gian.

Lưu ý: Đập bê tông và bê tông cốt thép tiếp giáp với các công trình đất đắp thì bề mặt tiếp giáp của bê tông phải có độ dốc tối thiểu là 10:1 để đảm bảo nối tiếp tốt với khối đất đắp.

6.4.3 Khi thiết kế đập bê tông và bê tông cốt thép, nên tính đến sự thay đổi tính chất cơ lý của nền trong quá trình xây dựng và vận hành, bao gồm cả do thay đổi điều kiện địa chất; nếu cần thiết, nên thực hiện các biện pháp để cải thiện các đặc tính cường độ, biến dạng và thấm của nền đập như:

- Gia cố và làm chặt nền của toàn bộ hoặc một phần nền bằng vữa xi măng hoặc các vữa dính kết khác;
- Thoát nước cho đất sét bão hòa;
- Bố trí các tường chắn giữ các khối sườn và mái dốc, neo các khối đá không ổn định;
- Đào bóc vào các vết nứt lớn, đứt gãy và vùng rỗng trong các khối đá, sau đó lấp đầy bằng bê tông hoặc bê tông cốt thép dưới dạng cục bộ, như khối chặn đơn lẻ, các dải liên tục và các lưới.

6.4.4 Trong mọi trường hợp khi nền đập bao gồm thấm lớn, đất chịu nước yếu và hòa tan nhanh, cần phải bố trí các bộ phận chống thấm và thoát nước đặc biệt. Đối với nền đập có khả năng chịu tác động của xói ngầm hóa học và cơ học, việc bố trí như vậy phải được tính toán kinh tế kỹ thuật.

Các thiết bị thoát nước và chống thấm ở nền đập phải được ghép nối với các thiết bị tương tự trên vai bờ và trong các bộ phận của công trình đầu mối liên kề đập.

6.4.5 Màn chống thấm nên được thiết kế đến tầng đất thấm ít hoặc không thấm nước. Độ sâu của màn trong trường hợp không có khả năng đến được tầng đất cách nước được xác định bằng tính toán

có tính đến các điều kiện địa chất công trình, mức độ thấm của đất, giá trị áp lực ở đáy đập, ảnh hưởng của hệ thống thoát nước, v.v.

Khi tính toán độ sâu của màn chống thấm, nên tính đến dự báo các điều kiện địa chất tại nền công trình.

6.4.6 Gradient trung bình tới hạn của cột nước tác dụng lên màn chống thấm $I_{cr,m}$ xác định như sau:

a) Đối với nền không phải đá, theo hướng dẫn tại 9.5.5, 9.5.6;

b) Đối với nền đá: $I_{cr,m} = I_{adm} \cdot \gamma_n$,

trong đó: I_{adm} - Gradient cột nước cho phép trên màn;

$I_{cr,m}$ lựa chọn theo hướng dẫn tại 10.1.9;

γ_n - Hệ số tin cậy (xem 8.2.9).

7 Tải trọng, tác động và tổ hợp tải trọng

7.1 Tải trọng, tác động và tổ hợp tải trọng đối với đập bê tông và bê tông cốt thép phải được xác định theo các mục từ 7.2 đến 7.19.

7.2 Khi tính toán các đập cho các tổ hợp tải trọng và tác động, cần xem xét các yếu tố sau:

- Tải trọng và tác động thường xuyên:

a) Trọng lượng bản thân của kết cấu, bao gồm trọng lượng của thiết bị công nghệ vĩnh cửu (van, cơ cấu nâng, v.v.), vị trí của kết cấu không thay đổi trong quá trình vận hành;

b) Tác dụng của nước ở mức nước dâng bình thường lên vùng thượng lưu, mức hạ lưu tương ứng với lưu lượng dòng chảy tối thiểu và thiết bị thoát nước, hệ thống chống thấm hoạt động bình thường; áp lực nước ở mặt thượng lưu và mặt hạ lưu của đập; tải trọng lên nền ở các vùng thượng và hạ lưu; lực tác động của nước thấm;

c) Trọng lượng của đất di chuyển cùng với đập và áp lực hông của đất từ thượng lưu và hạ lưu;

- Tải trọng và tác động dài hạn tạm thời:

d) Áp lực bùn cát lắng đọng trước đập;

e) Tác động của nhiệt độ được xác định từ các điều kiện xây dựng và vận hành của công trình với các đặc điểm khí hậu trung bình dài hạn;

f) Áp lực lỗ rỗng trong đất bão hòa nước trong quá trình vận hành bình thường của các thiết bị thoát nước và chống thấm, mực nước dâng bình thường ở thượng lưu và hạ lưu tương ứng với lưu lượng dòng chảy tối thiểu theo yêu cầu công nghệ và môi trường;

- Tải trọng và tác động ngắn hạn:

g) Tác động của nước ở các mức nước thượng lưu và hạ lưu tương ứng với lưu lượng dòng chảy qua công trình của trường hợp lũ thiết kế (MNLTk) và các thiết bị thoát nước và chống thấm hoạt động bình thường (thay cho mục b của tải trọng và tác động thường xuyên - lấy MNLTk thay cho MNDBT):

Áp lực nước lên mặt thượng lưu và hạ lưu của đập;

Tải trọng từ các vùng thượng và hạ lưu;

Tác động của nước thấm;

Tải trọng động từ dòng nước xả;

- h) Tải trọng và tác động từ sóng, được thiết lập phù hợp với xác suất vượt quá hàng năm của chúng, tùy thuộc vào loại công trình;
- i) Tải trọng từ các thiết bị cầu, nâng chuyển và các kết cấu và cơ khí khác (cầu trục và máy nâng, v.v.);
- k) Tải trọng từ các vật thể nổi;
- l) Tác động địa chấn ở mức OBE (thay cho mục g).

7.3 Khi tính toán cho trường hợp các tổ hợp tải trọng và tác động đặc biệt, cần tính đến các tác động và tải trọng lâu dài, tạm thời, dài hạn, ngắn hạn và một trong các tải trọng và tác động đặc biệt sau:

a) Tác động lực của nước ở mức nước cao nhất (MNLKT) của hồ chứa, mức nước hạ lưu tương ứng với lưu lượng xả của trường hợp thiết kế, các thiết bị thoát nước và chống thấm hoạt động bình thường (thay thế cho 7.2, b, g của tải trọng và tác động thường xuyên - lấy MNLKT thay cho MNDBT và MNLTK):

Áp lực nước ở mặt thượng lưu và mặt hạ lưu của đập;

Tải trọng lên nền phía thượng lưu và hạ lưu;

Tác động của nước thấm;

Tải trọng động;

b) Tác động của nước do một trong các hệ thống thoát nước hoặc một trong các thiết bị chống thấm bị hỏng, trong khi đó ở thượng lưu và mực nước hạ lưu tương ứng với lưu lượng dòng chảy tối thiểu theo các yêu cầu công nghệ và môi trường (thay cho mục 7.2, b, f, g của tải trọng và tác động thường xuyên, dài hạn tạm thời và ngắn hạn – lấy MNDBT, MNLTK và mực nước hạ lưu tương ứng với lưu lượng tối thiểu):

Áp lực nước ở mặt trên và mặt dưới của đập;

Tải trọng lên nền phía thượng lưu và hạ lưu;

Tác động của nước thấm;

Áp lực lỗ rỗng trong đất nền bão hòa;

c) Tác động của nhiệt độ được xác định trong một năm với biên độ dao động lớn nhất của nhiệt độ trung bình hàng tháng, cũng như trong một năm có nhiệt độ trung bình nhỏ nhất hàng tháng (thay cho mục 7.2, e của tải trọng và tác động dài hạn tạm thời);

d) Áp lực sóng, được xác định ở tốc độ gió lớn nhất nhiều năm với tần suất 2% đối với các công trình của cấp đặc biệt, cấp I và 4% đối với các công trình của cấp II, III và IV (thay cho mục 7.2, h của tải trọng và tác động ngắn hạn);

e) Tác động địa chấn ở mức SEE.

7.4 Thành phần của các tải trọng đặc biệt được tính đến trong các tính toán của đập cho một tổ hợp cụ thể được xác định bởi tổ chức thiết kế tùy thuộc vào đặc điểm thiết kế của cấu trúc thiết kế và các điều kiện xây dựng và vận hành.

Các tổ hợp tải trọng cơ bản và đặc biệt và tác động chỉ nên bao gồm những tải trọng và tác động ngắn hạn (7.2, g, h và, k, l) có thể tác dụng đồng thời.

7.5 Khi xác định giá trị tải trọng nước lên nền ở phía thượng lưu (7.2, b, g; 7.3, a, b), cần phải tính đến sự khác nhau của áp lực nước lên nền trước và sau khi thi công công trình.

7.6 Tải trọng và tác động trong thời gian xây dựng đập và trường hợp sửa chữa phải được thực hiện theo các tổ hợp cơ bản và đặc biệt, và giá trị của các tải trọng và tác động này phải được xác định tùy thuộc vào các điều kiện cụ thể của việc xây dựng và sửa chữa kết cấu.

7.7 Tải trọng và tác động nên được xem xét trong các tổ hợp bất lợi nhất, nhưng có thể riêng biệt cho các giai đoạn vận hành và xây dựng.

7.8 Hệ số tin cậy cho tải trọng khi tính toán đập phải được thực hiện theo 8.2.9.

7.9 Khi tính toán độ bền chung và độ ổn định của đập, các hệ số độ tin cậy của tải trọng đối với trọng lượng bản thân, nhiệt độ, độ ẩm và tải trọng động, cũng như đối với tất cả các tải trọng đất với các giá trị tính toán của các đặc tính của đất $\gamma_{\phi,II}, c_{I,II}, \gamma_{I,II}$, được xác định theo TCVN 4253, phải được lấy bằng một.

7.10 Khối lượng thể tích của bê tông đập của các cấp đặc biệt, I và II phải được xác định dựa trên kết quả thí nghiệm của các mẫu được làm từ các thành phần bê tông đã chọn. Khối lượng thể tích bê tông cho đập cấp III, IV - trong mọi trường hợp, và đối với đập cấp đặc biệt, I và II - ở giai đoạn thiết kế cơ sở, nên được lấy theo bảng 5.

Bảng 5 - Khối lượng thể tích của bê tông

Khối lượng thể tích của cốt liệu, (kg/m ³)	Khối lượng thể tích trung bình của bê tông (kg/m ³), với kích thước cốt liệu lớn nhất D _{max} (mm)		
	40	80	120
2600-2650	2370	2410	2430
2650-2700	2400	2450	2470
2700-2750	2440	2490	2500

Trong trường hợp không có dữ liệu về khối lượng thể tích cốt liệu, khối lượng thể tích của bê tông nên được lấy theo khối lượng thể tích cốt liệu 2650-2700 kg/m³.

7.11 Giá trị của áp lực nước lên mặt ngoài của đập phải được lấy bằng $p'(1-\alpha_{2,d})$, trong đó p' là áp lực thủy tĩnh (Pa); - $\alpha_{2,d}$ là hệ số diện tích hiệu quả của áp lực ngược trong vật liệu đập, được xác định theo 7.15.

7.12 Giá trị của áp lực nước trên các bề mặt tự do của nền ở phía thượng lưu và hạ lưu (tải tác dụng lên nền) phải được lấy bằng $p'(1-\alpha_{2,f})$, trong đó $\alpha_{2,f}$ là hệ số diện tích hiệu quả của áp lực ngược trong đất nền, theo điều 7.15.

Tải trọng lên nền ở phía thượng lưu và hạ lưu cho phép không tính đến khi tính toán độ ổn định và độ bền trong các trường hợp:

- Đập của tất cả các cấp có chiều cao dưới 25 m, nằm trên nền đá;

- Đập của các cấp đặc biệt, cấp I và cấp II có chiều cao hơn 25 m, nằm trên nền đá, ở giai đoạn thiết kế cơ sở;

- Đập của các cấp III, IV nằm trên nền không phải đá;

- Đập của các cấp đặc biệt, cấp I và cấp II nằm trên nền không phải đá, ở giai đoạn thiết kế cơ sở.

7.13 Cần tính đến tác dụng của áp lực thấm theo sơ đồ (Hình 6):

a) Cường độ lực bề mặt tác động vào đáy đập $P(\alpha_{2,f} - \alpha_{2,d})$, theo hướng vuông góc với đáy đập (áp lực ngược), trong đó P - áp lực thủy động của dòng thấm, được xác định theo 7.14;

b) Lực thể tích ở nền đập có cường độ \vec{q}_f và các hình chiếu ngang q_{fx} và đứng q_{fy} của vectơ \vec{q}_f xác định như sau:

$$q_{fx} = -\frac{\partial}{\partial x} (p \alpha_{2,f})$$

$$q_{fy} = -\frac{\partial}{\partial y} (p \alpha_{2,f})$$

Trong trường hợp này, trọng lượng riêng của đất nền được lấy ở trạng thái bão hòa nước.

Khi $\alpha_{2,f} = \text{const}$ trong vùng tính toán của nền, giá trị của các lực thể tích là:

$$\vec{q}_f = -\vec{I}_p \alpha_{2,f}$$

trong đó: \vec{I}_p Gradient của áp lực thủy động, theo 7.14;

c) Các lực thể tích trong vùng bão hòa nước của đập \vec{q}_d , bao gồm các phần của kết cấu nằm giữa mặt áp lực và hệ thống thoát nước và giữa đáy đập và mức nước hạ lưu. Các hình chiếu ngang q_{dx} và dọc q_{dy} của vectơ \vec{q}_d xác định như sau:

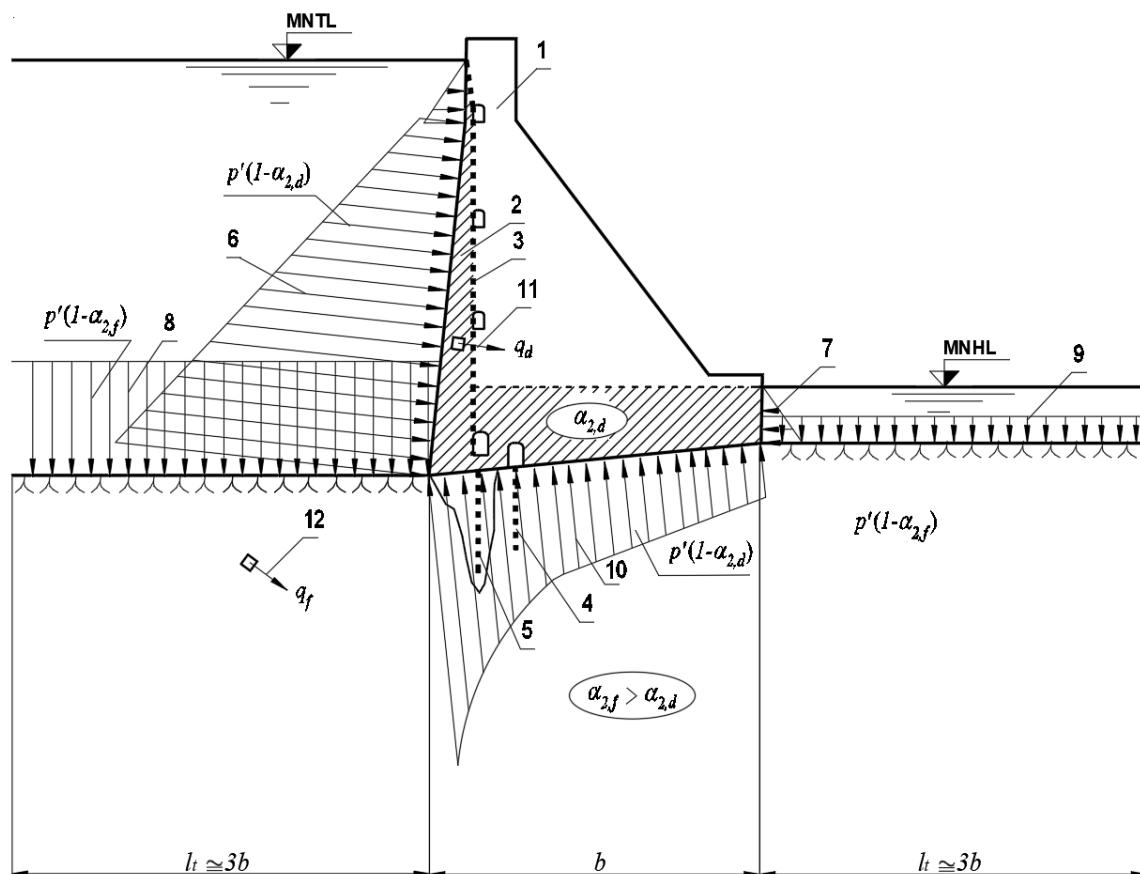
$$q_{dx} = -\frac{\partial}{\partial x} (p \alpha_{2,d})$$

$$q_{dy} = -\frac{\partial}{\partial y} (p \alpha_{2,d})$$

Trong trường hợp này, trọng lượng riêng của bê tông được lấy ở trạng thái bão hòa nước.

Khi $\alpha_{2,d} = \text{const}$ trong phần tính toán của vùng bão hòa nước của đập, giá trị của lực thể tích bằng:

$$\vec{q}_d = -\vec{I}_p \alpha_{2,d}$$



CHÚ DẪN: 1 - Phần khô của đập; 2 - Phần bão hòa nước của đập; 3 - Thoát nước của đập; 4 - Thoát nước của nền; 5 - Màn xi măng; 6 - Áp lực lên mặt thượng lưu của đập; 7 - Áp lực lên mặt hạ lưu của đập; 8 - Tải trọng lên nền ở thượng lưu; 9 - Tải trọng lên nền ở hạ lưu; 10 - Áp lực ngược lên đáy đập; 11 - Lực thể tích của nước thấm trong vùng bão hòa nước của đập; 12 - Lực thể tích của nước thấm trong nền.

Hình 6 - Sơ đồ tác động lực của nước

Tác động lực của thấm được tính đến dưới dạng lực thể tích:

Khi tính toán độ bền và ổn định đập cấp đặc biệt, cấp I và cấp II có chiều cao hơn 25 m nằm trên nền đá;

Tác động lực của thấm được tính đến dưới dạng áp lực ngược và lực thể tích ở nền đập:

Khi tính toán độ bền và ổn định đập cấp đặc biệt, cấp I và cấp II nằm trên nền không phải là đá;

Tác động lực của thấm được xem xét dưới dạng áp lực ngược:

- Khi tính toán độ bền và ổn định đập của tất cả các cấp có chiều cao dưới 25 m, nằm trên nền đá;
- Khi tính toán độ bền và ổn định đập của các cấp III và IV nằm trên một nền không phải là đá;

CHÚ THÍCH 1: Trong trường hợp tác động lực của thấm chỉ được tính đến dưới dạng áp lực ngược và lực thể tích ở đáy hoặc chỉ có áp lực ngược, nên lấy $\alpha_{2,d} = 0$.

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp tác động lực của thấm chỉ được tính đến dưới dạng áp lực ngược, chú ý lấy thành phần trọng lượng của nền là có trọng lượng.

Nếu trong các phần bão hòa nước của đập và nền các giá trị hệ số α_2 thay đổi đột ngột từ giá trị α'_2 sang giá trị α''_2 , mà $\alpha'_2 > \alpha''_2$ thì tại ranh giới của các khu vực có các giá trị α_2 khác nhau, nên áp dụng lực bề mặt $p(\alpha'_2 - \alpha''_2)$ theo hướng vuông góc với đường phân chia khu vực α'_2 hướng vào khu vực α''_2 .

CHÚ THÍCH: Hệ số α_2 cần thay bằng $\alpha_{2,d}$ cho phần đập bão hòa nước và bằng $\alpha_{2,f}$ cho phần nền bão hòa.

7.14 Các giá trị của áp lực thủy động P và gradient thấm \vec{I}_p trong các khu vực tính toán thấm của nền và thân đập được xác định bằng các tính toán thấm theo 8.3.2 - 8.4.1.

- Trên các mặt ngoài của đập và các bề mặt tự do của nền ở thượng lưu và hạ lưu, giá trị P là áp suất thủy tĩnh.
- Trên đường ranh giới giữa các phần bão hòa nước và khô của đập (đường bão hòa), $P = 0$.
- Ở đáy đập, áp suất thủy động lực học P (Pa) được xác định theo công thức:

$$P = (h_v + h_f) \gamma_w , \quad (4)$$

trong đó:

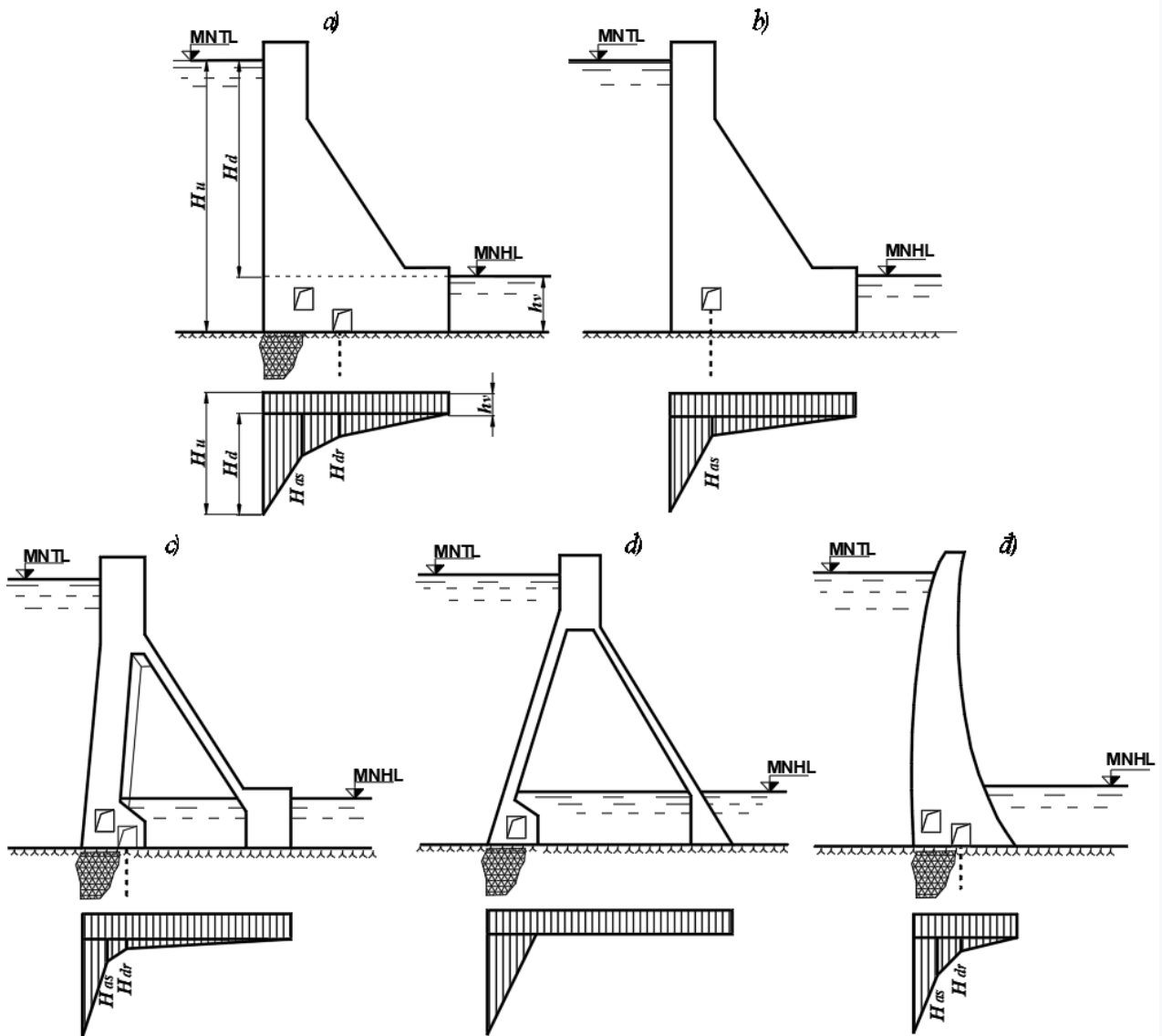
h_v - Cột nước tại điểm đang xem xét dưới tác dụng đẩy nổi của mực nước hạ lưu, m;

h_f - Cột nước tại điểm đang xem xét đối với quá trình thấm dưới tác động của cột nước tính toán, m;

γ_w - Trọng lượng riêng của nước, N/m.

Giá trị h_v được xác định là sự chênh lệch về mực nước ở hạ lưu và điểm đang xét.

Đối với các đập có chiều cao dưới 60 m trên nền đá, có thể lấy các giá trị h_f từ các sơ đồ trong Hình 7, trong đó các giá trị H_{as} dọc theo tim của màn chống thấm và H_{dr} dọc theo tim của các thiết bị thoát nước cần được lấy theo Bảng 6.



CHÚ DẪN:

- a - Đập trọng lực với màn xi măng ở nền; b - Đập trọng lực không có màn xi măng; c - Đập trọng lực khe rỗng và đập đầu to;
d - Đập bản phẳng; đ - Đập vòm.

Hình 7 - Sơ đồ cột nước đo áp ở đáy đập

Bảng 6 - Giá trị H_{as}/H_d và H_{dr}/H_d

Kiểu đập	Giá trị H_{as}/H_d và H_{dr}/H_d tại các tổ hợp tải trọng					
	Tổ hợp cơ bản và đặc biệt khi mực nước lớn nhất và thiết bị chống thấm và thoát nước làm việc bình thường			Tổ hợp cơ bản và đặc biệt khi mực nước lớn nhất và thiết bị chống thấm và thoát nước bị hỏng		
	Đập có màn chống thấm		Đập không có màn chống thấm	Đập có màn chống thấm		Đập không có màn chống thấm
	H_{as}/H_d	H_{dr}/H_d	H_{dr}/H_d	H_{as}/H_d	H_{dr}/H_d	H_{dr}/H_d
Đập trọng lực khối lớn (hình 7, a và b) cấp:						
Cấp đặc biệt	0,40	0,20	0,20	0,50	0,30	0,40
Cấp I	0,40	0,15	0,15	0,50	0,20	0,30
Cấp II, III, IV	0,30	0,05	0,05	0,35	0,10	0,10
Đập trọng lực với khoang rỗng (hình 7, c) Cấp đặc biệt - cấp IV	0,30	0,10	0,10	0,35	0,15	0,20
Đập trọng lực khe rỗng, đập đầu to, bản phẳng (hình 7, d) cấp đặc biệt – cấp IV	0,20	0,05	0,05	0,25	0,10	0,10
Đập vòm (hình 7, đ) cấp đặc biệt – cấp IV	0,40	0,20	0,20	0,60	0,35	0,40
CHÚ THÍCH:						
Đối với đập bản phẳng hoặc liên vòm, biểu đồ đo áp trong quá trình thấm dưới cột nước tính toán H_d được lấy dọc theo hình tam giác với tọa độ $h_f = 0$ ở mép hạ lưu của khối đầu phía thượng lưu đập (Hình 7, d).						

7.15 Các giá trị của hệ số $\alpha_{2,d}$ và $\alpha_{2,f}$ được lấy theo Bảng 6a.

- Cần lấy $\alpha_{2,d} = 0$ trong các trường hợp:

Tính toán ổn định của đập của tất cả các cấp và các loại;

Tính toán độ bền của đập của tất cả các cấp với màn chống thấm ở mặt áp lực của đập;

Tính toán độ bền của đập của tất cả các cấp nằm trên nền không phải là đá.

- Cho phép lấy $\alpha_{2,d} = 0$ trong các tính toán độ bền của các đập cấp I, II, III, IV nằm trên nền đá.

Bảng 6a - Giá trị của hệ số $\alpha_{2,d}$ và $\alpha_{2,f}$

Đặc trưng của bê tông, đất nền và trạng thái ứng suất	Hệ số $\alpha_{2,d}$ và $\alpha_{2,f}$ ở giai đoạn thiết kế	
	Thiết kế kỹ thuật, Bản vẽ thi công	Thiết kế cơ sở
Bê tông khi có ứng suất kéo	1,0	1,0
Bê tông chịu nén dọc trục hoặc hai trục	Theo kết quả nghiên cứu thí nghiệm	0,40
Bê tông chịu nén thể tích	Theo kết quả nghiên cứu thí nghiệm	$\alpha_{2,d} = 0,5(1 - \sigma_1 / R_b)$
Đất thô, cát, nửa đá nứt nẻ cao (bất kể trạng thái ứng suất của chúng là gì), cũng như đất đá trong vùng chịu kéo	1,0	1,0
Đất đá có khe nứt trong vùng nén	Theo kết quả nghiên cứu thí nghiệm	0,75
Đất đá nứt nẻ yếu và trung bình trong vùng nén	Theo kết quả nghiên cứu thí nghiệm	0,60
Đất sét và á sét	Theo kết quả nghiên cứu thí nghiệm	0,50
CHÚ THÍCH: Các nghiên cứu thực nghiệm để xác định hệ số $\alpha_{2,d}$ đối với bê tông và $\alpha_{2,f}$ đối với đất nền nên được thực hiện có tính đến khả năng thấm nước của vật liệu nghiên cứu, chế độ dâng nước và dao động mực nước của hồ chứa, hiệu quả của các thiết bị chống thấm trên mặt áp lực, trong các khe nối của đập và ở nền bao gồm cả vai bờ.		

7.16 Khi tính toán độ ổn định, áp lực bùn cát P_{ws} (kN) từ phía thượng lưu trên 1 m chiều dài của công trình có thể được xác định theo công thức:

$$P_{ws} = 0,5 \gamma_{ws} h_{ws}^2 \tan^2(45^\circ - \varphi_{ws}/2), \quad (5)$$

trong đó:

γ_{ws} - Trọng lượng riêng của bùn cát ở dạng đầy nổi, kN/m;

h_{ws} - Chiều cao bùn cát phía trước đập, m;

φ_{ws} - Góc ma sát trong của bùn cát, độ.

7.17 Tác động của nhiệt độ nên được lấy theo các số liệu quan trắc dài hạn về nhiệt độ không khí trong khu vực đập và dự báo nhiệt độ nước trong hồ chứa dựa trên cơ sở quan trắc các hồ chứa tương tự hoặc tính toán theo cơ sở lý thuyết thực nghiệm.

7.18 Tải trọng động trong quá trình xả lũ phải được xác định đối với đập cấp đặc biệt và cấp I theo kết quả tính toán và nghiên cứu thực nghiệm, đối với đập của cấp II, III, IV - theo kết quả tính toán hoặc tương tự.

7.19 Áp lực lỗ rỗng trong đất được tính đến khi kiểm tra độ ổn định trượt và dự đoán lún cho đập trên nền đất sét có hệ số thấm trung bình dưới $10 \text{ m}^2/\text{ngày}$ và độ bão hòa nước lớn hơn 0,8.

8 Các quy định cơ bản để tính toán đập

8.1 Quy định chung

8.1.1 Tính toán cho đập bê tông và bê tông cốt thép phải được tuân thủ theo TCVN 4253; TCVN 4116 và các yêu cầu trình bày trong điều 8.

8.1.2 Tính toán đập bê tông và bê tông cốt thép nên được thực hiện theo phương pháp trạng thái giới hạn:

Trạng thái giới hạn của nhóm thứ nhất (công trình không sử dụng để khai thác được) là các tính toán về độ bền và sự ổn định chung của công trình, cũng như cho độ bền cục bộ của các bộ phận của nó;

Trạng thái giới hạn của nhóm thứ hai (công trình không khai thác được bình thường) là các tính toán về sự hình thành các vết nứt và biến dạng của kết cấu, cũng như sự mở rộng các mối nối xây dựng trong bê tông và các vết nứt trong kết cấu bê tông cốt thép.

8.2 Tính toán độ bền và ổn định đập

8.2.1 Tính toán độ bền và độ ổn định chung, theo biến dạng và độ mở khe nứt, cũng như đối với các khe xây dựng, có tính đến trình tự xây dựng đập, nên được thực hiện cho toàn bộ đập hoặc cho từng đơn nguyên hoặc từng bộ phận riêng lẻ (hoặc các khối thuộc giai đoạn đầu).

8.2.2 Tính toán kết cấu bê tông theo sự hình thành khe nứt nên được thực hiện đối với các khối bê tông và các kết cấu bê tông riêng lẻ, được giới hạn bởi các khe nối lâu dài và tạm thời.

8.2.3 Tính toán đập, nền móng và các bộ phận riêng về độ bền và độ ổn định cần được thực hiện cho các trường hợp thiết kế bất lợi nhất của thời gian vận hành và xây dựng, có tính đến trình tự xây dựng và chất tải của đập. Thiết kế nên tính đến trình tự thi công đập và các kết cấu riêng lẻ của đập, trong đó nội lực xuất hiện trong thời gian thi công không dẫn đến tăng thêm gia cố bổ sung cho kết cấu.

8.2.4 Trường hợp dự án sẽ tiến hành đưa một phần công trình vào vận hành theo từng giai đoạn, thì tính toán độ bền và ổn định của một phần đập (thường là các khối thuộc giai đoạn đầu) nên tiến hành với tất cả các tải trọng và tác động được thiết lập cho giai đoạn xây dựng, trong khi các điều kiện về độ bền và ổn định của đập trong thời gian hoạt động tạm thời phải lấy như thời kỳ vận hành.

8.2.5 Tính toán các đập với đầy đủ thành phần tải trọng và tác động của thời kỳ vận hành được thực hiện bằng các phương pháp của lý thuyết đàn hồi, có tính đến các khe nối thi công xen kẽ (nằm ngang) ở mặt hạ lưu và mặt thượng lưu của các công trình.

8.2.6 Khi xác định trạng thái ứng suất - biến dạng của đập và nền móng, cần xem xét các yếu tố sau:

- Tính không đồng nhất của nền và sự xuất hiện của vết nứt và đứt gãy trong đó;
- Tính không đồng nhất của bê tông trong thân đập (bao gồm tính dị hướng của bê tông đầm lăn);
- Khả năng mở rộng các mối nối thi công và các vết nứt xây dựng và vi phạm tính liên tục của nền;
- Trình tự xây dựng, phương pháp và thời hạn là liên khối đập;
- Các hành lang theo hướng dọc theo trục đập (hành lang dọc, gian máy của các nhà máy thủy điện, v.v.) nếu kích thước tổng thể mặt cắt ngang lớn nhất của lỗ khoét lớn hơn 10% chiều rộng của đáy đập;
- Các hành lang theo phương thẳng đứng hoặc theo chiều dòng chảy (khe nối mở rộng, ống dẫn tuabin, hành lang ngang, v.v.) nếu diện tích mặt cắt nằm ngang của hành lang lớn hơn 5% phần diện tích mặt cắt nằm ngang của đập.

Phân tích trạng thái ứng suất – biến dạng cho đập nên được thực hiện bằng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM).

8.2.7 Trong trường hợp các khe nối thi công có thể mở trong kết cấu, sự xuất hiện và mở rộng các vết nứt và vi phạm tính liên tục tại nền trong các vùng chịu kéo, kết cấu phải được tính toán độ bền theo trạng thái giới hạn thứ hai.

8.2.8 Các khu vực và độ mở của các khe nối (biến dạng và thi công) và các vết nứt trên mặt thượng và hạ lưu của đập được xác định có tính đến trọng lượng bản thân của kết cấu, áp lực thủy tĩnh và ảnh hưởng nhiệt độ trong suốt thời gian xây dựng và vận hành. Khi tính đến hiệu ứng nhiệt độ, các phương pháp cơ học phá hủy và sử dụng các hệ thống phần mềm tương ứng.

8.2.9 Khi tính toán độ bền và độ ổn định tổng thể của đập, cũng như độ bền cục bộ của các bộ phận riêng lẻ, một trong các điều kiện sau phải được đáp ứng để đảm bảo không xảy ra trạng thái giới hạn:

$$\gamma_n \cdot \gamma_c \cdot F \leq \gamma_{cd} \cdot R \quad (6)$$

$$\gamma_n \cdot \gamma_c \cdot \sigma_d \leq \gamma_{cd} \cdot \Phi(R_s, R_b) \quad (7)$$

trong đó:

γ_n - Hệ số tin cậy của công trình, được lấy như sau:

Khi tính toán theo trạng thái giới hạn của nhóm thứ nhất:

Công trình cấp đặc biệt lấy bằng: 1,25; cấp I: 1,20; cấp II: 1,15; cấp III, IV: 1,10;

Khi tính toán theo trạng thái giới hạn của nhóm thứ hai lấy bằng: 1,00.

γ_c - Hệ số tổ hợp tải trọng, được lấy như sau:

Tính toán theo trạng thái giới hạn nhóm thứ nhất:

Tổ hợp tải trọng và tác động cơ bản, thời kỳ vận hành: 1,0

Tổ hợp tải trọng và tác động cơ bản, thời kỳ thi công, sửa chữa: 0,95

Tổ hợp tải trọng và tác động đặc biệt:

Với động đất SEE có chu kỳ lặp ≤ 1000 năm: 0,9

Với động đất SEE có chu kỳ lặp > 1000 năm: 0,85

Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ hai: 1,0;

F, R - Tương ứng, các giá trị tính toán của lực tác động và khả năng chịu lực của kết cấu;

σ_d - Giá trị ứng suất tính toán;

Φ - Hàm số, mà dạng của nó tùy thuộc vào tính chất của trạng thái ứng suất – biến dạng của đập;

R_s, R_b - Tương ứng là cường độ tính toán của cốt thép và bê tông, được xác định theo TCVN 4116;

8.2.10 Khi tính toán đập bê tông và bê tông cốt thép, phải sử dụng các hệ số sau:

- Hệ số tin cậy γ_n của công trình và hệ số tổ hợp tải trọng γ_{lc} , xem 8.2.9;
- Hệ số điều kiện làm việc γ_{cd} , lấy theo Bảng 7.

Bảng 7 - Hệ số điều kiện làm việc của đập

Các loại tính toán và các yếu tố cần thiết phải sử dụng hệ số điều kiện làm việc	Hệ số điều kiện làm việc γ_{cd}
1. Tính toán ổn định của đập bê tông và bê tông cốt thép trên nền nửa đá và không phải là đá	1,0
2. Tính toán ổn định của đập trọng lực và đập bản chống trên nền đá	
a) Đối với các mặt trượt đi qua các vết nứt ở khối nền	1,0
b) Đối với các mặt trượt đi qua mặt tiếp giáp giữa bê tông và đá, mặt trượt trong khối nền có một phần đi qua khe nứt, một phần đi qua đá liền khối	0,95
3. Tính toán ổn định các móng bờ của đập vòm	0,75
4. Tính toán độ bền chung và độ bền cục bộ của đập bê tông, bê tông cốt thép và các bộ phận của chúng khi cường độ của bê tông có tính quyết định trong các loại kết cấu dưới đây:	
a) Trong kết cấu bê tông	
- Đối với tổ hợp tải trọng và tác động cơ bản	0,9
- Đối với tổ hợp tải trọng và tác động đặc biệt không xét động đất	1,0
- Như trên, có xét động đất	1,1
b) Trong kết cấu bê tông cốt thép dạng tấm và dạng sườn, khi chiều dày của tấm (sườn) lớn hơn hoặc bằng 60 cm	1,15

Bảng 7 (kết thúc)

Các loại tính toán và các yếu tố cần thiết phải sử dụng hệ số điều kiện làm việc	Hệ số điều kiện làm việc γ_{cd}
c) Trong kết cấu bê tông cốt thép dạng tấm và dạng có sườn khi chiều dày của tấm (sườn) nhỏ hơn 60 cm	1,0
5. Như điểm 4, nhưng cường độ của cốt thép không dự ứng lực là có tính quyết định:	
a) Các bộ phận bê tông cốt thép	1,1
b) Các kết cấu hỗn hợp thép – bê tông cốt thép	0,8
CHÚ THÍCH:	
<ol style="list-style-type: none"> 1) Khi tính toán ổn định của đập có tính đến ảnh hưởng địa chấn ở cấp SEE, giá trị của các hệ số ở điểm 1 và 2 của bảng được nhân với hệ số 1.1; 2) Khi tính toán độ bền và độ ổn định của đập vòm và đập vòm trọng lực, các điều kiện vận hành cho trong bảng này phải được nhân thêm với hệ số, các giá trị được cho trong Bảng 11. 3) Khi tính toán độ bền chung và cục bộ của đập bê tông và bê tông cốt thép của tất cả các loại đập đối với trường hợp cường độ của cốt thép ứng suất trước là chính cũng như có tính đến tải trọng lặp lại trên các bộ phận của đập, các hệ số điều kiện làm việc được lấy phù hợp với TCVN 4116. 	

Đối với trường hợp tính toán xác định khối lượng của công trình, vế bên phải của bất đẳng thức (6) và (7) không được vượt quá 15% so với vế bên trái.

8.2.11 Khi tính toán độ bền chung và biến dạng của đập bê tông trong trường hợp không tính đến các khe nối của kết cấu thiết kế, nên lấy giá trị tính toán của mô đun biến dạng E_{bd} của khối bê tông đập:

- Đối với các đập được xây dựng theo phương pháp phân khe thi công đứng:

$$E_{bd} = E_b [1 - 0,04(n_j - n_{js})] \quad (8)$$

- Đối với đập được xây dựng bằng phương pháp phân khe thi công ngang (theo lớp):

$$E_{bd} = 0,75E_b \left[1 - 0,04 \left(\frac{3}{h_{bl}} - 1 \right) \right] \quad (9)$$

trong đó:

E_b - Mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông, Mpa;

n_j - Số lượng mối nối thẳng đứng của bê tông trên đế đập;

n_{js} - Số lượng khe nối giữa các lớp hoặc khe trung gian do áp dụng các biện pháp giảm thiểu công nghệ;

h_{bl} - Chiều cao của khối bê tông, m

Khi đó, theo các tính toán thống kê, mô đun biến dạng tính toán E_{bd} , Mpa, phải nằm trong:

$$0,65E_b \leq E_{bd} \leq 35000$$

Đối với các tính toán động, mô đun biến dạng của khối bê tông phải được chỉ định có tính đến các hướng dẫn chuyên môn riêng; tuy nhiên, giá trị E_{bd} nên được giới hạn ở 45.000 Mpa.

8.2.12 Trong các tính toán độ bền chung cho đập bê tông, cũng như tính toán biến dạng trong trường hợp có kể đến các mối nối trong tính toán, trong các tính toán về trạng thái ứng suất nhiệt của đập bê tông, độ mở các vết nứt và mối nối thi công và khi phân tích các tài liệu quan trắc hiện trường về trạng thái ứng suất của kết cấu, giá trị tính toán của mô đun biến dạng của khối bê tông nên được lấy $E_{bd} = E_b$ hoặc theo số liệu thực tế của chính kết cấu.

8.2.13 Trong tính toán độ bền của các bộ phận của đập bê tông cốt thép, giá trị tính toán của mô đun biến dạng phải được lấy bằng mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông, được xác định theo TCVN 4116.

8.2.14 Mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông ở tuổi dưới 180 ngày được xác định theo công thức:

$$E_b(t) = \frac{10^5}{1,7 + \frac{360}{\alpha(\ln \frac{t}{180} + 5,2)}} \quad (10)$$

trong đó: α - Tham số không thứ nguyên được lấy theo bảng 8.

Bảng 8 - Giá trị tham số α

Độ sụt của vữa bê tông, cm	Đường kính cốt liệu lớn nhất D_{max} , mm	Tham số α theo cấp cường độ chịu nén									
		B5	B7.5	B10	B12.5	B15	B20	B25	B30	B35	B40
<4	40	27	37	45	54	62	77	90	106	126	146
	80	32	44	56	66	77	98	116	133	154	171
	120	37	52	66	77	90	116	139	162	191	216
4-8	40	20	28	35	41	47	58	68	80	94	106
	80	25	37	42	50	58	71	86	102	121	139
	120	29	40	50	60	68	86	102	116	139	154
>8	40	12	15	18	22	26	35	42	50	58	64
	80	14	19	24	29	33	42	52	60	67	72
	120	17	23	29	35	40	50	60	68	74	80

Ở tuổi bê tông từ 180 ngày trở lên, cho phép lấy mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông theo Bảng 9.

Bảng 9 - Giá trị mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông

Độ sụt của vữa bê tông (cm)	Đường kính cốt liệu lớn nhất D_{max} (mm)	Mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông khi kéo và nén $E_b \cdot 10^{-3}$ (Mpa), theo cấp cường độ chịu nén của bê tông									
		B5	B7.5	B10	B12.5	B15	B20	B25	B30	B35	B40
<4	40	23,5	28,0	31,0	33,5	35,5	38,5	40,5	42,5	44,5	46,0
	80	26,0	30,5	34,0	36,5	38,5	41,5	43,5	45,0	46,5	47,5
	120	28,0	33,0	36,5	38,5	40,5	43,5	45,5	47,0	48,5	49,5
4-8	40	19,5	24,0	27,0	29,5	31,5	34,5	37,0	39,0	41,0	42,5
	80	22,5	28,0	30,0	32,5	34,5	37,5	40,0	42,0	44,0	45,5
	120	24,5	29,0	32,5	35,0	37,0	40,0	42,0	43,5	45,5	46,5
>8	40	13,0	16,0	18,0	21,0	23,0	27,0	30,0	32,5	34,5	36,0
	80	15,0	19,0	22,0	24,5	26,5	30,0	33,0	35,0	36,5	37,5
	120	17,5	21,5	24,5	27,0	29,0	32,5	35,0	37,0	38,0	39,0

8.2.15 Cường độ tính toán của bê tông bị giảm (hoặc tăng) bằng cách nhân với các hệ số điều kiện làm việc của bê tông γ_{bi} , có tính đến ảnh hưởng của các yếu tố như tổ hợp tải trọng, gradient biến dạng theo mặt cắt, hình dạng mặt cắt của kết cấu, trạng thái ứng suất phức tạp, mối nối thi công, tải trọng lặp đi lặp lại và vấn đề khác. Các giá trị của các hệ số được xác định theo TCVN 4116.

8.2.16 Khi thiết kế tràn xả mặt và tràn xả sâu, nên tính toán độ bền của các kết cấu hỗ trợ của cửa van (khe van, tường ngực, v.v.). Tính toán độ bền của các kết cấu này cần được thực hiện bằng các phương pháp của lý thuyết đàn hồi, có tính đến sự làm việc kết hợp của các bộ phận gối tựa bằng thép và nền bê tông.

8.3 Tính toán thấm cho đập

8.3.1 Tính toán độ bền thấm chung của nền phải được thực hiện với Gradient cột nước trung bình trong khu vực tính toán thấm và thực hiện theo TCVN 4253.

8.3.2 Tính toán độ bền cục bộ của các bộ phận chống thấm của đập (sân trước, chân khay, màn phun) và đất nền phải được thực hiện theo TCVN 4253 dựa trên Gradient cột nước tới hạn:

- Tại điểm ra của dòng thấm đến hạ lưu và các thiết bị thoát nước;
- Tại ranh giới của nền không đồng nhất;
- Tại các vị trí có vết nứt lớn.

8.3.3 Kiểm tra hiện tượng dâng cao của nước ngầm thoát ra các sườn dốc và hiện tượng ngập của khu vực xung quanh công trình nên được thực hiện bằng cách so sánh các mức tính toán với mức cho phép của đường bão hòa của dòng thấm.

8.3.4 Các tính toán thấm của thân đập và nền được phép xem thấm tuân theo quy luật tuyến tính và trạng thái ổn định trong hầu hết các trường hợp. Với mực nước thay đổi nhanh chóng ở các vùng, các

tính toán nên được thực hiện với chế độ thấm không ổn định. Khi tính toán thấm ở bên vai và nền bị nứt, nên xem xét khả năng thấm không ổn định.

8.3.5 Những đặc trưng của dòng thấm (mức nước, áp lực, gradien cột nước, lưu lượng) đối với đập các cấp đặc biệt, I và II phải được xác định bằng tính toán và được phép theo:

- Bài toán hai chiều, với các đoạn đập ở lòng sông ở những mặt cắt thẳng đứng;
- Bài toán hai chiều hoặc không gian với các đoạn vai bờ tiếp giáp với đập, trên mặt bằng và ở các mặt cắt thẳng đứng dọc theo các đường dòng.

Đối với các đập cấp III, IV và khi tính toán sơ bộ đối với đập cấp đặc biệt, I, II, cho phép xác định các đặc trưng của dòng thấm bằng các phương pháp giải tích gần đúng (phương pháp hệ số sức kháng, phương pháp phân đoạn, v.v...).

8.3.6 Khi xác định các đặc trưng của dòng thấm, nên xét đến các yếu tố ảnh hưởng sau:

- Các thiết bị tiêu nước và chống thấm;
- Các khoang rỗng, các khe mở rộng ở nền và tồn thất trong thân đập;
- Tính thấm nước của bê tông và khe thi công;
- Trạng thái ứng suất biến dạng của nền và thân đập;
- Nhiệt độ của nước ngầm và độ khoáng của nước ngầm;
- Chế độ nhiệt độ của nền và dự báo và thay đổi đặc tính thấm của đất theo thời gian.

8.4. Tính toán và nghiên cứu thủy lực cho đập

8.4.1 Tính toán và nghiên cứu thủy lực công trình xả (đập tràn, cống và cửa lấy nước) của các công trình được thực hiện cho các điều kiện không kể đến chi phí xây dựng và vận hành với mục đích:

- Xác định khả năng xả;
- Chứng minh các lựa chọn hợp lý về kích thước, kết cấu đường dẫn cấp nước và thiết bị cơ khí;
- Thiết lập các chế độ dòng chảy ở các lưu lượng khác nhau, mức nước của thượng hạ lưu và độ mở cửa van;
- Luận chứng các giải pháp ở vùng liên hợp và tiêu năng;
- Luận chứng các giải pháp xử lý dòng chảy bất thường ở hạ lưu;
- Xác định tải trọng thủy động và ảnh hưởng đến các thành phần trên tuyến và thiết bị cơ khí;
- Luận chứng các giải pháp tháo xả cho phù sa, rác và các vật thể nổi khác;
- Dự đoán biến dạng cục bộ và tổng thể của lòng sông trong các vùng (bao gồm cả bồi lắng và nước dâng của các hồ chứa) và ảnh hưởng đến quan hệ mực nước và lưu lượng;
- Nghiên cứu các biện pháp để bảo vệ chống lại sự phát triển nguy hiểm của bồi lắng cục bộ, xâm thực và xói mòn xâm thực, nếu cần thiết, đề xuất các biện pháp xử lý;
- Luận chứng các sơ đồ hợp lý để vận hành các cửa van;
- Luận chứng các phương pháp để tháo xả bùn cát;
- Đề xuất các biện pháp để bảo vệ các kết cấu và thiết bị khỏi mài mòn.

8.4.2 Các tính toán và nghiên cứu thủy lực nên được thực hiện trên các trường hợp tính toán cơ bản và đặc biệt được thiết lập theo tổ hợp tải trọng đã trình bày trong điều 7.

Các trường hợp tính toán khác có thể được chấp nhận khi có luận chứng.

8.4.3 Để luận chứng cho các quyết định kỹ thuật được đưa ra khi thiết kế công trình xả của đập cấp đặc biệt và cấp I, ngoài các tính toán, các nghiên cứu thủy lực cần được thực hiện bằng mô hình vật lý. Nghiên cứu bằng mô hình vật lý cho đập cấp II cần được luận chứng.

9 Đập bê tông và bê tông cốt thép trên nền không phải đá

9.1 Kết cấu đập và các bộ phận của đập

9.1.1 Kết cấu đập tràn bê tông và bê tông cốt thép và các thành phần của đập trên nền không phải là đá phải được thực hiện theo các yêu cầu của điều 6 và các hướng dẫn của điều 9.

9.1.2 Trong các đập tràn bê tông và bê tông cốt thép trên nền không phải đá, cần phân biệt các bộ phận chính sau (Hình 8):

- Tấm móng;
- Trụ pin và trụ biên;
- Đập tràn và tràn xả sâu (hoặc xả đáy);
- Khe biến dạng và vật chắn nước;
- Bể tiêu năng, sân sau, gia cố chuyển tiếp;
- Kết cấu chống thấm (sân trước, cừ, cọc và tường bê tông, chân khay, màn chống thấm);
- Thiết bị tiêu nước.

9.1.3 Đập bê tông và bê tông cốt thép trên nền không phải đá được chia thành các đơn nguyên bởi các khớp nối nhiệt-lún. Độ dài của các đơn nguyên phụ thuộc vào loại đất nền, tính đồng nhất của nó và được xác định trên cơ sở so sánh kỹ thuật và kinh tế của các phương án.

Thông thường khe nhiệt - lún được bố trí dọc theo trục của các móng trụ.

Với nền đồng nhất, cho phép không phân chia đập thành từng đơn nguyên, trong một số trường hợp bố trí các khe không xuyên.

9.1.4 Độ sâu chôn móng đập vào nền cần được xác định có tính đến các yêu cầu về ổn định tĩnh, điều kiện thủy lực và thấm. Nếu cần thiết, bố trí chân khay bê tông hoặc hoặc cừ.

9.1.5 Phần kết thúc của tấm móng đập phía sân trước bằng đất sét nên được thiết kế nghiêng về phía thượng lưu. Trong đơn nguyên đập, nên dự tính liên kết cứng móng với tấm móng. Cho phép thực hiện xây dựng riêng biệt của phần móng và tấm móng, sau đó là làm liền khối.

9.1.6 Mố biên, là một phần của phần nối với bờ của đập, thông thường nên được đặt trên một tấm móng chung với khối đập nối bờ. Cho phép thiết kế mố ở dạng tường chắn, trong khi các vật chắn nước phải được đặt trong khe nối nhiệt - lún giữa mố, đập tràn và tấm móng.

9.1.7 Các mố biên trong khu vực nối với sân trước, bể tiêu năng và sân sau nên được thiết kế dưới dạng tường chắn.

TCVN 9137:2023

9.1.8 Khi thiết kế đập, tùy thuộc vào khẩu độ tràn, điều kiện khí hậu và địa chất công trình của khu vực xây dựng, mà lựa chọn kết cấu liên khối của đập tràn và trụ pin hoặc bố trí các khe nhiệt giữa chúng, xuyên qua đập tràn trong mặt phẳng của mặt từ đỉnh trụ pin đến đỉnh của tấm móng. Khi các khoang tràn với nhịp dài hơn 30 m, cần phải bố trí các khe nhiệt trong thân tràn.

9.1.9 Các tràn xả sâu trên nền móng không phải là đá nên được thiết kế dưới dạng khung kín bằng bê tông cốt thép.

9.1.10 Khi thiết kế đập tràn trên nền móng không phải đá, chế độ tiêu năng đáy với chế độ nhảy ngập phải được coi là hình thức nối tiếp chính với hạ lưu, nếu cần thiết, phải thiết kế kết cấu tiêu năng và phân dòng.

9.1.11 Trong chế độ tiêu năng đáy của bể, các loại kết cấu tiêu năng sau đây nên được sử dụng làm loại chính:

- Tường tiêu năng liên tục;
- Sân tiêu năng;
- Một tường tiêu năng với một bể nông nằm ở hạ lưu nó;
- Tường tiêu năng đứt quãng;
- Mố tiêu năng dưới dạng một số hàng hoặc trụ;
- Kết hợp từ các loại tiêu năng khác nhau.

Kết cấu và vị trí của mố trên sân tiêu năng cùng với sự tiêu tán năng lượng phải đảm bảo sự ổn định của dòng chảy và loại bỏ nguy hiểm do dòng chảy bị ngăn cản. Sự an toàn về khí thực của mố phải được lựa chọn các dạng không bị xói mòn và nghiên cứu luận chứng về vị trí của chúng.

9.1.12 Lựa chọn hình thức nối tiếp nên được thực hiện trên cơ sở so sánh các phương án kinh tế và kỹ thuật. Nên lựa chọn có tính đến vị trí và kích thước của nhà máy thủy điện, âu tàu và các kết cấu khác, độ sâu ở hạ lưu, kết cấu của sân tiêu năng, sân sau và gia cố vùng chuyển tiếp, điều kiện xảy khí thực, mặt cắt ngang bể tiêu năng, dòng chảy bất thường và dự đoán biến dạng lòng dẫn ở hạ lưu từ các giai đoạn thi công, dẫn dòng và trong quá trình vận hành.

9.1.13 Chiều dài và cấu hình của sân sau, kết cấu của gia cố chuyển tiếp từ sân sau sang lòng dẫn không gia cố phải được xác định dựa trên so sánh các lựa chọn kinh tế và kỹ thuật, có tính đến việc đảm bảo vận tốc dòng chảy không xói khi bắt đầu vào lòng dẫn không gia cố.

9.1.14 Đối với các đập cấp đặc biệt, cấp I và II, sân sau phải được thiết kế theo nguyên tắc dưới dạng các tấm bê tông nguyên khối hoặc bê tông cốt thép.

Đối với đập cấp III, IV sân sau được phép thiết kế dưới dạng bằng đá đổ, rọ đá, bê tông đúc sẵn hoặc tấm bê tông cốt thép liên kết với nhau bằng cốt thép, tấm kim loại.

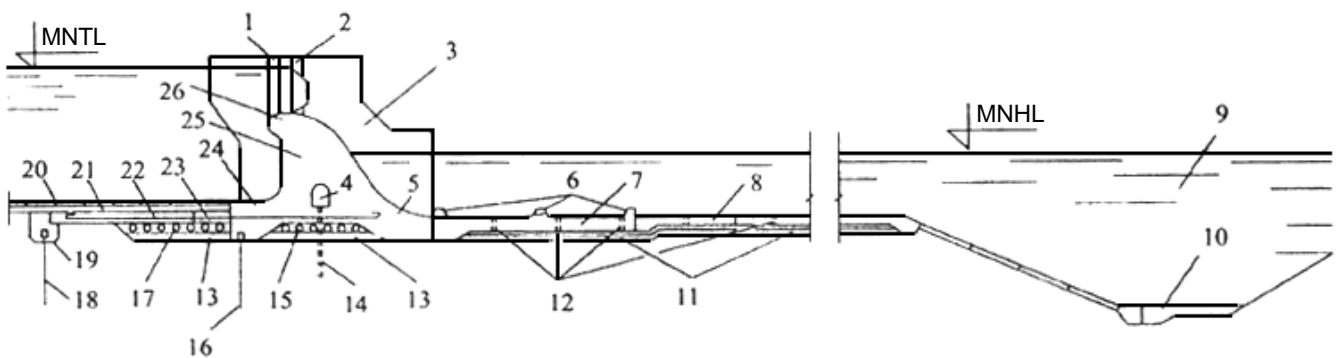
9.1.15 Độ dày các tấm của sân tiêu năng và sân sau được xác định bằng cách tính toán từ điều kiện đảm bảo độ bền và độ ổn định của chúng, có tính đến tải trọng trung bình và mạch động. Cần phải

xem xét việc phân chia các tấm với các khe nối nhiệt - lún, thoát nước của khu vực dưới đáy tấm, bố trí các lỗ thoát nước, v.v...

9.1.16 Loại và kết cấu thoát nước của khu vực phía dưới tấm của sân tiêu năng và sân sau, kích thước và vị trí của các lỗ thoát nước nên được lựa chọn tùy thuộc vào kích thước và phân bố áp lực thủy động tại các dòng xả khác nhau qua đập. Trong trường hợp này, nên loại trừ vị trí xuất hiện áp suất trung bình và mạch động cao phía dưới tấm và hiện tượng xói ngầm trong tầng lọc ngược và đất bên dưới.

Cho phép bố trí các lỗ thoát nước khép kín dưới tấm với đầu ra của nước thấm trong các tiếp giáp với nền, các bức tường riêng biệt và mố. Các cửa ra thoát nước nên được đặt ở những khu vực có áp suất thấp hơn mức nước hạ lưu tối thiểu. Trường hợp sân sau được làm từ các tấm đúc sẵn, được phép không bố trí lỗ thoát nước.

9.1.17 Ở phần cuối của gia cố bê tông, phải bố trí kết cấu ở dạng tường đứng, rãnh phòng xói, gia cố chuyển tiếp cho phép biến dạng hoặc kết hợp các kết cấu này (Hình 8).



CHÚ DẪN:

- 1 – Khe van sửa chữa ; 2 – Khe van vận hành; 3 – Mố trung gian; 4 – Hành lang thoát nước; 5 - Phần hạ lưu của tấm móng; 6 – Mố tiêu năng; 7 – Sân tiêu năng; 8 – Sân sau; 9 – Rãnh phòng xói; 10 – Gia cố chuyển tiếp biến dạng được; 11 - Thoát nước ngang của lỗ thoát nước sân tiêu năng và sân sau; 12 – Lỗ thoát nước; 13 - Lọc ngược; 14 - Thoát nước đứng của nền; 15 - Thoát nước ngang của tấm móng; 16 - Cừ dưới phần thượng lưu đập; 17 - Thoát nước ngang sân trước; 18 – Cừ sân trước; 19 - Dầm trên đầu cừ; 20 - Gia cố phần chất tải; 21 – Phần chất tải sân trước; 22 – Neo sân trước vào đập; 23 - Phần mềm của neo sân trước; 24 - Phần thượng lưu của tấm móng; 25 - Đập tràn; 26 - Đỉnh đập tràn

Hình 8 - Các bộ phận của đập tràn với sân trước neo trên nền không phải đá

9.1.18 Tường thẳng đứng ở cuối sân sau hoặc sân tiêu năng (ở dạng tường bê tông hoặc bê tông cốt thép, tường cừ phẳng hoặc kết cấu tổ ong, tường nhồi đá, v.v.) phải được thiết kế đến độ sâu qua lớp đất có thể bị xói. Được phép bố trí một bức tường thẳng đứng không đến độ sâu xói hoàn toàn với một phần gia cố chuyển tiếp có thể biến dạng được phía sau nó.

9.1.19 Gia cố đoạn chuyển tiếp biến dạng được, phải được thiết kế dưới dạng các tấm bê tông hoặc bê tông cốt thép riêng biệt được liên kết bản lề (khớp) với nhau hoặc với các liên kết bù; từ sỏi hoặc đá dỏ; rọ đá, rỗng đá hoặc kết cấu thảm khác với gia tải bằng đá hoặc sỏi, cũng như sự kết hợp của các loại gia cố trên.

Loại gia cố nên được lựa chọn dựa trên so sánh các chỉ số kỹ thuật và kinh tế của các phương án đã đề xuất và nghiên cứu, có tính đến các điều kiện thủy lực, độ sâu xói cho phép và các yếu tố khác.

9.2 Đường viền dưới đất

9.2.1 Đường viền dưới đất của đập bê tông và bê tông cốt thép trên nền móng không phải là đá, tùy thuộc vào điều kiện địa chất và địa - kỹ thuật, được thiết kế từ các thành phần kết cấu sau:

- Sân trước;
- Vật chắn thẳng đứng ở dạng cừ, chân khay hoặc màn chống thấm;
- Vật tiêu nước ngang hoặc thẳng đứng.

9.2.2 Nên xem xét các sơ đồ đường viền dưới đất cơ bản sau đây:

Sơ đồ 1: Tấm móng và sân trước không có vật tiêu nước;

Sơ đồ 2: Vật tiêu nước nằm ngang dưới tấm móng;

Sơ đồ 3: Vật tiêu nước nằm ngang dưới tấm móng và sân trước;

Sơ đồ 4: Vật chắn nước thẳng đứng cắt qua toàn bộ chiều sâu tầng thấm nước;

Sơ đồ 5: Kết hợp với sân trước, vật chắn nước thẳng đứng cắt qua một phần của tầng thấm nước và vật tiêu nước được bố trí sau của vật chắn nước thẳng đứng;

Nếu có các lớp đất cát và đất sét xen kẽ, cũng như nước ngầm áp lực ở đáy đập, cần xem xét bố trí trong đường viền dưới đất của đập lỗ thoát nước sâu, ngoài vật thoát nước dưới tấm móng.

9.2.3 Sơ đồ 1 nên được áp dụng khi đập nằm trên đất cát và tầng cách nước dưới sâu (hơn 20 m) trong trường hợp đảm bảo ổn định tổng thể của công trình mà không cần các biện pháp đặc biệt để giảm áp lực thấm và phải chịu sự ổn định thấm của đất nền. Trong các trường hợp khác, theo các điều kiện địa chất được chỉ định, sơ đồ 2 nên được áp dụng.

Sơ đồ 3 nên được áp dụng nếu có đất sét ở nền yêu cầu phải neo để đảm bảo sự ổn định trượt của công trình. Trong trường hợp này, thiết bị răng lược hoặc chân khay là bắt buộc.

Sơ đồ 4 sẽ được áp dụng khi tầng không thấm nằm ở độ sâu không quá 20 m. Trong trường hợp này, được phép không làm sân trước.

Sơ đồ 5 nên được sử dụng cho các đập có cột nước lớn hơn 10 m, được xây dựng trên đất thấm trung bình.

9.3 Sân trước

9.3.1 Thiết kế sân trước nên được thực hiện:

- Loại cứng - ở dạng lớp phủ làm bằng bê tông và bê tông cốt thép;
- Loại mềm - được làm từ đất, nhựa đường, polymer và các vật liệu khác đáp ứng các yêu cầu về độ biến dạng, khả năng chống nước, độ bền, khả năng chống xâm thực hóa học;
- Loại hỗn hợp - kết hợp các bộ phận thuộc hai loại mềm và loại cứng (sân trước neo).

9.3.2 Hệ số thấm của sân trước phải nhỏ hơn 50 lần so với hệ số thấm của đất nền.

- Sân trước không thấm nên được dùng khi nền là đất sét;
- Sân trước thấm ít (hệ số thấm $K \leq 10^{-3}$ m/ngày) khi nền là cát và cát pha;

- Đối với đập cấp III và IV sân trước có thể được bố trí chủ yếu từ vật liệu địa phương (á sét, sét, than bùn có độ phân hủy ít nhất 50%).

9.3.3 Chiều dài sân trước phải được xác định dựa trên kết quả tính toán độ bền thấm của đất nền và độ ổn định của đập.

9.3.4 Xác định chiều dày của sân trước bằng đất t_α theo điều kiện: $t_\alpha \geq \Delta H_{ua} \cdot \gamma_n / I_{cr,m}$ nhưng không nhỏ hơn 0,5 m,

trong đó:

ΔH_{ua} - Tổn thất cột nước từ đầu đường viền dưới đất (thượng lưu) đến mặt cắt thẳng đứng đang xem xét của sân trước;

$I_{cr,m}$ - Gradient cột nước trung bình tới hạn của vật liệu làm sân trước;

- Với đất sét và bê tông sét: $I_{cr,m} = 15$;

- Với đất á sét: $I_{cr,m} = 10$;

- Với đất á cát: $I_{cr,m} = 3$;

γ_n - Hệ số tin cậy, xem 8.2.9, 8.2.10.

9.3.5 Nên sử dụng các sân trước chống thấm loại mềm trong việc xây dựng các đập trên đất có độ biến dạng đáng kể và không đồng đều như sau:

- Kiểu đúc - sử dụng vật liệu chống thấm nấu chảy rải liên tiếp lên nhau và gia cố bằng sợi vải thủy tinh dạng cuộn;

- Kiểu dán - sử dụng vật liệu chống thấm dạng cuộn dán thành nhiều lớp chồng lên nhau.

9.3.6 Sân trước bằng bê tông phải được thiết kế ở dạng tấm có khả năng chống thấm theo mặt chịu áp lực và tại các mối nối giữa các tấm và giữa sân trước với các kết cấu liền kề.

Đối với đập cấp III, IV có lớp đất nền ít biến dạng, có thể cho phép sân trước bằng bê tông không có lớp phủ chống thấm. Trong trường hợp này, độ dày của sân trước phải được xác định bằng gradient cột nước trung bình tới hạn cho bê tông $I_{cr,m} = 30$.

9.3.7 Sân trước có neo thường được sử dụng cho các đập nằm trên đất sét.

Đoạn cứng của sân trước có neo phải được thiết kế dưới dạng tấm bê tông cốt thép có chống thấm bằng dán hoặc đúc và với các cốt thép được neo vào trong kết cấu.

Đoạn mềm phải chịu được các biến dạng (trượt và lún) xảy ra tại điểm tiếp xúc với kết cấu neo, đồng thời đảm bảo khả năng chống thấm.

9.3.8 Đối với các loại sân trước, ngoại trừ loại bằng bê tông, phải được bảo vệ chống xói mòn bề mặt bằng cách gia cố bằng tấm bê tông hoặc bằng đá đổ.

9.3.9 Việc chuẩn bị nền cho sân trước cần được thực hiện như sau:

- Đối với sân trước làm bằng vật liệu địa phương trên nền đất cát và á cát của nền, nên đầm chặt bề mặt của nền; trong trường hợp đất nền là đất hạt thô (cuội sỏi), rải lớp cát chuyển tiếp có độ dày ít nhất 10 cm;

- Đối với sân trước bằng bê tông hoặc sân trước kiểu neo – cần đầm chặt bề mặt nền, thông thường

đạt độ chặt $\geq 0,95$ và đổ một lớp bê tông có độ dày 5-10 cm;

- Đối với sân trước làm bằng vật liệu nhựa đường hoặc polymer – nên rải một lớp đá dăm hoặc sỏi được tẩm bằng bitum, hoặc một lớp bê tông dày 5-10 cm.

9.3.10 Ở những vị trí sân trước tiếp giáp với đập, tường chắn, mố riêng biệt, tường cừ sân trước và các phần riêng biệt của sân trước với nhau, cần phải đặt các vật chắn nước theo các chỉ dẫn tại 6.2.3 đến 6.2.5. Khi chọn kết cấu vật chắn nước, nên tính đến các giá trị biến dạng cực trị của các kết cấu liền kề.

9.4 Màn cọc cừ

9.4.1 Khi chọn loại cừ (kim loại, bê tông cốt thép hoặc gỗ) phải căn cứ vào điều kiện địa chất công trình, cột nước tính toán và độ sâu cừ.

9.4.2 Chiều sâu đóng cừ cần lấy không nhỏ hơn 2,5 m còn chiều sâu cừ đóng vào tầng đất không thấm nước cũng không được nhỏ hơn 1 m.

Khi lớp cách nước nằm khá sâu dưới vùng hoạt động của dòng thấm hoặc phân bố không có quy luật, thì chiều sâu màn chống thấm cần căn cứ kết quả tính toán thấm.

9.4.3 Khi thiết kế đường viền dưới đất của đập, không được phép truyền tải trọng từ công trình xuống cừ chống thấm.

9.4.4 Cần dự kiến đóng cừ ở dưới đáy tấm móng đập về phía thượng lưu khi không có sân trước. Khi có luận chứng thỏa đáng, cho phép bố trí cừ dưới sân trước (kể cả dưới sân trước có neo).

Trường hợp nền là đất không dính, khi có sân trước hoặc khi chân khay thượng lưu của tấm móng cắm sâu vào tầng đất không thấm, và chân khay hạ lưu của tấm móng bảo đảm được độ ổn định thấm của nền, thì cho phép áp dụng sơ đồ đường viền dưới đất không có cừ.

9.4.5 Khi dùng cừ treo (đóng chưa tới tầng không thấm) trong đường viền dưới đất của đập, khoảng cách giữa hai hàng cừ kề nhau không được lấy nhỏ hơn tổng chiều sâu của chúng.

9.5 Chân khay và màn chống thấm

9.5.1 Để liên kết giữa đập và nền được tốt và để tránh dòng thấm tiếp giáp nguy hiểm, nên dự kiến làm chân khay thượng lưu, chân khay hạ lưu dưới đập.

Phải trù tính làm chân khay chống thấm sâu bằng bê tông hoặc bê tông cốt thép (tường ngăn trong những trường hợp do điều kiện địa chất công trình không có khả năng dùng cừ).

9.5.2 Giữa chân khay chống thấm sâu và tấm móng của đập nên dự kiến bố trí khe nối nhiệt - lún trong đó có vật chắn nước.

9.5.3 Trong nền cát hoặc đất hòn lớn (cuội, sỏi, đá dăm), khi dùng các kết cấu chống thấm khác để giảm tính thấm nước của nền không có hiệu quả, nên tính đến việc làm màn chống thấm hoặc tường ngăn chống thấm dưới dạng hào lấp đầy bằng bê tông hoặc đất sét ở phía thượng lưu của đập.

9.5.4 Chiều sâu của màn chống thấm và các đặc trưng thấm nước của nó nên được quyết định tùy thuộc vào cột nước đập, tính chất thấm và xói ngầm của đất nền, yêu cầu về giảm áp lực đáy ngược lên đế móng đập.

9.5.5 Chiều rộng của màn chống thấm t_c cần xác định từ điều kiện:

$$t_c \geq \Delta H_c \cdot \gamma_n / I_{cr,m}$$

trong đó:

ΔH_c - Tổn thất cột nước ở tiết diện màn đã cho;

$I_{cr,m}$ - Gradient cột nước tới hạn của màn.

γ_n - Hệ số tin cậy, xem 8.2.9.

9.5.6 Tùy thuộc loại đất nền, trị số gradient cột nước tới hạn của màn chống thấm được chọn như sau:

- Trong đất cát hạt nhỏ: $I_{cr,m} = 4$;
- Trong đất cát hạt thô và vừa: $I_{cr,m} = 5$;
- Trong cuội sỏi: $I_{cr,m} = 6$;

9.6 Vật tiêu nước

9.6.1 Đối với những đập trên nền đất loại sét cứng như nền đất loại cát, khi mà sân trước hoặc vật ngăn chống thấm thẳng đứng chưa đủ bảo đảm ổn định của đập, thì cần bố trí vật tiêu nước nằm ngang.

Vật tiêu nước nằm ngang làm bằng các vật liệu hạt lớn và được bảo vệ chống bồi tắc bằng các tầng lọc ngược.

9.6.2 Số các lớp lọc ngược và thành phần hạt cần được quy định theo các yêu cầu trong tiêu chuẩn thiết kế đập đất bằng phương pháp đầm nén TCVN 8216.

Bề dày của các lớp tiêu nước nằm ngang phải được quy định có xét đến các đặc tính cấu tạo của đập và các điều kiện thi công, nhưng không được nhỏ hơn 20 cm.

9.6.3 Cần dự tính dẫn nước ra khỏi vật tiêu nước nằm ngang vào vật tiêu nước của bể tiêu năng, hoặc dẫn trực tiếp bằng hệ thống tiêu nước đi qua thân đập, qua mố tiếp giáp hoặc mố phân cách xuống hạ lưu. Lỗ thoát nước ra của hệ thống tiêu nước phải bố trí ở chỗ có chế độ dòng chảy êm và phải đặt dưới mực nước hạ lưu thấp nhất.

9.7 Tính toán về độ bền và ổn định của đập

9.7.1 Tính toán độ bền và ổn định của đập trên nền không phải đá phải được thực hiện theo các hướng dẫn của điều 8 và phần này.

9.7.2 Các giá trị của ứng suất tiếp xúc dọc theo đế của đập trên nền không phải đá, tiêu chí và phương pháp xác định cường độ của nền phải được xác định phù hợp với các yêu cầu của TCVN 4253 và trong phần này.

Trong trường hợp thi công riêng rẽ các trụ pin, trụ biên và bản móng của đập trên nền cát, phản lực nền của kết cấu đã thi công hoàn chỉnh phải được xác định có tính đến trình tự thi công và khả năng chịu tải của kết cấu.

Đối với nền của đập làm bằng đất pha sét, ứng suất tiếp xúc cần được xác định có tính đến việc phân bố lại theo thời gian do đất bị nén và cố kết thắm.

9.7.3 Việc tính toán các đập cấp đặc biệt và cấp I về độ bền chung phải được tiến hành như đối với các kết cấu không gian trên nền đàn hồi bằng phương pháp cơ học kết cấu hoặc lý thuyết đàn hồi, có xét đến sự phân bố lại các ứng lực do sự hình thành các khe nứt trong kết cấu và biến dạng của đất nền.

Khi tính toán sơ bộ cho đập cấp đặc biệt, cấp I và trong tất cả các trường hợp tính toán đập cấp II, III và IV cho phép tiến hành tính toán riêng rẽ theo mặt cắt ngang (dọc theo chiều dòng chảy) và dọc (vuông góc với dòng chảy) theo các yêu cầu của 9.7.5 và 9.8.1.

9.7.4 Trong trường hợp khi sơ đồ tính toán độ bền chung của đập không tính đến tính năng hoạt động của các bộ phận riêng lẻ (tấm móng, mố, đập tràn, v.v.) và việc áp dụng tải trọng cục bộ cho chúng không được tính đến trong sơ đồ tính toán độ bền chung của đập, các yếu tố này nên bổ sung vào khi tính toán độ bền cục bộ. Cần xác định lực tính toán, ứng suất và số lượng thanh cốt thép trong các phần khác nhau của đập có tính đến kết quả tính toán của cả độ bền chung của phần đập và độ bền cục bộ của từng bộ phận.

9.7.5 Tính toán độ bền chung của đập phải được thực hiện theo cả hai chiều dọc và ngang.

9.8 Tính toán sân trước có neo

9.8.1 Phải xác định sự phân bố lực gây trượt ngang toàn phần giữa sân trước có neo vào đập, không phụ thuộc vào loại đất nền, có xét đến biến dạng đàn hồi của đất ở nền sân trước và đập và sự kéo cốt thép của sân trước theo phương pháp hệ số trượt và lớp đàn hồi có chiều sâu hữu hạn. Phương pháp hệ số trượt dùng để xác định lực truyền cho sân trước có neo, khi mà trên toàn bộ chiều dài của sân trước không tồn tại trạng thái cân bằng giới hạn, tức là ứng với điều kiện:

$$\tau_{max} < \tau_{lim} = P_{ua} \cdot tg\varphi + c$$

trong đó:

τ_{max} - Ứng suất tiếp lớn nhất dưới sân trước;

τ_{lim} - Ứng suất tiếp dưới sân trước ứng với trạng thái cân bằng giới hạn;

P_{ua} - Cường độ áp lực thẳng đứng tác động lên sân trước;

φ và c - Lần lượt là trị số tính toán của góc ma sát trong và lực dính của đất nền;

Trong tính toán cho phép lấy $\tau_{max} = 0,8 \tau_{lim}$

9.8.2 Cần phải tính đến trị số lực nằm ngang do sân trước chịu khi kiểm tra độ ổn định của đập về trượt, khi xác định giá trị tính toán của cường độ giới hạn tổng quát.

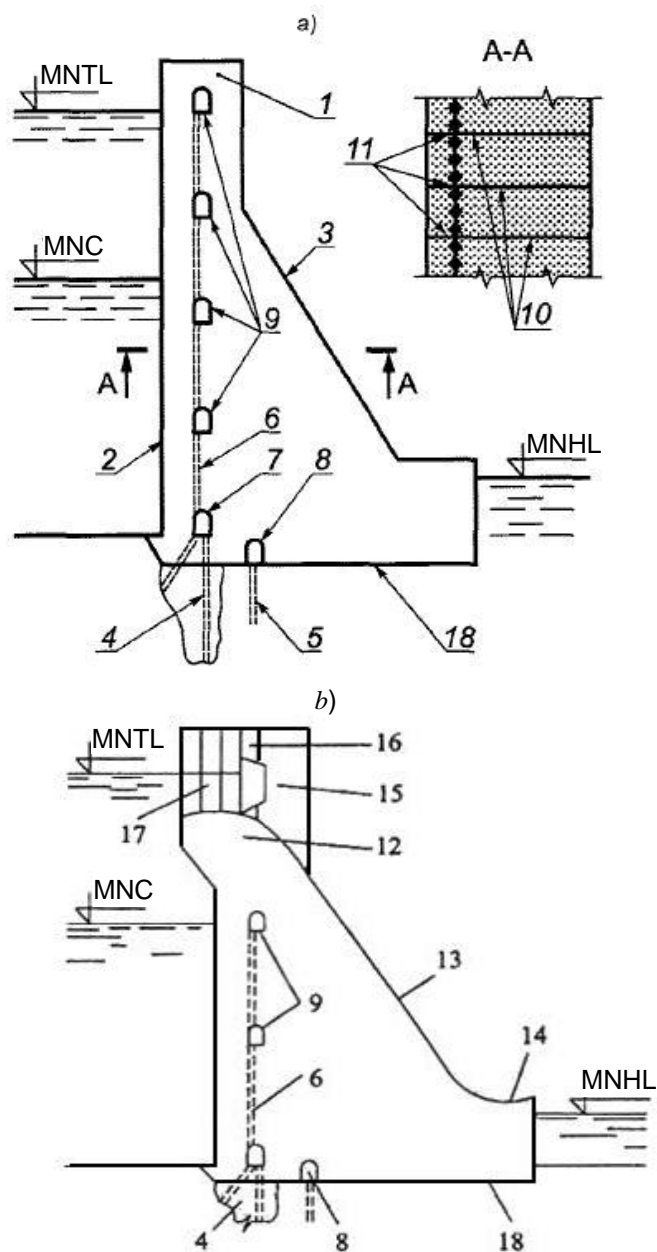
10 Đập trọng lực trên nền đá

10.1 Kết cấu đập và các bộ phận của đập

10.1.1 Thiết kế các đập trọng lực và các bộ phận của đập trên nền đá cần phải thực hiện theo các yêu cầu của điều 7 và các hướng dẫn của điều khoản này.

10.1.2 Mặt cắt ngang ban đầu của đập trọng lực phải có dạng tam giác với đỉnh xuất phát ở điểm mực nước dâng bình thường.

10.1.3 Khi thiết kế đập trọng lực trên nền đá (Hình 9), nên xem xét tính khả thi về mặt kỹ thuật và tính khả thi về kinh tế của việc sử dụng đập trọng lực khối lớn với các khe rỗng (Hình 1b).



CHÚ DẪN: a – Đập chắn; b - Đập tràn;

1 – Đỉnh; 2 – Mặt áp lực; 3 – Mặt hạ lưu; 4 - Màn chống thấm (thường là xi măng); 5 – Lỗ thoát nước nền; 6 – Lỗ thoát nước thân đập; 7 – Hành lang phun xi măng; 8 – Hành lang thoát nước; 9 – Hành lang quan trắc; 10 – Khe nối; 11 – Vật chắn nước; 12 - Đỉnh đập tràn; 13 - Mặt đập tràn; 14 – Mũi phóng; 15 – Mố trung gian đập tràn; 16 – Khe van chính; 17 – Khe van sửa chữa (sửa chữa- sự cố); 18 – Đế móng

Hình 9 Các bộ phận và thành phần riêng biệt của đập trọng lực trên nền đá

Trong các đập có khe nối mở rộng, chiều rộng khe không vượt quá một nửa chiều rộng của phân đoạn đập.

Đối với các đập trọng lực khối lớn, nên xem xét sử dụng bê tông tông nghèo chất kết dính hoặc bê tông chất kết dính trung bình cho các khu vực bên trong, bao gồm cả bê tông đầm lặn. Độ chống thấm và độ bền của đập như vậy được đảm bảo bằng cách có thể bố trí từ phía thượng lưu một lớp bê tông đầm rung. Từ phía hạ lưu, vùng bê tông nghèo chất kết dính được bảo vệ bởi một lớp bê tông đầm rung hoặc bằng cách lắp đặt các khối bê tông đúc sẵn có hình dạng đặc biệt. Việc sử dụng bê tông nghèo chất kết dính ở những khu vực có khí hậu khắc nghiệt giúp kiểm soát việc làm mát hỗn hợp bê tông dễ dàng hơn.

10.1.4 Khi áp dụng công nghệ bê tông đầm lặn để xây dựng đập tràn trọng lực, nên đánh giá tính khả thi của việc bố trí mặt hạ lưu của đập dưới dạng mặt bậc thang (đập tràn mặt bậc). Chiều cao của các bậc nên được chọn dưới dạng nhiều lớp bê tông đầm lặn 1-3 lớp với độ dày của mỗi lớp 25-50 cm.

Bề mặt đập tràn của đập tràn mặt bậc phải được làm bằng bê tông đầm rung hoặc sử dụng các thành phần bê tông cốt thép đúc sẵn.

10.1.5 Không cho phép xả tràn qua đỉnh đập chắn (đập không tràn).

10.1.6 Đối với đập mà có điều kiện $l_{ch}/h \leq 5$ (trong đó l_{ch} chiều rộng của tuyến đập ở cao trình đỉnh đập, h là chiều cao của đập), nên so sánh lựa chọn việc sử dụng các đập có khe nhiệt độ lâu dài (đập chia khối) với có khe một phần hoặc hoàn toàn hoặc không có khe (đập không chia khối).

10.1.7 Để tăng khả năng kháng chấn của đập trọng lực bê tông, nên dự kiến những vấn đề sau:

- Mở rộng mặt cắt ngang của đập ở phần dưới;
- Giảm nhẹ phần trên cao của các kết cấu đập (khoét rỗng, hình hộp, trụ chống, v.v.);
- Lợi dụng địa hình tuyến đập để chia cắt kết cấu thành các phần theo bố trí hình nêm;
- Gia cố cốt thép thân đập;
- Nên xem xét khả năng nén trước vùng mặt áp lực bằng các neo dự ứng lực.

10.1.8 Để giảm áp lực thấm ở nền đập, phải bố trí vật thoát nước ở nền đập trọng lực.

10.1.9 Trong các trường hợp khi nền đập gồm những lớp đá dễ thấm nước (hệ số thấm $k \geq 0,1$ m/ngày đêm) thì trong đường viền dưới đất của đập phải bố trí các thiết bị chống thấm (màn xi măng, sân trước) và thiết bị tiêu nước. Khi đó khoảng cách từ mặt chịu áp của đập đến trục của màn xi măng phải từ 0,10 đến 0,25 b (trong đó b là chiều rộng đế đập) nếu như đường viền dưới đất của đập chỉ bao gồm màn xi măng và thiết bị tiêu nước.

Trong mọi trường hợp, khoảng cách giữa các lỗ khoan tiêu nước tại vị trí đáy đập đến lỗ khoan phun chống thấm phải lớn hơn bán kính phun xi măng và không nhỏ hơn 4m.

Để cải thiện trạng thái ứng suất của vùng tiếp xúc đập và nền, nên xem xét tính khả thi của việc bố trí một màn xi măng bên ngoài, với sân trước bằng bê tông. Việc ghép sân trước với phía áp lực của đập phải được thực hiện theo 9.3.10.

Trong trường hợp khi nền đập không thấm nước hoặc ít thấm ($K < 0,1$ m/ngày đêm) thì nên xem xét bỏ màn xi măng, trong trường hợp này vị trí của hệ thống thoát nước nền cần được chứng minh bằng các nghiên cứu thấm.

Gradient cột nước trung bình tới hạn trong màn khoan phun $I_{cr,m}$, phụ thuộc vào lượng mất nước đơn vị bên trong màn q_c , phải lấy như sau:

Lượng mất nước đơn vị của màn q_c (l/ph.m)	Gradient cột nước trung bình tới hạn của màn $I_{cr,m}$
<0,02	35
0,02-0,05	25
>0,05	15

Trong trường hợp màn (một mình hoặc kết hợp với các thiết bị không thấm nước khác) đồng thời bảo vệ đất hòa tan chứa trong lớp nền khỏi bị rửa trôi, thì độ mất nước đơn vị cho phép phải được luận chứng bằng các tính toán hoặc nghiên cứu thực nghiệm.

Độ thấm của màn chống thấm phải nhỏ hơn độ thấm của đất nền ít nhất 10 lần.

Chiều sâu màn chống thấm cần được xác định bằng tính toán thấm và cắm sâu vào tầng không thấm hoặc ít thấm khoảng từ 3m - 5m. Trong trường hợp tầng không thấm ở rất sâu hoặc không có thì chiều sâu của màn chống thấm được xác định bằng tính toán thấm và thông thường được lựa chọn trong khoảng từ 0,3H đến 0,7H (H: cột nước thiết kế).

10.1.10 Độ sâu xử lý lấp đầy của các đứt gãy lớn trong nền đá phải được xác định từ kết quả tính toán trạng thái ứng suất của đập cùng với nền móng không đồng nhất từ điều kiện đảm bảo độ bền và độ ổn định của đập trọng lực bê tông.

10.1.11 Việc thiết kế các đập trọng lực trên nền nửa đá được thực hiện giống như các đập trên nền đá; trong tính toán của các đập như vậy, cần sử dụng các đặc tính tương ứng của nền nửa đá.

10.1.12 Sơ đồ cơ bản nối tiếp thượng hạ lưu của đập tràn trọng lực thuộc mọi cấp tùy thuộc vào chiều cao của công trình và chiều dài của tuyến đập, lấy theo Bảng 10.

Bảng 10 - Sơ đồ nối tiếp hạ lưu

Chiều dài tương đối của tuyến tràn	Chiều cao đập	Sơ đồ nối tiếp thượng hạ lưu
$l_{ch}/h > 3$	Tới 40 m	- Nước nhảy đáy - Nước nhảy mặt không ngập (*)
	Trên 40 m	- Hắt dòng chảy bằng mũi phun
$l_{ch}/h \leq 3$	Bất kỳ	- Nước nhảy đáy

Chiều dài tương đối của tuyến tràn	Chiều cao đập	Sơ đồ nối tiếp thượng hạ lưu
CHÚ THÍCH: (*) Khi có luận chứng về mặt thủy lực, cho phép nối tiếp thượng hạ lưu bằng nước nhảy mặt không ngập đối với đập cao hơn 40m.		

10.1.13 Thiết kế nối tiếp hạ lưu của đập tràn xả mặt hoặc tràn xả sâu nên được tính đến sự phụ thuộc vào các điều kiện cho việc xả nước cũng như vật nổi.

Các giải pháp nối tiếp hạ lưu của đập tràn trọng lực: phóng xa bằng mũi phun, nước nhảy đáy hoặc nhảy mặt được thực hiện tùy thuộc vào chiều cao của công trình, chiều rộng của tuyến đập, tổng lưu lượng xả và tỷ lưu, phạm vi dao động của mực nước hạ lưu, sự bố trí của hệ thống thủy lợi đầu mối và kích thước lòng sông hoặc nhà máy thủy điện sau đập, âu thuyền, hoặc công trình khác, đặc điểm của đất tại đáy và bờ trong lòng dẫn hạ lưu.

10.1.14 Trong trường hợp lưu lượng dòng chảy được hiệu chỉnh sau này vượt quá đáng kể so với tính toán cơ bản ban đầu của đầu mối thủy lợi, nên bổ sung các đập tràn sự cố, tự động làm việc ở mực nước nhất định ở thượng lưu. Về mặt kết cấu, đập tràn sự cố nên được làm ở dạng đập tràn không kiểm soát (không có cửa van), tràn có cửa mở tự động khi mực nước đến mức giới hạn hoặc tràn ở dạng dễ phá (xói, cuốn trôi khi nước tràn qua đỉnh).

10.1.15 Khi nối tiếp với hạ lưu bằng nhảy đáy, nên sử dụng bể tiêu năng, tường tiêu năng để tiêu năng, nếu cần thiết kết hợp với thiết bị tiêu năng được lắp đặt trên mặt bể. Nếu vận tốc dòng chảy trong mặt cắt co hẹp hơn 25-30 m/s, nên cung cấp khí cho vùng đáy của dòng chảy và phủ lớp đáy bể tiêu năng bằng bê tông chống xâm thực.

Để giảm chiều dày của bản đáy bể tiêu năng cần dự kiến:

- Neo tấm móng tiêu năng vào nền - bất kể chiều cao của đập;
- Bố trí lỗ thoát nước trong các tấm cho đập cao đến 25 m, và luận chứng thủy lực, khi các đập cao đến 40 m, có tính đến các yêu cầu tại 9.1.16 và 9.6.2;
- Mở rộng tấm bể tiêu năng theo dạng hình trụ ra các tường - trụ bên (đối với lòng dẫn hẹp).

10.2 Tính toán độ bền và ổn định đập

10.2.1 Khi tính toán độ bền, ổn định và độ bền nứt của đập và các bộ phận của nó, cũng như khi tính toán độ mở rộng các khe nứt các kết cấu bê tông cốt thép của đập phải tuân theo các yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công TCVN 4116, tiêu chuẩn thiết kế nền các công trình thủy công TCVN 4253, điều 8 và các hướng dẫn của phần này.

10.2.2 Tính toán độ bền của đập của cấp II, III và IV, cũng như tính toán trong thiết kế cơ sở cho đập của cấp đặc biệt và cấp I, được phép thực hiện các phương pháp cơ học kết cấu đơn giản (phương pháp sức bền vật liệu).

10.2.3 Tính toán độ bền và độ ổn định các đập trọng lực có kết cấu phân chia thành các khe nối phẳng ngang không đổi nên được thực hiện theo sơ đồ của bài toán không gian của lý thuyết đàn hồi cho

một phân đoạn. Trạng thái ứng suất của đập phải được xác định cho từng loại mặt cắt (không tràn, đập tràn, trạm thủy điện), có tính đến các chi tiết cụ thể của công trình và tải trọng tĩnh. Sơ đồ cơ bản để tính toán độ bền và sự ổn định cho các đập trọng lực không phân chia là toàn bộ công trình, cùng với nền và vai bờ. Các tính toán được thực hiện bằng các phương pháp của lý thuyết đàn hồi của bài toán không gian.

10.2.4 Tính toán độ bền chung của đập trọng lực bê tông được thực hiện theo hai giai đoạn.

Ở giai đoạn đầu, trong các tính toán được thực hiện bằng phương pháp gần đúng (dựa trên sức bền của vật liệu), các yếu tố sau đây của tổ hợp cơ bản của tải trọng được tính đến:

- Trọng lượng bản thân công trình;
- Áp lực nước ở mặt thượng lưu và mặt hạ lưu của đập tại MNDBT của thượng lưu và mức tối thiểu của hạ lưu với các thiết bị thoát nước và chống thấm hoạt động bình thường;
- Áp lực thủy động lên đáy đập xác định theo 7.15c, sử dụng số liệu Bảng 6;

Trong các tính toán này, lấy hệ số $\alpha_{2,d} = 0$.

Nhiệm vụ tính toán giai đoạn đầu là xác định mặt cắt của đập đáp ứng các điều kiện về độ bền chung theo Bảng 10a. Trong đó γ_n , γ_{lc} và γ_{cd} , và là các hệ số được xác định theo 8.2.9 và 8.2.10;

σ_3 - Ứng suất chính nén lớn nhất, Mpa;

$R_{b\tau}$ - Cường độ chịu nén tính toán của bê tông, tương ứng với thời gian đưa công trình chịu tải thời kỳ vận hành, Mpa;

σ_y^u - Ứng suất pháp trên mặt cắt nằm ngang tại mép thượng lưu đập;

σ_c^u - Ứng suất pháp tác dụng lên mặt đáy móng của đập tại mép thượng lưu đập;

γ_w - Trọng lượng riêng của nước;

H_d^u - Cột nước tính toán lên mặt thượng lưu;

Kết quả của tính toán giai đoạn đầu tiên là xác định được mặt cắt tối thiểu của đập (khối lượng).

Ở giai đoạn tính toán thứ hai, mặt cắt của đập, được xác định theo tính toán của giai đoạn đầu tiên, được kiểm tra độ bền tổng thể khi tính toán kết cấu đối với thành phần đầy đủ của tải trọng và các tác động phù hợp với hướng dẫn tại 8.2.2 đến 8.3.1 và tại 10.2.5 đến 10.2.9. Dựa trên kết quả của những tính toán này, mặt cắt của đập giai đoạn đầu có thể được điều chỉnh, bao gồm cả việc tăng khối lượng của kết cấu.

Bảng 10a - Điều kiện về độ bền chung khi tính toán giai đoạn đầu tiên của đập trọng lực

Bộ phận của đập	
Tại tất cả các điểm trên thân đập và cho tất cả các kiểu đập	
$\gamma_n \gamma_{lc} \sigma_3 \leq \gamma_{cd} R_{b\tau}$	
Mặt cắt nằm ngang ở thân đập	Mặt cắt tiếp xúc với nền đập
$ \sigma_y^u \geq 0,25 \gamma_w H_d^u$	$\sigma_c^u < 0$
CHÚ THÍCH: Khi kiểm tra độ bền ở mặt hạ lưu, cho phép lấy giá trị trung bình σ_3 của một vùng có chiều rộng 4,0 m trên mặt cắt ngang tính toán	

10.2.5 Tính toán độ bền chung của đập bê tông trọng lực ở giai đoạn thứ hai được thực hiện cho toàn bộ thành phần tải trọng và tác dụng của các tổ hợp cơ bản và đặc biệt phù hợp với 7.2 đến 7.4.

Tác động của nhiệt độ bao gồm tác động trong thời kỳ xây dựng, thời kỳ chuyển sang chế độ vận hành liên tục và chế độ nhiệt độ trong thời gian vận hành liên tục;

Lực tác động của nước thấm trong thân đập và nền được lấy dưới dạng lực thể tích và lực bề mặt phù hợp với 7.13;

Tác động của động đất xác định theo quy định tại 7.2 và 7.3.

Khi chứng minh thành phần đầy đủ của tải trọng và tác dụng của thời gian vận hành đối với tổ hợp cơ bản, cho phép bao gồm cả ảnh hưởng của sự trương nở bê tông trên mặt thượng lưu của đập.

10.2.6 Tính toán độ bền chung của đập cho toàn bộ thành phần của tải trọng và tác động được thực hiện:

a) Trong thời gian đầu vận hành kết cấu đã xây dựng, khi chưa xảy ra quá trình giảm nhiệt đến nhiệt độ vận hành trung bình hàng năm;

b) Trong thời gian hoạt động ổn định của kết cấu, khi nhiệt độ đã hoàn toàn giảm xuống nhiệt độ trung bình hàng năm.

10.2.7 Kiểm tra các điều kiện độ bền chung của đập trong cả hai trường hợp được thực hiện thông thường cho các thời điểm đặc trưng do chế độ tích đầy nước và hạ thấp mực nước của hồ chứa.

10.2.8 Tính toán của đập đối với thành phần đầy đủ của tải trọng và tác dụng của thời kỳ hoạt động được thực hiện theo phương pháp lý thuyết đàn hồi, có tính đến khả năng mở các mối nối phân khối xây dựng (nằm ngang) ở mặt thượng lưu của đập, bao gồm phần mặt cắt tiếp xúc với nền phù hợp với hướng dẫn tại 8.2.5 đến 8.2.7.

10.2.9 Ứng suất và nội lực phát sinh trong kết cấu chịu ảnh hưởng của địa chấn được xác định trong tổ hợp tải trọng cơ bản và đặc biệt. Trong các tính toán về trạng thái ứng suất-biến dạng của đập có tính đến ảnh hưởng của địa chấn, nên sử dụng các phương án thiết kế, thông thường, tương ứng với các phương án tính toán kết cấu đối với tải trọng và tác dụng của tổ hợp cơ bản.

10.2.10 Các điều kiện về độ bền chung của đập trọng lực, được tính toán cho toàn bộ thành phần của tải trọng và tác dụng của thời kỳ vận hành, được lấy theo Bảng 9b, trong đó các giá trị giới hạn của độ sâu mở của các khe nối và vết nứt trên mặt thượng lưu của đập được chỉ định trong Bảng 9b:

l_t - độ sâu mở khe nối và vết nứt trên các mặt cắt nằm ngang ở thân đập và ở mặt cắt tiếp xúc với nền phía thượng lưu của đập (m);

γ_n, γ_c và γ_{cd} , là các hệ số được xác định theo 8.2.9;

σ_3 - Ứng suất chính nén lớn nhất (Mpa);

R_{bt} - Cường độ chịu nén tính toán của bê tông (Mpa).

b - Chiều rộng của đập ở chân (m);

b_d - Chiều rộng của mặt cắt ngang tính toán (m);

b_h - Chiều dày của phần đầu có khe nối mở rộng dọc theo phần cuối (m);

a_1 - Khoảng cách từ mặt thượng lưu đến lỗ thoát nước của thân đập (m);

a_2 - Khoảng cách từ mặt thượng lưu của đập đến trục của màn xi măng (m);

a_3 - Khoảng cách từ mặt thượng lưu của đập đến hàng lỗ thoát nước đầu tiên ở nền (m);

$\eta = 4(t_1 / t - 1/2)^2$ - Hệ số không thứ nguyên, giá trị của hệ số này đối với đập trọng lực nguyên

khối là 1,0;

t - Kích thước mặt cắt theo phương của tim đập (m);

t_1 - Chiều dày thành của các phần trong khe mở rộng (chiều dày của bản chống) (m).

Tiêu chí độ bền của đập bê tông tính với SEE được lấy theo Bảng 10b (đối với trường hợp tính toán kết cấu cho các tổ hợp tải trọng và tác động đặc biệt, bao gồm cả tác động địa chấn). Theo các tiêu chí này, đập phải chịu tác động của SEE mà không có nguy cơ phá hủy mặt áp lực. Trong trường hợp này, có thể cho phép các hư hỏng khác của đập và nền, làm gián đoạn hoạt động bình thường của kết cấu.

Chú thích - Trong các điều kiện về độ bền của đập (bảng 9a, 9b, 9c, 9d), ứng suất lấy theo mô đun là nén.

Bảng 10b Điều kiện đối với độ bền chung của đập trọng lực, được tính toán theo phương pháp lý thuyết đàn hồi đối với các thành phần đầy đủ của tải trọng và tác dụng của thời kỳ vận hành

Tổ hợp tải trọng và tác động	Bộ phận của đập	
	Các điểm trên thân đập cho tất cả các kiểu đập $\gamma_n \gamma_{lc} \sigma_3 \leq \gamma_{cd} R_{bt} \text{ 1)}$	
	Mặt cắt ngang thân đập	Mặt cắt tiếp xúc với nền đập
Cơ bản	$l_t \leq \eta \cdot \min \left\{ \frac{0,33a_1}{0,10b_d} \right\}$	$l_t \leq \eta \cdot \min \left\{ \frac{0,35a_2}{0,11b} \text{ 2)} \right\}$
Đặc biệt không kể động đất	$l_t \leq \eta \cdot \min \left\{ \frac{0,35a_1}{0,11b_d} \right\}$	$l_t \leq \eta \cdot \min \left\{ \frac{0,37a_2}{0,12b} \right\}$
Đặc biệt với động đất SEE	$l_t \leq 0,20\eta b_d \text{ 3)}$	$l_t \leq 0,20\eta b$

CHÚ THÍCH 1: Khi kiểm tra độ bền ở mặt hạ lưu, cho phép lấy giá trị trung bình σ_3 trên một vùng có chiều rộng 4,0 m trên mặt cắt ngang tính toán.

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp đường viền dưới đất của đập không có màn xi măng, thì a_2 được thay bằng a_3 đối với đập không có khe rỗng và b_h đối với đập có khe rỗng.

CHÚ THÍCH 3: Nếu điều kiện này không được đáp ứng, độ bền tổng thể của đập khối lớn phải theo hướng dẫn tại điều 10.2.14.

10.2.11 Trong trường hợp khu vực xây dựng đập có biên độ dao động nhiệt độ không khí theo mùa không vượt quá 17 ° C, tính toán độ bền cho đập cấp III, IV có thể được thực hiện bằng phương pháp gần đúng (phương pháp sức bền vật liệu). Trong các tính toán như vậy, các tác động nhiệt độ được

loại trừ, các tác động địa chấn được tính đến theo quy định của QCVN 04-05 và tác động lực của việc thấm nước được tính đến dưới dạng lực áp lực ngược tác dụng tại mặt tiếp xúc đáy đập với nền.

10.2.12 Các điều kiện về độ bền chung của đập trọng lực, được tính bằng phương pháp gần đúng (dựa trên sức bền vật liệu), được lấy theo Bảng 10c, trong đó $\gamma_n, \gamma_{lc}, \gamma_{cd}, \sigma_3, R_{b\tau}, b, b_d, l_t$ xem 10.2.10;

σ_y^u - Ứng suất pháp trên mặt cắt nằm ngang tại mép thượng lưu;

σ_c^u - Ứng suất pháp tác dụng lên phần tiếp xúc với nền phía thượng lưu;

γ_w - Trọng lượng riêng của nước;

H_d^u - Cột nước tính toán lên mặt thượng lưu;

Bảng 10c - Điều kiện độ bền chung của đập trọng lực tính toán theo phương pháp đơn giản (sức bền vật liệu) chịu tải trọng và tác động thời kỳ vận hành.

Tổ hợp tải trọng và tác động	Bộ phận của đập	
Cơ bản và đặc biệt	Tất cả các điểm trong thân đập và tất cả các kiểu đập $\gamma_n \gamma_{lc} \sigma_3 \leq \gamma_{cd} R_{b\tau} \quad 1)$	
	Mặt cắt ngang của đập	Mặt cắt tiếp xúc với nền
Cơ bản	$ \sigma_y^u \geq 0,25 \gamma_w H_d^u$	$\sigma_c^u < 0$
Đặc biệt, không có động đất	$\sigma_y^u < 0$	$\sigma_c^u < 0$
Đặc biệt với động đất SEE	$l_t \leq 0,20 \eta b_d \quad 2)$	$l_t \leq 0,20 \eta b$

CHÚ THÍCH 1: Khi kiểm tra độ bền ở mặt hạ lưu, cho phép lấy giá trị σ_3 trung bình trên mặt cắt ngang rộng 4,0m
CHÚ THÍCH 2: Nếu điều kiện này không được đáp ứng, độ bền chung của đập khối lớn phải theo hướng dẫn tại 10.2.14.

10.2.13 Các tính toán của đập đối với thành phần đầy đủ của tải trọng và tác động của thời kỳ vận hành theo phương pháp lý thuyết đàn hồi cũng có thể được thực hiện theo sơ đồ thiết kế đơn giản với việc chỉ mở các mối nối thi công ở mặt hạ lưu của đập. Trong trường hợp này, vật liệu ở mặt thượng lưu của đập và ở nền đập được giả định là nguyên khối, và khả năng mở các khe nối ở mặt thượng lưu của đập, bao gồm cả phần tiếp xúc, được tính gián tiếp. tính đến tiêu chí độ bền bằng cách ấn định độ sâu giới hạn tương ứng của vùng chịu kéo.

Các điều kiện về độ bền chung của đập trọng lực, được tính toán theo sơ đồ chỉ mở các mối nối xây dựng ở mặt hạ lưu của đập, được lấy theo Bảng 10d, trong đó $\gamma_n, \gamma_{lc}, \gamma_{cd}, \sigma_3, R_{b\tau}, b, b_d, b_b, t, t1, a1, a2, a3, \eta$ xem 10.2.10;

d_1 - độ sâu của vùng kéo trong các mặt cắt ngang của đập và trong mặt cắt tiếp xúc, được xác định đối với kết cấu nguyên khối.

Bảng 10d - Điều kiện độ bền chung của đập trọng lực, tính theo phương pháp lý thuyết đàn hồi theo sơ đồ chỉ mở các khe nối thi công ở mặt hạ lưu của đập.

Tổ hợp tải trọng và tác động	Bộ phận của đập	
Cơ bản và đặc biệt	Tất cả các điểm trong thân đập cho tất cả kiểu đập $\gamma_n \gamma_{lc} \sigma_3 \leq \gamma_{cd} R_{bt} \quad 1)$	
	Mặt cắt ngang thân đập	Mặt cắt tiếp xúc với nền
Cơ bản	$d_t \leq \eta \cdot \min \begin{cases} 0,30a_1 \\ 0,09b_d \end{cases}$	$d_t \leq \eta \cdot \min \begin{cases} 0,33a_2^{2)} \\ 0,10b \end{cases}$
Đặc biệt không kể động đất	$d_t \leq \eta \cdot \min \begin{cases} 0,33a_1 \\ 0,10b_d \end{cases}$	$d_t \leq \eta \cdot \min \begin{cases} 0,35a_2 \\ 0,11b \end{cases}$
Đặc biệt với lực động đất SEE	$d_t \leq 0,20b_d \quad 3)$	$d_t \leq 0,133b$
<p>CHÚ THÍCH 1: Khi kiểm tra độ bền ở mặt hạ lưu, cho phép lấy giá trị σ_3 trung bình trên khu vực rộng 4,0m của mặt cắt ngang.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp đường viền dưới đất của đập không có màn chắn xi măng thì a_2 được lấy thay thế là a_3 đối với đập không có khe mở rộng và b_i đối với đập có khe mở rộng.</p> <p>CHÚ THÍCH 3: Nếu điều kiện này không được đáp ứng, độ bền chung của đập khối lớn phải theo hướng dẫn tại 10.2.14.</p>		

10.2.14 Trong trường hợp khi tính toán độ bền chung của đập trọng lực cho các tổ hợp tải trọng đặc biệt, bao gồm cả tác động của địa chấn, thì độ sâu mở khe nối và vết nứt trên mặt thượng lưu của thân đập l_t vượt quá giá trị giới hạn bằng $0.32b_d$, trường hợp này, mặt thượng lưu của đập cần được gia cố cốt thép, coi phần thân đập là bê tông cốt thép với sự đảm bảo cường độ bê tông trong vùng nén theo điều kiện:

$$\gamma_n \gamma_{lc} |\sigma_3| \leq \gamma_{cd} R_{bt}$$

Để giảm bớt trạng thái ứng suất của đập trong các tác động địa chấn và để giảm lượng gia cố cốt thép ở mặt thượng lưu của đập, nên dự kiến các giải pháp kết cấu, bao gồm giảm khối lượng của phần đầu đập (phần đập trên cao).

10.2.15 Khi tính toán độ bền của đỉnh đầu của các đoạn đập trọng lực khe rỗng, không phụ thuộc vào chiều cao của đập, tại tất cả các điểm của đầu đập phải đáp ứng các điều kiện về độ bền:

$$\gamma_n \gamma_{lc} \sigma_z \leq \gamma_{cd} R_{bt},$$

$$\gamma_n \gamma_{lc} |\sigma_z| \leq \gamma_{cd} R_{bt},$$

σ_z - Ứng suất pháp tác dụng theo mặt cắt thẳng đứng vuông góc với trục đập;

$\gamma_n, \gamma_c, \gamma_{cd}$ - Hệ số theo 8.12;

$R_{b1\tau}, R_{b\tau}$ - Cường độ chịu kéo và nén tính toán của bê tông tương ứng phải đạt được tại thời điểm kết cấu chịu lực.

Ở những khu vực của đầu chịu kéo theo phương của trục đập, được phép lắp đặt cốt thép.

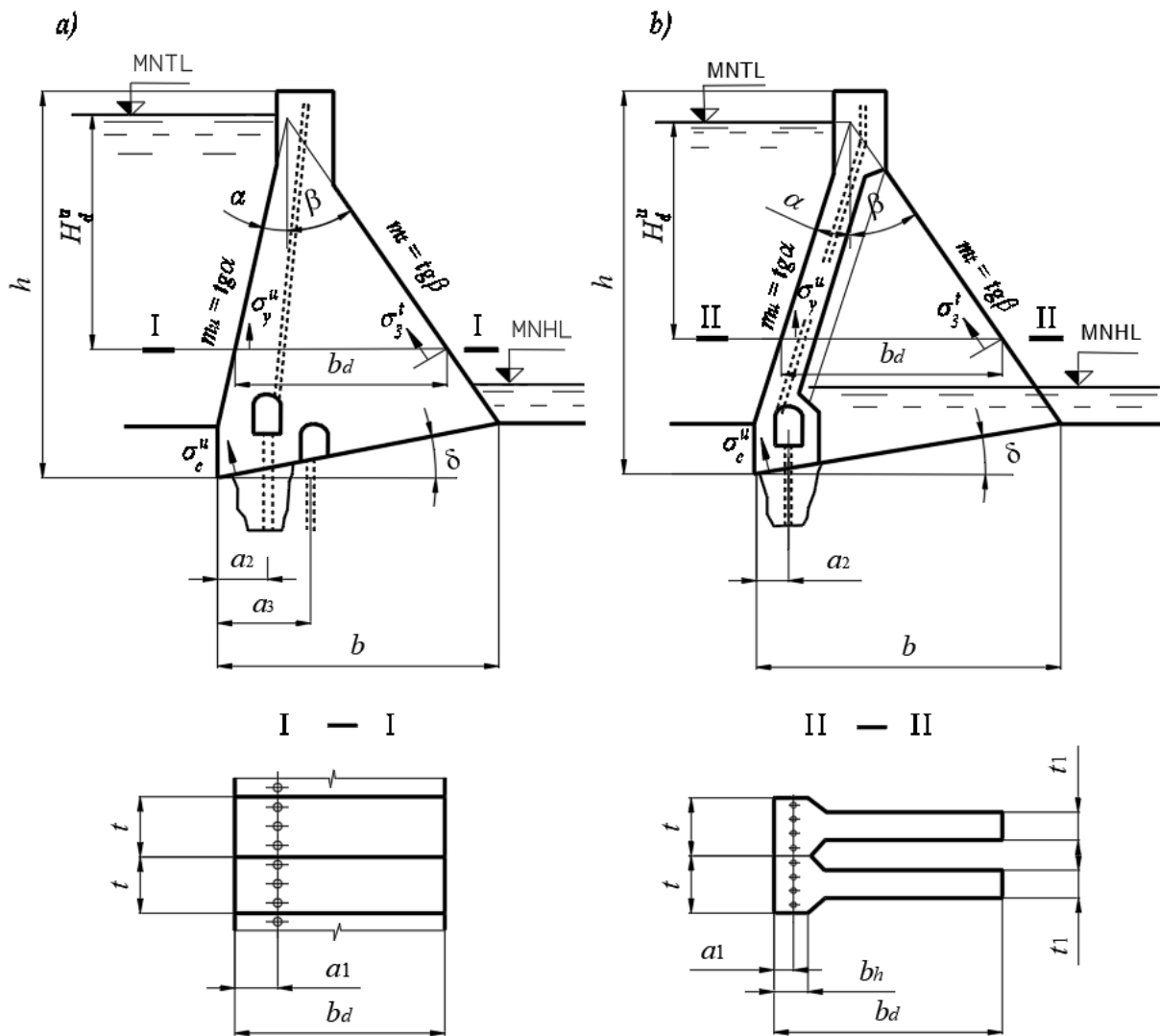
10.2.16 Ứng suất cục bộ trong thân đập xung quanh các lỗ, khe hở và lỗ hỏng được xác định bằng các tính toán.

Giá trị ứng suất tập trung trong các góc đầu vào của các khe hở không được tính đến khi đánh giá độ bền của thân đập và xác định lượng cốt thép.

10.2.17 Tính toán độ bền của các bộ phận kết cấu của đập trọng lực phải được thực hiện trên cùng các tổ hợp tải trọng và tác động như tính toán độ bền chung của đập, và các điều kiện độ bền phải được thực hiện theo hướng dẫn của TCVN 4116.

10.2.18 Tính toán ổn định trượt của đập trọng lực được thực hiện theo TCVN 4253 (nền công trình thủy công). Độ ổn định của đập phải được xem xét cả ở vị trí tiếp xúc của đập với nền, và tại các mặt trượt tính toán khác, hoàn toàn hoặc có một phần đi qua đáy đập. Khi xác định các mặt trượt tiềm năng như vậy, phải tính đến các lớp địa chất yếu ở nền, các khe nứt, vùng xói mòn và các kết cấu bất kỳ nào bố trí ở hạ lưu đập, v.v...

10.2.19 Khi kiểm tra độ ổn định trượt của đập, cần phải tính kết hợp với các hạng mục công trình làm việc chung với nó trên mặt trượt công trình của nhà máy thủy điện hoặc các công trình khối lớn khác tiếp giáp trực tiếp với đập từ mặt hạ lưu. Tỷ lệ của tổng lực gây trượt do công trình trạm hoặc kết cấu khác được xác định bằng cách tính toán trạng thái ứng suất của tiếp xúc của đập và kết cấu liền kề. Trong sơ đồ tính toán để xác định lực gây trượt cho công trình trạm, cần tính đến kết cấu giao diện giữa công trình trạm và mặt hạ lưu đập.



CHÚ DẪN:

a) Đập khối lớn; b) Đập khe rộng và đập bản chống;

h - Chiều cao biên thượng lưu, tại mặt cắt tiếp xúc với mặt thượng lưu phía hồ chứa (chiều cao của đập); b - Chiều rộng của đập tại nền; chiều dài khối đập; t - Chiều dài của phân đoạn đập; t_1 - Chiều dày phân đoạn tại khe rộng (chiều dày trụ chống); b_h - Chiều dày của đầu; a_1 - Khoảng cách từ tiêu nước của thân đập đến mặt thượng lưu; a_2 - Khoảng cách từ trục của màn chống thấm đến mặt thượng lưu; a_3 - Khoảng cách từ lỗ thoát nước nền đến mặt thượng lưu; H_d^u - Độ sâu mực nước thượng lưu tại mặt cắt tính toán; b_d - Chiều rộng của mặt cắt thiết kế; m_u, m_t - độ dốc của mặt thượng lưu và hạ lưu đập; σ_y^u, σ_e^u - Ứng suất pháp tuyến ở mặt phẳng nằm ngang thân đập và ở mặt phẳng của mặt cắt tiếp xúc của đập với nền; σ_3^u - Ứng suất chính nén lớn nhất ở mặt hạ lưu của đập.

Hình 10 - Chỉ dẫn tính toán độ bền cho đập

10.2.20 Tính toán độ ổn định của các đập không phân chia nên được thực hiện cho toàn bộ kết cấu, có tính đến các tính năng thiết kế và điều kiện của việc xây dựng đập. Trong tính toán, cũng cần phải tính đến khả năng trượt kết hợp của công trình và các bộ phận của nền đá, cũng như ứng xử của các kết cấu mố trụ ở vai bờ.

10.2.21 Khi tính toán đập theo tải trọng và tác động của thời gian xây dựng tại tất cả các điểm của thân đập, phải đáp ứng các điều kiện độ bền như sau:

$$\gamma_n \gamma_{lc} |\sigma_3| \leq \gamma_{cd} R_{bt},$$

$$\gamma_n \gamma_{lc} \sigma_1 \leq \gamma_{cd} R_{bt},$$

trong đó: γ_n , γ_{lc} , γ_{cd} , R_{bt} , R_{bt} xem 10.2.15;

σ_3 , σ_1 - Ứng suất chính nén và ứng suất chính kéo lớn nhất.

10.2.22 Tính toán đập của tất cả các cấp theo sự hình thành vết nứt do tác động của nhiệt độ được thực hiện cho tất cả các bề mặt bê tông tiếp xúc với nhiệt độ của không khí xung quanh trong thời gian vận hành, cũng như cho các khối bê tông về tác động của nhiệt độ trong thời kỳ xây dựng.

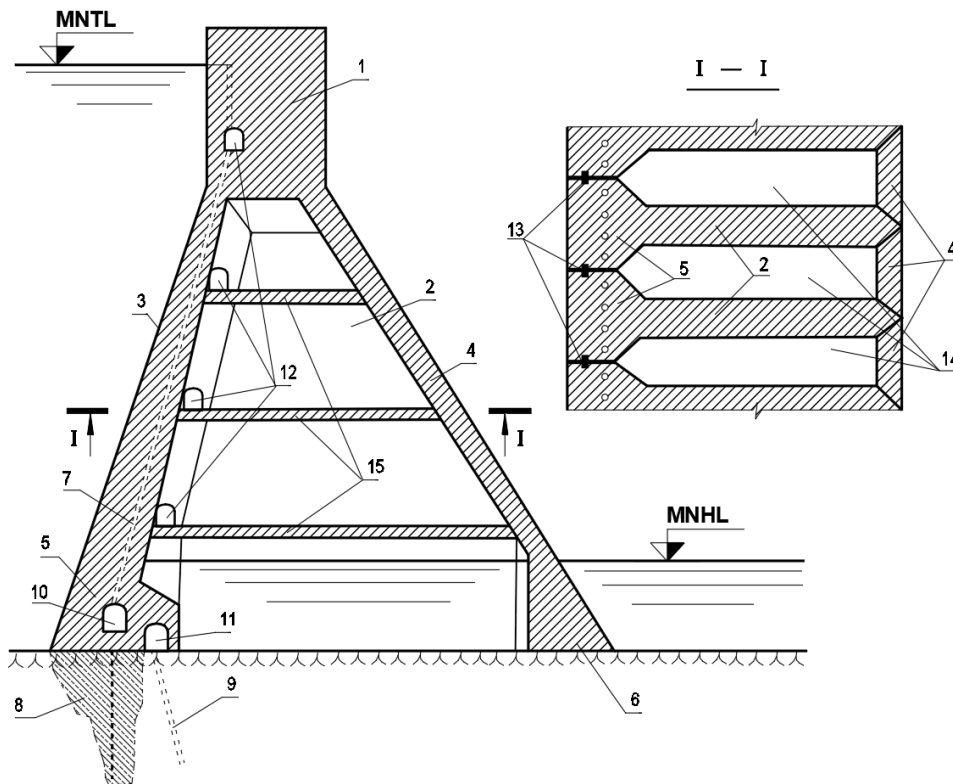
Các tính toán độ bền nứt được thực hiện theo các hướng dẫn của TCVN 4116. Theo quy định, các tính toán được thực hiện bằng các phương pháp cơ học phá hủy. Đối với đập của các cấp đặc biệt, cấp I và II ở giai đoạn thiết kế cơ sở và đối với đập của cấp III, IV - ở tất cả các giai đoạn thiết kế, cần đánh giá khả năng chống nứt của các kết cấu bê tông dưới tác động của nhiệt độ theo TCVN 4116.

11 Đập bản chống trên nền đá

11.1 Yêu cầu về kết cấu

11.1.1 Thiết kế đập bản chống và các bộ phận của chúng phải được thực hiện theo quy định tại điều 6 và các hướng dẫn trong phần này;

11.1.2 Khi chọn đập bản chống, nên ưu tiên cho đập to đầu (Hình 11), đặc biệt là ở những khu vực có điều kiện khí hậu khắc nghiệt.



CHÚ DẪN:

- | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--|
| 1) Đỉnh đập; | 2) Tường chống; | 3) Phần đầu to (phần chắn nước chịu áp); |
| 4) Bản ngăn hạ lưu; | 5) Nệm thượng lưu; | 6) Nệm hạ lưu; |
| 7) Tiêu nước thân đập; | 8) Màn chống thấm; | 9) Tiêu nước ở nền; |
| 10) Hành lang phun xi măng, | 11) Hành lang tiêu nước, | 12) Hành lang quan trắc; |
| 13) Vật chắn nước; | 14) Khoang rỗng; | 15) Bản ngăn các khoang rỗng. |

Hình 11 - Các bộ phận và kết cấu của đập bản chống kiểu to đầu.

11.1.3 Chiều dày của bản chống d_o phải được xác định như sau:

a) Đối với đập to đầu: $t_1 = (0,25 - 0,50) t$

trong đó: t là chiều rộng của đoạn đập (xem Hình 10).

b) Đối với đập có bản ngăn chịu áp là vòm hoặc phẳng: $t_1 = (0,15 - 0,25) t$, $t_1 \geq 0,06a_{cd}$

trong đó: a_{cd} là khoảng cách từ tiết diện tính toán đến đỉnh đập.

Khi thỏa mãn những yêu cầu nêu trên thì cho phép không tính độ ổn định của bản chống khi bị uốn dọc.

11.1.4 Đối với những đập bản chống nằm trong vùng động đất tùy các điều kiện của địa phương phải trừ tính các giải pháp kết cấu để nâng cao độ cứng của công trình theo hướng cắt ngang dòng chảy, như: dầm, sườn cứng liên kết từng đôi bản chống với nhau, v.v...

11.1.5 Cần thiết kế màn xi măng ở nền đập bản chống nếu như nền là đá thấm nước (hệ số thấm $K \geq 0,1$ m/ngày đêm).

Nếu đá nền thực tế không thấm hoặc thấm ít ($K < 0,1$ m/ngày đêm), thì chỉ có thể thiết kế giải pháp màn xi măng khi có luận chứng thích đáng.

Trong trường hợp không làm màn xi măng, phải xét tới việc khoan phụt xi măng, phun xi măng vùng tiếp giáp giữa đập với nền và phun xi măng để gia cố cục bộ đá ở vùng mặt thượng lưu của công trình.

Việc đưa thiết bị tiêu nước của nền vào thành phần đường viền dưới đất của đập bản chống phải được luận chứng bằng những nghiên cứu chuyên sâu về thấm.

11.1.6 Trong những đập cấp đặc biệt và cấp I, nên dự kiến bố trí hành lang phun xi măng ở phần dưới bản ngăn chịu áp để làm màn chống thấm.

Khi thiết kế đập cấp II, III và IV (và một số trường hợp của đập cấp I), phải xét đến khả năng làm màng xi măng mà không cần hành lang phun xi măng, phun trực tiếp từ khoang rỗng giữa các bản chống.

11.1.7 Khi thiết kế chia các bản chống của đập bằng các khe nối thi công thẳng đứng, phải xem xét khả năng để phụt xi măng hoặc sẽ đổ bê tông chèn cho liền khối.

11.1.8 Đối với đập bản chống, cho phép thiết kế công trình xả nước theo các sơ đồ nối tiếp thượng hạ lưu như đối với đập trọng lực (xem 10.1.13 và 10.1.14).

Đối với các công trình xả bố trí giữa các bản chống, cần dự kiến bố trí mũi phun để phân tán các tia nước trên bề mặt lòng dẫn hạ lưu, khi thiết kế các bản ngăn hạ lưu của đập bản chống đã tháo các lưu lượng xả phải xét tác động của khí thực và các tải trọng mạch động do dòng nước chảy tràn gây nên.

11.1.9 Việc thiết kế kết cấu bề tiêu năng của đập bản chống, phải thực hiện theo 10.1.14.

11.1.10 Trường hợp dẫn dòng thi công qua các khoang rỗng giữa các bản chống, tùy theo độ cứng chắc của đá ở nền để xem xét sự cần thiết phải dùng bê tông gia cố mặt nền giữa các bản chống.

Khi đó trong lớp gia cố bê tông phải trừ tính bố trí các giếng tiêu nước để giảm áp lực đẩy ngược của nước thấm.

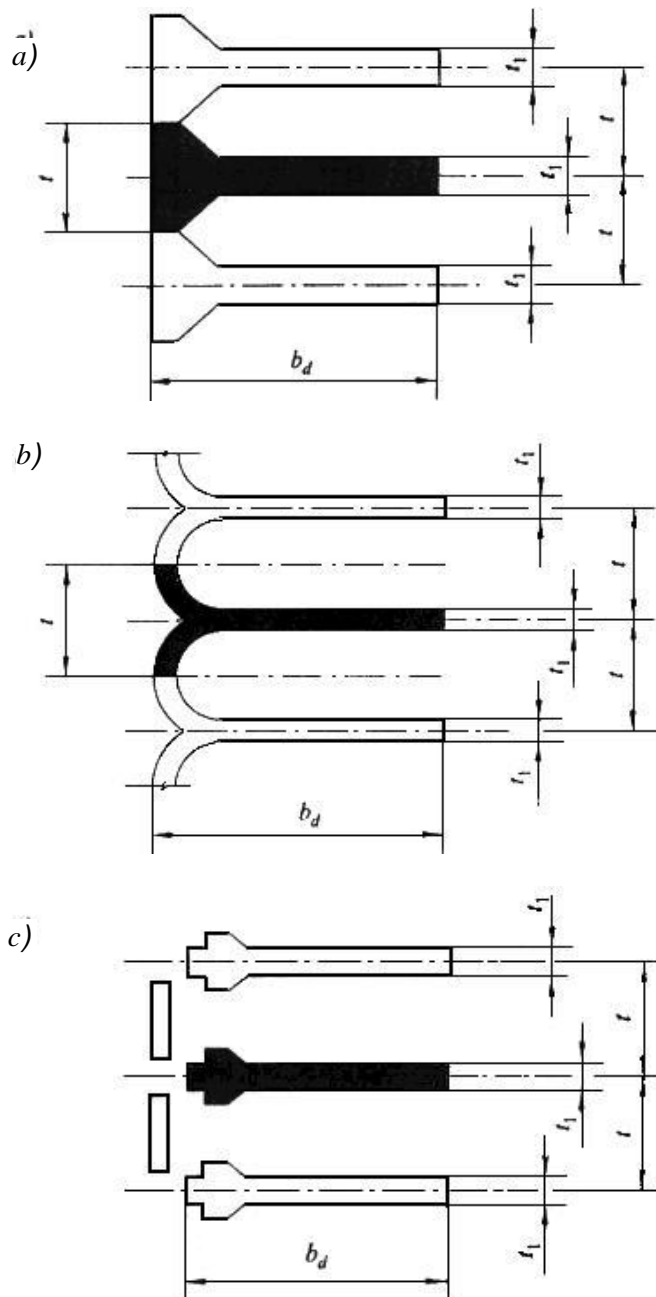
11.2 Tính toán độ bền và độ ổn định của đập

11.2.1 Tính toán đập và các bộ phận của nó về độ bền, độ ổn định và khả năng chống nứt, cũng như kết cấu bê tông cốt thép về độ mở rộng vết nứt phải được thực hiện theo các yêu cầu của TCVN 4116, TCVN 4253, điều 8 và hướng dẫn của phần này.

11.2.2 Khi thiết kế đập bản chống, các bản chống cũng như các bản ngăn chịu áp phải được tính toán về mặt độ bền chung khi chúng làm việc theo hướng dòng chảy và hướng cắt ngang dòng chảy.

11.2.3 Việc tính toán độ bền chung của các bản chống trong mặt phẳng dọc theo dòng chảy cần xét như sau (Hình 12):

- a) Đối với đập to đầu: xét từng đoạn đứng riêng rẽ;
- b) Đối với đập có bản ngăn chịu áp liên tục, (không cắt rời) gắn liền với các bản chống: xét bản chống cùng với hai nửa bản ngăn chịu áp ở hai bên;
- c) Đối với đập có bản ngăn chịu áp cắt rời (không liên tục): xét bản chống đứng riêng rẽ.



CHÚ DẪN:

a) Đối với đập bản chống kiểu to đầu;

t_1 - Chiều dày bản chống;

b) Đối với đập có bản ngăn chịu áp kiểu liên vòm;

t - Chiều rộng của đoạn;

c) Đối với đập có bản ngăn chịu áp kiểu cắt rời;

b_d - Chiều rộng của mặt cắt tính toán.

Hình 12 - Các sơ đồ tính toán độ bền dọc theo dòng chảy

11.2.4 Thông thường, tính toán độ bền chung của các trụ được thực hiện trên thành phần đầy đủ của tải và tác động của các tổ hợp cơ bản và đặc biệt bằng các phương pháp của lý thuyết đàn hồi.

11.2.5 Tải trọng và tác động lên đập trụ chống xác định theo 7.2 và 7.3.

Trong trường hợp này, tác động của nhiệt độ và tác động của địa chấn được xác định theo các hướng dẫn tại 10.2.4.

11.2.6 Tính toán độ bền chung của các trụ trong mặt phẳng dọc theo dòng chảy cho thành phần đầy đủ của các tải của giai đoạn vận hành phải được thực hiện theo 10.2.5 đến 10.2.8.

11.2.7 Trong những trường hợp biên độ dao động nhiệt độ theo mùa của không khí bên ngoài không vượt quá 17°C, ở giai đoạn sơ bộ, có thể tính độ bền chung của các đập đập bằng phương pháp sức bền vật liệu. Trong các tính toán như vậy, các hiệu ứng nhiệt độ được loại trừ khỏi xem xét, các tác động địa chấn trong tất cả các trường hợp chỉ được xét ở mức độ OBE và áp lực ngược của thấm chỉ được tính đến dưới dạng lực tác dụng ở phần tiếp xúc nền đá - bê tông.

Các điều kiện cho độ bền chung của đập trụ chống được tính bằng các phương pháp sức bền vật liệu trong mặt phẳng theo dòng chảy, được lấy theo Bảng 11.

trong đó $\gamma_n, \gamma_c, \gamma_{cd}, \sigma_3, R_{bt}, b, b_d, b_h, t, t_1$ xem 10.2.10;

$\sigma_y^u, \sigma_c^u, \gamma_w, H_d^u$ xem 10.2.13;

σ_1^u Ứng suất chính kéo lớn nhất trên mặt thượng lưu của đập;

Bảng 10đ - Điều kiện độ bền chung của trụ chống khi sử dụng phương pháp lý thuyết đàn hồi tính toán với thành phần tải trọng và tác động vận hành đầy đủ.

Tổ hợp tải trọng và tác động	Điều kiện độ bền của trụ chống theo tỷ lệ t_1/t	
	$0,50 \geq t_1/t \geq 0,25$ (Đập đầu to)	$t_1/t \leq 0,25$ (Bản vòm và bản phẳng)
Tất cả các điểm trên trụ chống		
Cơ bản và đặc biệt	$\gamma_n \gamma_{lc} \sigma_3 \leq \gamma_{cd} R_{bt} \quad 1)$	$\gamma_n \gamma_{lc} \sigma_3 \leq \gamma_{cd} R_{bt} \quad 1)$
Mặt cắt ngang của trụ chống		
Cơ bản	$\sigma_1^u \leq 0$	$\sigma_1^u \leq 0$
Đặc biệt, không kể động đất	$\sigma_1^u \leq 0$	$\sigma_1^u \leq 0$
Đặc biệt, có động đất SEE	$d_t \leq \min \left\{ \begin{matrix} 1,333 \left(\frac{t_1}{t} - 0,25 \right) b_h & 2) \\ 0,286 b_d \end{matrix} \right.$	$\sigma_1^u \leq 0$
Mặt cắt trụ chống tiếp xúc với nền		
Cơ bản	$\sigma_c^u \leq 0$	$\sigma_c^u \leq 0$
Đặc biệt không có động đất	$\sigma_c^u \leq 0$	$\sigma_c^u \leq 0$

Bảng 10đ (kết thúc)		
Tổ hợp tải trọng và tác động	Điều kiện độ bền của trụ chống theo tỷ lệ t_1/t	
		$0,50 \geq t_1/t \geq 0,25$ (Đập đầu to)
Đặc biệt, có động đất SEE	$d_t \leq 1,333 \left(\frac{t_1}{t} - 0,25 \right) a_{2.3}$	$\sigma_c^u \leq 0$
<p>CHÚ THÍCH 1: Khi kiểm tra độ bền mặt dưới. giá trị σ_3 cho phép tính với giá trị trung bình trong vùng có chiều rộng 4,0 m của mặt cắt ngang tính toán.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Khi không đáp ứng được điều kiện độ bền chung của trụ chống, thực hiện theo hướng dẫn của điều 10.2.13</p> <p>CHÚ THÍCH 3: Tất cả các trường hợp không có màn xi măng, thay giá trị a_2 bằng b_h</p>		

Bảng 11 - Các điều kiện về độ bền của trụ chống khi tính toán độ bền của chúng bằng phương pháp sức bền vật liệu

Tổ hợp tải trọng và tác động	Điều kiện độ bền của trụ chống theo tỷ lệ t_1/t	
		$0,50 \geq t_1/t \geq 0,25$ (Đập đầu to)
Tất các điểm trên trụ chống		
Cơ bản và đặc biệt	$\gamma_n \gamma_{lc} \sigma_3 \leq \gamma_{cd} R_{bt}$	$\gamma_n \gamma_{lc} \sigma_3 \leq \gamma_{cd} R_{bt}$
Mặt cắt ngang trụ chống		
Cơ bản	$ \sigma_y^u \geq 0,25 \gamma_w H_d^u$	$ \sigma_y^u \geq 0,25 \gamma_w H_d^u$
Đặc biệt không có động đất	$\sigma_1^u \leq 0$	$ \sigma_y^u \geq 0,25 \gamma_w H_d^u$
Mặt cắt tiếp xúc		
Cơ bản	$\sigma_c^u \leq 0$	$\sigma_c^u \leq 0$
Đặc biệt không kể động đất	$\sigma_c^u \leq 0$	$\sigma_c^u \leq 0$
<p>CHÚ THÍCH: Khi kiểm tra độ bền mặt dưới. giá trị σ_3 cho phép tính với giá trị trung bình của vùng có chiều rộng 4,0 m trong mặt cắt ngang tính toán.</p>		

Bảng 9đ và 10 trình bày các điều kiện độ bền liên quan đến các điều kiện được tính toán trong mặt phẳng dọc theo dòng chảy theo phương pháp lý thuyết đàn hồi và phương pháp gần đúng (phương pháp sức bền vật liệu) đối với các tổ hợp cơ bản của tải trọng và tác động, cũng như đối với các tổ hợp đặc biệt không bao gồm tác động địa chấn.

11.2.8 Ứng suất và nội lực phát sinh ở trụ chống khi có tác động địa chấn được xác định phù hợp với các yêu cầu của 10.2.9.

11.2.9 Tính toán độ bền của trụ chống theo hướng dòng chảy với các tác động địa chấn được định hướng dọc theo trục của đập và trên tải trọng thủy tĩnh nếu đập tràn nằm giữa các trụ của đập. Khi tính toán độ bền của bản chống theo hướng cắt ngang dòng chảy, bản chống được coi như tấm thẳng đứng bị ngàm vào nền. Khi tính toán bản chống theo tổ hợp các tải trọng và tác động cơ bản và đặc biệt không xét động đất thì mặt thượng lưu và hạ lưu của tấm coi như tự do, khi tính theo tổ hợp đặc biệt của các tải trọng có xét động đất thì mặt thượng lưu và hạ lưu của tấm coi như tự do, khi tính theo tổ hợp đặc biệt của các tải trọng có xét động đất thì mặt thượng lưu và cả mặt hạ lưu của tấm nếu có bản ngăn ở hạ lưu được coi như tấm có gối tự do. Độ cứng của tấm được xác định có xét đến các phần đầu thượng lưu và hạ lưu.

Khi tính toán độ bền của bản chống trong mặt phẳng cắt ngang dòng chảy đối với đập thuộc tất cả các cấp, không phụ thuộc vào chiều cao của công trình đối với các mặt bên của bản chống phải tuân theo các điều kiện độ bền khi tính theo tổ hợp các tải trọng và tác động cơ bản và đặc biệt không xét động đất:

$$\sigma_y^u \leq 0;$$

trong đó: σ_y^u - Ứng suất pháp tổng trên mặt phẳng nằm ngang, được xác định bằng các tính toán độ bền trụ chống trong mặt phẳng dọc theo dòng chảy và trong mặt phẳng vuông góc với dòng chảy. Trong các sơ đồ tính toán các trụ chống chịu uốn theo chiều vuông góc với dòng chảy, cần tính đến kết cấu đập tràn và các yếu tố khác làm tăng độ cứng của kết cấu theo hướng này.

11.2.10 Việc tính toán độ bền cho bản chịu áp lực, tùy thuộc vào loại và chiều cao của đập trụ chống, nên được thực hiện trên cùng tải trọng và tác động và tổ hợp tải trọng như cách tính độ bền của trụ chống.

11.2.11 Khi tính toán độ bền của phần đầu của đập to đầu bằng phương pháp gần đúng (dựa trên sức bền vật liệu), giả thiết rằng các lực pháp tuyến phân bố đều được áp dụng cho phần đầu và phần liền kề nó đặt lên trụ chống để cân bằng tải trọng bên ngoài lên phần đầu; Khi tính toán phần đầu bằng phương pháp lý thuyết đàn hồi, phần đầu được coi như được ngàm cứng vào thân của trụ chống.

Khi tính toán độ bền phần đầu phía thượng lưu trụ chống của đập to đầu, bất kể chiều cao của đập, các điều kiện về độ bền phải được đáp ứng tại tất cả các điểm của phần đầu:

$$\gamma_n \gamma_{lc} |\sigma_z| \leq \gamma_{cd} R_{bt},$$

$$\gamma_n \gamma_{lc} \sigma_z \leq \gamma_{cd} R_{bt}$$

trong đó: σ_z - ứng suất pháp tác dụng lên mặt phẳng thẳng đứng vuông góc với trục đập

$\gamma_n, \gamma_{lc}, \gamma_{cd}, R_{br}$ xem 10.2.10; R_{brt} xem 10.2.15;

Trong vùng chịu kéo theo hướng của trục đập ở vị trí đầu phía thượng lưu của đập to đầu cần dự tính đặt cốt thép cấu tạo.

11.2.12 Khi tính toán độ bền của bản vòm bằng các phương pháp đơn giản (phương pháp sức bền vật liệu) thì coi vòm một nhịp, còn khi tính toán theo phương pháp lý thuyết đàn hồi thì xét đến vòm một nhịp. Các tính toán được thực hiện có tính đến sơ đồ thực của việc đỡ bản vòm trên các trụ chống.

Khi tính toán độ bền bản phẳng theo phương pháp gần đúng (phương pháp sức bền vật liệu) xem như một dầm một nhịp và khi tính toán bằng phương pháp đàn hồi - như một bản sàn một nhịp.

Các điều kiện độ bền của bản vòm và bản phẳng phải được thực hiện theo hướng dẫn của TCVN 4116.

11.2.13 Tính toán độ bền cục bộ cho các bộ phận của đập trụ chống phải được thực hiện trên cùng các tổ hợp tải trọng và tác động như tính toán độ bền chung của đập.

Tính toán độ bền cục bộ của đập tràn, mố, tường riêng biệt và tường bao, các kết cấu của cửa lấy nước đường ống dẫn nước tuabin và các bộ phận của đập tràn xả lũ thi công và vận hành, xác định ứng suất cục bộ xung quanh các lỗ khoét và các khe hở khác trong các trụ phải được thực hiện theo 10.2.16.

Việc tính toán độ bền cục bộ cho các phần công sơn cùng với bản vòm và bản phẳng, cũng như tính toán các tấm đáy, cần được thực hiện theo hướng dẫn của TCVN 4116.

11.2.14 Tính toán độ ổn định của đập trụ chống phải được thực hiện theo 10.2.18 đến 10.2.21.

Đối với đập to đầu, cần tính toán độ ổn định của các phần riêng biệt; đối với đập có bản vòm và bản phẳng tính trụ chống độc lập.

11.2.15 Độ sâu xử lý các đứt gãy lớn trong nền đá phải được xác định bằng cách tính toán trạng thái ứng suất của đập cùng với nền đá, có tính đến sự không đồng nhất của nền móng.

11.2.16 Tính toán độ bền của đập trụ chống và các bộ phận của nó trong thời gian xây dựng nên được thực hiện theo hướng dẫn của 10.2.22.

11.2.17 Kết cấu bê tông của đập trụ chống của tất cả các cấp, bất kể chiều cao của đập, cần được tính toán từ sự hình thành các vết nứt từ tác động của nhiệt độ theo 10.2.22.

12 Đập vòm và vòm trọng lực

12.1 Kết cấu và các bộ phận của đập

12.1.1 Thiết kế đập vòm và vòm trọng lực và các bộ phận của nó phải được thực hiện theo hướng dẫn của điều 6 và phần này.

12.1.2 Khi thiết kế đập vòm nên xem xét:

a) Ở các tuyến hẹp, khi $l_{ch}/h < 2$ (trong đó: l_{ch} là chiều dài dây cung theo đỉnh đập; h là chiều cao đập) và lòng khe hình tam giác: bố trí loại đập vòm với cửa vòm có dạng tròn với chiều dày không đổi hoặc dày hơn cục bộ, ở chân vòm; khi đó bán kính phải lấy nhỏ nhất và góc ở tâm phải là góc cho phép lớn nhất theo điều kiện bảo đảm cho đập tựa được chắc chắn;

b) Ở các tuyến có chiều rộng trung bình, khi $2 \leq l_{ch}/h \leq 3$, khe hình thang hoặc gần giống hình thang: bố trí đập có hai độ cong với các vòm có chiều dày và độ cong không biến đổi;

c) Ở các tuyến rộng, khi $l_{ch}/h > 3$, bố trí loại đập vòm trọng lực và đập vòm có chiều dày thay đổi theo chiều cao. Khi đó, độ cong thông thường sẽ giảm dần từ đỉnh đến cổ đập, độ cong đập theo cả phương đứng và ngang được lựa chọn từ điều kiện tạo được trạng thái ứng suất tối ưu cho đập;

d) Ở tuyến không đối xứng và trên nền không đồng nhất bố trí kết cấu đập với các vòm có dạng không tròn và chiều dày biến đổi.

12.1.3 Ở giai đoạn đầu của thiết kế, việc lựa chọn thiết kế và hình dạng của đập được cho phép dựa trên các phương pháp tính toán và tương tự.

12.1.4 Độ cong của đập vòm theo hướng thẳng đứng phải được xác định có tính đến sự ổn định của các trụ và cột đứng tự do trong thời gian xây dựng. Đồng thời phải tính đến các sơ đồ xây dựng đập, kết cấu các khe nối và thời điểm làm liền khối (tạm thời hoặc lâu dài), lịch trình tích nước ở hồ chứa của đập và tác động của nhiệt độ.

12.1.5 Kết cấu của đập vòm nên được chia thành nhiều đoạn bằng các mối nối thi công theo mặt cắt ngang để tránh nứt nhiệt và lún không đều. Các khe nối phải được làm liền khối trước khi tích nước vào hồ chứa. Các bề mặt của các khe nối này nên được thiết kế với các mối ghép vát mép (âm - dương); việc không áp dụng các khe nối phải được luận chứng.

Trong trường hợp chung, thiết kế các khe nối phân khối của đập vòm được xác định theo các yêu cầu về kết cấu và độ bền sau:

- Các đường giao nhau của bề mặt khe với các vòm ngang phải trực giao với các trục của đoạn sau, tạo thành hình xoắn ốc của khe;
- Quỹ đạo của các khe trên bề mặt giữa của đập phải càng gần với phương thẳng đứng càng tốt;
- Bề mặt của khe phải có khoảng cách tối thiểu so với mặt phẳng thẳng đứng;

- Các góc giao nhau của các đường tâm của đường nối với đường tâm của bề mặt tiếp xúc với nền (hoặc với đường viền chu vi), nếu có thể, phải gần với đường thẳng.
- Đối với đập có chiều cao nhỏ cũng như đập có dạng gần với hình trụ, các mối nối giao nhau được thiết kế phẳng thẳng đứng.

12.1.6 Trình tự làm liền khối và nhiệt độ làm kín các mối nối phải được xác định có tính đến trạng thái ứng suất của đập.

Khi thiết kế, cần xem xét đến khả năng điều chỉnh không chỉ nhiệt độ trung bình mà còn cả gradient nhiệt độ trong quá trình làm liền khối.

12.1.7 Khi xem xét đập với nền, nếu cần thiết, cần có biện pháp gia cố nền:

- Làm kín các đứt gãy, vết nứt lớn và lỗ rỗng bằng cách lấp đặt các nêm hoặc khối bê tông cốt thép để chuyển lực từ đập vào bên trong khối đá;
- Bố trí các tường bê tông cốt thép ngầm để chuyển lực từ đập vào bên trong khối đá;
- Sử dụng các neo dự ứng lực hoặc neo không ứng suất, tường chắn hoặc kết hợp chúng.

12.1.8 Cần phải đảm bảo điểm tựa vai bờ của đập trên nền dọc theo một bề mặt vuông góc với trục của vòm của đập. Đồng thời, nếu cần thiết, cần phải bố trí các công trình dọc theo đường viền đập để cải thiện các điều kiện điểm tựa vai (mố vai bờ, yên ngựa, nêm, khe xây dựng không nguyên khối ở phần trên của phần vai bờ của đập, v.v.). Được phép lựa chọn dạng đường viền của cổ vòm là cong hoặc đa giác.

12.1.9 Độ sâu ngầm hợp lý vào nền phải được xác định dựa trên các điều kiện để đảm bảo sự ổn định của các điểm tựa vai bờ và trạng thái ứng suất thuận lợi trong thân đập và các điểm tựa nền đá.

Để giảm ứng suất khi tiếp xúc của đập với nền, nên xem xét làm dày cục bộ của đập dọc theo đường viền đỡ.

Phần hẹp nhất của hẻm núi phải được lấp kín bằng bê tông dưới dạng nút. Nút được ngăn cách với thân đập bằng khe nối cấu tạo.

12.1.10 Khi thiết kế giao diện giữa đập và nền trong trường hợp có ứng suất kéo tại tiếp xúc của đập với nền ở khu vực thượng lưu, cần tính đến:

Độ nghiêng của phần dưới mặt thượng lưu bằng cách dịch chuyển về phía hạ lưu các tiết diện ngang nằm phía dưới so với các tiết diện ngang nằm phía trên để giảm/khử các ứng suất kéo do hiệu ứng trọng lượng của khối bê tông;

Bố trí khe không xuyên;

Bố trí màn xi măng chống thấm ra bên ngoài sân trước bằng bê tông ngắn;

Cần đồng thời xem xét tính hợp lý của việc bố trí trong nền phía trước đập tường thẳng đứng với chiều sâu khoảng 5 – 10 % chiều cao đập.

12.1.11 Thiết bị đập tràn của đập vòm và vòm trọng lực phải được thiết kế có tính đến các yêu cầu liên quan của các điều 6, 8 và 10.

Với sự luận chứng thích hợp, cho phép sử dụng liên hợp các lỗ bằng cách cho dòng xả rơi tự do từ đầu đập tràn (có hoặc không có mũi phóng) xuống lòng sông gia cố hoặc không gia cố.

12.2 Tính toán độ bền và ổn định đập

12.2.1 Tính toán của đập vòm và vòm trọng lực phải được thực hiện theo các yêu cầu của phần 7 và 8 và hướng dẫn của phần này.

12.2.2 Tính toán trạng thái ứng suất – biến dạng của đập vòm và đập vòm trọng lực cần được thực hiện có tính đến trình tự xây dựng của đập, làm liền khối các khe và tích nước hồ chứa.

Tính toán đập của các cấp III, IV cũng như tính toán sơ bộ về đập của tất cả các cấp, được phép thực hiện bằng các phương pháp đơn giản.

12.2.3 Khi tính toán các đập vòm và vòm trọng lực, có tính đến việc mở rộng các mối nối và vết nứt xây dựng, độ bền của kết cấu được đánh giá bằng độ bền của bê tông trong vùng nén.

Đánh giá độ bền phải được thực hiện có tính đến việc tăng độ bền chịu nén tính toán của bê tông với toàn bộ sức chịu nén tương ứng theo TCVN 4116.

12.2.4 Việc tính toán độ bền và độ ổn định của đập đối với các tác động địa chấn phải được thực hiện theo 10.2.4 đến 10.2.6 theo hướng bất lợi nhất của các tác động này và khi tính toán theo lý thuyết động lực kháng chấn - có tính đến bài toán ba thành phần (bài toán không gian) hoặc hai thành phần (bài toán phẳng) của tác động động đất.

Tính toán độ bền nên được thực hiện có tính đến việc mở rộng các mối nối và vết nứt xây dựng cho các mực nước hồ chứa khác nhau.

12.2.5 Đối với đập vòm và vòm trọng lực, cần tính toán độ ổn định của các điểm tựa đá vai bờ.

Đối với các đập trong các phần rộng (khi $l_{ch}/h > 3$), cần phải tính toán độ ổn định chung của đập cùng với nền đá. Trong mọi trường hợp, cần tính toán độ bền cục bộ (độ ổn định) tại chân đập.

12.2.6 Khi tính toán độ ổn định của các điểm tựa vai bờ và trạng thái kéo của nền đập, các tải trọng và tác động sau đây được tính đến: các lực truyền từ đập, trọng lượng bản thân của khối đá, tác động của thấm và địa chấn.

12.2.7 Tính toán độ ổn định của các điểm tựa vai bờ phải dựa trên phân tích trạng thái giới hạn của các khối đá riêng lẻ, được phân bổ có tính đến các điều kiện địa kỹ thuật, địa chất và địa hình. Độ ổn định của điểm tựa vai bờ được xác định bằng cách tính toán cho khối đá kém ổn định nhất.

Việc tính toán ổn định tổng thể của đập vòm và vòm trọng lực phải được thực hiện dựa trên sơ đồ động học có thể xảy ra nhất về dịch chuyển đập cùng với nền ở trạng thái giới hạn.

12.2.8 Khi tính toán độ bền và độ ổn định của đập vòm và vòm trọng lực, ngoài các hệ số của điều kiện làm việc γ_{cd} trong Bảng 6, cần tính đến các hệ số của điều kiện làm việc γ_{cda} trong Bảng 12.

Bảng 12 - Các giá trị của hệ số điều kiện làm việc của đập vòm và đập vòm trọng lực

Dạng tính toán	Hệ số điều kiện làm việc γ_{cda}
1 Tính toán độ bền chung cho đập vòm và vòm trọng lực: - Chịu kéo - Chịu nén	$\gamma_{cda,1}^t = 2,4$ $\gamma_{cda,1}^c = 0,9$
2 Tính toán ổn định điểm tựa vai bờ của đập với tổ hợp cơ bản và đặc biệt không kể động đất	$\gamma_{cda,2} = 1,0$
3 Tính toán ổn định chung của đập trên các mặt cắt rộng, với tải trọng của tổ hợp cơ bản và tổ hợp đặc biệt không có động đất	$\gamma_{cda,3} = 1,1$
4 Tính toán ổn định điểm tựa bờ và ổn định chung của đập khi có động đất SEE	$\gamma_{cda,4} = 1,1$
CHÚ THÍCH: Trong trường hợp có nhiều yếu tố tác động đồng thời, tích của các hệ số tương ứng của điều kiện vận hành được đưa vào tính toán (ví dụ, khi tính toán ổn định tổng thể của đập trên các mặt cắt rộng, có tính đến ảnh hưởng của địa chấn $\gamma_{cda} = \gamma_{cda,3} \times \gamma_{cda,4} = 1,1 \times 1,1 = 1,21$)	

12.2.9 Khi tính toán cho đập, cần xem xét đến ảnh hưởng của cửa lấy nước và đập tràn nằm trong thân đập đối với khả năng chịu tải của thân đập.

Khi tính toán đập vòm và đập vòm trọng lực cho độ bền chung mà không tính đến các bộ phận riêng lẻ (mố, đỉnh đập, đập tràn, cửa lấy nước, đường ống áp lực, v.v.), các bộ phận này phải được tính riêng về độ bền cục bộ.

12.2.10 Tính toán trạng thái ứng suất – biến dạng và độ bền cục bộ của nền đập vòm và vòm trọng lực phải được thực hiện theo TCVN 4253. Trong trường hợp này, khả năng hình thành các khu vực biến dạng dẻo trong đập liền kề vai bờ được tính đến. Nếu các điều kiện độ bền cho các bề mặt giảm yếu của khối đá không được thỏa mãn, các biện pháp nên được thực hiện theo 12.1.7.

Nếu có sẵn dữ liệu đáng tin cậy, nên tính đến trường ứng suất tự nhiên (trong khu vực) trong các tính toán trạng thái ứng suất và trong đánh giá độ bền của nền.

13 An toàn đập

13.1 Yêu cầu chung

Để đảm bảo an toàn cho đập, yêu cầu phải thực hiện các công tác trong giai đoạn thiết kế và vận hành đập, bao gồm:

- Thiết lập các tiêu chí an toàn của đập dưới dạng các giá trị cho phép: Là các giá trị về tải trọng và áp lực tác động, ứng suất cho phép, gradient thấm cho phép...

- Dự báo trong giai đoạn thiết kế và xác định trong giai đoạn vận hành các chỉ số chẩn đoán trạng thái của kết cấu, đặc trưng cho sự an toàn của nó: là các quy luật chuyển vị, biến dạng, lưu lượng thấm...; Để đáp ứng các yêu cầu về an toàn đập, cần phải: thiết kế bố trí cho công trình thủy công các phương tiện kỹ thuật để đảm bảo kiểm soát tình trạng của chúng; tổ chức và tiến hành quan trắc thực địa về tình trạng của các kết cấu; tiến hành kiểm tra thường xuyên các công trình.

13.2 Quan trắc thực địa

13.2.1 Quan trắc thực địa bao gồm sử dụng các thiết bị quan trắc lắp đặt trong công trình và quan sát trực quan (kiểm tra bằng mắt thường).

Trong các dự án đập bê tông và bê tông cốt thép cấp đặc biệt, cấp I và II, cần phải lắp đặt các thiết bị quan trắc (TBQT) trong kết cấu, nền và trên các vai bờ để tiến hành quan trắc thực địa về tình trạng của các kết cấu, nền móng và các vai bờ trong thời gian xây dựng và trong quá trình vận hành, sử dụng; thông thường cần lắp đặt một hệ thống tự động thu thập số liệu cho TBQT. Đối với đập cấp III, IV việc lắp đặt TBQT cần được luận chứng.

Quan sát trực quan được thực hiện cho tất các cấp đập.

13.2.2 Quan trắc thực địa trên đập bê tông và bê tông cốt thép nên được thực hiện theo chương trình được lập trong quá trình thiết kế và được quy định trong quá trình xây dựng, hoạt động tạm thời và lâu dài của kết cấu. Chương trình quan sát thực địa phải bao gồm các thành phần và khối lượng quan trắc và nghiên cứu thực địa, hệ thống vị trí TBQT, phương pháp thu thập và xử lý dữ liệu đo lường và phương pháp phân tích chúng để chẩn đoán tình trạng của cấu trúc ở các giai đoạn xây dựng và vận hành khác nhau.

13.2.3 Bố trí thiết bị quan trắc và công tác quan trắc thực địa trong quá trình xây dựng nhằm mục đích sau:

- Đánh giá công nghệ thi công bê tông khối lớn (khả năng chống nứt của bê tông, điều kiện nhiệt độ, tuân thủ trình tự thi công công trình bê tông);
- Chất lượng nguyên khối của đập;
- Tuân thủ các thành phần bê tông được sử dụng với thiết kế.
- Theo kết quả quan sát của thời kỳ xây dựng, cần điều chỉnh các biện pháp công nghệ, xác định các khu vực bị lỗi (bê tông phát triển kém, xi măng chất lượng thấp, của khe nối giữa các cột, hình thành vết nứt nhiệt độ).

13.2.4 Quan trắc thực địa trong quá trình tích nước hồ chứa để xác định các vấn đề sau:

- Tính thấm nước của bê tông theo cột nước (phát hiện các khu vực thấm và khiếm khuyết của bê tông);
- Quy luật hình thành trạng thái ứng suất - biến dạng của đập ở mỗi giai đoạn mực nước hồ chứa;
- Áp lực thấm của nền lên công trình.

13.2.5 Quan trắc thực địa trong thời kỳ vận hành nhằm mục đích:

- Xác định sơ đồ thực tế hoạt động tĩnh của hệ thống đập - nền và sự khác biệt của nó so với sơ đồ thiết kế cho dự án;

- Làm rõ thành phần của các thông số tải trọng dự báo trong giai đoạn thiết kế được sử dụng để đánh giá tình trạng an toàn của đập;
- Làm rõ giá trị của các chỉ số dự báo về trạng thái hoạt động đáng tin cậy.

13.2.6 Thành phần của các thông số được giám sát cơ bản của quan trắc thực địa phải cho phép đánh giá độ bền, độ ổn định và độ chống thấm của đập, cũng như tải trọng và tác động lên kết cấu.

a) Trong trường hợp chung, thành phần của các tham số quan trắc phải bao gồm:

- Mức nước ở thượng và hạ lưu;
- Mức độ phù sa trong hồ chứa và các đặc tính cơ lý của phù sa;
- Áp lực ngược tại điểm tiếp xúc của kết cấu nền và thân đập;
- Nhiệt độ ngoài trời (trung bình hàng ngày) trong khu vực đo, nhiệt độ nước trong hồ chứa và ở hạ lưu;
- Tác động của tải trọng động (hoạt động của các tổ máy thủy lực, tác động của dòng xả tràn);
- Tác động địa chấn (thông số của rung động địa chấn của nền và kết cấu);
- Chuyển vị thẳng đứng (lún) và ngang (trượt, lệch, nghiêng) của các điểm đặc trưng của đập và nền;
- Độ mở khe co giãn và dịch chuyển tương đối của các phần;
- Độ mở tại điểm tiếp xúc của đập với nền;
- Độ mở các khe thi công và vết nứt trong khối bê tông;
- Thông số địa động lực;
- Lưu lượng thấm qua thân đập, nền và vai;
- Thành phần hóa học của nước hồ chứa và nước thấm; nhiệt độ nước thấm;
- Đặc tính vật lý và cơ học của bê tông trong các khu vực khác nhau của đập (độ bền, khả năng chống nước, mô đun đàn hồi tĩnh và động, v.v.);
- Hư hỏng cơ học cho khối bê tông;
- Trạng thái nhiệt độ của đập và nền;
- Trạng thái ứng suất của đập;
- Trạng thái ứng suất và biến dạng của mái dốc vai đập;
- Thủy lực dòng chảy tại đập tràn và ở các khu vực;
- Hư hỏng cho các bề mặt bê tông của các mặt đập tràn, khe van và các vùng có mực nước thay đổi;
- Hư hỏng cho các công trình tiêu năng (bể tiêu năng, sân tiêu năng, gia cố vùng chuyển tiếp);
- Xói mòn khu vực hạ lưu các công trình thủy điện;
- Trạng thái ứng suất và biến dạng của sườn dốc vai bờ.

b) Thành phần các quan trắc kiểm tra bổ sung, cũng nên bao gồm:

- Ứng suất trong cốt thép (công trình tương ứng của đập bê tông cốt thép, neo sân trước, vỏ bê tông cốt thép của ống dẫn nước, v.v.);
- Ứng suất trong vỏ kim loại của ống dẫn nước áp lực và buồng xoắn ốc của các tổ máy thủy lực;
- Vết nứt trong kết cấu bê tông cốt thép;
- Vết nứt trong lớp bảo vệ của bê tông dọc theo các thanh cốt thép; bong tróc lớp bảo vệ của bê tông;
- Ăn mòn cốt thép và bê tông;

TCVN 9137:2023

- Ăn mòn kim loại vỏ của đường ống áp lực và buồng xoắn;
- Hư hỏng cơ học cho các phụ kiện.

13.2.7 Các quan trắc đặc biệt được lập cho mục đích nghiên cứu nhằm thu thập dữ liệu liên quan đến nhu cầu xác nhận quyết định thiết kế, cải tiến phương pháp tính toán, nghiên cứu mô hình, xác định trong điều kiện tự nhiên các đặc tính cơ bản của đất bê tông và đất nền, và chọn phương pháp tối ưu cho công việc và điều kiện vận hành. Khối lượng và nội dung của các quan trắc đặc biệt được xác định bởi các chương trình nghiên cứu phù hợp với các vấn đề được nghiên cứu tại đập cụ thể.

13.2.8 Trong các dự án đập bê tông và bê tông cốt thép cấp đặc biệt với độ địa chấn ước tính của khu vực xây dựng từ cấp 7 trở lên, cũng như đập cấp I với độ địa chấn ước tính của khu vực xây dựng từ cấp 8 trở lên, cần bố trí hệ thống giám sát địa động lực học.

13.3 Kiểm tra tình trạng đập

13.3.1 Để theo dõi trạng thái của các công trình thủy công, bao gồm cả đập, nên tiến hành kiểm tra thường xuyên các công trình, trong một số trường hợp cần có sự tham gia của các tổ chức chuyên ngành.

13.3.2 Kết quả kiểm tra công trình thủy công phải được lập dưới dạng Báo cáo kiểm tra của mẫu đã thiết lập với kết luận về mức độ an toàn của kết cấu thủy lực (tuân thủ các cấu trúc với tiêu chí an toàn theo quy định) và danh sách các biện pháp (nếu cần) để tăng độ tin cậy và đảm bảo an toàn cho kết cấu thủy lực.

13.4 Đánh giá an toàn đập

13.4.1 Đánh giá an toàn đập bê tông và bê tông cốt thép cần thực hiện theo TCVN 11699. Thông thường các đánh giá chi tiết nên được thực hiện bằng cách so sánh các giá trị thực tế với:

- Các tải trọng và tác động được sử dụng trong thiết kế;
- Các giá trị để kiểm soát về trạng thái của đập theo các điều kiện về độ ổn định và độ bền so với các quy luật tiêu chuẩn.

13.4.2 Các giá trị của các chỉ số để kiểm soát về tình trạng của kết cấu (chuyển vị, ứng suất, độ mở khe, áp lực nước, lưu lượng thấm, v.v.) cần được dự kiến trong thiết kế và được xác định trong quá trình vận hành công trình dựa trên mô hình toán học hồi quy có tính đến các đặc trưng của hệ thống nền - đập theo kết quả quan trắc thực địa.

13.4.3 Để đảm bảo giám sát liên tục tình trạng của kết cấu trên đập của các cấp đặc biệt, cấp I và II, nên lắp đặt hệ thống giám sát chẩn đoán tự động, bao gồm hệ thống cảm biến tự động và hệ thống thông tin để theo dõi kịp thời sự an toàn của kết cấu.

Phụ lục A

(Tham khảo)

Vận tốc không xói cho phép và tỷ lưu cho phép

Bảng A1 - Vận tốc không xói cho phép đối với các loại đất khác nhau *

STT	Đất nền	Vận tốc không xói cho phép khi các độ sâu dòng chảy h (m/s)			
		h = 1m	h = 5m	h = 10m	h = 20m
1	Cát hạt vừa lẫn cát thô	0,60	7	16	37
2	Cát lẫn sỏi hạt vừa	0,75	9	20	46
3	Sét chặt vừa, á sét nặng có độ chặt vừa	0,85	10	23	53
4	Sôi thô chứa cát á sét nhẹ, chặt	1,00	12	27	62
5	Cát chứa không nhỏ hơn 10% cuội sỏi dẹt chặt, á sét nặng, chặt	1,20	14	32	74

(*) Nguồn: M.Grisin "Thiết kế công trình thủy lợi trên nền không phải là đá" 1966 trang 114.

Bảng A2 - Tỷ lưu trung bình cho phép $[q]_{tb}$ ứng với đường kính hòn đá (hoặc khối đá) và các chiều sâu xói khác nhau (**)

Đường kính hòn đá (m)	$[q]_{tb}$ ứng với chiều sâu hố xói bằng			
	5m	10m	15m	20m
0,10	20	30	45	60
0,30	22	40	55	70
0,50	25	50	65	80
0,75	29	60	75	90
1,00	32	70	85	100
1,50	35	75	90	110
2,0	38	80	95	120
2,5	42	85	105	130
3,0	45	90	115	140

(**) "Chỉ dẫn thiết kế - bảo vệ chống xói ở lòng dẫn và hạ lưu công trình xả" VODGEO - 1974.

Thư mục tài liệu tham khảo

- QCVN 04-05:2022/BNNPTNT- Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Công trình thủy lợi, Phòng chống thiên tai - Phần I. Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế;
 - СП 40.13330.2012 Плотины бетонные и железобетонные;
 - Изменение N 1 к СП 40.13330.2012 Плотины бетонные и железобетонные, утвержденное и введенное в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 ноября 2018 г. N 783/пр.
-