

Trường Cao đẳng Công nghệ - Kinh tế và Thủy lợi Miền Trung

GIÁO TRÌNH KỸ THUẬT TÀI NGUYÊN NƯỚC

*Hệ Cao đẳng
Ngành Kỹ thuật Tài nguyên nước*



Nhóm tác giả:

**ThS. Vũ Hoàng An - KS. Lê Tấn Sơn - KS. Lê Ngọc Nhuận
KS. Đặng Quốc Trịnh - KS. Phạm Ngọc Dũng**

Hội An - 2011

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình Kỹ thuật tài nguyên nước được viết với sự lựa chọn các nội dung phù hợp với chương trình của bậc học Cao đẳng Ngành Kỹ thuật Tài nguyên nước. Trong giáo trình đã đề cập những kiến thức và thông tin về tài nguyên nước, các hình thức công trình thủy thường gặp.

Giáo trình được viết nhằm cung cấp cho người học các kiến thức cơ bản về tài nguyên nước, các biện pháp khai thác và sử dụng tài nguyên nước, các loại công trình thủy; hình thức bố trí, cấu tạo và một số nội dung tính toán chính của đập đất, đập bê tông trọng lực, công trình tháo và dẫn nước, công trình thủy điện.

Nội dung giáo trình gồm 9 chương.

Chương 1. Tài nguyên nước và các giải pháp kỹ thuật tài nguyên nước.

Chương 2. Cơ sở thiết kế công trình thủy.

Chương 3. Nguyên lý tưới, tiêu nước và phòng chống xói mòn.

Chương 4. Công trình dâng nước.

Chương 5. Công trình tháo lũ - Cửa van.

Chương 6. Công trình lấy nước.

Chương 7. Công trình dẫn nước.

Chương 8. Tính toán ổn định và cường độ một số bộ phận công trình.

Chương 9. Công trình thủy điện.

Trong đó:

Chương 4 và Chương 6 do ThS. Vũ Hoàng An biên soạn.

Chương 1 và Chương 3 do KS. Đặng Quốc Trịnh biên soạn.

Chương 2, Chương 5, Chương 7 và Chương 8 do KS. Lê Ngọc Nhuận biên soạn.

Chương 9 do KS. Lê Tấn Sơn và KS. Phạm Ngọc Dũng biên soạn.

Giáo trình được dùng làm tài liệu, học tập cho sinh viên bậc Cao đẳng Ngành Kỹ thuật Tài nguyên nước. Giáo trình cũng có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho sinh viên Ngành Kỹ thuật Xây dựng công trình thủy.

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn lãnh đạo trường Cao đẳng Công nghệ - Kinh tế và Thủy lợi Miền Trung đã tích cực ủng hộ và tạo điều kiện để giáo trình được xuất bản, các đồng nghiệp đã đóng góp những ý kiến quý báu cho việc hoàn thành bản thảo của giáo trình.

Nhóm tác giả mong nhận được những ý kiến đóng góp quý báu của bạn đọc. Các ý kiến xin gửi Khoa Kỹ thuật Công trình và Khoa Kỹ thuật Tài nguyên nước Trường Cao đẳng Công nghệ - Kinh tế và Thủy lợi Miền Trung.

Xin chân thành cảm ơn.

Nhóm tác giả.

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1. TÀI NGUYÊN NƯỚC VÀ CÁC GIẢI PHÁP KỸ THUẬT TÀI NGUYÊN NƯỚC	1
1.1. TÀI NGUYÊN NƯỚC VÀ NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ TÀI NGUYÊN NƯỚC.....	1
1.1.2. Tài nguyên nước trên trái đất.....	2
1.1.3. Tài nguyên nước ở Việt Nam ^[10]	3
1.1.4. Những vấn đề cơ bản về tài nguyên nước	4
1.1.5. Ý nghĩa của việc nghiên cứu tài nguyên nước.....	5
1.2. NHU CẦU VỀ NƯỚC TRONG SẢN XUẤT VÀ ĐỜI SỐNG.....	6
1.2.1. Nhu cầu dùng nước của sản xuất và đời sống	6
1.2.2. Nhu cầu thoát nước.....	12
1.2.3. Yêu cầu phòng tránh và hạn chế tác hại do nước gây ra:	14
1.2.4. Bảo vệ nguồn nước	14
1.3. GIẢI PHÁP KHAI THÁC VÀ SỬ DỤNG TÀI NGUYÊN NƯỚC.....	15
1.3.1. Biện pháp điều tiết - phân phối lại nguồn nước.....	15
1.3.2. Hệ thống tưới, tiêu nước phục vụ nông nghiệp	16
1.3.3. Hệ thống cấp thoát nước phục vụ sinh hoạt, công nghiệp, thủy sản	21
1.3.4. Biện pháp phòng tránh và hạn chế tác hại do nước gây ra	28
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH THỦY	29
2.1. PHÂN LOẠI VÀ PHÂN CẤP CÔNG TRÌNH THỦY	29
2.1.1. Phân loại công trình thủy.....	29
2.1.2. Phân cấp công trình thủy	30
2.2. QUY TRÌNH KHẢO SÁT, THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH THỦY.....	31
2.2.1. Khái quát về trình tự xây dựng cơ bản	31
2.2.2. Trình tự, nội dung công tác thiết kế.....	31
2.2.3. Hồ sơ thiết kế.....	32
2.3. TÀI LIỆU VÀ NỘI DUNG TÍNH TOÁN TRONG THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH THỦY	32
2.3.1. Tài liệu dùng trong thiết kế công trình thủy	32
2.3.2. Các nội dung cần tính toán trong thiết kế công trình thủy	33
2.3.3. Nguyên lý tính toán công trình thủy theo trạng thái giới hạn.....	34
2.4. TẢI TRỌNG, TÁC ĐỘNG VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG TÁC DỤNG LÊN CÔNG TRÌNH THỦY.....	34
2.4.1. Tải trọng và tác động tác dụng lên công trình thủy	34
2.4.2. Tổ hợp tải trọng tác dụng lên công trình thủy	35
2.5. TÍNH TOÁN SÓNG.....	36
2.5.1. Sóng và các yếu tố của sóng.....	36
2.5.2. Tính toán các yếu tố của sóng do gió gây ra	36
2.5.3. Tính toán áp lực sóng	38
2.6. TÍNH TOÁN ÁP LỰC ĐẤT.....	39
2.6.1. Áp lực đất lên tường chắn cứng.....	40
2.6.2. Áp lực đất lên ống chôn.....	44
2.7. TÍNH TOÁN ÁP LỰC THẨM	46
2.7.1. Khái quát chung về thấm trong công trình thủy	46
2.7.2. Tính thấm theo phương pháp tỷ lệ đường thẳng.....	48
2.8. TÍNH TOÁN MỘT SỐ TẢI TRỌNG KHÁC	50
2.8.1. Áp lực của dòng chảy (Áp lực thủy động)	50
2.8.2. Áp lực do gỗ trôi.....	50
CHƯƠNG 3. NGUYÊN LÝ TƯỚI, TIÊU NƯỚC VÀ PHÒNG CHỐNG XÓI MÒN	52
3.1. NGUYÊN LÝ TƯỚI NƯỚC	52
3.1.1. Khái niệm	52
3.1.2. Lượng nước hao hụt ruộng	53

3.1.3. Công thức tưới cho cây trồng	62
3.1.4. Xác định chế độ tưới cho cây trồng	63
3.1.5. Xác định lưu lượng yêu cầu tưới tại mặt ruộng	71
3.1.6. Xác định lưu lượng yêu cầu tại đầu hệ thống tưới	72
3.2. NGUYÊN LÝ TIÊU, THOÁT NƯỚC	79
3.2.1. Nhu cầu tiêu thoát nước và phương châm tiêu thoát nước	79
3.2.2. Tính toán tiêu thoát nước cho đất nông nghiệp	81
3.2.3. Tính toán thoát nước cho đô thị và khu dân cư	85
3.2.4. Tính toán tiêu nước cho giao thông	88
3.2.5. Tính toán tiêu nước cho các loại diện tích khác	88
3.3. XÓI MÒN VÀ BIỆN PHÁP PHÒNG CHỐNG XÓI MÒN	89
3.3.1. Xói mòn và nguyên nhân sinh ra xói mòn	89
3.3.2. Tác hại của xói mòn	90
3.3.3. Biện pháp phòng chống xói mòn, cải tạo đất bạc màu	91
3.3.4. Biện pháp phòng chống bồi lắng	93
CHƯƠNG 4. CÔNG TRÌNH DẪNG NƯỚC	97
4.1. KHÁI NIỆM VỀ CÔNG TRÌNH DẪNG NƯỚC	97
4.1.1. Đặc điểm	97
4.1.2. Điều kiện ứng dụng	97
A. ĐẬP ĐẤT	98
4.2. KHÁI NIỆM VỀ ĐẬP ĐẤT	98
4.2.1. Ưu nhược điểm của đập đất	98
4.2.2. Phân loại	98
4.2.3. Nền đập đất	98
4.2.4. Vật liệu đắp đập	99
4.2.5. Chọn loại đập	99
4.3. THIẾT KẾ SƠ BỘ MẶT CẮT NGANG ĐẬP ĐẤT	100
4.3.1. Nội dung thiết kế	100
4.3.2. Đỉnh đập	100
4.3.3. Mái đập và cơ đập	101
4.3.4. Gia cố mái thượng lưu	102
4.3.5. Gia cố mái hạ lưu	103
4.3.6. Bộ phận chống thấm	103
4.3.7. Bộ phận thoát nước	104
4.4. TÍNH TOÁN THẨM QUA ĐẬP ĐẤT VÀ NỀN	105
4.4.1. Những vấn đề chung	105
4.4.2. Công thức Dupuit	106
4.4.3. Sơ đồ tính toán thấm	106
4.4.4. Tính toán thấm qua đập đất đồng chất trên nền không thấm	108
4.4.5. Tính thấm qua đập đất trên nền thấm nước	109
4.4.6. Tính tổng lưu lượng thấm	110
4.5. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CỦA ĐẬP ĐẤT	111
4.5.1. Hình thức mất ổn định của đập đất	111
4.5.2. Trường hợp tính toán	112
4.5.3. Tính hệ số ổn định	112
B. ĐẬP BÊ TÔNG TRỌNG LỰC	116
4.6. KHÁI NIỆM	116
4.6.1. Đặc điểm	116
4.6.2. Phân loại	117

4.7. MẶT CẮT NGANG CỦA ĐẬP BÊTÔNG TRỌNG LỰC.....	117
4.7.1. Mặt cắt cơ bản của đập bê tông trọng lực.....	117
4.7.2. Mặt cắt thực tế của đập bê tông trọng lực	119
CHƯƠNG 5. CÔNG TRÌNH THÁO LŨ - CỬA VAN.....	121
5.1. KHÁI NIỆM.....	121
5.1.1. Khái niệm về công trình tháo lũ.	121
5.1.2. Tần suất tính toán và kiểm tra	121
5.2. CÔNG TRÌNH THÁO LŨ TRÊN MẶT	121
5.2.1. Đường tràn dọc	121
5.2.2. Đường tràn ngang	124
5.2.3. Xi phông tháo lũ	124
5.2.4. Giếng đứng tháo lũ	125
5.3. CÔNG TRÌNH THÁO LŨ DƯỚI SÂU	125
5.4. CỬA VAN	125
5.4.1. Khái niệm	125
5.4.2. Thiết kế cửa van phẳng bằng gỗ	126
CHƯƠNG 6. CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC	128
6.1. KHÁI NIỆM.....	128
6.1.1. Mục đích xây dựng công trình lấy nước.....	128
6.1.2. Yêu cầu của các công trình lấy nước.....	128
6.2. CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC KIỂU HỖ	128
6.2.1. Điều kiện xây dựng.....	128
6.2.2. Phân loại	129
6.2.3. Các hình thức bố trí	130
6.3. CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC KIỂU KÍN.....	135
6.3.1. Điều kiện xây dựng.....	135
6.3.2. Phân loại	135
6.3.3. Các hình thức bố trí	135
CHƯƠNG 7. CÔNG TRÌNH DẪN NƯỚC	139
7.1. KHÁI NIỆM.....	139
7.2. KÊNH VÀ ĐƯỜNG ỐNG DẪN NƯỚC.....	139
7.2.1. Kênh	139
7.2.2. Đường ống dẫn nước	143
7.3. CÔNG TRÌNH TRÊN KÊNH.....	145
7.3.1. Khái quát về các công trình trên kênh thường gặp	145
7.3.2. Cầu máng.....	145
7.3.3. Cống luồn	149
CHƯƠNG 8. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH VÀ CƯỜNG ĐỘ MỘT SỐ BỘ PHẬN CÔNG TRÌNH.....	151
8.1. TÍNH TOÁN NỀN CÔNG TRÌNH THỦY	151
8.1.1. Khái niệm	151
8.1.2. Tính toán nền theo trạng thái giới hạn I - về cường độ và ổn định	151
8.1.3. Tính toán nền theo trạng thái giới hạn II - về biến dạng (lún).....	153
8.1.4. Tính toán cường độ cho nền	153
8.1.5. Thiết kế kích thước đáy móng công trình.....	153
8.1.6. Trình tự tính toán ổn định.....	154
8.2. TƯỜNG CHẮN ĐẤT	155
8.2.1. Khái niệm chung.....	155
8.2.2. Cấu tạo một số loại tường chắn đất thông dụng	155
8.2.3. Tính toán ổn định cho tường	156
8.2.4. Tính toán cường độ cho tường	157

8.3. ỐNG NGẦM BÊTÔNG CỐT THÉP	158
8.3.1. Tải trọng tác dụng lên ống.....	158
8.3.2. Chọn trường hợp bất lợi để tính cường độ ống	158
8.3.3. Tính toán nội lực và kết cấu cho ống.....	158
8.4. TÍNH TOÁN TẮM ĐÁY CÔNG TRÌNH THỦY.....	159
8.4.1. Khái niệm	159
8.4.2. Tính toán ổn định thân cống (tắm đáy)	159
8.4.3. Tính toán cường độ tắm đáy.....	159
CHƯƠNG 9. CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN	162
9.1. GIỚI THIỆU.....	162
9.2. HỆ THỐNG ĐIỆN - ĐỒ PHỤ TẢI.....	162
9.2.1. Hệ thống điện	162
9.2.2. Đồ phụ tải	162
9.3. SO SÁNH GIỮA THỦY ĐIỆN VÀ NHIỆT ĐIỆN.....	162
9.3.1. Nhiệt điện	162
9.3.2. Thủy điện:.....	163
9.4. NĂNG LƯỢNG DÒNG CHẢY VÀ TRẠM THỦY ĐIỆN (TTĐ)	163
9.4.1. Năng lượng dòng chảy.....	163
9.4.2. Trạm thủy điện	164
9.5. NGUYÊN LÝ VÀ BIỆN PHÁP KHAI THÁC THỦY NĂNG.....	164
9.5.1. Nguyên lý khai thác thủy năng.....	164
9.5.2. Biện pháp khai thác thủy năng	164
9.6. PHÂN LOẠI CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN.....	164
9.6.1. Trạm thủy điện kiểu đập.....	164
9.6.2. Trạm thủy điện kiểu đường dẫn.....	165
9.6.3. Trạm thủy điện kiểu kết hợp đập - đường dẫn.	166
9.7. THÀNH PHẦN CÔNG TRÌNH CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN	166
9.7.1. Thành phần công trình của trạm thủy điện kiểu đập	166
9.7.2. Thành phần công trình của TTĐ kiểu đường dẫn và kiểu hỗn hợp đập - đường dẫn	166
9.8. CÁC CÔNG TRÌNH TRÊN TUYẾN NĂNG LƯỢNG.....	167
9.8.1. Bể lắng cát (BLC).....	167
9.8.2. Đường dẫn nước (ĐDN).....	168
9.8.3. Bể áp lực (BAL)	170
9.8.4. Đường ống tuabin (ĐOT)	171
9.8.5. Giếng điều áp (GĐA)	173
9.9. NHÀ MÁY CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN.....	175
9.9.1. Phân loại nhà máy thủy điện (NMTĐ)	175
9.9.2. Kết cấu nhà máy thủy điện.	179
9.10. TUA BIN NƯỚC.....	180
9.10.1. Khái niệm cơ bản về tuabin nước	180
9.10.2. Phân loại, phạm vi sử dụng các loại tuabin nước	184
9.10.3. Tua bin xung lực.....	185
9.10.4. Tuabin phản lực	186
9.10.5. Hiện tượng xâm thực trong tuabin.....	188
9.10.6. Máy phát điện và các thiết bị điện.....	192

Chương 1. TÀI NGUYÊN NƯỚC VÀ CÁC GIẢI PHÁP KỸ THUẬT TÀI NGUYÊN NƯỚC

1.1. TÀI NGUYÊN NƯỚC VÀ NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ TÀI NGUYÊN NƯỚC

1.1.1. Khái niệm về tài nguyên nước

Nước là một thành phần quan trọng của môi trường, là nguyên liệu của sự sống, của sản xuất; nước gắn bó, đồng hành cùng sự tiến hoá của tự nhiên và sự phát triển của lịch sử loài người.

Trong tự nhiên, nước cần thiết cho sự tồn tại, sinh trưởng và phát triển của sinh vật, nước chiếm khoảng 70% đến 80% trọng lượng cơ thể sinh vật, nó tham gia vào mọi quá trình sống của sinh vật (Quá trình hấp thụ chất dinh dưỡng, vận chuyển chất dinh dưỡng, các phản ứng tạo chất và trao đổi chất trong cơ thể sinh vật ...); sự phát triển và tiến hoá của sinh vật trong tự nhiên một phần có liên quan và chịu ảnh hưởng của nước, vì vậy không có nước thì không có sự sống.

Chu trình tuần hoàn của nước trong tự nhiên là yếu tố quyết định đến sự ổn định của môi trường sống và sự đa dạng của hệ sinh thái. Sự vận động của nước giữ cho các điều kiện sinh thái của mỗi vùng có tính ổn định tương đối, đây là cơ sở cho sự phát triển và tiến hoá của các loài, quá trình này cũng đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì sự trong lành và bền vững của môi trường sống.

Lịch sử chứng minh rằng sự phát triển của xã hội loài người luôn gắn bó với nguồn nước, con người cần nước để duy trì sự sống và phát triển sản xuất. Nước được sử dụng trong nông nghiệp, thủy sản, công nghiệp và các ngành dùng nước khác, nước là điều kiện tiên quyết để phát triển thủy điện, giao thông thủy và duy trì môi trường sống cho muôn loài. Tuy nhiên, nước cũng gây ra các tác hại lớn đối với con người. Thiếu nước làm cho mùa màng thất thu, công nghiệp chậm phát triển, điều kiện sống của con người khó khăn hơn. Thừa nước sinh lũ lụt tàn phá ruộng đồng, làng mạc, gây ra các tổn thất lớn về sinh mạng con người, hạ tầng kỹ thuật.v.v. Các khu dân cư, đô thị luôn được hình thành và phát triển bên cạnh các nguồn nước, nguồn nước cạn kiệt cũng đồng nghĩa với sự suy thoái của khu dân cư và đô thị đó. Vì vậy, nước được coi là **tài nguyên**, là **tư liệu thiết yếu** cho cuộc sống của con người.

Tài nguyên nước bao gồm tất cả các dạng tồn tại của nước trong thủy quyển (mưa, băng, tuyết, nước sông suối, ao hồ, nước trong các tầng chứa nước dưới đất và nước biển). Cùng với sự phát triển của khoa học và công nghệ, tài nguyên nước ngày càng được bổ sung và phong phú hơn. Trước đây con người chỉ biết khai thác nguồn nước trong phạm vi các sông, suối, ao, hồ để phục vụ cho những nhu cầu thiết yếu trong sinh hoạt và sản xuất giản đơn. Ngày nay, con người đã khoan sâu vào các tầng đất lấy nước ngầm, biến nước mặn thành nước ngọt để sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau. Trong tương lai gần, băng, tuyết trên các núi cao và tại các vùng cực sẽ trở thành nguồn tài nguyên nước có tiềm năng lớn của con người.

Nước là tài nguyên có khả năng tái tạo về số lượng và chất lượng, tuy nhiên khả năng tái tạo của nước không phải là vô tận. Chu kỳ tái tạo và tồn tại của nước phụ thuộc vào dạng tồn tại của nó và các điều kiện tự nhiên, nó không phụ thuộc vào mong muốn chủ quan của con người; nếu như chu kỳ tái tạo của nước sông, suối, ao hồ dài khoảng một năm thì chu kỳ tái tạo của nước ngầm tầng sâu có thể kéo dài từ vài năm đến hàng nghìn năm. Vì vậy nếu khai thác sử dụng nguồn nước vượt quá khả năng tự tái tạo của nó thì nguồn nước sẽ dần dần bị cạn kiệt.

Tiềm năng tài nguyên nước được đánh giá bởi 3 đặc trưng là trữ lượng nước, chất lượng nước và động thái của nước:

- Trữ lượng nước của một khu vực là tổng lượng nước trong khu vực đó tính trong một khoảng thời gian nào đó (tuần, tháng, mùa, năm, nhiều năm). Trữ lượng nước biểu thị sự phong phú của nguồn nước trong một lưu vực sông, một vùng lãnh thổ.

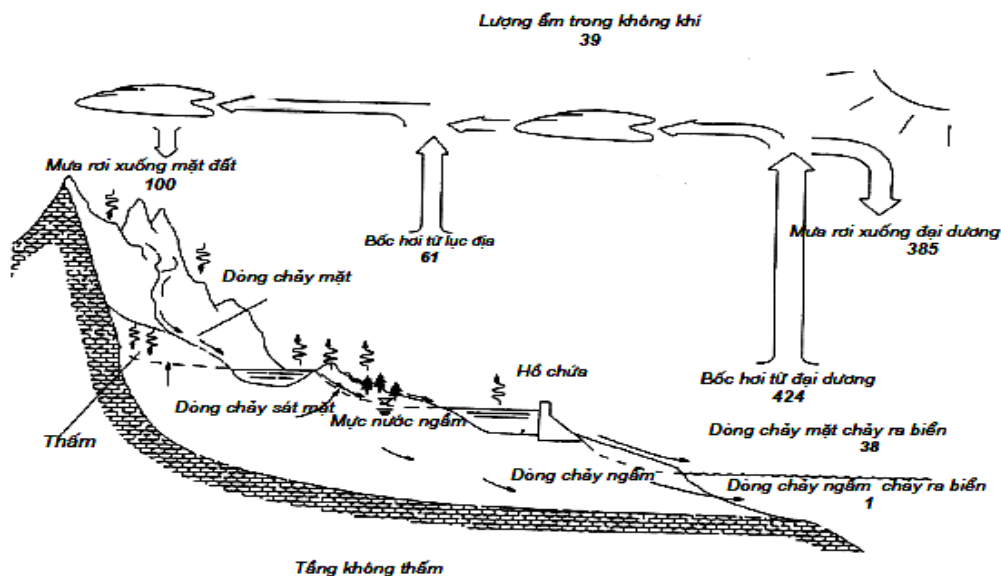
- Chất lượng nước được thể hiện ở hàm lượng các chất hoà tan hoặc không hoà tan có trong nước, chất lượng nước có ảnh hưởng quyết định đến mục đích sử dụng nước.

- Động thái của nước được thể hiện bởi sự thay đổi các đặc trưng dòng chảy theo thời gian, sự vận chuyển, quy luật vận động và trao đổi chất của nước trong tự nhiên ở khu vực nghiên cứu và sự vận động qua lại của nước giữa khu vực nghiên cứu với các khu vực chứa nước lân cận.

Tài nguyên nước phân bố không đều theo không gian và thời gian, sự phân bố về trữ lượng, chất lượng nước và động thái của nước trong tự nhiên thường không phù hợp với mục đích sử dụng của con người. Để thoả mãn nhu cầu dùng nước, phòng tránh, giảm thiểu các tác hại do nước gây ra; con người phải biết cách điều tiết phân bố lại nguồn nước; khai thác, sử dụng nước hợp lý, tiết kiệm, phù hợp với qui luật vận động và khả năng tái tạo của nước trong tự nhiên, đảm bảo sự phát triển bền vững của tự nhiên và con người.

1.1.2. Tài nguyên nước trên trái đất

Nước trên trái đất có các trạng thái khác nhau (nước ở thể lỏng, nước ở thể rắn, hơi nước), tồn tại ở khắp nơi: nước trong khí quyển, nước đại dương, nước trên mặt đất (sông, suối, ao, hồ, đầm lầy), nước ngầm. Khoảng không gian tồn tại và vận động của nước được gọi là thủy quyển, thủy quyển phát triển đến độ cao 15 km và sâu khoảng 1 km so với bề mặt trái đất. Dưới tác động của các yếu tố khí hậu, địa hình, địa mạo, nước luôn luôn vận động trong thủy quyển theo một chu trình gọi là chu trình thủy văn (Hình 1.1). Chu trình thủy văn thể hiện động thái của nước trên trái đất, khả năng tái tạo của các dạng nguồn nước, đồng thời nó cũng phản ánh sự phân bố không đều của nước trên trái đất.



Vòng tuần hoàn nước và cân bằng nước toàn cầu với 100 đơn vị mưa trên lục địa

Hình 1-1: Sơ đồ cân bằng nước

(Chow V.T., David R. Madment và Larry W. Mays, Thủy văn ứng dụng, Đỗ Hữu Thành và Đỗ Văn Toàn dịch, Nhà xuất bản Giáo dục, 1994)

Theo số liệu ước tính của UNESCO năm 1978, tổng lượng nước trong thủy quyển là 1386 triệu km³, được phân bố như sau:

Bảng 1-1. Phân bố tổng lượng nước trên trái đất ^[10]

Loại nước	Tổng lượng nước trong thủy quyển	Nước mặn	Nước ngọt	
			Dạng rắn	Dạng lỏng
Trữ lượng (10^6 km^3)	1386,0	1351,0	24,3	10,7
Tỷ lệ (%)	100	97,5	1,75	0,75

Bảng 1-2. Phân bố nước ngọt dạng lỏng trong thủy quyển ^[10]

Loại nước	Tổng	Nước ngầm	Hồ và Đầm lầy	Thổ nhưỡng	Sông ngòi	Khí quyển	Sinh quyển
Trữ lượng (10^6 km^3)	10,7	10,5	0,102	0,047	0,020	0,020	0,011
Tỷ lệ (%)	100	98,3	0,95	0,44	0,19	0,19	0,10

Các số liệu trên cho thấy các dạng tồn tại của nước trên trái đất phân bố rất không đều, lượng nước mặn trên biển và đại dương chiếm tỷ lệ lớn, lượng nước ngọt chiếm tỷ lệ rất nhỏ, phần lớn lượng nước ngọt tồn tại ở dạng băng tuyết, khó khai thác sử dụng.

1.1.3. Tài nguyên nước ở Việt Nam ^[10]

1. Tài nguyên nước mưa:

Tổng lượng mưa bình quân nhiều năm trên lãnh thổ Việt Nam khoảng 1900mm, tương ứng với tổng lượng nước là 640 tỷ m^3 /năm. Lượng mưa trong (4÷5) tháng mùa mưa chiếm khoảng (75÷85)% tổng lượng mưa năm; lượng mưa trong các tháng còn lại của mùa khô chỉ chiếm khoảng (15÷25)% tổng lượng mưa năm. Có những vùng lượng mưa rất lớn như vùng Hoàng Liên Sơn, vùng núi bắc Trung Bộ, lượng mưa bình quân nhiều năm khoảng (2000÷3000) mm; ngược lại có vùng mưa rất ít như Phan Rang, Phan Rí, lượng mưa bình quân nhiều năm chỉ có khoảng 600mm. Chất lượng nước mưa nhìn chung là tốt, song ở các đô thị và khu công nghiệp lớn và vùng lân cận nước mưa có độ pH thấp ($\text{pH} < 5,5$)

2. Tài nguyên nước mặt:

- *Sông ngòi*: Việt Nam có 2372 sông có chiều dài từ 10 km trở lên, có 109 sông lớn. Tổng diện tích lưu vực khoảng 1.167.000,0 km^2 , trong đó, diện tích lưu vực ngoài lãnh thổ khoảng 835.422 km^2 , chiếm 72% tổng diện tích lưu vực.

- *Ao, hồ, đầm phá tự nhiên*: Các hồ nước ngọt có diện tích khoảng 150.000 ha. Vùng cửa sông, ven biển miền trung có các đầm phá lớn như đầm Thị Nại, phá Tam Giang, phá Cầu Hai, vụng Xuân Đài v.v. trong đó phá cầu hai có diện tích lớn nhất là 216 km^2 .

- *Hồ chứa nước nhân tạo*: Trong những năm qua, chúng ta đã xây dựng hàng nghìn hồ chứa nước với tổng dung tích khoảng 26 tỷ m^3 , trong đó, các hồ chứa thủy điện có tổng dung tích 19 tỷ m^3 ; Có 6 hồ lớn có dung tích hồ trên 1 tỷ m^3 (Bảng 1.3), hầu hết các hồ thủy lợi có dung tích dưới 10 triệu m^3 .

Bảng 1.3. Dung tích một số hồ chứa lớn tại Việt Nam

Tên hồ	Hoà Bình	Thác Bà	Trị An	Dầu Tiếng	Thác Mơ	YaLy
Dung tích (10^9 m^3)	9,45	2,94	2,76	1,45	1,31	1,04

- *Trữ lượng nước*: Trữ lượng nước mặt khoảng (830÷840) tỷ m^3 /năm, trong đó, lượng nước phát sinh trong nội địa khoảng (310÷315) tỷ m^3 /năm, chiếm khoảng 37%, còn lại là lượng nước từ lãnh thổ nước ngoài chảy vào. Phân bố lượng nước giữa các vùng rất không đều. khu vực phía Bắc, Miền Trung, Tây Nguyên và Đông Nam Bộ có nhu cầu dùng nước cao nhưng trữ lượng nước chỉ chiếm khoảng 39%; trong khi đó, khu vực đồng bằng sông Cửu Long lượng nước mặt chiếm 61% nhưng nhu cầu sử dụng nước lại chiếm tỷ lệ nhỏ.

- *Chất lượng nước:* Nhìn chung chất lượng nước ở vùng thượng lưu các sông là tốt, trừ một số vùng ô nhiễm cục bộ. Chất lượng nước mặt của các sông hồ vùng đồng bằng đã có dấu hiệu bị ô nhiễm do chất thải sinh hoạt, công nghiệp và nông nghiệp; các ao, hồ, kênh rạch và một số đoạn sông tại các đô thị và khu công nghiệp đang ngày càng bị ô nhiễm nặng bởi chất thải đô thị và công nghiệp, làm ảnh hưởng lớn đến môi trường và khả năng khai thác nước của các địa phương.

3. Tài nguyên nước dưới đất:

Tài nguyên nước dưới đất chưa được nghiên cứu đầy đủ, ước tính tổng trữ lượng nước dưới đất khoảng 63 tỷ m³/năm, khả năng khai thác bình quân khoảng 2000m³/s. Các khu vực có trữ lượng nước dưới đất nhiều là: Đồng bằng sông Hồng, sông Cửu Long và đông Nam Bộ. Các khu vực có trữ lượng nước dưới đất ít là: Tây Bắc, Đông Bắc và ven biển trung bộ. Chất lượng nước dưới đất nhìn chung là tốt, tuy nhiên nước ngầm tầng nông có chất lượng kém hơn do có hàm lượng ion kim loại cao.

4. Lũ lụt và hạn hán:

Do sự phân bố mưa không đều theo thời gian, trong mùa mưa thường xảy ra lũ lụt sau các trận mưa lớn, đặc biệt là mưa bão; ngược lại, trong mùa khô thường xảy ra hạn hán vào giai đoạn cuối mùa; đây là 2 tác hại chính của nước đối với con người và môi trường.

Lũ, lụt thường xảy ra trên diện rộng, lũ lớn và đặc biệt lớn xuất hiện ngày càng dày hơn, cường độ ngày càng lớn hơn. Ở miền núi, trung du, lũ quét, lũ ống, lũ bùn đất xuất hiện thường xuyên gây ra các hậu quả nặng nề đối với sinh mạng con người, cơ sở hạ tầng xã hội và sản xuất. Tuy theo diễn biến mưa mà thời kỳ xuất hiện lũ ở các khu vực có khác nhau (Bảng 1.4). Diễn biến lũ tại các lưu vực sông khác nhau cũng khác nhau; các sông có lưu vực lớn, thời gian lũ và ngập lụt thường kéo dài, cường độ xuất lũ thấp; các sông có lưu vực nhỏ thời gian lũ và ngập lụt ngắn, cường độ xuất lũ lớn.

Bảng 1.4. Thời kỳ xuất hiện lũ tại các vùng lãnh thổ Việt Nam

Vùng lãnh thổ	Bắc bộ và bắc Thanh Hoá	Nam Thanh hoá đến Ninh Thuận	Nam Bộ và Tây nguyên
Thời gian xuất hiện lũ	Tháng 6 ÷ tháng 9	Tháng 9 ÷ tháng 11	Tháng 7 ÷ tháng 11

Hạn hán thường xảy ra trên diện rộng và gây ra các hậu quả nghiêm trọng và lâu dài như mùa màng thất thu, thiếu nước trong sinh hoạt và sản xuất công nghiệp. Cuối mùa khô, lượng dòng chảy của sông suối chủ yếu do nước dưới đất cung cấp, do nhiều tháng mưa ít hoặc không có mưa nên lượng dòng chảy của sông suối và dòng chảy nước dưới đất bị cạn kiệt; thời tiết khô nóng làm tăng lượng bốc hơi và nhu cầu dùng nước, khi đó xuất hiện hiện tượng hạn hán. Ở các vùng hạ lưu sông và vùng duyên hải miền trung, hạn hán xảy ra khốc liệt hơn do nguồn nước đã bị khai thác cạn kiệt ở vùng thượng lưu, các sông ở duyên hải miền trung có chiều dài sông ngắn, không có dòng chảy cơ bản. Mặt khác hạn hán cũng một phần do con người gây ra do việc khai thác rừng bừa bãi, sử dụng đất không hợp lý làm mất khả năng giữ nước và trữ nước của đất.

1.1.4. Những vấn đề cơ bản về tài nguyên nước

Tài nguyên nước trên trái đất và Việt Nam đang ẩn chứa những yếu tố bất ổn, không bền vững, bởi các vấn đề cơ bản sau:

- Các khí thải gây hiệu ứng nhà kính là nguyên nhân gây ra sự biến đổi khí hậu toàn cầu, nhiệt độ trái đất có xu hướng tăng, mực nước biển dâng cao, chu trình thủy văn thay đổi làm cho sự phân bố nước trên trái đất biến đổi theo xu thế bất lợi. Hiện tượng lũ lụt tại một số khu vực xuất hiện ngày càng dày hơn với cường độ lớn hơn; ngược lại, ở các khu vực khác, hạn hán diễn ra nghiêm trọng hơn. Mực nước biển dâng cao, nước mặn xâm nhập sâu vào đất liền, các vùng đất

thấp ven biển có nguy cơ bị chìm ngập trong nước mặn. Tại Việt Nam, các kết quả nghiên cứu gần đây dự báo: Tổng lượng nước mặt năm 2025 chỉ bằng khoảng 96%, năm 2070 khoảng 91% và năm 2100 khoảng 86% so với hiện nay ^[10]. Nhiều diện tích đất nông nghiệp ở vùng ven biển thuộc khu vực đồng bằng sông Hồng, đồng bằng sông Cửu Long và Trung Bộ có nguy cơ bị ngập mặn.

- Tài nguyên nước phân bố không đều giữa các vùng, khu vực đồng bằng sông Cửu Long chỉ có khoảng 20% dân số nhưng lại có trên 60% tổng lượng dòng chảy mặt hàng năm, 40% lượng dòng chảy còn lại thuộc quyền sử dụng của 80% dân số cả nước.

- Trữ lượng nước phân bố không đều theo các mùa trong năm và không đều giữa các năm. lượng mưa trung bình trong (4÷5) tháng mùa mưa chiếm (75÷85)% tổng lượng mưa năm gây lũ lụt trên diện rộng với cường suất lũ lớn; ngược lại, trong (7÷8) tháng mùa khô lượng mưa chỉ có khoảng (15÷25)% tổng lượng mưa năm gây ra tình trạng thiếu nước triền miên trong mùa khô. Phân bố lượng nước giữa các năm cũng biến đổi rất lớn, chênh lệch lượng nước để giữa năm nhiều nước và năm ít nước vào khoảng (2÷3) lần tùy theo đặc điểm từng lưu vực.

- Sự gia tăng dân số, tốc độ tăng trưởng kinh tế cao làm tăng nhu cầu dùng nước trên toàn cầu nói chung và ở Việt Nam nói riêng. Tại Việt Nam, hiện nay, tổng lượng nước sản sinh trong nội địa tính bình quân đầu người khoảng 3.840m³/người/năm, nếu kể cả lượng nước đến ngoài lãnh thổ thì đạt khoảng 10.240m³/người/năm; ước tính đến năm 2025 lượng nước đến tương ứng chỉ đạt khoảng 2830m³/năm/người và 7.660m³/người/năm ^[3]. Hội Tài nguyên nước Quốc tế (IWRA) khuyến cáo: Một quốc gia sẽ lâm vào tình trạng thiếu nước nếu trữ lượng nước nhỏ hơn 4000m³/người/năm. Như vậy, nếu chỉ tính lượng nước sản sinh nội địa thì Việt Nam là quốc gia thiếu nước; nếu xét theo vùng lãnh thổ thì hầu hết các vùng lãnh thổ Việt Nam (trừ khu vực đồng bằng sông Cửu Long) đều trong tình trạng thiếu nước.

- Tốc độ đô thị hoá, tốc độ tăng trưởng kinh tế cao làm gia tăng các nguy cơ gây ô nhiễm tài nguyên nước và cạn kiệt nguồn nước. Ở các vùng đô thị lớn và các khu công nghiệp, ô nhiễm nước mặt ngày càng gia tăng về mức độ và qui mô, một số kênh rạch và sông ngòi trong khu vực đó và vùng lân cận đã trở thành các dòng sông chết do chất thải sinh hoạt và sản xuất. Việc khai thác quá mức, thiếu kiểm soát lượng nước ngầm làm cho mực nước ngầm tại các đô thị ngày càng hạ thấp, chậm phục hồi, nước ngầm tầng nông đang bị ô nhiễm kim loại nặng và chất thải hữu cơ. Việc sử dụng số lượng lớn phân bón hoá học và hoá chất bảo vệ thực vật trong nông nghiệp đã và đang làm suy giảm chất lượng tài nguyên nước mặt các vùng canh tác nông nghiệp.

Những vấn đề trên đang là trở ngại chính cho việc khai thác và sử dụng tài nguyên nước, là trở ngại chính cho phát triển sản xuất và làm suy giảm chất lượng môi trường. Do đó cần phải có biện pháp quản lý, bảo vệ, khai thác, sử dụng tài nguyên nước một cách hợp lý để phát triển bền vững tài nguyên nước; đồng thời phòng, chống có hiệu quả những tác hại do nước gây ra.

1.1.5. Ý nghĩa của việc nghiên cứu tài nguyên nước

Nghiên cứu Tài nguyên nước có ý nghĩa đặc biệt quan trọng đối với con người vì:

- Giúp chúng ta khẳng định được vai trò và tác động của nước đối với các quá trình xảy ra trên bề mặt trái đất và vai trò của nước đối với sự phát triển kinh tế, xã hội của mỗi quốc gia và của nhân loại.

- Giúp đánh giá đúng tiềm năng tài nguyên nước để đưa ra một hệ thống các chính sách, chiến lược; nhằm quản lý, bảo vệ, khai thác, sử dụng, phát triển bền vững tài nguyên nước; đồng thời phòng, chống có hiệu quả các tác hại do nước gây ra.

- Giúp xác định rõ các qui luật vận động của nước trong tự nhiên và các giải pháp kỹ thuật phù hợp để điều tiết lại nguồn nước, khai thác, sử dụng, phát triển bền vững tài nguyên nước và phòng chống có hiệu quả các tác hại do nước gây ra.
- Giúp xác định rõ nguyên nhân gây suy thoái và cạn kiệt nguồn nước, cơ chế gây ô nhiễm nước để có biện pháp phòng ngừa suy thoái, cạn kiệt nguồn nước và xử lý làm sạch nguồn nước.
- Giúp tìm ra các biện pháp để bảo vệ môi trường nước và duy trì sự đa dạng của các hệ sinh thái.

1.2. NHU CẦU VỀ NƯỚC TRONG SẢN XUẤT VÀ ĐỜI SỐNG

1.2.1. Nhu cầu dùng nước của sản xuất và đời sống

Nhu cầu dùng nước trong sản xuất và đời sống rất đa dạng và phong phú, nhu cầu dùng nước phụ thuộc đặc thù riêng của từng đối tượng sử dụng nước. Khi xem xét cấp nước cho một đối tượng nào đó, cần phải xác định được các tiêu chí về chất lượng nước cấp, lượng nước cần cấp và chế độ sử dụng nước của đối tượng đó. Dưới đây chúng ta đi sâu nghiên cứu một số nhu cầu dùng nước chủ yếu trong sản xuất và đời sống:

1. Nhu cầu cấp nước cho khu dân cư và đô thị:

Trong khu dân cư, đô thị, nước được sử dụng cho các mục đích: Sinh hoạt (ăn, uống, tắm, giặt, vệ sinh nhà cửa), Công nghiệp và dịch vụ trong nội bộ đô thị, dịch vụ công cộng (tưới cây, tưới đường, chữa cháy v.v.); ngoài ra còn phải kể đến lượng nước thất thoát trong mạng lưới cấp nước và lượng nước sử dụng cho nội bộ các trạm xử lý nước cấp. Khi xác định nhu cầu cấp nước cho đô thị, cần phải xác định được các thông số sau:

- Các thông số chất lượng nước cấp và chất lượng nguồn nước: Tuân thủ theo tiêu chuẩn chất lượng nước cấp và chất lượng nguồn nước do nhà nước ban hành.
- Tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt [q_{sh} (l/người/ngày đêm)]: Tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt là lượng nước trung bình cần cấp cho một người trong một ngày đêm. Lượng nước sử dụng trong sinh hoạt phụ thuộc vào mức độ tiện nghi trong nhà, điều kiện khí hậu, tập quán sinh hoạt và khả năng đầu tư của xã hội. Do đó, tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt thường được nhà nước qui định để làm cơ sở cho việc thiết kế hệ thống cấp nước sinh hoạt. Theo TCXDVN: 33-2006, tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt được qui định như bảng 1.5.
- Các tiêu chuẩn cấp nước khác: Tiêu chuẩn cấp nước cho các nhu cầu dùng nước khác trong khu dân cư và đô thị được lấy theo tỷ lệ phần trăm của tổng lượng nước cấp cho sinh hoạt như bảng 1.5.
- Công suất cấp nước trung bình ngày cho khu dân cư, đô thị:

$$Q_{ng-tb} = \frac{\sum q_i \cdot N_i \cdot f_i}{1000} + D \quad (m^3/ngày\ đêm) \quad (1.1)$$

Trong đó:

- + q_i : tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt (lít/người/ngày đêm), lấy theo bảng 1.1.
- + N_i : dân số tính toán (người)

$$N_i = N_o \left(1 + \frac{V \pm Y}{100} \right)^T \quad (1.2)$$

- Với:
- N_o : là dân số hiện tại (người)
 - V, Y : là tỷ lệ tăng dân số tự nhiên và tỷ lệ tăng dân số cơ học (%).
 - T : là thời gian qui hoạch (năm).
- + f_i : tỷ lệ dân số được cấp nước (%), tra bảng 1.5

+ D: tổng lưu lượng cấp cho các nhu cầu dùng nước khác trong đô thị, tính theo hướng dẫn tại các mục b,c,d,e,f trong bảng 1.5.

Bảng 1.5. Tiêu chuẩn cấp nước cho khu dân cư và đô thị (theo TCVN:33-2006)

STT	Âaúi tæåung duing næåic vai thaình phåón duing næåic	Giai åoaùn	
		2010	2020
I	Ää the äåuc biåút, ää the loaúi I, khu du læch, nghè maít a. Næåic sinh hoaút: - Tiåu chuáøn cáúp næåic (lêt/ngæåii - ngaiy) + Näúi ää + Ngoaúi vi - Tyí læu dán säú äæåuc cáúp næåic (%) + Näúi ää + Ngoaúi vi b. Næåic phuû vuû cäng cæung (tæåii, ræia äæåing, chæia chaïy ...) theo % (a) c. Næåic cho cäng nghiåûp & dæch vuû trong ää the tênh theo % cuía (a) d. Næåic cho khu cäng nghiåûp (m³/ha) e. Næåic thåút thoait, tênh theo % cuía (a + b + c + d) f. Duing cho næúi bäu nhai maïy næåic, tênh theo % (a + b + c + d + e)	165 120 85 80 10 10 22 ÷ 45 < 25 7 ÷ 10	200 150 99 95 10 10 22 ÷ 45 < 20 5 ÷ 8
I I I	Ää the loaúi II, ää the loaúi III a. Næåic sinh hoaút: - Tiåu chuáøn cáúp næåic (lêt/ngæåii - ngaiy) + Näúi ää + Ngoaúi vi - Tyí læu dán säú äæåuc cáúp næåic (%) + Näúi ää + Ngoaúi vi b. Næåic phuû vuû cäng cæung(tæåii, ræia äæåing, chæia chaïy ...) theo % (a) c. Næåic cho cäng nghiåûp & dæch vuû trong ää the tênh theo % cuía (a) d. Næåic cho khu cäng nghiåûp (m3/ha) e. Næåic thåút thoait, tênh theo % cuía (a + b + c + d) f. Duing cho næúi bäu nhai maïy næåic, tênh theo % (a + b + c + d + e)	120 80 85 75 10 10 22 ÷ 45 < 25 8÷10	150 100 99 90 10 10 22 ÷ 45 < 20 7 ÷ 8
I I I	Ää the loaúi IV, khu dán cæ năng thän a. Næåic sinh hoaút: - Tiåu chuáøn cáúp næåic (lêt/ngæåii - ngaiy) - Tyí læu dán säú äæåuc cáúp næåic (%) b. Næåic dæch vuû, tênh theo % cuía (a) c. Næåic thåút thoait, tênh theo % cuía (a + b)	60 75 10 < 20 10	100 90 10 < 15

d. Nước dùng cho n��i b�� nh�i m��y nước, t��nh theo % cu��a (a + b + c)		10
--	--	----

- Công suất cấp nước ngày dùng nước lớn nhất, ngày dùng nước nhỏ nhất cho khu dân cư, đô thị:

$$Q_{ng,max} = K_{ng,max} Q_{ng,tb} \quad (m^3/ngày đêm) \quad (1.3)$$

$$Q_{ng,min} = K_{ng,min} Q_{ng,tb} \quad (m^3/ngày đêm) \quad (1.4)$$

Trong đó:

+ $K_{ng,max} = 1,2 \div 1,4$: hệ số không điều hoà ngày lớn nhất

+ $K_{ng,min} = 0,7 \div 0,9$: hệ số không điều hoà ngày nhỏ nhất

- Công suất cấp nước giờ dùng nước lớn nhất, nhỏ nhất:

$$Q_{h,max} = K_{h,max} \frac{Q_{ng,max}}{24} \quad (m^3/giờ) \quad (1.5)$$

$$Q_{h,min} = K_{h,min} \frac{Q_{ng,min}}{24} \quad (m^3/giờ) \quad (1.6)$$

Trong đó:

+ $K_{h,max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max}$: hệ số không điều hoà giờ lớn nhất

+ $K_{h,min} = \alpha_{min} \cdot \beta_{min}$: hệ số không điều hoà giờ nhỏ nhất

+ $\alpha_{max}; \alpha_{min}$: các hệ số kể đến mức độ tiện nghi của công trình, chế độ làm việc và các điều kiện khác của địa phương: $\alpha_{max} = (1,2 \div 1,5)$; $\alpha_{min} = (0,4 \div 0,6)$

+ β_{max}, β_{min} : các hệ số tính đến số dân trong khu dân cư, đô thị, tra bảng 1.6

Bảng 1.6. Quan hệ giữa hệ số β và dân số tính toán

Số dân (1000 người)	0,10	0,15	0,20	0,30	0,50	0,75	1,00	2.00
β_{max}	4,50	4,00	3,50	3,00	2,50	2,20	2,00	1,80
β_{min}	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,10	0,15
Số dân (1000 người)	4,00	6,00	10,0	20,0	50,0	100	300	≥ 1000
β_{max}	1,60	1,40	1,30	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00
β_{min}	0,20	0,25	0,40	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00

2. Nhu cầu cấp nước cho sản xuất công nghiệp:

Yêu cầu về chất lượng nước dùng trong công nghiệp phụ thuộc vào ngành nghề sản xuất, chủng loại sản phẩm của từng xí nghiệp công nghiệp (XNCN). Nói chung tiêu chuẩn chất lượng nước cấp cho công nghiệp phù hợp với tiêu chuẩn chất lượng nước cấp cho sinh hoạt. Tuy nhiên, một số ngành sản xuất có yêu cầu khắt khe hơn về chất lượng nước cấp như: Công nghiệp dược phẩm; công nghiệp rượu, bia và nước giải khát; các XNCN thuộc lĩnh vực trên thường có dây chuyền xử lý nước riêng để đáp ứng yêu cầu về chất lượng nước của mình.

Chế độ dùng nước trong công nghiệp tương đối điều hoà, một số XNCN có chế độ dùng nước đặc biệt thường xây dựng công trình điều hoà và dự trữ nước riêng để chủ động đáp ứng chế độ dùng nước trong xí nghiệp.

Lượng nước sử dụng của XNCN phụ thuộc vào chủng loại sản phẩm, trình độ công nghệ sản xuất và trình độ quản lý sản xuất, các XNCN có trình độ công nghệ cao thường sử dụng nước ít hơn các XNCN sản xuất cùng loại sản phẩm nhưng sử dụng công nghệ lạc hậu. Lượng nước sử dụng trong XNCN bao gồm lượng nước sinh hoạt của công nhân và lượng nước sử dụng để sản

xuất (bao gồm lượng nước phục vụ sản xuất và lượng nước tham gia vào thành phần của sản phẩm).

Khi tính toán nhu cầu cấp nước cho XNCN, cần thực hiện các nội dung sau:

- Xác định tiêu chuẩn cấp nước và hệ số không điều hoà:

+ Tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt cho công nhân được lấy theo bảng 1.7.

+ Tiêu chuẩn cấp nước sản xuất: Tiêu chuẩn cấp nước sản xuất được chọn căn cứ vào hồ sơ công nghệ, hoặc tham vấn các chuyên gia công nghệ trong từng lĩnh vực sản xuất. Trong trường hợp tính toán qui hoạch cấp nước có thể lấy theo bảng 1.5 hoặc tham khảo các tiêu chuẩn cấp nước sản xuất như bảng 1.8.

Bảng 1.7. Tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt cho công nhân trong XNCN

Loại phân xưởng	Tiêu chuẩn cấp nước(l/người-ca)	Hệ số không điều hoà giờ ($K_{h\max}$)
Phân xưởng nóng, toả nhiệt lớn hơn 20Kcalo-m ³ /h	35	2,5
Các phân xưởng khác	25	3.0

Bảng 1.8. Tiêu chuẩn cấp nước cho một số ngành sản xuất công nghiệp

Nhu cầu dùng nước	Đơn vị đo	Tiêu chuẩn (m ³ / 1đ vị đo)	Chú thích
- N- ớc làm lạnh trong nhà máy nhiệt điện.	1000KW/h	160 ÷ 400	Trị số nhỏ dùng cho công suất nhiệt điện lớn
- N- ớc cấp nồi hơi nhà máy nhiệt điện	1000KW/h	3 ÷ 5	
- N- ớc làm nguội động cơ đốt trong	1 ngựa/h	0,015 ÷ 0,04	
- N- ớc khai thác than.	1 tấm than	0,2 ÷ 0,5	
- N- ớc làm giàu than.	1 tấm than	0,3 ÷ 0,7	
- N- ớc vận chuyển than theo máng.	1 tấm than	1,5 ÷ 3	
- N- ớc làm nguội lò luyện gang.	1 tấm gang	24 ÷ 42	Bổ sung cho hệ thống tuần hoàn
- N- ớc làm nguội lò Mác tanh.	1 tấm thép	13 ÷ 43	
- N- ớc cho x- ồng cán ống	1 tấm	9 ÷ 25	
- N- ớc cho x- ồng đúc thép	1 tấm	6 ÷ 20	
- N- ớc để xây các loại gạch	1000 viên	0,09 ÷ 0,21	
- N- ớc rửa sỏi để đổ bê tông	1m ³	1 ÷ 1,5	
- N- ớc rửa cát để đổ bê tông	1m ³	1,2 ÷ 1,5	
- N- ớc phục vụ để đổ 1m ³ bê tông	1m ³	2,2 ÷ 3,0	

- Tính lưu lượng cấp nước sinh hoạt cho công nhân trong XNCN

$$Q_{XNCN}^{sh} = \frac{35N_1 K_{h,max.1} + 25N_2 K_{h,max.2}}{3600.T} \quad (1.7)$$

Trong đó:

+ Q_{XNCN}^{sh} : lưu lượng cấp nước sinh hoạt cho công nhân trong XNCN (l/s).

+ N_1 : số lượng công nhân là việc trong phân xưởng toả nhiệt nhiều.

+ N_2 : số lượng công nhân là việc trong phân xưởng toả nhiệt ít.

+ T: thời gian làm việc của 1 ca sản xuất $T = (7 \div 8)$ giờ.

+ K_{hmax1} ; K_{hmax2} : Tra bảng 1.7.

- Tính lưu lượng cấp nước cho sản xuất của XNCN:

$$Q_{sx} = \frac{\sum q_{sxi} \cdot M_i}{3600 \cdot T} \quad (1.8)$$

Trong đó:

- + Q_{sx} : tổng lưu lượng cấp nước cho sản xuất (l/s; m³/s).
- + q_{sxi} : tiêu chuẩn cấp nước cho sản phẩm thứ i (l/sp; m³/tấn sp).
- + M_i : sản lượng của sản phẩm thứ i trong một ca sản xuất (sp; tấn sp)
- Tính tổng lưu lượng cấp nước cho XNCN:

$$Q = Q_{sx} + Q_{XNCN}^{sh} \quad (l/s; m^3/s) \quad (1.9)$$

Trong trường hợp khu công nghiệp có nhiều XNCN thì lưu lượng cấp cho khu công nghiệp bằng tổng lưu lượng cấp cho các XNCN trong khu công nghiệp.

3. Nhu cầu cấp nước cho nông nghiệp:

Trong sản xuất nông nghiệp, nước được sử dụng để tưới cho cây trồng, cải tạo đất và chăn nuôi; mỗi lĩnh vực sử dụng có yêu cầu về chất lượng nước, chế độ cấp nước, lượng nước cấp khác nhau.

- Nhu cầu cấp nước tưới

+ Chất lượng nước tưới: Nước dùng để tưới cho cây trồng chủ yếu là nước ngọt. Nhìn chung, chất lượng các nguồn nước ngọt trong tự nhiên đều phù hợp với yêu cầu chất lượng nước tưới. Mức độ phù hợp của một số chỉ tiêu chất lượng nước dùng để tưới như bảng 1.9.

Bảng 1.9. Mức độ phù hợp của một số chỉ tiêu chất lượng nước tưới.

(T: Thích hợp; TĐ: Tương đối thích hợp; K: Không thích hợp)

Chỉ tiêu	Đ. kính hạt phù xa (mm)			Hàm lượng muối (g/l)			Nhiệt độ (°C)		
Trị số	≤ 0,001	0,001÷0,05	> 0,05	≤ 1	1÷5	≥ 5	< 15	15÷37	> 37
Mức độ phù hợp	T	TĐ	K	T	TĐ	K	K	T	K

+ Lượng nước tưới và chế độ tưới: Lượng nước, chế độ tưới cho cây trồng phụ thuộc vào loại cây trồng, thời vụ canh tác, độ tuổi của cây, điều kiện khí hậu và thổ nhưỡng tại nơi canh tác. Yêu cầu về độ sâu ngập nước, độ ẩm thích hợp trong ruộng, mức tưới cả vụ của một số loại cây trồng có thể tham khảo bảng 1.10.

Bảng 1.10. Yêu cầu nước trong ruộng và mức tưới cả vụ của một số loại cây trồng

(Mức tưới cả vụ tính trong trường hợp không có mưa)

Loại cây	Lúa	Ngô, Mía	Đậu, đỗ	Khoai lang
Độ sâu nước ruộng và độ ẩm đất thích hợp	$a_{min} = 3mm$ $a_{max} = 7mm$	$\beta_{min} = 60\%$ $\beta_{max} = 80\%$	$\beta_{min} = 60\%$ $\beta_{max} = 80\%$	$\beta_{min} = 60\%$ $\beta_{max} = 80\%$
Mức tưới cả vụ (m ³ /ha)	3500 -6000	2000-2500	1900-2100	2000-2200

Phương pháp xác định chế độ tưới cho cây trồng sẽ nghiên cứu trong chương 3

- Nhu cầu cấp nước làm đất: Lượng nước tưới làm đất phụ thuộc vào độ ẩm đất ruộng, loại cây trồng, thời vụ canh tác và phương pháp làm đất. Đối với cây lúa, lượng nước tưới làm đầm khoảng (300÷600)m³/ha, lượng nước tưới ngả ải khoảng (700÷1000)m³/ha. Cây trồng cạn, lượng nước tưới làm đất khoảng (200÷400)m³/ha.

- Nhu cầu cấp nước rửa mặn, xổ phèn: Đối với cây trồng trên các vùng đất mặn, đất phèn, ngoài việc tưới nước để đáp ứng các nhu cầu sinh trưởng của cây còn phải cấp nước tưới để rửa mặn và xổ phèn. Lượng nước tưới rửa mặn phụ thuộc vào hàm lượng muối trong đất và chiều sâu tầng đất cần rửa mặn, mức tưới rửa mặn khoảng (500÷600)m³/ lần tưới, mỗi lần rửa mặn cần thực hiện từ (2÷3) lần tưới, ngoài ra còn phải thường xuyên thay nước ruộng để giảm độ mặn

trong đất và nước ruộng. Lượng nước tưới xô phèn phụ thuộc vào độ pH của đất, chiều sâu tầng chứa phèn; tại vùng đất phèn phải tưới nước để duy trì mực nước ngầm trong ruộng cao hơn tầng chứa phèn hoặc duy trì trên mặt ruộng một lớp nước thích hợp để ngăn ngừa nước phèn thẩm ngược vào tầng đất canh tác.

- Nhu cầu cấp nước cho chăn nuôi: Lượng nước cấp cho chăn nuôi bao gồm nước uống của vật nuôi, nước dùng trong chế biến thức ăn tại nông trại và nước vệ dùng để vệ sinh chuồng trại, theo kết quả thống kê của một số trang trại tại Việt Nam, lượng nước cấp cho một số vật nuôi chính có thể lấy như bảng sau:

Bảng 1.11. Lượng nước cấp tính bình quân cho một đơn vị vật nuôi ^[20]

Vật nuôi	Đại gia súc	Lợn (Heo)	Gia cầm
Lượng nước cấp trung bình (lít/con/ngày đêm)	135	50	11

4. Nhu cầu cấp cho nuôi trồng thủy sản:

Hiện nay, ngành nuôi trồng thủy sản phát triển mạnh, đa dạng tại nhiều vùng sinh thái như: Vùng nước ngọt, vùng nước lợ, vùng nước mặn. Hình thức nuôi trồng cũng rất phong phú, nuôi trồng trong ao, hồ, ruộng; nuôi trong lồng tại các sông, hồ, vịnh, biển. Do đó nhu cầu cấp nước cho nuôi trồng thủy sản ngày càng tăng cao cả về số lượng và chủng loại.

Chất lượng nước dùng trong nuôi trồng thủy sản phụ thuộc và vùng nuôi trồng, vật nuôi trồng và thời vụ. Nhìn chung nguồn nước tự nhiên (không bị ô nhiễm chất thải sinh hoạt và sản xuất) tại các vùng sinh thái đều đáp ứng được yêu cầu chất lượng nước cấp cho nuôi trồng thủy sản. Lượng nước dùng trong nuôi trồng thủy sản phụ thuộc và vật nuôi, hình thức nuôi trồng và thời vụ nuôi trồng.

- Lượng nước cấp cho nuôi trồng thủy sản nước ngọt tại ao, hồ, ruộng theo phương pháp nuôi công nghiệp, bán công nghiệp được ước tính theo công thức sau:

$$M = 10.a.[(1 + b.n).H + T.(e + k) - P] \quad (m^3/ha -vụ) \quad (1.10)$$

Trong đó:

+ M: Lượng nước cấp cho một đơn vị diện tích nuôi trồng tính tại vị trí lấy nước vào ao nuôi ($m^3/ha-vụ$): M bao gồm lượng nước cấp lần đầu, lượng nước cấp bổ sung và lượng nước cấp để thay nước ao trong suốt vụ nuôi.

+ H: Độ sâu nước bình quân trong ao nuôi (mm): H phụ thuộc vào vật nuôi trồng và thời vụ nuôi trồng: $H = (1000 \div 2000)$ mm.

+ T: Thời gian nuôi trồng (ngày).

+ e: Lượng bốc hơi mặt nước bình quân ngày ($mm/ngày$).

+ k: Lượng nước thấm bình quân ngày ($mm/ngày$).

+ P: Tổng lượng mưa hiệu quả trong thời gian của vụ nuôi trồng (mm)

+ n: Số lần thay nước ao hồ trong một vụ nuôi (lần), n phụ thuộc vào diễn biến chất lượng nước trong ao nuôi, khi lượng ô xy hoà tan trong nước giảm, hàm lượng chất hữu cơ (do thức ăn dư thừa) tăng quá giới hạn cho phép thì phải thay nước trong ao nuôi, thường chọn $n = (1 \div 3)$ lần/tháng.

+ b: Tỷ lệ lượng nước cần cấp bổ xung trong mỗi lần thay nước, $b = (0,3 \div 0,5)$

+ a: Hệ số kể đến lượng nước thất thoát trên kênh dẫn và lượng nước thải loại tại các ao xử lý nước. $a = (1,2 \div 1,5)$

- Nuôi trồng thủy sản trong vùng nước lợ và nước mặn: Đối với ao nuôi trồng thủy sản nước lợ và nước mặn, quá trình bốc hơi mặt nước làm tăng hàm lượng muối trong nước. Do đó, ngoài nhu cầu dùng nước tính theo công thức (1.10), còn phải cấp thêm nước ngọt để pha trộn nước,

nhằm duy trì độ mặn thích hợp trong ao nuôi. Lượng nước ngọt dùng pha trộn có thể lấy bằng $(20 \div 50)\%$ lượng nước cấp tính theo công thức (1.10).

Chế độ dùng nước trong nuôi trồng thủy sản phụ thuộc và vật nuôi trồng, thời vụ và diễn biến chất lượng nước trong ao nuôi. Trong quá trình nuôi phải thường xuyên quan trắc các thông số chất lượng nước để thay nước trong ao khi cần thiết.

5. Các nhu cầu dùng nước khác:

* Nhu cầu nước sinh thái:

Nhu cầu nước sinh thái là lượng nước cần thiết để đáp ứng các mục đích sau:

- Đảm bảo cân bằng sinh thái của các hệ sinh thái tự nhiên: Sự cân bằng của hệ sinh thái tự nhiên phụ thuộc vào nguồn nước của hệ sinh thái. Quá trình khai thác sử dụng nước của con người có xu hướng phá vỡ sự cân bằng nước trong hệ sinh thái. Vì vậy khi khai thác sử dụng nước cần tính đến lượng nước hoàn trả lại môi trường để đáp ứng nhu cầu nước của hệ sinh thái.

- Cấp nước để tái tạo, phục hồi hệ môi trường sinh thái đã bị suy thoái do các hoạt động của con người.

- Cấp nước để cải tạo cảnh quan môi trường trong các đô thị, các khu dân cư, các khu du lịch và nghỉ dưỡng.

Việc xác định nhu cầu nước sinh thái thường rất khó khăn và chưa có các chuẩn mực nhất định, nó phụ thuộc vào các điều kiện cụ thể của từng vùng, từng lưu vực sông, từng mục đích sử dụng nước sinh thái. Xu thế chung hiện nay là xác định "Ngưỡng khai thác" cho từng nguồn nước. "Ngưỡng khai thác" tức là mức tối đa có thể khai thác hoặc mức tối thiểu cần phải hoàn trả về hạ lưu để không làm suy thoái, cạn kiệt nguồn nước, đồng thời duy trì được cân bằng sinh thái trong lưu vực đó.

* Nhu cầu nước phát điện

Thủy điện là một ngành sản xuất năng lượng sạch, tuy chi phí đầu tư ban đầu lớn, nhưng chi phí vận hành thấp nên giá thành sản xuất điện rẻ hơn nhiều so với nhiệt điện. Hiện nay ở nước ta, sản lượng điện của các nhà máy thủy điện đang chiếm tỷ trọng lớn trong hệ thống năng lượng, tỷ trọng này còn duy trì trong nhiều năm.

Công suất phát điện của nhà máy thủy điện được tính theo công thức:

$$N = 9,81 \cdot \eta \cdot Q \cdot H \quad (\text{Kw}) \quad (1.11)$$

Trong đó:

- η : hiệu suất của thiết bị.

- Q : lưu lượng dòng nước qua tua bin (m^3/s)

- H : cột nước hiệu quả của tua bin (m)

Vì vậy khi xây dựng các nhà máy thủy điện trên sông, người ta thường làm đập ngăn sông và hồ chứa nước để điều tiết nâng cao lưu lượng và cột nước nhằm nâng cao công suất phát điện.

* Nhu cầu nước cho giao thông

Nhu cầu sử dụng nước trong giao thông bao gồm:

- Lượng nước cấp cho các phương tiện giao thông như ô tô, tàu hỏa, tàu thủy... Lượng nước này được sử dụng để làm mát máy móc thiết bị và phục vụ nhu cầu nước sinh hoạt cho con người trên các phương tiện giao thông đó.

- Lượng nước cần thiết phải duy trì trong sông, kênh, rạch để đảm bảo các điều kiện về chiều rộng, chiều sâu luồng lạch cho các phương tiện giao thông thủy hoạt động.

1.2.2. Nhu cầu thoát nước

1. Nhu cầu thoát nước cho khu dân cư, đô thị, khu công nghiệp:

Quá trình dùng nước luôn song hành với quá trình thải nước, nước sau quá trình sử dụng trong sinh hoạt và sản xuất bị nhiễm bẩn, bị thải loại khỏi chu kỳ sử dụng. Mặt khác, khi mưa,

nước mưa thường gây ngập úng trong khu đô thị nếu không có biện pháp tiêu thoát nước. Vì vậy trong khu dân cư, đô thị và khu công nghiệp luôn có nhu cầu thoát nước thải sinh hoạt, sản xuất và nước mưa.

- Nước thải sinh hoạt là lượng nước thải sau quá trình sử dụng nước sinh hoạt của con người. Nước thải sinh hoạt thường bị ô nhiễm các chất hữu cơ và các vi khuẩn với hàm lượng cao. Tiêu chuẩn thải nước trong sinh hoạt thường chiếm từ (60÷75)% tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt.

- Nước thải sản xuất: Mức độ ô nhiễm, chất ô nhiễm của nước thải trong sản xuất công nghiệp phụ thuộc vào ngành nghề sản xuất, chủng loại hàng hoá và trình độ công nghệ của dây chuyền sản xuất. Nhìn chung nước thải sản xuất thường nhiễm bản kim loại nặng, các hoá chất độc hại và dầu mỡ công nghiệp với hàm lượng cao.

- Nước mưa: Trong đô thị và khu công nghiệp, các chất ô nhiễm như khói, bụi phát tán rộng, nước mưa rơi xuống mặt đất bị nhiễm bản do hoà tan và cuốn trôi chất ô nhiễm, mức độ ô nhiễm của nước mưa ở đầu trận mưa rất cao. Trong khu đô thị và khu công nghiệp, diện tích bề mặt không thấm nước (mái nhà, sân, đường giao thông...) chiếm tỷ trọng lớn, diện tích ao hồ tự nhiên và các vùng đất có khả năng trữ nước chiếm tỷ trọng nhỏ, làm cho hệ số dòng chảy mặt cao hơn nhiều so với các khu vực khác, nếu không có biện pháp thoát nước sẽ gây ngập úng nhà cửa, đường xá, làm mất vệ sinh môi trường, gây trở ngại lớn cho sản xuất và đời sống.

Do đó, cần phải xây dựng các hệ thống thoát nước để thu gom, vận chuyển và xử lý làm sạch nước thải, nước mưa bị nhiễm bản, tiêu thoát kịp thời lượng nước mưa để tránh ngập úng, giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

2. Nhu cầu thoát nước cho sản xuất nông nghiệp:

- Nhu cầu tiêu thoát nước cho cây trồng: Trong canh tác nông nghiệp, tưới nước và tiêu thoát nước là 2 nội dung cơ bản của công tác điều tiết nước ruộng, nhằm duy trì trong ruộng những điều kiện sinh thái thích hợp với yêu cầu sinh trưởng và phát triển của cây trồng. Nhu cầu tiêu thoát nước cho cây trồng bao gồm:

- + Tiêu thoát nước mưa: Khả năng chịu nước của cây trồng phụ thuộc vào loại cây, độ tuổi của cây, nếu lượng nước trong ruộng vượt quá khả năng trên, cây sẽ chậm phát triển hoặc bị chết do ngập nước. Đối với cây lúa, nếu lượng mưa làm mực nước ruộng vượt khả năng chịu ngập thì phải kịp thời tiêu thoát lượng nước thừa ra khỏi ruộng. Cây trồng cạn không có khả năng chịu ngập, do đó cần phải tháo cạn ruộng trong quá trình mưa.

- + Tiêu thoát nước thừa, nước thải trong quá trình tưới: Bao gồm lượng nước tưới thừa và lượng nước tháo ra khỏi ruộng khi cần thay nước trong quá trình canh tác.

- + Tiêu thoát nước để hạ thấp mực nước ngầm: đối với vùng đất thấp, ngoài việc tiêu thoát nước mưa, nước thải, còn phải tiêu thoát hạ thấp mực nước ngầm cho phù hợp với yêu cầu nước của cây trồng và yêu cầu cải tạo đất.

- Nhu cầu thoát nước trong nuôi trồng thủy sản: Nhu cầu tiêu thoát nước trong nuôi trồng thủy sản bao gồm: Tiêu thoát nước chống tràn ao khi mưa lớn, tiêu thoát nước thừa khi thay nước, khi tháo cạn ao để thu hoạch và vệ sinh ao trước khi bắt đầu vụ nuôi mới.

- Nhu cầu thoát nước và xử lý nước thải trong chăn nuôi: Tại các trang trại chăn nuôi, ngoài việc tiêu thoát nước mưa để chống ngập úng còn phải thu gom, xử lý nước thải trong quá trình chăn sóc, nuôi dưỡng vật nuôi.

3. Các nhu cầu thoát nước khác:

- Nhu cầu thoát nước bảo vệ đường giao thông: Các tuyến đường giao thông thường đi qua các vùng địa hình phức tạp, do đó cần phải có biện pháp tiêu thoát nước mưa mặt đường, nước mưa trên mái ta luy dương chảy tràn xuống mặt đường, đồng thời phải có cầu, cống vượt qua các sông suối, khe, lạch cắt ngang qua tuyến đường.

- Tiêu thoát nước mưa cho các vùng đất không cho phép ngập nước như: Nghĩa địa, công viên v.v.

1.2.3. Yêu cầu phòng tránh và hạn chế tác hại do nước gây ra:

1. Yêu cầu phòng tránh, hạn chế tác hại của lũ lụt:

Do đặc điểm khí hậu, địa hình và sự biến đổi khí hậu toàn cầu nên lũ lụt tại nước ta thường xảy ra trên diện rộng, chu kỳ xuất hiện ngày càng dày hơn, cường suất ngày càng lớn và gây ra các thiệt hại lớn về người và tài sản. Vì vậy công tác phòng tránh và hạn chế tác hại của lũ lụt là một trong những nhiệm vụ quan trọng của nhà nước và nhân dân.

2. Yêu cầu phòng tránh, hạn chế tác hại của lở đất:

Dòng chảy tràn và dòng chảy ngầm khi mưa lớn thường gây ra lở đất tại các sườn đất dốc và hình thành lũ bùn cát trên các sông suối ở miền núi. Hiện tượng này xảy ra ngày càng nhiều và gây ra các hậu quả nghiêm trọng đối với tính mạng, tài sản của con người và môi trường.

3. Yêu cầu phòng tránh, hạn chế tác hại của xói lở bờ và bồi lấp lòng sông, lòng kênh:

Hiện tượng xói lở bờ sông, bờ biển, bồi lấp lòng sông, lòng kênh xảy ra do tác động của dòng chảy lũ, thủy triều, sóng trong mùa mưa bão và sóng do hoạt động của các phương tiện giao thông. Các hoạt động khai thác cát và xây dựng các công trình trên sông cũng là một trong những nguyên nhân gây ra hiện tượng trên. Hậu quả của hiện tượng trên là: Mất đất, làng mạc nhà cửa công trình bị sập đổ và cuốn trôi, sa bồi đồng ruộng, thay đổi chế độ dòng chảy trong sông, trong kênh v.v.

4. Các yêu cầu khác:

Ngoài các yêu cầu nêu trên, yêu cầu phòng chống tác hại do nước gây ra còn bao gồm yêu cầu phòng chống xói mòn và bạc màu đất do nước, phòng chống hạn hán, phòng chống xâm nhập mặn và cải tạo đất mặn, đất ngập úng, chua phèn; phòng chống và cảnh báo mưa lũ, mưa đá, mưa axit v.v.

1.2.4. Bảo vệ nguồn nước

Sự gia tăng dân số, tốc độ phát triển kinh tế cao và sự biến đổi khí hậu toàn cầu là những nguyên nhân chính gây ô nhiễm, suy thoái, cạn kiệt nguồn nước. Các chất thải trong sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp và các hoạt động khác của con người bị phát tán vào đất, không khí, nguồn nước làm cho nguồn nước ngày càng bị ô nhiễm. Nhu cầu dùng nước để phát triển kinh tế gia tăng với tốc độ nhanh, sự thay đổi dòng chảy tự nhiên do biến đổi khí hậu làm cho nguồn nước ngày càng cạn kiệt. Vì vậy, công tác bảo vệ nguồn nước, phòng chống suy thoái, cạn kiệt nguồn nước là trách nhiệm chung của nhân loại, của mỗi quốc gia và mỗi công dân. Điều 10, mục 1, Luật tài nguyên nước Việt Nam (1998) qui định: "Cơ quan nhà nước, tổ chức kinh tế, tổ chức chính trị, tổ chức chính trị - xã hội, tổ chức xã hội, đơn vị vũ trang nhân dân và mọi cá nhân có trách nhiệm bảo vệ tài nguyên nước".

Theo luật tài nguyên nước (1998), nội dung công tác phòng tránh suy thoái cạn kiệt nguồn nước, bảo vệ nguồn nước bao gồm:

- Nhà nước có kế hoạch bảo vệ và phát triển rừng phòng hộ đầu nguồn và các loại rừng khác, xây dựng công trình thủy lợi, khôi phục nguồn nước bị suy thoái, cạn kiệt; khuyến khích tổ chức, cá nhân khai thác, sử dụng nước hợp lý, tiết kiệm để bảo vệ tài nguyên nước. Các tổ chức, các nhân khai thác, sử dụng nguồn nước phải tuân theo các quy định về phòng chống suy thoái, cạn kiệt nguồn nước.

- Việc khoan thăm dò địa chất, nguồn nước, xử lý nền móng công trình, xây dựng công trình ngầm, khai thác sử dụng nước dưới đất phải được phép của cơ quan nhà nước có thẩm quyền và phải tuân thủ các quy trình, qui phạm kỹ thuật, chống suy thoái, cạn kiệt nguồn nước dưới đất và gây sụt lún nghiêm trọng mặt đất.

- Các hoạt động phát triển cơ sở hạ tầng kỹ thuật, phát triển khu dân cư, khu công nghiệp; Các hoạt động sản xuất công nghiệp, nông nghiệp, dịch vụ, thương mại .v.v. phải tuân thủ luật tài nguyên nước, luật bảo vệ môi trường, bảo đảm không gây ô nhiễm nguồn nước.

- Nghiêm cấm các hành vi xả thải vào môi trường, vào nguồn nước các chất độc hại, nước thải chưa được xử lý hoặc xử lý chưa đạt tiêu chuẩn cho phép theo quy định của pháp luật về bảo vệ môi trường. Chỉ được xả nước thải vào nguồn nước khi được cơ quan quản lý nhà nước có thẩm quyền cấp phép. Nghiêm cấm các hành vi gây bồi lấp lòng dẫn, san lấp ao hồ công cộng trái phép.

1.3. GIẢI PHÁP KHAI THÁC VÀ SỬ DỤNG TÀI NGUYÊN NƯỚC

1.3.1. Biện pháp điều tiết - phân phối lại nguồn nước

Nước trong tự nhiên phân bố không đều theo không gian và thời gian, thường không phù hợp với yêu cầu dùng nước của con người. Vì vậy, để thoả mãn các yêu cầu dùng nước, chúng ta phải điều tiết phân phối lại dòng chảy của nước trong tự nhiên. Điều tiết dòng chảy là một hệ thống các biện pháp để phân phối lại dòng chảy tự nhiên theo không gian và thời gian, nhằm tạo ra sự phù hợp tương đối giữa khả năng cấp nước với các yêu cầu dùng nước trong sản xuất và đời sống. Các biện pháp điều tiết dòng chảy có quan hệ mật thiết với nhau, phụ thuộc vào nhau, nó bao gồm các biện pháp sau:

1. Giữ nước:

Giữ nước là các biện pháp nhằm giữ lại lượng nước tự nhiên, để chủ động điều hoà, phân phối lượng nước đó đáp ứng các yêu cầu dùng nước theo cả không gian và thời gian. Giữ nước là các biện pháp đầu tiên trong hệ thống các biện pháp điều tiết dòng chảy, các biện pháp giữ nước bao gồm:

- **Biện pháp công trình:** Xây dựng hồ chứa nước trên các sông suối, lợi dụng khả năng trữ nước của các kênh rạch, ao, hồ, các vùng đất thấp trũng trong tự nhiên để trữ nước. Khi lượng nước đến vượt quá lượng nước dùng, lượng nước thừa được trữ lại trong các công trình trữ nước để sử dụng trong thời gian thiếu nước. Khi nghiên cứu xây dựng các hồ chứa nước mới và quản lý vận hành các hồ chứa nước đã có, ngoài nhiệm vụ trữ nước, cấp nước cho những yêu cầu sử dụng chính, còn phải xét đến các yêu cầu lợi dụng tổng hợp như: Phòng lũ cho vùng hạ lưu, phát điện, vận tải thủy, nuôi cá, bảo vệ môi trường và các yêu cầu khác. Cải tạo, san bằng đồng ruộng, xây dựng hệ thống bờ vùng bờ thửa hoàn chỉnh để trữ nước theo khả năng chịu ngập của cây trồng.

- **Biện pháp phi công trình:** Biện pháp phi công trình là các biện pháp nhằm giảm hệ số dòng chảy mặt, tăng lượng nước thấm vào đất, bổ xung lượng nước trữ trong đất và nước ngầm trong mùa mưa nhằm tăng lượng dòng chảy cơ bản của các sông suối trong mùa khô. Các biện pháp đó bao gồm: Trồng rừng, bảo vệ rừng, tăng diện tích rừng phòng hộ đầu nguồn và diện tích thảm thực vật trên bề mặt lưu vực. Dùng các biện pháp canh tác nông nghiệp bền vững như: canh tác theo đường đồng mức, trồng cây lâu năm trên sườn đất dốc, phát triển mô hình trang trại "vườn - ao - rừng" tại vùng trung du và miền núi, bố trí thời vụ canh tác hợp lý, v.v.

2. Dẫn nước, phân phối nước:

Dẫn nước là biện pháp sử dụng hệ thống các công trình dẫn nước, phân phối nước để vận chuyển nước từ nơi thừa nước đến nơi thiếu nước; lấy nước từ nguồn nước, dẫn nước và phân phối nước hợp lý đến các vùng, các khu vực có yêu cầu dùng nước; Tiếp nhận và vận chuyển nước thừa, nước thải cho các vùng canh tác nông nghiệp, nước mưa và nước thải của các khu dân cư, đô thị, khu công nghiệp.

Hệ thống các công trình dẫn nước, phân phối nước bao gồm: cụm công trình đầu mối lấy nước; mạng lưới kênh mương, đường ống hoặc lợi dụng các sông suối tự để dẫn nước; Các công trình trên mạng lưới dẫn nước.

Việc bố trí, xây dựng, quản lý khai thác hệ thống công trình dẫn nước phải thoả mãn các yêu cầu sau: Dẫn nước kịp thời theo đúng yêu cầu cấp thoát nước của từng vùng, lượng nước thất thoát nước và tổn thất áp lực trên mạng lưới là nhỏ nhất, không gây ô nhiễm môi trường, thời gian sử dụng lâu dài, chi phí đầu tư xây dựng và chi phí quản lý vận hành nhỏ.

3. Tháo nước:

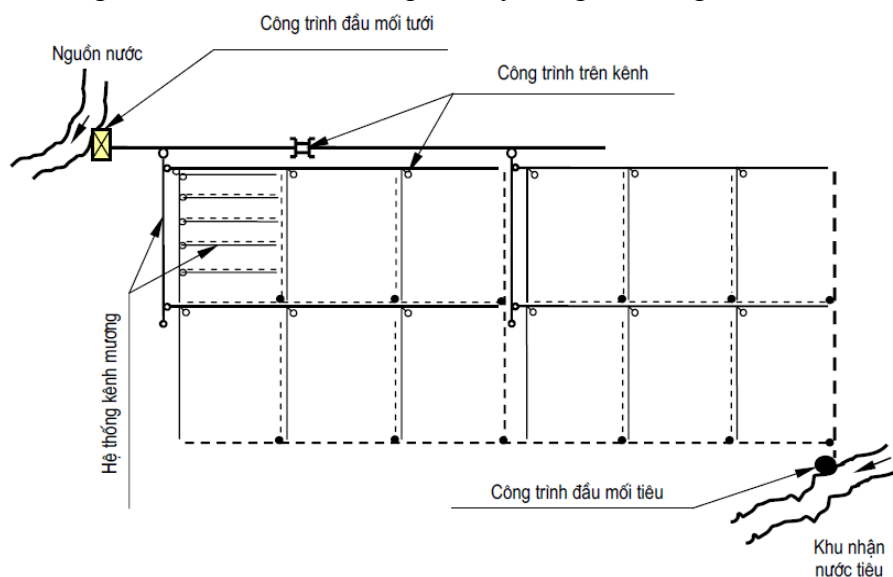
Tháo nước là biện pháp sử dụng các công trình tháo nước mặt ruộng, công trình tháo nước trên kênh, công trình đầu mối tiêu nước để chủ động tháo nước thừa, nước thải một cách có kế hoạch nhằm: Giảm nhỏ tác hại do nước gây ra như ngập úng, lũ lụt. Bảo đảm an toàn cho các công trình giữ nước và dẫn nước trong mùa mưa lũ. Điều chỉnh lưu lượng và vận tốc dòng chảy lũ trên sông để chống xói lở bồi lấp lòng sông. Giảm vận tốc dòng chảy mặt khi mưa lớn để hạn chế xói mòn, rửa trôi, thoái hoá đất.

1.3.2. Hệ thống tưới, tiêu nước phục vụ nông nghiệp

1. Khái niệm:

Hệ thống tưới, tiêu nước cho nông nghiệp (Hệ thống Thủy nông) là một tập hợp các công trình thủy lợi được liên kết với nhau thành một hệ thống thống nhất, đồng bộ để lấy nước, dẫn nước và phân phối nước vào tưới vào ruộng, tiếp nhận và vận chuyển kịp thời lượng nước thừa do mưa, nước thải trong canh tác về nơi nhận nước tiêu, đáp ứng kịp thời các yêu cầu dùng nước của cây trồng nhằm thu được năng suất cao nhất. Ngoài ra hệ thống tưới, tiêu nước cho nông nghiệp còn kết hợp phục vụ các yêu cầu sử dụng tổng hợp khác như: Giao thông thủy, bộ; cấp nước nuôi trồng thủy sản, chăn nuôi; tạo nguồn cấp nước sinh hoạt và sản xuất .v.v.

Hệ thống tưới tiêu được xây dựng hoàn chỉnh bao gồm các bộ phận: Công trình đầu mối tưới, công trình đầu mối tiêu, hệ thống dẫn nước (hệ thống kênh tưới, hệ thống kênh tiêu), các công trình trên hệ thống dẫn nước và hệ thống tưới tiêu mặt ruộng (Hình 1.2). Tuy nhiên, do đặc thù của từng vùng và khả năng đầu tư của ngân sách, trong một số khu vực, mới xây dựng hệ thống tưới hoặc hệ thống tiêu mà chưa cần thiết phải xây dựng hệ thống tưới tiêu hoàn chỉnh.



Hình 1.2. Sơ đồ hệ thống tưới tiêu nước cho nông nghiệp ^[20]

2. Công trình đầu mối tưới:

Công trình đầu mối tưới có nhiệm vụ lấy nước từ nguồn nước để đưa nước vào hệ thống dẫn nước kịp thời, đúng kế hoạch, đáp ứng tốt nhất các yêu cầu dùng nước của khu tưới. Xét theo điều kiện địa hình, địa chất tại vị trí xây dựng và mối quan hệ giữa các đặc trưng dòng chảy đến thiết kế của sông [W_{sp} , $(Q_s - t)_p$, $(H_s - t)_p$] với yêu cầu sử dụng nước của khu tưới [W_{yc} , $(Q_{yc} - t)$, $(H_{yc} - t)$] thì công trình đầu mối tưới có các hình thức sau:

a. Cụm công trình đầu mối hồ chứa nước: (Hình 1.3)

Hồ chứa nước được xây dựng khi $W_{sp} > W_{yc}$; trong mùa kiệt có $Q_s < Q_{yc}$, điều kiện địa hình, địa chất tại khu vực phù hợp với việc xây dựng hồ chứa nước. Cụm công trình đầu mối hồ chứa nước bao gồm các loại công trình chủ yếu sau:

- Lòng hồ: là nơi trữ nước tại các thời đoạn thừa nước để cấp cho nhu cầu dùng nước tại các thời đoạn thiếu nước trong năm.

- Đập ngăn sông (đập đất, đập đá đổ, đập bê tông...): Dùng để ngăn sông, tích nước vào lòng hồ.

- Công trình tháo lũ: dùng để điều tiết lũ trong hồ chứa nhằm bảo đảm an toàn cho hồ, đồng thời hạn chế, giảm thiểu tác hại của lũ lụt đối với vùng hạ lưu sông.

- Cổng lấy nước dưới đập: Dùng lấy nước từ hồ chứa cấp cho các yêu cầu dùng nước của vùng hưởng lợi.



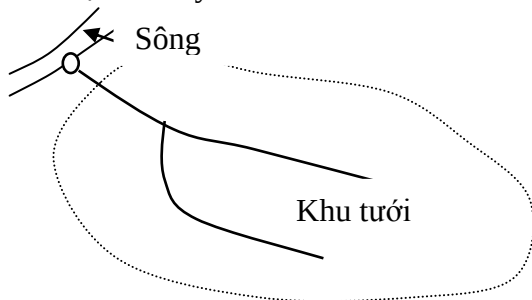
Hình 1.3. Cụm công trình đầu mối hồ Định Bình

- Cổng xả cát, cổng xả đáy: Dùng để xả bùn cát bồi lắng trong lòng hồ về hạ lưu và hoàn trả nước về sông hạ lưu theo yêu cầu dùng nước sinh thái của vùng hạ lưu.

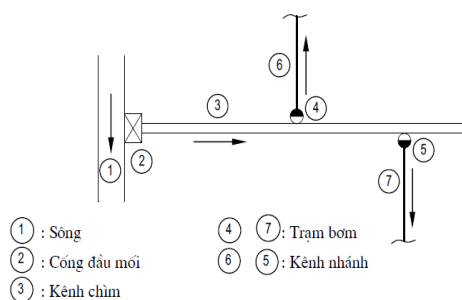
Tuỳ theo đặc điểm địa hình bờ hồ, địa chất công trình và các điều kiện xây dựng khác mà các loại công trình trên có thể có một hoặc nhiều hạng mục công trình. Đối với hồ chứa nước xây dựng trên các sông lớn, hồ chứa nước lợi dụng tổng hợp, có thể phải xây dựng thêm các công trình khác như: bến cảng, âu thuyền, nhà máy thủy điện và một số công trình đặc biệt khác.

b. Cổng lấy nước tự chảy: (Hình 1.4)

Cổng lấy nước tự chảy được sử dụng khi $Q_s > Q_{yc}$, $H_s > H_{yc}$ tại mọi thời điểm trong năm hoặc xây dựng để lấy nước tự chảy tại vùng sông chịu ảnh hưởng của thủy triều. Cổng lấy nước có nhiệm vụ không chế lưu lượng lấy vào phù hợp với lưu lượng yêu cầu của khu tưới trong từng thời kỳ, ngăn chặn nước sông tràn vào gây ngập úng khu tưới khi có mưa, lũ. Cổng lấy nước thường là cổng hở, chảy không áp, cửa van phẳng, số lượng cửa cổng phụ thuộc vào lưu lượng yêu cầu và chênh lệch mực nước sông (tại thời điểm mực nước sông thấp nhất trong năm) so với mực nước yêu cầu.



a. Cổng lấy nước tự chảy



b. Cổng lấy nước tự chảy và trạm bơm trong nội đồng

Hình 1.4. Các hình thức bố trí cổng tự chảy [20]

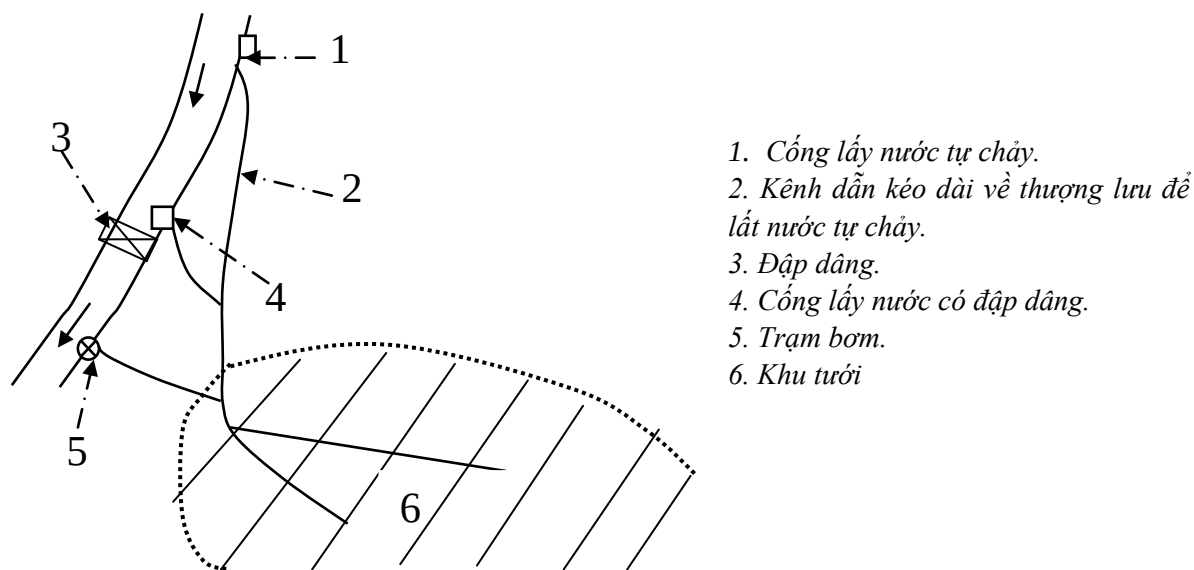
Trong trường hợp mực nước sông tại vị trí gần khu hưởng lợi thấp, ta có thể kéo dài kênh dẫn về phía thượng lưu để xây dựng cống lấy nước tự chảy. Cống lấy nước tự chảy được sử dụng phổ biến ở các khu tưới miền núi, miền trung du, sử dụng làm cống tưới tiêu kết hợp ở vùng sông chịu ảnh hưởng của thủy triều. Tại vùng đồng bằng cống lấy nước tự chảy được xây dựng để lấy nước vào các sông đào trong nội đồng sau đó dùng trạm bơm để bơm nước vào các kênh tưới.

c. Cống lấy nước tự chảy có đập dâng: (Hình 1.5)

Trong trường hợp $Q_s > Q_{yc}$, $H_s < H_{yc}$, có thể chọn hình thức công trình đầu mối lấy nước là cống lấy nước tự chảy kết hợp với đập dâng. Đập dâng là đập tràn bằng bê tông, chắn ngang sông để dâng cao mực nước sông và hướng dòng chảy vào cống lấy nước. Hình thức này thường gây ngập lụt vùng ven sông phía thượng lưu đập, yêu cầu địa chất nền tốt, chi phí xây dựng lớn nhưng chi phí quản lý vận hành nhỏ hơn so với trạm bơm tưới. Cống lấy nước tự chảy có đập dâng áp dụng có hiệu quả cao ở các sông miền núi và trung du. Trong những năm qua chúng ta đã xây dựng nhiều công trình theo hình thức này như: Đập Bái Thượng (Thanh Hoá), Đập Đô Lương (Nghệ An), Đập Thạch Nham (Quảng Ngãi) Đập Đồng Cam (phú Yên).

d. Trạm bơm tưới: (Hình 1.5)

Trong trường hợp $Q_s > Q_{yc}$, $H_s < H_{yc}$, khi phương án xây dựng cống lấy nước có đập dâng không khả thi (do chi phí quá lớn hoặc gây ngập lụt trên diện rộng ở thượng lưu) thì có thể dùng hình thức công trình đầu mối tưới là trạm bơm. Trạm bơm nước có thể xây dựng để trực tiếp bơm nước từ sông vào kênh chính hoặc có thể xây dựng ven các sông đào trong nội đồng để bơm nước tưới vào các kênh tưới cấp I hoặc cấp II. Trạm bơm tưới được áp dụng phổ biến cho các khu tưới vùng trung du và vùng đồng bằng.



Hình 1.5. Các hình thức công trình đầu mối lấy nước khi $Q_s > Q_{yc}$; $H_s < H_{yc}$

3. Công trình đầu mối tiêu nước:

Công trình đầu mối tiêu nước có nhiệm vụ tiêu thoát nước thừa từ khu tiêu ra nơi tiếp nhận nước. Tùy theo quan hệ giữa mực nước tiêu yêu cầu với mực nước tại nguồn tiếp nhận mà có thể sử dụng các hình thức công trình đầu mối tiêu nước sau:

a. Cống tiêu tự chảy: Cống tiêu tự chảy được sử dụng khi mực nước nơi tiếp nhận nước luôn luôn thấp hơn mực nước trong nội đồng. Hình thức cống tiêu tự chảy có thể là cống hở, chảy không áp, cửa van phẳng hoặc cống ngầm dưới đất.

b. *Trạm bơm tiêu*: Trạm bơm tiêu được sử dụng để tiêu thoát nước cho các vùng thấp trũng có mực nước nội đồng luôn luôn thấp hơn mực nước sông khi mưa lớn. trạm bơm tiêu được sử dụng phổ biến ở vùng đồng bằng Bắc bộ và một số vùng thấp trũng cục bộ ở khu vực duyên hải miền trung. Trong một số trường hợp người ta có thể sử dụng trạm bơm tiêu kết hợp tưới, trong mùa khô trạm bơm có nhiệm vụ bơm nước tưới, khi mưa lớn trạm bơm làm nhiệm vụ bơm nước tiêu.

c. *Cống tiêu tự chảy kết hợp trạm bơm tiêu*: Hình thức công trình này được áp dụng nhiều ở các khu tiêu vùng sông chịu ảnh hưởng của thủy triều. Trong thời kỳ tiêu nước căng thẳng, khi triều xuống, mực nước sông thấp hơn mực nước trong đồng, cống tiêu được mở để tiêu thoát nước; khi thủy triều lên, nước sông dâng cao hơn mực nước nội đồng, trạm bơm được vận hành để bơm nước tiêu.

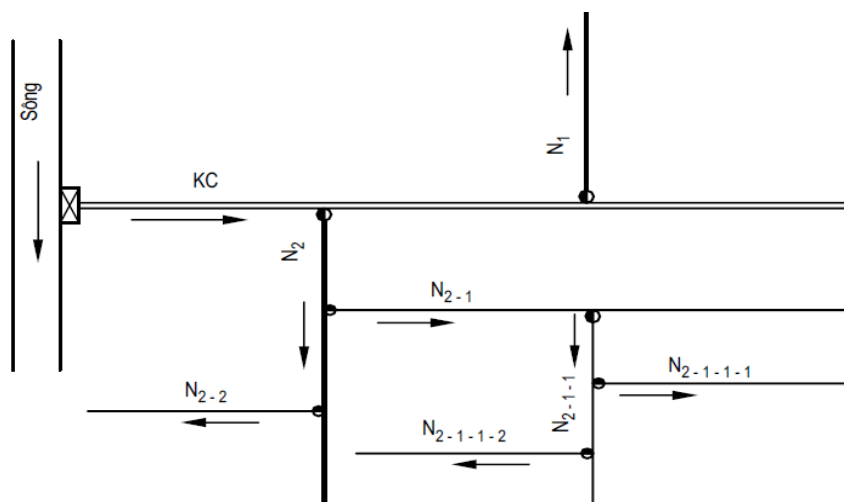
4. Hệ thống dẫn nước:

Hệ thống dẫn nước bao gồm hệ thống dẫn nước tưới, hệ thống dẫn nước tiêu hoặc hệ thống dẫn nước tưới tiêu kết hợp. Hệ thống dẫn nước có nhiệm vụ tiếp nhận nước từ công trình đầu mối tưới, vận chuyển và phân phối nước, đáp ứng kịp thời yêu cầu dùng nước của từng khu vực; tiếp nhận và vận chuyển nước thừa, nước thải về công trình đầu mối tiêu nước. Ngoài nhiệm vụ dẫn nước, hệ thống dẫn nước còn kết hợp sử dụng cho các mục đích khác như: Sử dụng bờ kênh làm đường bộ, sử dụng lòng kênh làm đường thủy, sử dụng kênh tiêu kết hợp kênh tách nước, ngăn ngừa nước ngoại lai xâm nhập vào các khu canh tác, hạ thấp mực nước ngầm.

a. Hệ thống dẫn nước tưới:

Tuỳ theo điều kiện địa hình của khu tưới mà cấu tạo hệ thống dẫn nước và công trình dẫn nước tưới có khác nhau. Ở vùng địa hình bằng phẳng, công trình dẫn nước thường được sử dụng là các kênh tưới đắp bằng đất hoặc kênh xây, đúc; mặt cắt ngang kênh có dạng hình thang, hình chữ nhật, hình parabol hoặc kết hợp giữa các hình nêu trên. Ở vùng miền núi, địa hình dọc tuyến dẫn nước phức tạp, công trình dẫn nước có thể là ống dẫn nước chảy có áp hoặc không áp, hoặc kết hợp giữa đường ống với kênh hở trên cùng một tuyến dẫn nước.

Sơ đồ hệ thống dẫn nước tưới như hình 1.6. Phân cấp và tên gọi các công trình dẫn nước tưới tuân thủ theo quy định tại "Hệ thống kênh tưới - Tiêu chuẩn thiết kế - TCVN 4118-85".



Hình 1.6. Sơ đồ và ký hiệu của kênh tưới các cấp ^[20]

Theo TCVN 4118-85, hệ thống kênh tưới gồm các cấp kênh sau:

- Kênh chính (KC): Nhận nước từ công trình đầu mối phân phối nước cho các kênh cấp I.

- Kênh cấp I: Nhận nước từ kênh chính, phân phối nước cho các kênh cấp II. Ký hiệu kênh là N_1, N_2, N_3, N_4 , các chỉ số 1.2.3... lấy theo thứ tự từ đầu kênh chính về cuối kênh chính, số lẻ là các kênh ở bên trái dòng chảy, số chẵn là các kênh ở bên phải dòng chảy.

- Kênh cấp II, III: là các kênh phân phối nước trong từng tiểu khu canh tác. Ký hiệu N_{2-2}, N_{2-1-1} , các chỉ số đặt theo thứ tự từ đầu kênh về cuối kênh.

- Các kênh chân rết tưới (CR): Là các kênh trực tiếp cấp nước tưới vào mặt ruộng, tùy theo qui mô của hệ thống tưới mà các kênh CR có thể là kênh cấp III, IV hoặc kênh vượt cấp.

b. Hệ thống dẫn nước tiêu:

Hệ thống dẫn nước tiêu được sử dụng chủ yếu ở vùng đồng bằng hoặc các vùng thấp trũng có nhu cầu tiêu thoát nước cao. Công trình dẫn nước tiêu có thể là các sông suối tự nhiên trong nội đồng đã được cải tạo lại hoặc đào các kênh tiêu trong nội đồng. Ký hiệu, tên gọi kênh tiêu như sau:

- Kênh tiêu chính: KT

- Kênh tiêu nhánh các cấp: $T_1, T_2, T_{2-1}, T_{2-3-}$; các chỉ số chỉ cấp kênh, thứ tự kênh đặt tương tự như kênh tưới.

c. Hệ thống dẫn nước tưới tiêu kết hợp:

Hệ thống dẫn nước tưới tiêu kết hợp có các dạng: Hệ thống có kênh chính tưới tiêu kết hợp; hệ thống có kênh chính và một số kênh nhánh tưới tiêu kết hợp. Hệ thống dẫn nước tưới tiêu kết hợp thường được sử dụng ở vùng sông chịu ảnh hưởng của thủy triều. Tuy có chi phí đầu tư thấp nhưng các hệ thống dẫn nước loại này dễ làm thoái hóa đất và lây lan bệnh tật cho cây trồng.

d. Bố trí hệ thống dẫn nước:

Khi bố trí hệ thống dẫn nước cần tuân theo một số nguyên tắc cơ bản sau:

- Hệ thống dẫn nước phải có khả năng dẫn nước tự chảy lớn nhất, chi phí đầu tư xây dựng thấp nhất: Để thỏa mãn nguyên tắc này, kênh tưới phải bố trí dọc các dải đất cao, kênh tiêu bố trí dọc các dải đất thấp, tuyến công trình thẳng, ngắn ít vượt qua chướng ngại vật.

- Công trình dẫn nước phải thỏa mãn yêu cầu lợi dụng tổng hợp.

- Bố trí hệ thống dẫn nước phải kết hợp với qui hoạch đất đai và qui hoạch giao thông nội đồng trong khu canh tác nông nghiệp.

- Vị trí các tuyến công trình phải thuận lợi cho việc thi công xây dựng và công tác quản lý vận hành sau này. Phải phối hợp chặt chẽ giữa bố trí công trình tưới với việc bố trí công trình tiêu.

- Phải xây dựng nhiều phương án bố trí hệ thống dẫn nước khác nhau để có cơ sở so sánh lựa chọn phương án tối ưu.

5. Các công trình trên hệ thống dẫn nước

Các công trình trên hệ thống dẫn nước có nhiệm vụ điều tiết dòng chảy, đưa nước vượt qua chướng ngại vật, bảo vệ kênh và đường ống và phục vụ công tác quản lý vận hành hệ thống dẫn nước. Công trình trên hệ thống dẫn nước gồm các loại sau:

- Công trình điều tiết nước: Dùng để điều tiết lưu lượng và mực nước trên công trình dẫn nước, nó bao gồm: Cống lấy nước đầu kênh, cống điều tiết trên kênh, cống xả cuối kênh, van điều tiết nước trên các tuyến ống.

- Công trình vượt chướng ngại vật: Dùng để dẫn nước vượt qua các chướng ngại vật như: núi cao, đường giao thông, sông suối, vùng đất trũng v.v. Tùy theo điều kiện xây dựng mà công trình vượt chướng ngại vật có thể là: cống ngầm, xi phông, cầu máng, tuy nèn vượt núi v.v.

- Công trình nối tiếp: Khi cần hạ thấp mực nước trên kênh người ta sử dụng các công trình nối tiếp như bậc nước, dốc nước.

- Công trình bảo vệ kênh mương: Khi kênh đi qua các vùng địa hình phức tạp, cần phải xây dựng các công trình bảo vệ kênh như: Kè bảo vệ chống sạt lở mái kênh; tràn vào, tràn ra, tràn

băng, cống tiêu dưới kênh, tràn hoặc cống xả cuối kênh để ngăn ngừa nước mưa lũ tràn qua kênh và tiêu thoát dòng chảy mặt, chảy cắt ngang qua tuyến dẫn nước.

- Công trình đo nước: dùng để đo đặc các yếu tố dòng chảy và các thông số chất lượng nước trong hệ thống dẫn nước. Trong hệ thống dẫn nước người ta thường kết hợp sử dụng các công trình điều tiết nước và một số công trình khác để đo nước.

- Các công trình khác: Ngoài các công trình nêu trên, trên hệ thống dẫn nước còn có các công trình khác như: Cầu qua kênh, bến thuyền, bến rửa trên kênh tưới, kênh tiêu; van xả cặn, van xả khí trên đường ống dẫn nước.

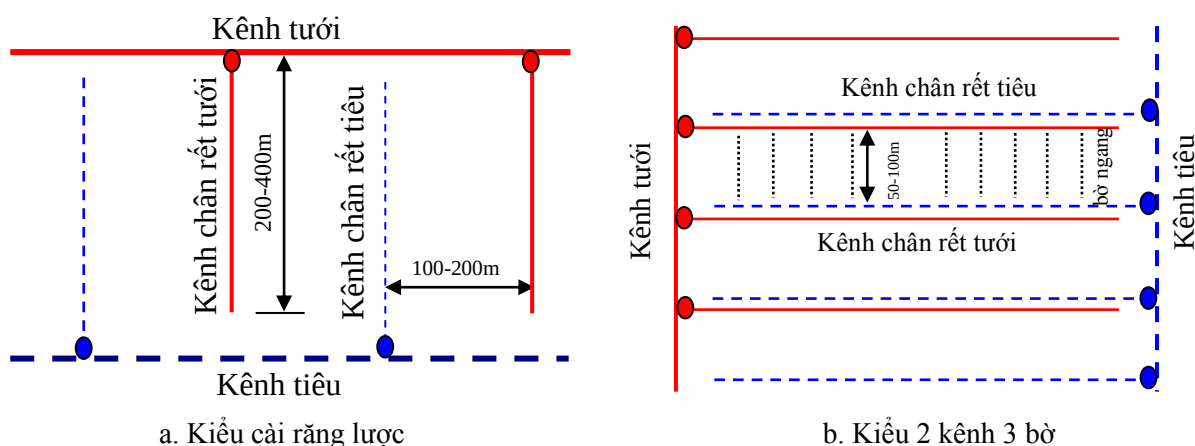
6. Hệ thống điều tiết nước ruộng:

Hệ thống điều tiết nước ruộng có nhiệm vụ điều tiết nước ruộng cho phù hợp với yêu cầu dùng nước trong từng giai đoạn sinh trưởng của cây trồng, cụ thể là: Cấp nước vào ruộng, duy trì lượng nước trong ruộng theo công thức tưới, tiêu thoát kịp thời nước thừa do mưa và nước thải, ngoài ra, hạ thấp mực nước ngầm trong ruộng khi cần.

Cấu tạo của hệ thống điều tiết nước ruộng phụ thuộc vào loại cây trồng, đặc điểm thổ nhưỡng của đất trồng và phương pháp tưới. Đối với phương pháp tưới mặt đất, hệ thống điều tiết nước ruộng gồm các bộ phận sau:

- Kênh chân rết tưới: dùng để dẫn nước tưới vào các thửa ruộng,
- Kênh chân rết tiêu: Dùng để tiêu thoát nước và hạ thấp mực nước ngầm khi cần thiết.
- Công trình tưới tiêu mặt ruộng: Dùng để cấp nước tưới vào từng thửa ruộng và tháo nước thừa ra khỏi ruộng.
- Hệ thống bờ vùng, bờ thửa: dùng để giữ nước trong ruộng, làm đường giao thông phục vụ canh tác.

Khoảng cách giữa kênh chân rết tưới và kênh chân rết tiêu khoảng (100÷200)m, chiều dài kênh chân rết khoảng (200÷400)m. Bờ kênh chân rết và bờ kênh cấp trên trực tiếp với nó được sử dụng làm bờ vùng, tạo thành các thửa ruộng canh tác cơ giới có diện tích khoảng (2÷8)ha. Bờ thửa gồm bờ ngang và bờ dọc; bờ ngang được bố trí vuông góc với kênh chân rết, cách đều nhau khoảng (20÷30)m; giữa 2 kênh chân rết bố trí thêm các bờ dọc cách nhau khoảng (50÷100)m, bờ ngang và bờ dọc chia thửa ruộng canh tác cơ giới thành các thửa ruộng canh tác thủ công có diện tích khoảng (0,1÷0,3) ha. Cứ 2 thửa ruộng canh tác thủ công bố trí 01 công trình tưới và 01 công trình tiêu nước mặt ruộng.



Hình 1.7. Các kiểu bố trí hệ thống điều tiết nước ruộng

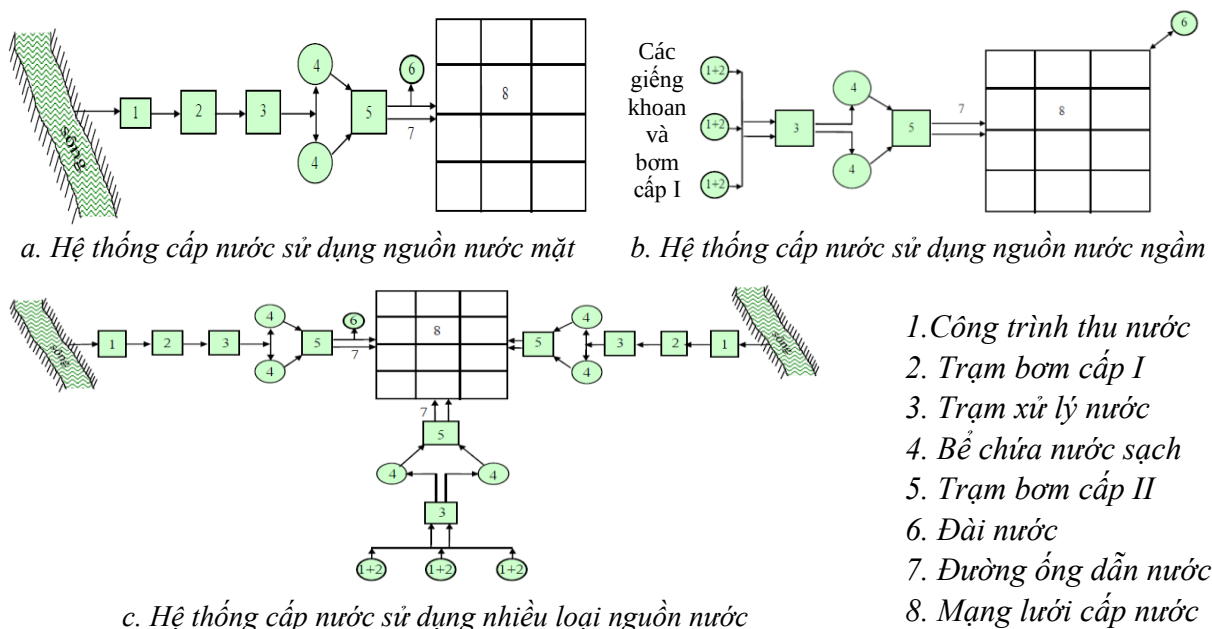
1.3.3. Hệ thống cấp thoát nước phục vụ sinh hoạt, công nghiệp, thủy sản

1. Hệ thống cấp nước sinh hoạt và sản xuất:

a. Khái niệm:

Hệ thống cấp nước sinh hoạt là một tổ hợp các công trình, thiết bị kỹ thuật và đường ống được liên kết với nhau thành một hệ thống để khai thác nước, xử lý nước đảm bảo tiêu chuẩn chất lượng nước cấp, dự trữ nước và phân phối nước đến các hộ dùng nước, đủ lưu lượng, đúng áp lực.

Cấu tạo hệ thống cấp nước phụ thuộc vào loại nguồn nước, chất lượng nước nguồn, thể năng của nguồn nước, đặc điểm địa hình, đặc điểm dùng nước. Dưới đây giới thiệu các sơ đồ hệ thống cấp nước thường áp dụng cho các khu dân cư và đô thị:

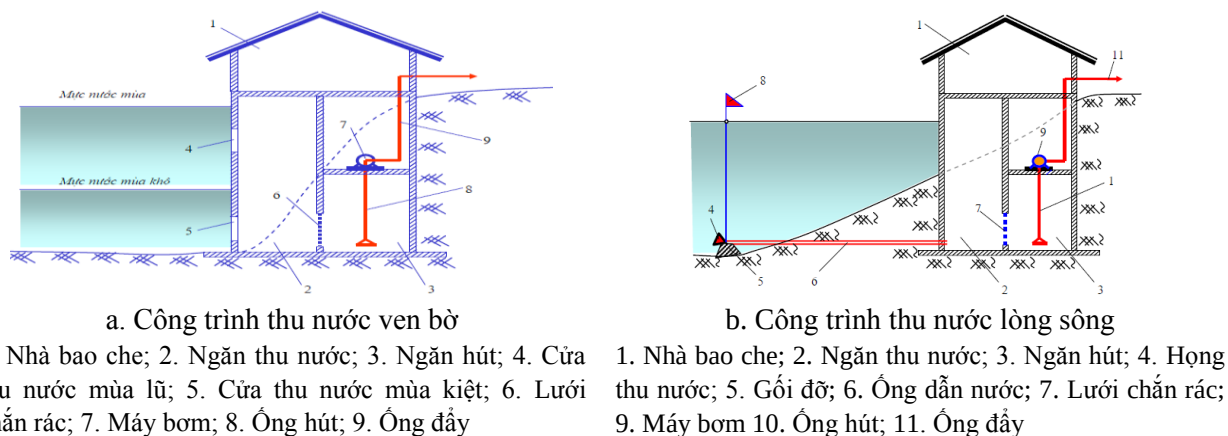


Hình 1.8. Sơ đồ cấu tạo hệ thống cấp nước [9]

b. Công trình thu nước và trạm bơm cấp I:

* **Công trình thu nước:** dùng để thu nước nguồn vào trạm bơm cấp I, công trình thu nước phải đảm bảo lấy đủ nước thô theo yêu cầu sử dụng, loại bỏ được bùn cát, sinh vật và các vật trôi nổi theo dòng chảy xâm nhập vào ống hút của máy bơm cấp I. Tùy theo loại nguồn nước mà cấu tạo công trình thu nước có khác nhau.

- Nguồn nước mặt (Sông, suối, ao, hồ): Công trình thu nước gồm 2 loại là công trình thu nước ven bờ và công trình thu nước lòng sông (Hình 1.9)



Hình 1.9. Công trình thu nước mặt và trạm bơm cấp I [9]

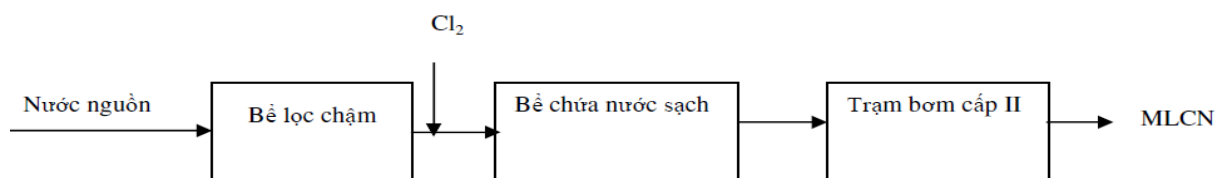
- Nguồn nước ngầm tầng nông: Công trình thu nước là giếng khơi, đường hầm thu nước

- Nguồn nước ngầm tầng sâu: Công trình thu nước thường dùng là giếng khoan

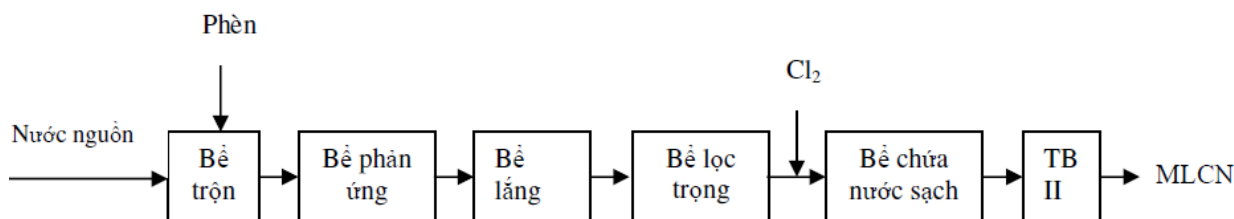
* **Trạm bơm cấp I:** Trạm bơm cấp I dùng để bơm nước và tạo áp lực cho trạm xử lý nước cấp, lưu lượng thiết kế của trạm bơm cấp I là lưu lượng ngày dùng nước lớn nhất. Khi lấy nước từ nguồn nước mặt, máy bơm cấp I thường dùng loại máy bơm ly tâm, khi mực nước sông biến động lớn người ta thường dùng máy bơm trục đặt chìm. Khi khai thác nước ngầm người ta thường dùng máy bơm chìm đặt trong lòng giếng khoan để bơm nước.

c. **Trạm xử lý nước:** Trạm xử lý nước cấp có nhiệm vụ làm sạch nước đạt tiêu chuẩn chất lượng nước cấp. Lưu lượng thiết kế trạm xử lý nước cấp là lưu lượng trung bình giờ của ngày dùng nước lớn nhất. Sơ đồ công nghệ của trạm xử lý nước cấp phụ thuộc vào loại nguồn nước, các thông số chất lượng nước và công suất trạm.

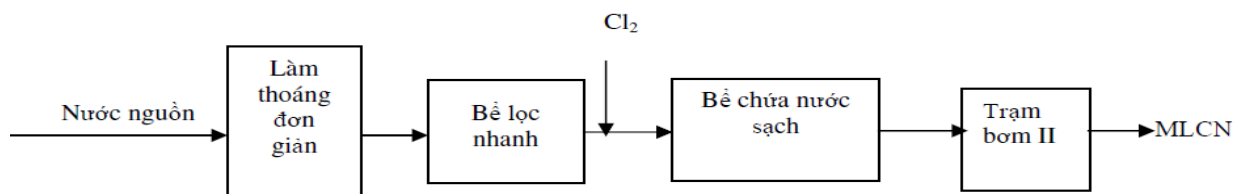
- Trường hợp nguồn nước mặt có hàm lượng cặn lơ lửng nhỏ hơn 50 g/lít, trạm xử lý có công suất nhỏ thì sơ đồ công nghệ của trạm xử lý nước cấp như sau:



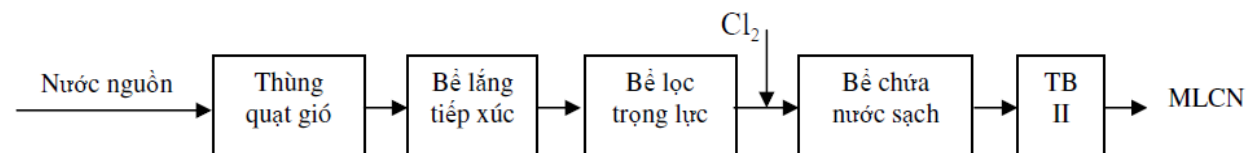
- Trường hợp nguồn nước mặt có hàm lượng cặn lơ lửng bất kỳ, công suất trạm xử lý lớn có thể áp dụng sơ đồ công nghệ như sau:



- Trường hợp nguồn nước ngầm có hàm lượng sắt nhỏ hơn 15g/l, công suất trạm xử lý nước nhỏ, áp dụng dây chuyền công nghệ như sau:



- Trường hợp nguồn nước ngầm có hàm lượng sắt bất kỳ, công suất trạm xử lý lớn, nên áp dụng sơ đồ công nghệ như sau:



d. **Bể chứa nước sạch, trạm bơm cấp II, đài nước:**

* **Bể chứa nước sạch:** Để đạt được hiệu quả xử lý nước cao, trạm xử lý nước được thiết kế với lưu lượng ổn định là lưu lượng trung bình giờ trong ngày dùng nước lớn nhất (Q_{tvl}). Tuy

nhiên lưu lượng tiêu thụ trong mạng lưới cấp nước lại thay đổi liên tục trong ngày, do đó trạm bơm cấp II phải thiết kế với lưu lượng trong giờ dùng nước lớn nhất (Q_{tbII}). Bể chứa nước sạch được xây dựng để trữ nước khi $Q_{txl} > Q_{tbII}$ và cấp nước cho trạm bơm cấp II khi $Q_{txl} < Q_{tbII}$. Ngoài ra bể chứa nước sạch còn có nhiệm vụ trữ nước dùng cho nội bộ trạm xử lý nước và dự trữ nước chữa cháy trong 3 giờ để cấp nước chữa cháy khi cần thiết.

* **Trạm bơm cấp II:** Trạm bơm cấp II được sử dụng để bơm nước vào mạng lưới cấp nước, tạo áp lực để dẫn nước và phân phối nước đến các hộ dùng nước. trạm bơm cấp II thường sử dụng các máy bơm ly tâm có cột nước công tác lớn. Ngoài ra còn lắp đặt thêm các máy bơm khác như máy bơm rửa lọc, máy bơm cấp nước chữa cháy.

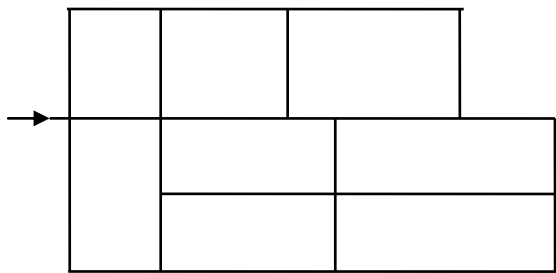
* **Đài nước:** Trạm bơm cấp II thường được bố trí nhiều máy bơm, lưu lượng của trạm bơm cấp II tăng hoặc giảm theo số lượng máy bơm hoạt động. Lưu lượng tiêu thụ (Q_{tt}) trong mạng lưới cấp nước biến đổi theo số lượng người dùng, do đó luôn luôn có mâu thuẫn với lưu lượng của trạm bơm cấp II. Đài nước được xây dựng để trữ nước khi $Q_{tbII} > Q_{tt}$ và cấp nước bổ xung vào mạng lưới cấp nước khi $Q_{tbII} < Q_{tt}$. Ngoài ra đài nước còn dùng để duy trì áp lực nước cấp cho mạng lưới cấp nước (khi trạm bơm II ngừng hoạt động) và dự trữ nước chữa cháy trong vòng 10 phút. Các hệ thống cấp nước mới được xây dựng trong thời gian gần đây thường không có đài nước do đã sử dụng thiết bị biến tần để điều chỉnh công suất trạm bơm cấp II theo kịp lưu lượng tiêu thụ.

e. **Mạng lưới cấp nước:** Mạng lưới cấp nước có nhiệm vụ dẫn nước và phân phối nước đến các hộ tiêu thụ. Cấu tạo mạng lưới cấp nước gồm:

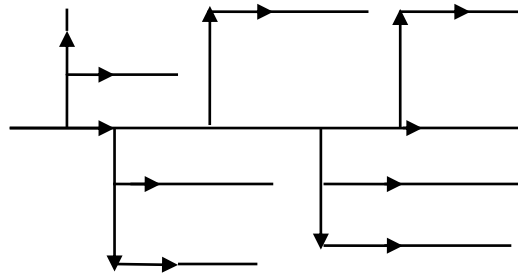
* **Mạng lưới đường ống:** Dòng chảy trong mạng lưới đường ống là dòng có áp, ống được sử dụng là các loại ống chuyên dùng cho ngành cấp nước như: Ống gang chịu áp; Ống thép tráng kẽm, Ống nhựa PVC, Ống nhựa HDPE. Các tuyến ống được liên kết với nhau thành các kiểu mạng lưới khác nhau (hình 1.10):

- **Mạng lưới vòng:** Các tuyến ống được liên kết thành nhiều vòng khép kín. Trong mạng lưới vòng các tuyến ống có thể làm việc thay thế lẫn nhau khi một tuyến ống nào đó có sự cố, cần ngừng dẫn nước để sửa chữa. Mạng lưới vòng được sử dụng cho các khu dân cư đô thị đã phát triển hoàn thiện, có nhu cầu cấp nước liên tục.

- **Mạng lưới cắt:** Trong mạng lưới cắt, các tuyến ống được liên kết thành các vòng hở, tại mỗi đoạn ống, nước chỉ chảy theo một chiều duy nhất từ đầu ống về cuối ống. Khi một đoạn ống nào đó bị sự cố thì toàn bộ các tuyến ống phía sau của đoạn ống đó phải ngừng dẫn nước để sửa chữa. Mạng lưới cắt có chi phí xây dựng thấp hơn mạng lưới vòng nhưng độ tin cậy thấp, nó thường được sử dụng cho các khu vực có nhu cầu dùng nước thấp, cho phép tạm ngừng cấp nước để sửa chữa như: vùng nông thôn, miền núi.



a. Mạng lưới vòng



b. Mạng lưới cắt

Hình 1.10. Sơ đồ mạng lưới cấp nước

- *Mạng lưới hỗn hợp*: Mạng lưới hỗn hợp là sự kết hợp giữa mạng lưới vòng và mạng lưới cụt trong một mạng lưới cấp nước. Mạng lưới vòng được áp dụng cho các tuyến ống chính và ống nhánh dẫn nước, mạng lưới cụt được áp dụng cho các tuyến ống phân phối nước trong từng tiểu khu hoặc các vùng ven của đô thị.

* **Các thiết bị, công trình trên mạng lưới cấp nước**: Để phục vụ quản lý, vận hành và sửa chữa mạng lưới đường ống, trên mạng lưới cấp nước phải có các thiết bị và công trình sau:

- Đồng hồ đo nước: Dùng để đo đếm lượng nước tiêu thụ của các khu vực và của các hộ tiêu thụ nước.

- Van cấp nước: Dùng để điều chỉnh lưu lượng nước cấp cho các tuyến ống, các khu vực.

- Van xả cặn: Dùng để xả cặn và tháo cặn nước trong ống khi cần thau rửa ống hoặc sửa chữa đường ống.

- Van hút, xả khí: Dùng để hút khí vào ống khi cần tháo cặn ống và xả khí ra khỏi ống khi cần cấp nước vào ống.

- Van giảm áp: Dùng để điều chỉnh, hạ áp lực nước trong ống.

- Hồ van: dùng bảo vệ các loại van trên mạng lưới cấp nước.

- Giếng kiểm tra, sửa chữa: Dùng phục vụ công tác kiểm tra, sửa chữa đường ống.

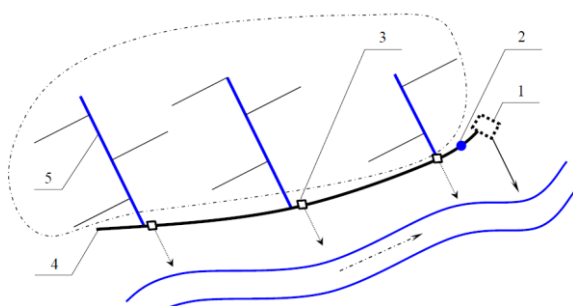
- Công trình bảo vệ ống khi dẫn nước vượt qua đường giao thông, sông suối.

2. Hệ thống thoát nước cho khu dân cư, đô thị, khu công nghiệp:

a. Khái niệm, phân loại:

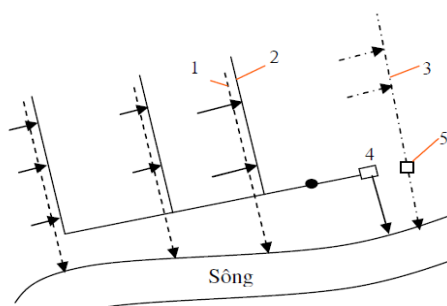
Hệ thống thoát nước là một tổ hợp các công trình, thiết bị kỹ thuật và đường ống được liên kết với nhau thành một hệ thống để thu gom, vận chuyển nước thải ra khỏi khu vực thải nước, làm sạch nước thải đạt tiêu chuẩn chất lượng nước thải vào nguồn tự nhiên và xả nước vào nguồn tiếp nhận (Hình 1.11).

Cấu tạo hệ thống thoát nước phụ thuộc vào loại nước thải, chất lượng nước thải, mực nước của nơi tiếp nhận nước thải, đặc điểm địa hình của khu dân cư, đô thị. Nhìn chung, một hệ thống thoát nước bao gồm các bộ phận: Trạm xử lý nước thải, Trạm bơm chính, mạng lưới thoát nước và các công trình trên mạng lưới thoát nước.



a. Hệ thống thoát nước chung

1. Trạm xử lý nước thải; 2. trạm bơm nước thải; 3. Cửa xả nước mưa; 4. Cống góp chính; 5. Cống góp nhánh.



b. Hệ thống thoát nước riêng hoàn toàn

1. Cống thoát nước mưa; 2. Cống thoát nước thải sinh hoạt; 3. Cống thoát nước thải sản xuất; 4. Trạm xử lý nước thải sinh hoạt; 5. Trạm xử lý nước thải sản xuất.

Hình 1.11. Sơ đồ hệ thống thoát nước khu dân cư, đô thị, khu công nghiệp

- *Hệ thống thoát nước chung*: Trong hệ thống thoát nước chung, mạng lưới thoát nước có nhiệm vụ thu gom, vận chuyển tất cả các loại nước thải về trạm xử lý hoặc xả thẳng vào nguồn tiếp nhận. Khi mưa to, lưu lượng vận chuyển rất lớn nhưng nồng độ chất nhiễm bẩn lại rất thấp. Để giảm lưu lượng mưa về trạm xử lý, một phần lượng nước mưa có mức độ nhiễm bẩn thấp sẽ được xả trực tiếp vào nguồn tiếp nhận bằng các cửa tràn nước mưa được bố trí trên tuyến cống

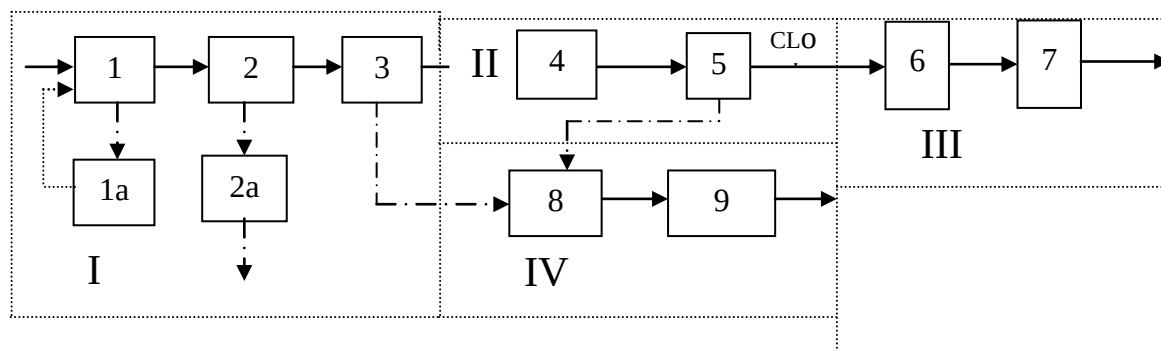
góp chính hoặc cống góp cấp I (hình 1.11.a). Hệ thống thoát nước chung thích hợp cho các khu dân cư nhỏ, nước thải có hàm lượng nhiễm bẩn thấp, lưu lượng xả thải nhỏ hơn rất nhiều so với lưu lượng nguồn tiếp nhận. Nếu các điểm thải nước trong đô thị đều có các công trình xử lý nước thải cục bộ, nước thải vào mạng lưới thoát nước có hàm lượng chất nhiễm bẩn thấp thì việc áp dụng sơ đồ thoát nước chung cũng tương đối hiệu quả.

- *Hệ thống thoát nước riêng*: Theo sơ đồ này, trong khu dân cư và đô thị phải bố trí ít nhất 2 hệ thống thoát nước là hệ thống thoát nước sinh hoạt và sản xuất và hệ thống thoát nước mưa. Toàn bộ lượng nước thải sinh hoạt và sản xuất được thu gom, vận chuyển về trạm xử lý nước thải để xử lý làm sạch trước khi thải vào nguồn tiếp nhận. Lượng nước mưa được thu gom vận chuyển về nguồn tiếp nhận bằng các tuyến cống riêng độc lập với cống thoát nước sinh hoạt và sản xuất. Nếu nước thải sinh hoạt, nước thải sản xuất và nước mưa được thu gom, vận chuyển, xử lý riêng bằng 3 hệ thống thoát nước độc lập với nhau thì gọi là hệ thống thoát nước riêng hoàn toàn (Hình 1.11.b). Hệ thống thoát nước riêng có ưu điểm cơ bản là tách được từng loại nước thải để xử lý riêng, hiệu quả xử lý cao, chi phí xử lý thấp, đảm bảo điều kiện vệ sinh hơn so với hệ thống thoát nước chung, nhưng chi phí xây dựng mạng lưới thoát nước rất cao, chỉ nên áp dụng ở các đô thị có mật độ xây dựng cao và có nhiều nhà máy, xí nghiệp công nghiệp bố trí tập trung trong các khu công nghiệp.

- *Hệ thống thoát nước nửa riêng*: Là hệ thống thoát nước có các giếng tràn tách nước mưa tại điểm giao nhau giữa cống thoát nước mưa với cống thoát nước thải. Khi lưu lượng cống thoát nước mưa nhỏ, mức độ nhiễm bẩn cao (Trường hợp này xảy ra ở đầu trận mưa hoặc khi lượng mưa nhỏ), nước mưa tràn vào cống thoát nước thải về trạm xử lý. Khi mưa lớn, lưu lượng cống thoát nước mưa tăng cao, nước tràn qua ngưỡng tràn chảy thẳng ra nguồn tiếp nhận. Hệ thống thoát nước nửa riêng vừa đạt được hiệu quả xử lý nước cao, chi phí đầu tư thấp hơn hệ thống thoát nước riêng nên được áp dụng rộng rãi trong các đô thị.

b. Trạm xử lý nước thải:

Trạm xử lý nước thải có nhiệm vụ xử lý làm sạch trước khi thải vào môi trường. Nếu muốn chất lượng nước sau xử lý đạt tiêu chuẩn vệ sinh cao thì phải chọn dây chuyền công nghệ phức tạp, chi phí xử lý nước cao. Vì vậy, khi chọn công nghệ xử lý nước thải, cần căn cứ vào mục đích sử dụng nước sau xử lý và yêu cầu chất lượng nước thải vào nguồn tiếp nhận để lựa chọn công nghệ cho phù hợp. Hình 1.12 giới thiệu sơ đồ công nghệ của một trạm xử lý nước thải hoàn chỉnh.



Hình 1.12: Sơ đồ nguyên tắc dây chuyền công nghệ xử lý nước thải hoàn chỉnh

I. Khối xử lý cơ học; II. Khối xử lý sinh học; III. Khối khử trùng; IV. Khối xử lý bùn

Nhìn chung, trạm xử lý nước thải gồm các bộ phận sau:

- Lưới chắn rác (1): Dùng loại bỏ rác và các vật trôi nổi ra khỏi nước thải.
- Máy nghiền rác (1a): Dùng để nghiền vụn rác trước khi đưa đi xử lý hoặc chôn lấp.
- Bể lắng cát (2): dùng để lắng, loại bỏ bùn cát thô ra khỏi nước thải.

- Sân phơi cát (2a): Dùng phơi cát, loại bỏ nước ra khỏi cát trước khi đưa đi chôn lấp.
- Bể lắng đợt I (3): Dùng để keo tụ, lắng và loại bỏ cặn lơ lửng không hoà tan trong nước thải.
- Bể xử lý sinh học (4): Dùng để phân huỷ các cặn lơ lửng và các chất hữu cơ hoà tan trong nước.

- Bể lắng đợt II (5): Dùng để lắng loại bỏ bùn cặn hình thành trong quá trình xử lý sinh học.

- Máng trộn (6): Dùng hoà trộn chất khử trùng với nước thải (thường dùng Clo để khử trùng).
- Bể tiếp xúc (7): dùng làm môi trường để chất khử trùng tiếp xúc, diệt vi khuẩn có hại.
- Công trình xử lý cặn (8), Công trình làm khô cặn (9): Dùng xử lý cặn thu được từ bể lắng.

c. Mạng lưới thoát nước sinh hoạt và sản xuất

Mạng lưới thoát nước sinh hoạt và sản xuất dùng để thu gom nước thải từ nơi thải nước, vận chuyển về trạm xử lý nước. Mạng lưới thoát nước thải sinh hoạt, sản xuất được cấu tạo bởi các tuyến ống thoát nước, liên kết với nhau thành mạng lưới cụt, bao trùm toàn bộ diện tích khu vực thải nước, các tuyến ống thu gom nước đầu nối trực tiếp với ống thoát nước của đối tượng thải nước. Dòng chảy trong ống thường là dòng chảy không áp.

- Ống dùng trong mạng lưới thoát nước thường là ống gang áp lực thấp, ống bê tông, ống nhựa. Đường kính ống, độ dốc đặt ống, độ sâu chôn ống phải thông qua tính toán để xác định.

- Trên mạng lưới đường ống có bố trí các giếng thăm, giếng kiểm tra, giếng sửa chữa, giếng chuyển bậc và các công trình vượt chướng ngại vật tại các điểm cần thiết.

- Độ sâu chôn ống không được vượt quá 6m để giảm khối lượng đào đắp và thuận tiện cho quản lý. Nếu tại vị trí nào đó, ống chôn sâu đến giới hạn trên thì phải bố trí trạm bơm nước thải để nâng cao mực nước trong ống, giảm độ sâu chôn ống, tạo áp lực để vận chuyển nước thải về trạm xử lý.

d. Mạng lưới thoát nước mưa:

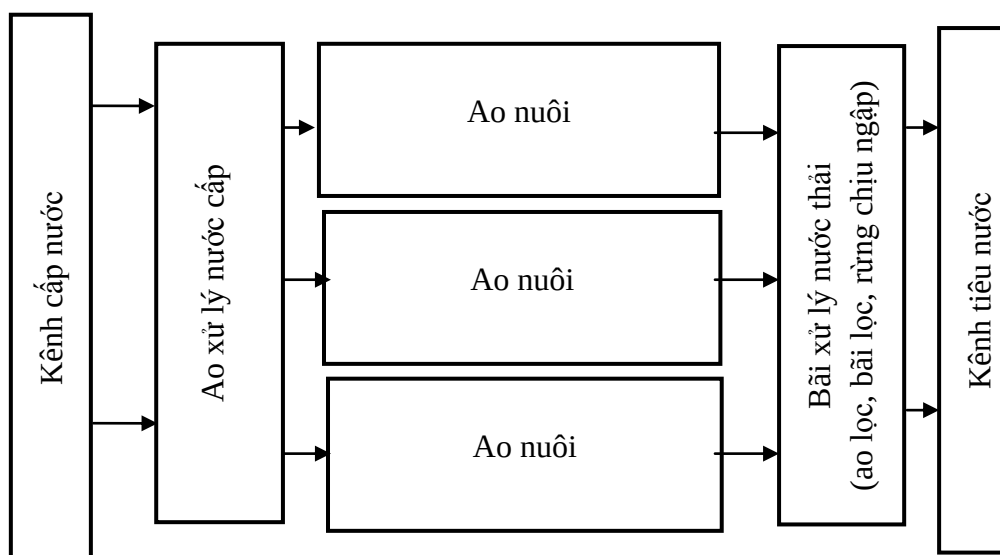
Các tuyến công thoát nước mưa thường được bố trí 2 bên các tuyến đường giao thông trong khu dân cư, đô thị và được liên kết với nhau thành các mạng lưới để thu gom, vận chuyển nước mưa ra nguồn tiếp nhận.

Cống thoát nước mưa thường được xây bằng gạch, đá, đúc bằng bê tông hoặc dùng ống bê tông đúc sẵn. dòng chảy trong cống là dòng không áp. Mặt cắt ngang cống có dạng hình chữ nhật, hình thang, hình tròn, hình parabol v.v. Hình dạng, kích thước mặt cắt ngang cống phải thông qua tính toán thủy lực để chọn.

Trên cống thoát nước mưa thường bố trí các cửa thu nước mưa cách đều nhau từ (20÷50)m để thu nước mưa mặt đường và nước mưa trên các loại diện tích khác. Ngoài ra, tùy theo điều kiện địa hình dọc tuyến, chiều dài cống, kích thước cống để bố trí các giếng kiểm tra, giếng sửa chữa và các công trình khác để phục vụ công tác quản lý và vận hành.

3. Hệ thống cấp thoát nước nuôi trồng thủy sản:

Hệ thống cấp, thoát nước nước nuôi trồng thủy sản về cơ bản tương tự như hệ thống tưới tiêu nước cho nông nghiệp, chỉ khác nhau giữa hệ thống tưới tiêu mặt ruộng với hệ thống cấp thoát nước cho ao nuôi. Theo đề nghị của Lê Anh Tuấn (Đại học Cần Thơ), Sơ đồ bố trí hệ thống cấp thoát nước cho ao nuôi thủy sản có thể bố trí như hình 1.13.



Hình 1.13. Sơ đồ hệ thống cấp, thoát nước cho ao nuôi trồng thủy sản

1.3.4. Biện pháp phòng tránh và hạn chế tác hại do nước gây ra

1. Biện pháp phòng chống lũ lụt:

Muốn phòng chống lũ lụt có hiệu quả, đòi hỏi phải thực hiện một cách đồng bộ nhiều biện pháp sau:

- Xây dựng hệ thống đê sông, đê biển, đê bao nội đồng để bảo vệ các vùng đất thấp ven sông, ven biển.
- Xây dựng các hồ chứa để dự trữ nước, cắt lũ, giảm thiểu tác động của lũ lụt đối với vùng hạ lưu.
- Chủ động thay đổi mùa vụ canh tác để tránh lũ.
- Xây dựng chính sách, chiến lược sống chung với lũ, khai thác các mặt lợi của lũ lụt.
- Xây dựng các phương án di dời dân cư, cứu hộ, cứu nạn khi có mưa bão, lũ lụt để giảm thiểu tác hại đối với cuộc sống và sản xuất.

2. Biện pháp phòng chống, hạn chế tác hại của lở đất:

Các biện pháp phòng tránh, hạn chế tác hại của lở đất bao gồm:

- Quy hoạch lại các điểm dân cư, di dời dân cư và không bố trí dân cư tại các vùng có nguy cơ lở đất.
- Dự báo mưa bão và nguy cơ lở đất để cảnh báo, hướng dẫn người dân kịp thời di dời ra khỏi phạm vi khu vực có nguy cơ lở đất.
- Trồng rừng phòng hộ trên các sườn đất dốc, xây dựng các công trình phòng tránh lở đất để bảo vệ các tuyến đường giao thông.

3 Các biện pháp phòng tránh xói lở lòng sông, lòng kênh, bảo vệ bờ:

- Xây dựng các công trình bảo vệ bờ và chỉnh trị sông.
- Trồng rừng, bảo vệ rừng phòng hộ đầu nguồn, rừng phòng hộ ven sông, ven biển.
- Quy hoạch, bố trí lại dân cư tại các vùng có nguy cơ cao.
- Xây dựng công trình trên sông phải nghiên cứu đến biện pháp bảo vệ sông vùng hạ lưu.
- Nghiêm cấm khai thác khoáng sản ven bờ và tại các vùng có nguy cơ sạt lở cao.

Câu hỏi ôn tập:

1.1. Tại sao nói nước là tài nguyên, là tư liệu thiết yếu của cuộc sống con người?

1.2. Tại sao nói tài nguyên nước đang ẩn chứa các yếu tố bất ổn và không bền vững?

1.3. Anh (chị) hãy thống kê lại các nhu cầu dùng nước của con người và giải thích vắn tắt về các nhu cầu đó?

1.4. Tại sao phải điều tiết - phân phối lại nguồn nước? Trình bày nội dung cơ bản của các biện pháp điều tiết nước?

1.5. Vẽ sơ đồ cấu tạo của hệ thống tưới tiêu cho nông nghiệp, nêu nhiệm vụ của từng bộ phận trong hệ thống đó.

1.6. Vẽ sơ đồ hệ thống cấp nước cho khu dân cư đô thị, nêu nhiệm vụ của từng bộ phận trong hệ thống đó.

1.7. Vẽ các sơ đồ hệ thống thoát nước cho khu dân cư đô thị, giải thích ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của từng loại?

1.8. Nêu các biện pháp phòng chống, hạn chế tác hại do nước gây ra?

Bài tập:

1.1. Dự báo nhu cầu cấp nước cho một thị trấn với các số liệu như sau:

- Dân số tại thời điểm điều tra: $N = 20.000$ người; Tỷ lệ tăng dân số tự nhiên là $V = 1,2\%$; tỷ lệ tăng dân số cơ học $Y = 3\%$; Thời gian dự báo $T = 20$ năm.

- Diện tích khu công nghiệp là 10 ha.

- Hiện tại, thị trấn đó chưa có hệ thống cấp nước sinh hoạt và sản xuất.

1.2. Tính toán lưu lượng nước thải sinh hoạt và sản xuất cho thị trấn trên (bài) tại năm cuối của thời gian dự báo.

Chương 2. CƠ SỞ THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH THỦY

2.1. PHÂN LOẠI VÀ PHÂN CẤP CÔNG TRÌNH THỦY

2.1.1. Phân loại công trình thủy

Công trình thủy là công trình được xây dựng để khai thác tài nguyên nước hoặc để ngăn chặn các tác hại của nước. Đặc điểm của công trình thủy là chúng được xây dựng để phục vụ cho nhiều mục đích khác nhau, ở nhiều điều kiện tự nhiên khác nhau... Vì vậy công trình thủy rất đa dạng về tác dụng, cấu tạo, điều kiện làm việc...

Để hệ thống và giúp cho việc nghiên cứu, quản lý được dễ dàng, công trình thủy được phân thành các loại theo một số đặc trưng như sau :

1. Phân loại theo mục đích xây dựng (theo nhiệm vụ) của công trình

- Công trình thủy nông: Để tưới, tiêu cho nông nghiệp: Hồ chứa, trạm bơm tưới, tiêu...
- Công trình thủy điện: Khai thác nguồn nước để phát điện: Nhà máy thủy điện
- Công trình cấp thoát nước: Để cấp và thoát nước cho đô thị, khu công nghiệp, vùng dân cư...
- Công trình chỉnh trị: Để uốn nắn lại lòng sông: Mỏ hàn, rồng đá...
- Công trình bảo vệ bờ: Để bảo vệ bờ sông, bờ biển không bị phá hoại do dòng chảy, sóng: Đê, kè...

- Công trình giao thông thủy: Để thuyền, bè qua lại: Kênh, âu tàu...

- Công trình nuôi cá và khai thác cá : Để nuôi và khai thác cá.

2. Phân loại theo tác dụng chủ yếu của công trình

- Công trình dâng nước: Có tác dụng dâng cao mực nước ở phía thượng lưu, nhằm để trữ nước hoặc để đủ khả năng dẫn nước tự chảy về nơi sử dụng: Đập dâng, cống điều tiết.

- Công trình lấy nước: Để lấy nước từ nguồn hoặc từ kênh cấp trên vào kênh cấp dưới: Cống lấy nước qua đập, cống đầu kênh tưới...

- Công trình dẫn nước: Để dẫn nước từ nơi này đến nơi khác: Kênh, đường ống dẫn, đường hầm, cầu máng, cống luồn...

- Công trình tháo nước: Để tháo nước thừa nhằm bảo vệ các công trình khác: Tràn xả lũ, cống tiêu, tràn qua kênh, cống tháo nước cuối kênh...

- Công trình vượt chướng ngại: Để dẫn nước vượt qua chướng ngại vật như sông, suối, kênh khác, đường giao thông, đê...: Cầu máng, cống luồn, cống ngầm.

- Công trình nối tiếp: Để dẫn nước từ trên cao xuống thấp: Bậc nước, dốc nước.

3. Phân loại theo vị trí xây dựng và điều kiện làm việc

Chia thành 2 nhóm

- Nhóm công trình đầu mối (trên sông).

- Nhóm công trình trên hệ thống (trên kênh).

Nhóm các công trình trên hệ thống gồm rất nhiều loại công trình: Công trình lấy nước, công trình dẫn nước, công trình điều tiết nước...

4. Phân loại theo thời gian sử dụng và tầm quan trọng của công trình

Theo thời gian sử dụng, công trình được chia thành 2 loại: Công trình lâu dài và công trình tạm thời.

- Công trình lâu dài là công trình được sử dụng thường xuyên hoặc định kỳ trong suốt quá trình khai thác của hệ thống.

- Công trình tạm thời là công trình chỉ được sử dụng trong thời gian thi công hay sửa chữa công trình khác: Đê vây, kênh dẫn dòng, lán trại, đường thi công...

Trong công trình lâu dài, tùy vào tầm ảnh hưởng của công trình tới các công trình khác, được chia thành 2 loại: Công trình chủ yếu và công trình thứ yếu.

+ Công trình chủ yếu là công trình mà sự hư hỏng của chúng sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến sự làm việc bình thường của công trình đầu mối và hệ thống và làm cho chúng không đảm nhận được nhiệm vụ như thiết kế đã đặt ra.

+ Công trình thứ yếu là công trình khi hư hỏng sẽ không ảnh hưởng đến sự làm việc bình thường của công trình đầu mối và hệ thống, có thể khắc phục được trong một thời gian ngắn.

Các công trình chủ yếu và thứ yếu được nêu cụ thể trong phụ lục A của TCXDVN 285: 2002 (Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế).

2.1.2. Phân cấp công trình thủy

1. Tầm quan trọng và ý nghĩa của cấp công trình

Cấp của công trình là thông số nói lên tầm quan trọng của công trình trong nền kinh tế quốc dân.

Cấp của công trình là thông số quyết định hầu như tất cả các nội dung của tất cả các công tác từ khảo sát, thiết kế, thi công đến quản lý công trình.

Đối với công tác thiết kế, cấp của công trình sẽ quyết định:

- Tần suất thiết kế, hệ số tin cậy của công trình.

- Các giải pháp kỹ thuật, hình thức xây dựng và cấu tạo các bộ phận chính... của công trình.

- Các nội dung, phương pháp tính toán đối với các bộ phận chủ yếu của công trình.

2. Cách phân cấp

Cấp công trình phụ thuộc vào quy mô (nhiệm vụ), loại công trình và đặc điểm làm việc của công trình. Theo TCXDVN 285 : 2002 công trình thủy lợi được phân thành 5 cấp: I, II, III, IV và V, trong đó cấp I là cấp quan trọng nhất, cấp II, III, IV mức độ quan trọng giảm dần, cấp V là cấp ít quan trọng nhất.

Khái quát về cách xác định cấp cho một công trình theo TCXDVN 285 : 2002:

- Căn cứ vào nhiệm vụ chủ yếu của công trình (Tưới, tiêu bao nhiêu ha? Phát điện bao nhiêu kW?...) xác định cấp công trình theo bảng 2.1 (của TCXDVN 285 : 2002).

- Nếu là công trình trong cụm công trình đầu mối dâng nước, căn cứ vào chiều cao đập, vật liệu làm đập, tính chất nền... xác định cấp công trình theo bảng 2.2. sau đó chọn cấp cao hơn để thiết kế.

- Nếu là công trình tạm thời hoặc công trình thứ yếu thì cấp của chúng phụ thuộc vào cấp của công trình chủ yếu trong cụm công trình đầu mối hoặc hệ thống kênh, tra theo bảng 2.3.

- Tùy vào thời gian khai thác, đặc điểm làm việc, sự nguy hiểm khi bị hư hỏng... của công trình. Cấp của công trình có thể được nâng lên hoặc hạ xuống 1 cấp so với cấp xác định theo bảng 2.1, bảng 2.2 hoặc bảng 2.3 nêu trên.

Cấp của công trình là một thông số rất quan trọng, nên khi phân cấp cho công trình cần nghiên cứu kỹ các điều từ 2.1 đến 2.14 của TCXDVN 285 : 2002 để có thể phân cấp được chính xác.

2.2. QUY TRÌNH KHẢO SÁT, THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH THỦY

2.2.1. Khái quát về trình tự xây dựng cơ bản

Theo tinh thần nghị định số: 12/2009/NĐ-CP ngày 10/02/2009 của Chính phủ về quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình, trình tự xây dựng công trình xây dựng cơ bản chia làm 2 giai đoạn như sau:

- Giai đoạn 1: Giai đoạn lập, thẩm định và phê duyệt *dự án đầu tư xây dựng công trình (Báo cáo nghiên cứu khả thi)*

Nội dung của giai đoạn này là: Lập, thẩm định và phê duyệt *dự án đầu tư xây dựng công trình (Báo cáo nghiên cứu khả thi)*. Riêng những dự án quan trọng cấp quốc gia, trước khi lập dự án đầu tư phải lập *Báo cáo đầu tư xây dựng công trình (Báo cáo nghiên cứu tiền khả thi)* và *xin phép đầu tư*; Những công trình nhỏ (dưới 15 tỷ đồng), công trình tôn giáo không lập dự án đầu tư mà chỉ lập *Báo cáo kinh tế - kỹ thuật xây dựng công trình*.

Khi dự án đầu tư xây dựng công trình được phê duyệt sẽ chuyển sang giai đoạn 2.

- Giai đoạn 2: Giai đoạn thực hiện đầu tư xây dựng công trình

Trong giai đoạn này có 2 công việc chính là thiết kế và xây dựng công trình.

2.2.2. Trình tự, nội dung công tác thiết kế

1. Trình tự các bước thiết kế

Việc thiết kế có thể được tiến hành theo 3 bước: thiết kế cơ sở, thiết kế kỹ thuật và thiết kế bản vẽ thi công, hoặc theo 2 bước: thiết kế cơ sở và thiết kế bản vẽ thi công, hoặc theo một bước: thiết kế bản vẽ thi công.

- Các công trình có quy mô lớn được thiết kế theo cả 3 bước.

- Các công trình có quy mô không lớn, chỉ thiết kế theo 2 bước hoặc 1 bước

+ Thiết kế 2 bước bao gồm bước thiết kế cơ sở và bước thiết kế bản vẽ thi công được áp dụng đối với công trình quy định phải lập *Dự án đầu tư xây dựng công trình*. Trường hợp này, bước thiết kế kỹ thuật và bước thiết kế bản vẽ thi công được gộp thành một bước và gọi là bước thiết kế bản vẽ thi công.

+ Thiết kế 1 bước là thiết kế bản vẽ thi công được áp dụng đối với công trình chỉ lập *Báo cáo kinh tế - kỹ thuật xây dựng công trình*. Trường hợp này, bước thiết kế cơ sở, bước thiết kế kỹ thuật và bước thiết kế bản vẽ thi công được gộp thành một bước và gọi là thiết kế bản vẽ thi công.

Tùy theo mức độ phức tạp của công trình, việc thực hiện thiết kế 2 hay 3 bước do người quyết định đầu tư quyết định.

Trường hợp thực hiện thiết kế 2 bước hoặc 3 bước thì thiết kế bước tiếp theo phải phù hợp với thiết kế bước trước đã được phê duyệt.

2. Nội dung từng bước thiết kế

- Nội dung thiết kế cơ sở bao gồm phần thuyết minh và phần bản vẽ.

Phần thuyết minh thiết kế cơ sở bao gồm các nội dung:

+ Giới thiệu tóm tắt địa điểm xây dựng, phương án thiết kế; tổng mặt bằng công trình, hoặc phương án tuyến công trình đối với công trình xây dựng theo tuyến; vị trí, quy mô xây dựng các hạng mục công trình; việc kết nối giữa các hạng mục công trình thuộc dự án và với hạ tầng kỹ thuật của khu vực.

+ Phương án công nghệ, dây chuyền công nghệ đối với công trình có yêu cầu công nghệ.

+ Phương án kiến trúc đối với công trình có yêu cầu kiến trúc.

- + Phương án kết cấu chính, hệ thống kỹ thuật, hạ tầng kỹ thuật chủ yếu của công trình.
- + Phương án bảo vệ môi trường, phòng cháy, chữa cháy theo quy định của pháp luật.
- + Danh mục các quy chuẩn, tiêu chuẩn chủ yếu được áp dụng.

Phần bản vẽ thiết kế cơ sở bao gồm các nội dung:

+ Bản vẽ tổng mặt bằng công trình hoặc bản vẽ bình đồ phương án tuyến công trình đối với công trình xây dựng theo tuyến.

+ Sơ đồ công nghệ, bản vẽ dây chuyền công nghệ đối với công trình có yêu cầu công nghệ.

+ Bản vẽ phương án kiến trúc đối với công trình có yêu cầu kiến trúc.

+ Bản vẽ phương án kết cấu chính, hệ thống kỹ thuật, hạ tầng kỹ thuật chủ yếu của công trình, kết nối với hạ tầng kỹ thuật của khu vực.

- Thiết kế kỹ thuật là thiết kế được thực hiện trên cơ sở thiết kế cơ sở trong dự án đầu tư xây dựng công trình được phê duyệt, bảo đảm thể hiện được đầy đủ các thông số kỹ thuật và vật liệu sử dụng phù hợp với các quy chuẩn, tiêu chuẩn được áp dụng, là căn cứ để triển khai bước thiết kế bản vẽ thi công.

- Thiết kế bản vẽ thi công là thiết kế bảo đảm thể hiện được đầy đủ các thông số kỹ thuật, vật liệu sử dụng và chi tiết cấu tạo phù hợp với các quy chuẩn, tiêu chuẩn được áp dụng, đảm bảo đủ điều kiện để triển khai thi công xây dựng công trình.

2.2.3. Hồ sơ thiết kế

Hồ sơ thiết kế được lập cho từng công trình bao gồm thuyết minh thiết kế, các bản vẽ thiết kế, các tài liệu khảo sát xây dựng liên quan, quy trình bảo trì công trình, dự toán xây dựng công trình.

2.3. TÀI LIỆU VÀ NỘI DUNG TÍNH TOÁN TRONG THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH THỦY

2.3.1. Tài liệu dùng trong thiết kế công trình thủy

Công trình thủy là công trình phục vụ cho nhiều nhu cầu xã hội và chịu tác động của rất nhiều yếu tố tự nhiên, xã hội khác nhau nên tài liệu dùng để thiết kế chúng là rất đa dạng và phức tạp, đặc biệt là các tài liệu về tự nhiên như: mưa, gió, dòng chảy trong sông, sóng biển... Mỗi loại tài liệu này có nhiều đặc trưng khác nhau và việc xác định nói chung là phức tạp, rất tốn kinh phí và công sức con người. Ví dụ các tài liệu về mưa, gió, dòng chảy... cần phải đo đạc thường xuyên trong một thời gian dài (phải trên 10 ÷ 20 năm) mới đủ độ tin cậy để sử dụng được; hay việc nên đào hay khoan hồ địa chất, khoan tay hay khoan máy, khoan sâu bao nhiêu mét và cần thí nghiệm những chỉ tiêu cơ lý gì của đất... Vì vậy khi xác định tài liệu thiết kế công trình, người thiết kế cần căn cứ vào nhiệm vụ, quy mô, đặc điểm làm việc... của từng công trình để xác định cần những tài liệu nào, những đặc trưng nào của tài liệu, mức độ chuẩn xác của tài liệu... Từ đó đưa ra yêu cầu về phạm vi, độ chuẩn xác, nội dung, phương tiện... nhằm có thể thu thập, điều tra, khảo sát xác định đầy đủ các tài liệu với độ tin cậy cần thiết để thiết kế công trình, nhưng không gây lãng phí về công sức, tiền bạc...

1. Tài liệu về xã hội

Tài liệu về xã hội bao gồm: Phương hướng phát triển và quy hoạch (nếu có) của khu vực xây dựng công trình, đặc điểm về dân cư (số dân, phân bố dân cư, nghề nghiệp, tôn giáo, mức sống, nhu cầu dùng nước: tưới, sản xuất, sinh hoạt...), các công trình cá biệt (di tích văn hoá, lịch sử, chùa chiền...).

Các tài liệu về xã hội dùng để xác định sự hợp lý của việc xây dựng công trình: Có nên xây dựng công trình này không, ý kiến của người dân, đền bù giải toả hay bảo vệ khu dân cư thế nào? Hiệu quả công trình ra sao? Quy mô đã hợp lý chưa?...

2. Tài liệu khí tượng, thủy văn

Tài liệu khí tượng gồm tài liệu: mưa, gió, độ ẩm, nhiệt độ...

Tài liệu thủy văn gồm tài liệu: Các đặc trưng của dòng chảy trong sông, suối (mức nước, lưu lượng, vận tốc, hướng dòng chảy, bùn cát trong dòng chảy...), Các đặc trưng của mực nước, sóng trên biển...

Trong thiết kế, tài liệu khí tượng, thủy văn là căn cứ để xác định những nội dung sau:

- Để xác định quy mô xây dựng công trình cấp nước như: hồ chứa, trạm bơm, đập dâng... (xác định nguồn nước đến, nhu cầu cần cấp nước...)
- Để tính toán xác định các tải trọng tác dụng lên công trình (gió, sóng, dòng chảy, vật nổi...).
- Để xác định mức độ ngập lụt, xói lở, bồi lắng do dòng chảy...
- Để xác định độ sâu của dòng chảy để thuyền bè qua lại.
- Để xác định môi trường làm việc của công trình (nhiệt độ, độ ẩm, độ mặn trong nước, trong không khí...)
- Để xác định biện pháp thi công phần nền móng công trình (các phương án đề quây, dẫn dòng thi công...)

3. Tài liệu địa hình

Tài liệu địa hình gồm:

- Bản đồ, bình đồ: Bản đồ UTM, bình đồ khu vực nghiên cứu (cả khu vực hoặc chỉ dọc các tuyến nghiên cứu như: tuyến sông, suối...), bình đồ các vị trí, tuyến xây dựng công trình, bình đồ bãi vật liệu...

- Cắt dọc, ngang các tuyến nghiên cứu, tuyến xây dựng công trình, bãi vật liệu.

Tài liệu địa hình dùng để xác định các đặc điểm chung về địa hình: sự phân vùng địa hình; cao độ, độ dốc địa hình... từng vùng; xác định đường giao thông, sông, suối, địa vật... xác định cao độ dọc các tuyến xây dựng... Từ đó có cơ sở để đưa ra giải pháp xây dựng công trình được hợp lý.

Tài liệu địa hình là một căn cứ quan trọng để tính toán xác định khối lượng xây dựng công trình.

4. Tài liệu địa chất, địa chất thủy văn

Tài liệu địa chất, địa chất thủy văn gồm: Bản đồ địa chất, địa chất thủy văn khu vực nghiên cứu (lòng hồ, bãi vật liệu, khu tưới, dọc sông...); các mặt cắt dọc, ngang địa chất các tuyến nghiên cứu (sông, suối...), tuyến xây dựng, bãi vật liệu... (Có kèm theo các bảng các chỉ tiêu cơ, lý, tính thấm nước...); Trữ lượng, thành phần hoá học, sinh học của nước ngầm...

Trong thiết kế, tài liệu địa chất, địa chất thủy văn là căn cứ để xác định các nội dung sau:

- Để đưa ra giải pháp xây dựng công trình hợp lý (chủ yếu là phần dưới đất của công trình).
- Để xác định sức chịu tải của nền; tính thấm cho nền công trình, lòng hồ; xác định tải trọng của đất, đá lên công trình...; xác định mức độ xói lở của bờ sông, bờ kênh...
- Để tính toán kiểm tra sự làm việc an toàn (ổn định, xói ngầm...) của công trình làm bằng đất, đá: kênh, đập, đê...
- Để xác định biện pháp thi công (phần móng công trình).

5. Các tài liệu khác

- Đặc tính thổ nhưỡng khu trồng trọt.
- Giao thông: Giao thông phục vụ cho công tác khảo sát, thi công... công trình; giao thông qua công trình (cấp đường, tải trọng xe...).
- Vật liệu, vật tư, thiết bị xây dựng công trình.
- Nhân lực, phương tiện thi công.
- Điện, nước phục vụ thi công...

2.3.2. Các nội dung cần tính toán trong thiết kế công trình thủy

Tùy vào quy mô, cấu tạo và đặc điểm làm việc của từng công trình mà nội dung cần tính toán thiết kế cho mỗi công trình có khác nhau, nhưng tựu trung gồm các nội dung sau:

- Tính toán xác định các đặc trưng của các tài liệu thiết kế: Tính toán phân phối dòng chảy năm, dòng chảy lũ, dòng chảy kiệt; tính toán nhu cầu dùng nước; tính toán xác định đường quá trình lũ thiết kế; tính toán xác định mực nước, đường mực nước thiết kế, lớn nhất, nhỏ nhất trong sông, biển...

- Tính toán điều tiết hồ.
- Tính toán xác định các loại tải trọng và tác động lên công trình.

- Tính toán xác định kích thước cơ bản của công trình: Cao độ đỉnh đập, tiết diện tháo nước của tràn, cống...

- Tính toán thiết kế tiêu năng cho công trình.

- Tính toán kiểm tra an toàn về thấm qua công trình, các bộ phận công trình và nền của chúng.

- Tính toán kiểm tra an toàn về ổn định cho công trình và các bộ phận.

- Tính toán về cường độ (tính toán kết cấu) cho các bộ phận công trình.

- Tính toán kiểm tra về cường độ và lún cho nền công trình và các bộ phận.

Ngoài ra còn có: Tính toán xác định khối lượng, dự toán, hiệu ích... của công trình.

2.3.3. Nguyên lý tính toán công trình thủy theo trạng thái giới hạn

1. Các trạng thái giới hạn

Khi tính toán về cường độ, ổn định, biến dạng của công trình, theo TCXDVN 285 : 2002 phải tính theo phương pháp trạng thái giới hạn. Có 2 trạng thái giới hạn:

- Trạng thái giới hạn thứ nhất (I) - Trạng thái giới hạn về cường độ và ổn định:

Công trình, kết cấu và nền của chúng khi làm việc trong điều kiện bất lợi nhất cần phải tính toán các nội dung sau: Tính toán về độ bền, độ ổn định chung của công trình và nền; độ bền thấm chung của nền và công trình đất; các tính toán về ứng suất, chuyển vị của kết cấu bộ phận mà độ bền hoặc độ ổn định công trình chung phụ thuộc vào chúng...

- Trạng thái giới hạn thứ hai (II) - Trạng thái giới hạn về biến dạng và về khe nứt:

Công trình, kết cấu và nền của chúng khi làm việc trong điều kiện bình thường cần phải tính toán các nội dung sau: Tính toán chuyển vị và biến dạng, sự hình thành và mở rộng khe nứt...

2. Công thức tính toán chung

Điều kiện an toàn chung của công trình và bộ phận công trình:

$$K = \frac{R}{N_{tt}} \geq [K] = \frac{k_n \cdot n_c}{m} \quad (2.1)$$

Hoặc:

$$K_n \cdot n_c \cdot N_{tt} \leq mR \quad (2.1a)$$

K: hệ số an toàn chung của công trình. K là trị số nhỏ nhất trong nội dung tính toán bất kỳ của công trình hay bộ phận công trình.

[K]: hệ số an toàn cho phép. Bình thường K không vượt quá 15% giá trị của [K], trừ trường hợp có những quy định riêng.

k_n : hệ số tin cậy; n_c : hệ số tổ hợp tải trọng, m: hệ số điều kiện làm việc của công trình. Ba hệ số này tra theo TCXDVN 285: 2002.

N_{tt} : tải trọng tính toán tổng quát (lực, mô men, ứng suất), biến dạng hoặc thông số khác mà nó là căn cứ để đánh giá trạng thái giới hạn.

R: sức chịu tải tổng quát, biến dạng hoặc thông số khác được xác lập theo tiêu chuẩn thiết kế (TCVN, TCXD, TCXDVN, TCN).

Khi tính theo trạng thái giới hạn I thì tải trọng tính là tải trọng tính toán, các đặc trưng của vật liệu, nền cũng là các đặc trưng tính toán. Khi tính theo trạng thái giới hạn II thì tải trọng tính là tải trọng tiêu chuẩn, các đặc trưng của vật liệu, nền cũng là các đặc trưng tiêu chuẩn.

2.4. TẢI TRỌNG, TÁC ĐỘNG VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG TÁC DỤNG LÊN CÔNG TRÌNH THỦY

2.4.1. Tải trọng và tác động tác dụng lên công trình thủy

Tải trọng lên công trình thủy là rất đa dạng, dễ dàng trong nghiên cứu và tính toán người ta đưa ra nhiều cách phân loại tải trọng, giáo trình này chỉ giới thiệu 2 cách.

1. Phân loại theo trường hợp tính toán (hay theo trị số tính toán của tải trọng)

Tùy theo trường hợp tính toán, trị số tải trọng được phân thành 2 loại: Tải trọng tiêu chuẩn và tải trọng tính toán.

Tải trọng tiêu chuẩn - ký hiệu: q_c - là tải trọng được xác định theo trị số đa số mà loại tải trọng đó có xu thế gây nguy hiểm cho công trình, trong điều kiện chung nhất mà không phân biệt

những sự khác biệt riêng trong thực tế. Một số tải trọng tiêu chuẩn được các cơ quan có thẩm quyền của nhà nước quy định (Tải trọng tàu, xe, người...), một số lấy theo trị số bình quân (ngiên về an toàn cho công trình) theo số liệu kinh nghiệm (Ví dụ: trọng lượng riêng của nước, đất, bê tông...).

Tải trọng tính toán - ký hiệu: q - là tải trọng có xét đến những yếu tố khác biệt trong thực tế (tải trọng thực tế có thể lớn hơn hay nhỏ hơn tải trọng tiêu chuẩn) và được tính theo công thức sau :

$$q = nq_c \quad (2.2)$$

n : hệ số lệch tải (vượt tải), xem chi tiết ở bảng (6.1) của TCXDVN 285 : 2002.

Khi xác định n chú ý: Khi n có 2 trị số thì chọn như sau: Chọn $n > 1$ khi tải trọng có xu thế gây nguy hiểm cho công trình, chọn $n < 1$ khi tải trọng có xu thế làm tăng sự an toàn cho công trình.

2. Phân loại theo thời gian tác dụng của tải trọng

Tùy theo thời gian tác dụng của tải trọng lên công trình, tải trọng được phân thành 2 loại: Tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời (dài hạn, ngắn hạn và đặc biệt).

Tải trọng thường xuyên là các tải trọng tác dụng thường xuyên trong quá trình sử dụng công trình.

Tải trọng tạm thời là các tải trọng có thể không có trong một giai đoạn nào đó của quá trình xây dựng và sử dụng. Tải trọng tạm thời được phân thành 3 loại:

- *Tải trọng tạm thời dài hạn* là các tải trọng có thời gian tác dụng lên công trình dài.
- *Tải trọng tạm thời ngắn hạn* (thường gọi tắt là tải trọng ngắn hạn) là các tải trọng có thời gian tác dụng lên công trình ngắn.
- *Tải trọng tạm thời đặc biệt* (thường gọi tắt là tải trọng đặc biệt) là các tải trọng chỉ sinh ra trong một thời đoạn nào đó, trong một thời gian bất kỳ nào đó mà ta không lường trước được.

Tải trọng tạm thời đặc biệt gồm:

- + Tải trọng do động đất hoặc nổ.
- + Áp lực nước tương ứng mực nước khi xảy ra lũ kiểm tra
- + Tải trọng gây ra do áp lực dư của kẽ rỗng trong đất bảo hoà nước khi chưa cô kết hoàn toàn ứng với mực nước kiểm tra lớn nhất trong điều kiện thiết bị lọc và tiêu nước làm việc bình thường hoặc ở mực nước dâng bình thường nhưng thiết bị lọc và tiêu nước bị hỏng.
- + Áp lực nước thấm gia tăng khi thiết bị chống thấm và tiêu nước không làm việc bình thường
- + Tác động do nhiệt trong thời kỳ thi công và khai thác của năm có biên độ dao động nhiệt độ bình quân tháng của không khí là lớn nhất
- + Áp lực sóng khi xảy ra tốc độ gió lớn nhất.
- + Áp lực nước và khi đột ngột cắt toàn bộ phụ tải.
- + Tải trọng động sinh ra trong đường dẫn có áp và không áp khi dẫn ở mực nước lớn nhất thiết kế.
- + Áp lực phát sinh trong mái đất do mực nước sông, hồ giảm đột ngột.

Ngoài những tải trọng đặc biệt nêu trên, tất cả các tải trọng khác đều là tải trọng thường xuyên hoặc tạm thời dài hạn hoặc ngắn hạn. Chi tiết các loại tải trọng xem TCXDVN 285 : 2002 và TCVN 2737-1995 (Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế).

2.4.2. Tổ hợp tải trọng tác dụng lên công trình thủy

Tổ hợp tải trọng (tổ hợp lực) là tập hợp của một nhóm lực cùng tác dụng lên công trình hay bộ phận công trình cùng một thời điểm.

TCXDVN 285 : 2002 quy định: Khi thiết kế công trình thủy phải tính toán theo 2 tổ hợp là tổ hợp tải trọng cơ bản và tổ hợp tải trọng đặc biệt.

- Tổ hợp tải trọng cơ bản là tổ hợp gồm các tải trọng thường xuyên, tạm thời dài hạn và ngắn hạn.

- Tổ hợp tải trọng đặc biệt bao gồm các tải trọng và tác động đã xét trong tổ hợp tải trọng cơ bản nhưng một trong chúng được thay bằng tải trọng (hoặc tác động) tạm thời đặc biệt. Trường

hợp tổ hợp cơ bản có xét thêm tải trọng động đất hoặc nổ cũng được xem là tổ hợp tải trọng đặc biệt. khi có luận chứng chắc chắn có thể lấy 2 trong các tải trọng hoặc tác động tạm thời đặc biệt để kiểm tra.

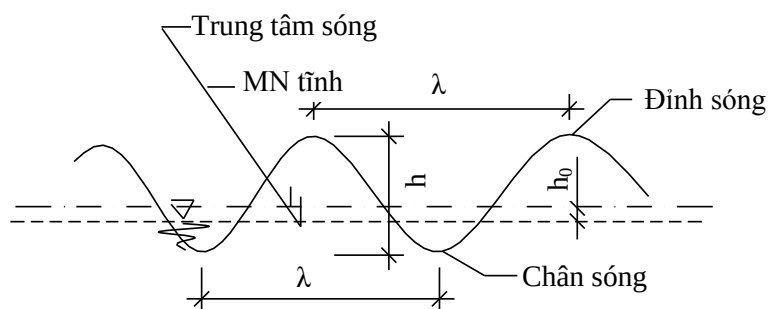
Khi thiết kế phải phân tích, lựa chọn để đưa ra được tổ hợp tải trọng cơ bản và tổ hợp tải trọng đặc biệt bất lợi nhất để tính toán, kiểm tra.

2.5. TÍNH TOÁN SÓNG

2.5.1. Sóng và các yếu tố của sóng

Gió thổi trên mặt nước, thuyền, bè, vật nổi di chuyển trên mặt nước sẽ tạo ra sóng. Sóng có thể làm nước tràn qua đập, đê... làm vỡ đê, đập; có thể làm sạt lở mái đập, đê, bờ sông, bờ biển... làm tăng áp lực thấm đẩy nổi lên đáy đập làm mất ổn định đập...

Trong các nguyên nhân gây ra sóng trên thì sóng do gió là sóng gây nguy hiểm nhất và thường gặp nhất nên trong giáo trình này chỉ trình bày cách tính toán sóng do gió gây ra.



Hình 2.1. Các yếu tố của sóng

Khi sóng không bị cản bởi đáy, vật cản trên mặt... hình dạng sóng được mô tả như hình (2.1).

Các đặc trưng của sóng: Đường trung tâm sóng, đỉnh sóng, chân sóng, chiều cao sóng - h , chiều dài sóng (bước sóng) - λ ... (Hình 2.1). Các yếu tố này phụ thuộc vào nhiều nguyên nhân: tốc độ gió, chiều dài truyền sóng, độ sâu của nước... Có các yếu tố của sóng ta sẽ tính được áp lực sóng tác dụng lên vật cản sóng (mái đập, đê, kè, bờ sông, biển...). Tính được chiều cao sóng, áp lực sóng ta có thể tính toán kiểm tra được điều kiện làm việc của công trình có an toàn hay không...

Giáo trình này chỉ trình bày một số phương pháp thường được vận dụng để tính cho các công trình trong hồ chứa nước.

2.5.2. Tính toán các yếu tố của sóng do gió gây ra

1. Xác định chiều cao sóng - h (m) và bước sóng - λ (m)

+ Công thức Stivenzon:

$$\lambda = 0,34 \sqrt{D} + 0,76 - 0,26 \sqrt{D} \quad (\text{m}) \quad (2.3)$$

$$h = 0,0011 \sqrt{VD} + 0,76 - 0,26 \sqrt{D} \quad (\text{m}) \quad (2.4)$$

+ Công thức Angđorê-Ianốp:

$$h = 0,0208 V^{5/4} D^{1/3} \quad (\text{m}) \quad (2.5)$$

$$\lambda = 0,304 V D^{1/2} \quad (\text{m}) \quad (2.6)$$

+ Công thức Lapzôxki:

$$h = \beta h_0 \quad (\text{m}) \quad (2.7)$$

$$\lambda = \alpha \lambda_0 \quad (\text{m}) \quad (2.8)$$

$$h_0 = 0,073 K V \sqrt{D \cdot \varepsilon} \quad (\text{m}) \quad (2.9)$$

$$\lambda_0 = 0,073 V \sqrt{D / \varepsilon} \quad (\text{m}) \quad (2.10)$$

Các công thức (2.3) và (2.4) dùng khi $D < 60$ km

Các công thức (2.5) và (2.6) dùng khi $V = (8 \div 15)$ m/s; $D = (3 \div 30)$ km

Trong các công thức trên:

V : vận tốc gió (m/s)

Vận tốc gió V lấy ở độ cao 10m trên mặt nước. Khi tốc độ gió quan trắc được ở độ cao khác 10m (V_z), tính v theo công thức sau:

$$V = k_v \cdot V_z$$

k_v : hệ số hiệu chỉnh: Ở độ cao 5m so với mặt nước: $k_v = 1,1$; ở độ cao 20m so với mặt nước: $k_v = 0,9$.

Tần suất gió tính toán (p%) phụ thuộc vào cấp công trình và trường hợp tính toán, với công trình trong hồ chứa nước xác định theo bảng (2-1)

Bảng 2.1. Tần suất gió tính toán - p%

Trường hợp tính ứng với mực nước	Cấp công trình			
	I & II	III	IV	V
Dâng bình thường	2	3	4	10
Lũ thiết kế	20	30	50	50

D: đà gió (Chiều dài truyền sóng, km).

K: hệ số xét đến mức độ tăng của sóng dọc theo chiều dài truyền sóng.

$$K = 1 + e^{-0,4 \frac{D}{V}} \quad (2.11)$$

ε : độ dốc của sóng ($\varepsilon = h/\lambda$).

$$\varepsilon = \frac{1}{9 + 19e^{-\frac{14}{V}}} \quad (2.12)$$

Đà gió D phụ thuộc vào hình dạng và chiều dài vùng mặt nước tạo sóng (mặt hồ chứa, mặt sông...) xác định theo thực tế, nhưng không được lớn hơn trị số đà gió tới hạn (D_K) tính theo công thức sau:

$$D_K = 30\varepsilon V^2 \quad (2.13)$$

Trong hồ chứa có thể xác định D như sau: Gọi chiều dài và chiều rộng trung bình của vùng mặt nước tạo sóng là D_0 và B_{tb} . Khi vùng mặt nước tạo sóng rộng $D_0 < 5B_{tb}$ (Hình 2.2a) lấy $D=D_0$. Khi vùng mặt nước tạo sóng hẹp và dài $D_0 \geq 5B_{tb}$ (Hình 2.2b) lấy $D=5B_{tb}$. Khi vùng mặt nước tạo sóng cong (Hình 2.2c) lấy D bằng khoảng cách thẳng góc từ bờ chắn sóng tính toán đến bờ đối diện.

α, β : các hệ số xét đến độ nông của nước, phụ thuộc vào tỷ số H/λ_0 , tra theo biểu đồ hình (2-3).

h_0, λ_0 : chiều cao và chiều dài sóng khi giả thiết độ sâu nước trong hồ H là vô hạn.

2. Xác định độ cao từ mực nước tĩnh đến đường trung tâm sóng - h_0 (m)

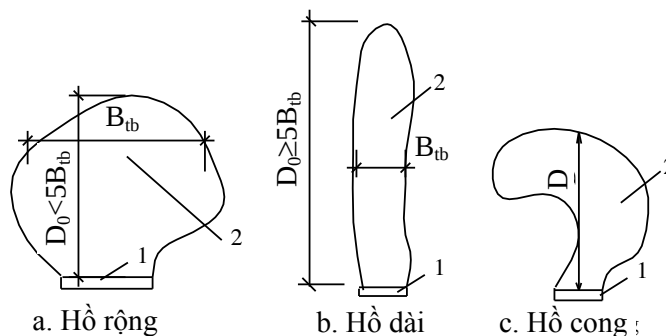
$$h_0 = \frac{\pi h^2}{\lambda} \cdot \text{cth} \frac{2\pi H}{\lambda} \quad (2.14)$$

H: chiều sâu trung bình của nước trước bờ chắn sóng (m).

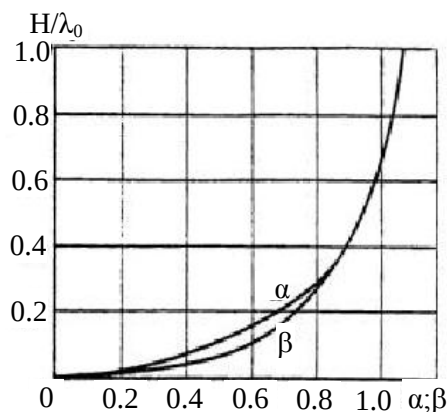
Khi vùng tạo sóng nhỏ có thể bỏ qua h_0 .

3. Xác định chiều cao sóng leo trên bờ chắn sóng nghiêng

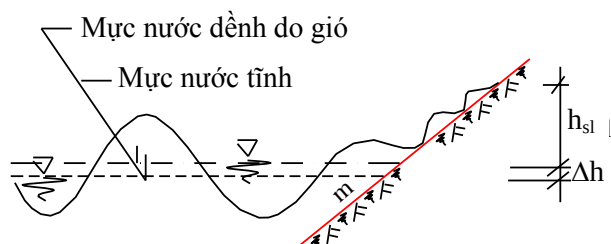
Độ leo cao của sóng lên bờ chắn nghiêng, có độ xoắn m gồm chiều cao nước dềnh do gió Δh và chiều cao sóng leo h_{sl} (Hình 2.4). Trị số Δh và h_{sl} có thể tính theo các công thức sau:



Hình 2.2. Sơ đồ các dạng hồ chứa
1. Bờ chắn sóng (đập, đê...) 2. Hồ



Hình 2.3. Quan hệ H/λ_0 với α, β



Hình 2.4. Sơ đồ sóng leo trên bờ chắn

$$\Delta h = 6.10^{-3} \cdot \frac{D.v^2}{3g.H} \cos \alpha \quad (2.15)$$

$$h_{sl} = \frac{1}{m} AKh \quad (2.16)$$

α : góc nghiêng giữa hướng gió với mặt phẳng thẳng đứng vuông góc với mái bờ chắn, độ.

A: hệ số phụ thuộc vào tỷ số giữa λ/h : Khi $\lambda/h \leq 10$: $A = 3,2$; Khi $\lambda/h > 10$: $A = 3,8$

K: hệ số phụ thuộc vào độ nhám của mái bờ chắn: Mái làm bằng bê tông: $K = 1,0$; làm bằng đá xếp, đá đỏ: $K = 0,77$

2.5.3. Tính toán áp lực sóng

1. Trường hợp bờ chắn sóng thẳng đứng

a. Ở vùng nước sâu ($H > 1,5h$)

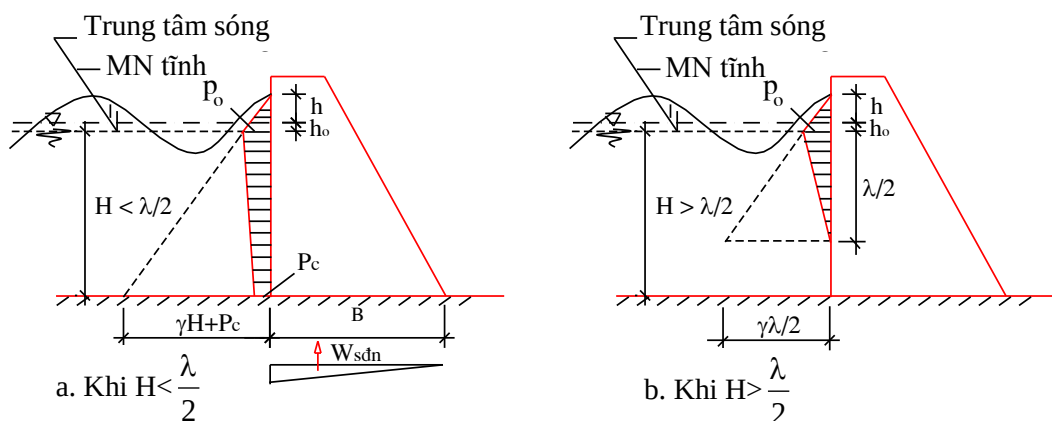
Ở vùng nước sâu, khi đỉnh sóng ở sát với bờ chắn sóng, biểu đồ áp lực sóng lên bờ chắn thẳng đứng có dạng như hình (2-5a) khi $H < \lambda/2$ và như hình (2-5b) khi $H > \lambda/2$. Trị số cường độ áp lực sóng ở đáy bờ chắn p_c ở hình (2-5a) tính theo công thức sau:

$$p_c = \gamma \cdot \frac{h}{ch \frac{2\pi H}{\lambda}} \quad (2.17)$$

γ : trọng lượng riêng của nước

Ngoài ra khi đỉnh sóng sát bờ chắn sóng và $H < \lambda/2$, trị số tổng áp lực thấm đẩy nổi dưới đáy công trình sẽ tăng thêm một giá trị như sau :

$$W_{sđn} = \frac{P_c \cdot B}{2} \quad (2.18)$$



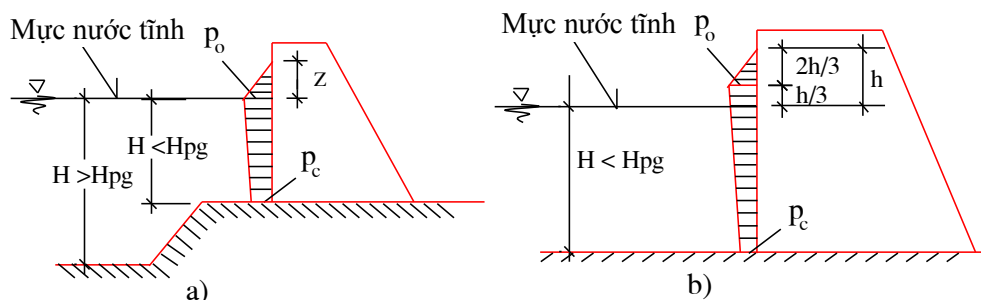
Hình 2.5. Biểu đồ áp lực sóng tác dụng lên bờ chắn thẳng đứng ở vùng nước sâu

B: chiều rộng (theo phương truyền sóng) đáy bờ chắn (m)

Để xác định trị số và điểm đặt của áp lực ta nên dùng phương pháp phân biểu đồ: Phân biểu đồ thành các biểu đồ đơn giản (chữ nhật, tam giác) để tính.

b. Ở vùng nước sâu nhưng bị cận đột ngột

Ở vùng nước có $H > H_{pg}$ nhưng trước bờ chắn, đáy bờ cao lên tương đối đột ngột và có $H < H_{pg}$ (Ví dụ cửa van phẳng của đập tràn) thì biểu đồ áp lực sóng có dạng như hình (2.6a). Trị số cột nước phân giới H_{pg} sơ bộ lấy : $H_{pg} = (1,5 \div 2)h$



Hình 2.6. Sơ đồ áp lực sóng lên mặt chắn sóng thẳng đứng
a) Khi ở vùng nước sâu, nhưng có địa hình cao đột ngột.
b) Ở vùng sóng đồ.

Độ vượt cao của sóng Z trên mực nước tĩnh tính như sau :

$$Z = (0,8 \frac{H}{h} - 0,2) \cdot h \quad (2.19)$$

Trị số cường độ áp lực của biểu đồ ở ngang mực nước tĩnh p_o và tại đáy bờ chắn sóng p_c xác định như sau:

$$p_o = \gamma h \cdot \frac{1,5}{\frac{H}{h} - 0,1} \quad (2.20)$$

$$p_c = 0,6 p_o \frac{H}{h} \quad (2.21)$$

c. Ở vùng sóng đồ ($H < H_{pg}$)

Biểu đồ áp lực sóng có dạng như hình (2.6b).

Trị số cường độ áp lực của biểu đồ có giá trị lớn nhất tại độ sâu $h/3$ so với mực nước tĩnh và được tính theo công thức sau :

$$p_o = 1,7 \frac{(0,75C + V_s)^2}{2g} \quad (2.22)$$

V_s : vận tốc của sóng tại vị trí $Z=0$ (m) xác định theo công thức sau:

$$V_s = \frac{\pi h}{2} \text{cth} \frac{2\pi H}{\lambda} \quad (2.23)$$

C : vận tốc di chuyển của đỉnh sóng theo phương ngang:

$$C = \frac{\lambda}{\tau} \quad (2.24)$$

τ : chu kỳ sóng

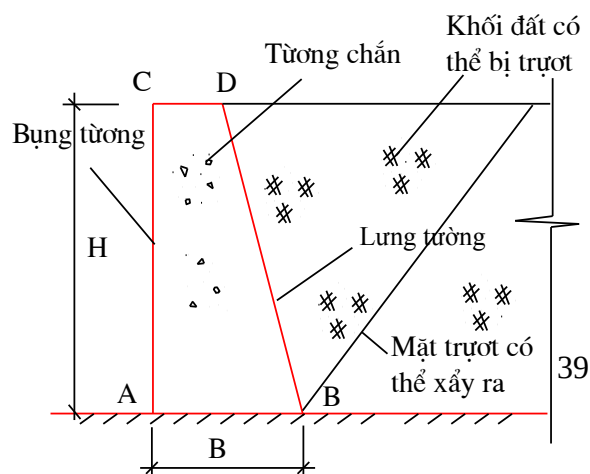
$$\tau = \sqrt{\frac{2\pi\lambda}{g}} \text{cth} \frac{2\pi H}{\lambda} \quad (2.25)$$

Trong các công thức trên: g là gia tốc trọng trường

Tung độ biểu đồ tại đáy bờ chắn sóng (p_c):

$$p_c = p_o/2 \quad (2.26)$$

2.6. TÍNH TOÁN ÁP LỰC ĐẤT



Hình 2.7. Sơ đồ làm việc của tường chắn đất

2.6.1. Áp lực đất lên tường chắn cứng

1. Khái niệm

Hình (2.7) mô tả sơ đồ làm việc của một tường chắn đất. Mặt BD ở phía đắp đất nhiều gọi là lưng tường, mặt AB ở phía không đắp đất hoặc đắp đất ít gọi là bụng tường. H là chiều cao tường, B là chiều rộng đáy tường. Khi làm việc tường và khối đất sau lưng tường có thể đứng yên hoặc có thể bị dịch chuyển về phía lưng hay bụng tường; Từ đó áp lực đất lên tường sẽ khác nhau.

Tường chắn cứng là tường chắn được coi là không bị biến dạng trong quá trình chịu lực. Các loại tường chắn dạng trọng lực, dạng công sơn... bằng bê tông, bê tông cốt thép, đá xây, gạch xây... khi tính coi là tường chắn cứng.

Áp lực đất lên tường chắn là một vấn đề phức tạp, trong giới hạn của chương trình chỉ giới thiệu cách tính toán theo phương pháp cân bằng giới hạn điểm của Răngkin cho sơ đồ đơn giản: Lưng tường thẳng đứng, mặt đất nằm ngang và cao ngang đỉnh tường, có thể có tải trọng phân bố đều q trên mặt đất và bỏ qua lực ma sát giữa đất và lưng tường (ma sát trên mặt BD).

Khi tính toán áp lực đất lên tường, thường cắt bằng rộng 1 mét theo chiều dài tường để tính.

Để xác định trị số và điểm đặt của áp lực ta nên dùng phương pháp phân biểu đồ: Phân biểu đồ thành các biểu đồ đơn giản (chữ nhật, tam giác) để tính.

2. Các loại áp lực đất lên tường chắn

Khi tính toán áp lực đất lên tường chắn cần phân biệt các loại áp lực đất như sau:

- Áp lực đất tĩnh (áp lực đất ngưng) - Hợp lực ký hiệu: E_0 - (Hình 2.8)

Áp lực đất tĩnh là áp lực đất tác dụng lên lưng tường khi tường đứng yên hoặc được coi là đứng yên (tường có chuyển vị ngang nhỏ hơn $1/5000$ chiều cao tường).

- Áp lực đất chủ động - Hợp lực ký hiệu: E_c - (Hình 2.9)

Áp lực đất chủ động là áp lực đất tác dụng lên lưng tường khi tường bắt đầu chuyển vị về phía bụng tường.

- Áp lực đất bị động - Hợp lực ký hiệu: E_b - (Hình 2.13)

Áp lực đất bị động là áp lực đất tác dụng lên lưng tường khi tường bắt đầu chuyển vị về phía lưng tường và chuyển vị của tường đủ để tạo ra khối đất trượt ở lưng tường.

Ngoài ra còn có áp lực đất bị động không ép trời - Hợp lực ký hiệu: E_{b0} - là áp lực đất tác dụng lên lưng tường khi tường bắt đầu chuyển vị về phía lưng tường và chuyển vị của tường chưa đủ để tạo ra khối đất trượt ở lưng tường.

3. Tính toán áp lực đất tĩnh (E_0)

Biểu đồ áp lực là tổng của 2 biểu đồ: áp lực do đất và áp lực do tải trọng phân bố đều q tác dụng lên lưng tường gây ra (Hình 2.8).

Cường độ phân bố áp lực do đất gây ra ở độ sâu z so với mặt đất:

$$e_{od} = \gamma \xi_0 z \quad (2.27)$$

Cường độ phân bố áp lực do q gây ra là áp lực phân bố đều trên lưng tường:

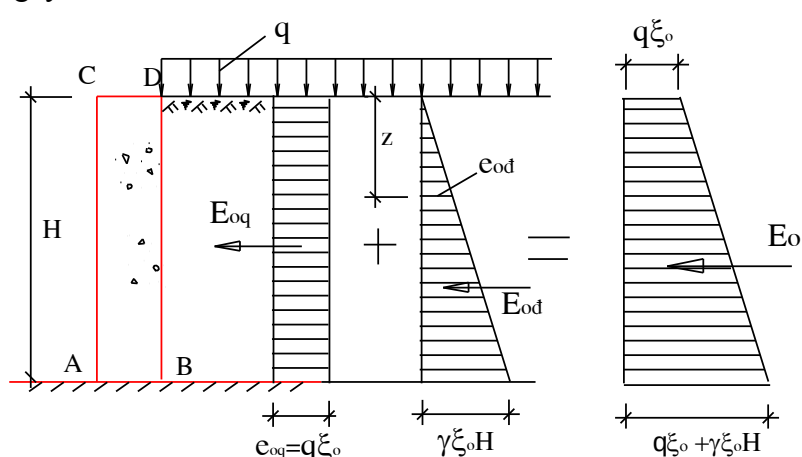
$$e_{oq} = q \xi_0 \quad (2.28)$$

γ : trọng lượng riêng của đất sau lưng tường.

ξ_0 : hệ số áp lực hông của đất, tính theo công thức:

$$\xi_0 = \frac{\mu_0}{1 - \mu_0} \quad (2.29)$$

μ_0 : hệ số nở hông của đất, xác định bằng thí nghiệm. Với



Hình 2.8. Biểu đồ áp lực tĩnh

những công trình nhỏ hoặc khi thiết kế cơ sở có thể lấy ξ_0 như sau:

Đất sét: $\xi_0 = 0,7$; Đất á sét: $\xi_0 = 0,5$; Cát: $\xi_0 = 0,4$;

Hoặc có thể tính toán theo công thức của Jaky: $\xi_0 = 1 - \sin \varphi$

(2.30)

Trong đó φ là góc ma sát trong của đất.

Khi không có tải trọng q thì $e_{0q} = 0$.

Khi tính toán ta có thể tính riêng do tác dụng ở từng biểu đồ rồi cộng tác dụng lại hoặc dùng biểu đồ tổng để tính.

4. Tính toán áp lực đất chủ động (E_c)

* Trường hợp đất sau lưng tường là đất rời, không có tải trọng bên trên (Hình 2.9)

Áp lực đất chủ động trong trường hợp đất là đất rời, lưng tường thẳng đứng, mặt đất nằm ngang, không tải trọng bên trên là trường hợp đơn giản nhất. Biểu đồ áp lực có dạng tam giác, cường độ phân bố áp lực ở độ sâu z so với mặt đất tính theo công thức:

$$e_c = \gamma \lambda_c z \quad (2.31)$$

λ_c : hệ số áp lực đất chủ động do ảnh hưởng của góc ma sát trong φ .

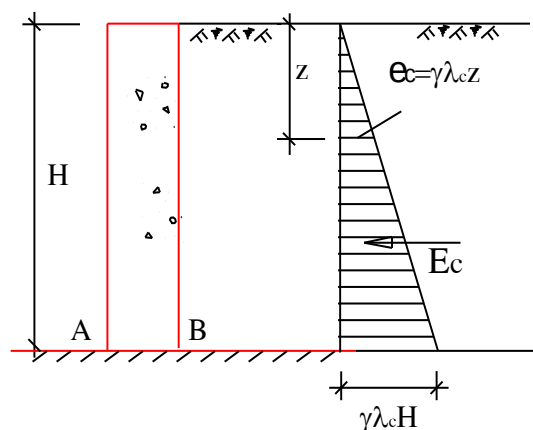
$$\lambda_c = \tan^2(45^\circ - \varphi/2) \quad (2.32)$$

* Trường hợp đất sau lưng tường là đất dính, có tải trọng phân bố đều q bên trên (Hình 2.10)

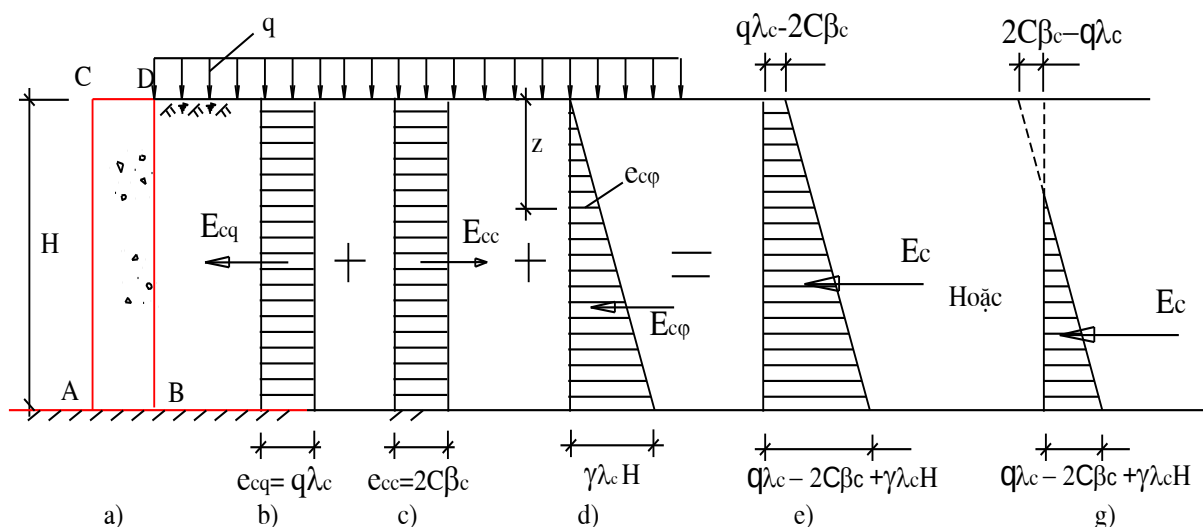
Trường hợp này ta cũng dùng phương pháp cộng tác dụng để tính: Biểu đồ tổng là tổng của 3 biểu đồ sau:

- Biểu đồ áp lực với đất là đất rời ($C = 0$), đã nghiên cứu trên (Hình 2.10d).
- Biểu đồ giảm áp lực do "tác dụng" lực dính C của đất gây ra: Biểu đồ có dạng chữ nhật và có trị số âm (chiều áp lực đi ra khỏi tường) (Hình 2.10c).
- Biểu đồ áp lực do tác dụng của tải trọng q gây ra có dạng chữ nhật (Hình 2.10b).
- Biểu đồ áp lực tổng có thể có dạng hình thang hay tam giác như hình (2.10e) hoặc (2.10g).

Nếu $q = 0$ thì tại độ sâu H_c tính theo công thức (2.34) biểu đồ áp lực tổng sẽ có trị số bằng không.



Hình 2.9. Biểu đồ áp lực đất chủ động của đất rời



Hình 2.10. Biểu đồ áp lực đất chủ động của đất dính có tải trọng phân bố đều bên trên

Cường độ phân bố của áp lực do C (e_{cc}) và q (e_{cq}) gây ra tính theo các công thức sau:

$$e_{cc} = 2C \beta_c \quad (2.33)$$

$$e_{cq} = \lambda_c q \quad (2.34)$$

β_c : hệ số áp lực đất chủ động do ảnh hưởng của lực dính C

$$\beta_c = \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (2.35)$$

Ngoài ra có thể dùng phương pháp cộng cột đất để vẽ biểu đồ áp lực (Xem hình 2.11).

- Biến đổi tác dụng của lực dính C của đất thành một tầng đất có cùng γ , φ với đất thực bằng cách: Tưởng tượng bóc đi một lớp đất có chiều dày H_c . H_c được tính theo công thức:

$$H_c = \frac{2C}{\gamma} \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (2.36)$$

- Biến đổi tác dụng của lực q thành một lớp đất đắp thêm bên trên cũng có cùng γ , φ với đất thực bằng cách : Tưởng tượng đắp thêm một lớp đất có chiều dày H_q . H_q được tính theo công thức (2.37).

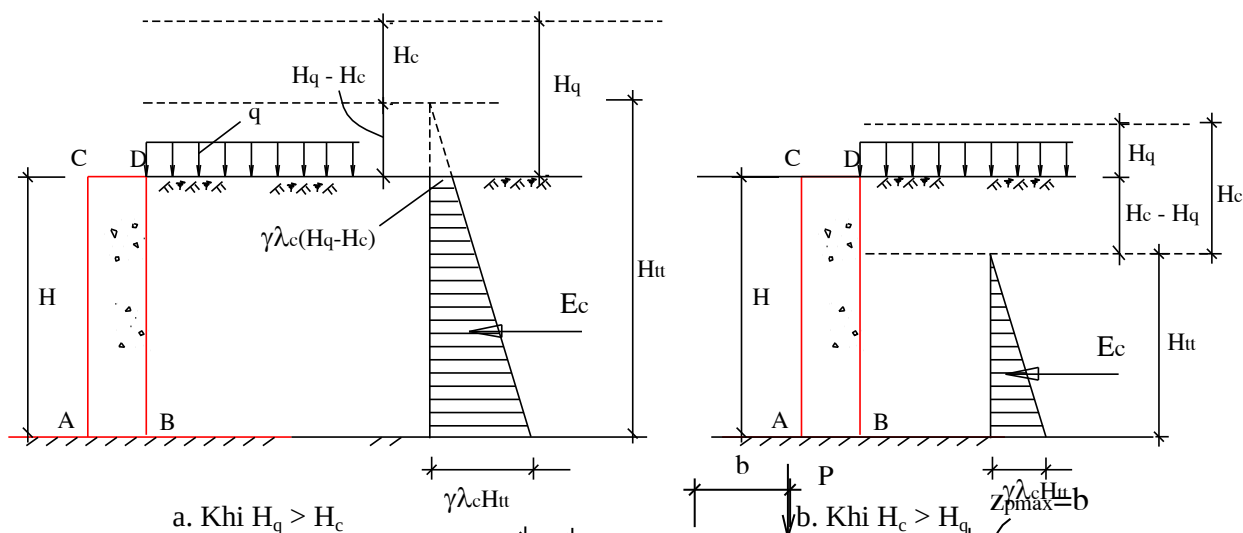
$$H_q = \frac{q}{\gamma} \quad (2.37)$$

- Tính chiều dày lớp đất tính toán cuối cùng H_{tt} : $H_{tt} = H + H_q - H_c$

Khi có H_{tt} ta tiến hành vẽ biểu đồ như vẽ biểu đồ với đất rời.

Khi $H_{tt} \leq H$, tức $H_q < H_c$ thì biểu đồ có dạng tam giác (Hình 2.11b), Khi $H_{tt} > H$, tức $H_q > H_c$ thì biểu đồ có dạng hình thang (Hình 2.11a)

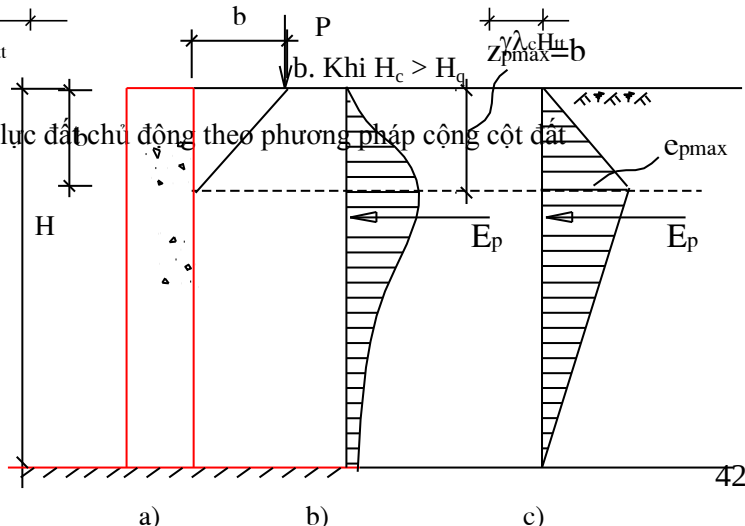
Khi $q = 0$ thì $H_q = 0$, khi đất là đất rời thì $H_c = 0$



Hình 2.11. Vẽ biểu đồ áp lực đất chủ động theo phương pháp cộng cột đất

**Áp lực xô ngang do tải trọng tập trung P lên tường chắn*

Khi có tải trọng tập trung P trên mặt đất và cách mép tường một đoạn b (Hình 2.12). Biểu đồ phân bố áp lực do P tác dụng lên lưng tường



Hình 2.12. Biểu đồ áp lực đất xô ngang do tải trọng tập trung P tác dụng lên tường chắn đất

theo thực nghiệm có dạng đường cong (Hình 2.12b), nhưng để đơn giản có thể xem là dạng đường thẳng (Hình 2.12c).

Trị số lớn nhất của biểu đồ (e_{pmax}) là tại vị trí $z = b$ và được tính gần đúng theo công thức sau:

$$e_{pmax} = \frac{0,1P}{b} \quad (2.38)$$

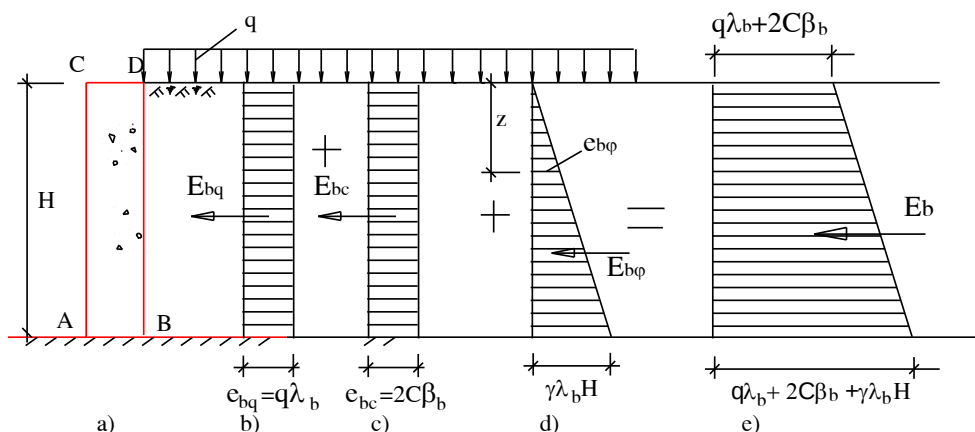
Tại chân tường lấy $e_p = 0$.

5. Tính toán áp lực đất bị động (E_b)

Biểu đồ áp lực bị động của đất dính có dạng, công thức tính các trị số áp lực tương tự biểu đồ áp lực chủ động, nó là tổng của 3 biểu đồ: Biểu đồ áp lực do đất rời, biểu đồ do tác dụng của lực dính C và biểu đồ do tác dụng của tải trọng q (Hình 2.13).

Nếu dùng biểu đồ áp lực đất chủ động để vẽ biểu đồ áp lực đất bị động thì chỉ cần thay 2 điểm sau:

- Biểu đồ áp lực do tác dụng của lực dính C của áp lực chủ động có dấu âm còn của áp lực đất bị động có dấu dương, tức chiều đi vào phía tường, nên ta chỉ cần đổi chiều của e_{cc} sẽ thành e_{bc} . Công thức tính áp lực tổng thay dấu của trị số e_{cc} từ dấu trừ thành dấu cộng sẽ thành e_{bc} .



Hình 2.13. Biểu đồ áp lực đất bị động của đất dính có tải trọng phân bố đều bên trên

- Thay các hệ số λ_c, β_c bằng λ_b, β_b trong tất cả các công thức tính toán cường độ phân bố của các áp lực thành phần.

$$e_{b\varphi} = \gamma \lambda_b z \quad (2.39)$$

$$e_{bc} = 2C \beta_b \quad (2.40)$$

$$e_{bq} = \lambda_b q \quad (2.41)$$

λ_b : hệ số áp lực đất bị động do ảnh hưởng của góc ma sát trong φ

β_b : hệ số áp lực đất bị động do ảnh hưởng của lực dính C

Các hệ số λ_b, β_b tính theo các công thức sau:

$$\lambda_b = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \varphi/2) \quad (2.42)$$

$$\beta_b = \operatorname{tg}(45^\circ + \varphi/2) \quad (2.43)$$

Biểu đồ tổng áp lực bị động của đất rời và có $q = 0$ có dạng tam giác. Còn lại tất cả các dạng khác, biểu đồ tổng áp lực bị động bao giờ cũng có dạng hình thang.

Ta cũng có thể dùng phương pháp cộng cột đất để tính toán cho áp lực đất bị động.

2.6.2. Áp lực đất lên ống chôn

1. Khái niệm

Áp lực đất lên ống chôn gồm 2 loại: áp lực đất thẳng đứng tác dụng lên đỉnh ống và áp lực đất xô ngang vào thành ống (áp lực hông). Để tính áp lực xô ngang, thường dựa trên lý luận áp lực đất lên tường chắn nhưng có hiệu chỉnh cho phù hợp với điều kiện của đất đắp quanh ống.

Thực tế thường gặp 2 loại sơ đồ tính toán là: ống chôn nổi và ống chôn trong hào (rãnh) (Hình 2.14). Khi ống chôn nổi, khối đất bên ngoài sẽ lún nhiều hơn bên trên ống, do đó sẽ tạo ra lực ma sát giữa 2 khối đất có chiều đi xuống làm tăng trọng lượng thực của khối đất trên đỉnh ống. Ngược lại khi ống chôn trong hào lực ma sát giữa khối đất đắp và thành hào sẽ làm giảm trọng lượng thực của khối đất.

2. Tính áp lực đất thẳng đứng

- Ống chôn trong hào

Trị số tổng áp lực G_h lên 1 mét dài đỉnh ống tính theo công thức sau:

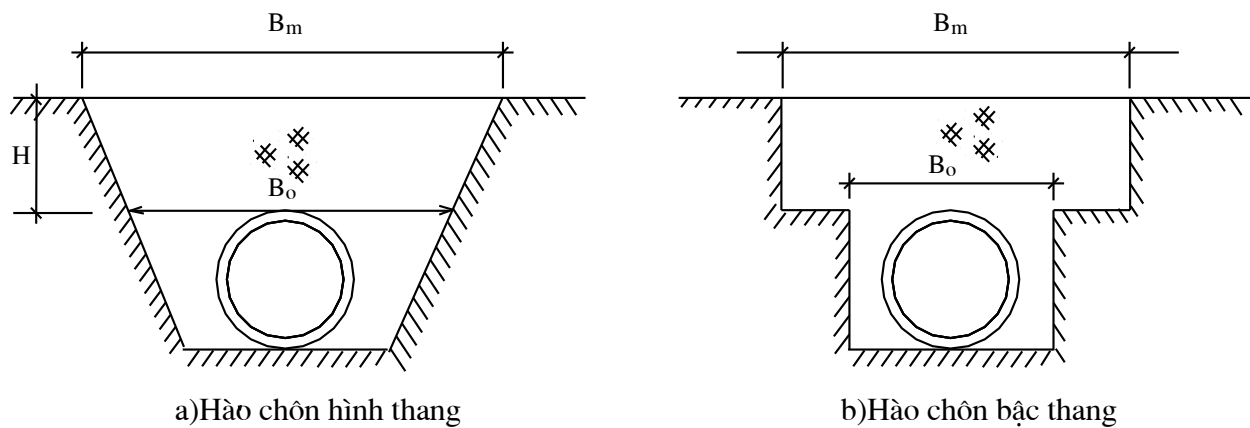
$$G_h = \left[1 - \frac{2C}{\gamma B} \right] \left[K_h \gamma H + q \cdot \exp \left(-\frac{2H}{B} \xi_o \operatorname{tg} \varphi \right) \right] \cdot B \quad (2.44)$$

$$K_h = \frac{1}{2 \xi_o \operatorname{tg} \varphi} \cdot \frac{B}{H} \left[1 - \exp \left(-\frac{2H}{B} \xi_o \operatorname{tg} \varphi \right) \right] \quad (2.45)$$

K_h : hệ số hiệu chỉnh áp lực thẳng đứng khi ống chôn trong hào, gần đúng có thể tra bảng (2.2).

$\varphi, C, \gamma, \xi_o$: góc ma sát trong, lực dính, trọng lượng riêng và hệ số áp lực hông của đất đắp.

q : tải trọng phân bố đều trên mặt đất



Hình 2.15. Hào chôn ống dạng hình thang và bậc thang

B : chiều rộng của hào. Khi hào dạng hình thang hoặc bậc thang, B được tính theo công thức sau:

$$B = \frac{B_m + B_o}{2} \quad (2.46)$$

B_m và B_o xem Hình (2.15).

- Ống chôn nổi

Khi độ sâu chôn ống $H \leq H_0$, trị số tổng áp lực G_n lên 1 mét dài đỉnh ống tính theo công thức sau:

$$G_n = \left[1 + \frac{2C}{\gamma D} \right] \left[K_n \gamma H + q \cdot \exp \left(\frac{2H}{D} \xi_0 \operatorname{tg} \varphi \right) \right] \cdot D \quad (2.47)$$

$$K_n = \frac{1}{2 \xi_0 \operatorname{tg} \varphi} \cdot \frac{D}{H} \left[-1 + \exp \left(\frac{2H}{B} \xi_0 \operatorname{tg} \varphi \right) \right] \quad (2.48)$$

K_n : hệ số tập trung áp lực thẳng đứng của đất khi chôn nổi, gần đúng có thể tra bảng (2.3).

H_0 : chiều cao tầng đẳng lún (tính từ đỉnh ống trở lên - mặt phẳng ngang H_0 gọi là mặt đẳng lún). Sơ bộ lấy $H_0 = 2,25D$.

Khi độ sâu chôn ống $H > H_0$ thì từ mặt tầng đẳng lún trở lên áp lực đất phân bố theo quy luật thủy tĩnh, nên khi tính G_n theo công thức (2-47) xem là chỉ có đất đắp từ mặt đẳng lún trở xuống và ở mặt đẳng lún có tải trọng phân bố đều q có trị số: $q = \gamma(H - H_0)$.

Bảng 2.2. Bảng tra hệ số K_n của ống chôn trong hào

H/D	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cát và á cát	1	0,85	0,71	0,61	0,53	0,45	0,40	0,34	0,30
Đất dính	1	0,88	0,77	0,66	0,58	0,50	0,45	0,40	0,36

Bảng 2.3. Bảng tra hệ số K_n của ống chôn nổi

H/D	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cát bột xốp, sét dẻo chảy.	1	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Cát chặt, nhỏ hạt và sét dẻo mềm	1	1,17	1,22	1,23	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
Cát chặt, hạt vừa và to; sét dẻo	1	1,18	1,32	1,35	1,36	1,37	1,37	1,38	1,38
Cát chặt, hạt thô; cát sỏi; sét dẻo hoặc cứng	1	1,19	1,46	1,53	1,54	1,55	1,56	1,57	1,57
Nửa đá hoặc đá nứt nẻ	1	1,19	1,48	1,63	1,66	1,67	1,68	1,69	1,69

- Áp lực thẳng đứng lên đỉnh ống do tải trọng tập trung P trên mặt đất gây ra.

Phương pháp đơn giản là coi tải trọng P tác dụng lên đỉnh ống là phân bố đều q_p trên diện tích chữ nhật loe ra từ lực P (Hình 2.16).

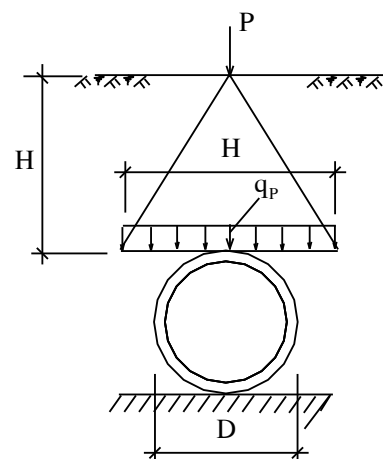
$$q_p = \frac{P}{H^2} \quad (2.49)$$

Nếu tải trọng P là phân bố đều trên diện tích $a \times b$ trên mặt đất thì:

$$q_p = \frac{P}{(a + H)(b + H)} \quad (2.50)$$

Nếu P là hoạt tải của xe ô tô thì trị số P phải nhân thêm hệ số động lực $(1 + \mu)$ tính theo công thức sau:

$$(1 + \mu) = 1 + 0,33(1 - 4,1H \cdot 10^{-4}) \geq 1,00 \quad (2.51)$$

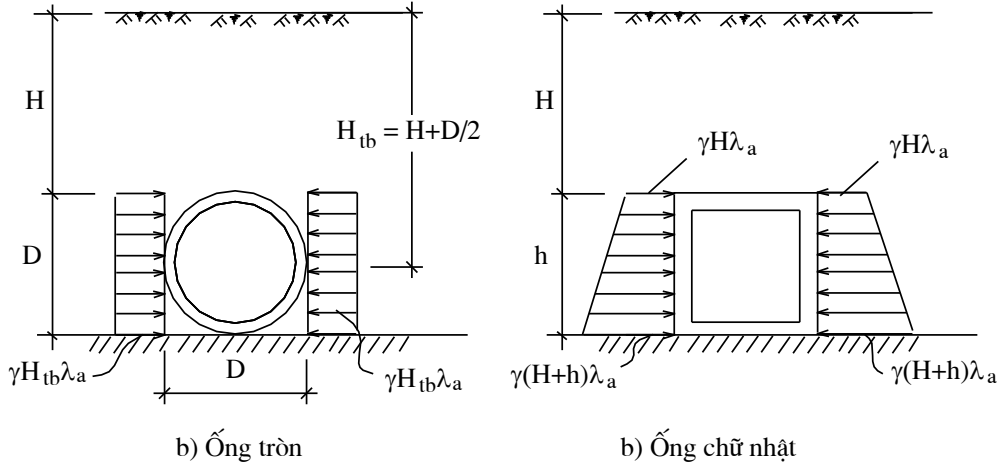


Hình 2.16. Áp lực lên đỉnh ống do tải trọng tập trung P

Tải trọng P của xe ô tô, vệt bánh xe thiết kế a, b trên mặt đất, xác định theo 22 TCN 272-05 (Tiêu chuẩn thiết kế cầu).

3. Tính áp lực hông của đất (áp lực xô ngang)

Hình 2.17 là biểu đồ áp lực hông của đất lên ống chôn chữ nhật và ống tròn. Cường độ phân bố của áp lực hông ở độ sâu z có trị số $\sigma_z = \lambda_a \gamma z$.



Hình 2-17. Sơ đồ áp lực hông của đất lên ống chôn

λ_a : hệ số áp lực hông. Hệ số áp lực hông λ_a nói chung phụ thuộc độ cứng của ống và độ chặt của đất 2 bên hông ống.

Khi tính toán có thể lấy hệ số áp lực hông λ_a như sau:

- Trường hợp ống chôn trong hào có độ rộng B lớn $\left(\frac{B-D}{2} \geq 1m\right)$ hoặc ống chôn nổi λ_a thường được tính gần đúng theo công thức:

$$\lambda_a = \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \quad (2.52)$$

φ : góc ma sát trong của đất đắp trên đỉnh ống.

- Trường hợp ống chôn trong hào có độ rộng B nhỏ $\left(\frac{B-D}{2} < 1m\right)$ có thể bỏ qua áp lực hông hoặc lấy $\lambda_a = 0,166$.

2.7. TÍNH TOÁN ÁP LỰC THẨM

2.7.1. Khái quát chung về thấm trong công trình thủy

1. Khái niệm về thấm

Sự chuyển động của chất lỏng (nước) trong kẽ rỗng của môi trường là chất rắn (đất, bê tông...) gọi là thấm.

Hiện tượng thấm chỉ xảy ra khi hội đủ 2 điều kiện: Có chênh lệch cột nước thấm và môi trường là thấm nước (Hệ số thấm $k > 0$).

Các vật liệu không thấm nước ($k = 0$): Kim loại, nhựa đường, nhựa PVC, cao su...

Các vật liệu ít thấm nước (k nhỏ): Bê tông, khối xây, đất sét...

Các vật liệu thấm nước nhiều (k lớn): cuội sỏi, cát, đất không phải sét...

Nền hoặc các bộ phận công trình làm bằng vật liệu ít thấm nước, khi tính toán thấm cho các bộ phận thấm nước khác có thể xem là không thấm nước.

2. Phân loại dòng thấm

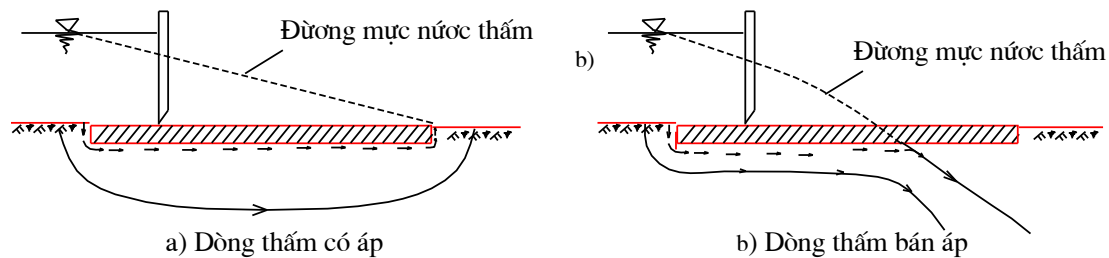
* Phân loại theo vị trí dòng thấm

- Dòng thấm qua thân (công trình, bộ phận công trình).
- Dòng thấm dưới đáy (qua nền).
- Dòng thấm qua vai (qua mang).
- Dòng thấm tiếp xúc (chảy qua phần tiếp xúc giữa công trình và nền hoặc giữa phần xây lắp (bê tông, khối xây) với đất đắp 2 bên).

- Dòng thấm qua khe hở của các bộ phận xây lắp công trình.

** Phân loại theo tính chất của dòng thấm*

- Dòng thấm không áp: Dòng thấm mà bên trên được tiếp xúc với khí trời, áp lực trên mặt dòng thấm bằng không (bằng áp suất khí trời). Dòng thấm qua đập đất, đê, kênh đất... dòng thấm qua vai đập, vai cống... là dòng không áp.



Hình 2.18. Các dạng dòng thấm dưới đáy công trình thủy

- Dòng thấm có áp: Dòng thấm bị chặn bên trên bởi một bộ phận không thấm nước (đáy công trình) và mực nước ngầm ở hạ lưu không thấp hơn đáy tầng không thấm này (đáy công trình). Áp lực trên mặt dòng thấm là lớn hơn không (Hình 2.18a). Dòng thấm dưới đáy đập dâng trên sông, của các cống tiêu vùng cửa biển (có mực nước ngầm cao) là dòng thấm có áp.

- Dòng thấm bán áp: Dòng thấm bị chặn bên trên bởi một bộ phận không thấm nước, nhưng mực nước ngầm ở hạ lưu thấp hơn đáy bộ phận không thấm nước này. Áp lực trên mặt dòng thấm, một phần lớn hơn không còn một phần bằng không (Hình 2.18b). Dòng thấm dưới đáy bậc nước, dốc nước trên kênh tưới thường là dòng thấm bán áp.

Trong chương này chỉ giới thiệu cách tính toán cho dòng thấm có áp.

3. Tác hại của dòng thấm và nhiệm vụ tính toán nước thấm

* Dòng thấm qua công trình có thể gây ra những tác hại sau:

- Làm mất nước (với công trình cấp nước: hồ chứa, kênh...)
- Gây ra xói ngầm, trôi đất ở nền, mang công trình, làm sụp đổ công trình.
- Áp lực đẩy nổi của dòng thấm dưới đáy công trình làm tăng khả năng bị mất ổn định (trượt, lật, đẩy nổi) của công trình; Áp lực dòng thấm qua thân đập đất, đê, kênh... làm tăng khả năng trượt của mái của chúng...

Nói chung khi cột nước thấm càng cao và môi trường thấm là thấm nước nhiều thì tác hại của dòng thấm càng lớn, sự an toàn của công trình càng bị đe dọa. Trong công trình thủy thì công trình dâng nước là có cột nước thấm cao nhất, nên trong thiết kế ta phải đặc biệt chú ý đến việc chống thấm.

* Nhiệm vụ thiết kế chống thấm:

Dòng thấm qua công trình có rất nhiều tác hại, vì vậy nhiệm vụ thiết kế chống thấm trước hết là phải tìm các giải pháp để hạn chế tác hại của dòng thấm, ví dụ như: đóng cừ, làm sân trước, làm tầng lọc ngược...

Sau khi lựa chọn được biện pháp chống thấm hợp lý ta phải tiến hành tính toán những nội dung sau:

- Tính được tổng lưu lượng thấm để đánh giá khả năng mất nước của công trình (trừ các công trình tiêu nước).

- Tính được vận tốc hoặc độ dốc trung bình, lớn nhất (ở cửa ra) của dòng thấm và kiểm tra xem hiện tượng xói ngầm, trôi đất có xảy ra không?

- Tính được áp lực đẩy nổi của dòng thấm dưới đáy công trình và bộ phận công trình, áp lực thấm trong đập đất, đê... (để tính toán kiểm tra ổn định cho công trình, bộ phận công trình và mái đập, mái đê...).

Ngoài ra trong đập đất (đê, kênh) ta còn phải tính toán xác định vị trí đường bảo hoà trong thân đập, xác định điểm ra của đường bảo hoà để tính toán ổn định cho mái đập và bố trí thiết bị thoát nước.

4. Các phương pháp tính thấm

Có rất nhiều phương pháp tính thấm: Phương pháp tỷ lệ đường thẳng, phương pháp phân đoạn, phương pháp cơ học chất lỏng, phương pháp vẽ lưới thấm bằng tay, phương pháp thực nghiệm... Trong đó phương pháp cơ học chất lỏng, phương pháp vẽ lưới thấm bằng tay, phương pháp thực nghiệm là những phương pháp cho độ tin cậy cao, nhưng việc tính toán phức tạp, các phương pháp còn lại cho độ tin cậy thấp. Giáo trình này chỉ trình bày phương pháp tỷ lệ đường thẳng của Len.

Phương pháp tỷ lệ đường thẳng của Len là một phương pháp tính toán nhanh, đơn giản nhưng độ tin cậy thấp và chỉ tính được chủ yếu là áp lực đẩy nổi dưới đáy công trình, còn các đại lượng khác chỉ tính được trị số trung bình chứ không tính được trị số tại từng vị trí của dòng thấm. Phương pháp này chỉ dùng tính toán cho công trình nhỏ hoặc ở bước thiết kế cơ sở.

2.7.2. Tính thấm theo phương pháp tỷ lệ đường thẳng

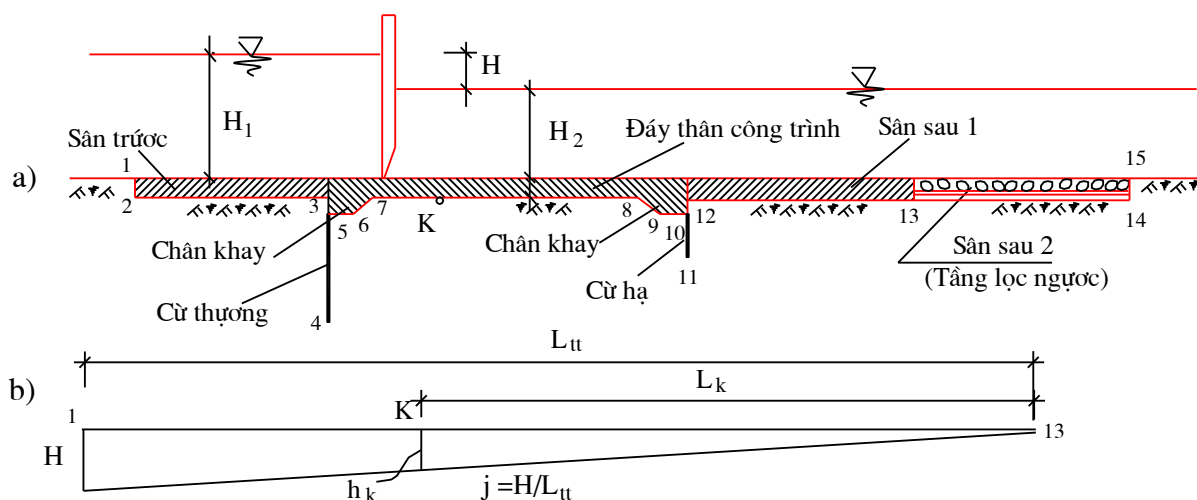
* *Khái niệm về đường viền dưới đất, đường viền thấm và chiều dài đường viền thấm tính toán (L_{tt})*

Hình 2.19a giới thiệu một sơ đồ dưới đáy công trình thủy (một cống hở).

Đường viền dưới đất là đường tiếp xúc giữa đáy công trình và nền (từ điểm 1 đến 15). Đường viền thấm là đường viền dưới đất khi có dòng thấm chảy tiếp xúc qua (từ điểm 1 đến 13).

Chiều dài đường viền thấm tính toán: Chiều dài dùng để tính toán của đường viền thấm gọi là chiều dài đường viền thấm tính toán (L_{tt}). L_{tt} có thể bằng hoặc nhỏ hơn chiều dài đường viền thấm thực tế.

Chiều dài đường viền thấm tính toán được tính toán theo công thức (2.54)



Hình 2.19. Sơ đồ tính thấm dưới đáy công trình thủy

* *Khái quát về phương pháp tính*

Phương pháp tỷ lệ đường thẳng quan niệm rằng: Dọc theo đường viền thấm tính toán thì độ dốc của dòng thấm (Gòradiăng thấm - j) là một hằng số. Tức là biểu đồ cột nước thấm dọc theo đường viền thấm tính toán là một tam giác (Hình 2.19b). Căn cứ biểu đồ này ta sẽ tính toán được Gòradiăng thấm trung bình của dòng thấm (j), cột nước thấm trên từng vị trí của đường viền thấm (h_k), từ đó ta có thể vẽ được biểu đồ cột nước thấm đầy ngược lên đáy công trình (Hình 2.20b).

Có j ta sẽ tính được vận tốc trung bình của dòng thấm (v) theo công thức Đặc xi:

$$v = kj \quad (2.53)$$

k: hệ số thấm của đất (m/s, cm/s, m/ngày đêm)

j: gòradiăng thấm trung bình của dòng thấm : $j = H / L_{tt}$

H: cột nước thấm tính toán:

$$H = H_1 - H_2$$

H_1, H_2 là cột nước thượng hạ lưu công trình.

* *Tính và kiểm tra chiều dài đường viền thấm tính toán*

- Tính L_{tt} theo công thức:

$$L_{tt} = \sum L_d + \sum L_{x\alpha > 45} + \frac{1}{m} (\sum L_{ng} + \sum L_{x\alpha \leq 45}) \quad (2.54)$$

$\sum L_d$ và $\sum L_{x\alpha > 45}$: tổng chiều dài thực của các đoạn thẳng đứng và đoạn xiên có góc $\alpha > 45^\circ$ tính từ đầu đến cuối đường viền thấm

$\sum L_{ng} + \sum L_{x\alpha \leq 45}$: tổng chiều dài thực của các đoạn nằm ngang và đoạn xiên có góc $\alpha \leq 45^\circ$ tính từ đầu đến cuối đường viền thấm

α : góc nghiêng của đoạn xiên so với mặt phẳng nằm ngang (độ)

m: hệ số tiêu hao cột nước thấm theo phương thẳng đứng, lấy như sau:

Khi có một hàng cừ: $m = 1 \div 1,5$

Khi có hai hàng cừ: $m = 2 \div 2,5$

Khi có ba hàng cừ: $m = 3 \div 3,5$

- Kiểm tra chiều dài đường viền thấm tính toán theo công thức:

$$L_{tt} \geq C_o \cdot H \quad (2.55)$$

C_o là hệ số phụ thuộc vào tính chất của đất nền, (tra Bảng 2.4)

Bảng 2.4. Hệ số C_o để kiểm tra chiều dài đường viền thấm tính toán

Loại đất	C_o	Loại đất	C_o
Đất sét chặt	1,5	Đá cuội sỏi hạt nhỏ	3,5
Đất sét chặt vừa	1,7 ÷ 2,0	Cát hạt lớn	4,0
Đất sét mềm, đất thịt	2,0 ÷ 2,5	Cát hạt trung bình	5,0
Đá cuội sỏi hạt lớn	2,5	Cát hạt nhỏ	6,0
Đá cuội sỏi trung bình	3,0	Cát mịn	7,0

* *Vẽ biểu đồ và tính áp lực đáy nổi lên đáy công trình*

- Tính cột nước thấm tại các điểm cá biệt (h_k) dưới đáy công trình: Điểm đầu, cuối, điểm gãy của đáy công trình (điểm 5, 6, 7, 8, 9, 10) theo công thức:

$$h_k = \frac{H}{L_{tt}} L_k = j L_k \quad (2.56)$$

L_k : chiều dài tính toán của điểm K bất kỳ dưới đáy công trình, tính theo công thức :

$$L_k = \sum L_{dk} + \sum L_{xk\alpha > 45} + \frac{1}{m} (\sum L_{ngk} + \sum L_{xk\alpha \leq 45}) \quad (2.57)$$

$\sum L_{dk}$ và $\sum L_{xk\alpha > 45^\circ}$: tổng chiều dài thực của các đoạn thẳng đứng và đoạn xiên có góc $\alpha > 45^\circ$ tính từ cuối đường viền thấm (điểm 13) đến điểm K.

$\sum L_{ngk} + \sum L_{xk\alpha \leq 45^\circ}$: tổng chiều dài thực của các đoạn nằm ngang và đoạn xiên có góc $\alpha \leq 45^\circ$ tính từ cuối đường viền thấm đến điểm K.

- Vẽ biểu đồ cột nước thấm đầy nổi lên đáy công trình:

Có các cột nước thấm tại các vị trí, giống từ các điểm cá biệt dưới đáy công trình, ta sẽ vẽ được biểu đồ cột nước thấm đầy nổi lên đáy công trình. Căn cứ biểu đồ ta sẽ tính được áp lực thấm đầy nổi lên đáy công trình (Hình 2.20b).

Để vẽ biểu đồ tổng áp lực đầy nổi lên đáy công trình, ta phải vẽ thêm biểu đồ cột nước áp lực tĩnh lên đáy công trình (Hình 2.20d).

Để đơn giản trong tính toán, ta có thể bỏ qua sự sai khác của chân khay và xem biểu đồ là dạng hình thang hay chữ nhật (Hình 2.20c, e) để tính.

Ta cũng có thể vẽ biểu đồ tổng cột nước đầy nổi lên đáy công trình (Hình 2.20g) để tính.

Để tính trị số mô men của áp lực với một điểm nào đó được đơn giản ta nên chia biểu đồ thành dạng chữ nhật, tam giác để tính.

Khi tính trị số áp lực thấm có thể lấy trọng lượng riêng của nước $\gamma = 1T/m^3$ để tính và chú ý là phải xét tới chiều rộng (B) của đáy công trình.

2.8. TÍNH TOÁN MỘT SỐ TẢI TRỌNG KHÁC

2.8.1. Áp lực của dòng chảy (Áp lực thủy động)

Áp lực của dòng chảy tác dụng lên mô chắn nước được tính theo công thức sau:

$$W_{dc} = \frac{1}{g} k \gamma \omega V^2 (1 - \cos \alpha) \quad (2.58)$$

V: vận tốc dòng chảy.

g: gia tốc trọng trường.

γ : trọng lượng riêng của nước.

ω : diện tích hình chiếu của mặt mô chắn nước lên phương vuông góc với dòng chảy.

α : góc nghiêng của đầu mô chắn nước với phương nằm ngang.

k: hệ số chảy vòng, xác định như sau:

- Đầu mô vuông (đầu bằng) : $k = 1,0$
- Đầu mô tròn : $k = 0,7$
- Đầu mô dạng tam giác và lưu tuyến : $k = 0,4$

2.8.2. Áp lực do gỗ trôi

Với công trình nhỏ có thể tính áp lực của gỗ trôi như sau:

- Áp lực của 1 cây gỗ trôi tác dụng lên mô chắn nước được tính theo công thức sau:

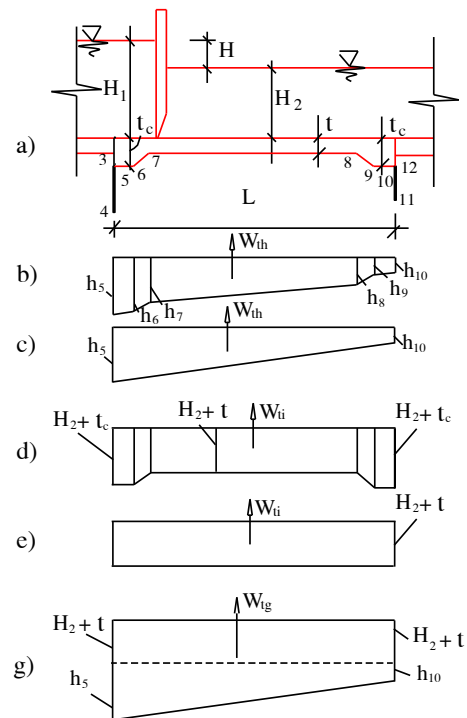
$$W_{gt1} = 1,5V^2 \quad (\text{Tấn}) \quad (2.59)$$

- Áp lực của 1 mảng gỗ trôi tác dụng lên mô chắn nước được tính theo công thức sau:

$$W_{gt2} = 1,5BLV^2 \quad (\text{Tấn}) \quad (2.60)$$

V: vận tốc dòng chảy (m/s)

B, L: chiều dài và chiều rộng của mảng gỗ (m).



Hình 2.20. Biểu đồ cột nước thấm, tĩnh, tổng dưới đáy công trình thủy

Câu hỏi ôn tập:

- 2.1. Trình bày ý nghĩa, cách phân loại, phân cấp công trình thủy.
- 2.2. Nêu khái quát về trình tự công tác thiết kế công trình xây dựng cơ bản.
- 2.3. Nêu tổng quan về các tài liệu và nội dung tính toán trong thiết kế công trình thủy.
- 2.4. Nêu nguyên lý tính toán công trình thủy theo trạng thái giới hạn.
- 2.5. Nêu cách phân loại tải trọng và tác động và ý nghĩa của việc phân loại; nêu khái niệm về các tổ hợp tải trọng và cách lựa chọn tổ hợp tải trọng bất lợi hoặc bất lợi nhất để tính toán cho công trình thủy.

Bài tập:

2.1. Vẽ biểu đồ áp lực sóng và áp lực thủy tĩnh tác dụng lên cửa van phẳng của một đường tràn dọc trong hồ chứa.

Biết: Cao độ ngưỡng tràn: +10m; Cao độ mực nước tính toán: +12m; Chiều sâu nước trong hồ $H = 15\text{m}$; Vận tốc gió tính toán $V = 22\text{m/s}$; Hồ thuộc dạng hồ rộng, có $D_o = 400\text{m}$.

2.2. Vẽ biểu đồ áp lực sóng và áp lực thủy tĩnh tác dụng lên cửa van phẳng của một cống hở lấy nước bên bờ sông.

Biết: Cao độ ngưỡng cống: +15m; Cao độ mực nước tính toán: +18m; Chiều sâu nước trong sông $H = 5\text{m}$; Vận tốc gió tính toán $V = 15\text{m/s}$; Đà gió thực tế $D = 200\text{m}$.

2.3. Tính và vẽ biểu đồ ứng suất đáy móng tiêu chuẩn cho tường chắn ở (Hình 2.21a).

Biết: $H = 3,5\text{m}$; $B = 1,8\text{m}$; $a = 0,3\text{m}$; $b = 0,3\text{m}$; $q = 1,2\text{T/m}$; Đất đắp có: $\gamma = 1,9\text{T/m}^3$; $\varphi = 22^\circ$; $C = 2\text{T/m}^2$; Vật liệu có $\gamma_{VL} = 2,4\text{T/m}^3$.

2.4. Vẽ biểu đồ mô men tiêu chuẩn cho thân tường chắn đất ở (Hình 2.21b).

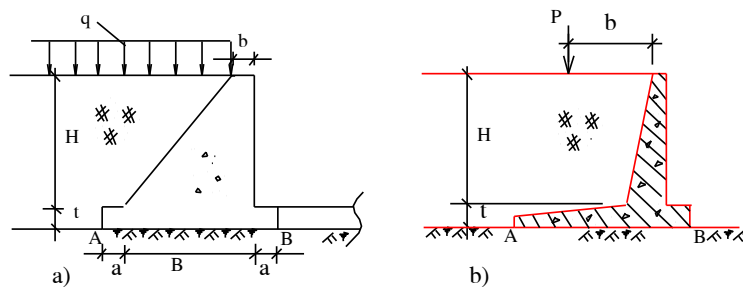
Biết: $H = 4,5\text{m}$; $P = 4,9\text{T/m}$; Đất đắp có: $\gamma = 1,9\text{T/m}^3$; $\varphi = 27^\circ$; $C = 0,8\text{T/m}^2$. Khi tính bỏ qua tất cả các tải trọng thẳng đứng.

2.5. Vẽ biểu đồ mô men do áp lực đất tác dụng lên ống chôn nổi.

Biết: Đất đắp có: $\gamma = 1,95\text{T/m}^3$; $\varphi = 20^\circ$; $C = 2,2\text{T/m}^2$; Vật liệu có $\gamma_{VL} = 2,4\text{T/m}^3$.

a) Trường hợp 1: Ống tròn có $D = 1,2\text{m}$; Chiều cao đất đắp trên đỉnh ống $H = 1,5\text{m}$.

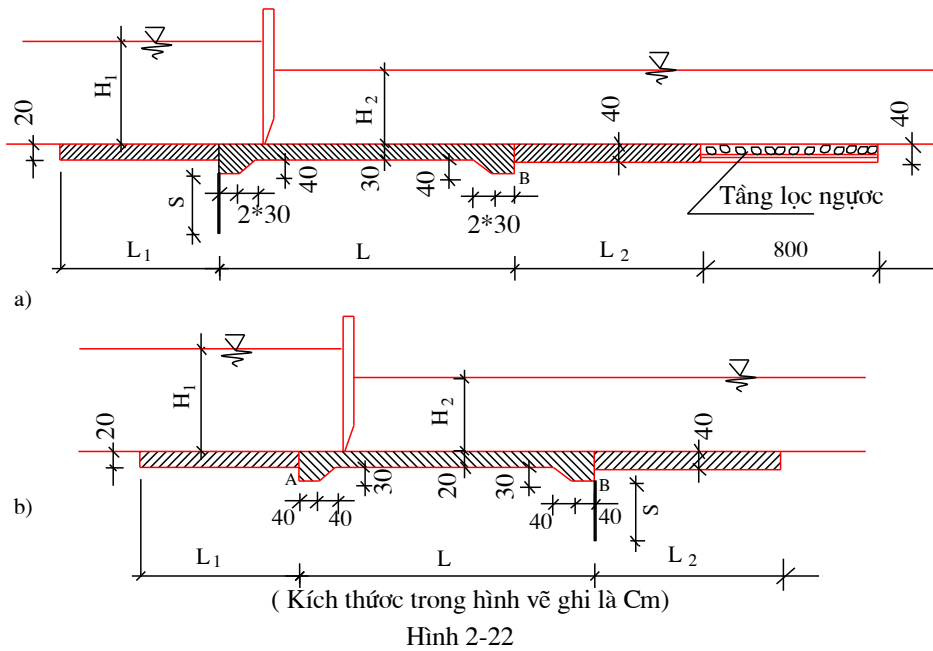
b) Trường hợp 2: Ống vuông có $h = 1,2\text{m}$; Chiều cao đất đắp trên đỉnh ống $H = 2,2\text{m}$. (h là kích thước ngoài của ống).



Hình 2-21

2.6. Kiểm tra chiều dài đường viền thấm; kiểm tra độ bền thấm chung; Vẽ biểu đồ áp lực thấm đáy nổi, tổng áp lực đẩy nổi lên tấm đáy công trình (dạng đơn giản hoá) và tính trị số mô men do tổng áp lực đẩy nổi gây ra với điểm B cho các cống hở ở (Hình 2.22a và 2.22b).

Biết: $H_1 = 3,6\text{m}$; $H_2 = 0,5\text{m}$; $L_1 = 8\text{m}$; $L = 7\text{m}$; $L_2 = 9\text{m}$; $S = 2,5\text{m}$; Đất nền là đất sét chặt vừa, $G_{oradiăng}$ thấm giới hạn của đất $J_{gh} = 0,65$



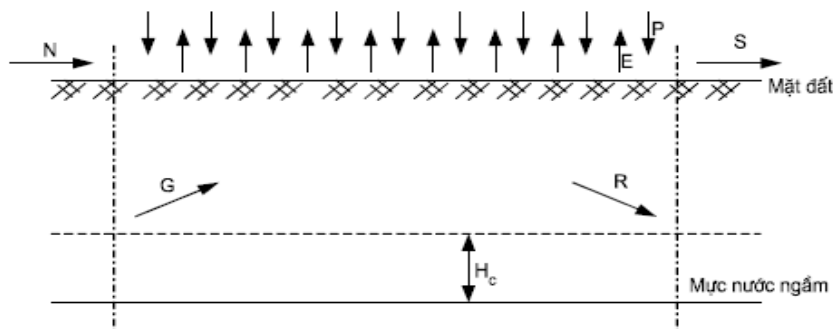
Chương 3. NGUYÊN LÝ TƯỚI, TIÊU NƯỚC VÀ PHÒNG CHỐNG XÓI MÒN

3.1. NGUYÊN LÝ TƯỚI NƯỚC

3.1.1. Khái niệm

1. Nguyên lý điều tiết nước ruộng

Nguyên lý điều tiết nước ruộng dựa trên cơ sở là phương trình cân bằng nước ruộng trong thời đoạn tính toán (Hình 3.1).



Hình 3.1. Sơ đồ nghiên cứu cân bằng nước ruộng ^[20]

Xét lượng nước ruộng trong thời đoạn $\Delta t = t_2 - t_1$

Đặt: - W là lượng nước có trong ruộng tại thời điểm t_1
 - $\pm \Delta W$ Là lượng nước tăng, giảm trong ruộng trong thời đoạn Δt .
 - $W_{\text{đến}}$ là lượng nước đến ruộng trong thời đoạn Δt ; bao gồm:
 + Lượng mưa (P).
 + Lượng nước ngầm thấm ngược vào tầng đất hoạt động của rễ cây (G).
 + Lượng nước ngoại lai chảy vào ruộng do thấm và rò rỉ qua bờ ruộng (N).
 + Lượng nước tưới vào ruộng, nếu có (m)
 - $W_{\text{đi}}$ là lượng nước đi khỏi ruộng trong thời đoạn Δt ; bao gồm:
 + Lượng nước hao mặt ruộng (E).
 + Lượng nước thấm từ ruộng bổ xung cho nước ngầm (R).
 + Lượng nước chảy ra khỏi ruộng do thấm, rò rỉ qua bờ ruộng (S).
 + Lượng nước tháo ra khỏi ruộng, nếu có (q_0)
 - W_{gh} là giới hạn lượng nước trong ruộng thích hợp cho cây trồng, giới hạn đó phụ thuộc vào loại cây trồng, nó bao gồm:
 + $W_{\text{gh-min}}$: lượng nước nhỏ nhất trong ruộng mà không làm suy giảm năng suất cây trồng (Tính ứng với a_{min} hoặc β_{min}).
 + $W_{\text{gh-max}}$: lượng nước lớn nhất trong ruộng mà không làm suy giảm năng suất cây trồng (Tính ứng với a_{max} , hoặc β_{max} , hoặc khả năng chịu ngập của cây trồng).

Dạng tổng quát của phương trình cân bằng nước ruộng được viết như sau:

$$W \pm \Delta W = W_{\text{đến}} - W_{\text{đi}} \quad (3.1)$$

$$\text{hoặc: } W \pm \Delta W = [P + G + N + m] - [E + R + S + q_0] \quad (3.2)$$

Nếu thửa ruộng được xây dựng hoàn chỉnh ($N = 0$; $S = 0$) thì phương trình (3.2) viết như sau:

$$W \pm \Delta W = [P + G + m] - [E + R + q_0] \quad (3.3)$$

Nếu trong thời đoạn Δt không thực hiện các biện pháp tưới, tiêu ($m = 0$; $q_0 = 0$), phương trình (3.3) được viết như sau:

$$W \pm \Delta W = [P + G] - [E + R] \quad (3.4)$$

Từ phương trình (3.4), ta có các nhận xét sau:

- Khi $W_{\text{gh-min}} < (W \pm \Delta W) < W_{\text{gh-max}}$: Lượng nước trong ruộng phù hợp với yêu cầu nước của cây trồng.

- Khi $W_{\text{gh-min}} > (W \pm \Delta W)$: Lượng nước trong ruộng không đủ theo yêu cầu nước của cây trồng, cần phải tưới nước vào ruộng để thỏa mãn yêu cầu nước của cây trồng.

- Khi $(W \pm \Delta W) > W_{\text{gh-max}}$: Lượng nước trong ruộng vượt quá yêu cầu nước của cây trồng, cần phải tiêu thoát nước để duy trì năng suất của cây trồng.

2. Các yêu cầu đối với công tác tưới nước

Trong canh tác nông nghiệp, tưới nước là một nội dung cơ bản của công tác điều tiết nước ruộng, nhằm thỏa mãn các yêu cầu dùng nước của cây trồng. Vì vậy công tác tưới nước phải đạt được các yêu cầu sau:

- Duy trì đủ lượng nước trong ruộng để cây trồng sinh trưởng và phát triển tốt.
- Chất lượng nước tốt, tưới kịp thời, đúng lượng.
- Công tác tưới phải phù hợp với chế độ canh tác, tưới nước phải góp phần cải tạo và nâng cao độ phì nhiêu của đất, không phá vỡ cấu tạo của đất, không gây xói mòn và bạc màu đất.
- Tiết kiệm nước tưới.

3.1.2. Lượng nước hao mặt ruộng

1. Khái niệm

Quá trình sinh trưởng, phát triển của thực vật luôn gắn liền với quá trình hao nước do bốc hơi và thoát hơi. Trong phạm vi thửa ruộng, lượng nước hao đó được gọi là lượng nước hao mặt ruộng (Lượng bốc hơi mặt ruộng), nó bao gồm:

- Lượng thoát hơi nước qua lá và thân cây: Lượng nước thoát hơi qua lá, thân cây tạo ra môi trường để cây quang hợp, trao đổi chất, đồng thời nó giúp điều hoà thân nhiệt cho cây. Lượng nước do rễ cây hút lên từ tầng đất canh tác có một phần rất nhỏ (khoảng 0,2%) tham gia tạo nên tế bào thực vật, phần còn lại được thoát hơi qua lá và thân cây.

- Lượng bốc hơi nước khoảng trống: là lượng nước bốc hơi trên mặt nước hoặc mặt đất, lượng nước này không tham gia trực tiếp vào quá trình sinh trưởng và phát triển của cây.

Lượng bốc hơi nước khoảng trống và lượng thoát hơi nước của cây có quan hệ mật thiết với nhau, chúng cùng chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố tác dụng, sự tác dụng qua lại giữa các yếu tố và ảnh hưởng của chúng đến lượng nước hao mặt ruộng là vô cùng phức tạp, khó xác định.

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến lượng nước hao mặt ruộng:

a. Yếu tố khí hậu:

Các yếu tố khí hậu (Nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm không khí, gió...) luôn luôn tác động qua lại lẫn nhau và cùng ảnh hưởng đến lượng nước hao mặt ruộng. Khi nhiệt độ cao, thời gian chiếu sáng dài, cường độ chiếu sáng mạnh, độ ẩm không khí nhỏ, vận tốc gió lớn làm cho lượng nước hao mặt ruộng lớn và ngược lại.

b. Loại cây trồng, độ tuổi của cây:

Các loại cây khác nhau có cấu tạo thân, lá khác nhau do đó khả năng thoát nước của cây cũng khác nhau. Với mỗi loại cây, khi ở các độ tuổi khác nhau thì diện tích lá cũng khác nhau, độ che phủ mặt đất khác nhau do đó lượng nước hao mặt ruộng cũng khác nhau. Để biểu diễn khả năng thoát hơi của từng loại cây, khả năng thoát hơi trong từng giai đoạn sinh trưởng của cây trồng người ta sử dụng hệ số cần nước của cây trồng K_c , hệ số này được thí nghiệm để xác định.

c. Các biện pháp kỹ thuật nông nghiệp:

Các biện pháp kỹ thuật nông nghiệp như thời vụ canh tác, hình thức canh tác, mật độ gieo trồng, chế độ chăm bón v.v. tác động trực tiếp đến tốc độ sinh trưởng và phát triển của cây trồng, chế độ nước, chế độ nhiệt, chế độ không khí trong đất trồng do đó nó cũng ảnh hưởng đến lượng nước hao mặt ruộng.

d. Phương pháp tưới, kỹ thuật tưới:

Phương pháp tưới và kỹ thuật tưới nhằm cấp nước vào ruộng để tạo ra chế độ nước thích hợp cho cây trồng do đó cũng ảnh hưởng đến lượng nước hao mặt ruộng. Kỹ thuật tưới ngập, kỹ tưới giải, tưới phun mưa có lượng nước hao mặt ruộng lớn hơn so với kỹ thuật tưới khác ngầm do nó làm tăng lượng bốc hơi khoảng trống trong thửa ruộng.

e. Thổ nhưỡng và địa chất thủy văn:

Các loại đất trồng khác nhau có tính chất cơ lý và tính chất thổ nhưỡng khác nhau. Các tính chất của đất ảnh hưởng đến sự vận động của nước trong đất và khả năng trữ nước, giữ của đất, do đó các loại đất khác nhau thì lượng nước hao mặt ruộng khác nhau.

Độ sâu mực nước ngầm ảnh hưởng đến lượng nước ngầm thấm ngược vào tầng canh tác do đó cũng ảnh hưởng đến lượng nước hao mặt ruộng.

3. Các phương pháp xác định lượng nước hao mặt ruộng ET_C :

Các phương pháp xác định lượng nước hao mặt ruộng đều dựa vào nguyên lý chung là phân tích mối quan hệ giữa lượng nước hao mặt ruộng với các yếu tố ảnh hưởng chính, quan trọng, thông qua quan hệ đó để thiết lập công thức tính ET_C .

Công thức tổng quát để xác định lượng nước hao mặt ruộng thực tế như sau:

$$ET_C = K_c \cdot ET_0 \quad (3.5)$$

Trong đó:

- ET_C là lượng nước hao mất ruộng thực tế trong thời gian tính toán.
- ET_0 là lượng nước hao mất ruộng chuẩn, nó được tính theo các công thức và các kết quả thực nghiệm trong một điều kiện xác định nào đó.

- K_c là hệ số cần nước của cây trồng, nó phụ thuộc vào loại cây trồng và giai đoạn sinh trưởng của cây trồng, K_c được xác định qua thực nghiệm (bảng 3.1 và 3.2).

Có nhiều phương pháp tính lượng nước hao mất ruộng thực tế và lượng nước hao mất ruộng chuẩn, các phương pháp đó có thể chia thành các nhóm sau:

- Nhóm 1: Lấy lượng bốc hơi mặt nước tự do làm yếu tố ảnh hưởng chính để thiết lập công thức tính ET_C .

- Nhóm 2: Lấy năng suất cây trồng làm yếu tố chính để thiết lập công thức tính.

- Nhóm 3: Lấy nhiệt độ làm yếu tố chính để thiết lập công thức tính.

- Nhóm 4: Lấy ít nhất 2 yếu tố khí hậu làm các yếu tố chính để thiết lập công thức tính.

Do lượng nước hao mất ruộng chịu sự tác động của rất nhiều yếu tố, do đó các phương pháp thuộc nhóm 1,2,3 tuy có phương pháp tính đơn giản nhưng kết quả tính toán cho độ chính xác không cao, các phương pháp thuộc nhóm 4 có phương pháp tính phức tạp hơn nhưng cho kết quả có độ chính xác cao hơn. Dưới đây giới thiệu một số phương pháp đang được ứng dụng phổ biến hiện nay.

a. Phương pháp Charov:

Charov nghiên cứu quan hệ giữa ET_C với tổng nhiệt độ trung bình ngày trong từng giai đoạn sinh trưởng của cây trồng, kết quả được đề nghị bởi công thức sau:

$$ET_C = e \cdot \Sigma t, \quad (m^3/ha) \quad (3.6)$$

Trong đó:

- ET_C là lượng nước hao mất ruộng thực tế trong thời đoạn tính toán (m^3/ha).

- Σt là tổng nhiệt độ trung bình ngày trong thời đoạn tính toán ($^{\circ}C$).

- e là hệ số cần nước của cây trồng tương ứng với $1^{\circ}C$ tăng lên, được xác định thông qua thí nghiệm tại từng khu vực ($m^3/ha/^{\circ}C$). Theo tài liệu thí nghiệm của Đại học Nông nghiệp 1, đối với khu vực bắc bộ: Lúa xuân: $e = 1,66 (m^3/ha/^{\circ}C)$; Lúa mùa: $e = 1,91 (m^3/ha/^{\circ}C)$.

Bảng 3.1. Hệ số cần nước K_c của lúa tại một số vùng ^[20]

(Nguồn: FAO Irrigation and Drainage. *Guidelines for predicting crop water requirement*. Rome, 1984.)

Vùng	Miền Bắc		Miền Trung			Miền Nam		
Thời kỳ	Đông xuân	Mùa	Đông xuân	Hè thu	Mùa	Đông xuân	Hè thu	Mùa
Mạ	1,34	1,40	1,34	1,45	1,60	1,04	0,91	0,93
Cây- bén rễ	1,34	1,40	1,34	1,45	1,60	1,08	1,05	0,99
Đẻ nhánh	1,50	1,55	1,50	1,60	1,65	1,08	1,15	1,06
Đứng cái	1,60	1,70	1,65	1,70	1,75	1,04	1,21	1,17
Làm đồng - T. bông	1,75	1,65	1,70	1,85	1,90	1,02	1,21	1,16
Ngâm sữa- chắc xanh	1,70	1,84	2,06	2,06	2,06	1,02	1,19	1,08
Chắc xanh-chín	1,70	1,84	2,06	2,06	2,06	1,03	1,13	0,96

Bảng 3.2. Hệ số cần nước K_c của một số loại cây trồng cạn ^[20]

(Nguồn: Theo đề tài KC12, Đề tài cấp nhà nước đã được nghiệm thu)

Loại cây trồng	Thời kỳ sinh trưởng				
	Bắt đầu	Thời kỳ phát triển	Giữa vụ	Cuối vụ	Thu hoạch
Chuối nhiệt đới	0,40 - 0,50	0,70 - 0,85	1,00 - 1,10	0,90 - 1,00	0,75 - 0,85
Đậu	0,30 - 0,40	0,65 - 0,75	0,90 - 1,05	0,90 - 0,95	0,85 - 0,95
Cải bắp	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	0,90 - 1,1	0,90 - 1,00	0,80 - 0,95
Bông	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	1,0 - 1,25	0,80 - 0,90	0,65 - 0,70
Nho	0,35 - 0,55	0,60 - 0,80	0,70 - 0,90	0,60 - 0,80	0,55 - 0,70
Lạc	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	0,90 - 1,10	0,75 - 0,85	0,55 - 0,60
Ngô	0,30 - 0,0	0,70 - 0,90	1,05 - 1,20	1,10 - 1,15	0,95 - 1,10
Hành	0,40 - 0,60	0,70 - 0,80	0,95 - 1,10	0,85 - 0,90	0,75 - 0,85
Đậu hà lan	0,40 - 0,50	0,70 - 0,85	1,05 - 1,20	1,00 - 1,15	0,95 - 1,10
Đậu nành	0,30 - 0,40	0,70 - 0,80	1,00 - 1,15	0,70 - 0,80	0,40 - 0,50
Khoai	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	1,05 - 1,20	0,85 - 0,95	0,70 - 0,75
Thuốc lá	0,40 - 0,0	0,70 - 0,80	1,0 - 1,2	0,90 - 1,00	0,75 - 0,85
Cà chua	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	1,05 - 1,25	0,80 - 0,95	0,60 - 0,65
Dưa hấu	0,30 - 0,40	0,70 - 0,80	0,95 - 1,05	0,80 - 0,90	0,65 - 0,75

b. Phương pháp Thornthwaite:

Khi nghiên cứu quan hệ giữa lượng nước hao mất ruộng tiềm năng ET_0 với nhiệt độ, Thornthwaite đề nghị tính ET_0 theo công thức sau:

$$ET_0 = 16 \left(\frac{10t}{I} \right)^a \quad (\text{mm/tháng}) \quad (3.7)$$

Trong đó:

- I : Là chỉ số nhiệt năm của khu vực:

$$I = \sum_{i=1}^{12} i \quad (3.8)$$

- i : là chỉ số nhiệt tháng, được tính theo:

$$i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1,514} \quad (3.9)$$

- t : là nhiệt độ bình quân tháng ($^{\circ}\text{C}$).

- a : là số mũ, được xác định theo các hệ thức sau:

$$a = \left(\frac{1,6}{108} \right) I + 0,5 \text{ khi } I \leq 80; \quad a = X^3 - X^2 + 2X \text{ khi } I > 80; \quad \text{Với } X = \frac{8,8}{1000} I$$

c. Phương pháp Blaney - Criddle:

Dựa trên kết quả thực nghiệm nhiều năm trên các vùng đất khô hạn và bán khô hạn, hai tác giả **Blaney** và **Criddle** đã lập ra công thức thể hiện mối quan hệ giữa ET_0 với nhiệt độ và ánh sáng như sau:

$$ET_0 = 0,458.p.C.(t + 17,8) \quad (\text{mm/tháng}) \quad (3.10)$$

Trong đó:

- p: là tỷ số giữa số giờ chiếu sáng của tháng so với tổng số giờ chiếu sáng cả năm (%), p có thể lấy theo số liệu thực đo của các trạm khí tượng.

- C: là hệ số điều chỉnh theo vùng khí hậu: Đối với vùng khí hậu ẩm $C = 1,08$; đối với vùng khí hậu khô hạn $C = 1,20$.

- t: là nhiệt độ bình quân tháng.

Tổ chức lương thực thế giới (FAO), khi xét thêm tác động của các yếu tố khí hậu khác như: tốc độ gió, độ ẩm tương đối tối thiểu của không khí, đã hiệu chỉnh công thức (3.10) như sau:

$$ET_0 = a + b.f \quad (3.11)$$

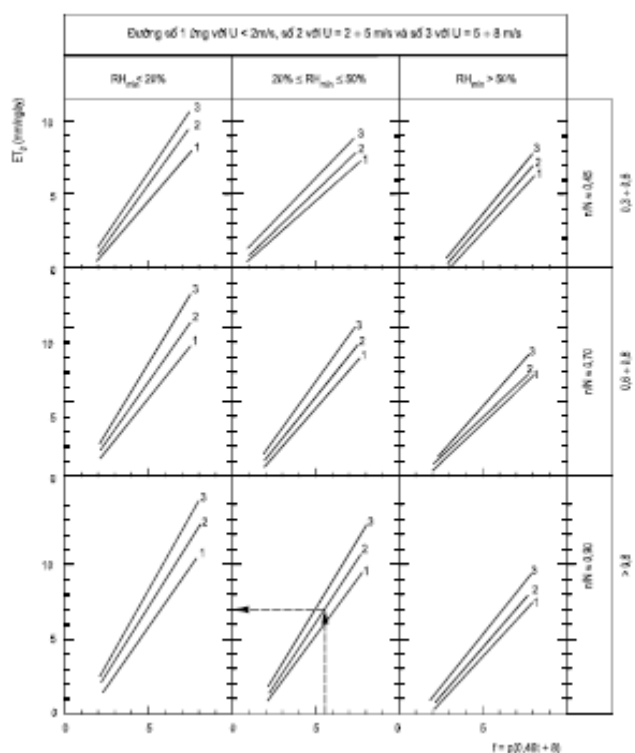
Với : $f = p.(0,46.t + 8)$

Trong đó:

- p: là tỷ số giữa số giờ chiếu sáng ban ngày của mỗi ngày so với tổng số giờ chiếu sáng cả năm (%), p có thể lấy theo số liệu thực đo của các trạm khí tượng.

- t: là nhiệt độ bình quân ngày ($^{\circ}\text{C}$), được tính theo từng tháng.

- Các hệ số a, b phụ thuộc vào tốc độ gió bình quân U, độ ẩm không khí bình quân nhỏ nhất $RH_{\min}$, tỷ số giữa số giờ nắng thực tế và số giờ nắng có khả năng lớn nhất (n/N) (Hình 3.2).



Hình 3.2. Biểu đồ xác định ET_0 theo công thức **Blaney - Criddle** [20]

(Nguồn: M.E. Jensen. Design and Operation of Farm Irrigation System)

d. Công thức Penman:

Năm 1948, Penman (một nhà khoa học người Anh) lần đầu tiên đưa ra công thức tính ET_0 , đến năm 1963 Ông cải tiến sang dạng đơn giản hơn; năm 1979, tổ chức Lương thực của liên hiệp quốc (FAO), sau nhiều kiểm nghiệm trong thực tế đã hiệu chỉnh công thức Penman đưa ra công thức đơn giản hơn, dễ sử dụng hơn, công thức được viết như sau:

$$ET_0 = C.[WR_n + (1 - W).f(u)(e_a - e_d)] \quad (\text{mm/ngày}) \quad (3.12)$$

Trong đó:

- W là yếu tố hiệu chỉnh hiệu quả của bức xạ đối với bốc hơi do ảnh hưởng của nhiệt độ và cao độ khu tưới; W có thể tra bảng 3.3.

- R_n là chênh lệch giữa bức xạ tăng và bức xạ giảm của sóng ngắn và sóng dài (mm/ngày).

$$R_n = R_{ns} - R_{nL} \quad (3.12a)$$

- R_{ns} là bức xạ của mặt trời được giữ lại sau khi đã phản xạ đối với mặt đất trồng trọt (mm/ngày):

$$R_{ns} = (1 - \alpha)R_s \quad (3.12b)$$

- α là hệ số phản xạ bề mặt của diện tích trồng trọt, theo FAO thì $\alpha = 0,25$.

- R_s là bức xạ mặt trời (mm/ngày)

$$R_s = \left(0,25 + 0,5 \frac{n}{N} \right) R_a \quad (3.12c)$$

- R_a là bức xạ ở lớp biên của khí quyển (mm/ngày), R_a phụ thuộc vào vĩ độ và tháng, R_a tra bảng 3.4.

- R_{nL} : Bức xạ toả bởi năng lượng hút được ban đầu (mm/ngày):

$$R_{nL} = f(t)f(e_d)f\left(\frac{n}{N}\right) \quad (3.12d)$$

- $f(t)$: Hàm hiệu chỉnh về nhiệt độ:

$$f(t) = \frac{118(t + 273)^4 10^9}{L} ; \text{ Với } L = 59,7 - 0,055t \quad (3.12e)$$

- t : Nhiệt độ bình quân ngày ($^{\circ}\text{C}$).

- $f(e_d)$: hàm hiệu chỉnh về áp suất khí quyển:

$$f(e_d) = 0,34 - 0,044\sqrt{e_d} \quad (3.12f)$$

- e_d : Áp suất hơi nước thực tế ở nhiệt độ không khí trung bình (mbar):

$$e_d = e_a \frac{H_r}{100} \quad (3.12g)$$

- H_r : Là độ ẩm tương đối trung bình của không khí (%)

- $f\left(\frac{n}{N}\right)$: là quan hệ giữa số giờ nắng thực đo và số giờ nắng có khả năng lớn nhất:

$$f\left(\frac{n}{N}\right) = \left(0,1 + 0,9 \frac{n}{N} \right) \quad (3.12h)$$

- n : Số giờ nắng thực đo bình quân ngày, lấy theo tài liệu thực đo tại trạm khí tượng.

- N : Số giờ nắng có khả năng lớn nhất, tra bảng 3.5.

- e_a : Là áp suất hơi bão hoà, phụ thuộc vào nhiệt độ không khí, tra bảng 3.6.

- H_r : Độ ẩm tương đối trung bình của không khí (%).

- C : Hệ số hiệu chỉnh về sự bù trừ của tốc độ gió ban ngày và ban đêm và sự biến đổi của bức xạ mặt trời, độ ẩm tương đối lớn nhất của không khí, tra bảng 3.7.

- $f(u)$: Hàm hiệu chỉnh tốc độ gió:

$$f(u) = 0,35(1 + 0,54 U_2)$$

- U_2 : Tốc độ gió ở độ cao 2m, khi tính toán ở độ cao khác 2m phải hiệu chỉnh theo hệ thức: $U_2 = K.U_h$; $K < 1$, tra bảng 3.8.

Bảng 3.3. Yếu tố hiệu chỉnh (W) của bức xạ đối với bốc hơi ở nhiệt độ và cao độ khác nhau ^[20]

(Nguồn: FAO Irrigation and Drainage paper 24. *Guidelines for predicting crop water requirement*. Rome, 1984.)

$\begin{matrix} ^{\circ}\text{C} \\ \text{Cao} \\ \text{độ (m)} \end{matrix}$	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
0 m	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84	0,86
500	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86
1000	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87

2000	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Bảng 3.4. Bức xạ mặt trời trên biên giới khí quyển R_a theo vĩ độ và tháng ^[20]

(Nguồn: FAO Irrigation and Drainage. *Guidelines for predicting crop water requirement*. Rome, 1984.)

Vĩ độ Bắc	Tháng											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
36°	7,4	9,4	12,1	14,7	16,4	17,2	16,7	15,4	13,1	10,6	8,0	6,6
34°	7,9	9,8	12,4	14,8	16,5	17,1	16,6	15,5	13,4	10,8	8,5	7,2
32°	8,3	10,2	12,8	15,0	16,5	17,0	16,8	15,6	13,6	11,2	9,0	7,8
30°	8,9	10,7	13,1	15,2	16,5	17,0	16,8	15,7	13,9	11,6	9,5	8,3
28°	9,3	11,1	13,4	15,3	16,5	16,8	16,7	15,7	14,1	12,0	9,9	8,8
26°	9,8	11,5	13,7	15,3	16,4	16,7	16,6	15,7	14,3	12,3	10,3	9,3
24°	10,2	11,9	13,9	15,4	16,4	16,6	16,5	15,8	14,5	12,6	10,7	9,7
22°	10,7	12,3	14,2	15,5	16,3	16,4	16,4	15,8	14,6	13,0	11,2	10,2
20°	11,2	12,7	14,4	15,6	16,3	16,4	16,3	15,9	14,8	13,3	11,6	10,7
18°	11,6	13,0	14,6	15,6	16,1	16,1	16,1	15,8	14,9	13,6	12,0	11,1
16°	12,0	13,3	14,7	15,6	16,0	15,9	15,9	15,7	15,0	13,9	12,4	11,6
14°	12,4	13,6	14,9	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	15,1	14,1	12,8	12,0
12°	12,6	13,9	15,1	15,7	15,7	15,5	15,5	15,6	15,2	14,4	13,3	12,5
10°	13,2	14,2	15,3	15,7	15,5	15,3	15,3	15,5	15,3	14,7	13,6	12,9

Bảng 3.5. Số giờ nắng có khả năng lớn nhất N theo vĩ độ và tháng ^[20]

(Nguồn: FAO Irrigation and Drainage paper 24. *Guidelines for predicting crop water requirement*. Rome, 1984.)

Vĩ độ	Bắc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Nam	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
30°		10,4	11,1	12,0	12,9	13,6	14,0	13,9	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2
25°		10,7	11,3	12,0	12,7	13,3	13,7	13,5	13,0	12,3	11,6	10,9	10,6
20°		11,0	11,5	12,0	12,6	13,1	13,3	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9
15°		11,3	11,6	12,0	12,5	12,8	13,0	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2
10°		11,6	11,8	12,0	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,1	11,8	11,6	11,5

Bảng 3.6: Quan hệ giữa Áp suất hơi bão hoà (e_a) với nhiệt độ không khí (t) ^[20]

(Nguồn: FAO Irrigation and Drainage. *Guidelines for predicting crop water requirement*. Rome, 1984.)

Nhiệt độ (°C)	Áp suất hơi bão hoà (mbar)	Nhiệt độ (°C)	Áp suất hơi bão hoà (mbar)	Nhiệt độ (°C)	Áp suất hơi bão hoà (mbar)	Nhiệt độ (°C)	Áp suất hơi bão hoà (mbar)
1	2	3	4	5	6	7	8
0	6,1	12	14,0	24	29,8	36	59,4
1	6,6	13	15,0	25	31,7	37	62,8
2	7,1	14	16,1	26	33,6	38	66,3
3	7,6	15	17,0	27	35,7	39	69,9

4	8,1	16	18,2	28	37,8	40	73,8
1	2	3	4	5	6	7	8
5	8,7	17	19,4	29	40,1	50	123,4
6	9,3	18	20,6	30	42,4	60	199,3
7	10,0	19	22,0	31	44,9	70	311,7
8	10,7	20	23,4	32	47,6	80	473,7
9	11,5	21	24,9	33	50,3	90	701,1
10	12,3	22	26,4	34	53,2	100	1013,3
11	13,1	23	28,1	35	56,2		

Bảng 3.7. Hệ số hiệu chỉnh C ^[20]

(Nguồn: FAO Irrigation and Drainage. *Guidelines for predicting crop water requirement*. Rome, 1984.)

Độ ẩm	RHmax = 30%				RHmax = 60%				RHmax = 90%			
R _a m/ngày U ngày m/s	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
U ngày/đêm = 4,0												
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,79	0,84	0,92	0,97	0,92	1,00	1,11	1,19	0,99	1,10	1,27	1,32
6	0,68	0,77	0,87	0,93	0,85	0,96	1,11	1,19	0,94	1,10	1,26	1,33
9	0,55	0,65	0,78	0,90	0,76	0,88	1,02	1,14	0,88	1,01	1,16	1,27
U ngày/đêm = 3,0												
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,76	0,81	0,88	0,94	0,87	0,96	1,05	1,12	0,94	1,04	1,18	1,28
6	0,61	0,68	0,81	0,88	0,77	0,88	1,02	1,10	0,86	1,01	1,15	1,22
9	0,46	0,56	0,72	0,82	0,67	0,79	0,88	1,05	0,78	0,92	1,06	1,18
U ngày/đêm = 2,0												
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,69	0,76	0,85	0,92	0,83	0,91	0,99*	1,05*	0,89	0,98	1,10*	1,14*
6	0,53	0,61	0,74	0,84	0,70	0,80	0,94	1,02	0,79	0,92	1,05	1,12
9	0,37	0,48	0,65	0,76	0,59	0,70	0,84	0,95	0,71	0,81	0,96	1,06
U ngày/đêm = 1,0												
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,64	0,71	0,82	0,89	0,78	0,86	0,94*	0,99*	0,85	0,92	1,01*	1,05*
6	0,43	0,53	0,68	0,79	0,62	0,70	0,84	0,93	0,72	0,82	0,95	1,00

9	0,27	0,41	0,59	0,70	0,50	0,60	0,75	0,87	0,62	0,72	0,87	0,96
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Bảng 3.8. Hệ số hiệu chỉnh tốc độ gió theo độ cao đo gió ^[20]

(Nguồn: Tổng Đức Khang (1995). Bài tập Thủy nông NXB nông nghiệp)

H _{do} (m)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
K	0,93	0,88	0,85	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74

Để tiện cho việc tính toán trên máy vi tính, năm 1992 FAO đưa ra công thức Penman dạng sửa đổi như sau:

$$ET_0 = \frac{0,75\Delta(R_n - G) + 1,84\gamma \frac{900}{273+t} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (\text{mm/Ngày}) \quad (3.13)$$

Trong đó:

- U₂: Vận tốc gió ở độ cao 2m (m/s):

$$U_2 = \frac{4,87}{\ln(67,8h - 5,42)} U_h \quad (3.13a)$$

(h: Chiều cao cột đo gió (m); U_h: vận tốc gió ở độ cao h(m/s))

- Δ: Độ nghiêng của đường quan hệ giữa nhiệt độ với áp suất hơi bão hoà ở nhiệt độ t (K.P_a. °C⁻¹), được xác định theo công thức sau:

$$\Delta = \frac{4098 e_a}{(t + 237)^2} \quad (3.13b)$$

- e_a: Là áp suất hơi bão hoà (K.P_a):

$$e_a = 0,61 \exp\left(\frac{17,27 t}{t + 237}\right) \quad (3.13c)$$

- R_n: như công thức (3.12): R_n = R_{ns} - R_{nL}.

$$R_{ns} = 0,77 \left(0,19 + 0,38 \frac{n}{N} \right) R_a \quad (3.13d)$$

- R_a: Tính theo công thức sau:

$$R_a = 37,6 \text{ dr } (\omega_s \sin \psi \sin \delta + \cos \psi \cos \delta \sin \omega_s) \quad (3.13e)$$

$$\omega_s = \arccos(-\tan \psi \tan \delta); \quad (\text{rad})$$

- ψ: Là góc vĩ độ địa lý (rad).

- δ: là góc lệch theo ngày (rad): δ = 0,409 sin(0,0172J - 1,39).

- J: là số thứ tự theo ngày tính toán.

- R_{nL}: tính theo công thức sau:

$$R_{nL} = \frac{118(t + 273)^4 10^9 (0,34 - 0,044\sqrt{e_d}) \left(0,1 + 0,9 \frac{n}{N} \right)}{59,7 - 0,055t} \quad (3.13f)$$

- N: Số giờ nắng cực đại (giờ), tra bảng 3.5

- G: Thông lượng nhiệt của đất (MJ/Ngày);

+ Nếu tính theo ngày thì G = 0,38.(t_i - t_{i-1})

(t_i nhiệt độ không khí trong ngày thứ i; t_{i-1}: nhiệt độ không khí ngày thứ i-1).

+ Nếu tính theo tháng thì G = 0,14(t_m - t_{m-1})

(t_m, t_{m-1} là nhiệt độ không khí tháng m và tháng m-1).

- γ: hằng số biểu nhiệt độ:

$$\gamma = 0,00163 \frac{P}{\lambda}; \quad P = 101,3 \left(\frac{293 - 0,0065Z}{293} \right)^{5,26} \quad \lambda = 2,501 - 2,361 \cdot 10^{-3} t$$

- z: độ cao mực nước biển (m)

3.1.3. Công thức tưới cho cây trồng

1. Công thức tưới cho cây trồng cạn:

Cây trồng cạn không có khả năng chịu nước, công thức tưới cho cây trồng cạn là tưới nước để duy trì trong đất một độ ẩm thích hợp $\beta_{th} = (\beta_{min} \text{ đến } \beta_{max})$ tính theo % so với độ ẩm tối đa đồng ruộng. Độ ẩm thích hợp của một số loại cây trồng cạn như bảng 3.9

Bảng 3.9. Độ ẩm thích hợp của một số loại cây trồng cạn.

STT	Loại cây trồng	Tưới duy trì độ ẩm thích hợp ($\beta_{min} - \beta_{max}$) (%)			Ghi chú
		Gieo- (3-5)lá	(3-5)lá - trước khi thu hoạch 1 tuần	1 tuần trước thu hoạch - thu hoạch	
1	Ngô	60 - 80	70 - 80	Không tưới	Tưới rãnh
2	Khoai tây	60 - 80	60 - 80	Không tưới	Tưới rãnh
3	Đậu đỗ	60 - 70	60 - 70	Không tưới	Tưới rãnh
4	Lạc	60 - 70	60 - 70	Không tưới	Tưới rãnh
5	Khoai lang	60 - 80	60 - 80	Không tưới	Tưới rãnh
6	Mía	60 - 80	60 - 80	Không tưới	Tưới rãnh
7	Cà chua	60 - 80	60 - 80	Không tưới	Tưới rãnh
8	Bắp cải	70 - 80	70 - 80	Không tưới	Tưới rãnh

(Nguồn: Cục thủy lợi (2003). Quy trình tưới tiêu cho lúa và một số cây trồng cạn)

2. Công thức tưới cho lúa

Các công thức tưới cho lúa bao gồm:

a. Công thức tưới cho mạ:

Công thức tưới cho mạ như sau:

- Từ lúc gieo đến khi cây mạ được 3 lá thật: Tưới giữ ẩm bảo hoà cho đất.
- Từ khi có 3 lá thật đến trước nhổ cấy (5÷7) Ngày:
 - + Đất cát pha: Thường xuyên duy trì độ sâu lớp nước trên mặt ruộng $a = (2 \div 3)$ cm.
 - + Đất thịt, đất sét: Tưới giữ ẩm với độ ẩm (80÷100)% độ ẩm tối đa đồng ruộng.
- Trước khi nhổ cấy (5÷7) ngày đến khi nhổ cấy:
 - + Đất cát pha: Không tưới, để đất ẩm.
 - + Đất thịt, đất sét: Tưới ngập mặt ruộng với $a = (3 \div 5)$ cm.
- Khi thời tiết có sương muối, hoặc nhiệt độ dưới 13°C: Tưới ngập 2/3 thân mạ để giữ ẩm cho cây.

b. Công thức tưới dưỡng cho lúa:

* Công thức nông thường xuyên:

- Khi cấy: Duy trì độ sâu nước ruộng $a = (2 \div 3)$ cm; Cấy xong tưới ngập 2/3 thân mạ.
- Từ khi lúa bắt đầu đẻ nhánh đến khi lúa chín đỏ đuôi: Tưới duy trì lớp nước mặt ruộng (3÷5) cm; chênh lệch mực nước ruộng chỗ cao nhất với chỗ thấp nhất không vượt quá (0÷10) cm.
- Từ khi chín đỏ đuôi đến khi gặt: nếu vụ sau làm ải thì tháo cạn nước ruộng, nếu vụ sau làm dầm thì duy trì trong ruộng lớp nước $a = (3 \div 5)$ cm.

Công thức nông thường xuyên được áp dụng cho vùng đất không bị chua mặn, chủ động nước tưới.

* Công thức nông - lợ - phoi:

- Khi cây: Duy trì độ sâu nước ruộng $a = (2 \div 3) \text{cm}$; Cây xong tưới ngập $2/3$ thân mạ.
- Từ khi lúa bắt đầu đẻ nhánh đến khi lúa chín đở đuôi: Tưới duy trì lớp nước mặt ruộng $(3 \div 5) \text{cm}$; chênh lệch mực nước ruộng chỗ cao nhất với chỗ thấp nhất không vượt quá $(0 \div 10) \text{cm}$.
 - + Lộ ruộng lần 1: khi lúa bắt đầu đẻ nhánh để ruộng tự cạn nước đến khi độ ẩm đất khoảng $(80 \div 85)\%$ độ ẩm tối đa đồng ruộng thì tưới nước.
 - + Lộ ruộng lần 2: lộ ruộng lần 2 vào lúc lúa đở rộ, mức độ lộ ruộng như lần 1
 - + Phơi ruộng: Phơi ruộng khi lúa đã đở tối đa $(450 \div 500)$ danh/m^2 đất, tháo cạn nước hoặc để ruộng tự cạn, khi quan sát thấy đất mặt ruộng nứt dạng chân chim thì tưới lại.
- Từ khi chín đở đuôi đến khi gặt: nếu vụ sau làm ải thì tháo cạn nước ruộng, nếu vụ sau làm dầm thì duy trì trong ruộng lớp nước $a = (3 \div 5) \text{cm}$.

Công thức nông - lộ - phơi được áp dụng cho vùng đất giàu hữu cơ, không bị chua mặn, chủ động nước tưới, trình độ canh tác cao.

*** Công thức tưới sâu thường xuyên:**

Công thức tưới sâu thường xuyên áp dụng cho các vùng đất chua, mặn và vùng đất không chủ động nước tưới:

- Khi cây: Duy trì độ sâu nước ruộng $a = (2 \div 3) \text{cm}$; Cây xong tưới ngập $2/3$ thân mạ.
- Từ khi lúa bắt đầu đẻ nhánh đến khi lúa chín đở đuôi: Tưới duy trì lớp nước mặt ruộng $(5 \div 7) \text{cm}$; chênh lệch mực nước ruộng chỗ cao nhất với chỗ thấp nhất không vượt quá $(0 \div 10) \text{cm}$, trong qua trình tưới tuyệt đối không để ruộng cạn nước.
- Từ khi chín đở đuôi đến khi gặt: duy trì trong ruộng lớp nước $a = (5 \div 7) \text{cm}$.

3.1.4. Xác định chế độ tưới cho cây trồng

1. Khái niệm chung:

Chế độ tưới là chế độ điều tiết nước vào ruộng sao cho thỏa mãn tốt nhất các yêu cầu dùng nước của cây trồng và yêu cầu dùng nước canh tác nhằm thu được năng suất cây trồng cao nhất với chi phí canh tác ở mức hợp lý nhất.

Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến chế độ tưới, các yếu tố đó bao gồm:

- Các yếu tố khí hậu: Các yếu tố khí hậu bao gồm mưa, gió, nhiệt độ, độ ẩm, lượng bốc hơi, bức xạ ánh sáng v.v.; các yếu tố này ảnh hưởng đến thời vụ canh tác, thời gian sinh trưởng của cây, lượng bốc thoát hơi nước mặt ruộng do đó ảnh hưởng trực tiếp tới chế độ tưới.
- Các yếu tố phi khí hậu: Bao gồm loại cây trồng, thời vụ canh tác, chế độ canh tác, chăm bón, tính chất thổ nhưỡng, địa chất thủy văn, phương pháp tưới và kỹ thuật tưới, điều kiện tổ chức tưới v.v.

Do các yếu tố ảnh hưởng để chế độ tưới rất đa dạng, phức tạp, chúng luôn tác động qua lại và chịu ảnh hưởng lẫn nhau, việc xác định chính xác chế độ tưới là rất khó khăn, kết quả tính toán chế độ tưới luôn luôn có sai số.

2. Nội dung và phân loại chế độ tưới

a. Nội dung của chế độ tưới:

Chế độ tưới bao gồm các nội dung sau:

- 1- Thời gian cần tưới (ngày tưới chính) của mỗi lần tưới (T_{ci}).
- 2- Mức tưới mỗi lần: Mức tưới mỗi lần là lượng nước tưới mỗi lần cho một đơn vị diện tích cây trồng. Ký hiệu: m_i (m^3/ha) hoặc h_i (mm); $m_i = 10 h_i$
- 3- Số lần tưới cả vụ: n (lần)
- 4- Thời gian tưới của mỗi lần tưới t_i (ngày).
- 5- Mức tưới cả vụ M (m^3/ha): là lượng nước cần tưới trong cả vụ cho một đơn vị diện tích cây trồng.

$$M = M_g + M_d \quad (3.14)$$

M_g : Là mức tưới trước và trong quá trình gieo cấy (m^3/ha).

M_d : là mức tưới từ sau khi gieo cấy xong đến khi thu hoạch (m^3/ha).

6- Hệ số tưới mỗi lần: Hệ số tưới của mỗi lần tưới là lượng nước tưới cho một đơn vị diện tích cây trồng trong một đơn vị thời gian, Ký hiệu: q_i (l/s-ha)

$$q_i = \frac{m_i}{c.t_i} \quad (l/s-ha) \quad (3.15)$$

Nếu: m_i tính bằng m^3/ha thì $c = 86,4$; nếu m_i tính bằng mm thì $c = 8,64$.

Cơ sở để xác định chế độ tưới cho các loại cây trồng là phương trình cân bằng nước ruộng có dạng như phương trình (3.3).

b. Phân loại chế độ tưới:

Tuỳ theo mục đích sử dụng mà chế độ tưới được chia thành hai loại sau:

- Chế độ tưới thiết kế: Là chế độ tưới được tính toán dựa trên các số liệu dự báo về thời tiết, khí hậu ứng với mức đảm bảo cấp nước tưới và các dự báo về kế hoạch sản xuất sẽ áp dụng trong tương lai. Chế độ tưới thiết kế được sử dụng để xác định nhu cầu dùng nước thiết kế và hệ số tưới thiết kế của các công trình điều tiết nước, công trình lấy nước và công trình dẫn nước trong hệ thống tưới.

- Chế độ tưới quản lý: Là chế độ tưới được tính với các số liệu dự báo về thời tiết, khí hậu và kế hoạch canh tác sẽ xuất hiện trong năm quản lý. Chế độ tưới quản lý được dùng để lập kế hoạch điều tiết nước tưới và các kế hoạch khác nhằm quản lý vận hành các hệ thống tưới đạt hiệu quả cao nhất.

Có hai quan điểm chính trong tính toán chế độ tưới cho cây trồng:

- Tính toán chế độ tưới cho cây trồng theo quan điểm gieo cấy đồng thời: theo quan điểm này, chế độ tưới được tính toán dựa vào giả thiết: Thời kỳ làm đất và thời kỳ sinh trưởng của cây là tách rời nhau và diễn ra đồng thời trên toàn bộ diện tích canh tác, như vậy lượng nước hao mất ruộng trên các thửa ruộng là không đổi trong từng giai đoạn sinh trưởng của cây trồng.

- Tính toán chế độ tưới cho cây trồng theo quan điểm gieo cấy tuần tự: Quan điểm này chia vùng tưới thành các tiểu khu khác nhau, lần lượt làm đất và gieo cấy trên từng tiểu khu, như vậy lượng nước hao trên các tiểu khu là không đều nhau, thời kỳ đầu vụ lượng nước hao mất ruộng tăng dần, thời kỳ cuối vụ lượng nước hao mất ruộng giảm dần.

Trong khuôn khổ giáo trình này chỉ giới thiệu phương pháp xác định chế độ tưới cho cây trồng theo quan điểm gieo cấy đồng thời.

3. Tính toán chế độ tưới cho lúa

a. Mức tưới làm đất (M_g):

Mức tưới làm đất trước khi cấy của lúa được tính theo công thức sau:

$$M_g = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 - 10CP \quad (m^3/ha) \quad (3.16)$$

Trong đó:

- W_1 : lượng nước cần thiết để làm bão hoà tầng đất canh tác:

$$W_1 = 10AH(1-\beta_0) \quad (m^3/ha) \quad (3.17)$$

+ A: độ rỗng của đất theo thể tích đất (% thể tích đất)

+ H: chiều sâu tầng đất canh tác (mm).

+ β_0 : độ ẩm ban đầu của đất (Tính theo % của A).

- W_2 : lượng nước cần thiết để tạo thành lớp nước mặt ruộng a: $W_2 = 10a \quad (m^3/ha)$

+ a: độ sâu lớp nước mặt ruộng khi cấy (mm)

- W_3 : lượng nước thấm ổn định trong thời kỳ làm đất:

$$W_3 = 10K_{od}[(H + a)/H](t_a - t_b) \quad (m^3/ha) \quad (3.18)$$

+ K_{od} : hệ số thấm ổn định của đất (mm/ngày).

+ t_a : thời gian làm đất (ngày)

$$+ t_b : \text{thời gian thấm bão hoà (ngày):} \quad t_b = \left(\frac{AH(1-\beta_o)}{K_o} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (3.19)$$

$$\text{Với} \quad K_o = \frac{K_1}{1-\alpha} \quad (3.19a)$$

+ K_1 : cường độ ngấm hút cuối giai đoạn ngấm bão hoà (mm/ngày).

+ α : chỉ số thấm của đất

- W_4 : lượng nước bốc hơi mặt nước trong thời gian làm đất (mm/ngày):

$$W_4 = 10 e.t_a \quad (m^3/ha)$$

+ e : lượng bốc hơi mặt nước bình quân ngày (mm/ngày)

- $10CP$: lượng mưa lợi dụng được trong thời gian làm đất (m^3/ha)

+ P : lượng mưa thực trong thời gian làm đất (mm).

+ C : hệ số sử dụng nước mưa.

b. Xác định mức tưới dưỡng (M_d):

Phương trình cân bằng nước (3.2) được viết lại để tính mức tưới dưỡng cho lúa như sau:

$$h_{c,i} = (h_{d,i} + m_i + \Sigma P_i) - (\Sigma(k_i + e_i) + q_o) \quad (mm) \quad (3.20)$$

Trong đó:

- $h_{c,i}$: lớp nước mặt ruộng cuối thời đoạn tính toán (mm)

- $h_{d,i}$: lớp nước mặt ruộng đầu thời đoạn tính toán (mm)

- m_i : mức tưới dưỡng trong thời đoạn tính toán (mm)

- ΣP_i : tổng lượng mưa thực tế trong thời đoạn tính toán (mm)

- $\Sigma(k_i + e_i)$: lượng nước tổn thất trong thời đoạn tính toán (mm)

- k_i : hệ số thấm ổn định trong thời đoạn tính toán (mm/ngày)

- e_i : lượng nước hao mặt ruộng bình quân ngày trong thời đoạn tính toán (mm/ngày)

- q_o : lượng nước tháo ra khỏi ruộng trong thời đoạn tính toán (mm). Tại thời điểm nào trong thời gian mưa, khi độ sâu nước trong ruộng h_i lớn hơn độ sâu lớp nước cho phép a_{max} thì phải tháo đi lượng nước q_o : $q_o = h_i - a_{max}$

Điều kiện ràng buộc của phương trình (3.20) là: Mức tưới m_i phải hợp lý để trong suốt thời đoạn tính toán, độ sâu nước ruộng luôn phù hợp với công thức tưới:

$$[a_{min}] \leq h_i \leq [a_{max}] \quad (*)$$

Phương trình (3.21) có hai ẩn là $h_{c,i}$ và m_i . Để giải phương trình trên ta giả thiết m_i sau đó tính $h_{c,i}$, so sánh $h_{c,i}$ với điều kiện ràng buộc (*), nếu thoả mãn thì m_i đã giả thiết phù hợp.

Phương pháp đơn giản nhất để giải phương trình trên là lập bảng tính trên Excel để giải theo phương pháp thử dần, mẫu bảng như ví dụ tại bảng 3.10.

Bảng 3.10. Kết quả tính mức tưới dưỡng tháng 1 vụ đông xuân (M_d)
theo quan điểm gieo cấy đồng thời

Tháng	Ngày	G.Đ sinh trưởng	$K_i + e_i$ (mm)	P_i (mm)	$h_{t,i}$ (mm)	h_i (mm)	a_{min} (mm)	a_{max} (mm)	q_o (mm)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Tháng 1	13	Cây -Đẻ nhánh				0			
	14		5.60		40	34.40	30.0	70.0	
	15		5.60			28.80			
	16		5.60		40	63.20			
	17		5.60	5.00		62.60			
	18		5.60			57.00			
	19		5.60			51.40			
	20		5.60			45.80			
	21		5.60			40.20			
	22		5.60		40	74.60			
	23		5.60	20.00		70.00			19.00
	24		5.60	2.00		66.40			
	25		5.60			60.80			
	26		5.60			55.20			
	27		5.60			49.60			
	28		5.60			44.00			
	29		5.60			38.40			
	30		5.60		40	72.80			
	31		5.60			67.20			
Tổng			100.80	27.00	160.00				19.00

- Phương pháp tính trong bảng 3.10:

+ m_i được giả thiết lần đầu vào ngày đầu hoặc ngày thứ 2, khi h_i giảm đến giá trị gần bằng $a_{\min}$ thì tiếp tục giả thiết mức tưới lần sau.

+ Lớp nước ruộng $h_i = h_{i-1} + h_{t,i} + (P_i - q_0)$, lớp nước ruộng h_i đồng thời phải thỏa mãn điều kiện ràng buộc: $[a_{\min}] \leq h_i \leq [a_{\max}]$

+ $q_0 = P_i - a_{\max}$; P_i là lượng mưa thực trong thời đoạn tính toán; sau khi tháo q_0 thì lớp nước ruộng $h_i = a_{\max}$

Từ bảng 3.10, có nhận xét sau:

- Tổng số lần tưới trong tháng 1 là 4 lần, mức tưới mỗi lần $m_i = 40$ mm.

- Ngày có lớp nước ruộng lớn nhất: Ngày 22 tháng 1: $a = 74,6$ mm vượt quá lớp nước lớn nhất theo công thức tưới là 4,6mm, không ảnh hưởng đến năng suất lúa.

- Ngày có lớp nước ruộng nhỏ nhất: Ngày 15 tháng 1: $a = 28,8$ mm, lượng thiếu nước không đáng kể.

- Tính theo phương trình (3.21): $h_{c,i} = 0 + 27 + 160 - 100,8 - 19 = 67,2$ mm; lớp nước ruộng ngày cuối cùng trong bảng tính $h_{c,i} = 67,2$, Không có sai số.

4. Tính toán chế độ tưới cho cây trồng cạn

Phương trình cân bằng nước (3.2) viết lại để tính mức tưới cho cây trồng cạn như sau:

$$m_i = (W_{hi} + W_{ci}) - (W_{oi} + \Sigma P_{oi} + W_{Hi} + W_{ni}) \quad (3.21)$$

Trong đó:

- m_i : mức tưới trong thời đoạn tính toán (m^3/ha).

- W_{hi} : lượng nước hao thời đoạn tính toán (m^3/ha):

$$W_{hi} = 10ET_c.t_i \quad (3.22)$$

- ET_c : cường độ nước hao mặt ruộng trong thời đoạn tính toán (mm/ngày).

- t_i : thời gian hao nước tính toán (ngày).

- W_{ci} : lượng nước cần trữ trong ruộng cuối thời đoạn tính toán (m^3/ha):

$$W_{ci} = 10\beta_{ci}\gamma_k H_i \quad (m^3/ha) \quad (3.23a)$$

$$\text{hoặc: } W_{ci} = 10\beta_{ci} A H_i \quad (m^3/ha) \quad (3.23b)$$

Với: + γ_k : dung trọng khô của đất ($tấn/m^3$)

+ H_i : chiều dày tầng đất hoạt động của rễ cây (mm).

+ A : độ rỗng của đất tính theo % thể tích khối đất.

+ β_{ci} : độ ẩm của đất ở cuối thời đoạn tính toán: Trong công thức (3.23a) β_{ci} tính theo % của dung trọng khô; trong công thức (3.23b) β_{ci} tính theo % độ rỗng khối đất A .

- W_{oi} : lượng nước có sẵn trong đất tại đầu thời đoạn tính toán

$$W_{oi} = 10\beta_{oi}\gamma_k H_i \quad (m^3/ha) \quad (3.24a)$$

$$\text{hoặc: } W_{oi} = 10\beta_{oi} A H_i \quad (m^3/ha) \quad (3.24b)$$

+ β_{oi} : độ ẩm của đất ở đầu thời đoạn tính toán: Trong công thức (3.24a) β_{oi} tính theo % của dung trọng khô; trong công thức (3.24b) β_{oi} tính theo % độ rỗng khối đất A .

- $\sum P_{oi}$: lượng mưa lợi dụng được:

$$\sum P_{oi} = 10 \sum \delta_i (1 - \alpha_i) P_i \quad (m^3/ha) \quad (3.26)$$

Với: + P_i : lượng mưa thực tế trong thời đoạn tính toán (mm).

+ α_i : hệ số dòng chảy, xác định theo thực nghiệm.

+ δ_i : hệ số sử dụng nước mưa, xác định dựa vào khả năng trữ nước của đất và lượng mưa trong thời đoạn tính toán.

- W_{Hi} : lượng nước cây trồng sử dụng được từ tầng đất phía dưới do sự dài ra của bộ rễ trong thời đoạn tính toán so với thời đoạn trước đó:

$$W_{Hi} = 10\beta_{ci}\gamma_k (H_i - H_{i-1}) \quad (m^3/ha) \quad (3.27a)$$

$$\text{hoặc: } W_{Hi} = 10\beta_{ci} A (H_i - H_{i-1}) \quad (m^3/ha) \quad (3.27b)$$

- W_{ni} : lượng nước ngầm thấm ngược vào tầng đất hoạt động của rễ cây, phụ thuộc vào chiều sâu mực nước ngầm và loại đất trồng:

$$W_{ni} = 10K_{ni} E T_c \quad (m^3/ha) \quad (3.28)$$

+ K_{ni} xác định theo thực nghiệm

Điều kiện ràng buộc của phương trình (3.21) là:

$$W_{\beta_{min,i}} \leq W_{ci} \leq W_{\beta_{max,i}}$$

Trong đó:

- $W_{\beta_{min,i}}$: lượng nước trong đất ứng với độ ẩm thích hợp nhỏ nhất:

$$W_{ci} = 10\beta_{mini}\gamma_k H_i \quad (m^3/ha) \quad (3.29a)$$

$$\text{hoặc: } W_{ci} = 10\beta_{mini} A H_i \quad (m^3/ha) \quad (3.29b)$$

- $W_{\beta_{max,i}}$: lượng nước trong đất ứng với độ ẩm thích hợp lớn nhất:

$$W_{ci} = 10\beta_{maxi}\gamma_k H_i \quad (m^3/ha) \quad (3.30a)$$

$$\text{hoặc: } W_{ci} = 10\beta_{maxi} A H_i \quad (m^3/ha) \quad (3.30b)$$

Tương tự như tính chế độ tưới cho lúa: Để giải phương trình (3.21), ta giả thiết m_i sau đó tính W_{ci} , so sánh W_{ci} với điều kiện ràng buộc $W_{\beta \min.i} \leq W_{ci} \leq W_{\beta \max.i}$, nếu thoả mãn thì m_i đã giả thiết phù hợp. Có thể giải bằng phương pháp thử dần bằng bảng tính Excel theo mẫu bảng 3.11.

Bảng 3.11. Tính chế độ tưới cho cây trồng cạn

Tháng	Ngày	G.Đ sinh trưởng	m_i (m ³ /ha)	W_{hi} (m ³ /ha)	W_{ni} (m ³ /ha)	P_i (m ³ /ha)	P_{oi} (m ³ /ha)	W_{hi} (m ³ /ha)	W_{ci} (m ³ /ha)	$W_{tháo.i}$ (m ³ /ha)	$W_{\beta \min.i}$ (m ³ /ha)	$W_{\beta \max.i}$ (m ³ /ha)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

- Phương pháp tính trong bảng 3.11:

+ m_i được giả thiết lần đầu vào ngày đầu hoặc ngày thứ 2, khi W_{ci} giảm đến giá trị gần bằng $W_{\beta \min.i}$ thì tiếp tục giả thiết mức tưới lần sau. Nếu có mưa, lượng mưa lợi dụng được trong ngày là $P_{oi} = W_{\beta \max.i} - W_{ci}$.

+ $W_{tháo.i} = P_i - P_{oi}$ (P_i là lượng mưa thực và P_{oi} là lượng mưa lợi dụng được trong thời đoạn tính toán).

+ $m_i = (W_{hi} + W_{ci}) - (W_{oi} + \Sigma P_{oi} + W_{hi} + W_{ni})$ đồng thời thoả mãn điều kiện theo phương trình (3.30): $W_{\beta \min.i} \leq W_{ci} \leq W_{\beta \max.i}$.

5. Phần mềm tính toán chế độ tưới:

Phần mềm tính chế độ tưới hiện đang được sử dụng phổ biến là chương trình CROPWAT do FAO biên soạn. Cơ sở để xây dựng chương trình là phương trình cân bằng nước ruộng:

- Đối với cây trồng cạn: $IRR_{eq} = ET_c - P_{ef}$

- Đối với lúa: $IRR_{eq} = ET_c + P_{erc} + LP_{rep} - P_{ef}$

Trong đó:

+ IRR_{eq} : lượng nước yêu cầu tưới của cây trồng (mm/10 ngày).

+ ET_c : lượng nước hao mất ruộng (mm/10 ngày).

+ P_{ef} : lượng mưa hiệu quả (mm/10 ngày).

+ L_{prep} : lượng nước làm đất (mm/10 ngày).

+ P_{erc} : lượng nước thấm ổn định (mm/10 ngày)

Chương trình CROPWAT có những ưu nhược điểm sau:

- Đã tích hợp sẵn các phương pháp tính lượng nước hao mất ruộng.

- Có chương trình mẫu nên việc sử dụng đơn giản và thuận tiện.

- Phương trình cân bằng nước chưa thể hiện đầy đủ các yếu tố và điều kiện ràng buộc nên do đó kết quả tính toán còn có những hạn chế nhất định.

- Thời đoạn tính toán là 10 ngày, chưa thực sự phù hợp với các khu vực có mưa nhiều do việc dự báo mưa không chính xác.

Vì vậy chương trình CROPWAT thích hợp khi sử dụng tính toán chế độ tưới dùng trong qui hoạch và thiết kế các hệ thống tưới, chế độ tưới tại vùng khô hạn hoặc tính cho cây trồng cạn; chưa phù hợp với việc tính toán chế độ tưới dùng trong quản lý vận hành công trình ở các vùng mưa nhiều.

6. Hệ số tưới, giản đồ hệ số tưới

a. Khái niệm về hệ số tưới, giản đồ hệ số tưới:

Hệ số tưới là lưu lượng nước tưới tính bình quân cho một đơn vị diện tích cây trồng.

Trong trường hợp khu tưới canh tác một loại cây trồng, hệ số tưới của mỗi đợt tưới được tính theo công thức (3.15).

Trong trường hợp khu tưới có (n) loại cây trồng, hệ số tưới của khu trồng trọt tại mỗi thời đoạn tính toán được tính theo công thức tổng quát sau:

$$q_k = \frac{\omega_1 q_{1i}}{\omega_k} + \frac{\omega_2 q_{2i}}{\omega_k} + \dots + \frac{\omega_n q_{ni}}{\omega_k} = \sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i q_i \quad (3.31)$$

- q_k : hệ số tưới của khu tưới (l/s-ha).
- n: số lượng các loại cây trồng trong khu tưới.
- q_i : hệ số tưới của loại cây trồng thứ i trong khu tưới; i =(1 đến n).
- $\alpha_i = \frac{\omega_i}{\omega_k}$: tỷ lệ diện tích của từng loại cây trồng so với tổng diện tích khu tưới.
- ω_i : diện tích của loại cây trồng thứ i (ha).
- ω_k : tổng diện tích của khu tưới (ha); $\omega_k = \sum \omega_i$

Để biểu diễn chế độ tưới cho một vụ canh tác, một năm người ta dùng giản đồ hệ số tưới. Giản đồ hệ số tưới được vẽ với trục tung biểu diễn giá trị hệ số tưới, trục hoành biểu diễn thời gian sinh trưởng của cây trồng, thời gian tưới, ngày tưới chính của mỗi đợt tưới, diện tích giản đồ chính là mức tưới của mỗi đợt tưới (Hình 3.3 và Hình 3.4).

b. Phương pháp lập giản đồ hệ số tưới của khu tưới:

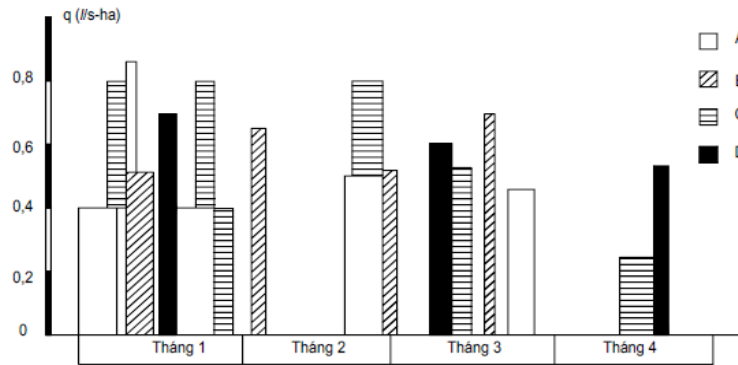
Trình tự lập được giản đồ hệ số tưới cho khu tưới như sau:

- Tính tỷ lệ diện tích của từng loại cây trồng trong khu tưới.
- Căn cứ vào kết quả tính chế độ tưới của từng loại cây trồng để lập bảng tính hệ số tưới cho các loại cây trồng và hệ số tưới của khu tưới, mẫu bảng tính như bảng 3.12.

Bảng 3.12. Bảng tính hệ số tưới của khu trồng trọt

Loại cây trồng	Tỷ lệ diện tích	Thứ tự lần tưới	Mức tưới (mm)	Thời gian tưới			Số ngày tưới (Ngày)	Hệ số tưới q_i (l/s-ha)	$\alpha_i q_i$ (l/s-ha)
				Từ ngày	Đến ngày	Ngày tưới chính			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	α_A	1	m_{A1}					q_{A1}	$\alpha_A q_{A1}$
		2	m_{A2}					q_{A2}	$\alpha_A q_{A2}$
B	α_B	1	m_{B1}					q_{B1}	$\alpha_B q_{B1}$
		2	m_{B2}					q_{B2}	$\alpha_B q_{B1}$
C	α_C	1	m_{C1}					q_{C1}	$\alpha_B q_{C1}$
		2	m_{C2}					q_{C2}	$\alpha_B q_{C1}$
D	α_D	1	m_{D1}					q_{D1}	$\alpha_B q_{D1}$
		2	m_{D2}					q_{D2}	$\alpha_B q_{D1}$

- Vẽ giản đồ hệ số tưới sơ bộ cho khu tưới: Dem kết quả tính toán tại bảng 3.12 vẽ giản đồ hệ số tưới sơ bộ như hình 3.3.



Hình 3.3. Biến động hệ số tưới sơ bộ của khu tưới [20]

Từ hình 3.3, có thể nhận xét như sau:

+ Trị số q_k biến đổi nhanh, liên tục, chênh lệch giữa q_{kmax} và q_{kmin} quá lớn, nếu điều tiết nước trên kênh và công trình theo biểu đồ này thì biến động lưu lượng và mực nước trên công trình quá nhanh về thời gian, lớn về trị số, không đảm bảo an toàn cho công trình.

+ Thời gian nghỉ tưới giữa các lần tưới không đều, có thời đoạn quá ngắn, có thời đoạn quá dài nên khó lập được kế hoạch tu sửa, bảo dưỡng kênh và công trình.

Do đó cần phải hiệu chỉnh lại biểu đồ hệ số tưới để khắc phục các nhược điểm trên.

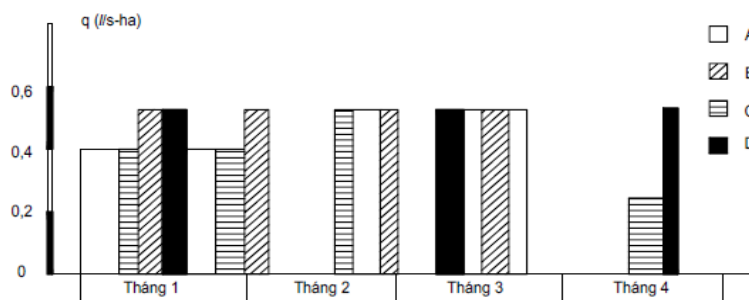
- Hiệu chỉnh biến động hệ số tưới: Hiệu chỉnh biểu đồ hệ số tưới sơ bộ bằng cách: Dịch chuyển ngày tưới chính, tăng giảm thời gian tưới của từng đợt tưới sao cho thỏa mãn các điều kiện sau:

+ Trị số q_k giữa các lần tưới biến đổi không lớn, $q_{kmin} \geq 0,4 q_{kmax}$.

+ Việc dịch chuyển ngày tưới chính, tăng giảm thời gian tưới phải phù hợp với yêu cầu tưới của từng loại cây trồng, không để xảy ra hiện tượng thiếu nước hoặc thừa nước vượt quá giới hạn chịu đựng của cây trồng.

+ Thời gian nghỉ tưới giữa các lần tưới phải đủ dài để có thời gian tu sửa và bảo dưỡng kênh mương và công trình, thông thường thời gian nghỉ tưới đối với lúa trong thời kỳ tưới dưỡng trong khoảng (3÷7) ngày.

Biểu đồ hệ số tưới đã hiệu chỉnh như Hình 3.4.



Hình 3.4. Biểu đồ hệ số tưới của khu tưới [20]

c. Hệ số tưới thiết kế:

Hệ số tưới thiết kế được dùng để tính lưu lượng thiết kế cho công trình lấy nước, công trình dẫn nước và phân phối nước tưới. Hệ số tưới thiết kế là một chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật dùng trong qui hoạch thiết kế các công trình trong hệ thống tưới. Nếu hệ số tưới lớn thì qui mô công trình lớn, đáp ứng nhanh các nhu cầu tưới nhưng chi phí đầu tư xây dựng lớn. Ngược lại nếu hệ số tưới nhỏ, qui mô công trình nhỏ, vốn đầu tư thấp nhưng không thỏa mãn kịp thời nhu cầu tưới.

Hệ số tưới thiết kế được chọn trên biểu đồ hệ số tưới của chế độ tưới thiết kế. Hệ số tưới thiết kế được chọn là hệ số tưới lớn nhất và thời gian tưới (t) ứng với nó phải $t \geq 20$ ngày, nếu trị số

lớn nhất không thoả mãn điều kiện về thời gian thì chọn trị số lớn thứ hai trong giản đồ hệ số tưới thiết kế.

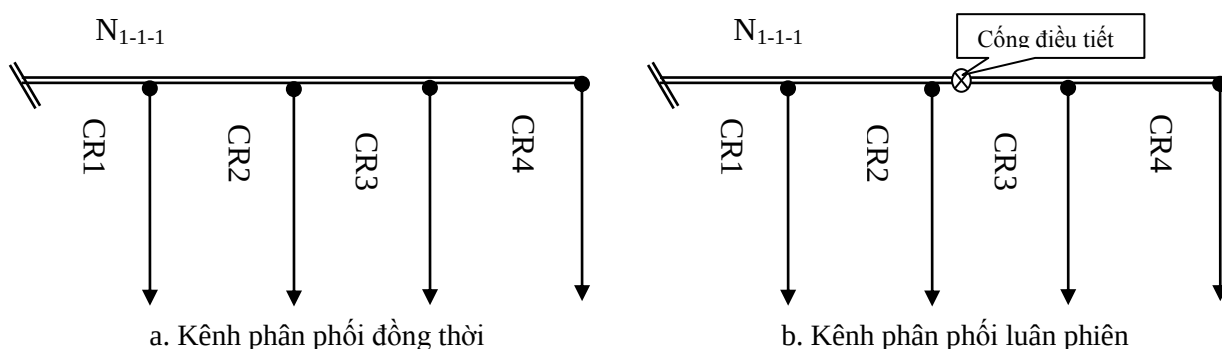
3.1.5. Xác định lưu lượng yêu cầu tưới tại mặt ruộng

1. Các hình thức phân phối nước.

Trong các hệ thống tưới thường sử dụng hai hình thức phân phối nước là:

- **Hình thức phân phối nước đồng thời:** Là hình thức phân phối nước mà trong suốt thời gian nhận nước của mình, kênh cấp trên phân phối nước vào tất cả các kênh cấp dưới trực tiếp với nó (hình 3.5a). Hình thức phân phối nước đồng thời đáp ứng kịp thời nhu cầu dùng nước của cây trồng nhưng chiều dài làm việc của kênh mương lớn, tổn thất nước tưới cao, lưu lượng và mực nước trong kênh nhỏ, khó tưới.

Trong hình 3.5a: Kênh N_{1-1-1} phân phối nước vào 4 kênh chân rết, thời gian nhận nước của các cấp kênh bằng nhau ($T_{N_{1-1-1}} = T_{CR}$).



Hình 3.5. Các hình thức phân phối nước trên kênh

- **Hình thức phân phối nước luân phiên:** (Hình 3.5b) Là hình thức phân phối nước mà trong suốt thời gian nhận nước của mình, kênh cấp trên lần lượt phân phối nước vào từng kênh (hoặc nhóm kênh) cấp dưới trực tiếp với nó, đến khi hết thời gian nhận nước thì kênh cấp trên cũng phân phối đủ nước cho các kênh cấp dưới. Hình thức phân phối nước luân phiên có tổng chiều dài làm việc của kênh ngắn, tổn thất nước nhỏ; lưu lượng và mực nước trong kênh lớn, dễ tưới nhưng chậm đáp ứng yêu cầu dùng nước của cây trồng.

Trong hình 3.5b: Kênh N_{1-1-1} lần lượt phân phối nước cho 2 nhóm kênh, Đợt 1 kênh phân phối nước cho các kênh $CR3, CR4$, đợt 2 kênh phân phối nước cho các kênh $CR1, CR2$. Thời gian nhận nước $T_{N_{1-1-1}} = T_{CR1,2} + T_{CR3,4}$.

Hình thức phân phối nước được chọn tùy theo yêu cầu tưới, điều kiện nguồn nước, kế hoạch canh tác. Trong trường hợp nguồn nước đủ đáp ứng yêu cầu sử dụng, người ta thường phân phối nước đồng thời cho các kênh cấp nhánh cấp II (hoặc cấp III), các kênh này phân phối nước luân phiên cho các kênh cấp dưới. Trường hợp thiếu nước, tùy theo mức độ thiếu nước mà có thể phải thực hiện phân phối nước luân phiên cho các kênh cấp II hoặc cấp I.

2. Lưu lượng yêu cầu tại mặt ruộng:

a. Trường hợp phân phối nước đồng thời

Đối với các kênh nhận nước đồng thời, lưu lượng yêu cầu tại mặt ruộng (lưu lượng thực cần) trong từng đợt tưới được tính theo công thức sau:

$$Q_{TC} = q \cdot \omega \quad (l/s) \quad (3.32)$$

Trong đó:

- q : hệ số tưới của đợt tưới ($l/s-ha$).
- ω : diện tích tưới của kênh (ha).

Ví dụ 1: Cho sơ đồ kênh tưới cho lúa như hình 3.5a; diện tích tưới của các kênh như bảng 3.13; kênh N_{1-1-1} phân phối nước đồng thời cho các kênh cấp dưới. Tính lưu lượng thực cần của các kênh, biết hệ số tưới của đợt tưới là $q = 1,0$ (l/s-ha).

Kết quả tính Q_{TC} được thống kê trong bảng 3.13.

Bảng 3.13. Bảng tính Q_{TC} của các kênh trong hình 3.5a

Tên kênh	N_{1-1-1}	CR1	CR2	CR3	CR4
Diện tích tưới ω (ha)	50	10	15	12	13
Hệ số tưới q (l/s-ha)	1,0				
Lưu lượng thực cần Q_{TC} (l/s)	50	10	15	12	13

b. Trường hợp phân phối nước luân phiên:

Đối với các kênh nhận nước luân phiên, lưu lượng yêu cầu tại mặt ruộng (lưu lượng thực cần) trong từng đợt tưới được tính theo trình tự sau:

Bước 1: Tính Q_{TC} của kênh cấp cuối cùng nhận nước đồng thời theo công thức (3.32).

$$Q_{TC}^J = q \cdot \omega \quad (l/s)$$

Trong đó:

- Q_{TC}^J : lưu lượng thực cần của kênh cấp cuối cùng nhận nước đồng thời (l/s).
- q : hệ số tưới của đợt tưới (l/s).
- ω : diện tích tưới của kênh cấp cuối cùng nhận nước đồng thời (ha).

Bước 2: Tính Q_{TC} của từng kênh trong mỗi nhóm nhận nước luân phiên theo công thức sau:

$$Q_{TCi}^{J-1} = Q_{TC}^J \frac{\omega_i}{\Sigma \omega_i} \quad (l/s) \quad (3.33)$$

Trong đó:

- Q_{TCi}^{J-1} : lưu lượng thực cần của kênh thứ i trong nhóm nhận nước luân phiên (l/s).
- ω_i : diện tích tưới của kênh thứ i trong nhóm nhận nước luân phiên (ha).
- $\Sigma \omega_i$: tổng diện tích tưới của các kênh trong cùng một nhóm kênh nhận nước luân phiên (ha).

Ví dụ 2: Cho sơ đồ kênh tưới cho lúa như hình 3.5b; diện tích tưới của các kênh như bảng 3.14; kênh N_{1-1-1} phân phối nước luân phiên cho 2 nhóm kênh, nhóm 1 gồm CR1 và CR2, nhóm 2 gồm CR3 và CR4. Tính lưu lượng thực cần của các kênh, biết hệ số tưới của đợt tưới là $q = 1,0$ (l/s-ha). Kết quả tính Q_{TC} được thống kê trong bảng 3.14.

Bảng 3.14. Bảng tính Q_{TC} của các kênh trong hình 3.5b

Tên kênh	N_{1-1-1}	CR1	CR2	CR3	CR4
Diện tích tưới ω (ha)	50	10	15	12	13
Hệ số tưới q (l/s-ha)	1,0				
Lưu lượng thực cần Q_{TC} (l/s)	50	20	30	24	26

3.1.6. Xác định lưu lượng yêu cầu tại đầu hệ thống tưới

1. Tổn thất nước trên kênh tưới và phương pháp xác định

a. Khái niệm:

Trong quá trình dẫn nước trên hệ thống dẫn nước (nói chung) và kênh tưới (nói riêng) luôn luôn xảy ra hiện tượng tổn thất nước. Hiện tượng tổn thất nước do các nguyên nhân sau:

- Do nước bị thấm qua đáy kênh và mái kênh: Lượng nước thấm phụ thuộc vào vật liệu làm kênh, tính thấm nước của đất nơi tuyến kênh đi qua, độ sâu mực nước ngầm và các yếu tố thủy lực của kênh. Đối với kênh đất, lượng nước thấm chiếm tỷ lệ lớn trong tổng lượng nước tổn thất, do đó phải tính toán xác định nó trong thiết kế kênh và quản lý vận hành kênh.

- Do nước bị rò rỉ qua các khớp nối của công trình dẫn nước, tràn qua bờ kênh hoặc rò rỉ qua các khe nứt, hang hốc động vật dọc tuyến kênh. Lượng nước tổn thất này có thể khắc phục bằng các biện pháp công trình và biện pháp quản lý do đó không cần xét đến trong tính toán thiết kế kênh tưới.

- Lượng nước tổn thất do bốc hơi mặt nước dọc kênh: Lượng nước này chiếm khoảng (3÷5)% tổng lượng nước tổn thất do đó có thể bỏ qua, không xét đến trong tính toán lưu lượng kênh.

Lượng nước tổn thất trong hệ thống dẫn nước gây ra các tác hại như:

- Thiếu nước tưới, nếu muốn đảm bảo đủ nước tưới thì phải tăng qui mô công trình dẫn nước, tăng vốn đầu tư và giảm hiệu quả dùng nước.

- Lượng nước tổn thất làm dâng cao mực nước ngầm, ngập úng các vùng đất thấp gián tiếp làm suy thoái đất canh tác tại các vùng đất thấp trũng.

- Làm tăng chi phí quản lý vận hành các hệ thống công trình thủy lợi, tăng giá thành tưới tiêu.

b. Phương pháp biểu thị và xác định tổn thất nước trên kênh tưới do thấm:

Lượng nước thấm trên kênh tưới được biểu thị và xác định bằng các thông số sau:

*** Trường hợp thấm tự do:**

Thấm tự do là trường hợp lượng nước thấm trong kênh không làm dâng cao mực nước ngầm, do đó lưu lượng thấm không giảm trong quá trình thấm.

Đối với các kênh đất, lượng nước thấm tự do được tính theo các công thức sau:

- Công thức lý luận của Côtchiacôp:

$$S = 0,0116K(b + 2\gamma h\sqrt{1+m^2}); \quad (m^3/s-km) \quad (3.34)$$

Trong đó:

+ S: lưu lượng thấm đơn vị ($m^3/s-km$).

+ K: hệ số thấm ổn định (m/ngày).

+ b: chiều rộng đáy kênh (m).

+ h: chiều sâu nước kênh (m).

+ m: hệ số mái kênh.

+ γ : hệ số thấm ngang: $\gamma = (1,1 \div 1,4)$

- Lượng tổn thất tương đối (δ):
$$\delta = \frac{S}{Q_C} 100 \quad (\%) \quad (3.35)$$

Với: Q_C : lưu lượng tại cuối đoạn kênh (m^3/s)

- Công thức kinh nghiệm của Côtchiacôp:

$$S = 10AQ_C^{1-m} \quad (l/s-km) \quad (3.36)$$

Trong đó:

+ S: lưu lượng thấm đơn vị ($l/s-km$).

+ Q_C : lưu lượng cuối kênh (m^3/s).

+ A; m: chỉ số thấm của đất phụ thuộc vào tính thấm nước của đất đắp kênh, xác định bằng thực nghiệm, trong tính toán có thể tra bảng 3.15.

Bảng 3.15. Chỉ số thấm của một số loại đất (Nguồn: TCVN 4118-85).

Loại đất	Tính thấm nước	A	m
Đất sét và đất sét nặng	Thấm rất ít	0,70	0,30
Đất thịt pha sét nặng	Thấm ít	1,30	0,35
Đất thịt pha sét vừa	Thấm vừa	1,90	0,40
Đất thịt pha sét nhẹ	Thấm nhiều	2,65	0,45

Đất thịt pha cát	Thấm rất nhiều	3,40	0,50
------------------	----------------	------	------

- Công thức của Paplôpxki:

$$S = 0,0116K(B + 2h) \quad (\text{m}^3/\text{s-km}) \quad (3.37)$$

Trong đó:

+ S: lưu lượng thấm đơn vị ($\text{m}^3/\text{s-km}$).

+ K: hệ số thấm ổn định (m/ngày).

+ B: chiều rộng mặt nước kênh (m).

+ h: chiều sâu nước kênh (m).

- Công thức kinh nghiệm của Ghiieckan:

$$S = 0,063K\sqrt{Q_C} \quad (\text{m}^3/\text{s-km}) \quad (3.38)$$

Trong đó:

+ S: lưu lượng thấm đơn vị ($\text{m}^3/\text{s-km}$).

+ K: hệ số thấm ổn định (m/ngày).

+ Q_C : lưu lượng cuối kênh (m).

*** Trường hợp thấm bị ú:**

Thấm bị ú là hiện tượng quá trình thấm trên kênh làm dâng cao làm dâng cao mực nước ngầm tại vùng tuyến kênh đi qua, khi đó chênh lệch giữa mực nước kênh với mực nước ngầm giảm do đó lượng nước thấm trên kênh cũng giảm theo. Lưu lượng thấm đơn vị trong trường hợp thấm bị ú (S') được tính như sau:

$$S' = \gamma S \quad (3.39)$$

Trong đó:

- S: lưu lượng thấm đơn vị trong trường hợp thấm tự do.

- γ : hệ số giảm lưu lượng do thấm bị ú, phụ thuộc vào độ sâu mực nước ngầm và lưu lượng kênh, tra bảng 3.16.

Bảng 3.16. Hệ số giảm lưu lượng trong trường hợp thấm bị ú

Lưu lượng Q (m^3/s)	Chiều sâu mực nước ngầm (m)							
	1	3	5	7,5	10	15	20	25
0,3	0,82							
1,0	0,63	0,79						
3,0	0,50	0,63	0,82					
10,0	0,41	0,50	0,65	0,79	0,91			
20,0	0,36	0,45	0,57	0,71	0,82			
30,0	0,35	0,42	0,54	0,66	0,77	0,94		
50,0	0,32	0,37	0,49	0,60	0,64	0,84	0,97	

c. Hệ số sử dụng nước của kênh mương:

*** Các loại hệ số sử dụng nước của kênh mương:**

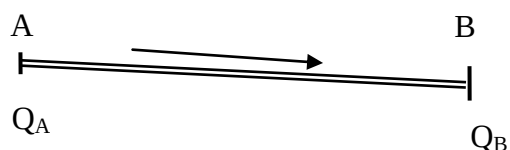
- Hệ số sử dụng nước của đoạn kênh không có cửa phân nước:

$$\eta_d = \frac{Q_B}{Q_A} \quad (3.40)$$

+ Q_A : lưu lượng đầu đoạn kênh.

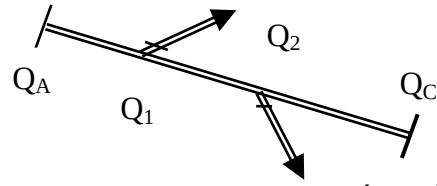
+ Q_B : lưu lượng cuối đoạn kênh

- Hệ số sử dụng nước của đường kênh có nhiều cửa phân nước:



$$\eta_{dg} = \frac{Q_C + \sum Q_i}{Q_A} \quad (3.41)$$

- + Q_C : lưu lượng cuối kênh
- + Q_i : lưu lượng chia vào các kênh nhánh.
- + Q_A : lưu lượng đầu đường kênh.



- Hệ số sử dụng nước của hệ thống kênh: Hệ số sử dụng nước của một hệ thống gồm nhiều cấp kênh được tính theo công thức sau:

$$\eta_{ht} = \frac{Q_{TC}}{Q_D} \quad (3.42)$$

- + η_{ht} : hệ số sử dụng nước của hệ thống kênh.
- + Q_{TC} : lưu lượng thực cần của hệ thống kênh.
- + Q_D : lưu lượng lấy vào đầu hệ thống kênh.

*** Tính hệ số sử dụng nước của kênh khi lưu lượng trên kênh thay đổi:**

- Khi lưu lượng cuối kênh thay đổi:

$$\eta_\alpha = \frac{\alpha^m}{\frac{1}{\eta} + \alpha^m - 1} \quad (3.43)$$

Trong đó:

- + η_α : hệ số sử dụng nước của kênh khi lưu lượng cuối kênh đã thay đổi ($Q_{C\alpha}$).
- + α : tỷ số giữa lưu lượng cuối kênh đã thay đổi ($Q_{C\alpha}$) với lưu lượng cuối kênh khi chưa thay

đổi (Q_C): $\alpha = \frac{Q_{C\alpha}}{Q_C}$

- + η : hệ số sử dụng nước của kênh ứng với lưu lượng cuối kênh chưa thay đổi (Q_C).

- Khi lưu lượng đầu kênh thay đổi:

$$\eta_\alpha = \frac{\eta + \alpha^m - 1}{\alpha^m} \quad (3.44)$$

Trong đó:

- + η_α : hệ số sử dụng nước của kênh khi lưu lượng đầu kênh đã thay đổi ($Q_{D\alpha}$).
- + α : tỷ số giữa lưu lượng đầu kênh đã thay đổi ($Q_{D\alpha}$) với lưu lượng cuối kênh khi chưa thay

đổi (Q_D): $\alpha = \frac{Q_{D\alpha}}{Q_D}$

- + η : hệ số sử dụng nước của kênh ứng với lưu lượng đầu kênh chưa thay đổi (Q_D).

2. Xác định lưu lượng yêu cầu tại đầu hệ thống tưới.

a. Tính lưu lượng đầu đoạn kênh không có cửa phân nước:

Đối với đoạn kênh không có cửa phân nước (kênh dẫn) lưu lượng đầu kênh được tính theo một trong 2 cách sau:

- Tính theo lưu lượng tổn thất đơn vị S:

$$Q_D = Q_C + Q_{tt} = Q_C + \gamma SL \quad (3.45)$$

Trong đó:

- + Q_D : lưu lượng đầu đoạn kênh (l/s; m³/s).
- + Q_C : lưu lượng cuối đoạn kênh (l/s; m³/s).

- + Q_{tt} : lưu lượng tổn thất dọc theo chiều dài đoạn kênh (l/s; m³/s).
- + S : lưu lượng tổn thất đơn vị dọc đoạn kênh.
- + L : chiều dài đoạn kênh (Km).
- + γ : hệ số điều chỉnh do thấm bị ứ.

- Tính theo hệ số sử dụng nước của đoạn kênh: $Q_D = \frac{Q_C}{\eta_d}$

- + Q_D : lưu lượng đầu đoạn kênh (l/s; m³/s).
- + Q_C : lưu lượng cuối đoạn kênh (l/s; m³/s).
- + η_d : hệ số sử dụng nước của đoạn kênh.

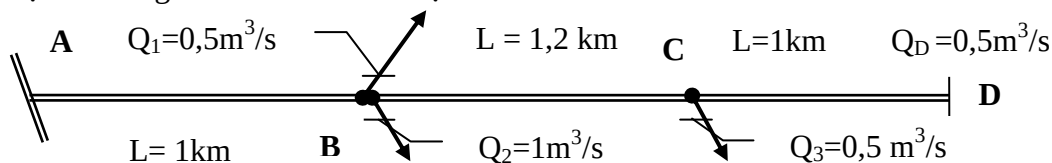
b. Tính lưu lượng đầu tuyến kênh có nhiều cửa phân nước:

Đối với các tuyến kênh có cửa phân nước, lưu lượng đầu kênh được tính theo một trong 2 cách sau:

- Tính theo lưu lượng tổn thất đơn vị S : Trình tự tính toán như sau:
- + Chia tuyến kênh thành các đoạn kênh không có cửa phân nước.
- + Ứng dụng công thức (3.46) để tính lưu lượng đầu các đoạn kênh theo thứ tự từ cuối kênh về đầu kênh.

Để tránh nhầm lẫn, ta có thể lập bảng tính như ví dụ sau:

Ví dụ 3: Tính lưu lượng đầu kênh của tuyến kênh có sơ đồ như hình vẽ, biết đất có tính thấm rất nhiều, mực nước ngầm sâu 3m so với mực nước kênh.



Giải:

- + Chia kênh thành 3 đoạn (AB; BC; CD) để tính lưu lượng
- + Lưu lượng đầu mỗi đoạn kênh được tính theo công thức (3.45) và $S = 10AQ_C^{1-m}$ với các trị số $A = 3,4$; $m=0,5$ (Tra bảng 3.15); γ tra bảng 3.16.

+ Kết quả tính toán được thống kê theo bảng sau:

TT	Mặt cắt	Đoạn kênh	L (km)	ΣQ_i (l/s)	Q_C (l/s-km)	S (l/s-km)	γ	Q_D (l/s)
	D			500,0				
1		CD	1,0		500,0	24,0	0,85	520,4
	C			500,0				
2		BC	1,2		1020,4	34,0	0,79	1052,6
	B			1500,0				
3		AB	1.0		2552,6	54,3	0,71	2591,2

- Tính theo hệ số sử dụng nước của đường kênh:

$$Q_D = \frac{Q_C + \Sigma Q_i}{\eta_{dg}}$$

c. Tính lưu lượng đầu hệ thống kênh:

Khi tính toán lưu lượng đầu hệ thống kênh, thường gặp 2 trường hợp sau:

* **Trường hợp đã biết hệ số sử dụng nước của hệ thống kênh:**

$$Q_D = \frac{Q_{TC}}{\eta_{ht}}$$

Trong đó:

- Q_{TC} : lưu lượng thực cần của hệ thống kênh: $Q_{TC} = q \cdot \omega$.
- η_{ht} : hệ số sử dụng nước của hệ thống kênh, đối với các kênh nhỏ có thể chọn hệ số η_{ht} theo hướng dẫn trong "Hệ thống kênh tưới - Tiêu chuẩn thiết kế; TCVN 4118-85".

*** Trường hợp chưa biết hệ số sử dụng nước của hệ thống kênh:**

Trong trường hợp này, trình tự tính toán như sau:

Bước 1: Chọn kênh điển hình: Mỗi cấp kênh, chọn một đường kênh điển hình là kênh có diện tích tưới, chiều dài kênh và tính thấm nước ở mức trung bình so với các kênh cùng cấp.

Bước 2: Chia đường kênh điển hình thành các đoạn kênh không có cửa phân nước, tính lưu lượng đầu kênh điển hình theo lưu lượng thấm đơn vị (S).

Bước 3: Tính hệ số sử dụng nước của hệ thống kênh điển hình theo công thức:

$$\eta_{ht} = \frac{Q_{TC}}{Q_D}$$

Bước 4: Tính lưu lượng đầu kênh của các kênh cùng cấp với kênh điển hình theo công thức:

$$Q_D = \frac{Q_{TC}}{\eta_\alpha} ; \text{ với } \eta_\alpha = \frac{\alpha^m}{\frac{1}{\eta} + \alpha^m - 1} \quad \text{và} \quad \alpha = \frac{Q_{TCi}}{Q_{TC-dh}}$$

+ Q_{TCi} : lưu lượng thực cần của kênh đang tính.

+ Q_{TC-dh} : lưu lượng thực cần của kênh điển hình.

Lần lượt tính lưu lượng đầu kênh của các kênh từ kênh cấp cuối cùng đến kênh đầu hệ thống kênh theo trình tự nêu trên.

d. Biểu đồ lưu lượng yêu cầu tại đầu hệ thống kênh ($Q_{yc} - t$):

*** Khái niệm:**

Biểu đồ lưu lượng yêu cầu đầu kênh là đồ thị biểu diễn sự biến đổi của lưu lượng yêu cầu tại đầu các kênh trong một vụ tưới hoặc 1 năm. Biểu đồ lưu lượng yêu cầu đầu kênh được sử dụng cho các mục đích sau:

- Trong qui hoạch và thiết kế các hệ thống tưới:
- + Dùng để tính toán phối hợp nguồn nước, xác định khả năng lấy nước của công trình đầu mỗi lấy nước, phục vụ công tác thiết kế công trình.
- + Dùng để tính toán điều tiết hồ chứa nước, phục vụ thiết kế các hạng mục công trình đầu mỗi hồ chứa nước.
- Trong quản lý vận hành hệ thống tưới: Dùng để lập kế hoạch lấy nước vào hệ thống tưới và phân phối nước vào các cấp kênh trong hệ thống.

*** Phương pháp tính toán:**

Trình tự lập biểu đồ lưu lượng yêu cầu đầu kênh như sau:

Bước 1: Chọn hệ số tưới điển hình: Thường chọn hệ số tưới có trị số lớn nhất trong giản đồ hệ số tưới.

Bước 2: Tính toán lưu lượng yêu cầu đầu kênh và hệ số sử dụng nước của hệ thống kênh ứng với hệ số tưới điển hình.

Bước 3: Tính lưu lượng yêu cầu đầu kênh của các đợt tưới khác theo các công thức sau:

$$Q_D = \frac{Q_{TC}}{\eta_\alpha} ; \text{ với } \eta_\alpha = \frac{\alpha^m}{\frac{1}{\eta} + \alpha^m - 1} \quad \text{và} \quad \alpha = \frac{Q_{TCi}}{Q_{TC-dh}}$$

+ Q_{TCi} : lưu lượng thực cần của đợt tưới đang tính.

+ Q_{TC-dh} : lưu lượng thực cần của đợt tưới điển hình.

Bước 4: Dựa vào kết quả tính toán trên để vẽ biểu đồ lưu lượng yêu cầu đầu kênh. Biểu đồ lưu lượng yêu cầu đầu kênh (Q_{yc-t}) thường đồng dạng với giản đồ hệ số tưới.

e. Các loại lưu lượng dùng để thiết kế kênh:

Theo TCVN 4118-85, có 3 loại lưu lượng dùng để thiết kế kênh:

- Lưu lượng thiết kế (Q_{TK}): Là lưu lượng đầu các đoạn kênh tính ứng với hệ số tưới thiết kế (q_{TK}). Lưu lượng thiết kế dùng để tính toán lựa chọn qui mô, kích thước cơ bản của công trình lấy nước và dẫn nước tưới.

- Lưu lượng nhỏ nhất (Q_{min}): Là lưu lượng đầu các đoạn kênh tính ứng với hệ số tưới nhỏ nhất (q_{min} ; thường chọn $q_{min} = 0,4 q_{tk}$). Q_{min} được dùng để kiểm tra bồi lắng trong công trình dẫn nước và kiểm tra khả năng tưới tự chảy của các tuyến kênh trong hệ thống tưới.

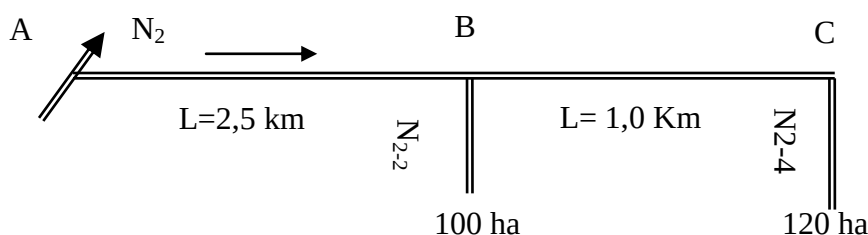
- Lưu lượng gia cường (Q_{gc}): Lưu lượng gia cường được dùng để kiểm tra xói lở lòng kênh, xác định cao độ bờ kênh. Lưu lượng gia cường được chọn như sau:

$$Q_{gc} = K \cdot Q_{TK} \quad (3.46)$$

Hệ số K được chọn theo qui định tại TCVN 4118-85 như sau:

Khi $Q_{TK} < 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ thì $K = 1,20 \div 1,30$
 $Q_{TK} = (1,0 \div 10) \text{ m}^3/\text{s}$ thì $K = 1,15 \div 1,20$
 $Q_{TK} > 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ thì $K = 1,10 \div 1,15$.

Ví dụ 4: Cho sơ đồ hệ thống kênh như hình vẽ. Hệ thống kênh phân phối nước đồng thời trên tất cả các cấp kênh. Đất dọc các tuyến kênh có tính thấm rất nhiều ($A=3,4$; $m = 0,5$), mực nước ngầm nằm sâu dễ thoát. Chế độ tưới của hệ thống như bảng 1.



- Diện tích tưới của các kênh như sau: $\omega_{N2-2} = 100 \text{ ha}$, $\omega_{N2-4} = 120 \text{ ha}$.

- Ứng với hệ số tưới lớn nhất có hệ số lợi dụng nước của kênh N_{2-2} là $\eta_{N2-3} = 0,85$.

Bảng 1: Hệ số tưới của kênh N_2

Đợt tưới		1	2	3	4
Thời gian tưới	Từ ngày	06 tháng 5	21 tháng 5	12 tháng 6	22 tháng 7
	Đến ngày	20 tháng 5	06 tháng 6	15 tháng 7	05 tháng 8
	Số ngày	15	16	35	15
Hệ số tưới q (l/s-ha)		1,0	0,9	1,4	0,6

Yêu cầu:

- Tính lưu lượng yêu cầu đầu kênh N_2 ứng với các đợt tưới

- Chọn hệ số tưới thiết kế và xác định các loại lưu lượng thiết kế tại mặt cắt đầu kênh N_2

Bài làm:

1. Chọn đợt tưới điển hình, kênh điển hình: Đợt 3 có $q_3 = 1,4$ (l/s-ha); Kênh N_{2-2}

2. Tính lưu lượng đầu kênh ứng với q_3 :

- Kênh N_{2-2} : $Q_{D,N2-2} = \frac{q_3 \omega_{N2-2}}{\eta_{ht,n2-2}} = \frac{1,4 \cdot 120}{0,85} = 197,65$ (l/s).

$$\text{- Kênh } N_{2-1}: Q_{D,N2-1} = \frac{Q_{TC,N2-1}}{\eta_\alpha} = \frac{1,4.100}{0,838} = 167,06 \quad (\text{l/s})$$

$$\text{Với: } \alpha = \frac{100}{120} = 0,833 \Leftrightarrow \eta_\alpha = \frac{0,833^{0,5}}{\frac{1}{0,85} + 0,833^{0,5} - 1} = 0,838.$$

- Kênh N_2 : Chia kênh N_2 thành 2 đoạn (AB; BC): $Q_D = Q_C + \gamma SL$

$$\text{+ Đoạn BC: } S = 10,3, 4,0, 1976^{1-0,5} = 15,11 \quad (\text{l/s-km}).$$

$$Q_D = 197,65 + 1.15,11.1 = 212,76 \quad (\text{l/s}).$$

$$\text{+ Đoạn AB: } S = 10,3, 4, (0,2128 + 0,167)^{1-0,5} = 20,95 \quad (\text{l/s-km}).$$

$$Q_A = (212,76 + 167,06) + 1.20,95.2,5 = 432,17 \quad (\text{l/s}).$$

- Hệ số sử dụng nước của kênh N_2 ứng với q_3

$$\eta_{ht,N2} = \frac{Q_{TC}}{Q_D} = \frac{1,4.(100+120)}{432,17} = 0,723.$$

3. Tính lưu lượng yêu cầu đầu kênh N_2 ứng với các đợt tưới khác:

Áp dụng các công thức:

$$Q_D = \frac{Q_{TC}}{\eta_\alpha}; \quad \text{với } \eta_\alpha = \frac{\alpha^m}{\frac{1}{\eta} + \alpha^m - 1} \quad \text{và } \alpha = \frac{Q_{TCi}}{Q_{TC-Dh}}$$

Lập bảng tính như sau:

Bảng tính lưu lượng đầu kênh N_2 ứng với các đợt tưới

Đợt tưới	Thời gian tưới			q_i (l/s-ha)	Q_{TC} (l/s)	α	η	η_α	Q_D (l/s)
	Từ ngày	Đến ngày	Số ngày						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
3	12/6	15/7	35	1.4	308		0.723		423.17
1	06/5	20/5	15	1.0	220	0.714	0.723	0.688	319.73
2	21/5	06/6	16	0.9	198	0.643	0.723	0.677	292.61
4	22/7	05/8	15	0.6	176	0.571	0.723	0.663	265.20

4. Vẽ biểu đồ lưu lượng yêu cầu tại đầu kênh N_2

Đem kết quả tính tại bảng trên vẽ đồ thị ta được biểu đồ (Q_{yc} -t) tại đầu kênh N_2

5. Chọn hệ số tưới thiết kế, tính lưu lượng thiết kế cho mặt cắt đầu kênh N_2

- Chọn $q_{TK} = 1,4$ (l/s-ha); $Q_{TK} = 423,17$ (l/s).

- Chọn $q_{min} = 0,6$ (l/s-ha); $Q_{min} = 265,20$ (l/s);

- $Q_{gc} = 1,3. 423,17 = 550$ (l/s).

3.2. NGUYÊN LÝ TIÊU, THOÁT NƯỚC

3.2.1. Nhu cầu tiêu thoát nước và phương châm tiêu thoát nước

1. Nhu cầu tiêu thoát nước cho cây trồng

*** Nhu cầu tiêu thoát nước cho lúa:**

Lúa là loại cây trồng chịu nước, tuy nhiên khi mực nước trong ruộng vượt quá một giới hạn nào đó (giới hạn đó gọi là khả năng chịu ngập của lúa) thì sẽ ảnh hưởng đến khả năng quang hợp và hô hấp và làm suy giảm năng suất, nếu bị ngập sâu nhiều ngày lúa có thể bị chết. Vì vậy, khi mưa lớn phải tiêu thoát nước cho lúa để độ sâu nước ruộng không vượt quá độ sâu chịu ngập cho

phép của lúa. Khả năng chịu ngập của lúa phụ thuộc vào giống lúa, độ cao cây và thời gian ngập nước, độ sâu ngập nước cho phép $[H_{\text{ngập}}]$ của lúa có thể tham khảo bảng 3.17.

Bảng 3.17. Khả năng chịu ngập theo chiều cao cây lúa ^[20]

Tháng	Chiều cao cây (mm)	1 ngày	2 ngày	3 ngày	4 ngày	5 ngày	6 ngày	7 ngày	8 ngày
7	300	246	186	159	144	132	114	105	93
8	350	287	217	186	168	154	133	122	108
9	450	369	279	238	216	198	171	158	140

*** Nhu cầu tiêu thoát nước cho cây trồng cạn:**

Cây trồng cạn không có khả năng chịu ngập, một số loại cây trồng cạn khi độ ẩm đất đạt đến độ ẩm tối đa đồng ruộng trong thời gian ngắn thì đã xuất hiện hiện tượng vàng lá, héo do rễ cây không hô hấp được. Vì vậy, khi mưa, phải có biện pháp tiêu thoát nước kịp thời để giữ cho ruộng cây trồng cạn không bị ngập nước.

2. Phương châm tiêu thoát nước

Khi xây dựng các công trình tiêu thoát nước, thường gặp mâu thuẫn giữa chi phí đầu tư xây dựng với yêu cầu tiêu thoát nước. khi mưa lớn, nếu muốn tiêu thoát nhanh theo yêu cầu thoát nước của cây trồng thì chi phí mô công trình rất lớn, chi phí đầu tư xây dựng và quản lý vận hành công trình tăng cao. Ngược lại, nếu giảm qui mô công trình thì không tiêu thoát kịp thời nước mưa theo yêu cầu của cây trồng, năng suất cây trồng giảm, hiệu quả kinh tế trong canh tác nông nghiệp kém. Để giải quyết mâu thuẫn trên cần phải có một phương châm tiêu thoát nước hợp lý để định hướng cho công tác quy hoạch, thiết kế và quản lý vận hành công trình tiêu thoát nước. Qua kiểm nghiệm thực tiễn nhiều năm thì phương châm tiêu thoát nước hợp lý là "*Rải nước, chôn nước và tháo nước có kế hoạch*,"

- **Rải nước:** Rải nước là thực hiện nguyên tắc cao tiêu cao, thấp tiêu thấp, không cho nước tập trung vào vùng trũng, không cho nước chảy tràn từ nơi này sang nơi khác, ngăn ngừa nước ngoại lai tràn vào khu vực canh tác. Để thực hiện được nguyên tắc rải nước, cần phải xây dựng công trình mặt ruộng hoàn chỉnh, xây dựng hệ thống đê bao, kênh tách nước để ngăn nước không chảy tràn vào vùng trũng, phân vùng tiêu hợp lý và hoàn thiện các hệ thống tiêu thoát nước độc lập cho từng vùng.

- **Chôn nước:** Chôn nước là lợi dụng khả năng chịu ngập của lúa, khả năng trữ nước tại kênh mương, ao hồ, các vùng đất trũng không canh tác... để trữ lại một phần lượng mưa khi cường độ mưa lớn để tiêu thoát sau khi lượng mưa giảm, sau trận mưa hoặc để sử dụng trong mùa khô. Chôn nước giúp giảm nhỏ lưu lượng nước tập trung về các công trình tiêu nước, giảm qui mô công trình từ đó giảm vốn đầu tư và chi phí vận hành.

- **Tháo nước có kế hoạch:** Tháo nước có kế hoạch là dựa vào khả năng chịu ngập của lúa, khả năng trữ nước tại từng khu vực, khả năng thoát nước của công trình để lập và thực hiện kế hoạch điều tiết nước trong hệ thống tiêu thoát nước sao cho vừa đáp ứng được yêu cầu thoát nước của từng vùng, vừa giảm nhỏ được lưu lượng tập trung về công trình đầu mối tiêu nước và trữ được một lượng nước thích hợp để sử dụng khi không có mưa.

Ba biện pháp trên có liên quan mật thiết, chúng tác động qua lại lẫn nhau, vì vậy phải thực hiện đồng bộ phương châm tiêu nước cho từng vùng và cả hệ thống.

3.2.2. Tính toán tiêu thoát nước cho đất nông nghiệp

1. Hệ số tiêu.

a. Khái niệm:

Hệ số tiêu là lượng nước cần tiêu thoát tính bình quân cho một đơn vị diện tích đất trong một đơn vị thời gian. Ký hiệu q (l/s-ha)

Hệ số tiêu phụ thuộc vào lượng mưa, loại đất, yêu cầu tiêu thoát nước của cây trồng, các biện pháp thu nhận nước, điều tiết, vận chuyển nước v.v.

Cơ sở lý luận để tính toán xác định hệ số tiêu là phương trình cân bằng nước ruộng. Khi mưa lớn cần tiêu thoát nước, phương trình cân bằng nước ruộng phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$W_i \pm \Delta W_i = P_{oi} - (e_{oi} + k_i + q_{oi}) \leq W_{gh-max} \quad (3.47)$$

Trong đó:

- W_i : lượng nước trong ruộng tại đầu thời đoạn tính toán.
- ΔW_i : lượng nước tăng giảm trong ruộng trong thời đoạn tính toán
- P_{oi} : lượng mưa trong thời đoạn tính toán.
- e_{oi} : lượng nước hao mất ruộng trong thời đoạn tính toán.
- k_i : lượng nước thấm xuống phía dưới tầng đất canh tác trong thời đoạn tính toán.
- q_{oi} : lượng nước tháo khỏi ruộng trong thời đoạn tính toán.
- W_{gh-max} : lượng nước lớn nhất trong ruộng mà không làm suy giảm năng suất cây trồng (Tính ứng với khả năng chịu ngập của cây trồng).

b. Các tài liệu dùng trong tính toán hệ số tiêu:

Các tài liệu dùng trong tính toán hệ số tiêu bao gồm:

- Lượng mưa trong thời đoạn mưa tính toán (thường được tính ứng với tần suất 10%): Thời đoạn mưa tính toán và thời gian tiêu nước phụ thuộc vào loại cây trồng:

+ Đối với lúa và cây trồng chịu nước: Thời đoạn mưa tiêu tính toán là: mưa 3 ngày max ; mưa 5 ngày max ; mưa 7 ngày max , thời gian tiêu nước tính toán $T = t_{mưa} + 2$.

+ Đối với cây trồng cạn: Thời đoạn mưa tiêu tính toán là: mưa 1 ngày max tiêu 1 ngày; một số loại cây trồng có hiệu quả kinh tế cao, yêu cầu tiêu nước khẩn khe có thể tính thời đoạn mưa theo giờ.

- Khả năng chịu ngập của cây trồng.
- Hệ số thấm ổn định: Đối với đất lúa, hệ số thấm ổn định thường lấy $k = 2\text{mm/ngày}$.
- Lượng bốc thoát hơi mặt ruộng (lượng nước hao mất ruộng) e : lấy theo tài liệu tính chế độ tưới.

- Hệ số dòng chảy (α): hệ số dòng chảy phụ thuộc vào loại đất, độ dốc mặt đất, khi tính toán tiêu nước có thể tham khảo bảng 3.19 để chọn.

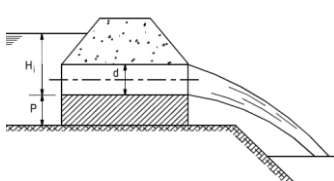
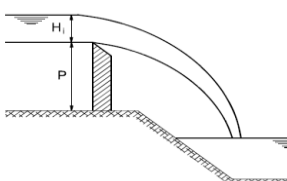
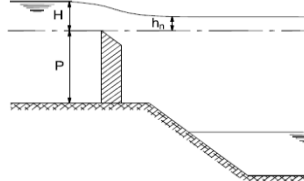
- Hình thức công trình tiêu nước: Đối với ruộng lúa, hình thức công trình tiêu nước có thể là ống tiêu, Đập tràn đỉnh nhọn, Đập tràn thực dụng, Đập tràn đỉnh rộng; dòng chảy qua công trình là chảy tự do hoặc chảy ngập. Sơ đồ trạng thái dòng chảy qua công trình, công thức tính lưu lượng ứng với từng trạng thái chảy được thống kê tại bảng 3.20.

Bảng 3.19. Hệ số dòng chảy (α) của một số loại đất ^[20]

Loại đất sử dụng	Độ dốc mặt đất (độ)	Loại đất		
		Đất thịt pha cát	Đất thịt vừa và thịt pha sét	Đất sét
Rừng đồi	0 ÷ 5	0,10	0,30	0,40
	5 ÷ 10	0,25	0,35	0,50

Đồng cỏ	0 ÷ 5	0,10	0,30	0,40
	5 ÷ 10	0,16	0,36	0,55
Đất trồng trọt	0 ÷ 5	0,30	0,50	0,60
	5 ÷ 10	0,40	0,60	0,70

Bảng 3.20. Hình thức công trình tiêu nước mặt ruộng và công thức tính lưu lượng ^[20]

Loại công trình	Ống tiêu chảy tự do	Tràn chảy tự do	Tràn chảy ngập
Sơ đồ dòng chảy			
q_o (mm/ngày)	$q_o = 1,209 \mu \omega \left(H - \frac{d}{2} \right)^{0,5}$	$q_o = 1,209 m b \bar{H}^{3/2}$	$q_o = 1,209 \sigma_n m b \bar{H}^{3/2}$
Hệ số lưu lượng	Chảy ngập: $q_o = 1,209 \mu \omega Z^{0,5}$ Z: chênh lệch mực nước $\mu = 0,60 \div 0,62$	Tràn thực dụng: $m = 0,45$; Tràn đỉnh nhọn: $m = 0,42$ Tràn đỉnh rộng: $m = 0,35$; Hệ số ngập σ_n (tra bảng)	

c. Hệ số tiêu của đất trồng lúa và cây trồng chịu nước:

Trong trường hợp tính toán tiêu nước cho lúa và cây trồng chịu nước, phương trình cân bằng nước ruộng được viết như sau:

$$\begin{aligned} \pm \Delta H_i &= (P_{oi} + H_{i-1}) - (e_{oi} + k_i + q_{oi}), & \text{Đặt} & \quad h_{oi} = e_{oi} + k_i \\ \pm \Delta H_i &= (P_{oi} + H_{i-1}) - (h_{oi} + q_{oi}) \end{aligned} \quad (3.48)$$

Trong đó:

- q_{oi} : lượng nước tháo ra khỏi ruộng trong thời đoạn tính toán (mm).
- P_{oi} : lượng mưa thực tế trong thời đoạn (mm).
- H_{i-1} : cột nước tràn qua công trình tiêu nước mặt ruộng tại đầu thời đoạn tính toán (mm).
- h_{oi} : lượng nước tồn thất trong thời đoạn tính toán (mm).
- $\pm \Delta H_i$: lớp nước tăng giảm tại mặt ruộng trong thời đoạn tính toán (mm).

Như vậy khi tính toán hệ số tiêu cho ruộng lúa và cây trồng chịu nước, lượng nước tháo q_{oi} phải thỏa mãn hệ phương trình gồm 2 phương trình là:

1. Phương trình cân bằng nước ruộng (3.48)
2. Phương trình tính lưu lượng qua công trình tiêu nước mặt ruộng (bảng 3.20).

Ngoài việc thỏa mãn hệ phương trình trên thì lượng nước tháo q_{oi} cũng phải đảm bảo điều kiện là độ sâu nước ruộng a_{bq} không vượt qua khả năng chịu ngập của cây trồng. ($a_{bq} \leq [H_{ngập}]$)

Hệ phương trình trên có thể giải thủ dãn trong bảng tính EXCEL theo trình tự sau:

1. Giả thiết q_{oi} , tính ΔH_i theo phương trình cân bằng nước ruộng
2. Tính cột nước tràn qua công trình cuối thời đoạn tính toán $H_i = H_{i-1} \pm \Delta H_i$.
3. Tính cột nước tràn bình quân trong thời đoạn tính toán $\bar{H}_i = \frac{H_i \pm \Delta H_i}{2}$.

4. Tính q_{oi} theo phương trình lưu lượng qua công trình tháo nước mặt ruộng, so sánh với q_{oi} đã giả thiết, nếu không thỏa mãn thì giả thiết lại q_{oi} .

5. Tính độ sâu nước ruộng bình quân, kiểm tra chiều sâu nước ruộng theo điều kiện chịu ngập của lúa: $a_{bq} \leq [H_{ngập}]$, nếu không thỏa mãn thì phải tăng kích thước công trình thoát nước mặt ruộng và giả thiết lại q_{oi} .

6. Tính hệ số tiêu cho các thời đoạn

$$q_t = \frac{q_{oi}}{8,64.t} \quad (l/s-ha) \quad (3.49)$$

(t: thời đoạn tính toán: t = 1 ngày)

Ghi chú: Phương pháp này có thể áp dụng để tính hệ số tiêu cho diện tích ao hồ và các khu nuôi trồng thủy sản với: $h_{oi} = e_i + k_i$ (e_i là lượng bốc hơi mặt nước, k_i là hệ số thấm ổn định); $[H_{ngập}]$ lấy theo độ sâu nước lớn nhất cho phép trừ trong ao hồ.

Ví dụ: Công trình tiêu nước mặt ruộng là đập tràn, chảy tự do, hệ phương trình được viết như sau:

$$\begin{cases} \pm \Delta H_i = (P_{oi} + H_{i-1}) - (h_{oi} + q_{oi}) & (*) \\ q_{oi} = 1,209mb\bar{H}^{3/2} & (**) \end{cases}$$

Dưới đây là bảng tính hệ số tiêu cho lúa ứng với trận mưa 5 ngày max; khả năng chịu ngập của lúa $[H_{ngập}] = 217mm$ không quá 2 ngày; công trình tháo nước mặt ruộng là đập tràn đỉnh rộng có chiều rộng $b = 0,2$ m, cao trình ngưỡng tràn $P = 100mm$:

Ngày	P_{oi} (mm)	h_{oi} (mm)	$P_{oi}-h_{oi}$ (mm)	q_{oi}^* (mm)	H_i (mm)	$\bar{H}_i$ (mm)	q_{oi}^{**} (mm)	a_{bq} (mm)	q_i (l/s.ha)
					0.00			100.00	
1	55.25	8.54	46.71	7.40	39.31	19.66	7.37	119.66	0.86
2	1.20	8.54	-7.34	13.20	18.77	29.04	13.24	129.04	1.53
3	73.87	8.54	65.33	21.80	62.30	40.54	21.84	140.54	2.52
4	129.85	8.54	121.31	70.00	113.61	87.96	69.81	187.96	8.10
5	38.79	8.54	30.25	74.20	69.66	91.64	74.24	191.64	8.59
6	0	8.54	-8.54	30.20	31.92	50.29	30.18	150.29	3.50
7	0	8.54	-8.54	9.00	13.38	22.15	8.88	122.15	1.04
	298.96	59.78							

Trong bảng: Độ sâu nước ruộng 1 ngày lớn nhất là 194,64 mm, 2 ngày lớn nhất liên tục là 187,96 mm, không vượt quá khả năng chịu ngập của lúa, hệ số tiêu tính được là phù hợp.

d. Hệ số tiêu của đất canh tác cây trồng cạn:

Đối với cây trồng cạn, hệ số tiêu lớn nhất phụ thuộc vào thời gian mưa và thời gian tập trung dòng chảy, nguyên tắc chung để tính hệ số tiêu cho cây trồng cạn là hệ số tiêu phải đảm bảo tiêu thoát hết toàn bộ lượng mưa ngay trong ngày, do đó hệ số tiêu lớn nhất cho đất canh tác cây trồng cạn được tính theo công thức sau:

$$q = \frac{\alpha.P}{8,64t} \quad (3.50)$$

Trong đó:

- P: lượng mưa thực tế trong thời gian mưa thiết kế (mm).
- α : hệ số dòng chảy của trận mưa (tham khảo bảng 3.19).
- t: thời gian tính toán (ngày); Thời gian tính toán được chọn như sau:
 - + Khi thời gian mưa ($t_{mưa}$) lớn hơn hoặc bằng thời gian tập trung dòng chảy (T_c) thì thời gian tính toán $t = t_{mưa}$.

+ Khi thời gian mưa nhỏ hơn thời gian tập trung dòng chảy: $t = T_c$.

Thời gian tập trung dòng chảy được tính theo các công thức sau:

- Công thức Pasini:

$$T_c = \frac{\alpha \sqrt[3]{S.L}}{\sqrt{I}} \quad (\text{giờ}) \quad (3.51a)$$

- Công thức Angaro:

$$T_c = 0,18 \sqrt[3]{S.L} \quad (\text{ngày}) \quad (3.51b)$$

- Công thức Kripich:

$$T_c = 0,0663 \left(\frac{L}{\sqrt{I}} \right)^{0,77} \quad (\text{giờ}) \quad (3.51c)$$

Trong các công thức trên:

+ S: diện tích lưu vực tiêu (km^2).

+ L: chiều dài sườn dốc (km).

+ I: độ dốc lưu vực.

+ α : hệ số kinh nghiệm; $\alpha = (0,102 \div 0,108)$

e. Hệ số tiêu cho các vùng đất khác:

Công thức chung để xác định hệ số tiêu lớn nhất là:

$$q = \frac{\alpha.P}{8,64} \quad (\text{l/s-ha}) \quad (3.53)$$

Trong đó:

- P: lượng mưa tiêu thiết kế 1 ngày max (mm).

- α : hệ số dòng chảy của trận mưa tiêu thiết kế, tra bảng 3.19; đối với đất thổ cư nông thôn $\alpha = 0,5$.

f. Hệ số tiêu của khu tiêu:

Đối với khu tiêu có nhiều loại đất đai khác nhau, hệ số tiêu của khu tiêu (q_k) được tính theo các công thức sau:

- Trường hợp không kể đến sự chậm tới của dòng chảy:

$$q_k = \alpha_L \cdot q_L + \alpha_m \cdot q_m + \alpha_{ao} \cdot q_{ao} + \dots + \alpha_{TC} \cdot q_{TC} = \sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i \cdot q_i \quad (3.54)$$

Trong đó:

+ $\alpha_i = \frac{\omega_i}{\omega_k}$: tỷ lệ diện tích của từng loại đất trên tổng diện tích đất của khu tiêu.

+ q_i : hệ số tiêu lớn nhất tương ứng với từng loại đất.

- Trường hợp có kể đến sự chậm tới của dòng chảy: Phải lập bảng để tính q_k (theo công thức 3.54) trong từng thời đoạn và chọn giá trị q_k lớn nhất trong bảng tính.

Ví dụ:

Tính hệ số tiêu cho khu tiêu có diện tích đất đai và trận mưa tiêu thiết kế như sau:

- Trận mưa tiêu thiết kế 5 ngày lớn nhất cho như bảng tính.

- Tổng diện tích đất của khu tiêu: 2000 ha, trong đó, Diện tích lúa 1000 ha (hệ số dòng chảy $\alpha = 1,0$), diện tích đất màu 500 ha (hệ số dòng chảy $\alpha = 0,6$); diện tích đất thổ cư 200 ha (hệ số dòng chảy $\alpha = 0,5$), diện tích đất rừng đồi 300 ha (hệ số dòng chảy $\alpha = 0,4$).

Giải: - Tỷ lệ diện tích các loại đất: $\alpha_L = 0,5$; $\alpha_m = 0,25$; $\alpha_{TC} = 0,10$; $\alpha_{rừng} = 0,15$.

- Hệ số tiêu của từng ngày được tính theo công thức (3.54) như bảng tính sau:

Ngày	Pi (mm)	Q _{lúa} (l/s-ha)	Q _{màu} (l/s-ha)	Q _{TC} (l/s-ha)	Q _{rừng} (l/s-ha)	$\alpha_L \cdot Q_l$ (l/s-ha)	$\alpha_m \cdot Q_m$ (l/s-ha)	$\alpha_{TC} \cdot Q_{TC}$ (l/s-ha)	$\alpha_r \cdot Q_r$ (l/s-ha)	Q _k (l/s-ha)
1	55.25	0.86	3.84	3.20	2.56	0.43	0.96	0.32	0.38	2.09
2	1.2	1.53	0.00	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	0.00	0.77
3	73.87	2.52	5.13	4.27	3.42	1.26	1.28	0.43	0.51	3.48
4	129.85	8.10	9.02	7.51	6.01	4.05	2.25	0.75	0.90	7.96
5	38.79	8.59	2.69	2.24	1.80	4.30	0.67	0.22	0.27	5.46
6	0	3.50	0.00	0.00	0.00	1.75	0.00	0.00	0.00	1.75
7	0	1.04	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00	0.52
	298.96									

Hệ số tiêu lớn nhất của khu tiêu là $q_k = 7,96$ (l/s-ha)

2. Tính lưu lượng tiêu thoát nước cho nông nghiệp.

Lưu lượng nước tại mặt cắt đầu kênh tiêu được tính theo công thức:

$$Q = q \cdot \omega \quad (3.55)$$

Trong đó:

- q: hệ số tiêu của khu tiêu do kênh đó phụ trách (l/s-ha).
- ω : diện tích tiêu nước của kênh (ha)
- Q: lưu lượng đầu kênh tiêu (l/s)

3.2.3. Tính toán thoát nước cho đô thị và khu dân cư

1. Hệ thống thoát nước thải sinh hoạt và sản xuất trong khu dân cư đô thị:

a. Công suất trạm xử lý nước thải:

Công suất của trạm xử lý nước thải được xác định bởi 3 thông số sau:

- Công suất xử lý nước trong ngày thải nước trung bình: ($Q_{\text{ngày TB}}$):

$$Q_{\text{ngày TB}} = Q_{\text{sh ngày TB}} + Q_{\text{t.dv}} + Q_{\text{t.kcn}} \quad (\text{m}^3/\text{Ngày đêm}) \quad (3.56)$$

Với:

- + $Q_{\text{sh ngày TB}}$: Lưu lượng nước thải sinh hoạt:

$$Q_{\text{sh ngày TB}} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{q_{t,i} P_i F_i}{1000} \quad (\text{m}^3/\text{Ngày đêm}) \quad (3.56a)$$

+ $Q_{\text{t.dv}}$: lưu lượng nước thải dịch vụ đô thị: lấy theo tỷ lệ % so với lượng nước thải sinh hoạt theo hướng dẫn tại bảng (1.2.1).

+ $Q_{\text{t.kcn}}$: lưu lượng thải nước từ khu công nghiệp (nếu có); Đối với các khu công nghiệp tập trung, lưu lượng thoát nước thải được lấy bằng lưu lượng nước cấp (xem các công thức 1.7; 1.8; 1.9).

- + F_i : diện tích đất đai của khu dân cư, đô thị thứ i (ha)

- + P_i : mật độ dân số tính toán của khu dân cư, đô thị thứ i (người/ha)

+ $q_{t,i}$: tiêu chuẩn thoát nước thải sinh hoạt của khu dân cư, đô thị thứ i (l/người/ngày): q_t thường lấy theo tỷ lệ % so với q_c qui định tại bảng (1.2.1): $q_t = (0,70 \div 0,85)q_c$.

- Công suất trạm xử lý nước thải trong ngày thải nước lớn nhất:

- + Hệ thống thoát nước riêng

$$Q_{\text{ngày max}} = K_{\text{ngày max}} \cdot Q_{\text{ngày TB}} \quad (\text{m}^3/\text{Ngày đêm}) \quad (3.57a)$$

- + Hệ thống thoát nước nửa riêng:

$$Q_{\text{nửa riêng max}} = (1 + n) \cdot Q_{\text{ngày max}} \quad (\text{m}^3/\text{Ngày đêm}) \quad (3.57b)$$

Trong công thức (3.57a); (3.57b):

- + $K_{\text{ngày max}}$: hệ số không điều hoà ngày lớn nhất; $K_{\text{ngày max}} = (1,1 \div 1,3)$

- + n: hệ số pha loãng nước thải sinh hoạt, $n = (1-5)$.

- Công suất trạm xử lý trong ngày thải nước nhỏ nhất ($Q_{\text{ngày min}}$):

$$Q_{\text{ngày min}} = K_{\text{ngày min}} \cdot Q_{\text{ngày TB}} \quad (3.57c)$$

- + $K_{\text{ngày min}}$: hệ số không điều hoà ngày nhỏ nhất; $K_{\text{ngày min}} = (0,4 \div 0,6)$

b. Lưu lượng nước thải tính toán của cống thoát nước sinh hoạt sản xuất:

Lưu lượng nước thải tính toán tại một mặt cắt bất kỳ trên tuyến cống thoát nước sinh hoạt sản xuất:

$$Q_{\text{tt}} = K_{\text{c.max}} \left(\frac{q_{\text{t}} \cdot P \cdot F}{86400} + \sum_{i=1}^{i=n} Q_{\text{t.tr.i}} \right) \quad (\text{l/s}) \quad (3.58)$$

Trong đó:

- $K_{\text{c.max}}$: hệ số không điều hoà chung của mạng lưới thoát nước thải sinh hoạt và sản xuất.

$K_{\text{c.max}}$ có thể tra bảng 1.2.8. như sau:

Bảng 3.21. Hệ số không điều hoà chung $K_{\text{c.max}}$

$Q_{\text{t.tb}} (\text{l/s})$	20	50	100	300	500	800	≥ 1250
$K_{\text{c.max}}$	2,5	1,7	1,6	1,35	1,25	1,20	1,15

- F: tổng diện tích thoát nước tính đến mặt cắt tính toán (ha).

- $\sum Q_{\text{t.tr.i}}$: tổng lưu lượng nước thải tập trung của cơ sở sản xuất, dịch vụ, xí nghiệp công nghiệp xả vào phía thượng lưu mặt cắt tính toán; $Q_{\text{t.tr.i}}$ tính theo các công thức (1.9)

2. Hệ thống thoát nước mưa:

Lưu lượng thoát nước mưa tại một mặt cắt bất kỳ trong mạng lưới thoát nước mưa của khu dân cư đô thị, khu công nghiệp được tính theo công thức sau:

$$Q_{\text{mưa}} = \delta \cdot \mu \cdot q_{\text{tt}} \cdot F \cdot K_E \quad (\text{l/s}) \quad (3.59)$$

Trong đó:

- q_{tt} : cường độ mưa tính toán (l/s/ha).

- T: thời gian mưa tính toán (phút).

- δ : hệ số dòng chảy.

- μ : hệ số phân bố mưa không đều.

- F: diện tích thoát nước mưa tính đến mặt cắt tính toán (ha).

- K_E : hệ số tiết giảm lưu lượng do một phần lượng nước mưa được tích trữ, làm đầy cống thoát nước mưa, hiện chưa có những nghiên cứu đầy đủ về hệ số này, khi diện tích thoát nước lớn có thể lấy $K_E = (0,85 \div 1,0)$, khi diện tích thoát nước nhỏ có thể lấy $K_E = 1,0$.

a. Cường độ mưa tính toán q_{tt} (l/s/ha):

Cường độ mưa tính toán được tính theo các công thức sau:

- Công thức I. A. Karelin và Trần Hữu Uyển:

$$q_{\text{tt}} = \frac{35^n \cdot q_{20} \cdot (1 + C \lg P)}{(T + 15)^n} \quad (\text{l/s-ha}) \quad (3.60)$$

- Công thức Nguyễn Việt Liên:

$$q_{\text{tt}} = \frac{(20 + b)^n \cdot q_{20} \cdot (1 + C \lg P)}{(T + b)^n} \quad (\text{l/s-ha}) \quad (3.61)$$

Trong 2 công thức trên:

- T: thời gian mưa tính toán (phút)

- P: chu kỳ tràn cống (năm): Tuỳ theo vị trí của khu đô thị mà chọn P như sau:

+ Khu trung tâm đô thị, các khu đô thị đặc biệt quan trọng $P = (3 \div 10)$ năm.

+ Các khu vực khác tại nội thị, khu công nghiệp $P = (1 \div 3)$ năm.

+ Khu vực ngoại ô, thị trấn, thị tứ: $P = (0,3 \div 1)$ năm.

- Q_{20} ; C , b , n : cường độ mưa trong thời gian 20 phút xuất hiện ứng với chu kỳ tràn cống $P = 1$ năm (Q_{20}) và các tham số địa lý của khu vực nghiên cứu, lấy theo bảng 3.22.

Bảng 3.22. Giá trị các thông số b , C , n , Q_{20} của một số trạm đo mưa ^[5]

STT	Tên trạm đo mưa	b	C	n	Q_{20}
1	Hà Nội	11,61	0,2458	0,7951	289,9
2	Bắc Kạn	25,66	0,2615	0,9142	256,6
3	Hồng Gai	11,13	0,2433	0,7374	303,6
4	Hà Nam	19,66	0,2431	0,8145	274,0
5	Thanh Hoá	11,10	0,2731	0,7003	262,1
6	Vinh	14,87	0,2827	0,6780	279,1
7	Văn Lý	19,12	0,2491	0,7708	287,3
8	Quảng Trị	6,21	0,2513	0,5843	216,3
9	Huế	4,07	0,2603	0,5430	239,3
10	Đà Nẵng	2,64	0,3074	0,5749	226,5
11	Quy Nhơn	14,61	0,2745	0,6943	216,3
12	Nha Trang	12,90	0,2738	0,8768	156,4
13	Phan Thiết	20,01	0,2533	0,9064	187,0
14	Plâycu	19,06	0,2329	0,8990	242,2
15	Buôn Mê Thuột	12,09	0,2139	0,8996	224,7
16	Liên Khương	31,52	0,2321	1,023	240,9
17	Tân Sơn Nhất	28,53	0,2286	1,075	302,4
18	Sóc Trăng	28,87	0,2291	0,9281	261,9

b. Thời gian mưa tính toán T :

$$T = t_0 + 1,25 \left(\frac{L_r}{60V_r} \right) + m \left(\frac{L_c}{60.V_c} \right) \quad (\text{phút}) \quad (3.62)$$

Trong đó:

- t_0 : thời gian nước chảy tràn trên mặt đất vào rãnh thoát nước; $t_0 = (5 \div 10)$ phút.
- L_r : chiều dài rãnh thoát nước; $L_r = (30 \div 50)$ m.
- V_r : vận tốc dòng chảy trong rãnh thoát nước (m/s)
- L_c : chiều dài cống thoát nước tính toán (m); L_c thường lấy bằng tổng chiều dài các tuyến cống dẫn nước từ điểm chôn cống ban đầu xa nhất đến mặt cắt tính toán.
- V_c : vận tốc trung bình của dòng chảy trong cống (m/s).
- m : hệ số kể đến địa hình mặt đất trong hệ thống thoát nước mưa: Địa hình miền núi, trung du $m = 1,5$; địa hình đồng bằng $m = 2,0$.

c. Hệ số dòng chảy δ :

Hệ số dòng chảy δ phụ thuộc vào tính thấm nước của đất và mức độ che phủ mặt đất của các loại vật liệu không thấm nước (Diện tích nhà cửa, đường xá ...):

$$\delta = Z_{tb} \cdot q_{tt}^{0,2} \cdot T^{0,1} \quad (3.63)$$

$$Z_{tb} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{Z_i F_i}{F} \quad (3.64)$$

Trong đó:

- F : tổng diện tích lưu vực thoát nước về mặt cắt tính toán (ha).

- Z_i : hệ số thực nghiệm đặc trưng cho tính chất mặt phủ; F_i là diện tích mặt phủ tương ứng với Z_i ; Z_i tra bảng 3.23.

Bảng 3.23. Hệ số thực nghiệm Z và hệ số dòng chảy δ của một số loại mặt phủ

Loại mặt phủ	Z	δ
Mái nhà, mặt đường bê tông atphan	0,240	0,95
Mặt đường đá dẽo, mặt đường nhựa	0,224	0,60
Mặt đường bằng đá hộc	0,145	0,45
Mặt đường đá dăm không có chất kết dính	0,125	0,40
Đường trong vườn bằng sỏi	0,090	0,35
Mặt đất	0,064	0,30
Bãi cỏ	0,038	0,15

d. Hệ số phân bố mưa không đều μ :

Hệ số phân bố mưa không đều có thể lấy theo bảng 3.24.

Bảng 3.24. Hệ số phân bố mưa không đều μ

F (ha)	300	500	1000	2000	3000	4000
μ	0,96	0,94	0,91	0,87	0,83	0,8

3. Hệ thống thoát nước chung:

Lưu lượng tính toán tại một mặt cắt tính toán nào đó trên công thoát nước chung được tính theo các công thức sau:

- Đoạn công không có cửa xả nước mưa:

$$Q_{tt} = Q_{sh-sx} + Q_{mưa} \quad (3.65)$$

- Đoạn công sau cửa xả nước mưa:

$$Q_{tt} = Q_{sh-sx} + (Q_{mưa} - \sum Q_{xả}) \quad (3.66)$$

Trong các công thức (3.65); (3.66):

+ Q_{sh-sx} : lưu lượng nước thải sinh hoạt và sản xuất tính tại mặt cắt tính toán (l/s).

+ $Q_{mưa}$: lưu lượng nước mưa tính tại mặt cắt tính toán (l/s).

+ $\sum Q_{xả}$: tổng lưu lượng nước mưa được xả qua các cửa xả nước mưa tại thượng lưu mặt cắt tính toán (l/s), lưu lượng xả nước mưa tại mỗi cửa xả được tính như sau:

$$Q_{xả} = Q_{mưa} - n \cdot Q_{sh-sx} \quad (3.66a)$$

+ n : hệ số pha loãng nước thải sản xuất và sinh hoạt; $n = (1 \div 5)$

3.2.4. Tính toán tiêu nước cho giao thông

- Đối với diện tích mặt đường giao thông:

$$Q_{tt} = F \cdot \frac{\delta P}{360 \cdot t} \quad (l/s) \quad (3.67)$$

Trong đó:

+ δ : hệ số dòng chảy, tra bảng 3.23.

+ F : diện tích mặt đường (ha).

+ Thời gian mưa tính toán (h).

+ Lượng mưa trong thời đoạn tính toán (mm).

- Đối với cầu công trên đường giao thông: Tính dòng chảy lũ đến công trình theo phương pháp tính toán đã học trong thủy văn công trình.

3.2.5. Tính toán tiêu nước cho các loại diện tích khác

1. Cấp, thoát nước cho nuôi trồng thủy sản:

Phương pháp tính toán cấp, thoát nước cho các khu nuôi trồng thủy sản theo hình thức nuôi công nghiệp hiện chưa được nghiên cứu kỹ. trong tính toán sơ bộ có thể ước tính như sau:

$$q_{TS} = \frac{m}{C.t} \quad (l/s-ha) \quad (3.68)$$

Trong đó:

+ m: lượng nước cấp vào ao nuôi tại đầu vụ nuôi hoặc tháo cạn ao để thu hoạch vào cuối vụ nuôi (m^3/ha hoặc mm).

+ t: thời gian cấp nước hoặc thời gian tháo nước: t=(10 -15) ngày chọn tùy theo loại vật nuôi và thời vụ nuôi.

+ C: hệ số đổi đơn vị; Khi m (m^3/ha) thì C = 86,4; Khi m (mm) thì C = 8,64.

Lưu lượng của kênh cấp nước và kênh thoát nước cho nuôi trồng thủy sản tính tương tự như tính toán lưu lượng của kênh tưới và kênh tiêu.

2. Thoát nước cho các loại diện tích khác.

- Các loại diện tích không trữ nước nằm ngoài đô thị và khu dân cư tính theo công thức (3.50).

- Các loại diện tích khác trong đô thị đã nghiên cứu trong công thức thoát nước mưa đô thị.

3.3. XÓI MÒN VÀ BIỆN PHÁP PHÒNG CHỐNG XÓI MÒN

3.3.1. Xói mòn và nguyên nhân sinh ra xói mòn

1. Hiện tượng xói mòn:

Xói mòn là hiện tượng mặt đất bị bào mòn, xói lở do mưa hoặc do gió. Hiện tượng xói mòn làm cho chiều dày tầng đất canh tác mỏng dần, các chất dinh dưỡng trong đất bị cuốn trôi, đất bị suy thoái về chất lượng làm cho năng suất cây trồng ngày càng giảm. Hiện tượng xói mòn gồm xói mòn nước và xói mòn gió.

- **Xói mòn nước:** Xói mòn nước thường xảy ra trong mùa mưa, do tất cả các dạng di chuyển của nước gây ra, quá trình xói mòn nước gồm 3 giai đoạn:

+ Giai đoạn xói mòn hạt: Khi hạt mưa rơi xuống mặt đất, trọng lượng và xung lượng hạt mưa phá vỡ kết cấu hạt đất, các hạt lớn bị vỡ vụn thành các hạt nhỏ, hạt mịn, các hạt này văng lên không khí và ra xung quanh và bị dòng chảy tràn cuốn trôi, quá trình này diễn ra trên diện rộng và kéo dài trong suốt trận mưa.

+ Giai đoạn xói mòn lạch nhỏ: Khi mưa kéo dài, dòng chảy tràn trên mặt đất tập trung về các lạch trũng, vận tốc dòng chảy trong các lạch trũng bào mòn cuốn trôi đất làm cho độ sâu và chiều rộng các lạch tăng dần, hình thành các lạch nhỏ trên mặt đất.

+ Giai đoạn xói mòn sụt đổ: Khi độ sâu lạch nước phát triển đến một giới hạn nào đó, vận tốc dòng nước gây xói lở chân bờ lạch gây sụt đổ bờ, mở rộng chiều rộng và chiều sâu lạch, hình thành các lạch lớn, nếu dòng chảy tập trung về nhiều, các lạch này sẽ phát triển thành các khe lạch chia cắt mặt đất và hình thành các dòng suối cạn.

- **Xói mòn gió:** Xói mòn gió thường xảy ra vào mùa khô, ở các vùng khô hạn: Khi đất bị khô hạn, nước trong đất bị bốc hơi, keo đất bị phá hủy, các hạt đất bị mất liên kết vỡ vụn thành các hạt nhỏ, quá trình này diễn ra liên tục (nếu không có mưa) làm kích thước hạt đất ngày càng nhỏ dần. Khi tốc độ gió trên mặt đất đạt đến một giới hạn nào đó, các hạt bụi, đất bị gió cuốn bay đi và được tích tụ tại một khác. Xói mòn gió là nguyên nhân của hiện tượng sa mạc hoá và bồi lấp đất canh tác tại các vùng khô hạn. Ở nước ta, xói mòn gió là nguyên nhân gây ra hiện tượng cát bay, cát nhảy tại các vùng đất cát ven biển, cát do gió cuốn đi gây bồi lấp các vùng đất canh tác ở lân cận các dải cát ven biển.

2. Nguyên nhân của hiện tượng xói mòn:

Hiện tượng xói mòn xảy ra là do các nguyên nhân sau:

- **Nguyên nhân khách quan:** Nguyên nhân khách quan của hiện tượng xói mòn bao gồm:

+ Do mưa lớn, tập chung: Ở nước ta thường xuất hiện các trận mưa có cường độ lớn, thời gian mưa kéo dài làm cho hiện tượng xói mòn xảy ra liên tục và ngày càng khốc liệt.

+ Do mùa khô kéo dài, lượng mưa ít gây hạn hán, các hạt đất bị mất nước liên kết, kết cấu hạt đất trở nên rời rạc; khi gặp trận mưa lớn đầu mùa mưa, các hạt đất dễ dàng bị lực xung kích của hạt mưa phá vỡ thành các hạt nhỏ và cuốn trôi theo dòng nước.

+ Ở vùng đồi núi, độ dốc mặt đất lớn, vận tốc dòng chảy tràn lớn, do đó tốc độ xói mòn cũng lớn hơn so với vùng đồng bằng.

+ Tốc độ gió càng lớn thì xói mòn gió phát triển càng mạnh, ở khu vực miền trung, trong mùa khô thường xuất hiện gió mùa tây nam, gió khô nóng, có vận tốc lớn (Cấp 4 đến cấp 7) gây hạn hán, phát sinh xói mòn gió ở khu vực này.

+ Trạng thái mặt đất và độ che phủ mặt đất: Mặt đất càng bằng phẳng, tỷ lệ che phủ kém thì xói mòn gió phát triển mạnh; mặt đất dốc, độ che phủ mặt đất kém thì xói mòn nước phát triển mạnh.

- **Nguyên nhân chủ quan:** Các hoạt động khai thác sử dụng đất không hợp lý của con người cũng trực tiếp làm cho hiện tượng xói mòn diễn ra khốc liệt hơn, nó bao gồm:

+ Phá rừng, khai thác rừng bừa bãi làm giảm độ che phủ mặt đất và sức cản gió trên mặt đất, do đó hiện tượng xói mòn nước và xói mòn gió xảy ra mạnh mẽ hơn.

+ Khai thác sử dụng đất dốc không hợp lý: Hiện tượng phát nương làm rẫy vào đầu mùa mưa ở các tỉnh miền núi, sử dụng các biện pháp canh tác không hợp lý làm cho độ che phủ mặt đất trong mùa mưa giảm cũng làm tăng khả năng xói mòn nước.

+ Kỹ thuật tưới và hệ thống công trình mặt ruộng chưa hoàn chỉnh, không phù hợp với đặc điểm địa hình của từng vùng cũng là nguyên nhân phát sinh xói mòn nước.

3.3.2. Tác hại của xói mòn

Hiện tượng xói mòn được coi là một thiên tai rất nghiêm trọng, đặc biệt là ở các vùng khô hạn và vùng đồi núi bởi nó gây ra các tác hại sau:

- Xói mòn làm cho chiều dày tầng đất canh tác mỏng dần, các chất dinh dưỡng trong đất bị cuốn trôi, đất canh tác bị bạc màu, năng suất sản lượng cây trồng ngày càng giảm. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hiện tượng xói mòn đến năng xuất cây trồng trên đất nương rẫy vùng tây bắc của viện khoa học nông nghiệp cho thấy thời hạn sử dụng tối đa của đất nương rẫy không quá 3 năm (Bảng 3.25).

Bảng 3.25. Ảnh hưởng của xói mòn đến năng xuất cây trồng trên nương rẫy tại Sơn La

Năm canh tác	Năng suất ngô (tạ/ha)	Năng suất lúa nương (tạ/ha)
Năm thứ 1	12,0	9,1
Năm thứ 2	7,0	5,6
Năm thứ 3	3,0	2,3
Năm thứ 4	1,4	-

- Hiện tượng xói mòn gây suy thoái đất nghiêm trọng, nhiều vùng đất bị xa mạc hoá, đất còn tro lại cát thô, đá gốc, dăm sạn, việc canh tác không đem lại hiệu quả kinh tế nên đất bị bỏ hoang.

- Đất, cát do xói mòn cuốn trôi theo nước gây bồi lấp lòng sông, lòng hồ, công trình khai thác nước, luồng lạch giao thông thủy; làm tăng chi phí xây dựng, quản lý công trình và chi phí nạo vét, khai thông dòng chảy. Đất, cát do xói mòn gió tích tụ, tràn vào đồng ruộng gây bồi lấp đồng ruộng, mở rộng diện tích xa mạc, thu hẹp diện tích đất canh tác.

- Tại vùng đất bị xói mòn, đất có khả năng giữ nước kém, lượng dòng chảy mặt trong mùa mưa lớn làm tăng lưu lượng đỉnh lũ và tốc độ truyền lũ; đây cũng là nguyên nhân sinh ra lũ quét, lũ ống, lũ bùn cát. Mặt khác, do khả năng giữ nước kém nên về mùa khô hiện tượng hạn hán, thiếu nước xảy ra sớm hơn, quá trình xói mòn của năm sau mạnh hơn, khốc liệt hơn.

- Xói mòn cũng là nguyên nhân gây ô nhiễm nguồn nước do bùn đất, gây ô nhiễm không khí do bụi đất.

3.3.3. Biện pháp phòng chống xói mòn, cải tạo đất bạc màu

1. Các nguyên tắc phòng chống xói mòn:

Xói mòn, bạc màu đất thường diễn ra trên diện rộng, chịu tác động của nhiều yếu tố do đó công tác chống xói mòn phải tiến hành trên diện rộng, theo các nguyên tắc cơ bản sau:

- Chống xói mòn là trách nhiệm và nghĩa vụ của mọi ngành, mọi người, đòi hỏi phải tiến hành đồng bộ, trên diện rộng, bằng nhiều biện pháp, có sự chỉ đạo điều hành chung của chính quyền, sự phối hợp nhịp nhàng giữa các ngành, sự tham gia cộng tác của tất cả các cá nhân đang khai thác và sử dụng đất.

- Chống xói mòn phải gắn với quy hoạch sử dụng đất, khai thác sử dụng đất phải đi đôi với việc thực hiện các biện pháp chống xói mòn, bảo vệ đất, phải gắn kết trách nhiệm phòng chống xói mòn, cải tạo đất với chủ sử dụng đất.

- Lựa chọn biện pháp chống xói mòn cải tạo đất phải xuất phát từ nguyên nhân phát sinh xói mòn và các đặc điểm địa hình, đặc điểm khai thác sử dụng đất. Các biện pháp chống xói mòn phải thực hiện thường xuyên, liên tục trong suốt quá trình khai thác sử dụng đất.

- Chống xói mòn phải thực hiện từ đầu nguồn về hạ du, từ trên cao xuống dưới thấp, phải giải quyết triệt để nguyên nhân phát sinh xói mòn.

2. Biện pháp thủy lợi:

Biện pháp thủy lợi là những biện pháp nhằm mục đích điều tiết cải tạo dòng chảy trong lưu vực và trên mặt ruộng để ngăn ngừa hạn chế các tác động gây xói mòn của dòng chảy; bảo vệ đất, giữ nước nhằm giải quyết triệt để hiện tượng hạn hán và xói mòn. Những biện pháp đó bao gồm:

- Biện pháp xây dựng các hồ chứa nước và ao núi để tăng cường khả năng giữ nước trong lưu vực, giảm lượng dòng chảy tràn khi mưa, góp phần hạn chế hạn chế lũ lụt trong mùa mưa và giữ nước chống hạn trong mùa khô, phòng tránh được xói mòn và bạc màu đất. Hồ chứa được xây dựng trên các thung lũng thấp ở miền núi, nơi có điều kiện địa chất nền tốt. Ao núi được hình thành do đắp đập giữ nước tại các khe núi nhỏ, hoặc đào ao trên đỉnh đồi, sườn đồi để trữ nước khi mưa; cấp nước chống hạn trong mùa khô, ngoài ra còn kết hợp nuôi thủy sản, cấp nước cho sinh hoạt và chăn nuôi.

- Xây dựng các kênh thu nước, tách nước để ngăn ngừa nước chảy tràn từ sườn dốc vào đồng ruộng nhằm bảo vệ đất trồng, cây trồng trong mùa mưa, chống xói mòn cho các khu canh tác trong thung lũng núi và ven chân núi.

- Xây dựng các bờ bao, đê bao để ngăn ngừa hạn chế dòng chảy lũ từ các sông suối tràn vào đồng ruộng gây xói mòn đất.

- Xây dựng các hệ thống tưới tiêu để chủ động tưới nước chống hạn, bảo vệ đất; tiêu thoát nước kịp thời khi mưa lớn, ngăn ngừa nước mưa chảy tràn gây xói mòn đất canh tác.

- Cải tạo đồng ruộng, san bằng mặt ruộng, xây dựng hoàn chỉnh hệ thống tưới tiêu mặt ruộng, bờ vùng, bờ thửa, để chủ động điều tiết nước trong ruộng, hạn chế hiện tượng nước chảy tràn từ ruộng này sang ruộng trong quá trình tưới tiêu để tránh xói mòn, bạc màu đất do tưới, tiêu nước.

- Lựa chọn phương pháp tưới và kỹ thuật tưới phù hợp với điều kiện địa hình, tính chất đất trồng và cây trồng, tăng cường ứng dụng các kỹ thuật tưới tiên tiến như tưới ngầm, tưới nhỏ giọt, tưới phun sương để tránh xói mòn, rửa trôi đất do tưới nước.

3. Biện pháp nông nghiệp:

Các biện pháp nông nghiệp nhằm tăng cường độ che phủ mặt đất, tăng khả năng giữ nước của đất, giảm vận tốc dòng chảy tràn trên mặt đất, đây là các biện có hiệu quả cao trong việc chống xói mòn và cải tạo đất bạc màu. Các biện pháp nông nghiệp bao gồm:

- Biện pháp làm đất: Làm đất bao gồm cây, bừa, lên luống cây trồng theo đường đồng mức, làm rãnh thoát nước ..., các biện pháp này giúp làm tơi, xốp đất, cải tạo kết cấu hạt đất, tăng khả năng giữ nước của đất; tách nước, ngăn ngừa, hạn chế vận tốc dòng chảy tràn, do đó giải quyết triệt để các nguyên nhân gây ra xói mòn tại mặt ruộng và chống rửa trôi đất.

- Biện pháp trồng dày hợp lý: Trồng dày hợp lý giúp tăng năng suất cây trồng đồng thời tăng độ che phủ mặt đất. Độ che phủ mặt đất lớn sẽ hạn chế được lượng bốc hơi khoảng trống, tăng lượng nước trữ trong đất, giảm lực xung kích của hạt mưa tác động lên mặt đất, giảm tốc độ gió trên bề mặt đất do đó hạn chế được xói mòn và bạc màu đất.

- Biện pháp bố trí thời vụ canh tác, lựa chọn cơ cấu cây trồng, luân canh, xen canh hợp lý: Các biện pháp này vừa đảm bảo nâng cao hiệu quả canh tác nông nghiệp đồng thời cũng duy trì được thảm thực vật bảo vệ mặt đất, cải tạo nâng cao chất lượng đất trồng do đó góp phần chống xói mòn và cải tạo đất bạc màu.

- Biện pháp bón phân: Bón phân là biện pháp bổ xung chất dinh dưỡng vào đất để cung cấp cho cây trồng, đồng thời cũng là biện pháp cải tạo đất. Phân hữu cơ làm tăng hàm lượng mùn trong đất, cải thiện kết cấu đất, tăng độ tơi xốp của đất do đó cải thiện được khả năng giữ nước của đất góp phần chống xói mòn và cải tạo đất.

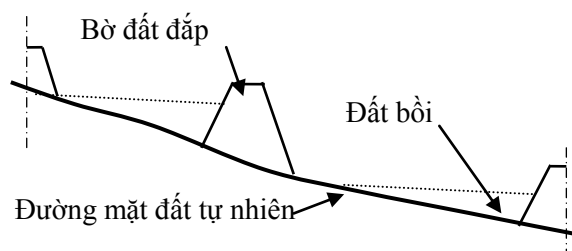
- Biện pháp trồng cỏ: Đối với các vùng đất chưa có điều kiện đưa vào khai thác sử dụng trong canh tác cây lương thực, cây công nghiệp thì biện pháp trồng cỏ phục vụ chăn nuôi sẽ mang lại hiệu quả cao. Trồng cỏ làm tăng độ che phủ mặt đất, giảm lực xung kích của hạt mưa tác động vào đất, giảm vận tốc dòng chảy tràn trên mặt đất do đó giảm được xói mòn nước và xói mòn gió.

4. Biện pháp cải tạo địa hình phục vụ canh tác nông- lâm nghiệp:

Biện pháp cải tạo địa hình có tác dụng lớn trong việc chống xói mòn và cải tạo đất bạc màu, nó bao gồm các biện pháp sau:

- Xây dựng các ruộng bậc thang phục vụ canh tác nông nghiệp trên vùng đất dốc: Các ruộng bậc thang trên sườn dốc có tác dụng tạo mặt bằng canh tác thuận lợi đồng thời giảm độ dốc cục bộ trong từng thửa ruộng, ngăn ngừa dòng chảy tràn trên sườn dốc, giữ nước, giữ đất trong mùa mưa, đây là biện pháp chống xói mòn cho sườn dốc có hiệu quả cao. Hình thức ruộng, kích thước ruộng bậc thang phụ thuộc vào độ dốc địa hình và mục đích sử dụng đất; ruộng bậc thang có các dạng sau:

+ Ruộng bậc thang nghiêng: Hình thức này được áp dụng cho các sườn dốc có độ dốc nhỏ hơn 7 độ. tại các sườn dốc này không cần phải san ủi mà chỉ cần đắp các bờ đất song song với đường đồng mức để giữ nước và giữ đất, sau một thời gian nhất định đất bị xói mòn trên

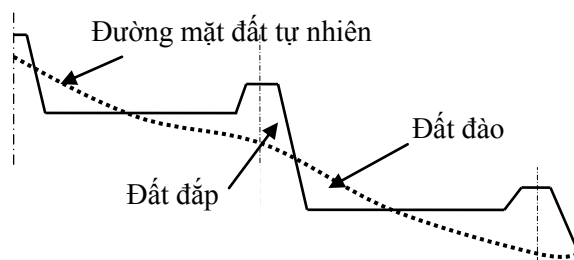


sườn dốc sẽ bồi tích phía trên của bờ đất tạo thành ruộng bậc thang (hình 3.6)

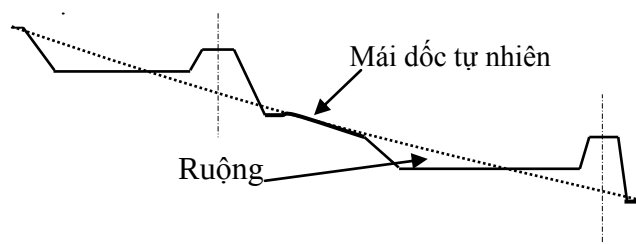
+ Ruộng bậc thang ngang phẳng: Để tạo ruộng bậc thang ngang phẳng phải thực hiện san ủi đất tạo mặt phẳng ruộng, đắp bờ để giữ nước (hình 3.7). Ruộng bậc thang ngang phẳng áp dụng thích hợp cho các sườn dốc có độ dốc nhỏ hơn 20 độ; chiều rộng, chiều dài thửa ruộng chọn theo độ dốc địa hình trên cơ sở tính toán cân bằng khối lượng đào đắp

+ Ruộng bậc thang cách dốc (hình 3.8): Mô hình ruộng bậc thang cách dốc thích hợp cho vùng canh tác Nông - Lâm kết hợp và các sườn dốc có độ dốc lớn. Chi phí xây dựng ruộng bậc thang cách dốc thấp nên có thể áp dụng trên diện rộng để chống xói mòn và cải tạo đất trong canh tác nông - lâm kết hợp.

Hình 3.6. Sơ đồ cấu tạo ruộng bậc thang nghiêng



Hình 3.7. Sơ đồ cấu tạo ruộng bậc thang ngang phẳng.



Hình 3.8. Sơ đồ cấu tạo ruộng bậc thang cách dốc

- Biện pháp trồng cây công nghiệp, trồng rừng theo đường đồng mức: Đối với vùng đất sử dụng trong lâm nghiệp hoặc trồng cây công nghiệp. Khi thiết kế vườn, rừng người ta bố trí các hàng cây song song với đường đồng mức, thiết kế san đất tạo thành các bậc thang trên sườn dốc để trồng cây và làm đường phục vụ chăm bón. Biện pháp này giúp giảm vận tốc chảy tràn trên sườn dốc, tăng khả năng thấm nước vào đất do đó hạn chế được xói mòn và trôi đất.

- Biện pháp đào mương vành nón kết hợp với trồng rừng: Trên sườn dốc tiến hành đào các mương vành nón song song với đường đồng mức, các mương vành nón có hình thức nửa đào nửa đắp, đào liền hoặc cách quãng nhau, cây lâm nghiệp được trồng xen vào khoảng cách giữa các mương. Biện pháp này có tác dụng giữ nước, giữ đất tốt nhưng chi phí đầu tư lớn.

- Biện pháp trồng cây kết hợp đào đắp hố vảy cá: Khi trồng cây lâm nghiệp hoặc cây công nghiệp, người ta bố trí cây tại các đỉnh của tam giác đều, chiều dài cạnh của tam giác từ (1-2)m. Đào hố trồng cây kết hợp đào đất đắp thành các hố dạng vảy cá phía chân dốc cạnh gốc cây để giữ nước và giữ đất tại gốc cây.

5. Các biện pháp khác:

Trong thực tế, các biện pháp chống xói mòn rất đa dạng, phong phú, ngoài các biện pháp nêu trên còn có thể áp dụng các biện pháp sau:

- Biện pháp trồng rừng kết hợp trồng các giải cây giữ đất: Cây trồng để giữ đất là các loại cây bụi có bộ rễ ăn sâu, giải cây giữ đất được trồng dày, bố trí song song với đường đồng mức tạo thành các hàng rào cản nước, giữ đất.

- Biện pháp bảo vệ rừng và giữ rừng phòng hộ đầu nguồn để giữ nước và chống xói mòn.

3.3.4. Biện pháp phòng chống bồi lắng

Sản phẩm của quá trình xói mòn nước được dòng chảy vận chuyển và tích tụ một phần trong hệ thống sông ngòi gây bồi lấp lòng sông, bồi lấp các công trình khai thác sử dụng nước sông, vì vậy cần phải có các biện pháp phòng chống bồi lắng lòng sông và công trình. Biện pháp phòng chống bồi lắng hiệu quả nhất là phòng chống xói mòn trên bề mặt lưu vực, tuy nhiên cũng phải có các biện pháp phòng chống bồi lắng cho công trình khi các biện pháp chống xói mòn chưa đạt được hiệu quả mong muốn.

1. Biện pháp phòng chống bồi lấp lòng hồ chứa nước:

Để phòng tránh bồi lấp lòng hồ, duy trì tuổi thọ và thời gian khai thác của hồ, cần thực hiện đồng bộ một hệ thống các biện pháp sau:

- Trong thiết kế và xây dựng hồ phải xét đến lượng bùn cát có khả năng gây bồi lấp lòng hồ để lựa chọn được dung tích chết của hồ có đủ khả năng trữ bùn cát bồi lắng trong suốt quá trình khai thác hồ chứa nước.

- Quản lý và thực hiện tốt các biện pháp chống xói mòn trên lưu vực tập trung nước về hồ, duy trì được diện tích rừng phòng hộ đầu nguồn của hồ chứa.

- Hạn chế đến mức thấp nhất việc khai thác khoáng sản trong lưu vực hồ. Quản lý phòng chống xói lở bờ hồ, nghiêm cấm các hành vi khai thác đất, đá, tập kết vật liệu rời trong phạm vi bảo vệ của bờ hồ.

- Đối với các hồ có cửa xả cát, thực hiện tốt chế độ xả cát về hạ lưu trong mùa mưa lũ.

2. Biện pháp phòng chống bùn cát bồi lấp các cửa lấy nước trên sông:

Để phòng chống bồi lấp các cửa lấy nước trên sông, cần thực hiện các biện pháp sau:

- Lựa chọn vị trí xây dựng công trình lấy nước hợp lý, không xây dựng công trình lấy nước tại các đoạn sông có bãi bồi gần bờ, nên đặt cửa lấy nước ở phía bờ lõm của sông.

- Lựa chọn hình thức cửa lấy nước phù hợp để lấy lớp dòng chảy mặt, tránh lấy nước tại lớp dòng chảy đáy và lớp sát đáy sông. Sử dụng các công trình hướng dòng để lái lớp dòng chảy bề mặt về cửa lấy nước và đẩy lớp dòng chảy đáy ra xa cửa lấy nước.

- Đối với các công trình lấy nước có đập ngăn sông, phải xây dựng cống xả cát gần cửa lấy nước, định kỳ xói rửa và xả bùn cát lắng đọng trước đập về sông hạ lưu để ngăn ngừa bồi lấp của lấy nước.

3. Biện pháp phòng chống bồi lấp công trình dẫn nước:

- Đối với các công trình dẫn nước, khi thiết kế công trình phải đảm bảo cho vận tốc dòng chảy trong công trình nằm trong giới hạn không phát sinh xói lở và bồi lắng ($V_{\min} > [V_{kl}]$; $V_{\max} < [V_{kx}]$).

- Trong trường hợp nguồn nước có hàm lượng phù sa lớn, cần xây dựng bể lắng cát sau cửa lấy nước để lắng đọng bùn cát trước khi dẫn nước vào mạng lưới phân phối nước.

Câu hỏi ôn tập:

3.1. Trình bày nguyên lý điều tiết nước ruộng?

3.2. Lượng nước hao mất ruộng là gì? giải thích các yếu tố ảnh hưởng đến lượng nước hao mất ruộng.

3.3. Giải thích ý nghĩa của các thông số $\beta_{\min}$, $\beta_{\max}$, $a_{\min}$, $a_{\max}$ trong công thức tưới cho cây trồng?

3.4. Chế độ tưới là gì? Nêu nội dung của chế độ tưới?

3.5. Trình bày phương pháp xác định chế độ tưới cho lúa?

3.6. Trình bày phương pháp xác định chế độ tưới cho cây trồng cạn?

3.7. Hệ số tưới là gì ? Viết và giải thích công thức tính hệ số tưới cho từng loại cây trồng và hệ số tưới của khu trồng trọt gồm nhiều loại cây trồng?

3.8. Tồn thất nước tưới là gì ? nêu phương pháp biểu thị và xác định tồn thất nước trên kênh đất.

3.9. Có mấy hình thức phân phối nước tưới? nêu ưu nhược điểm của từng hình thức phân phối nước tưới?

3.10. Trình bày phương pháp tính lưu lượng yêu cầu tại mặt ruộng?

3.11. Trình bày phương pháp tính lưu lượng yêu cầu tại đầu hệ thống kênh?

3.12. Hệ số tiêu là gì ? Viết và giả thích công thức tính hệ số tiêu cho từng loại cây trồng và hệ số tiêu của khu trồng trọt gồm nhiều loại cây trồng?

3.13. Viết và giả thích công thức tính công suất trạm xử lý nước thải sinh hoạt, sản xuất cho khu dân cư, đô thị?

3.14. Viết và giả thích công thức tính lưu lượng tính toán của công thoát nước thải sinh hoạt, sản xuất?

3.15. Viết và giảit thích công thức tính lưu lượng tính toán của công thoát nước mưa, công thoát nước chung?

3.16. Trình bày hiện tượng, nguyên nhân và tác hại của xói mòn?

3.17. Trình bày các biện pháp chống xói mòn và cải tạo đất bạc màu?

Bài tập:

3.1. Tính lượng nước hao mặt ruộng chuẩn tại khu canh tác trong các tháng 5,6,7 theo các công thức đã học nêu nhận xét về các kết quả tính toán, biết các số liệu sau:

- Khu vực tính toán tại vĩ độ 18 vĩ độ bắc, có cao độ mặt đất $Z = 5m$.

- Số liệu khí hậu bình quân các tháng như bảng sau:

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI
T_{bq} ngày($^{\circ}C$)	17,7	18,4	20,9	24,5	28,0	29,6	29,8	28,9	26,8	24,4	21,5	18,8
n (h/ngày)	2,65	2,08	2,87	5,20	7,6	7,20	8,61	6,11	6,79	4,25	2,66	2,99
Hr (%)	90	92	91	87	79	73	76	76	83	88	88	88
V(m/s)	2,2	1,80	1,8	1,80	2,3	3,1	2,5	2,5	2,0	2,4	2,7	2,5

3.2. Tính chế độ tưới dưỡng cho lúa và cây ngô trong tháng 7 với các số liệu sau:

- Lượng bốc hơi mặt ruộng chuẩn như kết quả tính ở bài 1

- Trong tháng 7 lúa đang ở giai đoạn Đẻ nhánh - làm đòng ($1/7 \div 10/7$); Làm đòng - trổ bông ($11/7 \div 30/7$); $a = (30 \div 70)mm$; $k_i = 2mm/ngày$. Ngô đang thời kỳ giữa vụ, chiều dày tầng đất canh tác $H_{i-1} = 0,35m$, $H_i = 0,45m$, Độ ẩm thích hợp $\beta_{min} = 70\%$, $\beta_{max} = 80\%$; Dung trọng đất khô $\gamma_k = 1,50 \text{ tấn}/m^3$; $W_n = 20 \text{ m}^3/ngày$.

- Lượng mưa trong tháng 7 không đáng kể (bỏ qua, không xét đến).

3.3. Tính hệ số tiêu cho khu tiêu biết các số liệu sau:

- Trận mưa tiêu 5 ngày max thiết kế như sau:

Ngày	1	2	3	4	5
Lượng mưa (mm)	20	30	130	180	10

- Chiều cao cây lúa tại thời đoạn tính toán $h = 300 \text{ mm}$. công trình tiêu nước ruộng lúa là tràn thực đỉnh rộng, chảy tự do, $b = 0,3 \text{ m}$

- Diện tích các loại đất như sau:

Loại đất	Đất trồng lúa	Đất trồng ngô	Đất rau màu	Đất thổ cư
Diện tích (ha)	1000	400	400	200

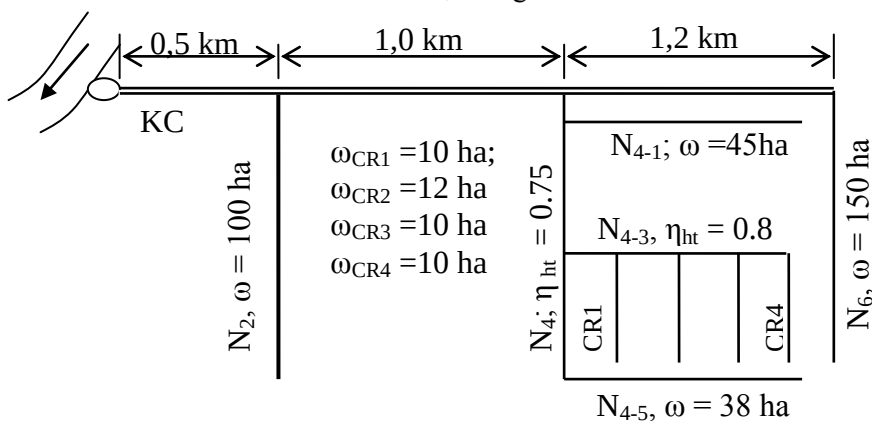
- Đất lúa là đất thịt pha sét nặng, đất ngô là đất thịt pha sét vừa, đất rau màu, thổ cư là đất thịt pha cát.

3.4. Tính Hệ số tưới và hiệu chỉnh biểu đồ hệ số tưới cho cho khu trồng trọt với các số liệu sau:

Loại cây trồng	Tỷ lệ diện tích	Thứ tự lần tưới	Mức tưới (mm)	Thời gian tưới		
				Từ ngày	Đến ngày	Ngày tưới chính
1	2	3	4	5	6	7
Lúa	$\alpha_L = 0,7$	1	60	11/4	20/4	15/4
		2	40	25/4	5/5	30/4
		3;4;5;6	130	6/5	30/5	7;15;22;29/5
		7;8;9	150	2/6	1/7	3;11;21/6
		10;11	100	5/7	30/8	7;14;24/8
		12;13	60	6/8	25/8	8;18/8
Ngô	$\alpha_N = 0,2$	1	40	15/4	17/4	16/4
		2	30	15/5	17/5	16/5
		3	35	10/6	13/6	12/6
		4	40	16/7	19/7	18/7
Khoai	$\alpha_K = 0,1$	1	30	18/4	20/4	19/4
		2	25	17/5	29/5	15/6
		3	35	13/6	15/6	14/6
		4	20	12/7	15/7	13/7

3.5. Cho hệ thống kênh như hình vẽ, Hệ thống kênh phân phối nước đồng thời đến các kênh cấp II; các kênh cấp II phân phối nước luân phiên cho các kênh cấp III, Kênh N_{2-4-5} phân phối nước cho 2 tổ tưới luân phiên, tổ I (CR1,CR2) tổ II (CR3,CR4). Đất khu tưới có tính thấm rất mạnh, mực nước ngầm ở sâu dễ thoát ($A=3,4$; $m=0,5$; $\gamma=1$), Biết:

Sơ đồ hệ thống kênh



- Ứng với hệ số tưới tại đợt 1, hệ số sử dụng nước hệ thống kênh của các kênh điển hình N_4 và N_{4-3} như hình vẽ.

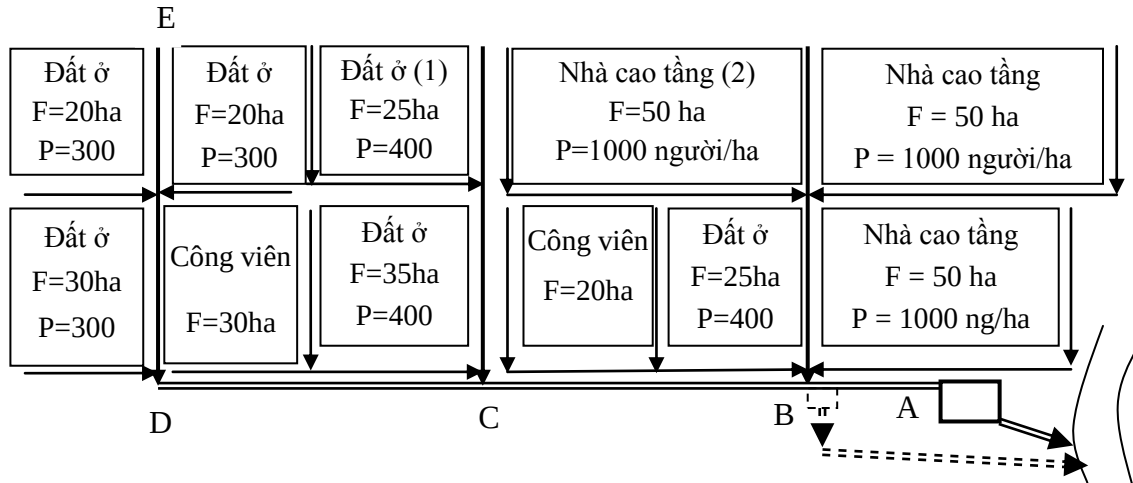
Biểu đồ hệ số tưới của khu tưới như bảng sau:

Đợt tưới	Thời gian tưới			q_k (l/s-ha)
	Từ ngày	Đến ngày	Số ngày	
1	11/4	30/4	20	1,00
2	6/5	15/6	40	0,90
3	21/6	19/7	30	1,30
4	22/7	30/8	40	1,10
5	6/8	10/8	15	0,70

Yêu cầu:

1. Tính và vẽ đường quá trình lưu lượng yêu cầu tại đầu hệ thống kênh.
2. Tính các loại lưu lượng thiết kế tại mặt cắt đầu kênh chính.

3.6. Cho sơ đồ hệ thống thoát nước thải sinh hoạt như hình vẽ, biết tiêu chuẩn thoát nước thải sinh hoạt là $q = 120$ lít/ người- ngày đêm, mật độ dân số tính toán và diện tích tính toán của các tiểu khu ghi trong hình vẽ.

**Yêu cầu:**

1. Tính công suất trạm xử lý nước thải (tại A)
2. Tính lưu lượng tính toán của cống tại các đoạn AB; BC;

3.7. Cho hệ thống thoát nước mưa có sơ đồ như hình vẽ (Hình vẽ bài 6).

Biết các số liệu sau:

- Vùng mưa Đà Nẵng.
- Mật độ xây dựng tại các khu vực như sau:

Khu vực	Diện tích sân, nhà (%)	Diện tích đường nhựa (%)	Diện tích thảm cỏ (%)	Diện tích cây xanh (%)
Đất ở (1)	50	25	10	15
Nhà cao tầng (2)	35	30	10	25
Công viên	10	20	30	40

- Chiều dài các đoạn cống: $L_{AB} = 500\text{m}$; $L_{BC} = 1000\text{m}$; $L_{CD} = 800\text{m}$; $L_{DE} = 700\text{m}$.

- Các thông số khác học sinh tự chọn.

Yêu cầu: Tính lưu lượng thoát nước mưa tại các đoạn AB; BC; CD.

3.8. Cho hệ thống thoát nước chung như hình vẽ (Hình vẽ bài 6), Các số liệu cho như bài 6 và bài 7, cửa xả nước mưa tại nút B.

Yêu cầu: Tính lưu lượng tính toán cho các đoạn cống AB; BC; CD

Chương 4. CÔNG TRÌNH DÂNG NƯỚC

4.1. KHÁI NIỆM VỀ CÔNG TRÌNH DÂNG NƯỚC

4.1.1. Đặc điểm

Đập đất là công trình dâng nước dùng để chặn nước và dâng cao mực nước ở thượng lưu.

Đập trọng lực là công trình dâng nước có thể kết hợp tháo nước.

4.1.2. Điều kiện ứng dụng

Đập đất dùng để tạo các hồ chứa, điều tiết dòng chảy.

Đập trọng lực xây dựng để chắn ngang sông suối nhằm nâng cao mực nước sử dụng lưu lượng cơ bản của dòng chảy, ít có tác dụng điều tiết dòng chảy. Ở nước ta nhiều hệ thống thủy nông lớn mà công trình lấy nước ở đầu mối là một đập dâng kết hợp tháo nước. Có những đập thấp cũng có tác dụng lấy nước để phục vụ tưới cho hàng vạn ha.

A. ĐẬP ĐẤT

4.2. KHÁI NIỆM VỀ ĐẬP ĐẤT

4.2.1. Ưu nhược điểm của đập đất

Đập đất được sử dụng rộng rãi vì có những ưu điểm sau:

- Dùng vật liệu tại chỗ, dễ tìm, dễ khai thác, tiết kiệm được các vật liệu quý như sắt, thép, xi măng...

- Cấu tạo đơn giản, có thể xây dựng đập đất với chiều cao lớn. Giá thành hạ.

- Tính chất của vật liệu đắp đập không bị thay đổi theo thời gian, độ bền của đập càng tăng.

Chống chấn động tốt.

- Dễ quản lý, dễ tôn cao đắp dày thêm mà không cần tháo cạn hồ chứa.

- So với các loại đập khác yêu cầu về nền không cao.

- Đã tích lũy được nhiều kiến thức và kinh nghiệm về thiết kế, thi công đập đất.

Tuy vậy đập đất cũng có một số nhược điểm sau:

- Đập đất không cho nước tràn qua cho nên phải xây dựng công trình tháo lũ ngoài thân đập.

- Ở những nơi mưa nhiều việc thi công đắp đập bằng phương pháp đầm nén gặp nhiều trở ngại vì khó khống chế độ ẩm của đất.

- Đập đất có khối lượng lớn do đó thời gian thi công thường kéo dài, phải sử dụng nhiều máy móc và nhân lực.

4.2.2. Phân loại

1. Phân loại theo phương pháp thi công

- Đập đầm nén: Khi đắp đất người ta trải từng lớp đất và đầm nén chặt.

- Đập đất bồi: Dùng máy thủy lực và phương pháp thủy lực để thi công đập.

- Đập nửa bồi: Dùng máy móc để đào và vận chuyển đất. Khi đắp đất thân đập thì dùng máy thủy lực.

- Đập đắp bằng phương pháp đổ đất trong nước: Người ta đổ đất trong nước tĩnh không phải đầm nén. Dưới tác dụng của trọng lượng bản thân đất sẽ được nén chặt.

- Đập đắp bằng phương pháp nổ mìn định hướng: Dùng bộc phá hất đất hai bên bờ sông xuống tạo thành đập ngăn sông.

2. Phân loại theo cấu tạo

- Đập đồng chất: Thân đập đắp bằng cùng một loại đất.

- Đập không đồng chất: Thân đập được đắp bằng hai hay nhiều loại đất.

Kiểu tường nghiêng: Đất ít thấm đắp phía trước, đất thấm nhiều đắp phía sau.

Kiểu tường lõi: Đất ít thấm đắp ở giữa mặt cắt, đất thấm nhiều đắp hai bên.

- Đập có tường nghiêng (mềm hoặc cứng).

- Đập có tường lõi (mềm hoặc cứng).

- Đập hỗn hợp: Thường bố trí lõi đất ở giữa, lăng trụ đá ở hai bên, giữa phần đất và đá có các lớp đệm chuyển tiếp.

3. Phân loại theo điều kiện tháo nước

- Đập đất không tràn nước.

- Đập đất tràn nước.

4.2.3. Nền đập đất

Trong các loại đập thì đập đất có một ưu điểm nổi bật là không đòi hỏi chất lượng nền quá cao, hầu như đập đất có thể xây dựng trên tất cả các loại nền đá hay không phải là đá, nền thấm nước, nền không thấm nước, nền lún nhiều hay nền có cấu tạo địa chất phức tạp. Tuy nhiên đối

với loại nền xấu như nền đất chảy, nền có chất hòa tan, thấm nước nhiều, độ lún lớn hay lún không đều... thì cần phải xử lý cẩn thận trước khi đắp đập.

Nền đắp đất phải bảo đảm các yêu cầu cơ bản sau:

- Có cường độ chống cắt và chịu tải tốt.
- Thấm nước ít.
- Lượng chứa tạp chất, chất hòa tan không được quá lớn.

Nền đá được coi là tốt nhất khi xây dựng đập đất. Chỉ đối với trường hợp nền đá bị phong hóa hay nứt nẻ nhiều, gây nên mất nước thì phải làm màng chống thấm bằng xi măng.

Nền đá vôi cũng có thể xây dựng đập đất nhưng nếu đá vôi bị phong hóa mạnh sẽ gây ra mất nước và lún không đều.

Khi trong nền đập có các loại đất mùn hay sét ngậm nước làm giảm sức chống trượt của đất nền thì phải xây dựng hệ thống thoát nước trong nền, đồng thời không nên thi công với tốc độ quá nhanh.

Nền có than bùn vẫn cho phép xây dựng đập đất nếu mức độ phân giải không quá 50% nhưng cần có biện pháp bảo đảm ổn định cho nền và đập.

Nền có chứa các loại muối hòa tan chiếm trên 6% trọng lượng thì phải tính đến các biện pháp đề phòng hiện tượng xói rửa của nền.

Nền có các lớp thấm nước nhiều như cát to, cuội, sỏi... cần phải áp dụng các biện pháp phòng chống thấm, chọn loại đập thích hợp để giảm lưu lượng thấm và đề phòng hiện tượng xói ngầm.

Nền có lớp không thấm nhưng không dày cần phải đánh giá mức độ ổn định về trôi đất của tầng không thấm do tác dụng của cột nước trước đập. Trong trường hợp tầng không thấm nước không đủ ổn định cần phải bố trí thiết bị thoát nước phía hạ lưu để giảm áp lực nước trong tầng thấm nước.

Trước khi đắp đập cần dọn sạch các lớp hữu cơ nằm trong phạm vi đắp đập.

4.2.4. Vật liệu đắp đập

Có thể sử dụng các loại đất để đắp đập. Đối với đất không đủ cường độ để bảo đảm đập ổn định và đất có thể thay đổi tính chất khi có nước thấm qua thì nên hạn chế sử dụng.

Đất dùng để đắp đập cần thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Hệ số thấm càng nhỏ càng tốt.
- Lượng muối chứa trong đất phải nhỏ hơn 6% trọng lượng.
- Lượng hữu cơ trong đất phải nhỏ hơn 5%.

Nếu chất hữu cơ và muối lớn hơn trị số nói trên thì sau khi bị phân giải và hòa tan sẽ dẫn đến lún không đều và thấm tập trung.

- Cấp phối hạt của đất phải thích hợp để bảo đảm đầm nén đất được chặt, hệ số thấm tương đối nhỏ và cường độ chống cắt tương đối lớn.

Nói chung hệ số không đều hạt $\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}} \geq 30 \div 100$ là loại đất tốt.

Còn $\eta < 5 \div 10$ là loại đất khó nén chặt và thường là thấm nước nhiều.

- Hàm lượng hạt sét (hạt có đường kính $d < 0,005$ mm) chiếm (6 ÷ 25)% thể tích là thích hợp.
- Trọng lượng riêng của đất có liên quan đến sự ổn định, phương pháp thi công và giá thành của đập đất.

Nếu trọng lượng của đất tương đối lớn, có thể giảm được sự biến hình của đất, giảm nước thấm vì độ rỗng nhỏ, do đó làm tăng khả năng chống cắt của đất. Nhưng muốn có trọng lượng riêng của đất lớn cần phải đầm nén nhiều và đất phải có lượng ngậm nước thích hợp.

Trọng lượng riêng thiết kế của đất thường lấy bằng $\gamma = 1,7 \text{ T/m}^3$ và lượng ngậm nước tốt nhất vào khoảng (10 ÷ 14)%.

4.2.5. Chọn loại đập

Chọn loại đập thích hợp là một vấn đề quan trọng. Nguyên tắc cơ bản khi lựa chọn là xây dựng nhanh, nhiều, tốt, rẻ. Đó cũng chính là bảo đảm rút ngắn thời gian thi công, tốn ít sức lao

động, đầu tư ít vốn và thỏa mãn các yêu cầu địa hình, địa chất, địa chất thủy văn, khí hậu, thi công... bảo đảm đập làm việc an toàn. Khi xét cụ thể cần chú ý các mặt sau:

1. Vật liệu

Chọn loại đập phải tôn trọng nguyên tắc: Dùng vật liệu tại chỗ, bãi lấy vật liệu gần nhất, tiết kiệm sức lao động, giảm chi phí, tăng tốc độ thi công.

Loại đập quyết định tính chất, khối lượng đất và bãi lấy đất. Nếu gần đập có đủ đất với chất lượng bảo đảm thì nên đắp đập đồng chất. Đó là loại đập đơn giản, thi công thuận lợi nhất.

Khi đập tương đối cao, ở gần đập không đủ đất để đắp đập đồng chất thì nên làm đập hỗn hợp. Như vậy sẽ sử dụng được nhiều loại đất ở gần đập với khoảng cách gần nhất, giá thành sẽ rẻ hơn nhiều so với đắp đập đồng chất.

Vật liệu nên chọn ở những khu không thấp để tránh vận chuyển lên quá cao, tốn phí tiền và công sức.

Khi chọn loại đập có tường lõi hay tường nghiêng, phải dựa vào tính chất, trữ lượng và sự phân bố của đất ở gần đập, nhằm triệt để sử dụng các vật liệu tại chỗ, thỏa mãn các yêu cầu về thấm và ổn định.

2. Địa chất nơi đắp đập

Tình hình địa chất ở tuyến đập quan hệ mật thiết với việc chọn loại đập. Trên nền có lớp phong hóa tương đối mỏng thì biện pháp dùng tường nghiêng hay tường lõi có tường răng là tốt. Nếu tầng phong hóa tương đối sâu, khối lượng làm tường răng lớn và khó thoát nước thì công thì có thể chọn loại đập có tường nghiêng và sân trước.

3. Khí hậu

Ở vùng mưa nhiều, loại đất không dính là vật liệu thích hợp nhất để đắp đập.

Loại đập đất đắp bằng phương pháp đổ đất trong nước và loại đập bồi lắng cũng thích hợp với nơi mưa nhiều.

4. Điều kiện thi công

- Đầm nén là phương pháp chủ yếu, thông dụng trong thi công đập đất.
- Phương pháp bồi lắng và phương pháp nổ mìn định hướng đắp đập tiết kiệm được sức lao động, ít chịu ảnh hưởng của khí hậu, thời gian thi công ngắn.

4.3. THIẾT KẾ SƠ BỘ MẶT CẮT NGANG ĐẬP ĐẤT

4.3.1. Nội dung thiết kế

- Phân tích các điều kiện xây dựng để chọn loại đập.
- Xác định các kích thước cơ bản của đập và chọn chi tiết các bộ phận chống thấm, thoát nước, thiết bị bảo vệ... (Tiêu chuẩn thiết kế đập đầm nén hiện hành 14TCN 157:2005).
- Tính toán thấm, ổn định, lún.
- Lập bản vẽ, tính khối lượng công trình.
- Dự kiến biện pháp tổ chức thi công.

4.3.2. Định đập

1. Cao trình đỉnh đập

Việc xác định cao trình đỉnh đập phải bảo đảm nguyên tắc an toàn (không cho nước tràn qua trong mọi trường hợp) và kinh tế (đập không quá cao).

Khi tính toán thiết kế cao trình đỉnh đập phải tính toán theo hai trường hợp như sau:

- Trường hợp một: Là trường hợp ứng với mực nước dâng gia cường ở thượng lưu khi có sóng và nước dâng do gió trung bình gây ra.
- Trường hợp hai: Là trường hợp ứng với mực nước dâng bình thường ở thượng lưu khi có sóng và nước dâng do gió lớn nhất gây ra.
- Công thức và cách xác định các thông số tính toán theo từng trường hợp:

$$\nabla_{\text{đđ}} = \nabla_{\text{MNT}} + \Delta h + h_{\text{SL}} + a \quad (4.1)$$

Trong đó:

∇_{MNT} : mực nước tính toán trong hồ chứa

Trường hợp một: $\nabla MNT = \nabla MNDGC$

Trường hợp hai: $\nabla MNT = \nabla MNDBT$

$\Delta h, h_{SL}$: đã xác định ở **Chương 2** [Công thức (2.15), (2.16)].

a: chiều cao an toàn, xác định tùy vào cấp công trình và trường hợp tính toán (Bảng 4-1).

Bảng 4.1. Chiều cao an toàn (m)

Trường hợp tính toán	Cấp công trình			
	I	II	III	IV và V
Bình thường	1,0	0,7	0,5	0,4
Gia cường	0,7	0,5	0,4	0,3

Khi tính toán xác định cao trình đỉnh đập cần chú ý các điểm sau:

- Cao trình đỉnh đập lấy trị số lớn nhất tính từ công thức (4.1).
- Trường hợp trên đỉnh đập có làm tường chắn sóng, mục đích để làm giảm chiều cao đập, lúc đó độ vượt cao của đập được tính tới đỉnh tường. Đỉnh đập lúc này vẫn phải bảo đảm cao hơn mực nước tính $(0,3 \div 0,4)m$.

2. Chiều rộng đỉnh đập

Chiều rộng đỉnh đập được xác định theo yêu cầu cấu tạo, giao thông và quốc phòng.

Khi sử dụng đỉnh đập làm đường giao thông thì phải xác định kích thước và cấu tạo theo quy phạm giao thông, có xét tới nhu cầu quản lý và khai thác.

Khi không sử dụng đỉnh đập làm đường giao thông thì chiều rộng đỉnh phải xác định theo kích thước các máy móc dùng trong xây dựng và quản lý. Nói chung, chiều rộng đỉnh đập không nhỏ hơn 3m đối với đập thấp, không nhỏ hơn 5m đối với đập vừa và cao. Khi cần bảo đảm những yêu cầu quốc phòng hay những yêu cầu riêng chiều rộng đỉnh đập có thể lớn hơn.

3. Cấu tạo đỉnh đập

Nếu đỉnh đập không dùng làm đường giao thông thì chỉ cần phủ một lớp đá dăm, đá sỏi hay trồng cỏ để bảo vệ. Mặt đỉnh đập thường làm theo một mái dốc hay hai mái dốc để dễ thoát nước mưa. Độ dốc mái khoảng $(2 \div 3)\%$.

Nếu mặt đập dùng làm đường giao thông thì phải gia cố theo các quy phạm giao thông. Hai bên mép đường phải có lan can để bảo đảm an toàn.

4.3.3. Mái đập và cơ đập

Độ dốc mái đập phụ thuộc vào hình thức, chiều cao đập, loại đất đắp, đặc điểm của nền... Khi thiết kế phải qua tính ổn định để chọn hệ số mái thích hợp.

Trước khi tính toán thường dựa vào kinh nghiệm để định sơ bộ hệ số mái (Bảng 4.2).

Bảng 4.2. Độ xoắn mái đập đất

Chiều cao đập (m)	Độ xoắn mái đập		Chiều cao đập (m)	Độ xoắn mái đập	
	Thượng lưu	Hạ lưu		Thượng lưu	Hạ lưu
5	2,0	1,5	20 ÷ 30	3,0	2,5
5 ÷ 10	2,5	2,0	>30	3,5	3,0
10 ÷ 20	2,75	2,25			

Với đập có chiều cao H không quá 40m, đất đắp đập và đất nền thuộc loại thông thường thì có thể sơ bộ định hệ số mái theo công thức đơn giản sau:

$$\left. \begin{array}{l} \text{- Mái thượng lưu: } m_1 = 0,05H + 2,00 \\ \text{- Mái hạ lưu: } m_2 = 0,05H + 1,50 \end{array} \right\} \quad (4.2)$$

Cần tránh áp dụng (Bảng 4.2) một cách máy móc, phải dựa vào các điều kiện và tình hình cụ thể để lựa chọn cho thích hợp. Theo kinh nghiệm, mái thượng lưu thường chọn thoải hơn mái hạ lưu, để đảm bảo ổn định khi chịu tác dụng của sóng gió và nước rút nhanh trong hồ.

Các đập cao không quá 15m thường có độ dốc mái không đổi. Ở những đập cao hơn, người ta thường làm mái có độ dốc thay đổi (hệ số mái m tăng dần từ đỉnh xuống chân đập), trị số thay đổi hệ số mái giữa 2 đoạn mái kề nhau thường lấy $\Delta m = 0,25$ hay $\Delta m = 0,5$. Ở các khoảng trung gian trên mái có bố trí các cơ để tăng ổn định, tiện cho thi công và có thể kết hợp làm đường quản lý vận hành sau này. Khoảng cách thẳng đứng giữa các cơ thường khoảng $(10 \div 15)m$. Đối với mái thượng lưu, do bị ngập trong nước nên ít khi bố trí cơ, thường chỉ đặt một cơ ở cao trình chân phần gia cố chính trên mái. Chiều rộng của mỗi cơ thường lấy không nhỏ hơn $(2 \div 3)m$. Dọc các cơ trên mái hạ lưu cần bố trí rãnh thu nước mưa từ phần mái phía trên đổ xuống. Các rãnh này có độ dốc về 2 đầu đập và được nối thông với mương thoát nước đặt dọc theo giao tuyến giữa mái hạ lưu đập và mặt đất tự nhiên.

4.3.4. Gia cố mái thượng lưu

Mái thượng lưu chịu tác dụng của các yếu tố: sóng, nhiệt độ thay đổi, lực thấm thủy động khi mực nước hồ rút nhanh. Bởi vậy các mái đập thượng lưu đều cần được bảo vệ. Vật liệu dùng để bảo vệ mái đập được lựa chọn dựa vào tình hình chịu lực và cấp công trình. Có thể dùng các bản bê tông cốt thép, đá lát khan, đá dăm, các bó cành cây... để bảo vệ. Tiền chi cho việc bảo vệ mái đập có thể chiếm 10% tổng giá thành hoặc nhiều hơn nữa. Do đó khi lựa chọn cấu tạo và vật liệu bảo vệ mái đập, cần phải bảo đảm hai mặt bền và rẻ.

- Hình thức đá lát khan để bảo vệ mái đập thượng lưu dùng khi chiều cao sóng $\leq 1,25m$. Đá lát khan dùng loại kích thước tương đối nhỏ xếp trên một lớp đệm bằng đá dăm hoặc sỏi. Bề dày lớp đá tính theo công thức Sankin:

$$t = 1,7 \frac{\gamma_n}{\gamma_d - \gamma_n} \cdot \frac{\sqrt{1 + m_1^2}}{m_1(m_1 + 2)} \cdot h_s \quad (4.3)$$

Trong đó:

γ_d : trọng lượng riêng của đá.

γ_n : trọng lượng riêng của nước.

h_s : chiều cao của sóng.

m_1 : hệ số mái dốc thượng lưu.

Loại này có nhược điểm là phải lựa chọn đá, không tận dụng được hết các phần đá khai thác.

- Dùng bản bê tông cốt thép để bảo vệ mái đập. Hình thức này chống sóng tốt, dễ thi công cơ giới, có thể dùng bản hay bản chịu ứng lực trước đúc sẵn tại chỗ hoặc tại nhà máy.

Kích thước các bản bê tông đúc tại chỗ là $(5 \times 5)m$ đến $(20 \times 20)m$ và dày $(15 \div 50)cm$. Loại kết cấu này có nhược điểm dễ sinh nứt nẻ.

Kích thước các bản bê tông lắp ghép thì kích thước mỗi bản từ $(1,5 \times 1,5)m$ đến $(5 \times 5)m$, dày $(8 \div 20)cm$ tùy theo điều kiện ổn định, lực đẩy nổi và áp lực của sóng vỗ. Loại kết cấu này thi công dễ và nhanh, nhưng tốn cốt thép. Các bản bê tông được đặt trên tầng lọc.

Phạm vi mái đập thượng lưu cần bảo vệ từ đỉnh đập xuống dưới mực nước chết một khoảng bằng 1,5 chiều cao sóng tương ứng với mực nước chết. Nếu mái đập thượng lưu không có thiết bị bảo vệ thì phải làm đủ thoải. Các đập thấp và dài được xử lý theo phương pháp này.

4.3.5. Gia cố mái hạ lưu

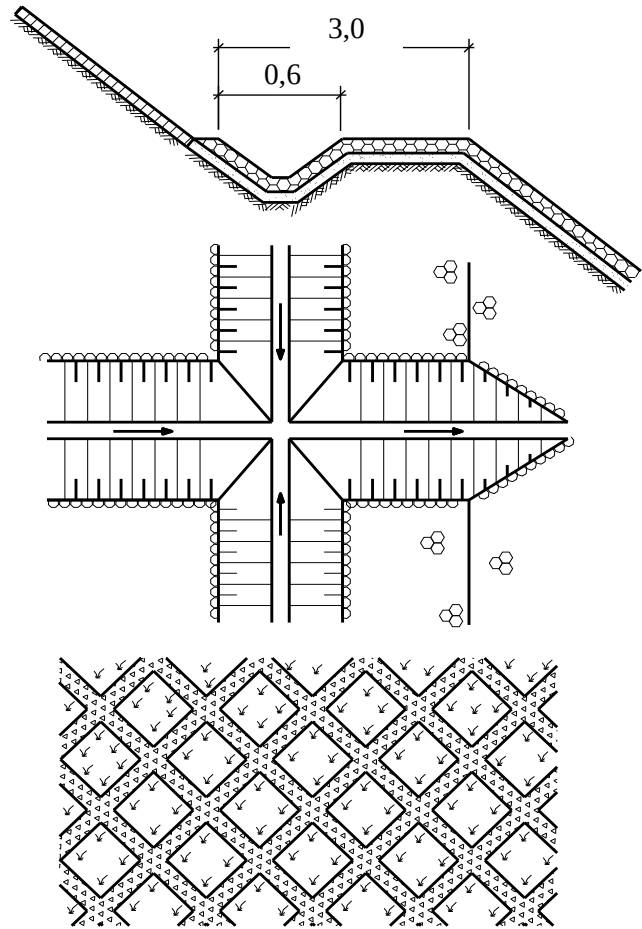
Toàn bộ mái đập hạ lưu được bảo vệ bằng cách trải đá dăm hoặc trồng cỏ. Thường trước khi trồng cỏ phải phủ mái bằng một lớp đất màu dày (0,2 ÷ 0,3)m.

Để thoát nước mưa, phòng xói cần đặt các thiết bị thoát nước trên mái dốc hạ lưu.

Nếu mái đập hạ lưu được bảo vệ bằng đá dăm, người ta dùng đá hoặc xây các mương dọc, mương ngang để tập trung tiêu nước mưa (Hình 4.1).

Trên mái đập có trồng cỏ bảo vệ, người ta đào những rãnh nhỏ nghiêng với trục đập 45^0 tạo thành từng ô, trong rãnh bỏ đá dăm để tập trung nước mưa. Nước từ những rãnh nghiêng đổ về: mương ngang bố trí trên cơ đập chuyển sang hai bên bờ và chảy xuống hạ lưu đập.

Kích thước mặt cắt mương được xác định dựa vào cường độ mưa, diện tích hứng nước và độ dốc đáy mương.

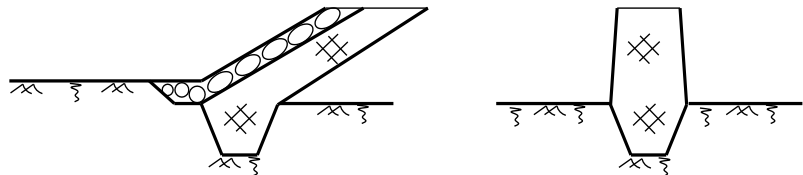


Hình 4.1. Gia cố mái đập hạ lưu

4.3.6. Bộ phận chống thấm

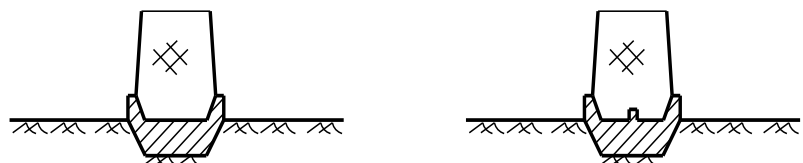
Bộ phận chống thấm trong thân đập và nền đập bố trí bằng các vật liệu có hệ số thấm nhỏ nhằm hạn chế lưu lượng nước thấm và đề phòng các hiện tượng biến dạng đất dưới tác dụng của dòng thấm cũng như để tăng ổn định mái hạ lưu đập đất. Các hình thức chống thấm trong thân đập và nền dưới dạng tường nghiêng, lõi giữa, sân trước, tường răng, bản cọc, màng xi măng. Thường dùng dạng lõi giữa hay tường nghiêng bằng đất sét hay đất pha sét có khả năng chống thấm cao.

Nếu đập xây dựng trên nền đất không thấm thì làm chân khay dưới đáy tường cắm vào nền một đoạn $\geq 0,5$ m (Hình 4.2a).

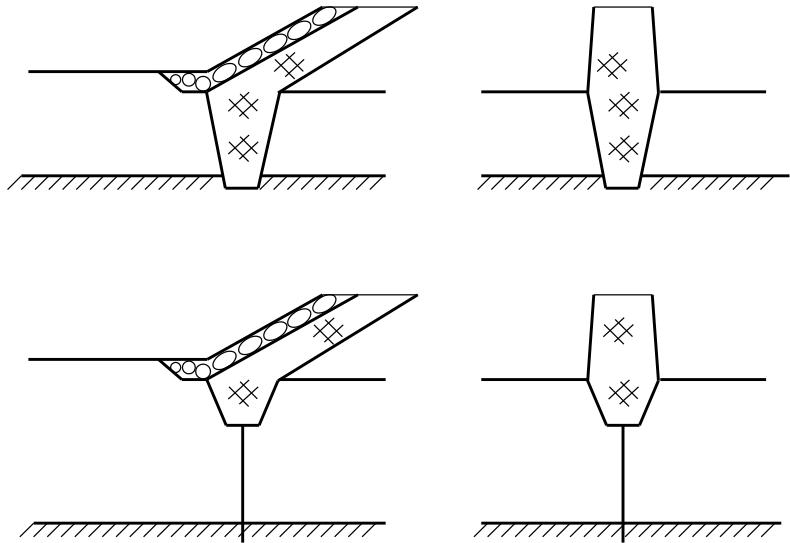


Hình 4.2a. Chân khay

Nếu nền đá không thấm chỗ nối tiếp giữa tường với nền bằng các loại gối bê tông (Hình 4.2b).



Hình 4.2b. Gối bê tông



Hình 4.2c. Tường chắn - Ván cừ

4.3.7. Bộ phận thoát nước

Mục đích của việc đặt bộ phận thoát nước thân đập là: cho dòng thấm thoát ra hạ lưu được dễ dàng và an toàn, hạ thấp đường bão hoà không cho dòng thấm thoát ra ở mái đập hạ lưu, tăng được ổn định, chống xói ngầm và chống trượt mái.

Hình thức và cấu tạo của thiết bị thoát nước phụ thuộc loại đập, điều kiện địa chất, mực nước hạ lưu và nguyên vật liệu tại chỗ. Vì phải bảo đảm yêu cầu chống xói ngầm nên vật thoát nước được làm theo cấu tạo của tầng lọc ngược.

Theo cấu tạo và vị trí trong thân đập, bộ phận thoát nước gồm các hình thức sau: lăng trụ thoát nước, đệm thoát nước nằm ngang, ống thoát nước, bộ phận thoát nước kiểu áp mái, bộ phận thoát nước hỗn hợp... Sau đây, trình bày chi tiết đối với một số bộ phận thoát nước cơ bản thường gặp trong thực tế.

1. Lăng trụ thoát nước

- Thân có mặt cắt ngang dạng hình thang, bằng đá đổ hoặc đá xếp. Đáy và mái phía thượng lưu bố trí tầng lọc ngược để chống xói ngầm cho thân và nền đập.

- Cao trình đỉnh > mực nước hạ lưu max từ $(0,5 \div 1)$ m.

- Bề rộng đỉnh lăng trụ được chọn như sau: $B_{lt} = \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{10} \right) H_{lt}$ đồng thời $B_{lt} \geq 1$ m.

- Các hệ số mái được chọn như sau: $m_3 \geq 1,25$; $m_4 \geq 1,5$.

(Hình 4.3)

- Tập trung dòng thấm ở thân và nền đập để dẫn về hạ lưu.

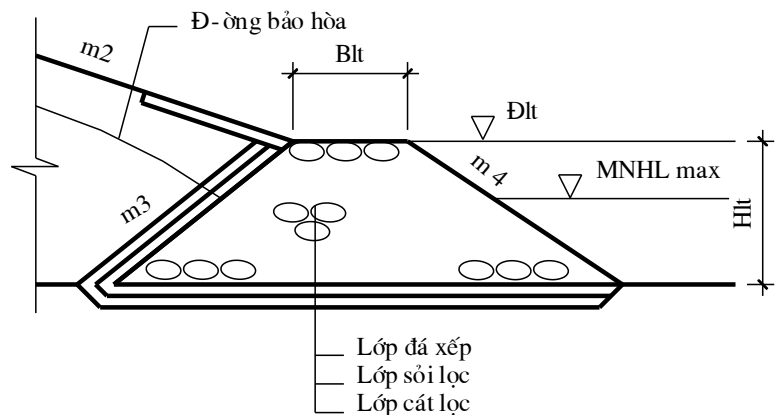
- Chống xói ngầm cho thân đập và nền đập.

- Hạ thấp đường bão hoà trong thân đập làm tăng khả năng ổn định cho thân đập.

- Là một bộ đỡ ở chân mái hạ nên tăng khả năng ổn định cho mái hạ lưu.

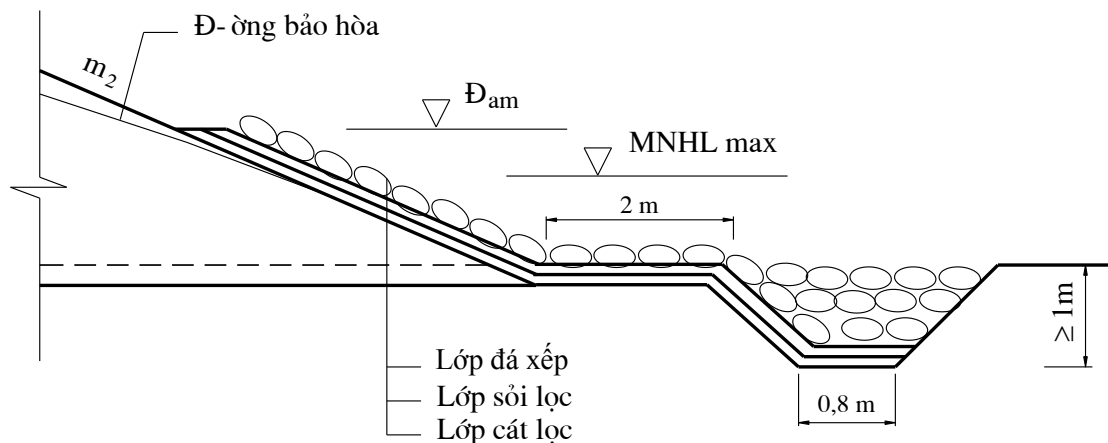
- Chống sóng cho mái hạ lưu.

- Có nhiều tác dụng tốt nhưng khối lượng lớn nên tốn kinh phí.



Hình 4.3. Lăng trụ thoát nước

- Dùng cho đập vừa đến lớn hoặc vùng có sẵn đá.
- 2. *Bộ phận thoát nước kiểu áp mái*
 - Có dạng một lớp phủ bằng đá đổ hoặc đá xếp và có bố trí tầng lọc ngược để chống xói ngầm cho thân và nền đập.
 - Cao trình đỉnh > mực nước hạ lưu max từ $(0,5 \div 1)$ m đồng thời phải lớn hơn điểm ra của đường bảo hòa từ $(0,5 \div 1)$ m.
 - Chiều dày lớp đá ở mái từ $(25 \div 30)$ cm, ở chân đập $\geq 1,0$ m.
 - Phần ở chân đập: Cao độ đáy ở phần chân đập phải thấp hơn mặt nền ít nhất 1,0 m và phủ rộng ra hết chân đập ít nhất từ $(2 \div 3)$ m. (Hình 4.4).



Hình 4.4. Bộ phận thoát nước kiểu áp mái

- Tập trung dòng thấm ở thân và nền đập để dẫn về hạ lưu.
 - Chống xói ngầm cho thân đập và nền đập.
 - Chống sóng cho mái hạ lưu.
 - Không hạ thấp được đường bảo hòa trong thân đập.
 - Có ít tác dụng tốt như loại kiểu lăng trụ nhưng khối lượng nhỏ nên ít tốn kinh phí.
 - Dùng cho đập nhỏ.
- Ngoài các hình thức bộ phận thoát nước đã trình bày ở trên tùy theo điều kiện sử dụng, vật liệu, yêu cầu phòng thấm, quy mô công trình... có thể dùng hình thức bộ phận thoát nước kiểu hỗn hợp. Khi mực nước hạ lưu thay đổi nhiều, dùng hình thức bộ phận kiểu hỗn hợp: lăng trụ thoát nước kết hợp kiểu áp mái là thích hợp.

4.4. TÍNH TOÁN THẨM QUA ĐẬP ĐẤT VÀ NỀN

4.4.1. Những vấn đề chung

1. *Nhiệm vụ tính toán thấm*

Việc tính toán thấm qua đập và nền nhằm:

- Xác định lưu lượng thấm qua thân đập và nền để từ đó tìm lượng nước tổn thất của hồ do thấm gây ra và đề xuất biện pháp phòng chống thấm thích hợp.
- Xác định vị trí đường bảo hòa để từ đó tìm được áp lực thấm và kiểm tra ổn định mái đập.
- Xác định gradien thấm (hay lưu tốc thấm) trong thân và nền đập, đặc biệt là ở chỗ dòng thấm thoát ra hạ lưu để tiến hành kiểm tra biến hình thấm cục bộ (xói ngầm, trôi đất...) và chọn biện pháp phòng ngừa cần thiết.

2. *Các phương pháp tính toán thấm*

Để giải bài toán thấm, tùy theo điều kiện biên và các yêu cầu cụ thể, có thể sử dụng các phương pháp khác nhau: phương pháp giải tích, đồ giải và thí nghiệm.

Phương pháp giải tích bao gồm phương pháp cơ học chất lỏng và phương pháp thủy lực.

- Phương pháp cơ học chất lỏng: Từ phương trình cơ bản về chuyển động của nước ngầm trong môi trường thấm và các điều kiện biên cụ thể, tiến hành tích phân để xác định trường phân

bồ cột nước thấm (h), gradient cột nước (J), lưu tốc thấm (V) và lưu lượng thấm (q). Việc diễn toán cụ thể rất phức tạp nên thực tế mới chỉ giải được cho một số sơ đồ đơn giản nhất. Phương pháp này ít có giá trị thực dụng.

- Phương pháp thủy lực: Xuất phát từ phương pháp cơ học chất lỏng, áp dụng một số giả thiết đơn giản hóa miền thấm, từ đó thiết lập được các công thức giải tích đơn giản và tiện dụng. Phương pháp này hiện vẫn được sử dụng phổ biến, nhất là với các đập không cao, có điều kiện đơn giản.

4.4.2. Công thức Dupuit

Công thức này áp dụng cho khối đất thấm có đáy nằm ngang Hình 4.5, dòng thấm biến đổi chậm, các đường thế coi gần đúng là thẳng đứng.

Xét tại một mặt cắt bất kỳ có tọa độ vị trí là x , diện tích mặt cắt ướt của dòng thấm là $y \times 1$ (bài toán phẳng). Gradient cột nước của dòng thấm là: $J = -\frac{dy}{dx}$.

Theo định luật thấm Darcy ta có: $V = KJ$

Trong đó:

V : lưu tốc thấm trung bình; K : hệ số thấm.

J : gradient thấm. Từ đó: $q = KJ\omega$, hay:

$$q = K \frac{-dy}{dx} y$$

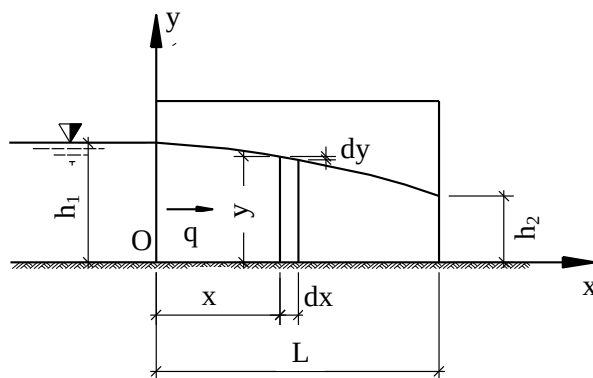
Suy ra: $q dx = -Ky dy$ (4.4)

Tích phân 2 vế theo x, y và lưu ý rằng $q = \text{const}$, ta có:

$$\int_0^x q dx = \int_{h_1}^y (-Ky) dy$$

$$\Leftrightarrow qx = K \frac{h_1^2 - y^2}{2} \quad (4.5)$$

$$\Leftrightarrow y = \sqrt{h_1^2 - \frac{2q}{K}x} \quad (4.6)$$



Hình 4.5. Sơ đồ tính thấm theo công thức Dupuit

(4.6) là phương trình đường bảo hoà viết trong hệ trục tọa độ Oxy như trên (Hình 4.5). Dễ thấy rằng đường bảo hoà là một parabol bậc hai.

Xét cho miền thấm có chiều dài L , chiều cao mặt cắt ướt ở đầu và cuối là h_1 và h_2 , suy ra từ (4.5) ta có:

$$q = K \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L} \quad (4.7)$$

(4.7) chính là công thức Dupuit, được sử dụng rất nhiều trong các bài toán thấm không áp ổn định biến đổi chậm, có đáy nằm ngang.

4.4.3. Sơ đồ tính toán thấm

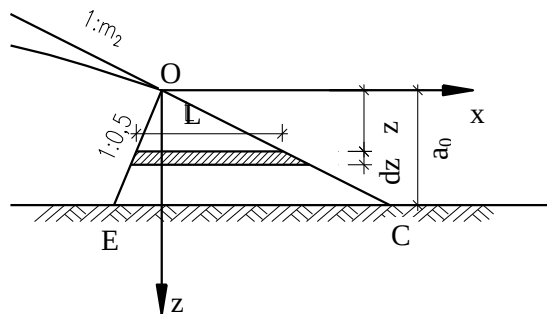
Theo phương pháp thủy lực ta có các sơ đồ cơ bản dùng trong tính toán thấm như sau:

1. Dòng thấm ở nêi hạ lưu (đập không có vật thoát nước)

Đường bảo hoà đổ ra mái hạ lưu đập tại điểm O, ở độ cao a_0 so với mặt nền; a_0 gọi là độ cao hút nước.

Ta dùng một đường thế OE để phân chia miền thấm ở thân đập (phía trước đường OE) và miền thấm ở nêi hạ lưu (phía sau đường OE).

Theo lý thuyết, đường thế OE có thể là một



Hình 4.6. Sơ đồ dòng thấm ở nêi hạ lưu đập đất

Chọn hệ trục tọa độ xOz như hình vẽ. Giả thiết là các bó dòng trong phạm vi hình nêm OCE là nằm ngang. Xét 1 ống dòng tại tọa độ z; chiều dài ống dòng là $l = (0,5 + m_2)z$; chiều cao ống dòng dz; cột nước tồn tại từ đầu đến cuối ống dòng bằng z. Lưu lượng qua ống dòng:

Lưu lượng qua toàn miền:

Công thức (4.8) dùng để xác định lưu lượng thấm qua nê-m hạ lưu. Kết hợp với công thức lưu lượng thấm ở đoạn trước, sẽ xác định được q và a_0 .

[illegible]

Trường hợp này, chúng ta có thể áp dụng giả thiết của Côzeni, coi đường bão hoà là một parabol bậc hai nhận điểm đầu của thiết bị thoát nước (F) làm tiêu điểm. Chiều cao của mặt cắt ướt của dòng thấm tại vị trí tiêu điểm F bằng a_0 gọi là độ cao hút nước. Chọn hệ trục Oxy như trên hình 4-7, vị trí gốc O cách tiêu điểm F một đoạn $l = a_0/2$. Theo tính chất của đường parabol, ta có:

- $$y^2 = 2a_{0,x} \quad (4.9)$$

- $$J_F = \frac{dy}{dx} = 1$$

Từ đó: $q = K.a_0$ (4.10)

Ta có: $AB = AF$, từ đó:

Chú ý: Phương trình đường bảo hoà (4.11) chỉ thích ứng với hệ trục toạ độ như trên Hình 4.7.

Theo phương pháp thủy lực, miền thấm là nê m thượng lưu của đập (abc) được biến đổi tương đương về miền hình chữ nhật adec có chiều dài ΔL được xác định từ điều kiện khống chế lưu lượng trong sơ đồ tương đương phải bằng lưu lượng q trong sơ đồ thực. Khi đó đoạn đường bảo hoà thực af được thay bằng đường bảo hoà tương đương df. (Hình 4.8).

Theo các kết quả nghiên cứu lý luận và thực nghiệm, chiều dài đoạn đập biến đổi được xác định như sau:

$$\Delta L = \lambda \cdot h_1 \quad (4.12)$$

Trong đó λ : hệ số phụ thuộc vào độ nghiêng của mái được biến đổi (m_1) và chiều rộng thân đập ở phía sau. Theo nghiên cứu lý luận của giáo sư G.X.Mikhailốp:

$$\lambda = \frac{m_1}{2m_1 + 1} \quad (4.13)$$

Theo giáo sư S.N.Numêrôp, trị số λ phụ thuộc vào m_1 và thay đổi trong phạm vi từ 0,355 đến 0,41.

Theo giáo sư A.A.Ughiutsux thì: $\lambda = f\left(m_1, \frac{L}{h_1}\right)$ (4.14)

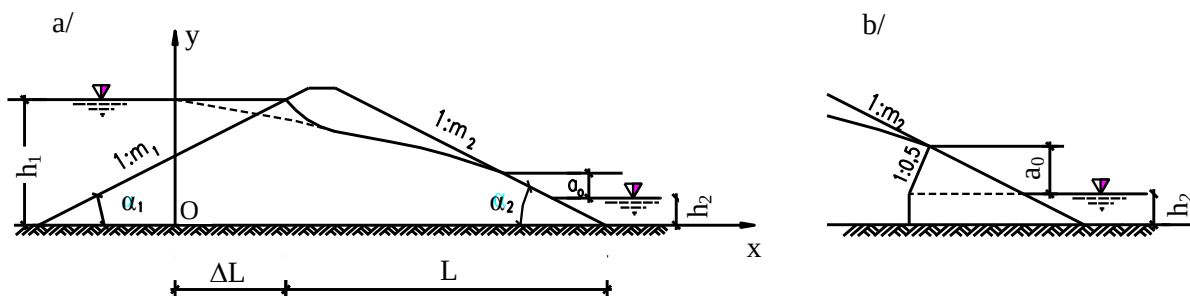
Trong đó L : chiều dài dòng thấm từ mép nước thượng lưu đến điểm thoát ra ở hạ lưu. Quan hệ (4.14) đã được lập thành bảng tra và được giới thiệu trong các tài liệu chuyên môn.

Trong tính toán kỹ thuật, công thức (4.13) sử dụng tiện lợi và đạt độ chính xác yêu cầu nên được dùng nhiều nhất.

Các sơ đồ cơ bản nêu trên được vận dụng vào các bài toán thấm cụ thể nêu ở các phần sau.

4.4.4. Tính toán thấm qua đập đất đồng chất trên nền không thấm

Bài toán thấm qua đập đất với mái thượng lưu nghiêng được chuyển thành thẳng đứng và được giải theo phương pháp phân đoạn (Hình 4.9).



Hình 4.9. Sơ đồ tính thấm qua đập đồng chất trên nền không thấm

Khi hạ lưu đập có nước ($h_2 > 0$) ta sơ bộ phân hạ lưu đập thành hai phần (Hình 4.9b).

Lưu lượng thấm qua phần tam giác nằm phía trên mặt nước hạ lưu:

$$q_1 = K \frac{a_0}{m_2 + 0,5} \quad (4.15)$$

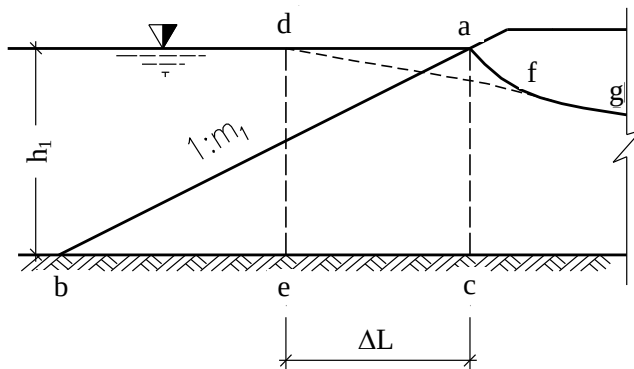
Lưu lượng thấm qua phần hình thang phía dưới mặt nước hạ lưu:

$$q_2 = K h_2 \frac{a_0}{(m_2 + 0,5)a_0 + \frac{m_2 h_2}{2m_2 + 1}} \quad (4.16)$$

Lưu lượng thấm tổng cộng:

$$q = q_1 + q_2 = K \frac{a_0}{m_2 + 0,5} \left(1 + \frac{h_2}{a_0 + \alpha h_2} \right) \quad (4.17)$$

Trong đó: $\alpha = \frac{m_2}{2(m_2 + 0,5)^2}$ (4.18)



Hình 4.8. Sơ đồ biến đổi tương đương miền thấm ở nền thượng lưu

Mặt khác vận dụng công thức tính lưu lượng qua phần thân đập thượng lưu, ta có:

$$q = K \frac{h_1^2 - (a_0 + h_2)^2}{2[L + \Delta L - m_2(a_0 + h_2)]} \quad (4.19)$$

Dựa vào hệ phương trình (4.17) và (4.19) ta xác định được hai ẩn số q và a_0 .

Phương trình đường bảo hoà theo hệ trục toạ độ xOy (Hình 4.9) là:

$$x = \frac{K}{2q} (h_1^2 - y^2) \quad (4.20)$$

2. Đập đồng chất hạ lưu có thiết bị thoát nước

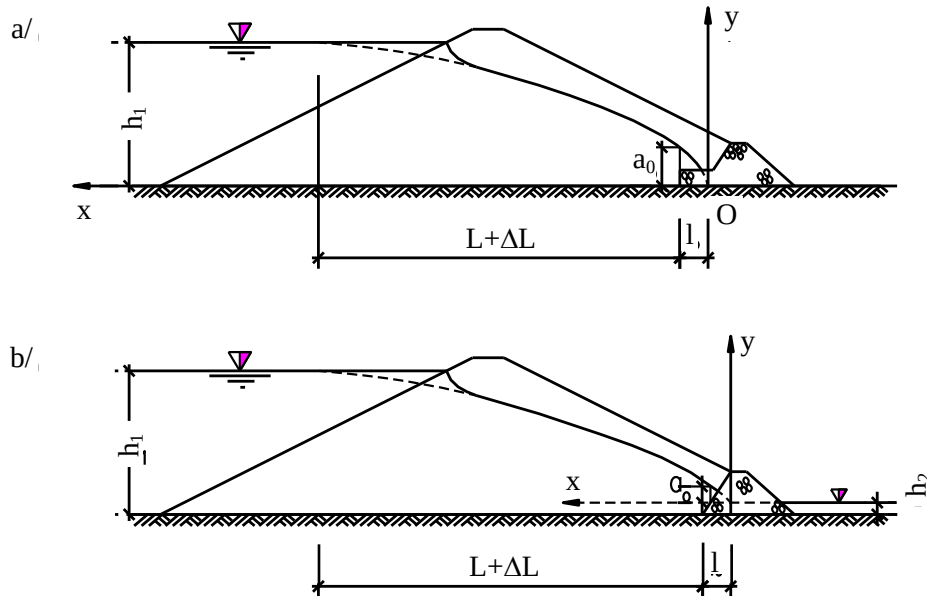
Khi hạ lưu đập không có nước (Hình 4.10a) dựa vào lý luận của bài toán thấm cơ bản ta có:

$$a_0 = 2l = \sqrt{(L + \Delta L)^2 + h_1^2} - (L + \Delta L) \quad (4.21)$$

$$q = K \frac{h_1^2 - a_0^2}{2(L + \Delta L)} = Ka_0 \quad (4.22)$$

Phương trình đường bảo hoà lấy theo (4.9).

Khi hạ lưu có nước thì trục hoành Ox nằm ngang mực nước hạ lưu (Hình 4.10b). Lúc đó để tính a_0 (hoặc l) vẫn dùng dạng công thức (4.21), song phải thay h_1 bởi $h_1 - h_2$.



Hình 4.10. Sơ đồ tính thấm qua đập đồng chất trên nền không thấm, hạ lưu có thiết bị thoát nước

Lưu lượng thấm xác định theo công thức:

$$q = \frac{K}{2(L + \Delta L)} [h_1^2 - (h_2 + a_0)^2] \quad (4.23)$$

Phương trình đường bảo hoà:

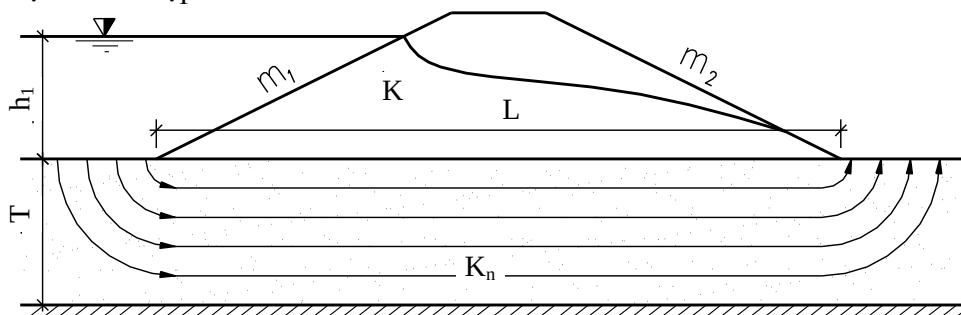
$$y^2 = \frac{(h_1 - h_2)^2}{(L + \Delta L)} x \quad (4.24)$$

4.4.5. Tính thấm qua đập đất trên nền thấm nước

Trong thực tế thường hay gặp loại đập đất trên nền thấm nước. Hệ số thấm của đập khác với hệ số thấm của nền. Đặc biệt đáng chú ý là trường hợp nền thấm nước mạnh. Hệ số thấm của nền và độ sâu tầng thấm nước có ảnh hưởng lớn đến lưu lượng thấm, vị trí và hình dạng đường bảo hoà.

Những bài toán thuộc loại này khá phức tạp, vì phải đề cập đến môi trường nhiều lớp và các điều kiện biên phức tạp. Vì vậy cách giải các bài toán thuộc loại này còn rất bị hạn chế. Phần lớn chỉ cho các cách tính toán gần đúng, đơn giản.

Trường hợp khi nền thấm hữu hạn, (Hình 4.11). Theo đề nghị của N. N. Pavolópuxki, khi tính toán xem nền như không thấm để xác định lưu lượng thấm qua thân đập q_1 . Cách tính toán trường hợp này đã trình bày ở phần trên, vì thế chúng ta có thể dễ dàng thiết lập lại công thức tùy theo sơ đồ thực tế của đập.



Hình 4.11. Sơ đồ tính thấm của đập đồng chất trên nền thấm nước có chiều dày hữu hạn

Sau đó tính thấm qua nền với giả thiết thân đập là không thấm. Lưu lượng q_2 này được xem như chảy qua đường ống.

$$q_2 = K_n \frac{h_1}{L + 0,88T} \quad (4.25)$$

Trong đó:

K_n : hệ số thấm của nền.

T : chiều dày tầng thấm nước của nền.

L : chiều dài đáy đập. Khi đập có thiết bị thoát nước thì chiều dài này kể từ mép chân đập thượng lưu đến đầu vị trí của thiết bị thoát nước.

$0,88T$: đoạn hiệu chỉnh chiều dài tường thấm ở cửa vào và cửa ra.

Lưu lượng tổng cộng do hai phần lưu lượng trên hợp thành.

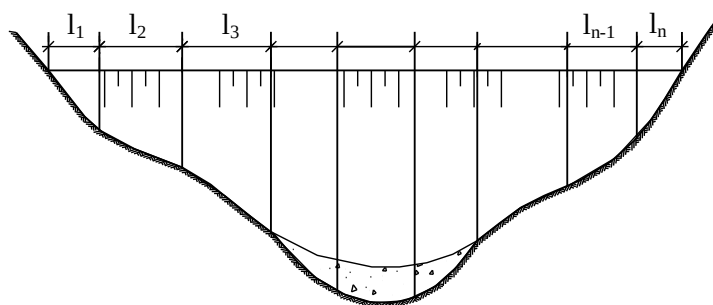
$$q = q_1 + q_2$$

4.4.6. Tính tổng lưu lượng thấm

Ở phần trên chúng ta đã nghiên cứu giải quyết những bài toán phẳng. Trong thực tế mặt cắt đập biến đổi nhiều theo dọc trục đập. Nói một cách khác bài toán thấm qua đập đất là bài toán không gian. Để tính lưu lượng thấm qua đập, người ta dựa vào địa hình phân đập thành nhiều đoạn (Hình 4.12). Lưu lượng thấm qua các mặt cắt điển hình được xác định theo các công thức ở phần trên.

Sau khi tìm lưu lượng bình quân qua mỗi đoạn đập, người ta tính tổng lưu lượng thấm theo công thức đơn giản gần đúng:

$$Q = \frac{1}{2} [q_1 l_1 + (q_1 + q_2) l_2 + \dots + (q_{n-2} + q_{n-1}) l_{n-1} + q_{n-1} l_n] \quad (4.26)$$



Hình 4.12. Sơ đồ tính tổng lưu lượng thấm

Trên đây chúng ta đã nghiên cứu giải quyết một số trường hợp thấm qua đập đất điển hình. Trong thực tế xây dựng còn gặp nhiều trường hợp khác, như đắp đập bằng nhiều loại đất, đập có tường lõi và sân trước...

Ứng với mỗi trường hợp cụ thể cần vận dụng các nguyên lý chung để giải quyết hoặc có thể phối hợp các phương pháp lý luận, thí nghiệm và đồ giải. Cá biệt có thể gặp những vấn đề khá phức tạp như đất không đồng chất, không đẳng hướng. Đối với đất mà hàm lượng sét lớn, tác dụng của mao dẫn có thể làm thay đổi đường dòng, tăng lưu lượng thấm... Do đó chúng ta phải dựa vào tình hình địa chất thủy văn, địa chất công trình, thời gian thi công và sử dụng đập để chỉnh lý những kết quả tính toán.

4.5. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CỦA ĐẬP ĐẤT

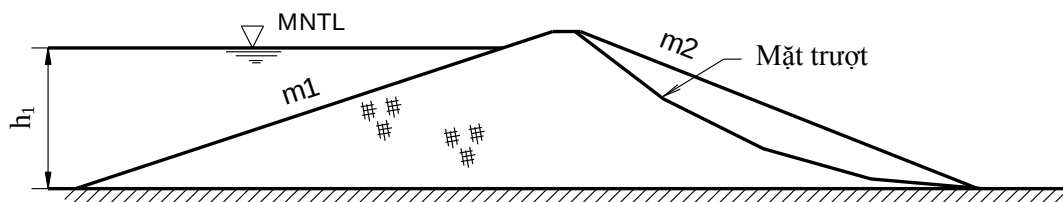
4.5.1. Hình thức mất ổn định của đập đất

Đập đất thường có mái thoải, khối lượng lớn, do đó không có khả năng trượt toàn khối đập dưới tác dụng của các tải trọng khác nhau. Khả năng mất ổn định có thể xảy ra là trượt mái, hoặc mái cùng với một phần nền, hoặc trượt các lớp bảo vệ trên mặt mái.

Tùy theo cấu tạo, vật liệu đắp đập và nền, mặt trượt có thể là một mặt cong bất kỳ, hay là mặt phức hợp bao gồm các đoạn cong và phẳng nối với nhau. Trong tính toán, để đơn giản thường giả thiết gần đúng mặt trượt hình trụ tròn (trên mặt cắt ngang đập thì mặt trượt là một cung tròn bán kính R , còn gọi là cung trượt).

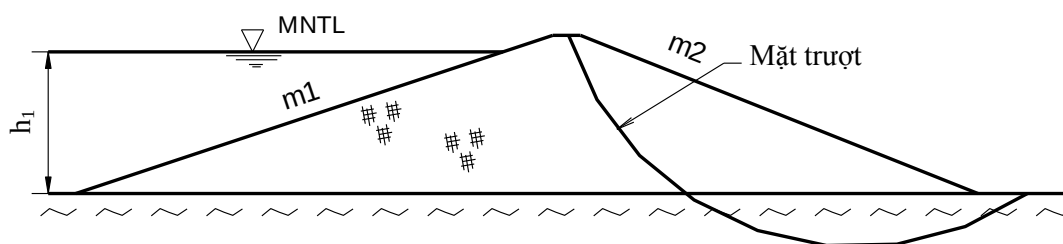
Trường hợp trong nền có lớp kẹp nền mềm yếu, hoặc là nền đá thì mặt trượt thường có đoạn đi dọc theo lớp kẹp yếu hay mặt nền đá, khi đó buộc phải xét mặt trượt là mặt phức hợp.

Các dạng có thể mất ổn định của đập đất như sau:



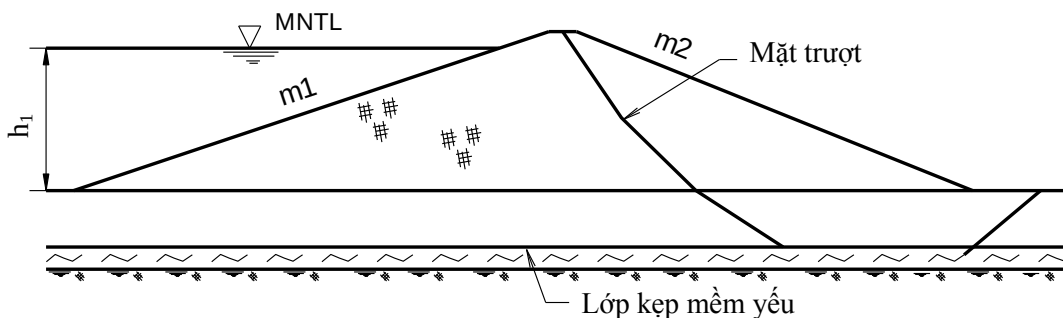
Hình 4.13. Trượt qua chân đập

Thường xảy ra khi nền đá hay nền đất tốt.



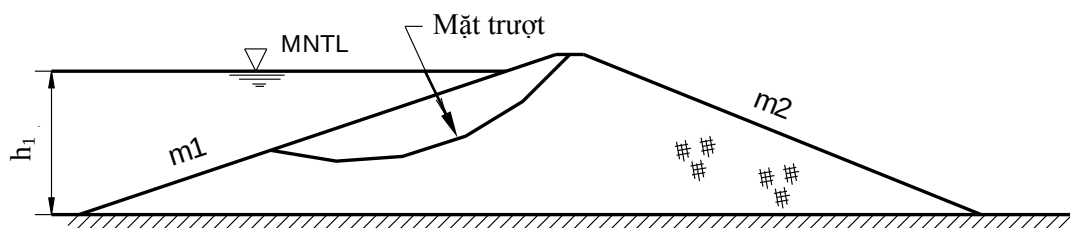
Hình 4.14. Trượt ăn sâu vào nền

Thường xảy ra khi nền là đất xấu (cường độ thấp) như nền sét mềm, sét nhão, bùn...



Hình 4.15: Trượt qua lớp kẹp mềm yếu

Thường xảy ra khi nền có lớp kẹp mềm yếu như sét nhão, bùn...



Hình 4.16: Trượt một phần mái đập

Thường xảy ra khi mái đập dốc, mực nước thượng lưu hạ đột ngột

Trong thực tế khối trượt có chiều dài hạn chế nhưng trong tính toán, để đơn giản hóa thường xét theo bài toán phẳng.

4.5.2. Trường hợp tính toán

Để đảm bảo cho đập làm việc an toàn trong mọi trường hợp, trong tính toán thiết kế cần dự kiến được các trường hợp bất lợi nhất. Thường xét đến các trường hợp sau:

1. Mái thượng lưu

- Khi hồ mới tích nước đến khoảng 1/3 chiều cao H_d .
- Khi hồ có MNDBT, hạ lưu có mực nước thấp nhất.
- Khi mực nước hồ rút nhanh từ mực nước lớn nhất đến một cao trình xác định. Trường hợp này thường là bất lợi nhất vì phát sinh dòng thấm ngược từ trong đập ra phía thượng lưu, gây ra lực thấm kéo mái đập trượt theo hướng này.

2. Mái hạ lưu

- Khi trong hồ có MNDBT, mực nước hạ lưu thấp nhất.
- Khi hồ có MNDGC, mực nước hạ lưu tương ứng khi tháo lũ.
- Khi hồ có MNDBT, đập có thiết bị chống thấm hay thiết bị thoát nước không làm việc bình thường (làm cho đường bão hòa trong thân đập dâng cao).

Ngoài ra, khi đập xây dựng trong vùng có động đất thì cần tính đến trường hợp này.

4.5.3. Tính hệ số ổn định

1. Phương pháp tra bảng của Golestêin

Trường hợp đập có tải trọng đơn giản:

Chỉ có trọng lượng bản thân, trước đập không có nước hay toàn bộ ngập trong nước, không có áp lực thấm, không có áp lực khe rỗng. Đập đồng chất và cường độ đất nền không nhỏ hơn cường độ đất thân đập, có thể áp dụng phương pháp tra bảng của Golestêin. Hệ số an toàn ổn định của mái đập:

$$K = f.A + \frac{C}{\gamma_1.H} B \quad (4.27)$$

Trong đó:

A, B: các hệ số quan hệ với độ xoắn của mái và độ sâu của khối trượt ăn sâu vào nền, xác định theo (Bảng 4.3).

f: hệ số ma sát của đất, $f = \tan \varphi$.

C: lực dính đơn vị của đất (N/m^2).

γ_1 : trọng lượng riêng của đất (N/m^3).

H: chiều cao mái đất (m).

Khi dùng phương pháp này để tính toán cần chú ý các trường hợp sau:

- Nếu đất có góc ma sát trong lớn ($\varphi > 10^\circ$) thì điểm ra của cung trượt có thể xem là qua chân đập.
- Nếu đất có góc ma sát trong nhỏ ($\varphi \leq 10^\circ$) thì cung trượt nguy hiểm sẽ ăn sâu vào nền đập. Dưới nền có tầng đất cứng hay đá thì sẽ hạn chế được sự ăn sâu của cung nguy hiểm.

Đập thuộc trường hợp tải trọng đơn giản nhất thực tế rất ít có nhưng đối với các đập thấp thuộc cấp IV và dưới cấp IV có thể dùng phương pháp này để tính toán. Nhưng hệ số an toàn ổn định cho phép $[K] = 2,0$.

Đối với đập thấp và ít quan trọng (từ cấp IV trở xuống) nếu thân đập không đồng chất có thể dùng trị số bình quân gia quyền về trọng lượng riêng, lực dính và góc ma sát trong để tính ổn định theo phương pháp trên.

$$\begin{aligned}\gamma_{tb} &= \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \dots + \gamma_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} = \frac{\sum \gamma_i h_i}{H} \\ C_{tb} &= \frac{C_1 h_1 + C_2 h_2 + \dots + C_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} = \frac{\sum C_i h_i}{H} \\ f_{tb} &= \frac{f_1 h_1 + f_2 h_2 + \dots + f_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} = \frac{\sum f_i h_i}{H}\end{aligned}\quad (4.28)$$

Trong đó:

$h_1, h_2, \dots, h_n$: chiều cao các lớp đất (m).

$\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$: trọng lượng riêng của đất (N/m^3).

$C_1, C_2, \dots, C_n$: lực dính đơn vị của đất thuộc các lớp (N/m^2).

$f_1, f_2, \dots, f_n$: hệ số ma sát của đất thuộc các lớp.

H: chiều cao đập (m).

Bảng 4.3. Các hệ số A và B

Độ dốc mái đập	Cung trượt đi qua chân đập		Cung trượt đi qua nền và ở độ sâu T có tầng đất cứng							
			$T = \frac{1}{4} H$		$T = \frac{1}{2} H$		$T = H$		$T = \frac{3}{2} H$	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1,00	2,34	5,79	2,56	6,10	3,17	5,92	4,32	5,80	5,78	5,75
1,25	2,64	6,05	2,66	6,32	3,24	6,02	4,43	5,86	5,86	5,80
1,50	2,64	6,50	2,80	6,53	3,32	6,13	4,54	5,93	5,94	5,85
1,75	2,87	6,58	2,93	6,72	3,41	6,26	4,66	6,00	6,02	5,90
2,00	3,23	6,70	3,10	6,87	3,53	6,40	4,78	6,08	6,10	5,95
2,25	3,49	7,27	3,26	7,23	3,66	6,56	4,90	6,16	6,18	5,98
2,50	3,53	7,30	3,46	7,62	3,82	6,74	5,03	6,26	6,26	6,02
2,75	3,59	8,02	3,68	8,00	4,02	6,95	5,17	6,34	6,34	6,05
3,00	3,59	8,81	3,93	8,40	4,24	7,20	5,31	6,44	6,44	6,09

2. Tính toán ổn định theo phương pháp cung trượt

Đây là loại mặt trượt thường gặp nhất. Phương pháp tính toán như sau:

a. Tính hệ số an toàn cho một cung trượt bất kỳ

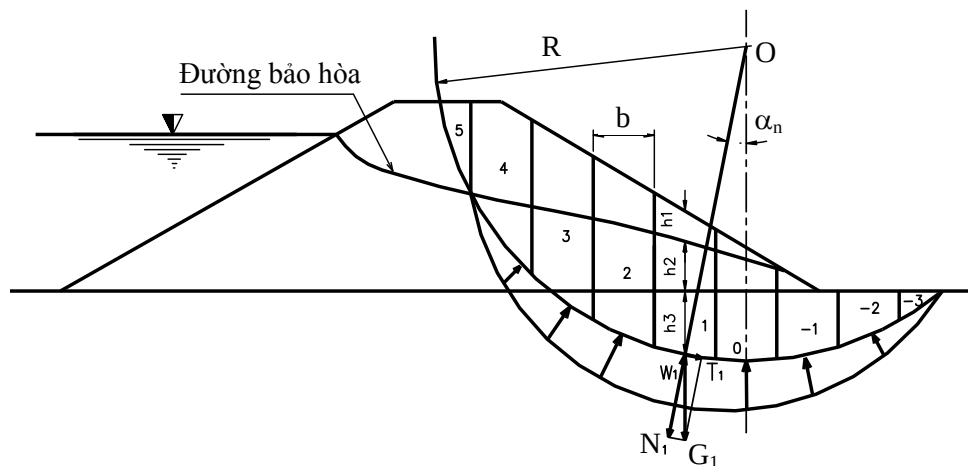
Với một cung trượt, khả năng ổn định được đánh giá bằng tỷ số của tổng mômen chống trượt ΣM_C với tổng mômen gây trượt ΣM_t của các lực tác dụng vào khối trượt, lấy đối với tâm trượt 0:

$$K = \frac{\sum M_C}{\sum M_t} \quad (4.29)$$

Để xác định ΣM_C và ΣM_t , thường sử dụng phương pháp phân cột: chia khối trượt thành nhiều cột thẳng đứng có chiều rộng $b = \frac{R}{m}$, m: số bất kỳ; bỏ qua lực tương tác giữa các cột (là nội lực của khối trượt), chỉ xét các lực tương tác giữa đáy các cột và phần cố định. Trị số ΣM_C , ΣM_t được tổng cộng ở tất cả các cột của khối trượt.

Với mỗi cột đất, trị số M_C , M_t phụ thuộc vào trọng lượng của cột, lực thấm, lực ma sát và lực dính ở đáy cột. Về áp lực thấm, có nhiều phương pháp tính toán khác nhau. Ứng với mỗi phương pháp tính lực thấm sẽ cho ta công thức tính ổn định mái tương ứng.

Sau đây trình bày phương pháp tính áp lực thấm theo Ghecxevanôp: Coi khối trượt là một vật rắn, áp lực thấm được xét là lực đẩy dưới đáy cung trượt (hướng vào tâm).



Hình 4.17. Sơ đồ tính ổn định trượt mái đập theo Ghecxevanôp.

Xét cung trượt như trên Hình 4.17. Khối trượt được chia thành các cột có chiều rộng b (cột số 0 có đường trung tâm trùng với đường thẳng đứng đi qua tâm trượt 0; thứ tự các cột được đánh tăng dần từ phải qua trái).

Xét cột thứ n có trọng lượng là:

$$G_n = (\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \dots) b$$

Trong đó γ_i là trọng lượng riêng của phần đất có chiều cao h_i của cột. Trên hình 4.17, h_1 là chiều cao phần đất thân đập nằm trên đường bảo hòa có trọng lượng riêng lấy theo đất ẩm (γ_w); h_2 là chiều cao phần đất thân đập nằm dưới đường bảo hòa (γ_{bh}); h_3 là chiều cao phần đất nền của cột, lấy theo trọng lượng riêng bảo hòa của đất nền.

Trượt lực G_n xuống đáy cột và phân tích ra 2 thành phần:

- Thành phần pháp tuyến: $N_n = G_n \cos \alpha_n$

- Thành phần tiếp tuyến: $T_n = G_n \sin \alpha_n$

Trong đó α_n là góc nghiêng của tia On (nối tâm trượt 0 với điểm giữa của đáy cột thứ n) so với phương thẳng đứng.

Với cách đánh số cột như đã nêu trên, ta có:

$$\sin \alpha = \frac{nb}{R} = \frac{n}{m} \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{n^2}{m^2}}$$

Lực thấm đẩy ở đáy cột được xác định như áp lực thủy tĩnh:

$$W_n = \gamma h \frac{b}{\cos \alpha_n}$$

Trong đó:

γ : trọng lượng riêng của nước.

h : chiều cao phần đất bảo hòa nước của cột (khoảng cách thẳng đứng từ đường bảo hòa đến đáy cột).

Chiều của lực W_n hướng vào cung trượt, tức ngược chiều với lực N_n . Chính lực pháp tuyến $(N_n - W_n)$ gây ma sát tại đáy cột. Còn lực dính tại đáy cột là $\frac{C_n b}{\cos \alpha_n}$. Các lực ma sát và lực dính gây ra mômen chống trượt, còn lực tiếp tuyến T_n gây ra mômen trượt.

Mômen chống trượt:
$$M_C = \left[(N_n - W_n) \operatorname{tg} \varphi_n + \frac{C_n b}{\cos \alpha_n} \right] R$$

Trong đó φ_n và C_n là góc ma sát trong và lực dính đơn vị của đất tại đáy cột thứ n.

Momen gây trượt: $M_t = T_n \cdot R$

Thay vào (4.29) ta có:

$$K = \frac{\sum (N_n - W_n) \operatorname{tg} \varphi_n + \sum \frac{b C_n}{\cos \alpha_n}}{\sum T_n} \quad (4.30)$$

Ngoài phương pháp nêu trên, còn có thể thiết lập công thức tính hệ số ổn định của cung trượt theo các phương pháp khác như: áp lực trọng lượng, phương pháp Bishop, Janbu...

b. Tính hệ số an toàn nhỏ nhất ($K_{\min}$)

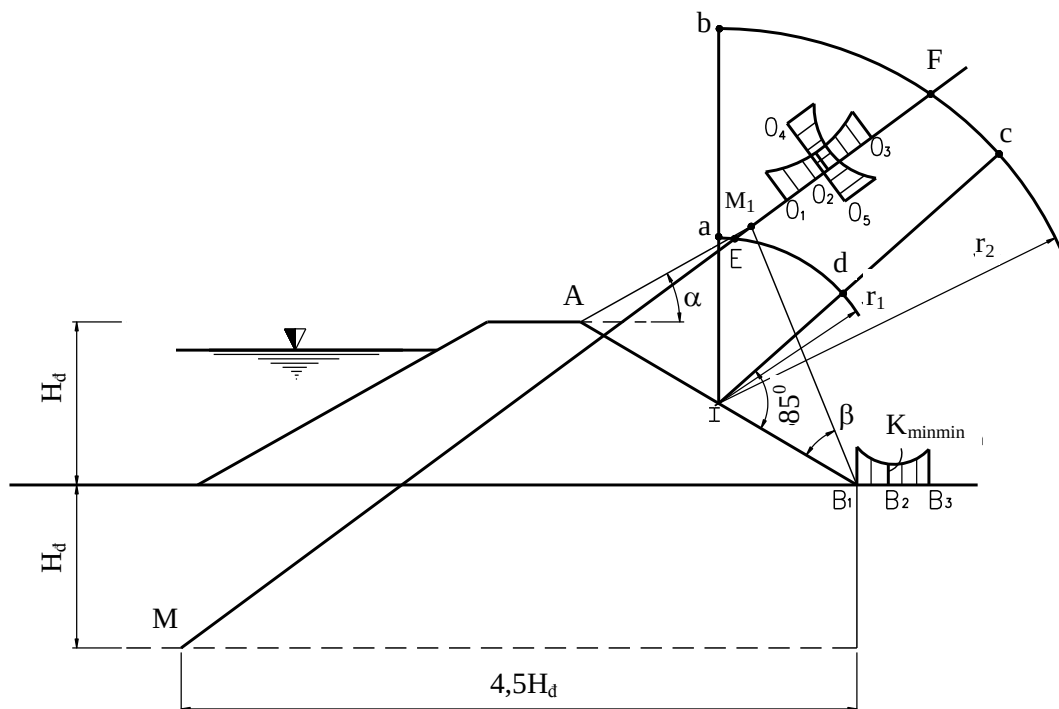
Trên đây mới chỉ lập được công thức tính K cho một cung trượt bất kỳ. Với mỗi trường hợp tính toán, cần xác định hệ số an toàn nhỏ nhất $K_{\min}$. Sau đây là phương pháp kinh nghiệm để xác định nhanh $K_{\min}$.

* Xác định vùng chứa tâm trượt nguy hiểm

- Phương pháp Philenit: Tâm trượt nguy hiểm nằm ở lân cận đường MM_1 , trong đó điểm M nằm ở độ sâu bằng H_d (chiều cao của đập) và cách chân mái một khoảng bằng $4,5H_d$ về phía mái đối diện. Điểm M_1 là giao của 2 tia Ax và B_1y (Hình 4.18). Tia Ax lập với phương ngang một góc α ; tia B_1y lập với phương của mái (trung bình) một góc β . Trị số của α và β phụ thuộc vào hệ số độ nghiêng m của mái đang xét, xác định theo (Bảng 4.4).

Bảng 4.4. Trị số của góc α, β

m	α (độ)	β (độ)	m	α (độ)	β (độ)
1,0	37	28	3,0	35	25
1,5	35	26	4,0	36	25
2,0	35	25	5,0	39	25



Hình 4.18. Sơ đồ xác định tâm trượt nguy hiểm.

- Phương pháp Phandêp: Coi tâm trượt nguy hiểm nằm trong phạm vi hình thang cong abcd (Hình 4.18) được xác định như sau: I là điểm giữa của mái trung bình; tia Ib thẳng đứng; tia Ic

lập với phương của mái một góc bằng 85^0 ; các cung ad và bc tương ứng có bán kính r_1 và r_2 xác định theo (Bảng 4.5).

Bảng 4.5. Trị số bán kính r_1, r_2 (H_d : chiều cao đập).

m	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
r_1/H_d	0,75	0,75	1,0	1,5	2,2	3,0
r_2/H_d	1,5	1,75	2,3	3,75	4,8	5,5

Chú ý: Các phương pháp nêu trên mới chỉ là sơ bộ để định hướng. Vị trí tâm trượt nguy hiểm phụ thuộc nhiều vào địa chất nền, vật liệu đắp đập và có những trường hợp vị trí tâm trượt nguy hiểm không rơi vào các vùng nêu trên.

* Quy trình tìm tâm trượt nguy hiểm và $K_{\min}$

Đầu tiên ta xét các cung trượt có cùng một điểm ra ở chân mái (B_1). Gọi E, F là giao của 2 miền nêu trên, tức là phạm vi để tìm thấy tâm trượt nguy hiểm nhất. Trên đoạn này giả thiết các tâm $0_1, 0_2, 0_3, \dots$ và tương ứng tìm được các hệ số an toàn ổn định $K_1, K_2, K_3, \dots$. Vẽ biểu đồ quan hệ $K \sim 0$ (Hình 4.18) ứng với cực tiểu của biểu đồ này tìm được tâm nguy hiểm (Ví dụ: 0_2). Tại tâm này, kẻ đường vuông góc với đoạn EF trên đường đó lại giả thiết tiếp các tâm $0_4, 0_5, \dots$ và cũng tìm được hệ số an toàn K tương ứng ($K_4, K_5, \dots$). Tiếp tục vẽ biểu đồ quan hệ $K \sim 0$ trên hướng này và tìm được cực tiểu của nó chính là tâm trượt nguy hiểm cần tìm, tương ứng với hệ số an toàn ổn định $K_{\min 1}$.

Lặp lại các bước tương tự ứng với các cung trượt có cùng điểm ra là $B_2, B_3, \dots$, và vẽ biểu đồ quan hệ $K_{\min} \sim B$ ở chân mái (Hình 4.18). Cực tiểu của biểu đồ này chính là trị số $K_{\min}$ cần tìm (ứng với trường hợp đang xét).

Do khối lượng tính toán lớn, hiện nay thường sử dụng các phần mềm máy tính khi kiểm tra ổn định mái đập. Phần mềm đang sử dụng rộng rãi là Geo-Slope của Canada.

Khi sử dụng các phần mềm tính ổn định, cần hiểu được các giới hạn của nó, và những quy định cụ thể về các chỉ tiêu của vật liệu đưa vào...

B. ĐẬP BÊ TÔNG TRỌNG LỰC

4.6. KHÁI NIỆM

Đập bê tông trọng lực là loại đập có khối lượng bê tông (hoặc đá xây) lớn và được giữ ổn định nhờ trọng lượng của bản thân.

Loại đập này thường được xây trên nền đá. Cũng có trường hợp đập xây trên nền đất, nhưng khi đó đáy đập phải mở rộng và phải xử lý khá tốn kém.

4.6.1. Đặc điểm

- Có thể kết hợp tràn nước qua thân đập, do đó khi bố trí công trình đầu mối, không cần phải đặt đường tràn xả lũ ở ngoài thân đập.

- Vật liệu làm đập có độ bền cao, tính biến dạng nhỏ.

- Có thể bố trí dẫn dòng thi công qua đập đang xây dở. Việc thi công đập ít chịu ảnh hưởng của thời tiết hơn so với đập đất.

Một số điểm cần chú ý khi xây dựng loại đập này là yêu cầu về nền tương đối cao, bê tông khối lớn khó tỏa nhiệt nên cần bố trí khối đổ và các khe thi công hợp lý để tránh cho bê tông khối bị nứt nẻ do ứng suất nhiệt.

Trên thế giới, đập bê tông được sử dụng khá rộng rãi. Trong các đập xây dựng trong khoảng 100 năm gần đây số lượng đập bê tông chiếm gần 50%. Đập bê tông trọng lực cao nhất hiện nay là đập Grand Diksans (Thụy Sĩ) cao 284m.

Ở Việt Nam, trước đây mới có một số đập bê tông (hoặc đá xây) tràn nước có chiều cao không lớn: đập Cầu Sơn, Bái Thượng, Thạch Nham... Gần đây, một số đập bê tông trọng lực tương đối cao đã được xây dựng: đập Tân Giang (Ninh Thuận) 39,5m; đập Lòng Sông (Bình Thuận) 46m.

Về vật liệu làm đập trước đây sử dụng đá xây hoặc bê tông thường. Gần đây, công nghệ bê tông đầm lăn đã được phát triển và phổ biến rộng rãi.

4.6.2. Phân loại

Theo kết cấu, đập bê tông có các loại sau:

1. Đập trọng lực đặc hay đập trọng lực truyền thống mặt cắt cơ bản thường là hình tam giác hay đa giác. Loại này có kết cấu đơn giản nhưng sử dụng nhiều vật liệu bê tông, kết cấu bê tông khối lớn khó tỏa nhiệt. Để khắc phục nhược điểm này, có thể xét đến các loại đập trọng lực cải tiến sau đây.

2. Đập trọng lực khe rỗng. Các đập thuộc loại này được chia thành nhiều đơn nguyên, giữa các đơn nguyên có khe mở rộng để giảm khối lượng bê tông, tăng khả năng tỏa nhiệt.

3. Đập có khoét lỗ lớn ở sát nền. Ngoài tác dụng tiết kiệm vật liệu và dễ tỏa nhiệt, lỗ lớn ở sát nền còn có thể kết hợp làm hành lang khoan phụt vữa vào nền, hành lang thoát nước thấm hay bố trí gian máy của trạm thủy điện (đối với các đập lớn).

4. Đập có neo vào nền. Các thép ứng suất trước đặt ở sát mặt thượng lưu đập được neo chặt vào nền đá tốt nên tăng cường được ổn định và loại trừ được khả năng sinh ứng suất kéo ở mặt này. Nhờ vậy bề rộng đáy đập có thể làm nhỏ hơn so với đập truyền thống.

5. Đập kiểu ngăn hộp. Với loại đập này, các vách của ngăn hộp là các tấm bê tông lắp ghép hoặc đổ tại chỗ, trong hộp được đổ đầy đất, đá để tăng trọng lượng cho đập, đảm bảo điều kiện ổn định chống trượt.

4.7. MẶT CẮT NGANG CỦA ĐẬP BÊ TÔNG TRỌNG LỰC

4.7.1. Mặt cắt cơ bản của đập bê tông trọng lực

Mặt cắt cơ bản của đập không tràn có hình dạng tam giác, áp lực thủy tĩnh ở phía thượng lưu tác dụng vào đập cũng là dạng tam giác.

Khi thiết kế mặt cắt cơ bản thường xuất phát từ ba điều kiện:

- Điều kiện ổn định: Bảo đảm hệ số an toàn ổn định trượt trên mặt cắt nguy hiểm nhất không nhỏ hơn trị số cho phép.

- Điều kiện ứng suất: Không để xuất hiện ứng suất kéo ở mép thượng lưu. Ứng suất nén ở mép hạ lưu không được vượt quá trị số cho phép.

- Điều kiện kinh tế: Bảo đảm khối lượng công trình là nhỏ nhất.

Dưới đây ta xét một đoạn đập có chiều dài đơn vị (1m) tiết diện ngang là hình tam giác ABC, chiều cao đập h , chiều rộng đáy đập b , hình chiếu của mái thượng lưu là $n.b$, của mái hạ lưu là $(1-n)b$ trong đó $n < 1$.

Ở đây ta xem mực nước thượng lưu ngang đỉnh đập, hạ lưu không có nước.

Các lực tác dụng lên đoạn đập gồm:

- Trọng lượng bản thân của đập G .
- Áp lực nước nằm ngang và thẳng đứng tác dụng lên mái thượng lưu đập là W_1 và W_2 .
- Áp lực thấm dưới đáy đập W_t . (Hình 4.19)

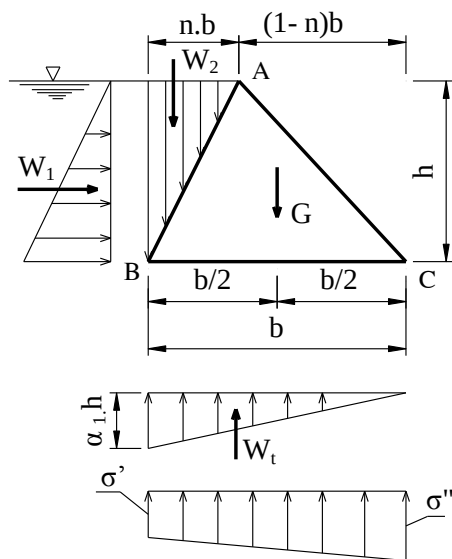
1. Xác định chiều rộng đáy đập theo điều kiện ứng suất

Ứng suất theo phương thẳng đứng tác dụng lên một mặt cắt ngang của đập có thể xác định theo công thức nén lệch tâm

$$\sigma = \frac{\Sigma G}{b} \pm \frac{6 \Sigma M_0}{b^2} \quad (4.31)$$

Trong đó:

ΣG : tổng các lực thẳng đứng tác dụng lên mặt cắt tính toán.



Hình 4.19. Sơ đồ tính toán mặt cắt cơ bản

$$\Sigma G = G + W_2 - W_t$$

$$\Sigma G = \gamma_1 \frac{bh}{2} + \gamma \frac{nbh}{2} - \alpha_1 \gamma \frac{bh}{2} = \frac{bh}{2} (\gamma_1 + \gamma n - \alpha_1 \gamma) \quad (4.32)$$

γ, γ_1 : trọng lượng riêng của nước và của vật liệu làm đập.

α_1 : hệ số áp lực thấm còn lại do tác dụng cản trở của màng chống thấm.

ΣM_0 : tổng mômen của các lực đối với trọng tâm của mặt cắt tính toán.

$$\begin{aligned} \Sigma M_0 &= \frac{\gamma h^2}{2} \cdot \frac{h}{3} + \alpha_1 \gamma \frac{bh}{2} \cdot \frac{b}{6} - \gamma \frac{nbh}{2} \left(\frac{b}{2} - \frac{nb}{3} \right) - \gamma_1 \frac{bh}{2} \cdot \frac{\left(\frac{b}{2} - nb \right)}{3} \\ \Sigma M_0 &= \frac{b^2 h}{12} \left(2\gamma \frac{h^2}{b^2} + \alpha_1 \gamma - 3\gamma n + 2\gamma n^2 - \gamma_1 + 2\gamma_1 n \right) \end{aligned} \quad (4.33)$$

Thay các trị số ΣG và ΣM_0 vào công thức (4.31) và lấy dấu trừ trước số hạng thứ hai ta có ứng suất ở mép thượng lưu đáy đập σ' khi hồ đầy nước.

$$\sigma' = h \left[\gamma_1 (1-n) + \gamma n (2-n) - \alpha_1 \gamma - \gamma \frac{h^2}{b^2} \right] \quad (4.34)$$

Để thỏa mãn điều kiện tại mép thượng lưu đập không sinh ra ứng suất kéo, tức là $\sigma' = 0$ ta tìm được chiều rộng đáy đập.

$$b = \frac{h}{\sqrt{\frac{\gamma_1}{\gamma} (1-n) + n(2-n) - \alpha_1}} \quad (4.35)$$

Khối lượng công trình sẽ nhỏ nhất khi biểu thức trong căn của công thức (4.35) đạt trị số cực đại. Lấy đạo hàm của biểu thức đó theo n và cho bằng không ta được:

$$n = \frac{2 - \frac{\gamma_1}{\gamma}}{2} \quad (4.36)$$

Nếu $\gamma_1 = 2,4 \text{ T/m}^3$ (bê tông), $\gamma = 1 \text{ T/m}^3$ (nước) thì $n = -0,2$ nghĩa là mái thượng lưu đập có độ dốc ngược. Mặt cắt đập như vậy gây khó khăn khi thi công và có thể phát sinh ứng suất kéo trên mặt hạ lưu đập khi đập vừa thi công xong hay khi tháo cạn hồ, do đó người ta thường lấy $n = 0$.

Khi mái thượng lưu thẳng đứng thì chiều rộng b là:

$$b = \frac{h}{\sqrt{\frac{\gamma_1}{\gamma} - \alpha_1}} \quad (4.37)$$

Nếu $\alpha_1 = 0,5$, $\gamma_1 = 2,4 \text{ T/m}^3$ (bê tông), $\gamma = 1 \text{ T/m}^3$ (nước) thì $b = 0,73h$.

Nếu có biện pháp giảm áp lực thấm ở nền bằng không ($\alpha_1 = 0$) thì $b = 0,65h$.

Ta thấy rằng trường hợp không có áp lực thấm chiều rộng đáy đập b nhỏ hơn trường hợp có áp lực thấm dưới nền và khối lượng vật liệu làm đập có thể giảm $(10 \div 25)\%$. Vì vậy cần thiết phải có các biện pháp công trình để giảm áp lực thấm dưới đáy đập.

2. Xác định chiều rộng đáy đập theo điều kiện ổn định

Điều kiện bảo đảm ổn định của đập

$$K_c \cdot W_1 = f \cdot \Sigma G \quad (4.38)$$

Trong đó :

f : hệ số ma sát giữa đập và nền.

K_c : hệ số an toàn ổn định của đập.

Thay các trị số W_1 và ΣG vào công thức (4.38) ta có :

$$K_c \gamma \frac{h^2}{2} = f \frac{bh}{2} (\gamma_1 + \gamma n - \alpha_1 \gamma)$$

$$\text{Do đó } b = K_c \frac{h}{f \left(\frac{\gamma_1}{\gamma} + n - \alpha_1 \right)} \quad (4.39)$$

Nếu $n = 0$, $f = 0,7$ (nền đá), $\gamma_1 = 2,4 \text{ T/m}^3$ (bê tông), $\gamma = 1 \text{ T/m}^3$ (nước), $\alpha_1 = 0,5$ và $K_c = 1$ (điều kiện cân bằng giới hạn) thì $b = 0,75h$.

Nếu $\alpha_1 = 0$ thì $b = 0,6h$.

Ta thấy rằng khi $f = 0,7$ (nền đá) và áp lực thấm nhỏ thì chiều rộng đáy đập b do điều kiện cường độ quyết định, trường hợp áp lực thấm lớn thì b điều kiện ổn định không chế. Để quyết định chiều rộng đáy đập hợp lý phải tiến hành tính toán và so sánh cụ thể.

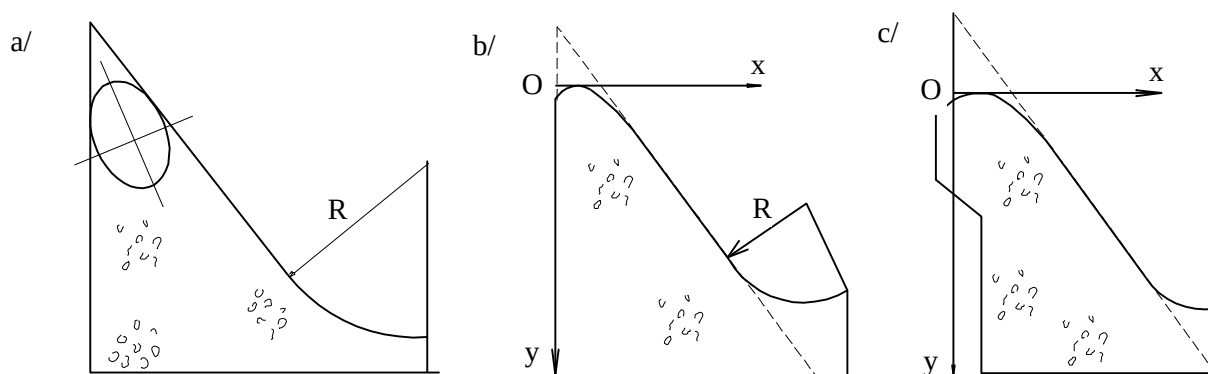
Ta có thể tìm n vừa thỏa mãn điều kiện ứng suất và điều kiện ổn định trên cơ sở cân bằng hai phương trình (4.35) và (4.39). Sau khi biến đổi ta có :

$$\left(1 + \frac{K_c}{f^2}\right)n^2 + \left[\frac{\gamma_1}{\gamma} \left(\frac{K_c^2}{f} + 2\right) - 2 \left(\frac{K_c^2}{f^2} + \alpha_1\right)\right]n + \left[\left(\frac{\gamma_1}{\gamma}\right)^2 - \frac{\gamma_1}{\gamma} \left(\frac{K_c}{f^2} + 2\alpha_1\right) + \alpha_1 \left(\frac{K^2}{f^2} + \alpha_1\right)\right] = 0$$

Đây là phương trình bậc hai theo n . Với một bài toán cụ thể các tham số trong phương trình đều có thể biết, do đó ta có thể xác định trị số n .

4.7.2. Mặt cắt thực tế của đập bê tông trọng lực

Mặt cắt thực tế của đập bê tông trọng lực cho nước tràn qua được chọn xuất phát từ mặt cắt cơ bản, có thêm bớt một số phần cho phù hợp với điều kiện tháo nước và nối tiếp dòng chảy ở hạ lưu.



Hình 4.20. Các dạng mặt cắt đập tràn

- a. Đập có đầu hình elip (có chân không) b. Đập tràn dạng không chân không
c. Đập không chân không có phần nhô về phía trước

1. Đỉnh đập:

Đỉnh đập tràn có thể cấu tạo theo dạng không chân không hay có chân không (đầu tràn dạng tròn, elíp). Loại mặt cắt có chân không tuy có tăng được hệ số lưu lượng của tràn, nhưng làm việc không ổn định và dễ sinh chấn động cũng như phát sinh khí thực ở phần đầu tràn nếu trị số chân không vượt quá mức cho phép. Vì vậy chỉ nên làm đỉnh tràn có chân không khi có luận chứng xác đáng. Đối với các công trình quan trọng, sự làm việc của đập và mức độ chân không ở đỉnh đập cần phải được kiểm tra qua thí nghiệm mô hình.

Dạng đỉnh tràn không chân không có chế độ làm việc ổn định và thường được sử dụng nhiều hơn (Hình 4.20b). Khi cần mở rộng đoạn nằm ngang ở trên đỉnh để bố trí cửa van và thiết bị, có thể làm đỉnh tràn có phần nhô về phía trước (Hình 4.20c).

2. Mái đập:

Để bảo đảm điều kiện ổn định và nối tiếp liên tục với phần đập không tràn, mái thượng và hạ lưu của đập đều lấy theo trị số n của mặt cắt cơ bản đã tính. Tại vị trí chuyển tiếp từ đường cong đỉnh tràn (đã xác định ở trên) sang đường thẳng mặt mái hạ lưu, đường thẳng này phải tiếp tuyến với đường cong đỉnh tràn để tránh tạo ra điểm gãy, tức tránh tạo ra nguồn sinh chân không, khí thực cục bộ trên mặt tràn.

3. Chân mái hạ lưu:

Tùy theo hình thức tiêu năng được chọn, chân mái hạ lưu có thể là bể tiêu năng (tiêu năng đáy), mũi phun (tiêu năng phóng xa), hay bậc thụt (tiêu năng mặt). Nối tiếp giữa mặt hạ lưu tràn và bộ phận tiêu năng phải qua một đoạn chuyển tiếp, thường chọn là cung tròn bán kính R . Khi nối tiếp với bể tiêu năng, trị số R chọn như sau:

$$R = (0,2 \div 0,5)(P + H_t) \quad (4.40)$$

Trong đó:

P : chiều cao đập tính đến cao trình đáy bể tiêu năng.

H_t : cột nước trên đỉnh tràn.

Nếu nối tiếp với mũi phun, bán kính R có thể chọn:

$$R = (6 \div 10)h_c \quad (4.41)$$

Với h_c là độ sâu co hẹp trên mũi phun.

Câu hỏi ôn tập:

- 4.1. Nêu ưu nhược điểm và phân loại đập đất.
- 4.2. Trình bày các yêu cầu cơ bản của nền đập đất và vật liệu đắp đập đất.
- 4.3. Nêu các nguyên tắc cơ bản khi chọn loại đập đất.
- 4.4. Trình bày cách xác định các kích thước cơ bản của đập đất: Cao trình đỉnh đập, chiều rộng đỉnh đập, các độ xoắn của mái đập.
- 4.5. Nêu cấu tạo, tác dụng, đặc điểm và điều kiện ứng dụng các bộ phận thoát nước thường gặp trong đập đất: Kiểu lắng trụ, Kiểu áp mái.
- 4.6. Trình bày các sơ đồ và công thức tính toán qua đập đất trên nền không thấm.
- 4.7. Nêu sơ đồ tính thấm và công thức tính toán qua đập đất trên nền thấm nước.
- 4.8. Trình bày các hình thức mất ổn định và nguyên nhân chủ yếu gây mất ổn định của đập đất.
- 4.9. Trình bày các sơ đồ tính toán và công thức tính toán hệ số ổn định của đập đất theo phương pháp cung trượt.
- 4.10. Nêu đặc điểm và phân loại đập bê tông trọng lực.
- 4.11. Trình bày cách xác định các kích thước mặt cắt cơ bản của đập bê tông trọng lực.
- 4.12. Trình bày cách xác định các kích thước cơ bản mặt cắt thực tế của đập bê tông trọng lực.

Chương 5. CÔNG TRÌNH THÁO LŨ - CỬA VAN

5.1. KHÁI NIỆM

5.1.1. Khái niệm về công trình tháo lũ.

Công trình tháo lũ hay công trình tháo nước là công trình dùng để tháo nước lũ thừa, nhằm bảo vệ cho các công trình khác như đập đất, kênh... khỏi bị phá hoại do dòng lũ. Chương này chỉ giới thiệu công trình tháo lũ trong hồ chứa nước.

Công trình tháo lũ trong hồ chứa gồm các loại sau:

- Công trình tháo lũ trên mặt: Dòng chảy chảy ở trên mặt, ta có thể quan sát được bằng mắt, ví dụ: Đập tràn, đường tràn dọc, đường tràn ngang, giếng đứng tháo lũ.
- Công trình tháo lũ dưới sâu: Dòng chảy chảy ngầm ở bên dưới, ta không quan sát được bằng mắt, ví dụ: Cổng ngầm tháo lũ, đường hầm tháo lũ, xi phông tháo lũ.

5.1.2. Tần suất tính toán và kiểm tra

Khi thiết kế công trình tháo lũ, trước hết ta phải tính toán, xác định được lưu lượng của trận lũ thiết kế và trận lũ kiểm tra. Trận lũ thiết kế tính toán theo tần suất lũ thiết kế, trận lũ kiểm tra tính toán theo tần suất lũ kiểm tra.

Lũ thiết kế dùng để tính toán xác định các thông số kỹ thuật của các công trình trong cụm đầu mối. Lũ kiểm tra dùng để tính toán kiểm tra ổn định, kết cấu, nền móng, năng lực xả nước của các công trình trong cụm đầu mối.

Tần suất lưu lượng, mực nước lớn nhất thiết kế và kiểm tra công trình thủy (Công trình chủ yếu) xác định theo Bảng 4.2 của TCXDVN 285 : 2002.

Với công trình tháo lũ (trong hồ chứa) cấp IV, tần suất lũ thiết kế $p = 1,5\%$, tần suất lũ kiểm tra $p = 0,5\%$. Công trình cấp V tần suất lũ thiết kế $p = 2\%$ và không có lũ kiểm tra.

Tần suất lưu lượng, mực nước lớn nhất thiết kế công trình tạm thời, phục vụ công tác dẫn dòng thi công, chặn dòng thi công xác định theo Bảng 4.6 và 4.7 của TCXDVN 285 : 2002.

5.2. CÔNG TRÌNH THÁO LŨ TRÊN MẶT

5.2.1. Đường tràn dọc

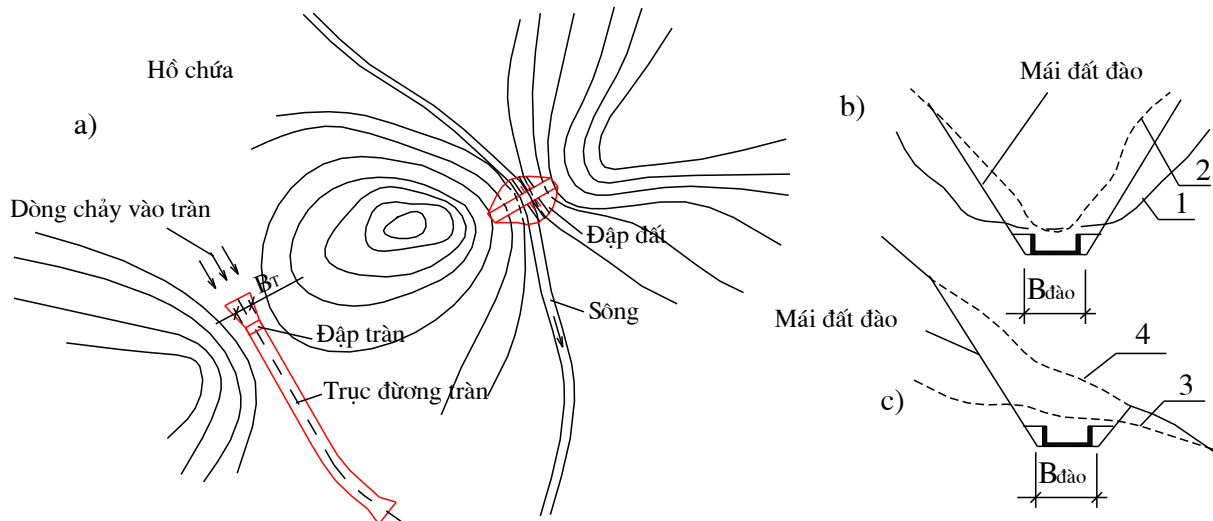
1. Khái niệm

Đường tràn dọc là đường tràn mà dòng chảy vào tràn chảy theo phương song song với trục đường tràn (Hình 5.1a).

Đường tràn dọc thường được bố trí ở các eo núi hình yên ngựa ở ven bờ hồ chứa, cũng có thể bố trí đường tràn dọc ở bên vai đập đất khi địa hình vai đập là tương đối xoải hoặc khi địa hình không xoải lắm nhưng không có eo núi nào thích hợp hơn.

Đường tràn dọc là một dạng công trình tháo lũ thường gặp nhất, nó có ưu điểm là việc thiết kế, thi công, quản lý đơn giản (hơn những loại khác).

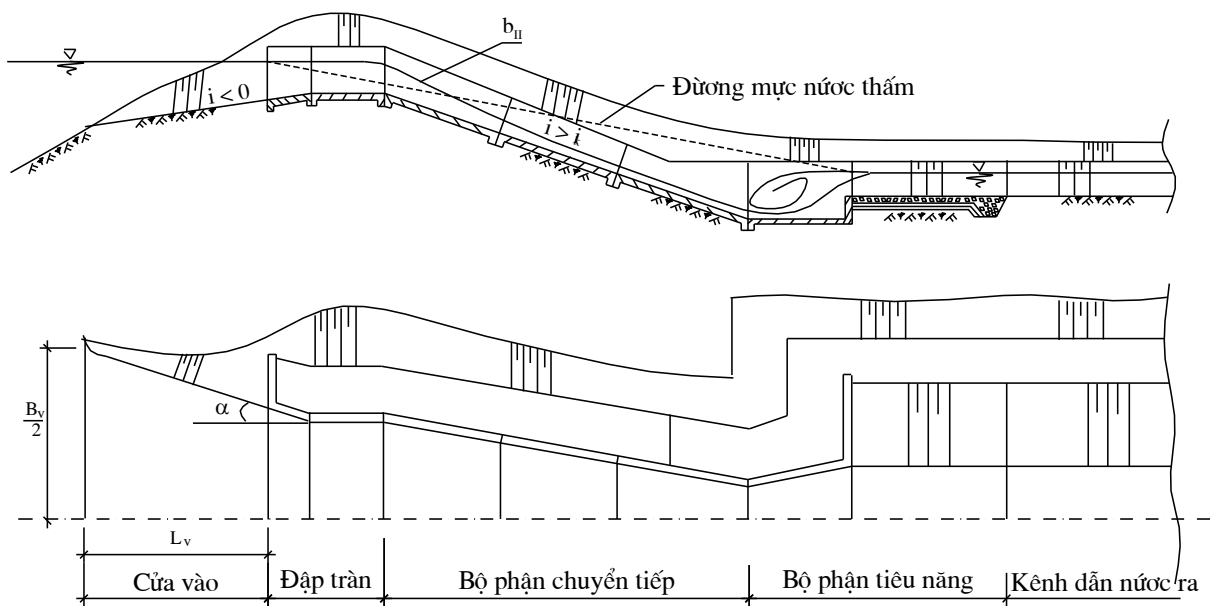
Khi lựa chọn tuyến xây dựng đường tràn dọc nên chọn ở eo núi có cao độ vừa phải, độ xoải mái không dốc lắm... để giảm khối lượng đào đất đá. Hình 5.1b, c mô tả ảnh hưởng của các dạng địa hình eo núi đến khối lượng đào đất đá. Khi lựa chọn tuyến xây dựng nên chọn: Tuyến thẳng để tránh sinh ra lực ly tâm làm phức tạp dòng chảy trên dốc; phía hạ lưu tràn phải có đường dẫn nước về lòng sông cũ hoặc nơi nhận nước khác thuận lợi, không làm ảnh hưởng nhiều hoặc gây nguy hiểm cho vùng hạ lưu; đồng thời cũng nên chọn vị trí thích hợp để thuận tiện cho công tác quản lý. Ngoài ra tình hình địa chất cũng là một yếu tố rất quan trọng để quyết định việc chọn tuyến tràn.



Hình 5.1. Đường tràn dọc

1. Eo núi rộng 2. Eo núi hẹp và dốc 3. Vai đập xoải 4. Vai đập dốc

b. Cấu tạo các bộ phận chủ yếu của đường tràn dọc



Hình 5.2. Các bộ phận của đường tràn dọc

Đường tràn dọc có 3 bộ phận chính là cửa vào, đập tràn, bộ phận chuyển tiếp và tiêu năng (Hình 5.2). Sau bộ phận tiêu năng là kênh dẫn nước ra dòng sông cũ hoặc một nơi nhận nước nào đó.

Cửa vào có tác dụng để dẫn nước từ hồ chứa vào đập tràn được thuận, nó là một đoạn kênh phi lăng trụ, có độ dốc ngược ($i < 0$) và thu hẹp dần theo chiều dòng chảy. Góc loe α thường chọn $\alpha = (18 \div 25)^\circ$. Chiều dài L_v thường chọn $L_v = (2 \div 2,5) B_v$. B_v là chiều rộng trước cửa vào.

Đập tràn thường làm theo dạng đập tràn ngưỡng thấp có cửa van hoặc không. Ngay sau ngưỡng tràn là bộ phận chuyển tiếp.

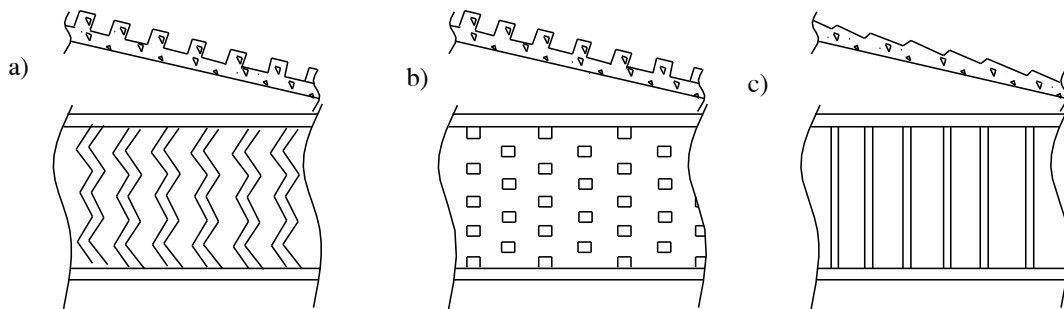
Bộ phận chuyển tiếp và tiêu năng có 3 dạng: Dốc nước, tiêu năng bằng dòng chảy đáy; Dốc nước, tiêu năng bằng dòng chảy rơi tự do (máng phun) và dạng bậc nước nhiều cấp.

Kênh dẫn nước ra dòng sông cũ có cấu tạo như một kênh tiêu thông thường.

Các dạng công trình chuyển tiếp và tiêu năng của đường tràn dọc:

- *Dạng dốc nước, tiêu năng bằng dòng chảy đáy* (Hình 5.2):

+ Dốc nước: Thường làm bằng bê tông, bê tông cốt thép dạng rộng đều hoặc thu hẹp dần (để tiết kiệm khối lượng), mặt cắt ngang chữ nhật. Khi nền là đá tốt có thể làm dạng mặt cắt hình thang và không cần gia cố gì. Độ dốc của dốc thường chọn $i = (3 \div 8)\%$ và nên chọn i xấp xỉ độ dốc địa hình để tiết kiệm khối lượng đào, trừ khi địa hình quá dốc hoặc quá thoải. Cao độ tường bên của dốc chọn theo chiều sâu của nước trên dốc. Nếu dốc dài và có độ dốc lớn thì phần vật liệu đáy ở phía cuối dốc phải chọn tốt hơn ở phần giữa và phần đầu dốc, sao cho vận tốc trên dốc không vượt quá vận tốc xói cho phép của vật liệu. Khi vận tốc dòng chảy trên dốc quá lớn ta phải làm thêm mô nhám gia cường để giảm bớt năng lượng và vận tốc của dòng chảy. Hình 5.3 giới thiệu một số loại mô nhám gia cường (mô nhám nhân tạo).

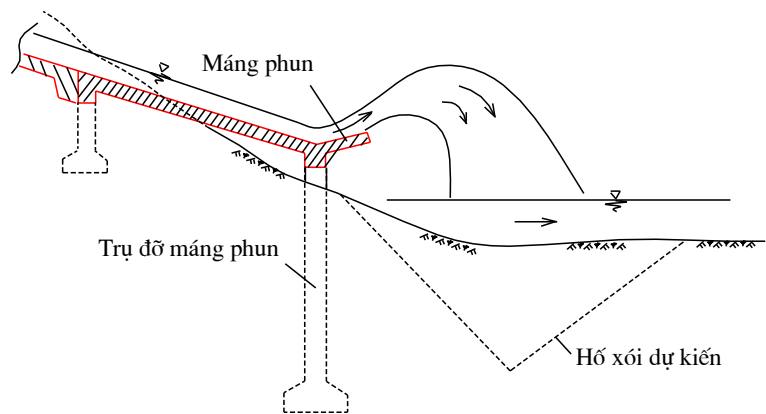


Hình 5.3. Các dạng mô nhám nhân tạo

+ Thiết bị tiêu năng sau dốc nước thường dùng dạng bể tiêu năng hoặc dạng bể, tường kết hợp. Bể tiêu năng thường làm dạng rộng dần về hạ lưu để tăng tiết diện tháo nước, làm giảm vận tốc trong bể. Bể tiêu năng cũng có thể làm thêm mô nhám gia cường.

- *Dạng dốc nước, tiêu năng bằng dòng chảy rơi tự do*:

Dạng này cũng làm tương tự như dạng trên, nhưng thay thiết bị tiêu năng bằng máng phun (Hình 5.4). Máng phun có tác dụng phun dòng chảy lên cao rồi rơi xuống trong không khí để tiêu hao năng lượng dòng chảy. Hồ xói sau máng phun thường để ở dạng tự nhiên mà không xây lát gì nên giảm được kinh phí xây dựng. Tuy nhiên trụ đỡ ở cuối máng phun thường phải chôn khá sâu (dù nền đá) nên việc thi công là khó.

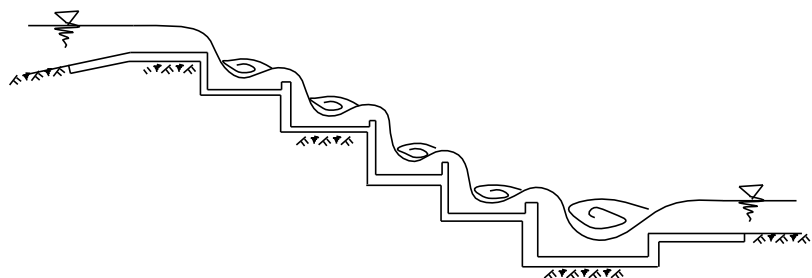


Hình 5.4. Tiêu năng bằng máng phun

Dạng dốc nước, tiêu năng bằng dòng chảy rơi tự do chỉ thường sử dụng khi nền đường tràn là đá.

- *Dạng bậc nước nhiều cấp*

Sau ngưỡng tràn người ta làm nhiều bậc nước nối tiếp nhau, mỗi bậc nước là một bể tiêu năng để tiêu hao dần năng lượng dòng chảy từ trên cao xuống thấp; cuối cùng là bể tiêu năng chính (Hình 5.5).



Hình 5.5. Bậc nước nhiều cấp

Dạng này việc tính toán thiết kế cũng như thi công phức tạp nên ít được sử dụng.

c. Các nội dung cần tính toán trong thiết kế đường tràn dọc

- Tính toán thủy văn xác định đường quá trình lũ thiết kế, kiểm tra.
- Tính toán thủy lực.
- + Tính toán thủy lực đoạn cửa vào (nếu cửa vào dài).
- + Tính toán chọn khẩu diện (B, H) của đập tràn: Tính theo bài toán điều tiết lũ trong hồ chứa.
- + Tính toán độ sâu, vận tốc dòng chảy trên dốc nước bằng phương pháp vẽ đường mực nước trong kênh phi lăng trụ và kiểm tra khả năng chống xói cho đáy dốc nước. Do thường $i > i_k \%$ (i_k là độ dốc phân giới) nên đường mực nước trong dốc là đường nước đồ b_{II} .
- + Tính toán chọn chiều sâu, chiều dài bề tường tiêu năng cho từng bể tiêu năng trong bậc nước nhiều cấp hoặc cho bể cuối dốc nước.
- + Tính toán chiều sâu hố xói sau máng phun.
- + Tính toán về thấm, ổn định, cường độ cho đường tràn và các bộ phận : tường bên đập tràn, dốc nước, bể tiêu năng...

5.2.2. Đường tràn ngang

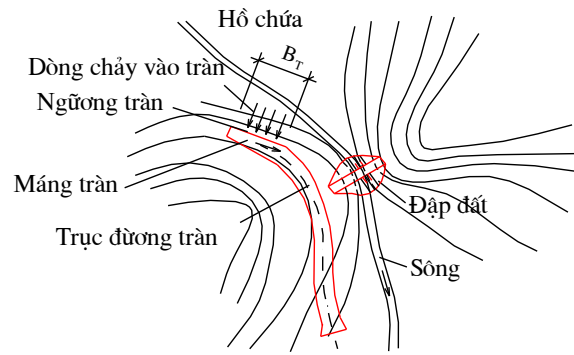
Đường tràn ngang là đường tràn mà dòng chảy vào tràn vuông góc hoặc gần vuông góc với trục đường tràn (Hình 5.6).

Đường tràn ngang thường được bố trí bên vai đập.

Đặc điểm của đường tràn ngang là chiều rộng thu nước của tràn (chiều rộng tràn - B_T) bố trí theo phương song song với đường đồng mức địa hình, nên việc mở rộng chiều rộng tràn để đủ khả năng tháo nước cho tràn mà khối lượng đào đất đá tăng lên không nhiều; vì vậy ta có thể tăng chiều rộng tràn để giảm mực nước dâng gia cường nhằm giảm chiều cao đập chính, giảm mức độ ngập lụt ở thượng lưu. Dốc nước sau máng thu nước do có độ dốc lớn, lại nối tiếp với máng thu nước có chiều rộng không lớn nên có thể chọn chiều rộng nhỏ, chiều sâu lớn vì thế cũng giảm được khối lượng đào đất đá. Tuy nhiên dòng chảy ở máng thu nước sau ngưỡng tràn là dạng dòng chảy xoắn, khá phức tạp nên việc tính toán thiết kế máng cũng khá phức tạp.

Đường tràn ngang thường chỉ được sử dụng khi không có vị trí thích hợp để bố trí đường tràn dọc.

Việc tính toán thủy lực chọn chiều rộng ngưỡng tràn và phần sau máng thu nước của đường tràn ngang tương tự đường tràn dọc.

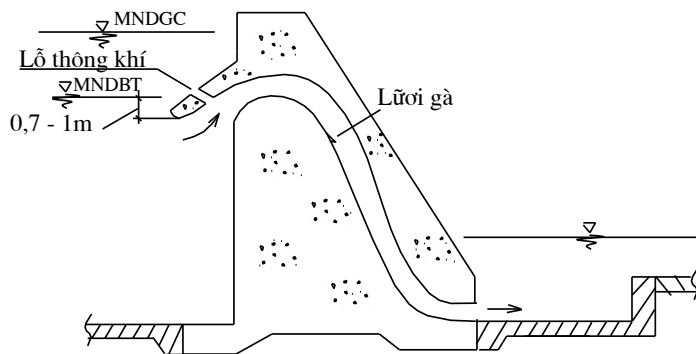


Hình 5.6. Đường tràn ngang

5.2.3. Xi phong tháo lũ

Xi phong tháo lũ có dạng ống cong như Hình 5.7 và thường được xây dựng trong đập bê tông.

Cấu tạo: Cửa vào xi phong có dạng loe dần về phía thượng lưu. Mép vào phía dưới miệng xi phong bố trí thấp hơn mực nước dâng bình thường (MNDBT) một khoảng (0,7 ÷ 1)m, phía trên bố trí một lỗ thông khí có cao độ ngang với mực nước dâng bình thường (MNDBT), cao trình ngưỡng tràn của xi phong cũng ngang MNDBT. Ngoài ra trong xi phong thường bố trí thêm lưới gà để hút dòng



Hình 5.7. Xi phong tháo lũ

chảy ra xa nhằm đẩy hết không khí trong xi phông về hạ lưu khi làm việc.

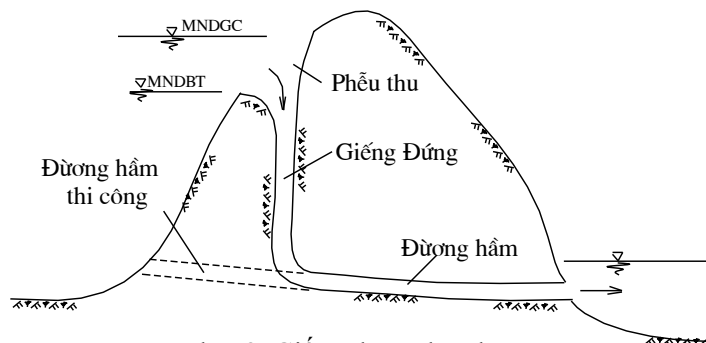
Sự làm việc của xi phông: Khi lũ về, mực nước trong hồ sẽ dâng lên, ban đầu chỉ cao hơn MNDBT nhưng chưa kín lỗ thông khí, lúc này nước bắt đầu chảy qua ngưỡng tràn, nhưng xi phông chưa chính thức làm việc. Khi mực nước trong hồ cao lên và bịt kín lỗ thông khí, dưới tác dụng của dòng chảy và sự hỗ trợ của lưới gà, không khí trong xi phông sẽ bị cuốn hết về hạ lưu và tạo ra chân không trong xi phông để hút dòng chảy từ hồ tháo về hạ lưu. Lúc này xi phông mới chính thức làm việc. Khi hết lũ, mực nước sẽ thấp dần xuống, đến khi mực nước không bịt kín lỗ thông khí nữa, không khí sẽ tràn vào và cắt chân không trong xi phông. Sự làm việc (chính thức) của xi phông sẽ ngừng lại.

Xi phông tháo lũ là công trình thiết kế, thi công đều phức tạp, nên ít được sử dụng.

5.2.4. Giếng đứng tháo lũ

Giếng đứng thường được xây dựng bằng cách đào xuyên qua núi, theo dạng như Hình 5.8. Khi mực nước trong hồ cao hơn ngưỡng tràn ở cửa vào (phễu thu) của giếng, nước sẽ chảy qua phễu thu vào giếng đứng và đường hầm để chảy về hạ lưu.

Giếng đứng thường dùng với núi đá và có đường hầm dẫn nước thi công.



Hình 5.8. Giếng đứng tháo lũ

5.3. CÔNG TRÌNH THÁO LŨ DƯỚI SÂU

Công trình tháo nước dưới sâu gồm 2 loại: Cống ngầm và đường hầm.

Cống ngầm thường được xây dựng qua đập đất. Nói chung cống ngầm thường có tiết diện lũ nhỏ nên thường chỉ dùng để tháo lũ hỗ trợ hoặc để tháo cạn hồ khi cần thiết.

Đường hầm tháo lũ được xây dựng bằng cách đào xuyên qua núi. Đường hầm tháo lũ có khả năng tháo lũ lớn, có khả năng tháo cạn hồ khi cần thiết; tuy nhiên việc xây dựng phức tạp, nên ít được sử dụng.

5.4. CỬA VAN

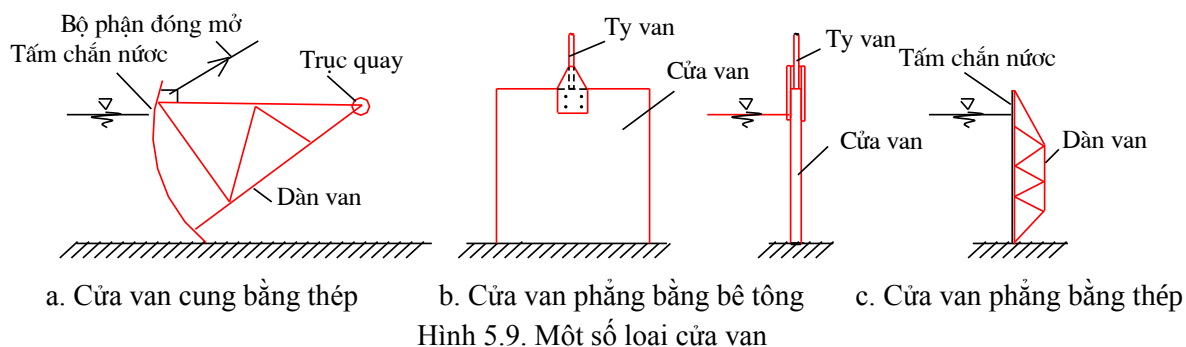
5.4.1. Khái niệm

Cửa van là bộ phận dùng để điều tiết lưu lượng, mực nước trong công trình thủy: Cống chia nước (cống đầu kênh), cống điều tiết trên kênh tưới; cống tiêu kết hợp ngăn mặn, ngăn lũ; công trình xả lũ trong hồ chứa...

Cửa van gồm nhiều loại:

- Cửa van cung (Hình 5.9a): Cửa van cung được làm bằng thép. Loại này khả năng chịu lực cao nên có thể thiết kế với khẩu độ lớn, lực đóng mở nhỏ... tuy nhiên do chế tạo phức tạp, đắt tiền nên chúng thường chỉ được sử dụng cho các công trình cần tháo lưu lượng lớn: Tràn xả lũ trong hồ chứa, các cống tiêu kết hợp ngăn mặn lớn.

- Cửa van phẳng (Hình 5.9b): Cửa van phẳng có thể làm bằng thép, gỗ, bê tông hoặc bê tông cốt thép. Cửa van bằng gỗ, bê tông, bê tông cốt thép khả năng chịu lực không cao, lực đóng mở lớn... tuy nhiên do chế tạo đơn giản, rẻ tiền nên chúng được sử dụng nhiều cho các công trình cần tháo lưu lượng nhỏ: Cống đầu kênh, cống điều tiết trên kênh tưới; cống tiêu kết hợp ngăn mặn, ngăn lũ vừa và nhỏ. Riêng loại bằng bê tông, bê tông cốt thép do trọng lượng nặng nên chỉ thường sử dụng cho cửa rộng từ (20÷ 40)cm. Riêng cửa bằng thép (dạng có bộ phận chịu lực dạng dàn (Hình 5.9c), khả năng chịu lực khá cao nhưng chế tạo cũng phức tạp nên chỉ sử dụng cho cửa van tương đối rộng và cao.

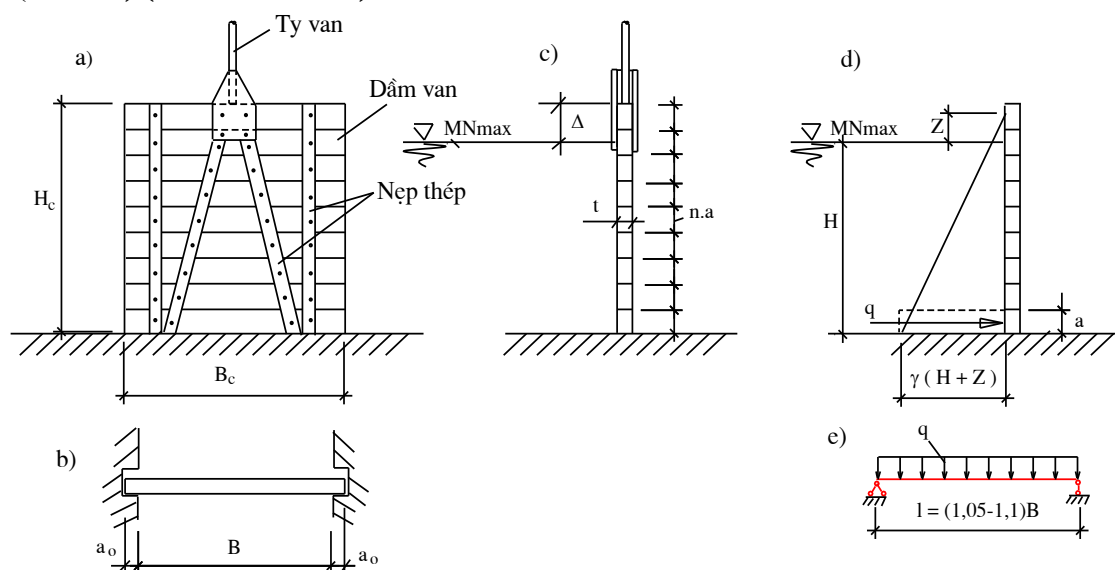


- Cửa phai: Cửa phai cũng là một loại cửa van, nhưng các dầm van không ghép cố định với nhau. Cửa phai gồm 2 loại: phai dựng đứng và phai nằm ngang, khi cần đóng cửa phai ta đem các dầm phai xếp ngang chồng lên nhau hoặc xếp đứng sát vào nhau để chắn nước; khi cần mở cửa phai ta đem dỡ và cất các dầm phai vào kho. Cửa phai để giữ nước vào mùa hạn thường làm 2 lớp, ở giữa chèn bằng đất để chống thất thoát nước.

5.4.2. Thiết kế cửa van phẳng bằng gỗ

1. Lựa chọn kích thước, cấu tạo

Cửa van phẳng bằng gỗ được ghép từ các dầm van bằng gỗ bởi các nẹp thép hoặc thanh thép (thường là thép chữ L); phần trên nối với ty van; đáy và 2 bên có thể bố trí thiết bị chắn nước (nếu cần) (Hình 5.10a, b, c).

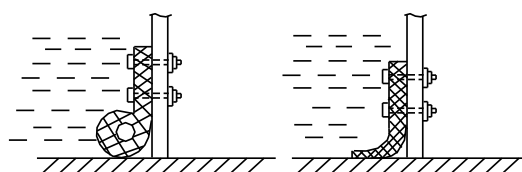


Hình 5.10. Cửa van phẳng bằng gỗ và sơ đồ tính toán dầm van

Chiều cao cửa van chọn cao hơn mực nước lớn nhất ở thượng lưu khoảng $\Delta = (0,3 \div 0,5)\text{m}$, chiều rộng van chọn rộng hơn chiều rộng khoang một khoảng bằng $2a_0$. a_0 là độ ăn sâu của cửa vào khe phai. Có thể chọn $a_0 = (5 \div 15)\text{cm}$, tùy vào chiều rộng khoang, chiều cao cửa.

Dầm van thường có chiều cao $a = (20 \div 30)\text{cm}$, chiều dày $t = (5 \div 10)\text{cm}$ phụ thuộc vào loại gỗ, áp lực nước, sóng tác dụng vào dầm. Nên chọn tất cả các dầm van cùng kích cỡ như nhau. Gỗ thường chọn gỗ từ nhóm 2 đến nhóm 4.

Thiết bị chắn nước có thể dùng loại cao su hình củ tỏi hoặc cao su tấm (Hình 5.11). Dạng cao su hình củ



Hình 5.11. Các dạng thiết bị chắn nước

tối chắn nước tốt hơn dạng cao su tấm nhiều, nhưng khó chế tạo.

2. Tính toán kiểm tra chiều dày dầm van

Trường hợp bất lợi nhất là trường hợp mực nước thượng lưu lớn nhất, có sóng do gió thiết kế gây ra.

Khi tính chỉ cần tính cho dầm dưới đáy cửa van. Sơ đồ tính cho dầm là dầm đơn, áp lực tác dụng lên dầm là lực phân bố đều do áp lực thủy tĩnh của nước, áp lực sóng gây ra. Sơ đồ áp lực nước và sóng có thể dùng sơ đồ gần đúng như (Hình 5.10d). Trong (Hình 5.10d) Z là khoảng cách từ mực nước tĩnh (MN_{max}) đến đỉnh của biểu đồ áp lực sóng, cách tính Z xem **Chương 2**. Sơ đồ tính toán dầm như (Hình 5.10e).

Câu hỏi ôn tập:

5.1. Nêu tác dụng và những vị trí thường gặp của công trình tháo lũ. Công trình tháo lũ trong hồ chứa nước có ý nghĩa thế nào? Nêu cách chọn tần suất lũ và ý nghĩa của lũ thiết kế, lũ kiểm tra cho công trình tháo lũ trong hồ chứa.

5.2. Nêu đặc điểm cấu tạo và điều kiện sử dụng của đường tràn dọc, đường tràn ngang.

5.3. Nêu đặc điểm cấu tạo và điều kiện sử dụng của xi phông tháo lũ, giếng đứng, đường hầm và cống ngầm tháo lũ trong hồ chứa.

5.4. Nêu khái quát về cấu tạo và điều kiện sử dụng của các loại cửa van trong công trình thủy.

5.5. Mô tả cấu tạo các bộ phận chủ yếu của cửa van phẳng bằng gỗ và cách tính toán thiết kế dầm phai.

Chương 6. CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC

6.1. KHÁI NIỆM

6.1.1. Mục đích xây dựng công trình lấy nước

Công trình lấy nước được xây dựng để lấy nước từ sông, kênh, hồ chứa... phục vụ các yêu cầu dùng nước khác nhau: tưới, phát điện; cung cấp nước cho sinh hoạt, cho công nghiệp, du lịch... Công trình lấy nước thường được xây dựng cùng với các công trình khác nhau như đập, bể lắng cát, cống xả cát, các công trình điều chỉnh dòng sông... tại vị trí đặt cửa lấy nước và gọi đó là đầu mối công trình.

6.1.2. Yêu cầu của các công trình lấy nước

Các công trình lấy nước từ sông, suối phải đạt được các yêu cầu cơ bản sau:

1. *Thường xuyên lấy đủ nước theo yêu cầu của các ngành dùng nước.*

Ngành dùng nước ở đây có thể là trạm thủy điện, nhà máy, xí nghiệp, cụm dân cư, khu tưới, trại chăn nuôi gia súc, khu du lịch, dịch vụ.

Yêu cầu dùng nước của ngành dùng nước bao gồm cả về số lượng và chất lượng. Ngay trong một ngành dùng nước, yêu cầu đó cũng thay đổi theo thời gian. Hơn nữa yêu cầu dùng nước cũng luôn được phát triển theo đòi hỏi của sự phát triển kinh tế, xã hội, đời sống con người. Mặt khác sự đáp ứng yêu cầu đó còn phải tính đến nguồn nước được bảo vệ chống ô nhiễm, khai thác bền vững trong mối liên quan hài hoà với các nguồn tài nguyên khác.

2. *Bảo đảm ổn định cho công trình lấy nước, chống bùn cát lắng đọng.*

Công trình lấy nước chỉ có thể bảo đảm yêu cầu lấy đủ nước nếu từng hạng mục công trình cũng như toàn bộ công trình không bị dịch chuyển, không bị nghiêng hay lún vượt quá giới hạn cho phép, không bị nứt hay biến dạng quá giới hạn cho phép.

Đặc biệt là cửa lấy nước không bị bùn cát lấp đầy, dẫn đến chất lượng lấy nước không bảo đảm.

3. *Ngăn chặn vật nổi vào kênh.*

4. *Thuận lợi cho thi công, quản lý, áp dụng được các tiến bộ kỹ thuật như điện khí hoá, tự động hoá...*

5. *Tạo cảnh quan điều hoà, giữ gìn bảo vệ môi trường, phát triển du lịch, sử dụng tổng hợp nguồn nước.*

6. *Kết cấu đơn giản và kinh tế.*

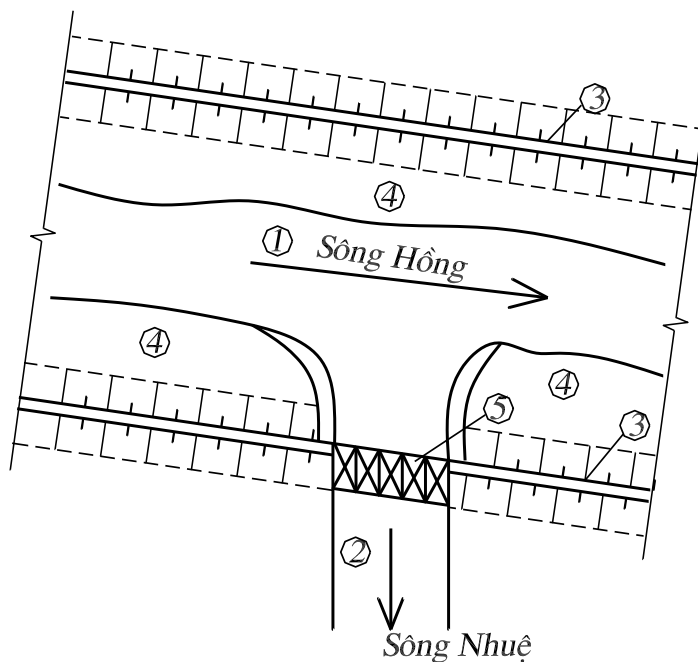
6.2. CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC KIỂU HỒ

6.2.1. Điều kiện xây dựng

1. Công trình lấy nước không đập là công trình lấy nước đặt trực tiếp trên một bờ sông mà không cần đập đập ngăn sông. Công trình lấy nước không đập thường được dùng rộng rãi trong các hệ thống thủy lợi phục vụ các nhu cầu dùng nước khác nhau.

Công trình lấy nước không đập được dùng trong trường hợp lưu lượng và mực nước sông đảm bảo lấy đủ lượng nước yêu cầu vào kênh.

Công trình lấy nước không đập (có thể có hoặc không có cống) có kết cấu đơn giản, giá thấp, song chịu ảnh hưởng



Hình 6.1. Sơ đồ mặt bằng công trình lấy nước Liên Mạc

1. Sông Hồng 2. Sông Nhuệ 3. Đê sông Hồng
4. Bãi sông Hồng 5. Cống Liên Mạc

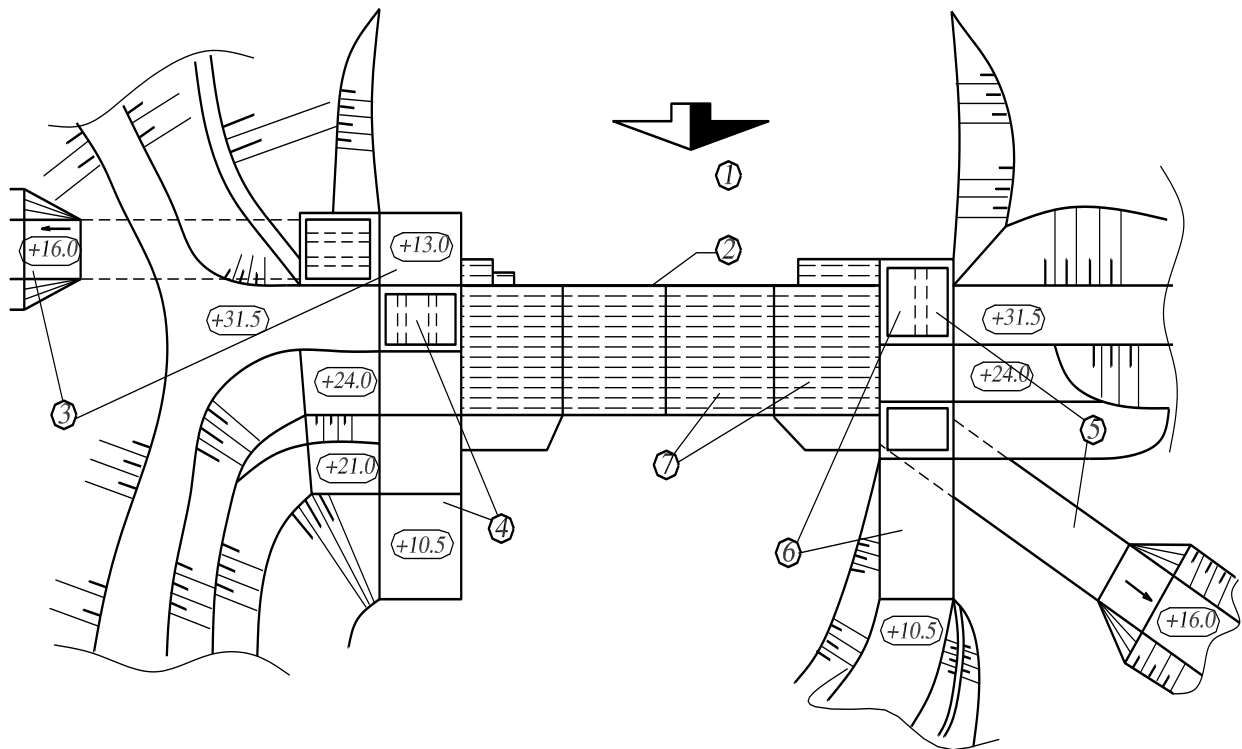
trực tiếp của dòng chảy tự nhiên, chất lượng nước lấy tương đối thấp, quản lý khai thác khó khăn, tốn kém. (Hình 6.1).

2. *Công trình lấy nước có đập* là hình thức lấy nước đặt ở bờ sông phía thượng lưu đập chắn ngang lòng sông.

Công trình lấy nước có đập được xây dựng khi mực nước thường ngày của sông không đủ để lấy nước tự chảy vào kênh.

Cũng có những trường hợp mực nước sông đủ bảo đảm lấy nước kiểu không đập nhưng ta vẫn dùng công trình lấy nước có đập khi:

- Lấy nước theo hình thức có đập kinh tế hơn.
- Cần lấy nước ở cả hai bờ, đặc biệt khi lưu lượng lấy vào kênh lớn.
- Cần bảo đảm giao thông thủy hay lưu lượng lấy vào hệ thống quá lớn làm ảnh hưởng đến điều kiện giao thông thủy sẵn có.
- Khi phía thượng gần nơi lấy nước, trên sông có thác ghềnh đổ xuống làm cho hàm lượng bùn cát tăng lên.
- Cần nâng cao chất lượng lấy nước vào kênh. (Hình 6.2).



Hình 6.2. Sơ đồ mặt bằng tổng thể đầu mối công trình lấy nước Thạch Nham.

1. Sông Trà Khúc 2. Đập dâng tràn bê tông trọng lực
3. Cổng lấy nước bờ Nam 4. Cổng xả cát bờ Nam
5. Cổng lấy nước bờ Bắc 6. Cổng xả cát bờ Bắc 7. Khe lún của đập

6.2.2. Phân loại

Trong thực tế có nhiều cách phân loại khác nhau:

1. *Theo phương tách dòng chảy khỏi dòng chính vào công trình lấy nước*

- Công trình lấy nước bên cạnh: Phương của dòng chảy vào công trình lấy nước hợp với phương của dòng chảy trong sông chính một góc xấp xỉ 90^0 .
- Công trình lấy nước chính diện: Phương của dòng chảy vào công trình lấy nước gần như song song với phương của dòng chảy trong sông chính.

2. *Theo hình thức có đập hay không có đập*

- Công trình lấy nước có đập.

- Công trình lấy nước không đập.
- 3. Theo khả năng điều tiết lưu lượng:
- Công trình lấy nước không cống.
- Công trình lấy nước có cống.

6.2.3. Các hình thức bố trí

1. Công trình lấy nước không đập

a. Lấy nước bên cạnh

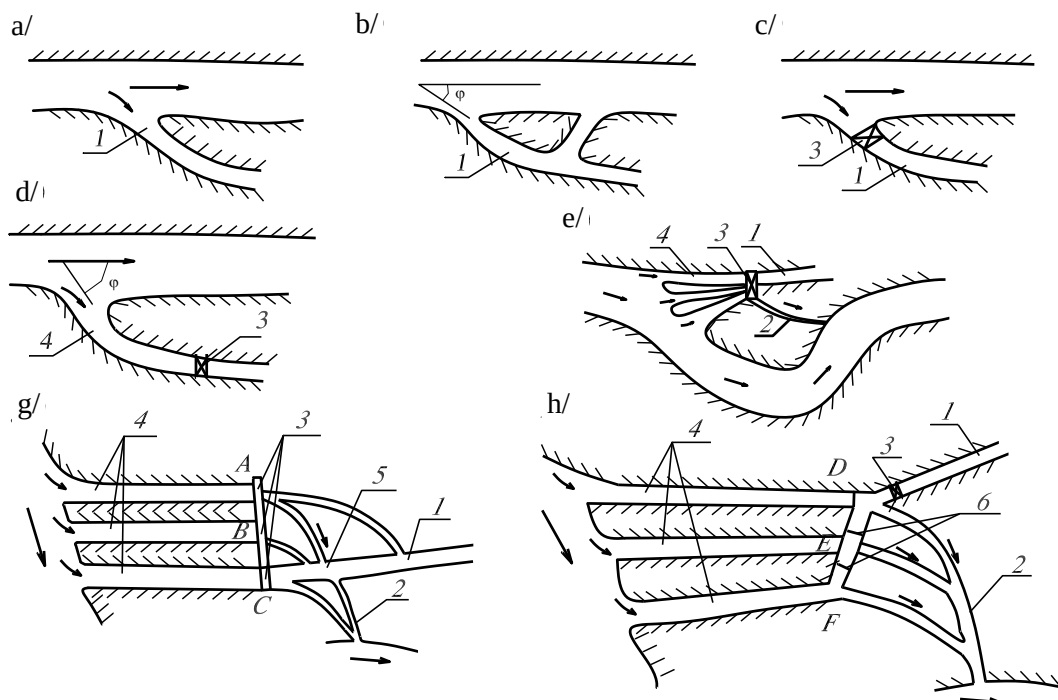
Lấy nước bên cạnh (Hình 6.3) được sử dụng khi mực nước sông đủ đảm bảo yêu cầu dẫn nước vào kênh và lưu lượng lấy vào kênh không vượt quá 20% lưu lượng nước trong sông. Có hai loại hình thức lấy nước bên cạnh là không có cống và có cống.

* Hình thức lấy nước bên cạnh không có cống (Hình 6.3a, b):

Đây là hình thức đơn giản nhất, nó chỉ có một kênh dẫn nước từ sông đến khu dùng nước. Nhược điểm cơ bản nhất của loại này là không khống chế được lưu lượng lấy, đầu kênh bị bùn cát bồi lắng nhanh. Để khắc phục một phần nhược điểm đó người ta có thể làm nhiều cửa kênh lấy nước. Loại này có thể khống chế phần nào lưu lượng lấy bằng cách khi có lũ chỉ cho một cửa làm việc, các cửa khác đắp lại, khi lũ xuống tùy yêu cầu lấy nước ta có thể khơi thêm một hoặc tất cả các cửa đã bị đắp khi có lũ, ngoài ra còn có thể luân phiên nạo vét bùn cát và sửa chữa cửa lấy nước.

* Hình thức lấy nước bên cạnh có cống:

Lấy nước có cống là hình thức tương đối hoàn thiện khống chế lưu lượng vào kênh theo đúng yêu cầu. (Hình 6.3c) biểu thị cống đặt ở bờ sông. (Hình 6.3d) biểu thị cống cách bờ sông một đoạn. Để hạn chế bùn cát vào kênh, thường đặt cống xa bờ sông (1 ÷ 2)km. Đoạn kênh dẫn vào kết hợp làm bể lắng cát, thường làm từ 3 đến 4 bể (Hình 6.3e). Trong thời gian lũ chỉ cho một bể làm việc, khi mực nước sông thấp các bể còn lại làm việc, còn bể đầu tiên nghỉ để nạo vét.

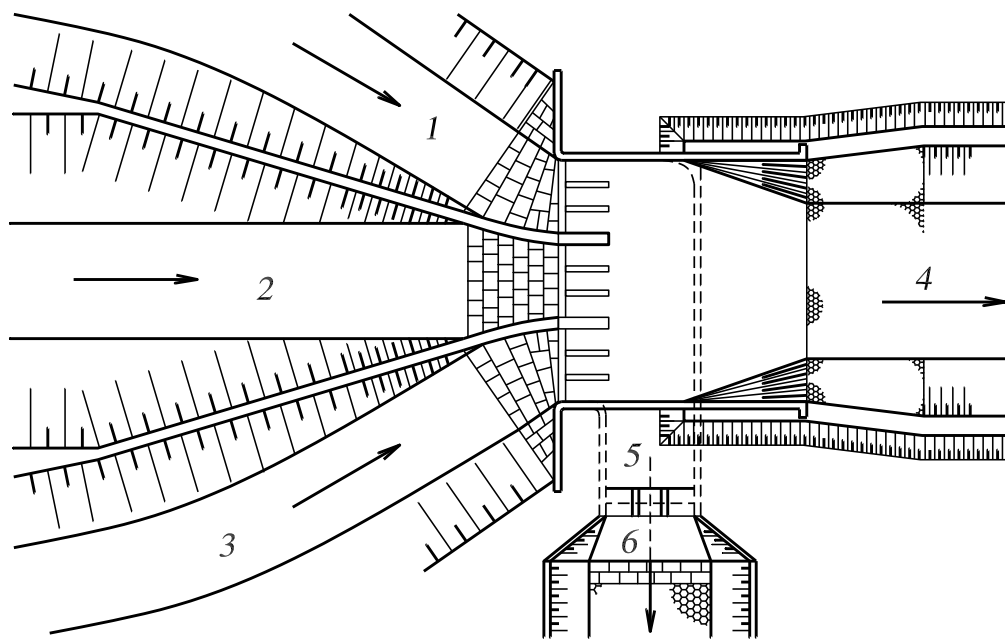


Hình 6.3. Sơ đồ các hình thức lấy nước bên cạnh không đập

1. Kênh lấy nước 2. Kênh xả 3. Cống 4. Bể lắng cát kết hợp kênh dẫn
5. Cống luồn 6. Cầu máng hoặc ống dẫn nước

Ưu điểm của sơ đồ này là phần lớn bùn cát được xói xuống sông bằng phương pháp thủy lực, hạn chế được nhiều bùn cát có hại vào kênh lấy nước, tuy nhiên khi nước sông lên cao thì việc tháo xả bùn cát gặp khó khăn.

Hình (6.4) biểu thị các kết cấu công lấy nước của sơ đồ này.



Hình 6.4. Công lấy nước

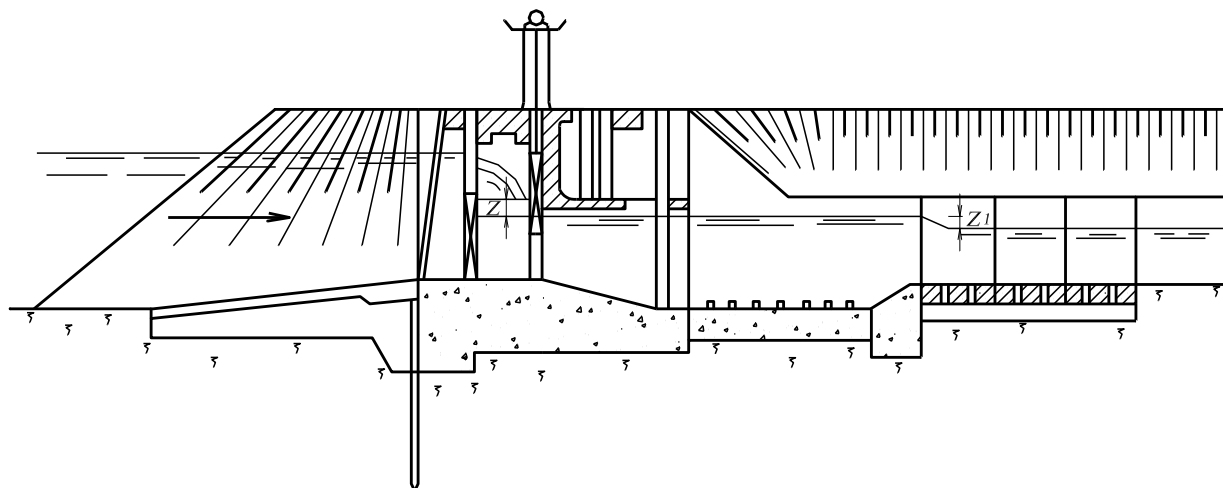
1, 2, 3. Kênh dẫn kết hợp bể lắng cát

4. Kênh lấy nước

5. Công xả cát 6. Kênh xả cát

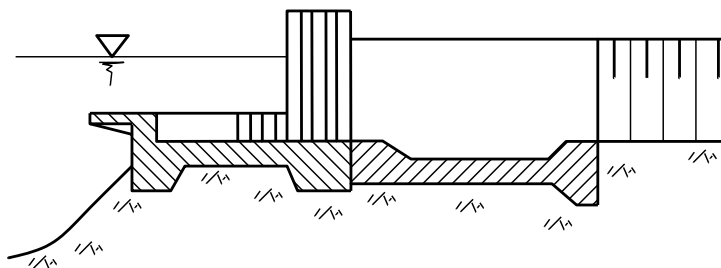
Để chống bùn cát có hại vào kênh, ngoài việc chỉnh trị lòng sông, công cũng phải có những kết cấu thích hợp. Ví dụ trước cửa van lấy nước làm thêm một hàng phai (Hình 6.5).

Trong thời kỳ lũ do mực nước sông cao để lấy được lưu lượng yêu cầu ta chỉ cần mở cửa van với một độ mở nào đó và nước được lấy là các lớp nước đáy mang nhiều bùn cát thô. Để khắc phục hiện tượng đó người ta thả một số phai chắn dòng đáy và lấy lớp nước phía trên có chất lượng tốt hơn vào kênh (Hình 6.5).



Hình 6.5: Hình cắt dọc công lấy nước

Để gạt dòng đáy ra khỏi cửa lấy nước, tăng chất lượng nước lấy, giảm bồi lắng trước cửa lấy nước và trong kênh, ta có thể làm ngưỡng kiểu công son tại chỗ tiếp giáp giữa sân trước của công và bờ sông (Hình 6.6). Biện pháp này rất phù hợp khi công lấy nước đặt ở chỗ sông cong, nó tăng cường độ của dòng chảy vòng, gạt mạnh dòng đáy sang bờ đối diện và đưa dòng mặt vào cửa lấy nước.



Hình 6.6. Cống lấy nước đặt ở bờ sông có ngưỡng ngăn cát

Hình thức lấy nước không đập bên cạnh có ưu điểm:

Cấu tạo đơn giản, khi lưu lượng yêu cầu nhỏ thì kinh tế.

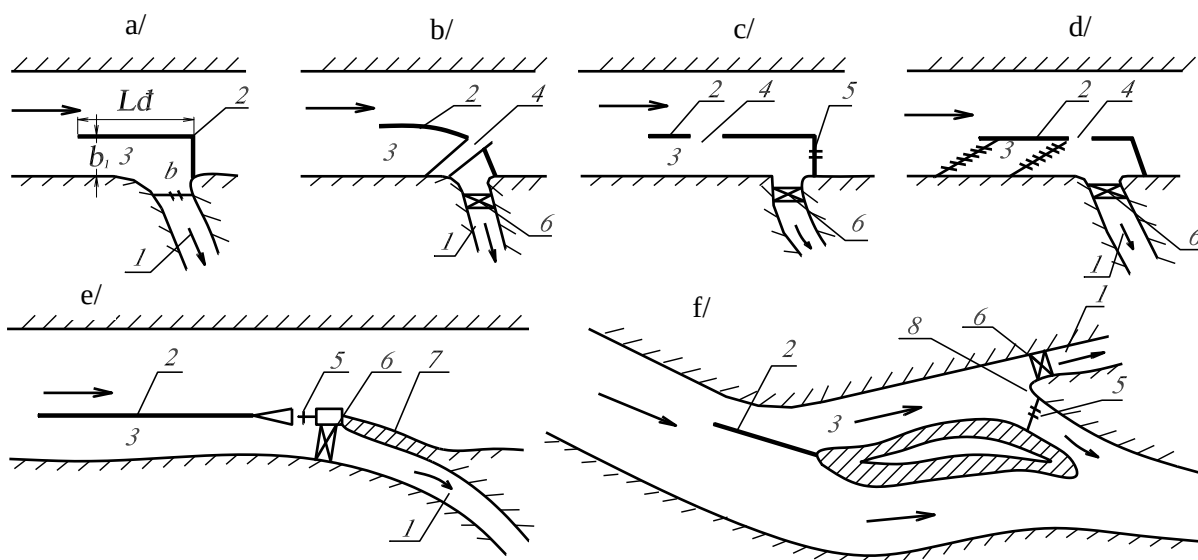
Tuy nhiên nó có những nhược điểm:

- Lưu lượng lấy được nhỏ (không vượt quá 20% lưu lượng tự nhiên trong sông).
- Lượng bùn cát bồi lắng nhiều trước cửa lấy nước.
- Hạn chế khả năng điều chỉnh lưu lượng lấy vào kênh do mực nước sông thay đổi nhiều.
- Cửa lấy nước có thể bị dịch chuyển làm công trình lấy nước kém ổn định. Phí tổn nạo vét kênh lớn.

b. Lấy nước chính diện

Lấy nước chính diện không đập là hình thức lấy được lưu lượng lớn hơn so với hình thức lấy nước bên cạnh. Nó được dùng khi Q_k lớn hơn 20% Q_s nhưng không lớn hơn nhiều quá, mực nước sông không vượt quá cao so với mực nước yêu cầu.

Các hình thức kết cấu lấy nước chính diện cũng giống như hình thức lấy nước bên cạnh nhưng có thêm: xây tường hoặc đê quai để nâng mực nước thượng lưu và giảm bùn cát, bố trí tháo nước thừa dọc đê quai, xây thêm công trình tháo xả bùn cát (Hình 6.7).



Hình 6.7. Các hình thức lấy nước chính diện không đập

1. Kênh dẫn 2. Tường hoặc đê hướng dòng 3. Đoạn sông dẫn

4. Phần tháo nước 5. Công trình xả cát 6. Cửa cống 7. Đê 8. Ngưỡng ở đáy

So với lấy nước bên cạnh, lấy nước chính diện có những ưu điểm hơn và được dùng khi:

- Mực nước sông thấp không đủ khả năng tự chảy vào cửa lấy nước đáp ứng yêu cầu dùng nước.
- Lưu lượng cần lấy vào kênh Q_k lớn hơn $(15 \div 20)\%$ lưu lượng trong sông Q_s .
- Cần giảm bớt bùn cát lắng đọng vào kênh.

2. Công trình lấy nước có đập

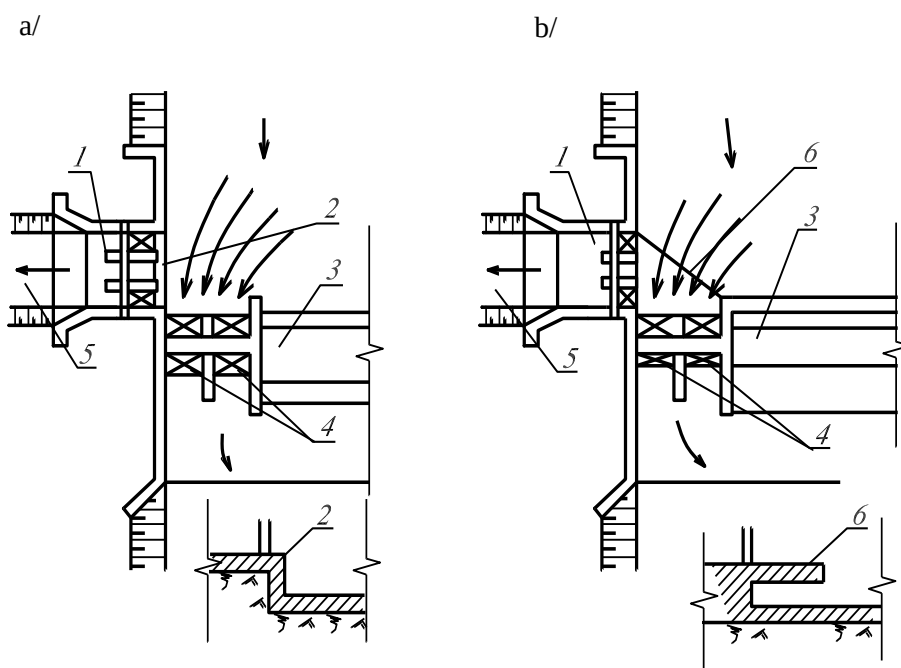
a. Lấy nước bên cạnh

Hình thức này thường bố trí cạnh đập, sát bờ hoặc cuối đoạn dẫn cong trước đập. Bùn cát được tháo xả theo các lỗ trong thân đập hay đáy cửa lấy nước.

Sơ đồ lấy nước bên cạnh tháo xả bùn cát qua các lỗ đặt ở thân đập, còn gọi là tháo xả bùn cát chính diện (Hình 6.8).

Hình 6.8a có đặt một ngưỡng thẳng đứng trước công để hướng bùn cát lắng đọng đến lỗ xả cát.

Hình 6.8b là ngưỡng bản công son có tác dụng phân tầng lấy nước, lớp nước trên tương đối trong đi vào cửa lấy nước. Lớp nước nhiều bùn cát đáy được đưa ra qua công xả cát.



Hình 6.8. Hình thức lấy nước bên cạnh, bùn cát xả qua lỗ đặt ở thân đập

1. Cửa lấy nước 2. Ngưỡng thẳng đứng 3. Đập tràn 4. Lỗ xả cát
5. Kênh dẫn 6. Bản công son.

b. Lấy nước chính diện

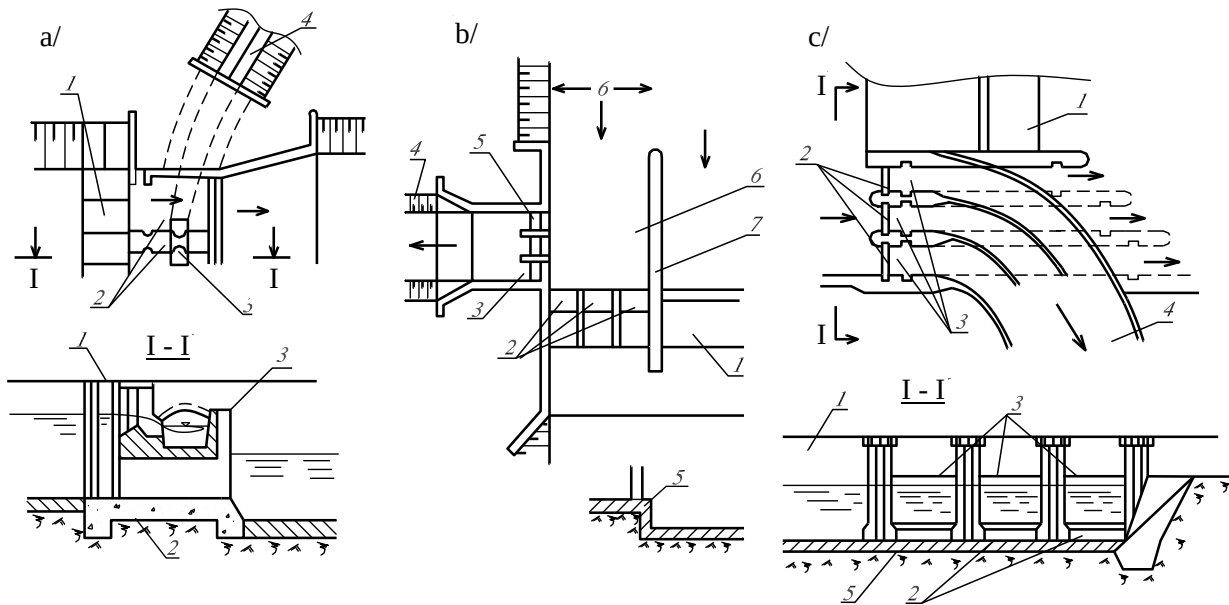
Lấy nước chính diện dựa trên nguyên lý phân tầng lấy nước. Lớp nước ở trên được lấy đưa vào kênh, lớp nước phía dưới mang nhiều bùn cát đáy, được xả xuống hạ lưu qua các lỗ xả.

Lấy nước chính diện, tháo xả bùn cát chính diện (Hình 6.9).

Hình 6.9a là kiểu lấy nước có máng dẫn. Loại này thường dùng ở sông vùng trung du, miền núi, khi lưu lượng không lớn lắm. Lớp nước trên được lấy vào máng dẫn 3, rồi vào kênh lấy nước. Lớp nước dưới mang nhiều bùn cát được xả trực tiếp về hạ lưu qua các lỗ xả 2.

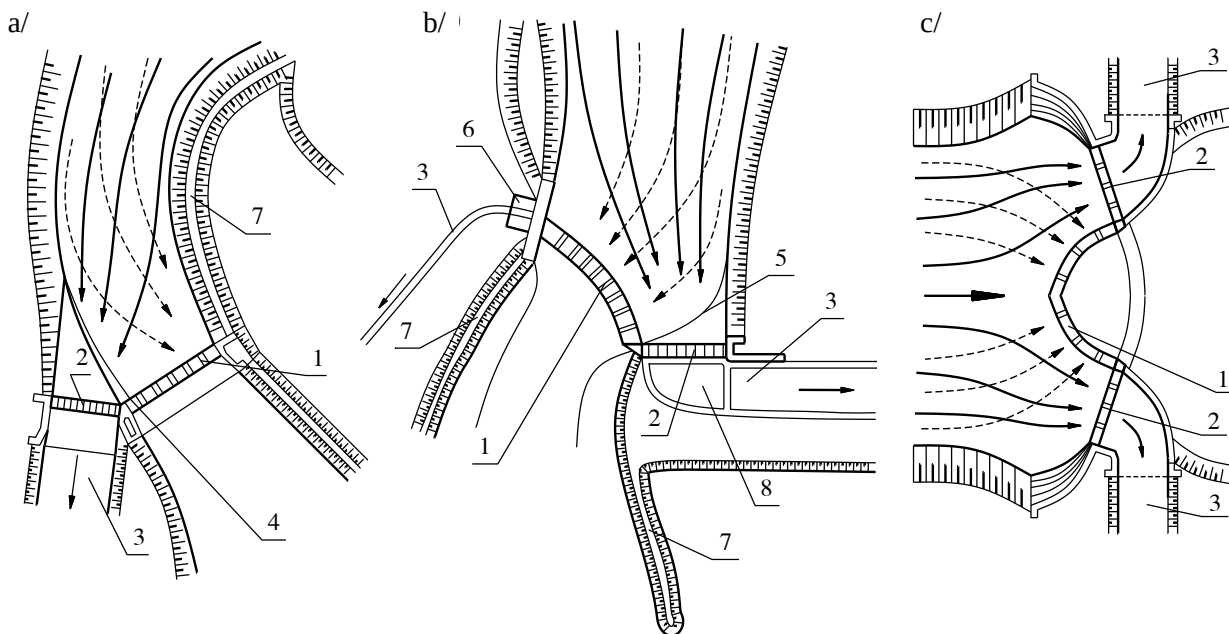
Hình 6.9b là kiểu lấy nước có túi lắng cát (hay còn gọi là khoang lắng) được dùng nhiều trong các công trình tưới. Kiểu này (được gọi là kiểu Ấn Độ) có những nhược điểm: Khi lòng sông sâu và rộng thì gây khó khăn cho việc lấy nước, khi túi đựng cát hẹp và ngắn thì không đủ lắng đọng bùn cát; dòng chảy vào kênh ngoặt 90^0 gây nên xáo động và bùn cát có thể vào kênh; khi tháo xả bùn cát phải đóng cửa lấy nước. Để khắc phục nhược điểm, người ta dùng bản phân tầng ở trước cửa lấy nước hoặc xây thêm tường phân nước ngập ở đáy.

Hình 6.9c, cũng là hình thức lấy nước chính diện có máng dẫn nước vào kênh lấy nước, còn bùn cát được xả qua lỗ xả 2.



Hình 6.9. Hình thức lấy nước chính diện có lỗ xả cát chính diện
 1. Đập 2. Lỗ xả cát 3. Máng dẫn 4. Kênh 5. Ngưỡng vào 6. Túi lắng cát
 7. Tường cánh 8. Cổng lấy nước

Hình 6.10, thể hiện hình thức lấy nước chính diện, tháo xả bùn cát qua đập tràn.
 Kiểu lấy nước Phecgan (Hình 6-10a), kiểu lấy nước có đập bố trí theo hình cung (Hình 6-10b)
 và kiểu lấy nước hai bên có đập hình chữ V (hình 6-10c).



Hình 6.10. Hình thức lấy nước chính diện, bùn cát được xả qua đập tràn.
 1. Đập 2. Cổng lấy nước 3. Kênh 4, 5. Ngưỡng cong 6. Cổng luồn
 7. Đê hướng dòng 8. Bể tiêu năng

6.3. CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC KIỂU KÍN

6.3.1. Điều kiện xây dựng

1. Cống ngầm

Cống ngầm là loại công trình lấy nước được đặt dưới đê, đập vật liệu địa phương.

2. Đường hầm thủy công

Đường hầm thủy công được sử dụng trong các trường hợp sau:

- Khi xây dựng công trình lấy nước kiểu hở không kinh tế bằng xây dựng đường hầm.
- Nếu xây dựng công trình lấy nước hở có thể bị phá hoại do sự sạt lở của sườn núi hoặc có đá lăn.
- Tuyến lấy nước qua nơi rừng núi rậm rạp, địa hình phức tạp.

6.3.2. Phân loại

1. Cống ngầm

a. Theo vật liệu xây dựng: Có các loại cống ngầm bằng sành, bằng bê tông, bê tông cốt thép và ống kim loại. Trong thực tế xây dựng sử dụng nhiều nhất là cống bằng bê tông cốt thép và kim loại. Chỉ trong trường hợp cột nước thấp, đường kính ống nhỏ mới dùng ống sành, ống bê tông.

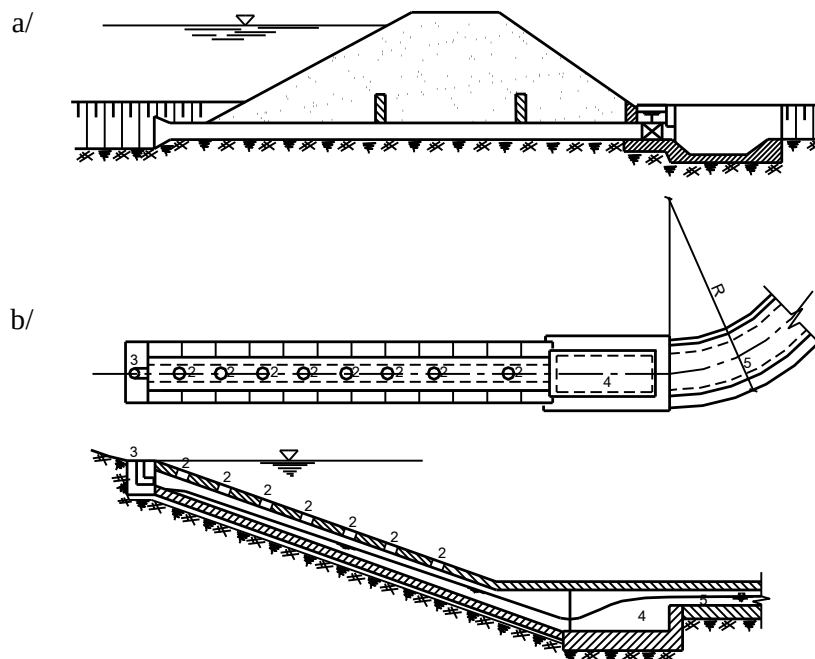
b. Theo hình dạng kết cấu: Cống tròn, cống hộp, cống vòm.

2. Đường hầm thủy công

Theo điều kiện thủy lực người ta chia ra hai loại đường hầm không áp và đường hầm có áp.

6.3.3. Các hình thức bố trí

1. Cống ngầm



Hình 6.11. Các loại ống ngầm lấy nước

a. Có cửa van đặt ở hạ lưu b. Lấy nước kiểu ống đặt nghiêng

1. Ống nghiêng 2. Lỗ lấy nước 3. Lỗ thông hơi 4. Bể tiêu năng 5. Ống ngầm.

a. Lấy nước kiểu đặt van không chế ở hạ lưu

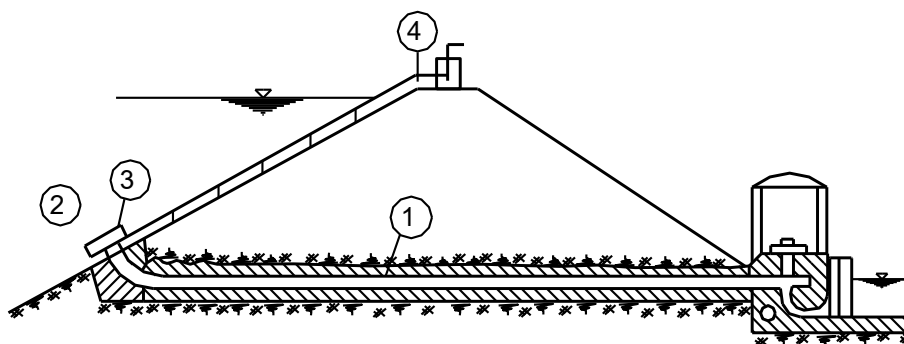
Hình thức lấy nước này đơn giản, cửa van chính đặt ở cửa ra, không phải làm cầu công tác và bộ phận đầu vào có thể làm đơn giản, giảm được khối lượng công trình (Hình 6.11a). Hình thức này có nhược điểm là đường ống thường xuyên ở trong trạng thái có áp nên thân cống cần phải làm bằng những vật liệu bền chắc như bê tông cốt thép, ống thép hay thép bọc bê tông cốt thép. Trong thời gian gần đây, hình thức này được sử dụng khá nhiều đối với các cống có lưu lượng và cột nước vừa và nhỏ.

b. Lấy nước kiểu ống đặt nghiêng

Dùng một ống đặt nghiêng trên mái đập hoặc sườn đồi (Hình 6.11b). Trên ống bố trí các lỗ ở các độ cao khác nhau để lấy nước trong hồ. Nước chảy qua lỗ vào ống nghiêng đến bề tiêu năng rồi chảy vào ống ngầm. Hình thức này thường dùng cho những hồ chứa loại nhỏ có cột nước thấp, lưu lượng tháo dẫn qua ống nhỏ ($Q = 0.1 \div 0.4 \text{ m}^3/\text{s}$). Loại này tuy kết cấu đơn giản, phương tiện đóng mở đơn giản song quản lý phức tạp, hay bị rò rỉ nước, khó khống chế lưu lượng.

c. Lấy nước kiểu cửa kéo nghiêng

Thường dùng khi cột nước và lưu lượng nhỏ. Ưu điểm là giảm nhẹ được khối lượng xây dựng phần vào, thiết bị đóng mở đơn giản: Dùng cửa van nắp xoay và đóng mở bằng tời, giá thành hạ. Nhược điểm cơ bản của loại này là cửa van và dây kéo luôn nằm dưới nước nên dễ bị han rỉ hư hỏng, kiểm tra sửa chữa khó khăn, khó khống chế chính xác lưu lượng, khi cửa mở một phần nước chảy vào thường gây rung động (Hình 6.12).

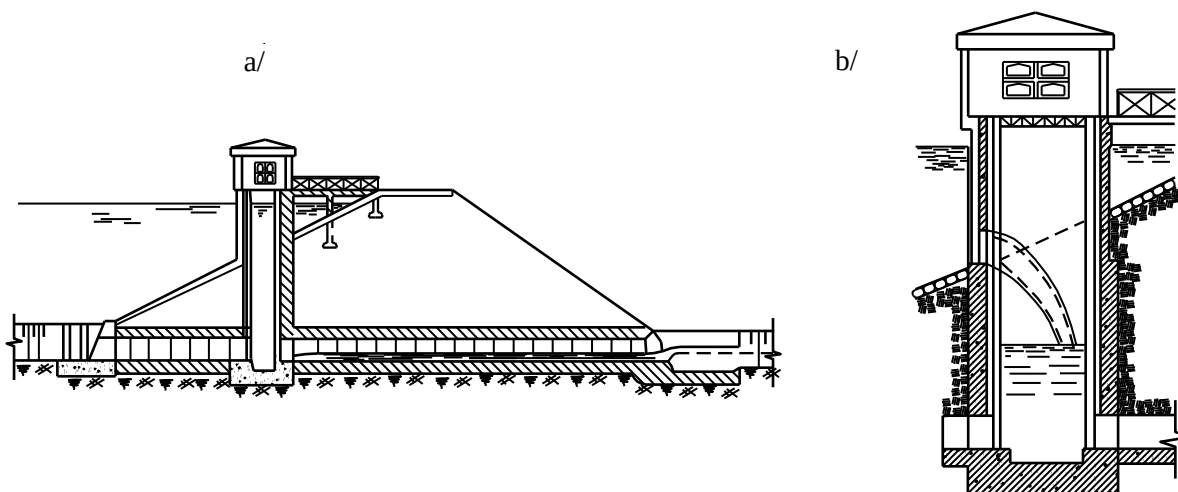


Hình 6.12. Lấy nước kiểu cửa kéo nghiêng

1. Ống ngầm qua đập 2. Lưới chắn rác 3. Cửa van 4. Tời đóng mở

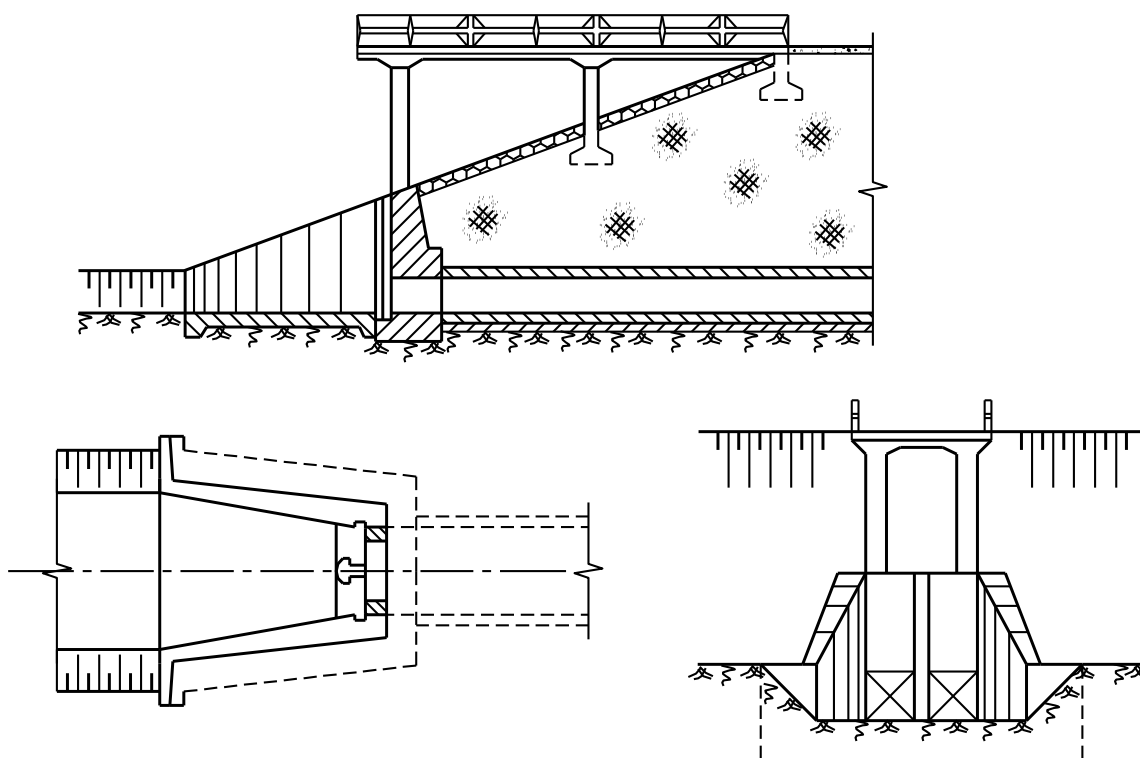
d. Lấy nước kiểu tháp

Hình thức này thường được dùng nhiều, nhất là trong các hồ chứa loại vừa và lớn, có cột nước cao, lưu lượng qua cống lớn. Dùng cửa van để điều chỉnh lưu lượng. Tháp cũng có hai loại: Kiểu kín (Hình 6.13a) và kiểu kết hợp (Hình 6.13b).



Hình 6.13. Các loại tháp lấy nước

Đối với những hồ chứa nhỏ chiều sâu lấy nước nhỏ hơn 7m có thể dùng hình thức kiểu cầu cảng (Hình 6.14).



Hình 6.14. Lấy nước kiểu cầu cảng

2. Đường hầm thủy công

a. Đường hầm không áp

Mặt cắt vòm đỉnh là vòm phẳng (Hình 6.15a) được sử dụng khi đường hầm đào qua tầng đá rắn chắc có hệ số kiên cố $f_k > 8$.

Mặt cắt vòm đỉnh là nửa đường tròn (Hình 6.15b) khi đường hầm đào qua đá núi có $8 > f_k > 4$, chỉ có áp lực đá núi thẳng đứng.

Mặt cắt có thành vòm cao (Hình 6.15c) được dùng khi đào qua đá núi có $4 > f_k > 2$, áp lực đá núi theo phương đứng lớn hơn theo phương ngang.

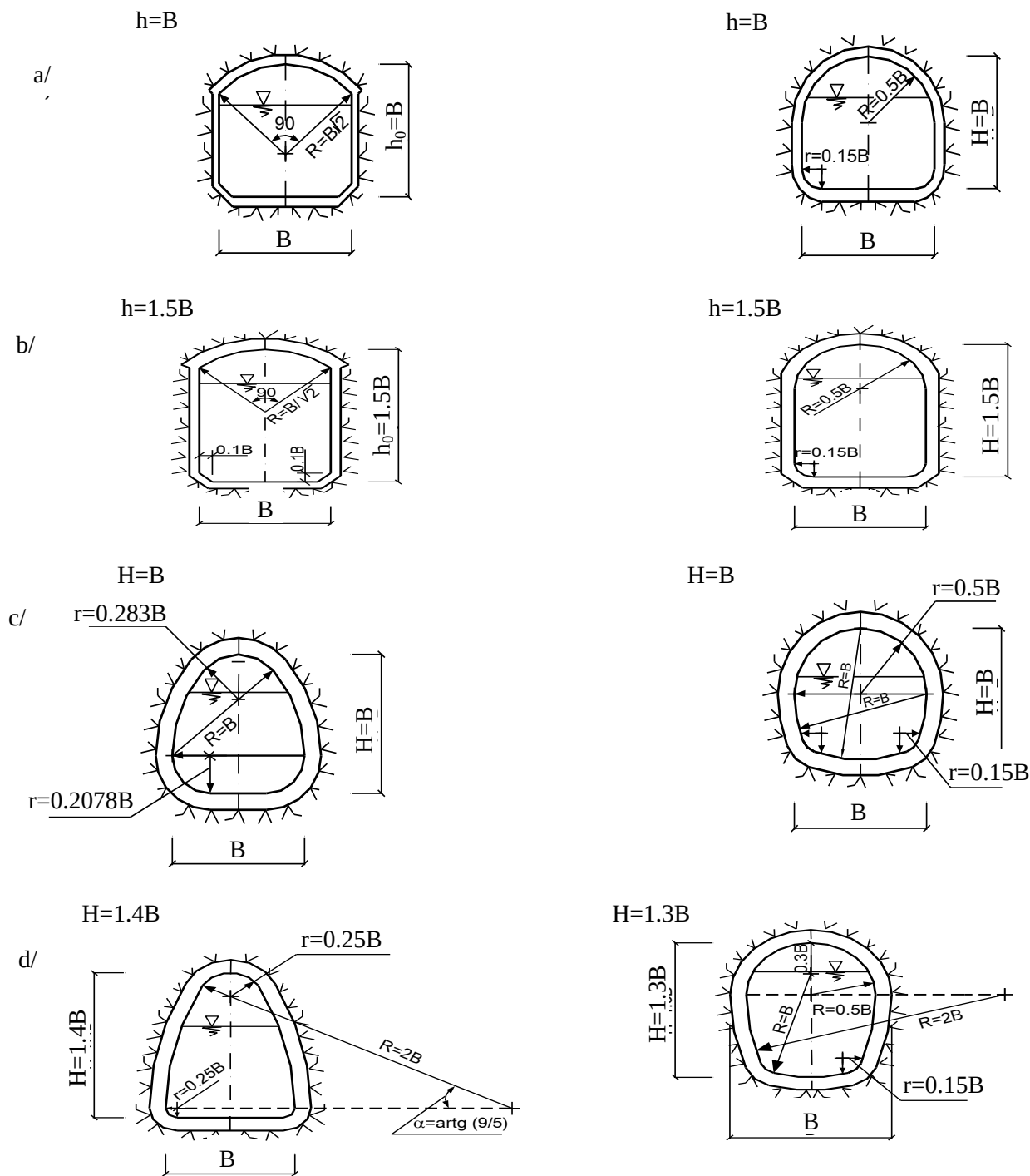
Mặt cắt hình móng ngựa (Hình 6.15d) được dùng trong trường hợp đá núi có $f_k < 2$, có áp lực đá núi bên, từ trên xuống và cả từ dưới lên.

Mặt cắt hình tròn được dùng khi có tầng đá nằm nghiêng theo tuyến đường hầm, áp lực đá không đối xứng qua đường trục thẳng đứng qua trung tâm mặt cắt ngang cũng như trong những trường hợp áp lực nước ngầm rất lớn.

b. Đường hầm có áp

Đối với đường hầm có áp người ta thường hay dùng mặt cắt hình tròn. Với loại này điều kiện dòng chảy tương đối tốt và có lợi cho việc chịu tác dụng của áp lực nước phân bố đều ở trong đường hầm.

Khi cột nước áp lực (tính bằng mét) kể từ trung tâm mặt cắt trở lên không vượt quá 3 lần chiều cao của đường hầm, có thể dùng các hình thức mặt cắt của đường hầm không áp nhưng phải tiến hành phân tích các điều kiện kinh tế kỹ thuật một cách đầy đủ.



Hình 6.15. Các hình thức mặt cắt của đường hầm không áp

Câu hỏi ôn tập:

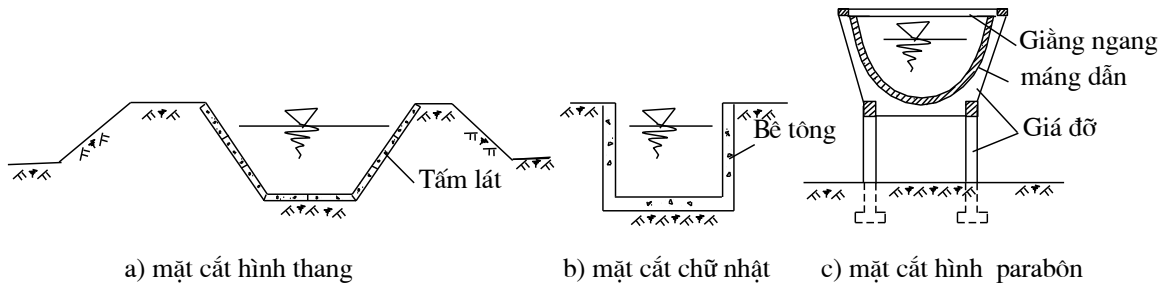
- 6.1. Nêu mục đích xây dựng và yêu cầu của các công trình lấy nước.
- 6.2. Nêu điều kiện xây dựng, phân loại và các hình thức bố trí của các công trình lấy nước kiểu hở.
- 6.3. Nêu điều kiện xây dựng, phân loại và các hình thức bố trí của các công trình lấy nước kiểu kín.

Chương 7. CÔNG TRÌNH DẪN NƯỚC

7.1. KHÁI NIỆM

Công trình dẫn nước là công trình dùng để dẫn nước từ nơi này đến nơi khác. Công trình dẫn nước gồm kênh dẫn (đường dẫn) và các công trình trên kênh.

Kênh dẫn có thể làm theo dạng kênh hở, kênh ngầm, đường ống dẫn nước, máng nổi hoặc dạng đường hầm. Trong đó kênh hở là dạng cơ bản và được sử dụng rộng rãi trong tất cả các công trình từ lớn đến nhỏ, các dạng khác thường chỉ được sử dụng trong những trường hợp cá biệt. Hình 7.1 giới thiệu một số dạng mặt cắt ngang kênh hở.



Hình 7-1. Một số dạng mặt cắt ngang kênh

Kênh hở thường có dạng mặt cắt ngang hình thang hoặc chữ nhật và được xây dựng trực tiếp trên nền, bên trên kênh để hở (không đắp đất). Vật liệu xây dựng có thể bằng đất (có lát bê tông, đá, gạch hoặc không), bằng bê tông đổ tại chỗ hoặc xây bằng đá, gạch. Dòng chảy trong kênh là dòng chảy không áp.

Kênh ngầm được xây dựng bằng bê tông đổ tại chỗ hoặc xây bằng đá, gạch; dạng mặt cắt thường là chữ nhật. Dòng chảy trong kênh ngầm là dòng chảy không áp, trên kênh có đắp đất. Kênh ngầm thường được dùng để thay thế một đoạn kênh hở nào đó khi kênh cần vượt qua nơi có địa hình cao hoặc qua vùng đô thị.

Máng nổi thường làm theo dạng mặt cắt parabol, chữ nhật hoặc hình thang và thường dùng máng dạng vỏ mỏng bằng xi măng lưới thép. Máng nổi thường dùng khi kênh đi qua vùng đất thấm nhiều, lầy lội hoặc vùng đồi núi, thung lũng có hiện tượng sạt lở, kém ổn định.

Đường ống dẫn nước thường được làm bằng cách lắp ghép các ống (thép, nhựa...) lại với nhau và thường được chôn trong đất. Dòng chảy trong ống thường thiết kế là dòng chảy có áp. Do dòng chảy trong ống thường là dòng có áp nên ở các vị trí nối ống, vị trí các khe nối phải thiết kế, thi công sao cho đảm bảo độ kín nước; nếu nước bị rò rỉ nhiều sẽ làm tổn thất nước và gây ra nhiều tác động xấu khác. Tiết diện tháo nước của đường ống thường bị hạn chế nên dạng này chỉ sử dụng cho kênh dẫn có lưu lượng nhỏ, cột nước cao; ví dụ: Các công trình cấp nước (tưới, sinh hoạt...) vừa và nhỏ ở vùng núi.

Đường hầm dùng khi kênh cần vượt qua vùng đồi núi cao và chỉ dùng với kênh lớn.

Các công trình trên kênh gồm: Công lấy nước vào kênh cấp dưới (công chia nước - công đầu kênh), công điều tiết mực nước, các công trình để dẫn nước trong kênh vượt qua chướng ngại vật như sông, suối, đê, đường giao thông... (cầu máng, công luồn, công ngầm), các công trình nối tiếp để dẫn nước từ trên cao xuống thấp (bậc nước, dốc nước), các công trình để bảo vệ kênh (công tiêu, tràn ra (trần bên), tràn băng, công tháo nước cuối kênh), các công trình giao thông, các công trình đo nước, các công trình để quản lý (nhà quản lý, kho, nhà sửa chữa...).

7.2. KÊNH VÀ ĐƯỜNG ỐNG DẪN NƯỚC

7.2.1. Kênh

1. Lưu lượng để thiết kế kênh

- Khái niệm về các loại lưu lượng để thiết kế kênh.

Có 3 loại lưu lượng để thiết kế kênh tưới: Lưu lượng lớn nhất - $Q_{\max}$, lưu lượng thiết kế - Q_{tk} hoặc Q (thường gọi tắt là lưu lượng kênh), lưu lượng nhỏ nhất - $Q_{\min}$. Kênh tiêu chỉ có một loại lưu lượng là lưu lượng thiết kế - Q_{tk} hoặc Q (là lưu lượng tháo lớn nhất thiết kế trong kênh).

Lưu lượng thiết kế trong kênh tưới là lưu lượng lớn nhất trong biểu đồ lưu lượng thiết kế thuộc một đoạn kênh, một cấp kênh hay một hệ thống kênh. Lưu lượng thiết kế dùng để xác định kích thước mặt cắt kênh và để thiết kế các công trình trên kênh.

Lưu lượng nhỏ nhất dùng để kiểm tra bồi lắng trong kênh, kiểm tra khả năng đảm bảo tưới tự chảy của kênh để làm cơ sở cho việc thiết kế công trình điều tiết trên kênh.

Lưu lượng lớn nhất dùng để kiểm tra xói lở và xác định độ cao an toàn cho đỉnh bờ kênh.

Ngoài ra khi tính toán thiết kế còn cần phân biệt lưu lượng thực cần - Q_{tc} , lưu lượng tổn thất (do thấm) - Q_t và lưu lượng toàn bộ - Q_{tb} .

Lưu lượng thực cần (hay: lưu lượng thực tế, lưu lượng thiết kế tại mặt ruộng) là lưu lượng thực tế cần cấp trực tiếp tại mặt ruộng cho khoảng tưới. Lưu lượng toàn bộ là lưu lượng cần cấp vào đầu của tuyến kênh, nó là tổng của lưu lượng thực cần và lưu lượng tổn thất do thấm dọc theo chiều dài kênh.

Các loại lưu lượng Q_{tk} , $Q_{\max}$, $Q_{\min}$ đều là lưu lượng toàn bộ.

- *Xác định các loại lưu lượng để thiết kế kênh tưới*

Lưu lượng thực cần được tính theo công thức sau:

$$Q_{tc} = q \cdot \omega \quad (l/s) \quad (7.1)$$

Lưu lượng thiết kế được tính theo công thức sau:

$$Q_{tk} = \frac{Q_{tc}}{\eta} = \frac{q \cdot \omega}{\eta} \quad (l/s) \quad (7.2)$$

Lưu lượng lớn nhất được tính theo công thức sau:

$$Q_{\max} = K \cdot Q_{tk} \quad (l/s) \quad (7.3)$$

Trong đó:

q ($l/s.ha$): hệ số tưới thiết kế. q được xác định theo biểu đồ hệ số tưới của khu tưới, với hệ thống kênh không lớn có thể chọn theo q của khu tưới tương tự.

ω (ha): diện tích tưới do kênh phụ trách.

η : hệ số lợi dụng của kênh, xác định theo công thức:

$$\eta = \frac{Q_{tc}}{Q_{tb}} = \frac{Q_{tc}}{Q_{tc} + Q_t} \quad (7.4)$$

Q_t được xác định theo các công thức kinh nghiệm hoặc có thể lấy gần đúng theo phụ lục 3 của TCVN 4118-85. Trong trường hợp thiếu tài liệu thực tế, các kênh nhỏ ($\omega \leq 300ha$, $Q_{tk} \leq 300l/s$) có thể xác định trực tiếp hệ số η theo phụ lục 6 của TCVN 4118-85.

K : hệ số và xác định như sau:

Khi $Q_{tk} < 1m^3/s$: $K = 1,2 \div 1,3$

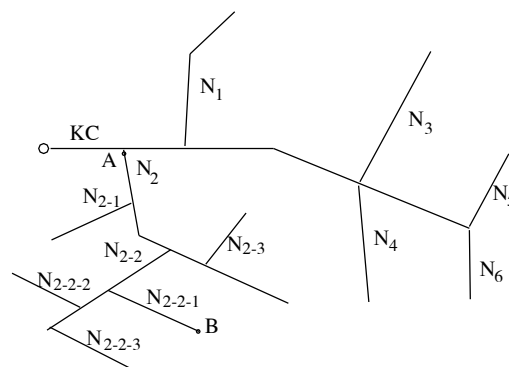
Khi $1m^3/s \leq Q_{tk} < 10m^3/s$: $K = 1,15 \div 1,2$

Khi $Q_{tk} > 10m^3/s$: $K = 1,1 \div 1,15$

Lưu lượng nhỏ nhất $Q_{\min}$ cũng được tính theo công thức (7.2), nhưng thay q bằng $q_{\min}$. $q_{\min}$ là hệ số tưới nhỏ nhất cũng được xác định theo biểu đồ hệ số tưới, nhưng $Q_{\min}$ không được lấy nhỏ hơn $0,4Q_{tk}$. Khi không có biểu đồ hệ số tưới có thể lấy $Q_{\min} = 0,4 Q_{tk}$.

- *Trình tự tính toán lưu lượng trong kênh:*

Hệ thống kênh tưới được bố trí theo dạng phân nhánh như (Hình 7.2). Kênh chính (KC) sẽ lấy nước từ nguồn (hồ chứa, trạm bơm...) dẫn và cấp cho kênh nhánh cấp I ($N_1, N_2, \dots$), kênh cấp I dẫn nước đi và cấp cho kênh cấp II ($N_{1-1}, N_{1-2}, \dots, N_{2-1}, N_{2-2}, \dots$)... Và cứ thế cho đến kênh cấp cuối cùng (là kênh đưa



Hình 7-2. Sơ đồ bố trí hệ thống kênh tưới

nước trực tiếp vào ruộng). Tổng lưu lượng của các kênh nhánh cấp dưới cộng với lượng nước tổn thất dọc đường dẫn của kênh cấp trên là lưu lượng của kênh nhánh cấp trên (kênh cấp trên trực tiếp). Vì vậy để tính toán được lưu lượng của kênh cần tính tuần tự từ kênh cấp nhỏ đến kênh cấp lớn như sau: Trước hết tính lưu lượng của các kênh cấp nhỏ nhất (kênh phân phối nước vào kênh chân rết), sau đó tính dần lên cho đến kênh chính. (Kênh chân rết là kênh phân phối trực tiếp nước vào ruộng. Kênh chân rết không đặt tên).

Với kênh nhỏ ($\omega \leq 300\text{ha}$, $Q_{tk} \leq 300\text{l/s}$) và thiếu tài liệu thực tế, chọn hệ số η (theo phụ lục 6 của TCVN 4118-85) chung cho tất cả các kênh để tính lưu lượng cho từng kênh cấp dưới của nó mà không cần tính tuần tự như trên.

2. Tính toán, lựa chọn kích thước mặt cắt ngang kênh.

Các kích thước của mặt cắt ngang kênh dạng hình thang mô tả ở (Hình 7.3).

* Trước hết căn cứ vào lưu lượng kênh, vật liệu làm kênh, tình hình địa chất nền, giao thông trên bờ kênh... chọn: m , m_n , b_p , b_t , Δ .

* Sau đó tính toán để chọn chiều rộng đáy kênh (b) và chiều sâu cột nước thiết kế trong kênh (h). Sau khi chọn được b , h sẽ tính $h_{\max}$ để chọn chiều cao kênh ($h_{\max} + \Delta$).

- Tính b , h theo công thức của dòng đều trong kênh hở :

$$Q = \omega \cdot C \sqrt{R \cdot i} \quad (7.5)$$

Q : lưu lượng của kênh (m^3/s)

ω : diện tích mặt cắt ướt của kênh (m^2)

R : bán kính thủy lực (m) ; $R = \omega / \chi$; χ là chu vi ướt của kênh.

Với kênh hình thang, tính ω , χ theo công thức:

$$\omega = (b + mh)h$$

$$\chi = b + 2h \sqrt{1 + m^2}$$

b , h : chiều rộng đáy và chiều cao cột nước trong kênh (m).

m : độ xoắn mái kênh (hệ số mái kênh).

i : độ dốc đáy kênh.

C : hệ số Sêzy, xác định theo công thức:

$$C = \frac{1}{n} R^y \quad (7.6)$$

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,10) \quad (7.7)$$

n : hệ số nhám của kênh

Khi tính toán sơ bộ có thể lấy gần đúng $y = 1/6$ hoặc tính gần đúng theo các công thức sau:

$$\text{Khi } R < 1\text{m}: \quad y = 1,5\sqrt{n} \quad (7.7a)$$

$$\text{Khi } R > 1\text{m}: \quad y = 1,3\sqrt{n} \quad (7.7b)$$

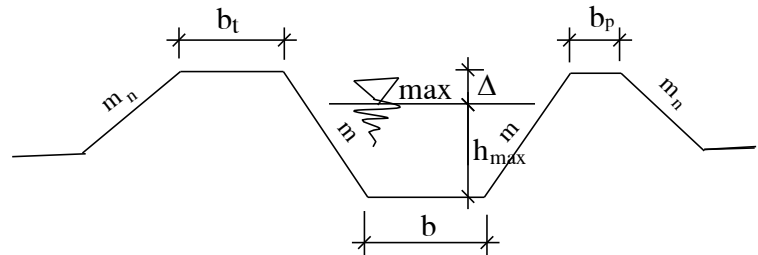
Khi tính theo công thức (7.5) thì phải dùng phương pháp thử dần để tính: Chọn i , n ; Giả thiết b , h ; tính ω , χ , R , y , C ; tính Q . Khi nào Q tính toán được xấp xỉ Q theo yêu cầu là được.

- Tính b , h theo phương pháp mặt cắt thủy lực lợi nhất (phương pháp tra bảng của Agrótskin).

+ Chọn i và tính trị số $f(R_{ln})$ theo công thức :

$$f(R_{ln}) = \frac{Q}{4m_o \sqrt{i}} \quad (7.8)$$

$$m_o = 2\sqrt{1 - m^2} - m \quad (7.9)$$



Hình 7-3. Kích thước mặt cắt kênh hình thang

- + Tra R_{ln} theo n ; R_{ln} là bán kính thủy lực ứng với mặt cắt có lợi nhất về thủy lực.
- + Chọn b (hoặc h) để tính h (hoặc b), sau đó tính trị số b/R_{ln} (hoặc h/R_{ln}).
- + Có trị số b/R_{ln} (hoặc h/R_{ln}), căn cứ m sẽ tra được trị số h/R_{ln} (hoặc b/R_{ln}).
- + Tính h (hoặc b).
- + Kiểm tra hệ số $\beta = b/h$, nếu thấy không hợp lý, chọn lại b (hoặc h) và tính lại từ đầu.

Với kênh có $Q \geq 1 \text{ m}^3/\text{s}$ nên thiết kế $\beta = (2 \div 5)$.

Sau khi chọn được b , h tính $h_{\max}$ để xác định chiều cao kênh: $(h_{\max} + \Delta)$.

Sau khi chọn được b , h cần tính $h_{\max}$, $h_{\min}$, v_{tk} , $v_{\max}$, $v_{\min}$ để xác định chiều cao kênh, kiểm tra bồi lắng, xói lở.

* Tính toán vận tốc và kiểm tra bồi lắng, xói lở trong kênh:

Sau khi đã lựa chọn được mặt cắt ngang kênh ta cần kiểm tra khả năng có thể bị bồi lắng, xói lở của kênh. Nếu không đạt phải chọn lại i hoặc b , h và tính lại từ đầu.

3. Tính toán xác định mực nước không chế tưới tự chảy trên kênh tưới

Khi thiết kế kênh tưới cần đảm bảo năng lực tưới tự chảy của kênh được nhiều nhất. Mực nước không chế tưới tự chảy trong kênh (gọi tắt là mực nước tưới) phụ thuộc vào cao độ mặt ruộng được tưới và tổn thất đầu nước dọc kênh.

Cao độ mực nước tưới tại đầu một kênh bất kỳ ($\nabla_{MNĐK}$), được xác định theo công thức:

$$\nabla_{MNĐK} = A_0 + h_r + \sum l_i \cdot i_i + \sum \psi_j \quad (7.10)$$

Cao độ mực nước tưới của kênh cấp trên tại vị trí đầu kênh cấp dưới (∇_{MNCT}), được xác định theo công thức :

$$\nabla_{MNCT} = \nabla_{MNĐK} + \psi_n \quad (7.11)$$

A_0 : Cao độ mặt ruộng cần tưới tự chảy của kênh. Khi chọn điểm lấy A_0 cần chọn tại khu ruộng cao của khu tưới của kênh, nhưng không phải là ruộng cao cục bộ và những khu ruộng không cao lắm nhưng ở vùng cuối kênh. Việc chọn A_0 có thể chỉ chọn ở một vị trí, nhưng cũng có khi phải chọn ở nhiều vị trí để tính toán kiểm chứng, tùy thuộc vào địa hình khu tưới của kênh.

h_r : chiều sâu lớp nước tưới trên mặt ruộng.

$\sum l_i \cdot i_i$: tổng tổn thất cột nước dọc đường của kênh. Trong đó: l_i , i_i là chiều dài và độ dốc đáy kênh trên từng đoạn của kênh.

$\sum \psi_j$: tổng tổn thất cột nước cục bộ qua các công trình có gây tổn thất trên kênh của kênh (các công trình có làm thay đổi tiết diện tháo nước của kênh).

ψ_n : tổn thất cột nước cục bộ qua cống lấy nước vào đầu kênh cấp dưới.

Tổn thất cột nước cục bộ qua các công trình thường lấy theo kinh nghiệm hoặc có thể tra theo phụ lục 1 của TCVN 4118-85. Thường tổn thất cục bộ qua các công trình $\psi = (3 \div 7) \text{ cm}$, riêng cầu máng, cống luồn $\psi = (15 \div 20) \text{ cm}$ hoặc có thể lớn hơn.

Khi thiết kế đường mực nước nên tính cho kênh có cấp nhỏ nhất và từ vùng xa nhất đến kênh cấp lớn hơn và tính dần từ hạ lưu kênh chính tính lên. Trường hợp cá biệt khi có vùng ruộng gần đầu kênh nhưng có cao độ cao, ta có thể tính từ vùng này trước để giảm khối lượng tính toán.

Khi quyết định chọn đường mực nước cho kênh chính hoặc kênh nhánh nhưng có nhiều kênh cấp dưới nó, thì mực nước chọn theo mực nước của kênh cho trị số lớn nhất; nếu chọn nhỏ hơn phải có luận chứng và phải bố trí cống điều tiết.

4. Trình tự thiết kế kênh tưới

- Bố trí hệ thống kênh: Xác định phạm vi tưới và chọn tuyến, đặt tên cho từng tuyến kênh trong hệ thống.

Với mỗi tuyến kênh:

- Chọn loại công trình và bố trí các công trình trên kênh.
- Tính các loại lưu lượng để thiết kế kênh.
- Chọn hình thức xây dựng kênh và các thông số kỹ thuật (các đặc trưng) của kênh: i , m , n ...
- Tính toán chọn b , h ; kiểm tra bồi lắng, xói lở trong kênh và chọn các kích thước của mặt cắt ngang kênh (chiều cao bờ kênh, chiều rộng bờ, độ xoải mái ngoài...).

Khi chọn i , m , n , b , h ... có thể chọn chung cho toàn kênh hoặc theo từng đoạn, nếu kênh lớn và dài.

- Thiết kế đường mực nước trong kênh.

Sau khi thiết kế đường mực nước trong kênh cần xem xét sơ bộ khối lượng đào đắp đất, đá của kênh, nếu không hợp lý cần chọn lại các thông số kỹ thuật và làm lại từ đầu.

- Kiểm tra ổn định, cường độ cho mái kênh, thiết bị lát mái, tường chắn đất... (với kênh lớn, cao).

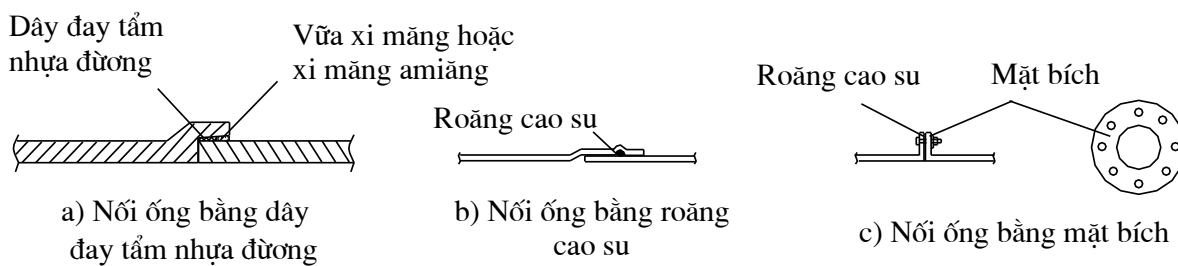
- Vẽ và tính khối lượng, dự toán, các chỉ số về sử dụng đất, kinh tế...

Tất cả các nội dung lựa chọn nêu trên cần tuân thủ theo đúng các chỉ dẫn của các tiêu chuẩn thiết kế hiện hành, đặc biệt là TCVN 4118 - 85.

7.2.2. Đường ống dẫn nước

1. Khái quát về cấu tạo đường ống

Đường ống dẫn nước thường được làm bằng cách ghép nối các ống được chế tạo sẵn lại với nhau. Ống thép, nhựa thường chiều dài mỗi ống là 6m hoặc 8m, ống bê tông ly tâm có chiều dài từ 2 đến 6m. Ống thép thường dùng cách nối là nối hàn và nối bằng mặt bích; ống nhựa thường dùng cách nối là nối bằng roăng cao su và nối hàn (dán lại với nhau bằng keo dán); ống gang và ống bê tông ly tâm thường dùng cách nối bằng dây đai tấm nhựa đường (Hình 7.4).



Hình 7-4. Một số dạng nối ống

Ống dạng có tấm nắp, ống bê tông đầu bằng chỉ nên dùng làm các đường ống dẫn nước có cột nước thấp (khoảng từ 1÷ 2m trở xuống).

Các thiết bị trên đường ống bằng thép, nhựa gồm có: Tê, thập, cút, côn, van lấy nước, van xả khí, xả cặn... Với đường ống làm bằng ống bê tông thì công trình trên kênh lặn như kênh hở.

2. Tính toán lưu lượng

Việc tính lưu lượng cho đường ống dẫn nước tưới cũng tính như kênh hở (mục 7.2.1a), nhưng do tổn thất lưu lượng trên dọc đường ống là không đáng kể nên có thể lấy $Q_t = 0$ (tức $\eta = 1$).

3. Tính toán thủy lực

Nhiệm vụ của tính toán thủy lực trong ống có áp là tính được cột nước tổn thất dọc theo chiều dài đường ống, từ đó để xác định cao độ mực nước thiết kế tại nguồn, tại đầu đường ống, tại các vị trí có các công trình, thiết bị (van lấy nước, van xả khí, van xả cặn...) hoặc tại một điểm bất kỳ nào đó cần mực nước thiết kế để tính toán.

- Công thức tính toán:

Tổn thất cột nước của một đoạn ống dẫn (h_{wi}) chảy có áp, khi đường kính ống không đổi tính theo công thức:

$$h_{wi} = \frac{Q_i^2}{2g\mu_i^2\omega_i^2} \quad (7.12)$$

ω_i : diện tích mặt cắt ngang ống của đoạn tính toán i .

μ_i : hệ số lưu lượng của đoạn tính toán i .

$$\mu_i = \frac{1}{\sqrt{\xi_{di} + \sum \xi_{ci}}} \quad (7.13)$$

ξ_{di} : tổn thất dọc đường, có thể tính theo các công thức :

Công thức Đácxi Vây Bắc :

$$\xi_{di} = \frac{\lambda_i l_i}{d_i} \quad (7.14)$$

Hệ số λ_i có thể tính theo công thức Sipherson:

$$\lambda_i = 0,11 \left(\frac{\Delta_{ti}}{d_i} \right)^{0,25} \quad (7.15)$$

d_i : đường kính ống dẫn của đoạn tính toán i (mm).

l_i : chiều dài đoạn ống tính toán i (mm).

Δ_{ti} : độ nhám tương đương của đoạn tính toán i (mm), tra theo bảng (7.1).

$\sum \xi_{ci}$: tổng tổn thất cục bộ của đoạn tính toán i. Khi tính lưu ý $\sum \xi_{ci}$ bao gồm: tổn thất cửa vào, tổn thất cửa ra, tổn thất do khuỷu cong, lưới chắn rác... (nếu có). Khi ống dài $\sum \xi_{ci}$ rất nhỏ so với ξ_{di} , có thể bỏ qua $\sum \xi_{ci}$ hoặc có thể lấy $\sum \xi_{ci} = (5 \div 10)\% \xi_{di}$.

Bảng 7.1. Trị số trung bình của độ nhám tương đương Δ_t (mm)

Vật liệu làm ống	Tình trạng ống	Δ_t
Ống thép hàn	Mới và sạch	0,03 ÷ 0,1
	Sau một vài năm sử dụng	0,15 ÷ 0,3
	Cũ và bị han rỉ	0,8 ÷ 1,5
	Bị han rỉ nhiều hoặc có lớp cặn dày	2,0 ÷ 4,0
Ống thép tráng kẽm	Mới và sạch	0,1 ÷ 0,2
	Sau một vài năm sử dụng	0,4 ÷ 0,7
Ống gang	Mới	0,2 ÷ 0,5
	Có quét nhựa đường	0,12 ÷ 0,3
	Đã sử dụng	0,5 ÷ 1,5
Ống bê tông cốt thép không trát mặt		0,7 ÷ 1,2
Ống bê tông cốt thép có trát nhẵn mặt		0,7

- Trình tự tính toán thủy lực:

Với dạng ống phân nhánh, các đường ống là các ống nối tiếp nhau, điểm cuối của đoạn này là điểm đầu của đoạn tiếp theo phía hạ lưu. Căn cứ trị số lưu lượng, đường kính, chiều dài đoạn và cao độ đầu, cuối đoạn ống; áp dụng công thức (7.12) ta sẽ tính được h_{wi} trên từng đoạn; từ đó ta có thể tính được tổng tổn thất cột nước từ một điểm A bất kỳ ở thượng lưu đến một điểm B bất kỳ ở hạ lưu theo hướng dòng chảy (h_w) (Hình 7.2) theo công thức:

$$h_w = \sum h_{wi}$$

$\sum h_{wi}$: tổng tổn thất cột nước của tất cả các đoạn dọc theo hướng dòng chảy từ điểm A đến điểm B.

Khi tính toán chọn đường kính ống nên chọn các điểm đầu là nguồn hoặc điểm đầu của các ống cấp trên, điểm cuối là cửa ra của các đường ống cấp cuối cùng.

Có được trị số h_w ta sẽ tính được cao độ mực nước thiết kế ở nguồn (ở cửa vào đường ống chính) hoặc ở bất kỳ điểm nào trên hệ thống nếu ta xác định được cao độ mực nước thiết kế tại khu cấp nước (ví dụ mực nước không chế tưới tự chảy ở khu tưới).

Cao độ mực nước tại điểm bất kỳ tính theo công thức:

$$\nabla_{MN} = \nabla_t + \frac{v^2}{2g}$$

∇_t , v là cao độ tâm ống và vận tốc dòng chảy trong ống tại điểm tính toán.

7.3. CÔNG TRÌNH TRÊN KÊNH

7.3.1. Khái quát về các công trình trên kênh thường gặp

Công trình trên kênh là các công trình được xây dựng trên các tuyến kênh để làm nhiều nhiệm vụ khác nhau, nhằm đưa nước đến nơi sử dụng một cách hợp lý, an toàn. Công trình trên kênh gồm:

- Cống lấy nước (cống chia nước - cống phân nước - cống đầu kênh): Để lấy nước vào kênh cấp dưới. Cống lấy nước đặt ở đầu kênh cấp dưới. Các dạng cống thường sử dụng là cống ngầm và cống hở.

- Cống điều tiết mực nước: Để điều tiết mực nước ở trong kênh, cống thường được làm là dạng cống hở.

- Công trình vượt chướng ngại vật: Để dẫn nước trong kênh vượt qua chướng ngại vật như sông, suối, đê, đường giao thông... Các công trình vượt chướng ngại: cầu máng, cống luồn, cống ngầm...

- Công trình nối tiếp: Để dẫn nước từ trên cao xuống thấp. Các loại công trình nối tiếp: bậc nước và dốc nước.

- Công trình bảo vệ: Để bảo vệ kênh khỏi bị phá hoại do tác dụng của nước lũ, nước thừa. Các công trình bảo vệ gồm: cống tiêu, tràn ra (tràn bên), tràn băng, cống tháo nước cuối kênh.

- Các công trình giao thông (cầu qua kênh), các công trình đê đo nước, các công trình đê quản lý (nhà quản lý, kho, nhà sửa chữa...)

7.3.2. Cầu máng

1. Ưu, nhược điểm và phạm vi sử dụng của cầu máng và cống luồn

Cầu máng và cống luồn là hai công trình chủ yếu được dùng để dẫn nước trong kênh vượt qua sông, suối. Hai loại công trình này có ưu, nhược điểm ngược nhau, nên điều kiện sử dụng của chúng cũng ngược nhau; vì vậy khi lựa chọn việc xây dựng cống luồn hay cầu máng ta phải phân tích kỹ các điều kiện xây dựng của công trình để có thể đưa ra sự lựa chọn hợp lý.

- Ưu điểm của cầu máng:

- + Tồn hất đầu nước qua máng ít. Điều này có ý nghĩa trong việc nâng cao khả năng tưới tự chảy của kênh ở vùng hạ lưu cầu máng.

- + Quản lý dễ: Nạo vét bùn cát, sửa chữa dễ.

- + Có thể kết hợp giao thông bộ trên mặt máng. Điều này rất có ý nghĩa trong những vùng hẻo lánh, giao thông bộ khó khăn.

- Nhược điểm của cầu máng:

- + Cản trở dòng chảy trong sông. Điều này có thể làm tăng diện tích ngập lụt ở vùng thượng lưu sông.

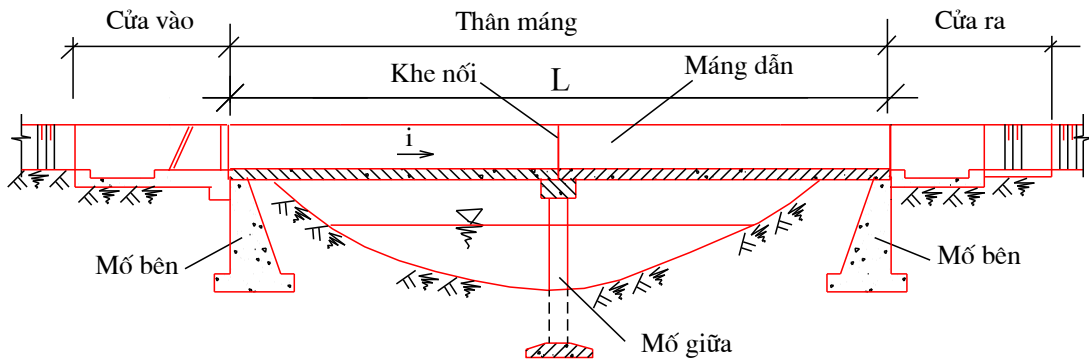
- + Chịu tác động trực tiếp của dòng chảy, vật nổi trong sông nên máng rất dễ bị cuốn trôi trong mùa lũ, đặc biệt là ở vùng núi, tốc độ dòng chảy lớn, cây cối trôi trên sông suối nhiều và lớn.

- + Tải trọng tác dụng lên nền phân bố không đều và lớn, nên yêu cầu nền phải có sức chịu tải cao hoặc phải xử lý phức tạp, tốn kém.

Cống luồn có ưu, nhược điểm ngược với cầu máng, trong đó đặc biệt lưu ý là tồn thất đầu nước lớn và cống rất dễ bị tắc do bùn cát, đá, rác... trôi vào trong cống.

2. Cấu tạo cầu máng

Cầu máng có ba bộ phận chính là cửa vào, thân và cửa ra (Hình 7.5). Ngoài ra còn có thể có bộ phận để bảo vệ lòng sông, bờ sông và hai đầu cầu máng.



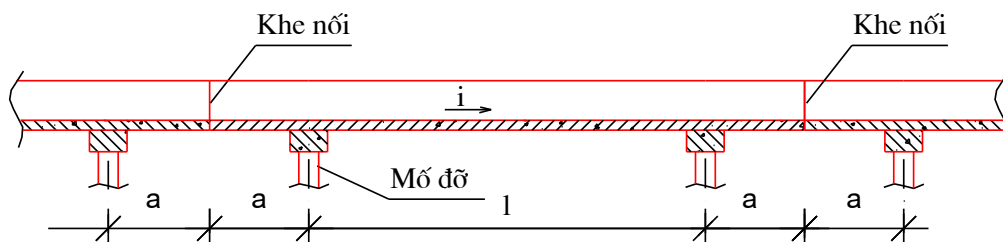
Hình 7-5. Các bộ phận của cầu máng

Cửa vào và ra của cầu máng tương tự cửa vào, ra của cống ngầm, cống hở. Nếu máng dài có thể bố trí thêm lưới chắn rác, bể lắng cát, khe phai để điều tiết, sửa chữa; tường cánh thượng hạ lưu nên làm dạng xoắn vò để giảm cột nước tổn thất. Ngoài ra cần lưu ý: dòng thấm trên máng khi thấm vào sông, suối có thể gây ra xói ngầm, trôi đất cho bờ sông, suối hai đầu cầu máng; nên máng tương đối lớn trở lên phần cửa vào, ra cần phải dài về phía thượng hạ lưu và tại các vị trí khe nối giữa thân và cửa vào, ra cần làm thiết bị chống thấm (bao tải nhựa đường, tấm đồng Ω , nhựa PVC...).

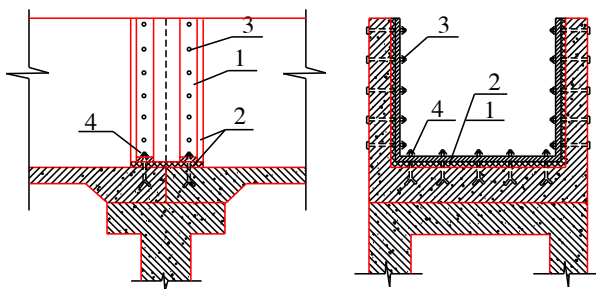
Thân máng có hai bộ phận chính là máng dẫn (cũng thường gọi là thân máng) và mố đỡ (giá đỡ, trụ đỡ).

Máng dẫn có thể làm bằng bê tông cốt thép, xi măng lưới thép, ống thép, ống nhựa... Giáo trình này chỉ trình bày máng bằng bê tông cốt thép, mặt cắt chữ nhật, dạng thành máng chịu lực (Hình 7.8).

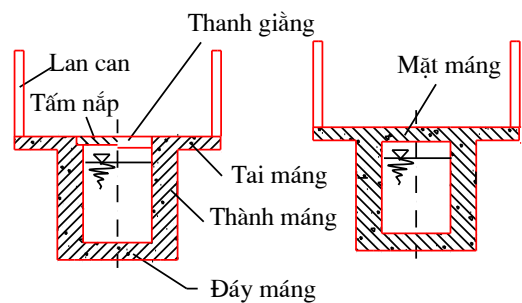
Theo phương dọc, máng có thể làm theo dạng dầm đơn (Hình 7.5) hoặc dạng dầm có mút thừa (Hình 7.6). Thiết bị chặn nước tại khe nối thường dùng là dạng tấm cao su (Hình 7.7).



Hình 7-6. Máng dạng dầm có mút thừa



Hình 7-7. Khe nối máng bằng tấm cao su
1. Nẹp thép; 2. Cao su tấm; 3. Bu lông thường;
4. Bu lông đuôi cá (chôn sẵn)



a) Dạng mặt cắt hở b) Dạng mặt cắt kín

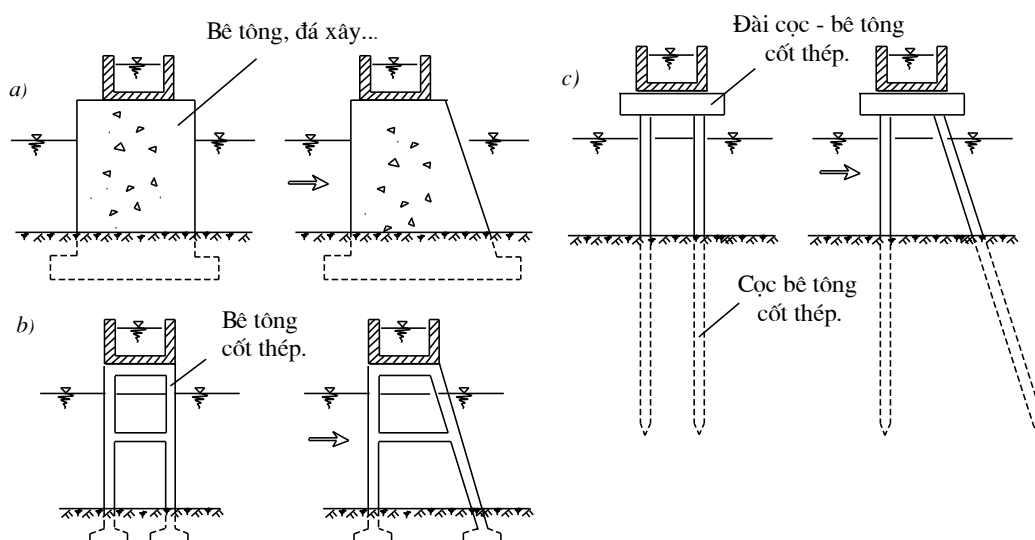
Hình 7-8. Mặt cắt ngang máng, dạng thành máng chịu lực

Theo phương ngang máng có thể làm theo dạng mặt cắt hở (Hình 7.8a), bên trên có thể có tấm nắp để giao thông qua lại và dạng mặt cắt kín (Hình 7.8b). Dạng mặt cắt kín chỉ dùng cho máng lớn, có giao thông bên trên. Nếu máng dài và làm dạng máng kín thì trên mặt máng khoảng (5 ÷ 10)m phải bố trí một lỗ (có tấm nắp) để người vào máng nạo vét bùn cát, sửa chữa.

Mố đỡ máng có thể làm theo dạng trọng lực (Hình 7.9a), dạng khung bê tông cốt thép (Hình 7.9b), dạng cọc (Hình 7.9c).

Mố đỡ dạng trọng lực thường làm bằng bê tông, đá xây; dạng này nặng, tốn khối lượng, khả năng chịu lực không cao... nhưng thi công đơn giản... Loại này thường dùng cho mố thấp, mố bên. Mố dạng khung bê tông cốt thép có khối lượng nhỏ, khả năng chịu lực cao... Loại này có thể sử dụng cho trụ từ thấp đến cao. Mố dạng cọc có khả năng chịu lực rất cao nhưng đòi hỏi phải có thiết bị thi công, tốn kinh phí... Loại này thường chỉ sử dụng cho máng lớn, khi không có điều kiện tháo khô hồ móng. Nền đá, cuội sỏi không thể dùng dạng cọc.

Các dạng mố nghiêng áp dụng khi áp lực xô ngang lớn.



Hình 7-9. Một số dạng mố đỡ máng
a) Mố dạng trọng lực b) Mố dạng khung c) Mố dạng cọc

Khi máng lớn và cầu máng làm cản dòng chảy trong sông nhiều, dòng chảy có khả năng làm xói lở hai đầu máng thì phần lòng sông, bờ và hai đầu máng cần được gia cố, bảo vệ. Phần đáy sông có thể bảo vệ bằng đá lát, tấm bê tông. Phần mái sông, suối và hai đầu máng thường được bảo vệ bằng thiết bị lọc ngược bằng đá xếp hoặc bê tông.

3. Tính toán thủy lực cầu máng

Nhiệm vụ của tính toán thủy lực cầu máng là tính toán, chọn được chiều rộng b và chiều cao $H_m = h + \Delta$ của máng và kích thước thiết bị tiêu năng sau máng.

Khi tính chọn trường hợp kênh tải $Q_{\max}$ để tính.

Tính toán tiêu năng tương tự như tính tiêu năng của đập tràn, cống hở.

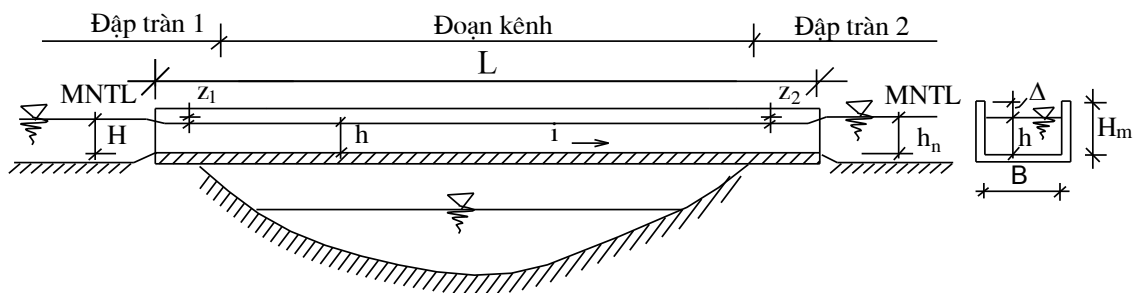
Tính toán chọn b , h của máng:

Nếu máng ngắn, tính như đập tràn đỉnh rộng. Nếu máng dài dòng chảy qua máng là dòng chảy nối tiếp giữa 3 công trình: Đập tràn 1 ở cửa vào, nối tiếp với một đoạn kênh (thân máng) và đập tràn 2 ở cửa ra (Hình 7.10).

Mực nước cửa vào là mực nước trong kênh ở trước máng, mực nước hạ lưu đập tràn cửa vào là mực nước thượng lưu của đoạn kênh, mực nước hạ lưu đoạn kênh là mực nước thượng lưu của đập tràn cửa ra, mực nước hạ lưu đập tràn cửa ra là mực nước trong kênh ở sau cầu máng.

Dòng chảy qua đập tràn ở cửa vào và đập tràn ở cửa ra là dòng chảy qua đập tràn đỉnh rộng và thông thường là chảy ngập.

Dòng chảy qua đoạn kênh là dòng chảy đều trong kênh hở. Công thức xem mục 7.2.1.



Hình 7-10. Sơ đồ tính toán thủy lực máng dài

Sau khi lựa chọn chiều dài (L), độ dốc đáy máng (i), hệ số nhám n ta tiến hành tính toán để chọn chiều rộng máng (B), chiều cao mực nước trong máng (h) như sau:

- Giả thiết hoặc chọn B theo yêu cầu cấu tạo, giao thông... (hoặc h) để tính h (hoặc B) theo công thức dòng đều trong kênh hở. Nếu thấy B, h tính là hợp lý thì tính tiếp, nếu không chọn lại B và tính lại.

- Tính tổn thất cột nước (z_1, z_2), ở cửa vào và cửa ra theo công thức gần đúng của đập tràn đỉnh rộng chảy ngập:

$$z = \frac{Q^2}{(\varphi_n B h)^2 2g} - \frac{\alpha v_o^2}{2g} \quad (7.16)$$

φ_n : hệ số lưu tốc khi chảy ngập, sơ bộ có thể lấy $\varphi_n = (0,85 \div 0,95)$

α : hệ số động năng, thường $\alpha = (1 \div 1,05)$

Khi tính cho đập tràn cửa vào lấy $v_o = v$ trong kênh thượng lưu.

Khi tính cho đập tràn cửa ra lấy $v_o = v$ trong máng.

- Tính cao độ mực nước tính toán ở hạ lưu máng (MNHL_{tt}):

$$\text{MNHL}_{tt} = \text{MNTL} - z_1 - iL - z_2$$

MNTL: mực nước thượng lưu thực tế, được lấy theo số liệu thiết kế kênh đã chọn.

Chú ý rằng trị số z_2 có thể nhỏ hơn không.

- Kiểm tra mực nước ở cửa ra thực tế (theo số liệu thiết kế kênh đã chọn) với số liệu vừa tính toán. Nếu các trị số này xấp xỉ nhau thì việc tính toán kết thúc, nếu không phải chọn lại độ dốc đáy máng và tính lại từ đầu. Nếu cuối cùng vẫn chưa được thì cần chọn lại tổn thất qua cầu máng trong kênh (phải thiết kế lại kênh) và tính lại từ đầu.

Trường hợp sau máng có bậc nước hay dốc nước, thì không cần tính z_2 và cũng không cần kiểm tra bước này.

Sau khi có h, chọn chiều cao an toàn Δ ta sẽ có chiều cao máng: $H_m = h + \Delta$. Cách chọn Δ như đối với kênh.

4. Tính toán cường độ, ổn định của máng

Tính toán cường độ bao gồm: Tính cường độ theo phương dọc, ngang cho máng; tính cường độ cho trụ đỡ và các bộ phận khác (tường cánh thượng, hạ...).

Tính toán cường độ theo phương dọc, coi 2 thành máng là 2 dầm chịu lực để tính. Sơ đồ kết cấu là dạng dầm đơn hay dầm có mút thừa. Trường hợp bất lợi nhất là máng tải với lưu lượng $Q_{\max}$, tải trọng xe, người (nếu có) là tải trọng lớn nhất thiết kế.

Tính toán cường độ theo phương ngang, thường cắt bằng 1m để tính. Nếu máng hở bỏ qua tác dụng của giằng ngang và tính như một khung hở, nếu máng kín tính như khung kín. Tính cho tai máng thường cắt bằng rộng bằng 2 lần chiều rộng tai để tính.

Tính toán cho trụ đỡ dạng khung, tính như khung có liên kết ngàm vào đất nền. Trường hợp bất lợi là sông suối có lũ thiết kế, có tải trọng của vật nổi.

Tính toán ổn định cho máng gồm: Tính ổn định cho trụ máng, tường cánh thượng, hạ...

5. Trình tự thiết kế cầu máng

- Tính toán thủy văn, thủy lực để xác định dòng chảy lũ thiết kế (lưu lượng, vận tốc, mực nước) trong sông suối.

- Chọn cao độ đáy máng, chiều dài máng, độ dốc đáy máng: Cao độ đáy dưới của máng nên chọn cao hơn mực nước lũ lớn nhất ít nhất từ $(0,3 \div 0,5)\text{m}$, máng nên kéo dài sâu vào 2 bờ sông suối để đảm bảo sự an toàn cho cửa vào, ra của máng. Độ dốc đáy máng chọn sao cho vận tốc trong máng tương đối lớn để giảm bùn cát bồi lắng trong máng, nhưng cũng không nên quá lớn sẽ làm tăng tổn thất đầu nước. Thường $i = (1/500 \div 1/2000)$.

- Chọn dạng cấu tạo theo phương dọc và chiều dài nhịp máng. Căn cứ vào chiều dài máng, địa chất nền, tải trọng bên trên... để chọn. Thường nhịp máng dài khoảng $(10 \div 20)\text{m}$.

- Chọn cấu tạo máng theo phương ngang và cho các bộ phận khác của máng.

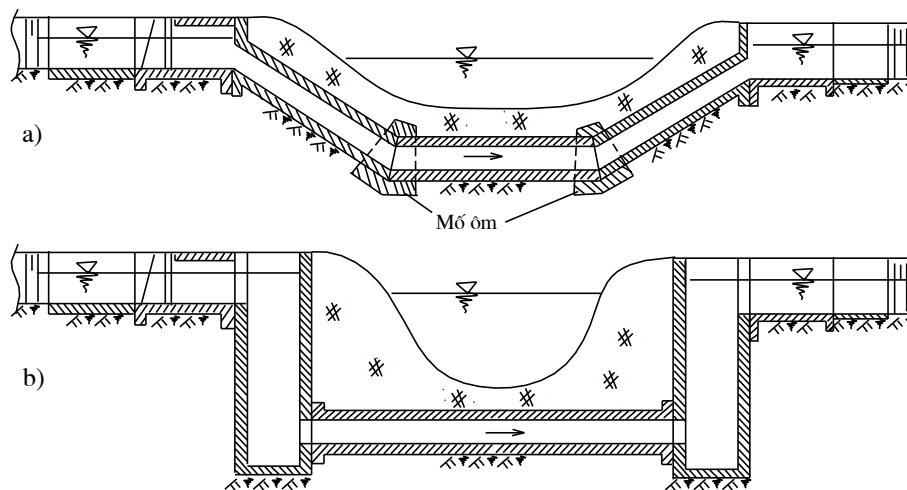
- Chọn hình thức, cấu tạo bộ phận bảo vệ đáy sông suối và vùng 2 đầu máng.

- Tính toán thủy lực chọn b , h , H cho máng; tính tiêu năng.

- Tính toán về thấm, cường độ, ổn định cho các bộ phận máng.

7.3.3. Cống luồn

1. Cấu tạo của một số dạng cống luồn (xi phong ngược)



Hình 7-11. Các dạng cống luồn

- Cống luồn kiểu ống nghiêng (Hình 7.11a):

Cống luồn kiểu ống nghiêng gồm 2 đoạn ống đặt nghiêng và một đoạn ống nằm ngang. Độ dốc của đoạn ống nghiêng không nên chọn quá dốc, ống sẽ dễ bị trượt, thường $i \leq 1/2 \div 1/3$. Dạng mặt cắt ngang cống luồn như của cống ngầm.

Vị trí nối tiếp giữa ống nghiêng và ống ngang phải bố trí móng. Móng có tác dụng để định vị 2 đoạn ống và chống không cho đoạn ống nghiêng trượt xuống làm nứt chỗ tiếp giáp này. Móng thường làm bằng bê tông cốt thép.

Cửa vào cống nên bố trí lưới chắn rác, bể lắng cát, cửa phai để sửa chữa. Tường đầu, tường cánh của cống nên làm dạng cong để giảm bớt tổn thất cột nước.

Đối với các cống lớn và dài, cần kiểm tra tổn thất cột nước ứng với trường hợp tháo với $Q_{\min}$. Nếu tổn thất này khá nhỏ so với trường hợp tháo với Q_{tk} (lớn hơn $15 \div 20\text{cm}$) thì cần có biện pháp khắc phục để tiêu hao đầu nước thừa này, đảm bảo cho cống làm việc tốt, không gây hiện tượng thủy lực bất lợi ở cửa vào, ảnh hưởng đến điều kiện làm việc của cống.

- Cống luồn kiểu giếng đứng (Hình 7.11b):

Cống luồn kiểu giếng đứng gồm hai giếng đứng ở 2 đầu và một đoạn ống nằm ngang. Giếng đứng thường làm dạng chữ nhật bằng bê tông, đá xây, bê tông cốt thép... Kích thước giếng phải đủ rộng để người có thể trèo xuống nạo vét bùn cát, sửa chữa. Đáy giếng nên làm sâu hơn đáy ống ngang từ $(30 \div 50)\text{cm}$ để giảm lượng bùn cát trôi vào trong ống ngang.

2. Tính toán thủy lực chọn tiết diện cống luồn

Dòng chảy qua cống luồn là dòng chảy có áp trong ống

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gz_0} \quad (7.17)$$

ω : diện tích mặt cắt ngang ống .

μ : hệ số lưu lượng .

Cách tính μ xem mục 7.2.2.

z_0 là chênh lệch mực nước thượng hạ lưu có kể tới lưu tốc tới gần.

Khi chọn ω cho cống cần lưu ý:

- Chiều cổ đến vấn đề quản lý, kiểm tra, sửa chữa.
- Đường kính ống cống nên chọn sao cho vận tốc dòng chảy đủ lớn để không gây bồi lắng trong cống, nhưng cũng không nên quá lớn sẽ làm tăng tổn thất đầu nước.

Câu hỏi ôn tập:

7.1. Nêu tác dụng của kênh, đường ống dẫn nước và các công trình thường gặp trên hệ thống kênh tưới.

7.2. Nêu cách tính toán trị số các loại lưu lượng trong kênh tưới và nêu ý nghĩa của từng loại.

7.3. Nêu cách tính toán xác định mực nước không chế tưới tự chảy ở đầu kênh chính tưới.

7.4. Nêu khái quát trình tự, nội dung thiết kế kênh tưới.

7.5. Nêu cách tính toán xác định tổn thất đầu nước trong đường ống có áp; Trình tự, nội dung khái quát cách tính đường kính ống của hệ thống đường ống cấp nước.

7.6. Mô tả cấu tạo, đặc điểm và điều kiện sử dụng của các bộ phận chủ yếu cầu máng.

7.7. Trình bày cách tính toán xác định khẩu diện cho máng dài trên kênh tưới.

7.8. Nêu khái quát về cách tính toán cường độ, ổn định cho máng dẫn, giá đỡ của cầu máng bằng bê tông cốt thép.

7.9. Nêu khái quát về cấu tạo, đặc điểm và điều kiện sử dụng của các loại cống luồn.

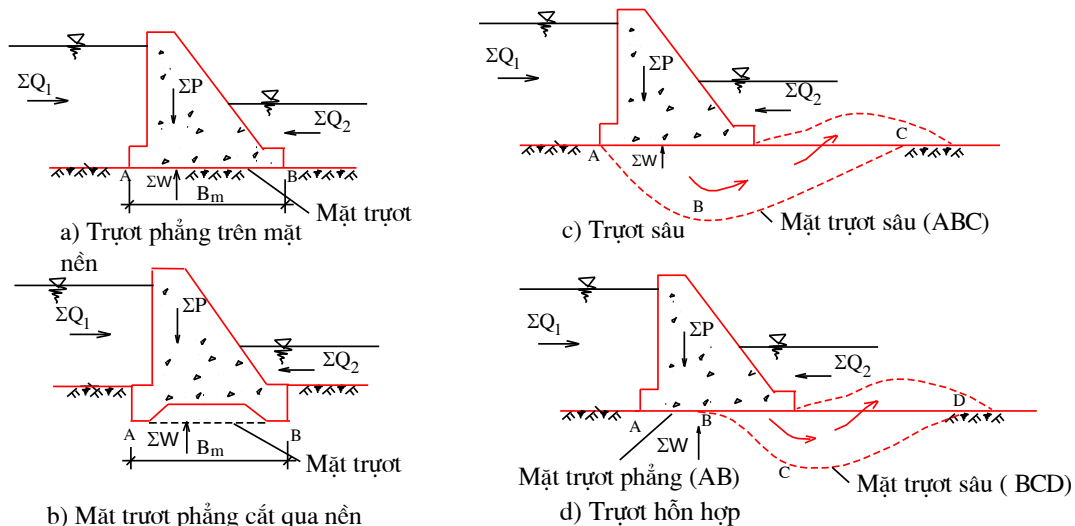
Chương 8. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH VÀ CƯỜNG ĐỘ MỘT SỐ BỘ PHẬN CÔNG TRÌNH

8.1. TÍNH TOÁN NỀN CÔNG TRÌNH THỦY

8.1.1. Khái niệm

Dưới sự tác dụng của tải trọng lên công trình, nền công trình có thể bị phá hoại theo những dạng sau đây:

- Khi nền là đá: Nền có thể bị phá hoại về cường độ khi ứng suất đáy móng lớn hơn cường độ chịu nén của đá nền.



Hình 8-1. Các dạng mất ổn định của nền công trình

- Khi nền đất: Nền công trình có thể bị mất ổn định do bị trượt sâu hoặc trượt hỗn hợp như (Hình 8.1c, d). Nền đất còn có thể bị lún quá mức, lún không đều làm cho công trình không thể làm việc bình thường được.

- Ngoài ra cả nền đất và nền đá đều có thể xảy ra trượt phẳng. Toàn bộ công trình trượt phẳng theo mặt AB về phía hạ lưu (Hình 8.1a,b). Tính toán về trượt phẳng cũng được coi là một bài toán tính toán ổn định công trình (cùng với tính lật, đẩy nổi) vì thực tế khi xảy ra trượt phẳng nền công trình chưa bị phá hoại mà chỉ có công trình bị phá hoại.

Trượt phẳng thường xảy ra khi nền tốt, tổng tải trọng xô ngang ($\Sigma Q_1 - \Sigma Q_2$) lớn và tổng tải trọng thẳng đứng ($\Sigma P - \Sigma W$) nhỏ.

Trượt sâu có thể xảy ra khi nền yếu (đất sét mềm, dẻo...), ($\Sigma P - \Sigma W$) lớn và ($\Sigma Q_1 - \Sigma Q_2$) bằng không hoặc tương đối lớn.

Trượt hỗn hợp thường xảy ra khi nền yếu (đất sét mềm, dẻo...), ($\Sigma P - \Sigma W$) và ($\Sigma Q_1 - \Sigma Q_2$) cùng lớn.

8.1.2. Tính toán nền theo trạng thái giới hạn I - về cường độ và ổn định

1. Công thức chung

Để nền công trình có thể làm việc an toàn, nền cần được tính toán theo trạng thái giới hạn 1 về cường độ và ổn định.

Trong mọi trường hợp tính toán, hệ số an toàn K phải đảm bảo điều kiện sau:

$$K = \frac{R_{gh}}{N_{tt}} \geq [K] \quad (8.1)$$

K: hệ số an toàn tính toán của nền.

[K]: hệ số an toàn cho phép, xác định theo **Chương 2**.

N_{tt} : tải trọng tính toán (lực, mô men, ứng suất) gây ra khả năng có thể mất ổn định hay bị phá hoại về cường độ của nền.

R_{gh} : tải trọng giới hạn của nền (lực, mô men, ứng suất) được tính theo các đặc trưng của nền và theo xu thế (phương) tác dụng của tải trọng N_{tt} .

Điều kiện (8.1) tùy từng trường hợp tính toán mà có cách biểu diễn khác nhau.

2. Tính toán ổn định về trượt phẳng K_T

Công trình có thể bị trượt về phía hạ lưu theo mặt nền AB (Hình 8.1a) hoặc cắt qua đất nền theo mặt cắt AB (Hình 8.1b) (AB gọi là mặt trượt) khi tổng lực gây trượt là lực xô ngang có chiều hướng về phía hạ lưu ($\sum Q_{GT}^{AB}$) lớn hơn tổng lực chống trượt là lực ma sát và lực dính trên mặt AB ($\sum Q_{CT}^{AB}$). Hệ số K trường hợp này gọi là hệ số ổn định về trượt phẳng, ký hiệu K_T và được tính theo công thức sau:

$$K_T = \frac{\sum Q_{CT}^{AB}}{\sum Q_{GT}^{AB}} \quad (8.2)$$

$$\sum Q_{GT}^{AB} = \sum Q_1 - \sum Q_2$$

$\sum Q_1$: tổng áp lực xô ngang có chiều từ phía thượng lưu sang phía hạ lưu.

$\sum Q_2$: tổng áp lực xô ngang có chiều từ phía hạ lưu sang phía thượng lưu.

$$\sum Q_{CT}^{AB} = (\sum P - \sum W) \cdot f + C \cdot F_{AB} \quad (8.3)$$

$(\sum P - \sum W) \cdot f$ là lực ma sát trên mặt trượt AB

$\sum P$: tổng các lực thẳng đứng (có chiều đi xuống) tác dụng lên mặt AB.

$\sum W$: tổng áp lực đẩy ngược (có chiều đi lên) tác dụng lên mặt AB.

F_{AB} : diện tích của mặt trượt AB. Khi cắt bằng 1 m để tính thì $F_{AB} = B_m$ (Hình 8.1a, b); B_m là chiều rộng móng công trình (chiều song song với lực gây trượt).

f : hệ số ma sát trên mặt trượt.

C : lực dính trên mặt trượt.

Các trị số f, C xác định bằng thực nghiệm, sơ bộ có thể lấy gần đúng theo đề nghị của TCVN-57-73 (Thiết kế tường chắn công trình thủy công) như sau:

Khi trượt qua mặt nền:

+ Nền đá nhóm I, không bị phong hoá: $f = 0,75$; $C = 40 \text{ T/m}^2$.

+ Nền đá nhóm I, có phong hoá, nứt ít: $f = 0,70$; $C = 30 \text{ T/m}^2$;

+ Nền đá nhóm II, cường độ trung bình và yếu: $f = 0,65$; $C = 20 \text{ T/m}^2$;

+ Nền cát $f = 0,4 \div 0,5$; á cát $f = 0,25 \div 0,35$; sét $f = 0,2 \div 0,3$ (nền đất, cát $C = 0$).

Khi mặt trượt cắt qua nền đất (Hình 8.1b): $f = \tan \varphi$; φ, C là góc ma sát trong và lực dính của đất nền.

3. Tính toán ổn định về trượt sâu và trượt hỗn hợp

Khả năng bị trượt sâu, trượt hỗn hợp chỉ thường xảy ra với các đập tương đối cao trở lên và nền yếu (nền sét dẻo, dẻo cứng, dẻo mềm) do có tải trọng đứng lớn; vì vậy để có thể giảm khối lượng tính toán, trước khi tính ta cần kiểm tra xem công trình có cần thiết phải tính những nội dung này hay không.

- Điều kiện để chỉ cần tính trượt phẳng mà không cần tính toán trượt sâu và trượt hỗn hợp, theo TCVN 4253-86 (Tiêu chuẩn thiết kế nền công trình thủy lợi -1986) khi thỏa mãn các điều kiện sau:

+ Với nền cát, đất hòn lớn, đất sét cứng đến nửa cứng:

$$\sigma_{\max} \leq B_m \cdot \gamma \cdot N_{th} \quad (8.4)$$

$\sigma_{\max}$: trị số ứng suất pháp lớn nhất của ứng suất đáy móng.

B_m : chiều rộng đáy móng;

γ : trọng lượng riêng của đất nền.

N_{th} : chỉ số mô hình tối hạn, xác định theo thí nghiệm. Sơ bộ có thể lấy N_{th} như sau: nền cát mịn $N_{th} = 1$; các loại nền khác $N_{th} = 3$.

+ Với nền sét dẻo, dẻo cứng, dẻo mềm ngoài điều kiện (8.4) còn phải thỏa mãn điều kiện về hệ số chống cắt ($\tan \psi$) và hệ số mức độ cố kết (C_{ov}) như sau:

$$\operatorname{tg}\psi = \operatorname{tg}\varphi + \frac{C}{\sigma_{tb}} \geq 0,45 \quad (8.5)$$

$$C_{ov} = \frac{K_t(1+\varepsilon)t_o}{a.\gamma_n h_o^2} \geq 4 \quad (8.6)$$

σ_{tb} : trị số ứng suất pháp trung bình của ứng suất đáy móng.

φ, C, K_t : góc ma sát trong, lực dính và hệ số thấm của đất nền.

ε : hệ số rỗng của đất nền ở trạng thái tự nhiên.

a : hệ số nén của đất.

γ_n : trọng lượng riêng của nước.

t_o : thời gian thi công công trình.

h_o : chiều dày tính toán của lớp cổ kết, lấy bằng chiều dày của lớp đất có sét, nhưng không lớn hơn chiều rộng đáy móng B_m .

Đất sét nửa cứng đến cứng khi độ sệt $B \leq 0,25$, khi độ sệt $B > 0,25$ là đất dẻo cứng, dẻo mềm, dẻo chảy và chảy.

Khi không thỏa mãn các điều kiện nêu trên thì phải tính toán trượt sâu và trượt hỗn hợp.

Cách tính toán trượt sâu và trượt hỗn hợp xem TCVN 4253-86 và các tài liệu về cơ học đất, nền móng.

8.1.3. Tính toán nền theo trạng thái giới hạn II - về biến dạng (lún).

Để nền công trình có thể làm việc bình thường, nếu nền công trình bằng đất thì phải được tính toán theo trạng thái giới hạn II về biến dạng (lún).

Trong mọi trường hợp tính toán, nền phải đảm bảo các điều kiện sau:

$$S \leq S_{gh} \quad (8.7)$$

$$\theta \leq \theta_{gh} \quad (8.8)$$

$$\Delta \leq \Delta_{gh} \quad (8.9)$$

S, θ, Δ : độ lún, độ nghiêng, chênh lệch lún của công trình do tải trọng tiêu chuẩn gây ra.

$S_{gh}, \theta_{gh}, \Delta_{gh}$: độ lún giới hạn, độ nghiêng giới hạn, chênh lệch lún giới hạn của công trình. Các trị số này được quy định theo đặc điểm làm việc, kết cấu, máy móc thiết bị... của công trình.

8.1.4. Tính toán cường độ cho nền

Nền công trình bằng đá, khi công trình không có hoặc không thường xuyên chịu tác dụng của tải trọng ngang, sức chịu tải của nền phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$k_n n_c \sigma_{\max} \leq m k_d R_d^{tc} \quad (8.10)$$

Trong đó:

k_d : hệ số đồng chất của nền đá, xác định theo thực nghiệm.

R_d^{tc} : cường độ chống nén nhanh một phương của mẫu đá bảo hoà nước.

m, k_n, n_c : hệ số điều kiện làm việc, hệ số tin cậy và hệ số tổ hợp tải trọng; sơ bộ có thể lấy tích số $k_d m = 0,5$.

$\sigma_{\max}$: trị số trung bình của ứng suất đáy móng do tải trọng tính toán gây ra.

Ngoài ra kể cả nền đá hoặc nền đất, khi thiết kế không nên để ứng suất đáy móng phát sinh ứng suất kéo, tức là:

$$\sigma_{\min} \geq 0 \quad (8.11)$$

$\sigma_{\min}$: trị số ứng suất pháp nhỏ nhất của ứng suất đáy móng do tải trọng tính toán gây ra.

8.1.5. Thiết kế kích thước đáy móng công trình

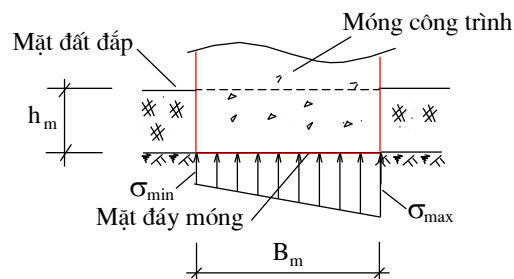
Kích thước đáy móng có ý nghĩa quyết định đến ứng suất đáy móng công trình từ đó nó cũng quyết định đến khả năng làm việc an toàn của nền, đặc biệt là nền đất. Nếu đáy móng chọn nhỏ, ứng suất đáy móng sẽ lớn, nền sẽ không đảm bảo được sự làm việc bình thường của công trình; ngược lại chọn móng lớn sẽ gây lãng phí về vật tư, kinh phí... nên khi chọn kích thước đáy móng cần cân nhắc để chọn được hình dạng, kích thước móng hợp lý.

Hình dạng móng thường dùng là dạng hình vuông và chữ nhật.

Đề đất nền có thể làm việc trong giai đoạn biến dạng tuyến tính, kích thước đáy móng của nền đất cần chọn để đảm bảo sao cho ứng suất đáy móng thoả mãn các điều kiện sau:

Khi công trình không có hoặc không thường xuyên chịu tác dụng của tải trọng ngang:

$$K = \frac{R^{tc}}{\sigma_{tb}} \geq [K] \quad (8.12)$$



Hình 8-2. Sơ đồ tính toán R^{tc} của đất nền

Khi công trình thường xuyên chịu tác dụng của tải trọng ngang, ngoài điều kiện (8.12) còn phải thoả mãn điều kiện sau:

$$K = \frac{1,2R^{tc}}{\sigma_{max}} \geq [K] \quad (8.13)$$

R^{tc} : cường độ tiêu chuẩn của đất nền, xác định theo công thức (8.14) .

σ_{max} , σ_{tb} : trị số ứng suất pháp lớn nhất và trung bình của ứng suất đáy móng do tải trọng tiêu chuẩn gây ra.

$$R^{tc} = m [(A_{1/4} \cdot B_m + B \cdot h_m) \gamma + D \cdot C^{tc}] \quad (8.14)$$

m : hệ số điều kiện làm việc.

B_m : chiều rộng đáy móng.

h_m : chiều sâu lớp đất đắp từ mặt đáy móng trở lên.

C^{tc} , φ^{tc} : lực dính và góc ma sát trong tiêu chuẩn của đất nền.

$A_{1/4}$, B , D : các hệ số tra theo (Bảng 8.1).

Bảng 8.1. Trị số các hệ số $A_{1/4}$, B , D

φ^0	Các hệ số			φ^0	Các hệ số		
	$A_{1/4}$	B	D		$A_{1/4}$	B	D
0	0	1,00	3,14	24	0,72	3,87	6,45
2	0,03	1,12	3,32	26	0,84	4,37	6,90
4	0,06	1,25	3,51	28	0,98	4,93	7,40
6	0,10	1,39	3,71	30	1,15	5,59	7,95
8	0,14	1,55	3,93	32	1,34	6,35	8,55
10	0,18	1,73	4,17	34	1,55	7,21	9,21
12	0,23	1,94	4,42	36	1,81	8,25	9,98
14	0,29	2,17	4,69	38	2,11	9,44	10,80
16	0,36	2,43	5,00	40	2,46	10,84	11,73
18	0,43	2,73	5,31	42	2,87	12,50	12,77
20	0,51	3,06	5,66	44	3,37	14,48	13,96
22	0,61	3,44	6,04	45	3,66	15,64	14,64

8.1.6. Trình tự tính toán ổn định

- + Chọn trường hợp bất lợi hoặc bất lợi nhất để tính.
- + Tính các hệ số ổn định cho trường hợp bất lợi nhất hoặc cho từng trường hợp.
- + Chọn hệ số ổn định nhỏ nhất trong mọi trường hợp (K_{minmin}) và kiểm tra điều kiện an toàn về ổn định theo công thức :

$$K_{minmin} \geq [K] \quad (8.15)$$

$[K]$: hệ số an toàn cho phép, xác định theo **Chương 2**.

Nếu kiểm tra không đạt yêu cầu, phải chọn lại kích thước móng và công trình rồi tính lại.

8.2. TƯỜNG CHẮN ĐẤT

8.2.1. Khái niệm chung

Tường chắn đất trong công trình thủy thường gặp là tường bên, tường cánh, tường đầu của các loại cống, đập tràn...

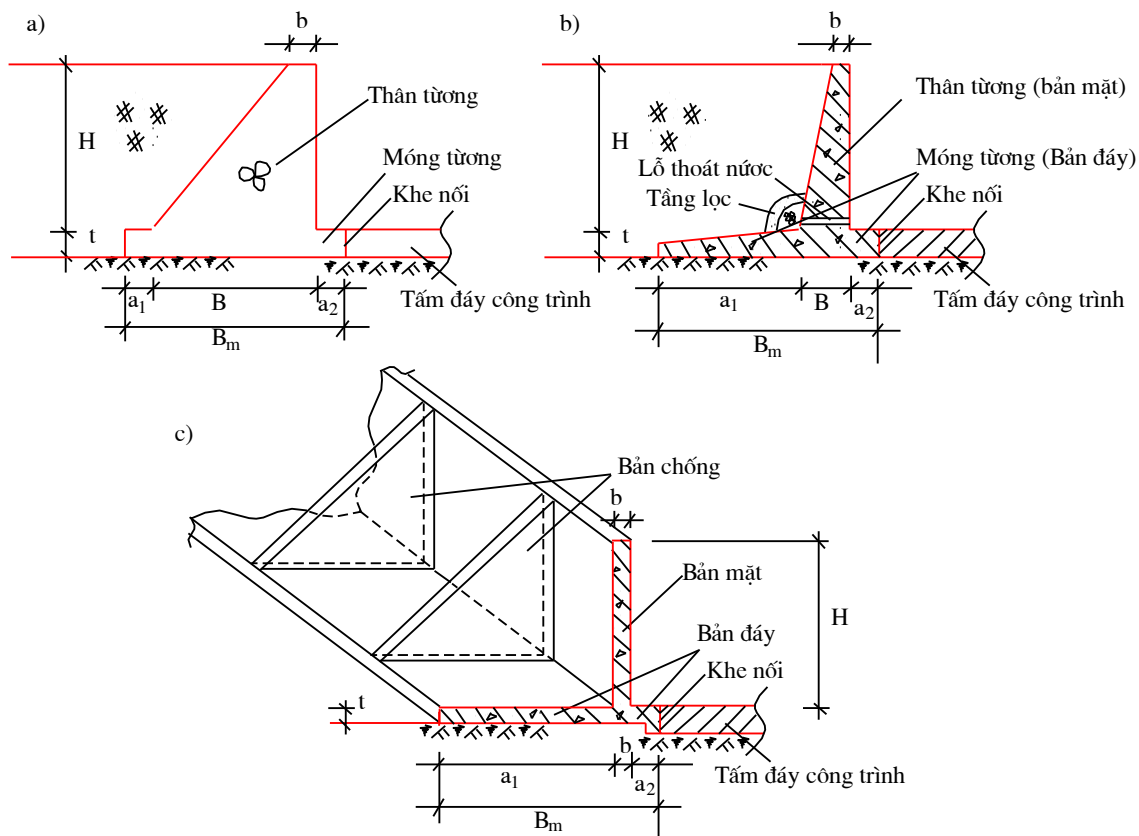
Tường được phân thành nhiều loại: Theo vật liệu xây dựng có: tường bằng đá xây, gạch xây, tường bê tông, bê tông cốt thép... Theo chiều cao có: tường thấp (dưới 5m), tường trung bình (5÷10m) và tường cao (trên 10m); Theo nguyên tắc làm việc có: tường trọng lực, bán trọng lực... Theo độ cứng của tường có: tường cứng (có độ cứng tuyệt đối) và tường mềm (có độ cứng hữu hạn)...

Tường được coi là cứng khi chịu lực, chuyển vị của tường nhỏ hơn hoặc bằng $1/5000$ chiều cao phần tường đang xét kể từ đỉnh móng đến mặt cắt tính toán (nếu không thỏa mãn là tường mềm).

Tường cứng hay mềm có ảnh hưởng lớn đến áp lực đất tác dụng lên lưng tường, vì vậy khi tính cho tường cao cần được phân biệt rõ ràng.

Việc thiết kế tường hiện nay được thực hiện theo TCXD 57-73 (Thiết kế tường chắn công trình thủy công).

8.2.2. Cấu tạo một số loại tường chắn đất thông dụng



Hình 8-3. Sơ đồ cấu tạo một số dạng tường chắn đất

(Hình 8.3) giới thiệu cấu tạo của một số loại tường chắn đất thông dụng.

Tường chắn dạng trọng lực (Hình 8.3a) thường làm bằng bê tông, đá xây, gạch xây. Loại này xây dựng đơn giản, nhanh nhưng nặng và tốn khối lượng, khả năng chịu lực kém nên chỉ thường được sử dụng cho các tường thấp (khoảng 2m trở xuống).

Tường chắn dạng công sơn (Hình 8.3b) làm bằng bê tông cốt thép. Loại này xây dựng khó hơn dạng a nhưng nhẹ hơn và khối lượng nhỏ, khả năng chịu lực tương đối cao nên thường được sử dụng cho các tường cao khoảng (2 ÷ 4)m.

Tường chắn dạng bản chống [bản góc, bản sườn (Hình 8.3c)] làm bằng bê tông cốt thép. Loại này xây dựng khó hơn dạng b, khối lượng nhỏ, khả năng chịu lực cao nên thường được sử dụng cho các tường cao (thường trên 3m).

Khi tường cao nên làm thiết bị thoát nước ở sát đáy tường để giảm áp lực nước lên lưng tường.

Tất cả các dạng tường trên, tùy vào địa chất nền, chiều cao tường, chiều rộng phần đáy công trình (tầm đáy, lớp phủ sân trước, sân sau...) mà chọn kiểu tường xây rời hoặc xây liền (không có khe nối) với phần đáy công trình.

Kích thước các bộ phận:

Tùy vào vật liệu làm tường, chiều cao tường, tính chất đất nền, áp lực đất lên tường... để chọn kích thước chi tiết cho các bộ phận của tường. Kích thước trung bình của các bộ phận của tường thấp có thể chọn như sau:

Với tường trọng lực: Đá xây $b = (30 \div 50)\text{cm}$; Gạch xây, bê tông: $b = (20 \div 40)\text{cm}$;

$B = (0,5 \div 0,7)H$; $a_1 = (20 \div 60)\text{cm}$; $a_2 = (20 \div 60)\text{cm}$; $t = (20 \div 60)\text{cm}$.

Với tường công sơn: $b = (20 \div 40)\text{cm}$; ; $B = (0,2 \div 0,3)H$; $t = (0,8 \div 1)B$; $a_2 = (20 \div 50)\text{cm}$; $B_m = (0,5 \div 0,7)H$.

Ngoài ra còn có các loại tường: tường bằng rọ đá, bằng cọc, tường dạng hộp...

Khi thiết kế móng tường nên chọn B_m sao cho ứng suất đáy móng của tường không sinh ứng suất kéo.

8.2.3. Tính toán ổn định cho tường

1. Khái niệm

- Trường hợp bất lợi nhất về ổn định của tường là khi áp lực xô ngang phía lưng tường lớn nhất, áp lực xô ngang phía bụng tường nhỏ nhất, tải trọng tạm thời bên trên đỉnh tường nhỏ nhất hoặc bằng không.

Khi xét chọn trường hợp bất lợi phải xét cả trong quá trình thi công, quá trình vận hành và sửa chữa công trình.

Áp lực xô ngang phía lưng tường lớn nhất khi đất ở lưng tường bão hoà nước, có tải trọng tạm thời bên trên mặt đất (tải trọng của xe, người, máy móc...). Áp lực xô ngang phía bụng tường nhỏ nhất khi mực nước phía bụng tường nhỏ nhất hoặc bằng không. Khi tính nên tính cho trường hợp khi chưa có tác động của tầm nấp, cầu giao thông... (nếu có) lên đỉnh tường.

- Các trường hợp cần tính ổn định của tường: Chỉ tính ổn định cho tường trong những trường hợp sau:

- + Khi tường xây độc lập (không có phần đáy công trình).
- + Khi tường xây rời với phần đáy công trình.
- + Khi tường xây liền khối với phần đáy công trình nhưng xây bằng đá gạch và phần đáy công trình bị hỏng (mạch vữa hỏng làm chúng không liên kết được với tường nữa).

2. Tính toán các hệ số ổn định

- Trường hợp tường xây trên nền đá

Trường hợp này tường chỉ có thể bị lật và bị trượt phẳng.

+ Tính hệ số ổn định về trượt phẳng

Tường có thể bị trượt về phía bụng tường theo mặt nền AB (Hình 8.4a) hoặc cắt qua đất nền theo mặt cắt AB (Hình 8.4b). Hệ số ổn định về trượt (K_T) tính theo công thức (8.2) và (8.3). Trong đó chú ý:

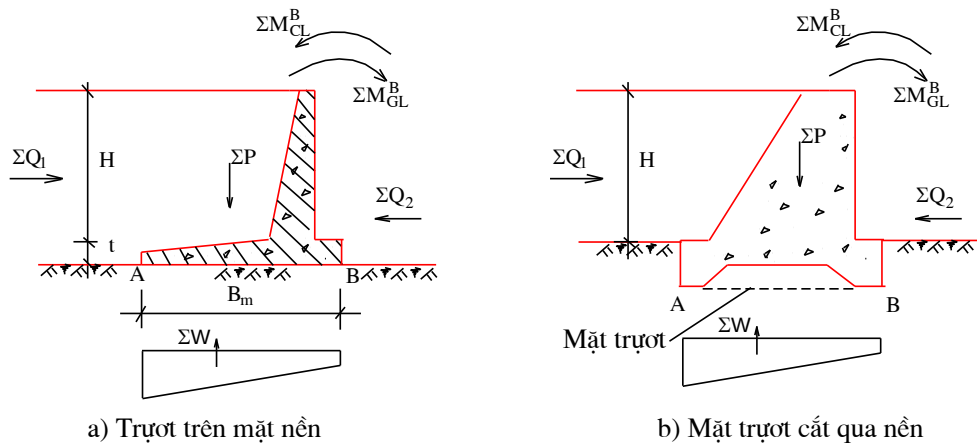
ΣQ_1 : tổng áp lực xô ngang có chiều từ phía lưng sang phía bụng tường, gồm: áp lực đất chủ động lên lưng tường (E_c), áp lực nước ở phía lưng tường.

ΣQ_2 : tổng áp lực xô ngang có chiều từ phía bụng sang phía lưng tường, gồm: áp lực đất bị động lên bụng tường (E_b), áp lực nước ở phía bụng tường.

ΣP : tổng các lực thẳng đứng (có chiều đi xuống) tác dụng lên mặt AB: Trọng lượng bản thân, trọng lượng đất...

Khi tính thường cắt băng rộng 1m theo chiều dài tường để tính, nên $F_{AB} = B_m$.

Các thông số khác xem mục 8.1.



Hình 8-4. Sơ đồ tính ổn định tường chắn đất

+ Tính hệ số ổn định về lật

Tường có thể bị lật về phía bụng tường quanh điểm B (điểm B gọi là tâm lật) (Hình 8.4a, b), khi tổng mô men gây lật quanh B ($\sum M_{GL}^B$) lớn hơn tổng mô men chống lật quanh B ($\sum M_{CL}^B$). Hệ số ổn định về lật (K_L) tính theo công thức sau:

$$K_L = \frac{\sum M_{CL}^B}{\sum M_{GL}^B} \quad (8.16)$$

Các lực gây mô men quay thuận kim đồng hồ quanh B là lực gây lật, ngược lại là lực chống lật.

- Trường hợp tường xây trên nền đất

Tuỳ vào tải trọng thẳng đứng, áp lực xô ngang, loại đất nền... mà tường có thể bị lật, bị trượt phẳng, trượt sâu hoặc trượt hỗn hợp. Tính toán về trượt sâu, trượt hỗn hợp xem chi tiết ở các tài liệu về cơ học đất và nền móng.

Việc tính toán các hệ số ổn định về lật, trượt phẳng tính như trường hợp nền đá.

8.2.4. Tính toán cường độ cho tường

1. Tính cường độ cho tường công sơn

- Tính cường độ cho thân tường (bản mặt)

Trường hợp bất lợi của thân tường về cường độ giống như trường hợp tính ổn định.

Sơ đồ tính toán:

Khi tính cho bản mặt tường thường cắt bằng 1 mét theo chiều dài tường để tính. Với tường thấp (dưới 3 ÷ 4m), để đơn giản trong tính toán có thể bỏ qua các tải trọng thẳng đứng và coi thân tường như dầm công sơn chịu uốn ngang phẳng để tính.

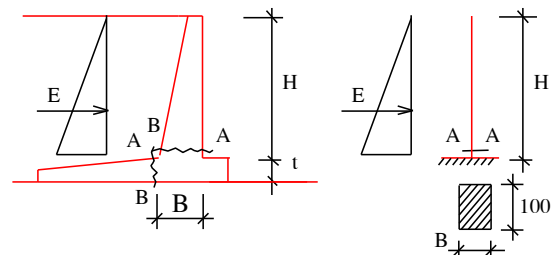
Sơ đồ tính toán như Hình 8.5.

Về áp lực đất sau lưng tường E: Tuỳ vào chuyển vị của tường khi chịu lực mà ta có thể lấy áp lực đất sau lưng tường là áp lực đất ngưng hay áp lực đất chủ động ($E = E_c$) để tính. Với tường thấp (dưới 3 ÷ 4m), để đơn giản và thiên an toàn có thể lấy là áp lực đất ngưng ($E = E_o$) để tính.

Sau khi có sơ đồ tính toán ta tiến hành tính toán nội lực và tính toán bố trí thép cho thân tường (tính theo TCVN 4116-85 :Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thuỷ công - Tiêu chuẩn thiết kế).

- Tính cho cường độ cho bản đáy tường

Tường thấp chỉ cần tính cường độ cho mặt cắt sát thân tường và để đơn giản có thể lấy trị số mô men tính toán bằng trị số mô men tại chân của thân tường (ở chân tường) để tính.



Hình 8-5. Sơ đồ tính cường độ tường chắn đất dạng công sơn

2. Tính cường độ cho tường trọng lực

- Việc chọn trường hợp bất lợi và lập sơ đồ tính toán giống như tính toán cho thân tường công sơn, chỉ khác là tường trọng lực có trọng lượng lớn, vì vậy khi tính nội lực không nên bỏ qua áp lực thẳng đứng mà phải tính như kết cấu chịu nén cộng uốn. Khi tính kết cấu tính theo kết cấu bê tông, đá xây, gạch xây (theo TCVN 4116-85).

8.3. ỐNG NGẦM BÊ TÔNG CỐT THÉP

8.3.1. Tải trọng tác dụng lên ống

Ống ngầm bê tông cốt thép thường có 2 dạng là ống tròn và ống chữ nhật, dạng ống tròn thường là ống đúc sẵn, ống chữ nhật thường là đúc tại chỗ.

Ống ngầm thường được chôn trong đất để dẫn nước hoặc tháo nước. Dòng chảy trong ống có thể là có áp, bán áp hoặc không áp.

Tải trọng tác dụng lên ống gồm: Áp lực đất thẳng đứng trên đỉnh ống, áp lực hông của đất, áp lực nước bên trong ống, áp lực nước va, áp lực nước bên ngoài ống, tải trọng của xe bên trên...

Khi tính, tùy vào trường hợp tính toán chọn để xác định loại lực cụ thể tác dụng lên ống và tiến hành tính toán các đặc trưng của từng lực.

8.3.2. Chọn trường hợp bất lợi để tính cường độ ống

Khi tính toán cho ống ta phải chọn được trường hợp bất lợi hay bất lợi nhất cho ống, đồng thời phải chọn mặt cắt tính toán bất lợi hay bất lợi nhất tương ứng với mỗi trường hợp tính toán.

Với các công trình có cột nước cao (đường ống của trạm thủy điện, đường ống của các công trình cấp nước sinh hoạt...) thì khả năng bị phá hoại về cường độ có thể do áp lực bên ngoài lớn (áp lực đất thẳng đứng, xô ngang, tải trọng xe, người...) hoặc cũng có thể do áp lực nước bên trong lớn, còn với các công trình có cột nước thấp (cống đầu kênh tưới, cống dẫn nước qua đường...) thì khả năng bị phá hoại về cường độ chỉ có thể do áp lực bên ngoài lớn.

Khi lựa chọn trường hợp bất lợi phải xét cả quá trình thi công, vận hành và sửa chữa ống. Khi vận hành đặc biệt lưu ý các đường ống có áp và có van ở hạ lưu, áp lực nước va có thể sẽ rất lớn.

Mặt cắt bất lợi hay bất lợi nhất khi ống có khả năng bị phá hoại do áp lực bên trong là mặt cắt có cột nước đỉnh trong lớn, áp lực nước va lớn và áp lực bên ngoài nhỏ [Không đất đắp hoặc đắp ít, không có tải trọng tạm thời bên trên (xe, người...)].

Mặt cắt bất lợi hay bất lợi nhất khi ống có khả năng bị phá hoại do áp lực bên ngoài là mặt cắt có cột nước đỉnh trong nhỏ nhất hoặc bằng không và áp lực bên ngoài lớn nhất (đất đắp dày nhất hoặc đắp ít nhưng có tải trọng tạm thời bên trên (xe, người)...).

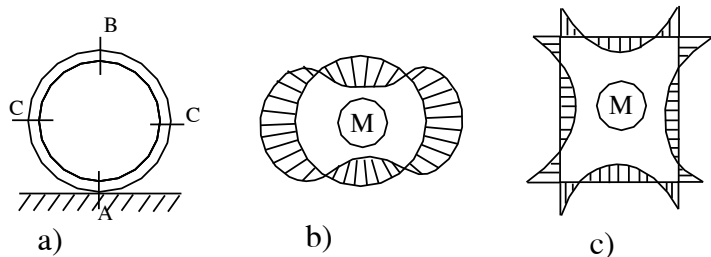
8.3.3. Tính toán nội lực và kết cấu cho ống

Tính toán nội lực lên ống thường dùng phương pháp tra bảng. Tra nội lực (M, N) tại các mặt cắt đặc biệt theo từng tải trọng rồi cộng lại. Mặt cắt đặc biệt của ống tròn là mặt cắt A, B và C (Hình 8.6a); ống chữ nhật là các mặt cắt ở góc.

Có nội lực ta tiến hành tính toán bố trí thép cho ống. Khi tính có thể coi ống như kết cấu chịu nén hoặc kéo lệch tâm, hoặc có thể bỏ qua tác dụng của lực dọc N và tính như kết cấu chịu uốn.

Do biểu đồ mô men của ống có mặt cắt căng thớ trong, có mặt cắt căng thớ ngoài (Hình 8.6b, c) nên khi bố trí thép cho ống tròn nên bố trí thép đối xứng, nếu bố trí thép một lớp thì phải bố trí ở trung tâm thành ống, ống chữ nhật nên bố trí thép 2 lớp.

Nếu ống lớn cần kiểm tra nứt cho ống.



Hình 8-6. Biểu đồ mô men của ống khi ống có khả năng bị phá hoại do áp lực bên ngoài

8.4. TÍNH TOÁN TẦM ĐÁY CÔNG TRÌNH THỦY

8.4.1. Khái niệm

Tầm đáy là bộ phận dưới cùng của cống hở. Bản đáy của cống ngầm chữ nhật, ngưỡng tràn của đập tràn ngưỡng thấp, đáy của bậc nước, dốc nước... cũng là một dạng tầm đáy.

Dưới đây chỉ giới thiệu cách tính toán cho tầm đáy cống hở.

Tầm đáy cống hở ngoài những tác dụng như: nâng đỡ, bố trí các thiết bị bên trên, là ngưỡng tràn để tháo nước về hạ lưu, chống xói, chống thấm cho nền nó còn là móng của cống, có tác dụng nhận và truyền tất cả các tải trọng bên trên công trình xuống nền (trừ tầm đáy xây rời).

Do là móng của cống nên việc tính ổn định cho cống cũng chính là tính ổn định cho tầm đáy (liền).

Tải trọng bên trên công trình tác dụng vào nền, nền sẽ sinh ra phản lực tác dụng ngược lại công trình thông qua tầm đáy. Vì vậy tầm đáy cần đủ cường độ để có thể chịu được tác dụng của phản lực nền.

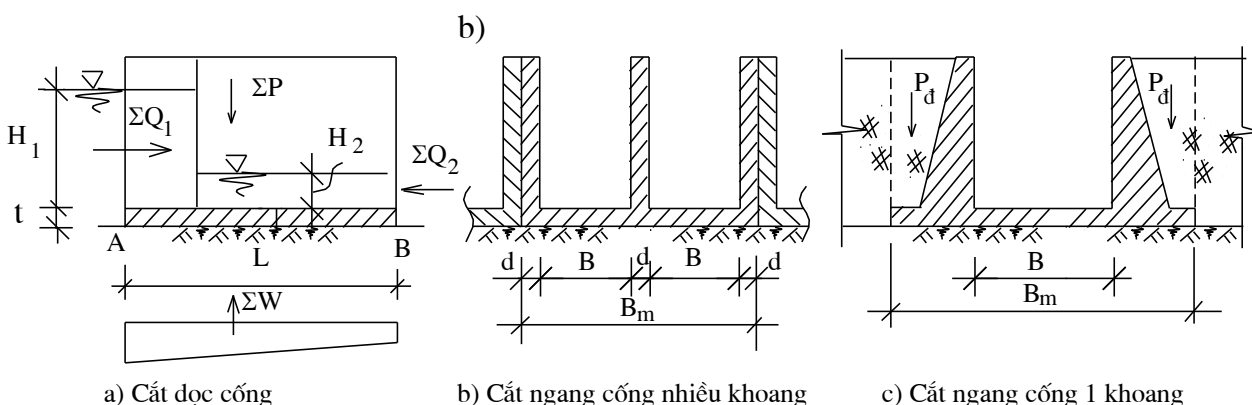
8.4.2. Tính toán ổn định thân cống (tầm đáy)

Thân cống có thể bị trượt phẳng theo mặt cắt AB hoặc bị lật quanh điểm B (Hình 8.7a). Thân cống cũng có thể bị trượt sâu, trượt hỗn hợp nhưng giáo trình này chỉ giới thiệu cách tính cho trượt phẳng và lật.

Trường hợp bất lợi về ổn định của thân cống: Thượng lưu cống có mực nước lớn nhất, hạ lưu mực nước nhỏ nhất hoặc bằng không, không có tải trọng tạm thời bên trên (xe, người...).

Khi lựa chọn trường hợp tính cần xét cả quá trình thi công, vận hành và sửa chữa cống.

Các tải trọng tác dụng lên tầm đáy có thể gồm: Tải trọng bản thân tầm đáy và tất cả các bộ phận bên trên của tầm đáy (tường bên, trụ pin, cầu giao thông, cầu công tác...), trọng lượng nước thượng hạ lưu, áp lực nước xô ngang thượng hạ lưu, áp lực đẩy nổi, trọng lượng đất 2 bên mang cống (Hình 8.7b, c)...



Hình 8-7. Sơ đồ tính toán ổn định của thân cống hở

Cách tính toán ổn định cho thân cống tương tự như với tường chắn đất, chỉ chú ý rằng:

- Với thân cống tải trọng tác dụng là lên toàn bộ diện tích móng cống, nên việc tính tải trọng có dạng khối phải tính theo thể tích chứ không theo diện tích.

- Diện tích mặt trượt là diện tích toàn bộ móng cống ($B_m \times L$).

8.4.3. Tính toán cường độ tầm đáy

1. Các trường hợp bất lợi về cường độ của tầm đáy

Trường hợp bất lợi về cường độ của tầm đáy là khi phản lực nền có trị số lớn nhất.

Phản lực nền có trị số lớn nhất có thể xảy ra trong các trường hợp sau:

- Trường hợp 1: Thượng hạ lưu cống không có nước, tải trọng bên trên nặng nhất (có tải trọng tạm thời thiết kế: xe, máy móc sửa chữa, vận hành...).

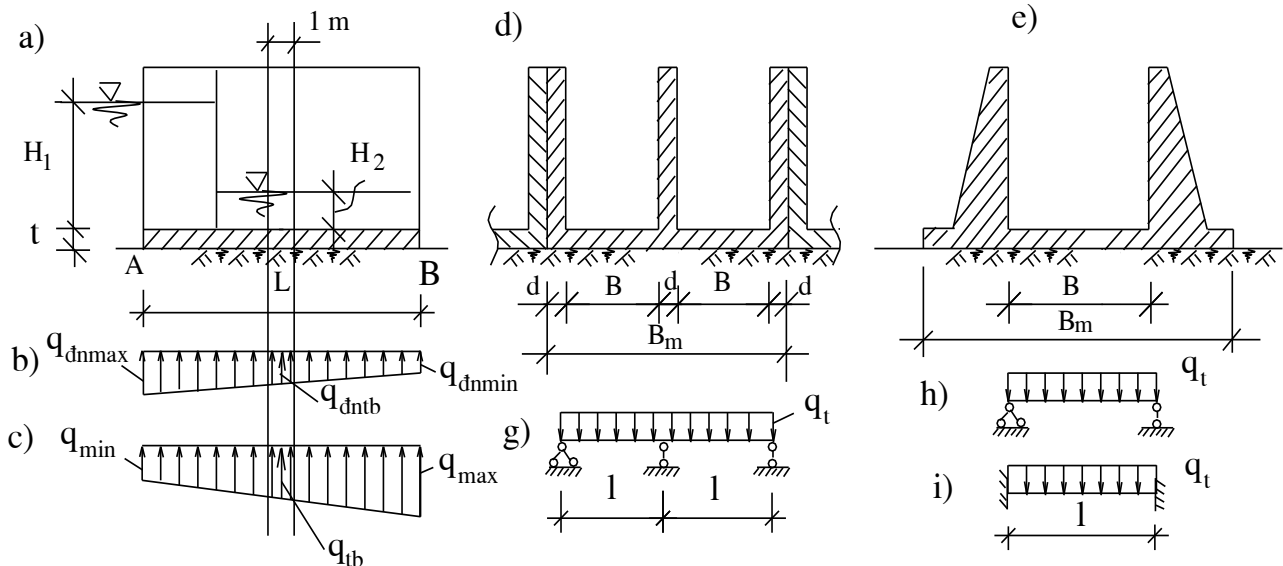
- Trường hợp 2: Thượng lưu cống có mực nước lớn nhất, hạ lưu mực nước nhỏ nhất hoặc bằng không, bên trên có thể có tải trọng tạm thời thiết kế hoặc không (tùy vào vị trí đặt tải trọng).

Khi lựa chọn trường hợp tính cần xét cả quá trình thi công, vận hành và sửa chữa cống.

Các tải trọng tác dụng lên tấm đáy như tính ổn định nhưng có thể có: Tải trọng động của xe, người...

2. Lập sơ đồ tính và tính toán cường độ cho tấm đáy cống

Sau khi chọn được trường hợp tính toán, việc đầu tiên là ta phải tính toán và vẽ được biểu đồ phản lực nền (Hình 8.8c).



Hình 8-8. Sơ đồ tính toán cường độ tấm đáy cống hở

Với cống có khoang cống B không lớn hoặc khi tính sơ bộ có thể dùng phương pháp dầm đơn ngược để tính như sau:

- Có biểu đồ phản lực nền, cắt bằng 1m theo chiều ngang cống để tính. Có thể cắt bằng ở vị trí có trị số phản lực trung bình hay lớn nhất để tính.

- Coi tấm đáy (sau khi cắt ra) như dầm 2 đầu ngàm, dầm đơn, dầm liên tục... với các mô đỡ là gối tựa để tính (Hình 8.8g, h, i).

Nhiệm vụ tính toán của dầm có thể lấy như sau: $l = (1,05 \div 1,1B)$; B là chiều rộng khoang cống. Mặt cắt ngang dầm: $100 \times t$ cm (t là chiều dày tấm đáy).

Tải trọng tác dụng lên dầm là tải trọng phân bố đều, trị số lực lấy tại vị trí mặt cắt tính toán và có thể gồm: Phản lực nền (mang dấu +), áp lực nước đẩy nổi (+), trọng lượng bản thân tấm đáy (-), trọng lượng nước trên tấm đáy (-).

Sơ đồ tính toán cho tấm đáy có thể chọn như (Hình 8.8g, h, i).

Theo sơ đồ tính ở (Hình 8.8) : $q_t = q_{tb} + q_{dntb} - \gamma_{VL} \cdot t - \gamma_n \cdot H_2$

q_t : tải trọng tính toán cho dầm.

q_{tb} : trị số phản lực nền tại mặt cắt tính toán.

q_{dntb} : trị số áp lực đẩy nổi (thảm cộng tĩnh) tại mặt cắt tính toán.

$\gamma_{VL} \cdot t$: tải trọng do trọng lượng riêng của tấm đáy gây ra; t là chiều dày tấm đáy.

$\gamma_n \cdot H_2$: tải trọng do trọng lượng nước hạ lưu gây ra; H_2 là cột nước hạ lưu cống.

γ_{VL}, γ_n : trọng lượng riêng của vật liệu làm tấm đáy và của nước.

Có sơ đồ tính ta tiến hành vẽ biểu đồ mô men, lực cắt và tính toán kết cấu cho tấm đáy. Khi bố trí thép lưu ý:

- Tại vị trí đầu dầm của sơ đồ tính có thể bằng không (nếu coi là gối khớp), nhưng thực tế thì mô men tại đây lớn (căng ở thớ trên), nên cần bố trí thép tại đây bằng với mặt cắt có mô men lớn nhất của dầm.

- Nói chung thép nên được bố trí theo 2 lớp.

Với công có khoang lớn hoặc muốn tính toán chính xác hơn dùng phương pháp đàm trên nền đàn hồi. Phương pháp này được trình bày trong giáo trình thủy công của các trường đại học Thủy lợi, Xây dựng, Bách khoa ngành thủy lợi...

Câu hỏi ôn tập:

8.1. Trình bày cách tính toán nền công trình thủy theo trạng thái giới hạn. Nguyên tắc lựa chọn kích thước đáy móng công trình.

8.2. Nêu khái quát về cấu tạo, đặc điểm và điều kiện ứng dụng của các loại tường chắn đất.

8.3. Trình bày khái quát cách tính toán về cường độ, ổn định cho tường chắn đất kiểu trọng lực và kiểu công sơn.

8.4. Nêu trình tự, nội dung tính toán cường độ cho ống ngầm.

8.5. Nêu trình tự, nội dung tính toán cường độ cho tấm đáy cống hở.

Bài tập:

8.1. Kiểm tra ổn định cho tường chắn đất và cường độ cho nền tường có số liệu cho ở bài tập 2.3 (Hình 2-21a).

a. Trường hợp 1: Nền là đá yếu $f = 0,65$; $C = 20\text{T/m}^2$.

b. Trường hợp 2: Nền là đất sét cứng $f = 0,30$.

Biết: Công trình thuộc cấp V; tổ hợp lực cơ bản;

8.2. Kiểm tra ổn định và thiết kế cốt thép dọc cho tường chắn đất có số liệu cho ở bài tập 2.4 (Hình 2-21b).

Biết: Công trình thuộc cấp V; tổ hợp lực cơ bản; nền cát $f = 0,45$.

8.3. Vẽ biểu đồ nội lực để tính toán kết cấu cho ống tròn bê tông cốt thép với các số liệu như sau:

Đường kính ngoài của ống $D = 1,44\text{m}$; Chiều dày thành ống $t = 12\text{cm}$; $\gamma_b = 2,5\text{T/m}^3$; Đất đắp có trọng lượng riêng khô $\gamma_k = 1,45\text{T/m}^3$; độ rỗng của đất $n = 0,36$; $\varphi = 23^\circ$; $C = 0,03\text{kG/cm}^2$. Bên trên ống có xe ô tô H_8 qua lại.

a. Trường hợp 1: Trong cống không có nước, cột đất trên đỉnh ống $H = 1,8\text{m}$

b. Trường hợp 2: Cột nước đỉnh trong tại tâm ống $H_n = 15,0\text{m}$, cột đất trên đỉnh ống $H = 0,6\text{m}$.

8.4. Vẽ biểu đồ nội lực để tính toán kết cấu cho ống chữ nhật bê tông cốt thép với các số liệu như sau:

Kích thước ngoài của ống $B = 1,6\text{m}$; $h = 2,4\text{m}$, $t = 20\text{cm}$. Các số liệu khác như bài 8.3.

8.5. Lập sơ đồ tính toán cường độ cho tấm đáy của hai cống hở (1 khoang và 2 khoang) cho ở hình (8-8).

Biết: $L = 8\text{m}$; $B = 3,0\text{m}$; $t = 30\text{cm}$; $\gamma_b = 2,5\text{T/m}^3$; Cột nước hạ lưu $H_2 = 0,5\text{m}$; Áp lực đẩy nổi $q_{dn\max} = 2,5\text{T/m}^2$; $q_{dn\min} = 0,8\text{T/m}^2$; Phản lực nền $q_{\max} = 12,6\text{T/m}^2$; $q_{\min} = 1,2\text{T/m}^2$.

CHƯƠNG 9. CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN

9.1. GIỚI THIỆU

Ngày nay việc tận dụng các nguồn năng lượng thiên nhiên như năng lượng: mặt trời; gió; sóng và thủy triều; địa nhiệt; thủy năng... để phục vụ con người, đã và đang là vấn đề được đặt ra một cách cấp thiết, nhất là trong giai đoạn các nguồn năng lượng truyền thống ngày càng cạn kiệt và bảo vệ môi trường ngày càng đặt lên hàng đầu.

Việt Nam ta có trên 1000 con sông, suối được phân bố đều khắp trong cả nước, với trữ lượng khoảng 280 tỷ kwh. Trong số đó, các sông Đà, Lô, Đồng Nai, Vu Gia - Thu Bồn... có nguồn năng lượng lớn.

Ở nước ta việc khai thác năng lượng nước đã có từ lâu, nhưng chỉ từ đầu thế kỷ thứ XX mới được phát triển mạnh mẽ.

Hiện nay, trong giai đoạn công nghiệp hóa hiện đại hóa, yêu cầu phụ tải ngày càng cao, trong đó trữ năng tiềm tàng của các sông, suối là khá lớn nên việc nghiên cứu, đầu tư khai thác thủy năng và lợi dụng tổng hợp nguồn nước là cần thiết.

Với thời lượng 10 tiết, để chuyển tải hết nội dung của trạm thủy điện bao gồm các phần: Thủy năng, tuabin, công trình thủy công và nhà máy trạm thủy điện là rất hạn chế. Do đó, ở đây chỉ trang bị những kiến thức cơ bản cùng với kiến thức của các học phần khác có thể phục vụ cho việc khai thác, vận hành các công trình lợi dụng tổng hợp nguồn nước.

9.2. HỆ THỐNG ĐIỆN - ĐỒ PHỤ TẢI

9.2.1. Hệ thống điện

Các nhà máy phát điện có công suất lớn và vừa làm việc trong hệ thống chung để tận dụng năng lực của các nhà máy, tăng khả năng đảm bảo cung cấp điện cho các hộ dùng điện, phân chia hợp lý phụ tải cho các nhà máy, để đạt được hiệu quả kinh tế cao nhất. Từ các nhà máy, ta có các trạm biến áp, nâng điện áp lên cao để truyền tải điện năng, và đến nơi tiêu thụ, ta phải giảm điện áp xuống để sử dụng.

Toàn bộ các nhà máy phát điện, các trạm biến áp, các hộ dùng điện nối với nhau bằng mạng đường dây dẫn điện được gọi là hệ thống điện lực.

9.2.2. Đồ phụ tải

Các hộ dùng điện có yêu cầu khác nhau về công suất và điện lượng theo thời gian, vì vậy nếu tập hợp các hộ dùng điện đó lại trong một hệ thống để cùng cung cấp điện, thì chế độ tiêu thụ điện của chúng cũng sẽ thay đổi. Thường người ta thể hiện chế độ tiêu thụ điện dưới dạng đồ thị gọi là đồ phụ tải.

Đồ thị thể hiện sự thay đổi phụ tải trong một ngày đêm gọi là đồ phụ tải ngày đêm. Đồ phụ tải ngày đêm rất cần cho tính toán năng lượng, phân chia công suất giữa các nhà máy phát điện, xác định vị trí làm việc của nhà máy trong hệ thống, xác định công suất lắp máy...

Đồ phụ tải bao gồm yêu cầu của các hộ dùng điện, tổn thất trong lưới điện và điện tự dùng của các nhà máy phát điện. Khi xây dựng đồ phụ tải ngày đêm, ngoài yêu cầu dùng điện tính từ định mức của các ngành, các hộ dùng điện phải cộng thêm tổn thất trong đường dây và lượng điện tự dùng của các nhà máy phát điện.

9.3. SO SÁNH GIỮA THỦY ĐIỆN VÀ NHIỆT ĐIỆN

Thủy điện và nhiệt điện đều có những ưu, khuyết điểm riêng:

9.3.1. Nhiệt điện

1. Ưu điểm:

- Có thể xây dựng ở bất cứ nơi nào, chỉ cần tiện đường giao thông để vận tải nhiên liệu (than).
- Phát điện không phụ thuộc thời tiết, chỉ cần đầy đủ nhiên liệu.
- Thời gian xây dựng ngắn, kinh phí xây dựng nhỏ hơn thủy điện.
- Không gây thiệt hại gì cho vùng xây dựng.

2. Khuyết điểm:

- Phải dùng nhiên liệu nên phải khai thác và vận chuyển nhiên liệu.
- Hiệu suất nhỏ ($0,37 \div 0,60$) và phụ thuộc nhiều vào tình hình làm việc.
- Thời gian mở máy lâu ($4 \div 5$) giờ và thời gian ngừng chạy kéo dài ($6 \div 12$) giờ.
- Máy móc phức tạp nên khó tự động hóa, làm an toàn, phí tổn lao động trong quản lý cao hơn thủy điện gấp khoảng 13 lần.
- Điện dùng cho bản thân nhà máy nhiều ($8 \div 13$)%
- Giá thành điện năng cao hơn thủy điện từ ($5 \div 10$) lần.

9.3.2. Thủy điện:

1. Khuyết điểm:

- Chỉ xây dựng được ở nơi có nguồn nước.
- Sản lượng điện phụ thuộc lượng nước của nguồn nước.
- Thời gian xây dựng dài hơn, kinh phí xây dựng đắt hơn nhiệt điện.
- Trường hợp phải làm hồ chứa nước có thể làm ngập một số đất đai.

2. Ưu điểm:

- Dùng nước để phát điện nên không phải vận chuyển nhiên liệu đến, nguồn nước thiên nhiên lại không bao giờ hết.
- Hiệu suất cao ($0,8 \div 0,9$) và ít phụ thuộc tình hình làm việc.
- Thời gian mở máy ngắn không đến 02 phút và thời gian ngừng chạy không đến 01 phút.
- Máy móc đơn giản nên dễ tự động hóa, an toàn, phí tổn lao động trong quản lý ít.
- Điện dùng cho bản thân nhà máy ít chỉ ($0,5 \div 1$)%.
- Giá thành điện năng hạ.

Những ưu, khuyết điểm nói trên, nhiệt điện và thủy điện phải được hỗ trợ cho nhau. Nơi nào không có nguồn nước hoặc cần thiết phải xây dựng nhanh thì xây dựng nhiệt điện. Những nơi có nguồn nước và kết hợp với các mục đích thủy lợi khác thì phải chú ý đến khả năng thủy điện. Trong tình hình thực tế của Việt Nam hiện nay có trường hợp kinh phí xây dựng của thủy điện không đắt hơn nhiệt điện, có khi lại rẻ hơn. Mặt khác chúng ta cần đẩy mạnh công tác thủy lợi, trong đó thủy điện có thể kết hợp với chống lũ, tưới tiêu v.v..

9.4. NĂNG LƯỢNG DÒNG CHẢY VÀ TRẠM THỦY ĐIỆN (TTĐ)

9.4.1. Năng lượng dòng chảy

Dòng chảy có một năng lượng vô tận, có thể lợi dụng năng lượng đó để làm quay tuabin, kéo máy phát điện quay sản xuất ra điện. TTĐ dù lớn hay nhỏ cũng chỉ sử dụng được năng lượng của một đoạn sông, muốn thiết kế TTĐ phải ước tính được năng lượng của đoạn sông đó.

Năng lượng của một đoạn sông từ mặt cắt I-I đến mặt cắt II-II (Hình 9.1) sản ra công và tính theo đơn vị thời gian gọi là công suất dòng chảy (N_{dc}).

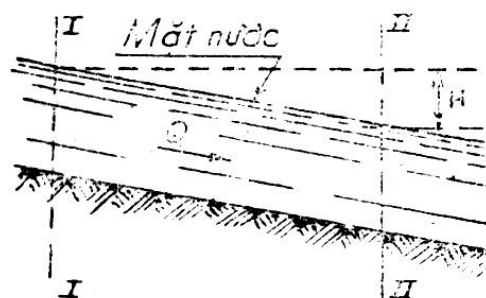
Giả sử, đoạn sông đó có độ chênh mức nước (cột nước) H (m), với lưu lượng nước chảy qua Q (m^3/s), thì:

$$N_{dc} = \gamma QH = 9810 QH \quad (Nm/s) \quad (9.1a)$$

$$N_{dc} = 9810 QH \quad (W) = 9,81 QH \quad (kW) \quad (9.1b)$$

Trong đó:

- γ : trọng lượng riêng của nước bằng 9810 N/m^3
- $1W = 1Nm/s$



Hình 9.1. Sơ đồ tính toán năng lượng dòng chảy

9.4.2. Trạm thủy điện

Trị số công suất (9-1b) phân tán trên cả đoạn sông, muốn lợi dụng được toàn bộ trị số đó thì phải xây dựng TTĐ với các công trình dâng nước, công trình dẫn, công trình lắp đặt thiết bị cơ điện, đường dây tải điện... Do đó một phần công suất trên bị tổn thất.

Do những tổn thất nêu trên, công suất của TTĐ bao giờ cũng nhỏ hơn công suất thiên nhiên tính theo (9-1b). Như vậy, công suất của TTĐ là:

$$N_t = 9,81 QH \eta \quad (\text{kW}) \quad (9.2)$$

Trong đó:

- Q: đã trừ mọi tổn thất lưu lượng (bốc hơi, thấm, ngấm, rò rỉ, nước thừa...)
- H: đã trừ phần tổn thất cột nước qua các công trình (cửa lấy nước, dẫn nước, tuabin...)
- η : hiệu suất của TTĐ: $\eta = \eta_{tb} \times \eta_{mp} \times \eta_{td}$

Trong đó:

- η_{tb} : hiệu suất tuabin
- η_{mp} : hiệu suất máy phát điện
- η_{td} : hiệu suất truyền động (nếu tuabin và máy phát nối liền trực $\eta_{td} = 1$)

9.5. NGUYÊN LÝ VÀ BIỆN PHÁP KHAI THÁC THỦY NĂNG

9.5.1. Nguyên lý khai thác thủy năng.

Từ công thức công suất dòng chảy thiên nhiên (9.1b) và công suất TTĐ (9.2), ta thấy Q, H, η càng lớn thì công suất càng lớn. Vậy, muốn khai thác thủy năng, chúng ta phải giải quyết ba vấn đề:

- Tập trung cột nước H;
- Tập trung và điều tiết lưu lượng Q;
- Nâng cao hiệu suất (η_{tb} , η_{mp} , η_{td}) của các thiết bị cơ điện (thuộc lĩnh vực của cơ khí và chế tạo máy, trong nội dung giáo trình này tập trung vào các biện pháp tập trung cột nước và tập trung, điều tiết lưu lượng).

9.5.2. Biện pháp khai thác thủy năng

1. Các phương pháp tập trung cột nước

Có ba cách tập trung cột nước, đã được nghiên cứu ở các **Chương 4 và 7** giáo trình này là:

- Dùng đập dâng nước tạo thành cột nước;
- Dùng đường dẫn để tạo thành cột nước;
- Dùng hỗn hợp đập và đường dẫn để tạo thành cột nước.

2. Các phương pháp tập trung và điều tiết lưu lượng

Có các cách tập trung và điều tiết lưu lượng, đã được nghiên cứu trong chương trình môn học (học phần) thủy văn công trình, đó là:

- Điều tiết ngắn hạn
 - + Điều tiết ngày;
 - + Điều tiết tuần.
- Điều tiết dài hạn
 - + Điều tiết năm (điều tiết mùa);
 - + Điều tiết nhiều năm.

9.6. PHÂN LOẠI CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN

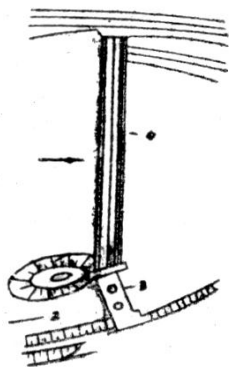
Căn cứ vào cách tập trung cột nước để phân loại TTĐ và chia ra ba kiểu sau:

9.6.1. Trạm thủy điện kiểu đập

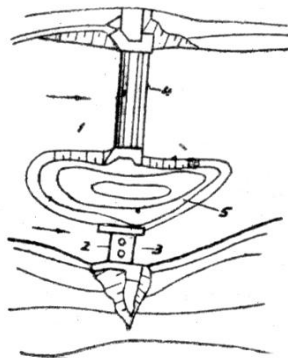
Xây đập ngăn sông để dâng cao mực nước và còn có thể tạo thành hồ chứa nước trước đập để tập trung và điều tiết lưu lượng, loại này có ưu điểm là vừa tập trung được cột nước, lại vừa tập trung và điều tiết lưu lượng. Việc bố trí nhà máy còn phụ thuộc vào điều kiện địa hình và thường gặp hai dạng sau đây:

1. *Dạng ngang đập*: Dạng này thường gặp trong trường hợp cột nước thấp $H \leq 10\text{m}$. Nhà máy và đập cùng một tuyến, do vậy nhà máy phải đủ sức chịu lực như một đoạn đập và kết cấu kinh tế.

2. *Dạng sau đập*: Dạng này là loại thường gặp nhất ở nước ta, nhà máy đặt sau đập nên không chịu áp lực nước từ thượng lưu. Hệ thống công trình thường bao gồm đập dâng nước, ống dẫn, nhà máy và công trình tháo lũ.



Hình 9.2a. Mặt bằng TTĐ ngang đập



Hình 9.2b. Mặt bằng TTĐ sau đập

9.6.2. Trạm thủy điện kiểu đường dẫn

Kiểu này cũng đập đập ngăn dòng chảy nhưng nó không có nhiệm vụ nâng cao mực nước, mà chỉ giữ cho dòng chảy không theo lòng sông cũ mà đi vào một kênh dẫn lấy nước từ phía thượng lưu đập đến TTĐ, độ dốc của lòng kênh này nhỏ hơn độ dốc lòng sông nhiều, như vậy sẽ tạo ra được độ chênh lệch mực nước giữa kênh dẫn và sông. Dùng ống dẫn nước từ cuối kênh vào trạm TTĐ, như vậy sẽ có được cột nước H bằng khoảng cách từ cao trình mặt nước cuối kênh đến cao trình mặt nước của dòng sông ở chỗ TTĐ tháo ra.

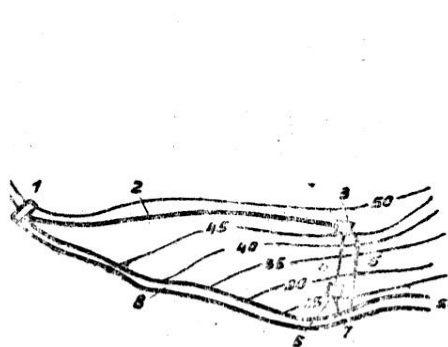
TTĐ kiểu này thường xây dựng ở vùng núi và trung du và thường gặp ở những trường hợp sau:

1. Dòng sông, suối chảy dốc từ trên sườn núi xuống khe, còn đường dẫn chạy men sườn núi. (Hình 9.3a)

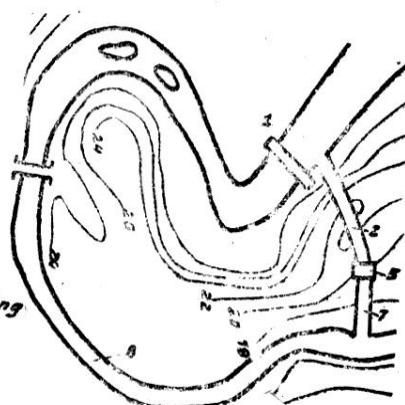
2. Dòng sông, suối uốn khúc, độ dốc lớn, bố trí đường dẫn đi thẳng rút ngắn chiều dài dòng chảy, tập trung được cột nước cho nhà máy. (Hình 9.3b).

3. Có trường hợp hai con sông gần nhau nhưng cao trình mặt nước ở hai sông khác nhau, đặt đường dẫn từ con sông có mặt nước cao dẫn đến con sông có mặt nước thấp. (Hình 9.3c).

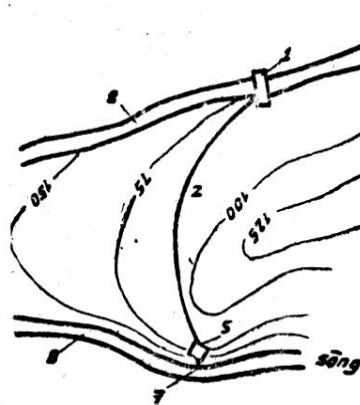
Đường dẫn thường dùng kênh đào, nhưng cũng có khi là máng dẫn, tuy-nen v.v...



Hình 9.3a



Hình 9.3b



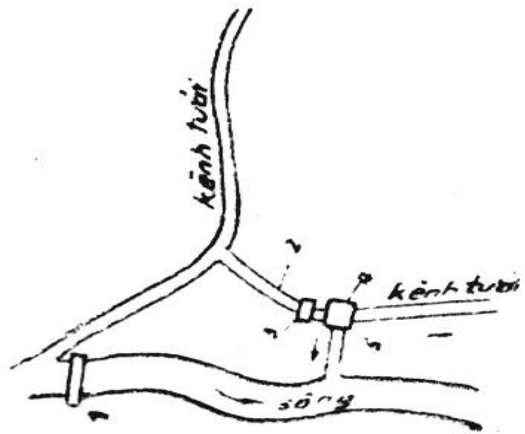
Hình 9.3c

9.6.3. Trạm thủy điện kiểu kết hợp đập - đường dẫn.

Cũng giống như trạm kiểu đường dẫn, chỉ khác là đập ngăn sông ở đây cũng dâng cao mực nước, do đó cột nước của trạm thủy điện vừa do đập, vừa do đường dẫn tạo nên. Sơ đồ bố trí của nó cũng như các trường hợp trạm kiểu đường dẫn nêu trên.

Kiểu này chủ yếu xây dựng ở miền trung du, lòng sông suối có độ dốc trung bình.

Ngoài các loại TTĐ xây dựng trên sông suối thiên nhiên, hiện nay ở các hệ thống thủy nông, có thể xây dựng TTĐ trên kênh tưới. Tại đây đã hình thành sẵn các bậc (dốc) nước do địa hình các tuyến kênh. Do vậy, nên kết hợp xây dựng kênh tưới với việc xây dựng TTĐ (Hình 9.4). Để có lưu lượng lớn, làm việc liên tục, nên đặt trạm thủy điện trên kênh chính.



Hình 9.4

9.7. THÀNH PHẦN CÔNG TRÌNH CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN

Các TTĐ đã, đang và sẽ xây dựng có thành phần công trình. bố trí công trình cũng như kết cấu công trình rất khác nhau tùy thuộc vào mục đích và phương thức lợi dụng nguồn nước, và nhất là tình hình thiên nhiên của khu vực xây dựng TTĐ.

9.7.1. Thành phần công trình của trạm thủy điện kiểu đập

TTĐ kiểu đập các công trình tập trung ở khu đầu mối, thành phần công trình của loại này gồm:

1. Công trình dâng nước;
2. Công trình tháo lũ;
3. Công trình lấy nước;
4. Nhà máy.

9.7.2. Thành phần công trình của TTĐ kiểu đường dẫn và kiểu hỗn hợp đập - đường dẫn

TTĐ kiểu đường dẫn và kiểu hỗn hợp đập - đường dẫn các công trình phân tán ở khu đầu mối, tuyến đường dẫn (tuyến năng lượng) và khu nhà máy.

1. Đối với TTĐ đường dẫn không áp, thành phần công trình có thể có các công trình sau:

- a. Công trình dâng nước;
- b. Công trình tháo lũ;
- c. Công trình trên tuyến năng lượng, gồm có:
 - Công trình lấy nước;
 - Bể lắng cát;
 - Đường dẫn nước không áp: Kênh, đường hầm không áp..., với các công trình trên đường dẫn như cầu máng, cống luồn, máng tràn...;
 - Bể áp lực;
 - Bể điều tiết ngày;
 - Đường ống tuabin.
- d. Nhà máy

2. Đối với TTĐ đường dẫn có áp, thành phần công trình có thể có các công trình sau:

- a. Công trình dâng nước;
- b. Công trình tháo lũ;
- c. Công trình trên tuyến năng lượng, gồm có:
 - Công trình lấy nước;
 - Đường dẫn nước có áp: Đường hầm, đường ống áp lực...;
 - Giếng điều áp;
 - Đường ống tuabin.

Các công trình ở khu đầu mối như công trình dâng nước, tháo lũ và một số công trình trên đường dẫn nước như công trình lấy nước, kênh dẫn, cầu máng, cống luồn... đã được trình bày ở các **Chương 4, 5, 6 và 7**. Trong các phần sau của chương này lần lượt trình bày các công trình đặc trưng trên tuyến năng lượng và nhà máy thủy điện.

9.8. CÁC CÔNG TRÌNH TRÊN TUYẾN NĂNG LƯỢNG

9.8.1. Bể lắng cát (BLC)

1. Tác dụng:

Làm lắng đọng và xả bỏ bùn cát trước khi dòng chảy vào đường dẫn hở của trạm thủy điện để tránh bùn cát bồi lấp lòng kênh và nhất là tránh mài mòn tuabin.

2. Phân loại và điều kiện áp dụng:

a. Theo điều kiện làm việc:

- BLC tháo rửa theo chu kỳ: Áp dụng cho mọi trường hợp nhất là TTD vận hành không liên tục.

- BLC tháo rửa liên tục: Áp dụng khi các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật gần như nhau và lượng bùn cát hạt to chìm lắng nhanh chiếm ưu thế.

b. Theo phương pháp tháo rửa:

- BLC tháo rửa bằng thủy lực: Áp dụng khi có đủ Q và H

- BLC tháo rửa bằng cơ khí: Áp dụng khi Q và H không đảm bảo

- BLC tháo rửa kết hợp giữa thủy lực và cơ khí: Áp dụng khi Q và H không đảm bảo theo từng giai đoạn.

c. Theo số lượng khoang:

- BLC một khoang: Áp dụng tốt nhất đối với trạm thủy điện vận hành không liên tục.

- BLC nhiều khoang: Áp dụng cho mọi trường hợp.

3. Cấu tạo và sự làm việc của BLC:

BLC được xây dựng bằng bê tông hoặc đá xây, mặt cắt ngang bể hình chữ nhật hoặc hình thang. Chiều dọc bể không được uốn cong, ở đoạn chuyển tiếp với kênh phải sao cho nước vào thuận dòng.

Cửa vào phải bố trí lưới chắn rác để ngăn rác bấn, phân phối đều vận tốc dòng chảy vào bể và cửa van để vận hành khi tháo rửa, sửa chữa bể; lúc tháo rửa có thể đóng một phần cửa van, tạo cho dòng chảy có vận tốc lớn, quét mạnh đáy để xả bỏ bùn cát nhanh hơn; khi cần sửa chữa phải đóng kín cửa van không cho nước vào bể.

Trong phạm vi khoang lắng mặt cắt ngang dòng chảy mở rộng cả về độ rộng lẫn chiều sâu, để cho vận tốc dòng chảy giảm, sức tải cát giảm làm cho bùn cát lắng đọng xuống đáy bể.

Đầu dẫn nước ra cũng phải đặt cửa van để vận hành khi tháo rửa bể. Cửa tháo rửa đặt sát đáy phía đầu ra có cửa van và chỉ được mở khi tháo rửa bể.

4. Tính toán xác định kích thước chủ yếu của BLC:

BLC có nhiều loại như đã đề cập ở trên, do thời gian có hạn nên ở đây chỉ trình bày cách xác định các kích thước cơ bản của loại bể một khoang.

a. Chiều sâu bể (h_b): Chiều sâu bể, phụ thuộc vào thời gian (t) và tốc độ chìm của hạt cát (v_c). Nếu gọi h_{cb} là chiều sâu tính toán ban đầu, có

$$h_{cb} = t \cdot v_c \quad (m) \quad (9.3)$$

$$h_b = (1,2 \div 1,3) h_{cb} \quad (m) \quad (9.4)$$

Trong đó: (1,2 ÷ 1,3): độ sâu dự trữ chứa bùn cát đã lắng đọng.

b. Chiều dài bể (L_b): Chiều dài bể phải đủ lớn để cho các hạt cát, mới bắt đầu lọt vào bể còn nằm trên mặt nước, phải chìm xuống tận đáy bể khi trôi đến cuối bể.

Như vậy, chiều dài bể phụ thuộc vào vận tốc dòng chảy trong bể (v_b) và thời gian hạt cát trôi từ đầu đến cuối bể (bằng thời gian (t) khi hạt cát chìm từ mặt nước xuống đáy bể). Nếu gọi L_{ob} là chiều dài tính toán ban đầu, có:

$$L_{ob} = t.v_b = \frac{h_{cb} \cdot v_b}{v_c} \quad (m) \quad (9.6)$$

$$L_b = k.L_{ob} = \frac{2.(h_{cb} \cdot v_b)}{v_c} \quad (m) \quad (9.7)$$

- k: hệ số an toàn, theo kinh nghiệm $k = 2$.

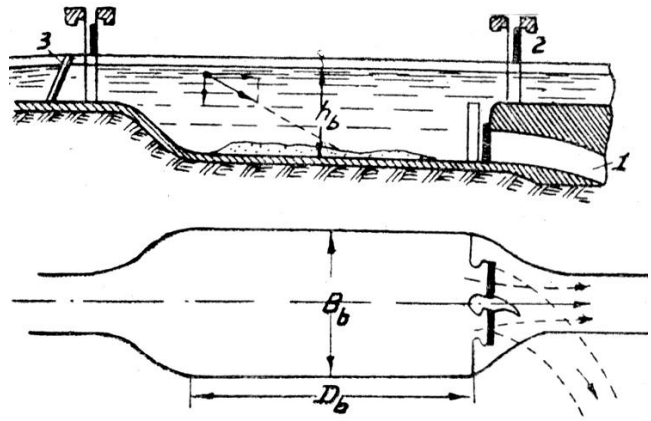
- Chiều dài L_b trên chưa kể đến đoạn chuyển tiếp từ mặt tiết diện kênh dẫn sang tiết diện bể.

c. **Chiều rộng bể (B_b):** Chiều rộng bể với mặt cắt ngang hình chữ nhật, được tính theo biểu thức sau.

$$B_b = \frac{Q}{(h_c \cdot v_c)} \quad (m) \quad (9.8)$$

- Q: lưu lượng chảy từ kênh dẫn vào bể

Qua (9.6); (9.7) và (9.8) nhận thấy chiều sâu, chiều dài và chiều rộng của bể có liên quan chặt chẽ với nhau. Nếu tăng chiều rộng, có thể giảm chiều dài và chiều sâu của bể và ngược lại. Song, nếu chọn chiều rộng quá lớn sẽ dẫn đến vận tốc phân bố không đều làm giảm tác dụng lắng của bể. Do đó, qua kinh nghiệm nên chọn: $B_b \leq 1/3 L_b$ và sao cho hợp lý nhất.



Hình 9.5. Bể lắng cát

9.8.2. Đường dẫn nước (ĐDN)

1. Tác dụng:

ĐDN của TTĐ thường được bố trí liền ngay sau công trình lấy nước (hoặc BLC), có nhiệm vụ sau:

- Dẫn nước từ công trình lấy nước đến nhà máy;
- Tạo được độ chênh mực nước tập trung tại vị trí đặt nhà máy.

2. Các loại ĐDN và điều kiện áp dụng:

Theo tính chất nước chảy bên trong đường dẫn, người ta chia ĐDN thành hai loại sau:

a. ĐDN không áp:

Loại này thường được sử dụng trong trường hợp mực nước thượng lưu ít thay đổi. ĐDN không áp chủ yếu là kênh dẫn, ngoài ra tùy theo địa hình còn có các loại máng; đường hầm không áp.

b. ĐDN có áp:

Loại này được sử dụng khi mực nước thượng lưu thay đổi nhiều hoặc điều kiện địa hình không cho phép làm ĐDN không áp. ĐDN có áp thường là các ống dẫn nước bằng thép, bê tông cốt thép... và đường hầm có áp.

Sau đây giới thiệu các hình thức ĐDN thông dụng.

3. Kênh dẫn:

Trong điều kiện bình thường thì kênh là loại ĐDN rẻ nhất, thi công đơn giản và quản lý, sửa chữa dễ dàng.

a. Phân loại kênh:

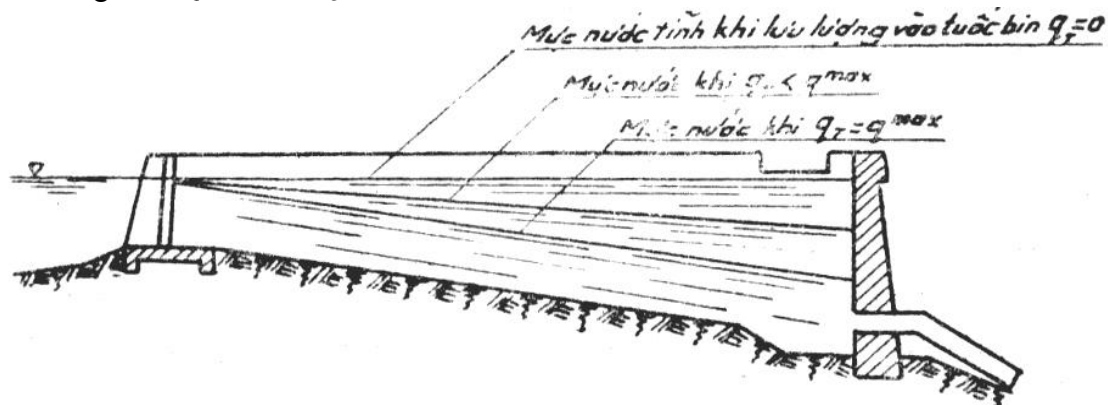
Nếu kênh dẫn khá dài khi lưu lượng của nhà máy thủy điện (Q_{TD}) thay đổi sẽ không ảnh hưởng đến lưu lượng nước chảy qua công trình lấy nước ở đầu kênh. Điều đó dẫn đến kết quả là:

- Nếu Q_{TD} giảm, một phần nước thừa sẽ ứ lại ở trong kênh ($\Delta Q = Q_k - Q_{TD}$), do đó mực nước trong kênh sẽ dâng lên.
- Nếu Q_{TD} tăng, một phần nước trong kênh sẽ cấp cho nhà máy và do đó mực nước trong kênh sẽ giảm xuống.

Vì vậy, để giải quyết vấn đề dâng nước, người ta có hai cách: Hoặc nâng cao toàn bộ bờ kênh lên trên mực nước thượng lưu để tích nước lại, hoặc là làm công trình tràn bên để xả nước thừa. Do đó, về mặt động lực, theo kết cấu người ta chia kênh thành hai loại: Kênh tự điều tiết và kênh không tự điều tiết.

b. Kênh tự điều tiết:

Đặc điểm của loại kênh này là bờ kênh nằm trên mặt phẳng nằm ngang ($i = 0$). Do đáy kênh ngày càng thấp xuống, nên mặt cắt kênh càng về cuối càng lớn. Ở đây khi Q_{TD} giảm, mực nước trong BAL cũng như trong kênh dâng lên, và khi $Q_{TD} = 0$ thì mực nước trên cả chiều dài kênh bằng mực nước thượng lưu. Thể tích nước trong kênh tương ứng với hai đường mặt nước phù hợp với các giá trị $Q_{TD \max}$ và $Q_{TD \min}$.



Hình 9.6. Kênh tự điều tiết

- Ưu điểm: Tăng được lượng nước điều tiết, tiết kiệm nước, do đó điện năng tăng lên.
- Nhược điểm: Khối lượng kênh lớn, bùn cát dễ lắng đọng.

Do đó người ta chỉ dùng loại này khi chiều dài tuyến kênh ngắn, độ dốc nhỏ, mùa cạn kéo dài và trong nước ít phù sa lơ lửng.

c. Kênh không tự điều tiết:

Đặc điểm của loại kênh này là đỉnh bờ kênh có độ dốc theo dọc chiều dài kênh và bằng độ dốc đáy kênh.

Khi làm việc với $Q_{TD \max}$ thì độ dốc đường mặt nước trong kênh bằng độ dốc đáy kênh. Khi Q_{TD} giảm, mực nước cuối kênh dâng lên cao, để tránh nước tràn qua bờ kênh, người ta bố trí tràn bên ở BAL và van đóng mở đầu kênh.

- Ưu điểm: Giảm được khối lượng kênh, bùn cát ít lắng đọng.
- Nhược điểm: Tăng van đầu kênh gây tổn thất cột nước và tràn bên.

Do đó, người ta chỉ dùng loại này khi kênh dài và độ dốc lớn, trong nước nhiều phù sa lơ lửng và TTD làm việc với lưu lượng tính toán.

4. Đường hầm dẫn nước.

a. Ý nghĩa:

- Là công trình dẫn nước thay cho kênh, với mục đích làm giảm chiều dài đường dẫn, giảm khối lượng và giá thành xây dựng công trình.

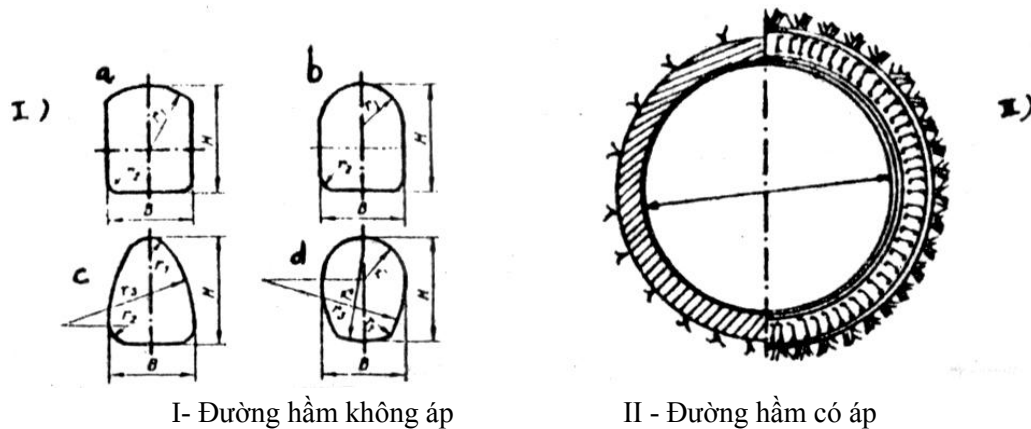
- Dùng để dẫn dòng khi xây dựng công trình dâng nước (dẫn dòng thi công).
- Tháo lũ cho hồ chứa khi khai thác (công trình tháo lũ).
- Thay cho đường ống tuabin.

- Là thành phần của giếng điều áp

Ngoài ra còn làm đường giao thông, hoặc dùng để lắp đặt dây dẫn, dây cáp và TTD thông gió trong các nhà máy thủy điện đặt ngầm.

b. Phân loại và điều kiện áp dụng:

Các đường hầm thủy điện, theo điều kiện làm việc về mặt thủy lực, có thể chia làm hai loại cơ bản sau:



Hình 9.7. Đường hầm dẫn nước

- Đường hầm không áp: Làm việc không đầy mặt cắt, áp suất trên mặt nước tự do bằng áp suất khí trời. Loại này được sử dụng trong các trường hợp địa chất là đá yếu, mực nước thượng, hạ lưu ít thay đổi hoặc cố định.

- Đường hầm có áp: Làm việc với toàn bộ diện tích, áp suất trong tất cả các điểm của đường hầm có áp đều lớn hơn áp suất khí quyển. Loại này được áp dụng trong các trường hợp chiều sâu làm việc của hồ chứa lớn, địa chất là đá tốt, khi làm việc ở đỉnh đồ phụ tải và mực nước hạ lưu thay đổi nhiều. Có thể làm đường xả nước, đặc biệt là đối với nhà máy thủy điện ngầm.

9.8.3. Bể áp lực (BAL)

1. Tác dụng:

BAL là công trình nối tiếp giữa ĐDN và đường ống tuabin. Có các tác dụng:

a. Tạm thời bổ sung lượng nước cho nhà máy khi tăng tải đột ngột (Q_{TD} tăng) và tháo lượng nước thừa tràn ra ngoài khi giảm tải đột ngột (Q_{TD} giảm).

b. Tạo dòng chảy thuận và ổn định từ đường dẫn nước và đường ống tuabin.

c. Giữ cho đầu đường ống tuabin chìm dưới mực nước một độ sâu nhất định; giữ cho không khí khỏi cuốn theo dòng chảy vào đường ống tuabin làm cho dòng chảy mất liên tục, ảnh hưởng đến sự ổn định của tổ máy.

d. Lắng cát và giữ rác bần không chảy vào tuabin gây hư hỏng.

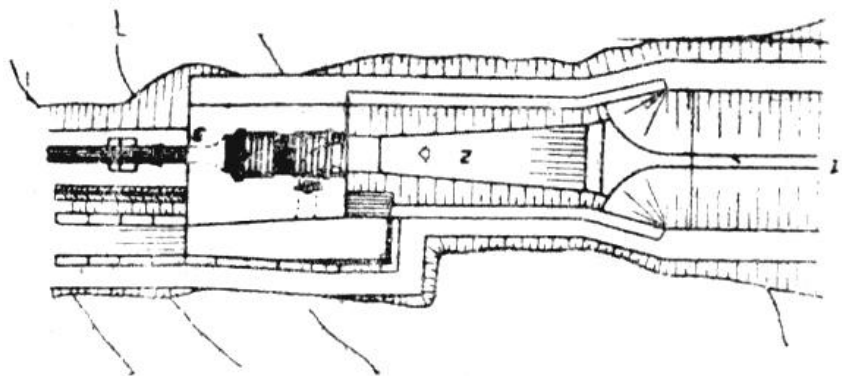
2. Thành phần BAL:

Toàn bộ bể áp lực gồm hai phần: Phần trước và phần thu nước.

a. Phần trước: Có chiều sâu tăng dần từ kênh dẫn đến phần thu nước.

- Tràn bên: Thường bố trí phía tường bên để xả lượng nước thừa, để giữ cho mực nước không dâng lên quá cao. Tràn bên được tính toán trong trường hợp nhà máy đang làm việc với $Q_{TD \max}$ và đột ngột cắt tải hoàn toàn, lúc này toàn bộ $Q_{TD \max}$ phải tháo qua ngưỡng tràn (tùy theo hình thức, loại... chọn trường hợp tính toán xác định khẩu độ tràn hợp lý).

- Cao trình đáy phần trước (tại chỗ nối tiếp trước phần thu nước): Phải thấp hơn đáy phần thu nước khoảng (0,5 ÷ 1,0)m, để giữ cát lắng đọng lại; nơi đây có đường hầm tháo cát, đầu đường hầm có đặt van.



Hình 9.8. Bể áp lực

- Chiều rộng phần trước (chỗ tiếp giáp với phần thu nước): Bằng chiều rộng phần thu nước.
- Chiều dài phần trước: Càng dài càng lợi về mặt thủy lực nhưng không kinh tế. Do đó phải tính toán chọn chiều dài hợp lý.

b. Phần thu nước: Là phần chủ yếu, nó nối tiếp bể với đường ống tuabin. Ở phần này đặt tất cả các thiết bị như cửa đóng mở ở đầu đường ống tuabin, lưới chắn rác, cầu công tác để đóng mở cửa và rửa lưới chắn rác. Tường của bể ở phía đầu nối với đường ống tuabin gọi là tường áp lực, vừa chịu áp lực nước trong bể vừa chịu áp lực dọc trục của đường ống tuabin.

Phần thu nước nối liền với phần trước. Nếu TTD đặt nhiều đường ống tuabin thì phần thu nước phải chia làm nhiều khoang, để mỗi đường ống đặt một khoang riêng biệt.

- Chiều rộng mỗi khoang phần thu nước:

$$B_k = (1,5 \div 1,8)\Phi_0 \quad (\text{m}) \quad (9.9)$$

Φ_0 : đường kính trong của ống dẫn.

- Chiều sâu phần thu nước:

$$h_t = \frac{Q_t}{(B_t \cdot v_t)} \quad (\text{m}) \quad (9.10)$$

Q_t : lưu lượng thiết kế của một tuabin

Mặt khác, chiều sâu của phần thu nước phải đủ để mép trên của miệng ống dẫn ngập dưới mực nước thấp nhất trong bể một đoạn bằng:

$$a \geq \frac{k \cdot v^2}{2g} \quad \text{và} \quad a \geq 0,75\text{m} \quad (9.11)$$

k : hệ số; $k = 2$: khi thể tích ống dẫn $\leq 250\text{m}^3$.

$k = 3$: khi thể tích ống dẫn $> 250\text{m}^3$.

v : vận tốc dòng chảy trong ống dẫn (chỗ nối tiếp với bể) ứng với $Q_{t \max}$

g : gia tốc trọng trường

- Cao trình đáy phần thu nước:

$$\nabla_d = \nabla^{\min} - a - \frac{\Phi^0}{\cos \alpha} \quad (\text{m}) \quad (9.12)$$

$\nabla^{\min}$: Cao trình mực nước thấp nhất trong phần thu nước.

α : góc nghiêng của trục ống dẫn với mặt phẳng nằm ngang.

- Cao trình đỉnh tường của bể:

Phải cao hơn mực nước cao nhất trong khoảng $(0,5 \div 0,8)\text{m}$.

$$\nabla_{t-} = \nabla^{\max} + (0,5 \div 0,8)\text{m} \quad (\text{m}) \quad (9.13)$$

- Chiều sâu của phần thu nước:

$$h_t = \nabla_{t-} - \nabla_d \quad (\text{m}) \quad (9.14)$$

- Chiều rộng toàn bộ phần thu nước:

$$B_{tb} = B_t \cdot n + d(n - 1) \quad (\text{m}) \quad (9.15)$$

n : số khoang của phần thu nước.

d : chiều dày trụ pin chia khoang; $d = (0,8 \div 1,0)\text{m}$

9.8.4. Đường ống tuabin (ĐOT)

1. Tác dụng:

ĐOT có nhiệm vụ dẫn nước vào tuabin từ BAL (TTĐ đường dẫn không áp), từ giếng điều áp (TTĐ đường dẫn có áp) hay từ cửa lấy nước (TTĐ kiểu sau đập).

2. Phân loại và phạm vi ứng dụng

a. Phân theo vật liệu làm ống:

- Ống thép: Là loại ống được dùng phổ biến nhất vì nó làm việc được với các cột nước bất kỳ, nhất là ở các TTĐ cột nước cao.

- Ống bê tông cốt thép: Là loại thường dùng sau ống thép, với cột nước của trạm thủy điện $H = (30 \div 50)\text{m}$ và đường kính ống lớn.

- Ống gỗ: Cũng được sử dụng ở những nơi thích hợp như khí hậu ôn hòa, sẵn gỗ. Ở nước ta khí hậu nóng, ẩm nên ống gỗ chóng hư hỏng.

- Ống bằng chất dẻo: Gần đây cũng được sử dụng ở các nước phát triển.

b. Phân theo cách đặt ống:

- Ống đặt hở: Ống đặt trên mặt đất hoặc đặt trong rãnh hay trong hành lang khô trong thân đập vật liệu địa phương. Đối với ống đặt hở để kiểm tra, sửa chữa song chịu tác động của nhiệt độ, môi trường.

- Ống đặt chìm: Đối với ống nhỏ ($D < 2,5m$), người ta đặt ống trong hào và phủ lên một lớp đất mềm. Loại này có ưu nhược điểm ngược với ống đặt hở. Ngoài ra, đường ống còn chịu áp lực đất.

- Ống đặt trong thân đập bê tông.

- Ống đặt ngầm dưới đất với TTD ngầm.

3. Chọn tuyến và bố trí đường ống:

a. Chọn tuyến: Tuyến đường ống được chọn theo các yêu cầu sau:

- Tuyến đường ống ngắn và thẳng, thường bố trí tuyến nằm vuông góc với đường đồng mức. Tại chỗ đường ống thay đổi hướng phải đặt mỏ neo.

- Độ dốc đặt đường ống phải hợp lý. Độ dốc của đường ống phụ thuộc vào điều kiện địa hình và vật liệu làm ống. Với ống gỗ và ống bê tông cốt thép yêu cầu độ dốc nhỏ hơn so với đường ống thép.

- Mái dốc của mặt đất đặt ống phải đảm bảo ổn định, không được đặt đường ống ở đường tụ thủy, phải làm rãnh thoát nước dọc theo đường ống. Gối tựa đặt trên nền đất yếu khi mái dốc thoải, khi nền đất dốc phải bóc lớp đất xấu ở bề mặt.

b. Sơ đồ bố trí đường ống: Phụ thuộc vào điều kiện địa hình, địa chất và kiểu trạm thủy điện.

- Ở TTD kiểu sau đập: ĐOT được bố trí trong thân đập hoặc vòng qua vai đập.

- Ở TTD đường dẫn:

+ Khi đường ống bố trí lộ thiên: Có thể bố trí theo các sơ đồ sau (Hình 9.9).

* Sơ đồ (a): ĐOT cung cấp nước độc lập cho từng tổ máy, do đó đảm bảo được sự làm việc độc lập của mỗi tổ máy.

* Sơ đồ (b), (c): Phân nhóm cung cấp nước cho tổ máy. Ở đây mỗi ĐOT cung cấp nước cho một số tổ máy.

* Sơ đồ (d): Một đường ống chung, cuối đường ống rẽ nhánh cung cấp cho các tổ máy. Sơ đồ này có nhược điểm là nếu sửa chữa đường ống chính (hoặc khi có sự cố ở đường ống chính) thì tất cả các tổ máy đều phải ngừng làm việc.

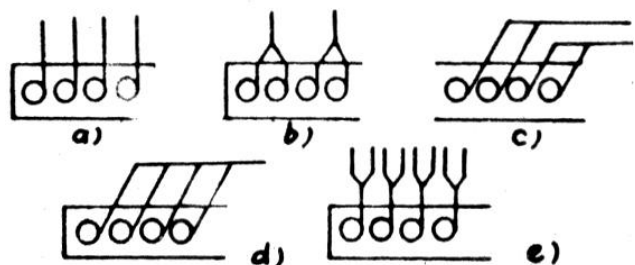
* Sơ đồ (e): Dùng hai đường ống cung cấp cho một tổ máy.

+ Vị trí ĐOT đối với nhà máy:

* Tuyến ĐOT bố trí thẳng góc với nhà máy: Ở đây tuyến ĐOT được bố trí thẳng góc với đường đồng mức, còn nhà máy nằm trên đường kéo dài của ĐOT, song song với đường đồng mức. Ưu điểm của cách bố trí này là ĐOT sẽ ngắn nhất, tổn thất thủy lực nhỏ nhất, khối lượng đào đắp nhỏ. Nhược điểm của nó là khi ĐOT bị vỡ do sự cố thì nước sẽ chảy thẳng vào nhà máy gây tổn thất nặng nề cho nhà máy. Để bảo vệ nhà máy tốt nhất phải có tường ngăn dòng vững chắc hướng dòng chảy ra ngoài phạm vi nhà máy theo kênh thoát nước.

* Tuyến đường ống bố trí dọc theo nhà máy: Ưu điểm của cách bố trí này là biện pháp bảo vệ nhà máy sẽ đơn giản hơn. Song tổn thất thủy lực ĐOT lớn và khối lượng san nền sẽ tốn kém do nhà máy đặt dọc theo sườn dốc.

* Tuyến ĐOT bố trí xiên với nhà máy một góc nào đó.



Hình 9.9. Sơ đồ bố trí đường ống tuabin

Việc chọn phương án bố trí ĐOT hợp lý phải dựa trên cơ sở so sánh kinh tế - kỹ thuật của các phương án. Cần chú ý đến điều kiện địa hình, địa chất cụ thể cũng như biện pháp bảo vệ nhà máy.

9.8.5. Giếng điều áp (GĐA)

1. Tác dụng:

Ở những TTĐ cột nước cao, giữa ĐDN có áp và đường ống tuabin thường có một công trình là giếng (buồng) điều áp. Khi tuabin đóng mở đột ngột, sẽ xuất hiện hiện tượng nước va trong đường ống. Trị số nước va càng lớn khi đường ống càng dài, vì vậy GĐA có tác dụng:

a. Làm giảm trị số nước va trong đường ống dẫn có áp và ĐOT, có nghĩa là làm giảm trị số áp suất tăng lên (hay giảm đi) đột ngột trong trạng thái chuyển động không ổn định làm cho việc điều chỉnh tuabin được dễ dàng hơn. Mặt khác, nó làm cho hiện tượng nước va đó ít ảnh hưởng đến đường dẫn có áp.

b. Như một bể dự trữ nước để cung cấp thêm nước cho tuabin khi tăng phụ tải và giữ lượng nước thừa khi giảm phụ tải.

2. Vị trí GĐA:

Trong hệ thống công trình đầu mối TTĐ, GĐA có thể đặt ở các vị trí khác nhau:

a. Ở TTĐ đường dẫn có áp: GĐA phải đặt ở cuối đường dẫn (ở đầu ĐOT)

b. Ở TTĐ đường dẫn không áp có khoảng cách từ BAL đến nhà máy lớn, cũng như ở TTĐ sau đập cao bằng vật liệu địa phương, khi đó ĐOT sẽ dài và có thể phải đặt GĐA. Trong trường hợp này đặt GĐA càng gần nhà máy càng tốt, nhưng phải chú ý tới điều kiện địa hình để chọn vị trí đặt GĐA được kinh tế - kỹ thuật nhất.

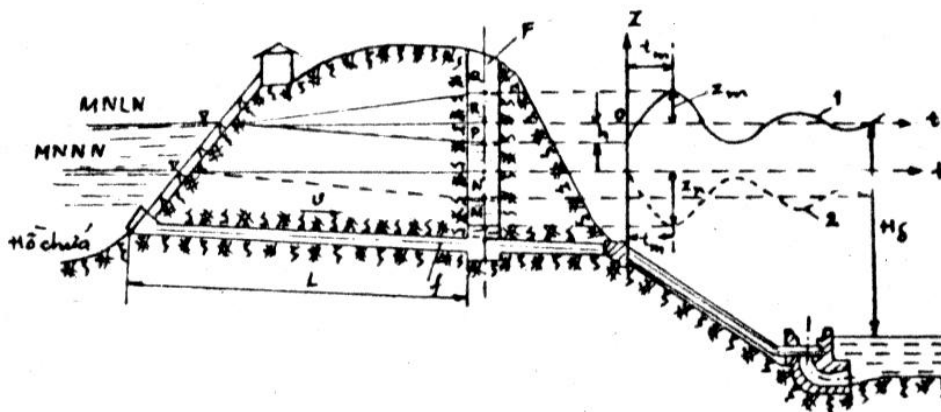
3. Nguyên tắc làm việc của GĐA:

a. Trường hợp 1: Khi cắt hoàn toàn phụ tải

Giả thuyết rằng ban đầu trong trạng thái chảy ổn định, lưu lượng tuabin là Q_T , khi đó mực nước trong GĐA tại điểm P (với h_w là tổn thất cột nước từ thượng lưu đến GĐA). Khi Q_T giảm đột ngột ($Q_T = 0$), nước trong ống tuabin sẽ ngừng chảy, nhưng do quán tính của dòng nước trong hầm dẫn, nước vẫn chảy với vận tốc ban đầu và với Q đường dẫn, do đó phần lưu lượng thừa ΔQ ($\Delta Q = Q \text{ đường dẫn} - Q_T$) sẽ dồn vào GĐA và mực nước trong GĐA sẽ dâng dần lên điểm Q, đồng thời vận tốc đường dẫn sẽ giảm dần, nước ngừng chảy.

Khi mực nước trong GĐA ở điểm Q, giữa GĐA và thượng lưu có một độ chênh mực nước và nước sẽ chảy ngược trở lại, cứ như vậy gây nên sự dao động trong hệ thống “đường hầm - GĐA”. Sự giao đó sẽ tắt dần do tổn thất ma sát trong đường hầm, và cuối cùng mực nước trong GĐA bằng mực nước thủy tĩnh R (đường $Z = f(t)$).

b. Trường hợp 2: Khi tăng phụ tải



Hình 9.10

Khi lưu lượng tuabin tăng lên đột ngột, $Q_T > Q$ đường dẫn, nước từ GĐA sẽ chảy ra và cấp thêm cho tuabin, do đó mực nước trong GĐA sẽ giảm dần từ mực nước tĩnh L đến M, và sau đó lại

dâng lên. Sau một thời gian dao động, mực nước trong GĐA sẽ ổn định ở mực nước N (Hình 9.10).

Sau khi xác định được mực nước cao nhất (đường 1) và mực nước thấp nhất (đường 2) của GĐA, sẽ xác định được chiều cao cần thiết của GĐA và cao trình đặt tiết diện cuối của GĐA bảo đảm không cho không khí lọt vào đường ống.

Thời gian để mực nước trong GĐA lên xuống được một chu kỳ T có thể rất lớn.

Tiêu chuẩn xem xét điều kiện có xây dựng GĐA hay không được xác định bởi kết quả tính toán nước va và các điều kiện làm việc của tuabin ở chế độ không ổn định khi không có GĐA.

4. Các loại GĐA:

Tùy theo tình hình địa hình, vật liệu địa phương và trị số cột nước của TĐĐ mà chúng ta có thể có các loại GĐA sau (Hình 9.11).

a. GĐA hình trụ đơn giản (Hình 9.11a).

Tiết diện của loại này không thay đổi theo chiều cao và nối trực tiếp với đường ống. Loại này tổn thất thủy lực lớn, toàn bộ hay một phần động năng ($v^2/2g$) bị tổn thất ở cửa vào GĐA.

Ngoài ra nó còn đòi hỏi một dung tích giếng lớn, biên độ dao động của mực nước trong giếng lớn. Nói chung loại này thường dùng cho các TĐĐ có cột nước thấp, hiện nay thường ít dùng.

b. GĐA hình trụ có đoạn ống nối (Hình 9.11b).

Ống nối ở đây tạo sức kháng khi nước chảy qua, làm giảm biên độ dao động, nhưng cũng vì vậy mà làm tăng áp lực ở phía cuối hàm dẫn. Loại này tổn thất thủy lực ít hơn, thường được dùng cho các TĐĐ có cột nước thấp hoặc trung bình.

c. GĐA hình trụ có tiết diện thay đổi có đoạn ống nối (Hình 9.11c): loại này thường dùng cho TĐĐ có cột nước thấp và trung bình.

d. GĐA có hai bể chứa (Hình 9.11d).

Buồng trên và buồng dưới nối với nhau bằng giếng đứng. Loại này làm việc tốt. Ban đầu mực nước nằm ở thân giếng.

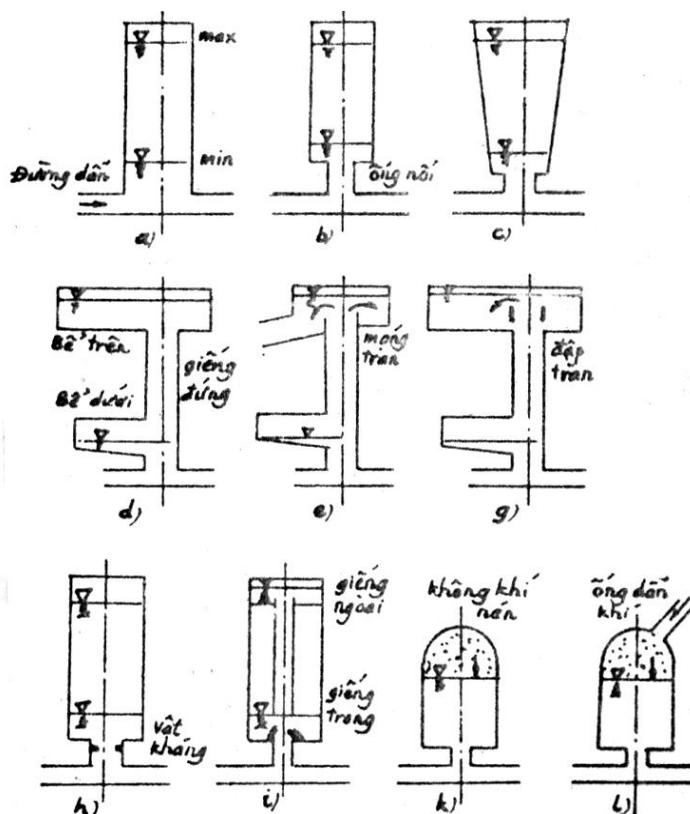
- Khi phụ tải giảm, mực nước nhanh chóng chạy trong thân nhưng lên đến buồng trên thì chậm lại.

- Khi tăng phụ tải thì buồng dưới làm việc.

Ở loại giếng này động năng dòng nước chuyển động trong đường hàm biến thành thế năng nằm ở buồng trên (khi cắt phụ tải). Vì vậy trọng tâm khối nước đó cao hơn ở giếng hình trụ nên nó cần một dung tích nhỏ hơn. Loại này sử dụng có lợi khi mực nước thượng lưu thay đổi nhiều và dùng cho các TĐĐ có cột nước cao.

e. GĐA có một bể chứa và máng tràn (Hình 9.11e).

Khi nước dâng lên trong giếng đến miệng tràn thì nước sẽ tràn ra và sẽ theo đường máng chảy đi. Ưu điểm của loại này là giảm biên độ dao động nên cột nước của TĐĐ ít thay đổi, do đó điều chỉnh tuabin dễ dàng. Loại này thường sử dụng cho các TĐĐ cột nước cao.



Hình 9.11. Các loại giếng điều áp

g. GĐA có hai bể chứa và đập tràn (Hình 9.11g).

Loại này tiết kiệm được lượng nước chảy qua đập tràn (ưu điểm hơn loại e). Loại này thường dùng cho các TTĐ cột nước cao.

h. GĐA hình trụ có vật kháng (Hình 9.11h).

Tiết diện của GĐA có thể thay đổi hoặc không thay đổi. Vật kháng có thể có dạng hình vành khăn hoặc lưới. Vật kháng bổ sung này sẽ làm tăng thêm tổn thất năng lượng nước, đồng thời giảm bớt biên độ dao động của mực nước trong GĐA (so với loại b), nhưng cũng vì vậy mà làm tăng áp lực ở tiết diện đường hầm ở ngay dưới GĐA. Loại này thường sử dụng cho các TTĐ cột nước trung bình.

i. GĐA vi sai (Hình 9.11i).

Loại này có hai thân. Thân nhỏ (cột) của giếng ở bên trong, tiết diện nhỏ có miệng tràn ở phía trên. Thân ngoài có tiết diện lớn. Giếng nối với đường hầm bằng một ống nhỏ có tác dụng làm giảm biên độ dao động. Khi đóng tuabin, mực nước dâng lên nhanh ở giếng trong và tràn ra giếng ngoài. Khi mở tuabin, nước chảy qua các lỗ ở chân giếng trong xuống đường ống. Các lỗ đóng vai trò như vật kháng bổ sung như ở hình h. Loại này còn gọi là GĐA kiểu Đơgiônson, được dùng nhiều ở Mỹ.

k. GĐA bằng không khí ép (Hình 9.11k).

Khi cắt tải, mực nước dâng lên nhanh và không khí bị nén lại làm hạn chế việc dâng nước. Không khí bị nén sẽ làm cho nhiệt độ của không khí tăng lên và tăng độ hòa tan của không khí trong nước. Trong quá trình dao động của mực nước trong GĐA, không khí bị ép, dẫn ra liên tục, một phần không khí bị dòng nước cuốn đi, do đó sau một thời gian nhất định phải bơm thêm không khí vào GĐA.

l. GĐA bằng không khí ép không hoàn toàn (Hình 9.11l).

Kết cấu của loại này giống loại k và có một lỗ nhỏ ở trên tràn giếng. Không khí bị ép lại và dẫn ra nhờ sức kháng của lỗ nhỏ đối với dòng không khí khi thoát ra hoặc bị hút vào GĐA nhờ có lỗ nhỏ. Loại k và l này làm tắt nhanh sự dao động mực nước, thi công gọn, nhưng việc điều chỉnh áp lực khó nên hiện nay chưa được sử dụng rộng rãi.

9.9. NHÀ MÁY CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN

Nhà máy là công trình chủ yếu của TTĐ, trong đó bố trí các thiết bị động lực: Tuabin, máy phát và các hệ thống thiết bị phụ phục vụ cho sự làm việc bình thường của các thiết bị chính nhằm sản xuất điện năng cung cấp cho các hộ dùng điện. Loại này và kết cấu nhà máy phải bảo đảm sự làm việc an toàn của thiết bị và thuận lợi trong vận hành.

9.9.1. Phân loại nhà máy thủy điện (NMTĐ)

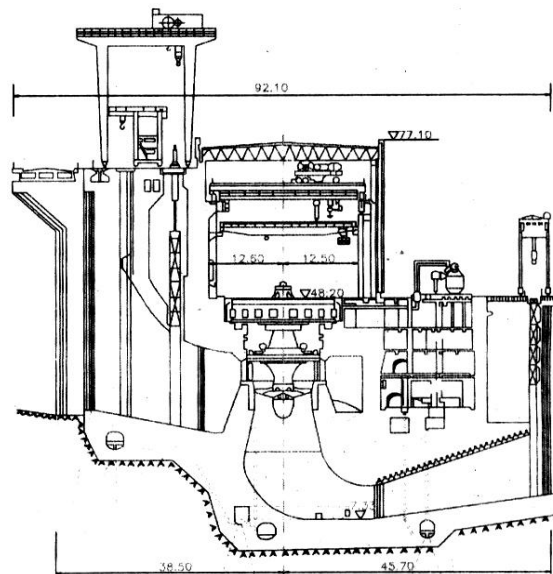
Trong thực tế xây dựng NMTĐ có thể phân đơn giản gồm hai loại:

- Các loại nhà máy thông thường: NMTĐ không kết hợp, NMTĐ lòng sông, NMTĐ sau đập, NMTĐ đường dẫn

- Các loại NMTĐ đặc biệt: NMTĐ ngầm, NMTĐ kết hợp xả lũ, NMTĐ trong thân đập...

1. NMTĐ ngang đập.

NMTĐ ngang đập được xây dựng với cột nước không quá 35/40m. Ở đây toàn bộ hệ thống công trình tập trung trên một tuyến. Bản thân NMTĐ là một phần của công trình dâng nước, nó thay thế cho một phần đập dâng chịu áp lực nước thượng lưu. Cửa lấy nước cũng là thành phần bản thân nhà máy. Một đặc điểm cần lưu ý khi thiết kế đối với NMTĐ ngang đập là về mùa lũ cột nước công tác thường giảm, dẫn đến công suất tổ máy giảm, trong



Hình 9.12. NMTĐ ngang đập

một số trường hợp nhà máy có thể ngừng làm việc. Để tăng công suất nhà máy trong thời kỳ lũ đồng thời giảm đập tràn, hiện nay trên thế giới người ta thiết kế NMTĐ ngang đập kết hợp xả lũ qua đoạn tổ máy. Nếu nghiên cứu bố trí một cách hợp lý công trình xả lũ trong đoạn tổ máy thì khi tràn làm việc có thể tạo thành những vị trí có thể tăng cột nước công tác do hiệu quả phun xiết.

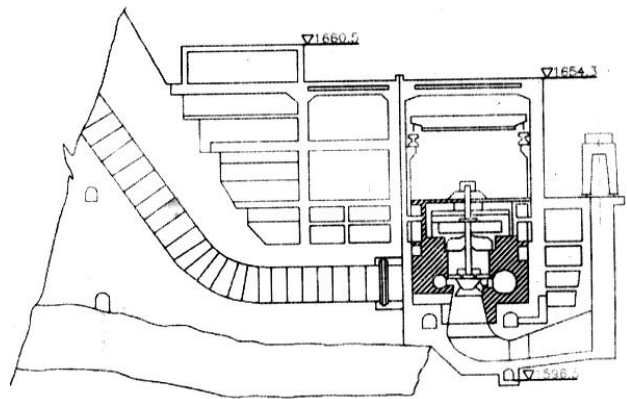
Đối với NMTĐ ngang đập, cột nước thấp lưu lượng lớn, chiều dài đoạn tổ máy thường xác định theo kích thước bao ngoài buồng xoắn và ống hút. Chiều ngang đoạn tổ máy theo chiều dòng chảy phần dưới nước của nhà máy phụ thuộc vào kích thước cửa lấy nước, buồng xoắn tuabin và chiều dài ống hút, đồng thời việc tính toán ổn định nhà máy và ứng suất nền có quan hệ đến kích thước phần dưới nước của nhà máy, đặc biệt đối với nền mềm.

Để giảm chiều cao phần dưới nước của nhà máy, trong thiết kế thường áp dụng mặt cắt buồng xoắn hình chữ T hướng xuống với đỉnh bằng, như vậy có thể cho phép rút ngắn chiều cao tầng tuabin và máy phát đặt gần tuabin hơn.

Để đảm bảo ổn định chống trượt và ứng suất đáy nền không vượt quá trị số cho phép, tấm đáy của NMTĐ ngang đập nằm trên nền mềm thường có kích thước rất lớn. Lợi dụng chiều dày tấm đáy người ta bố trí ở thượng lưu cửa lấy nước hành lang kiểm tra và thu nước.

2. NMTĐ sau đập

NMTĐ sau đập thường dùng với cột nước từ $30/45\text{m} \leq H \leq 250/300\text{m}$ và có thể lớn hơn nữa. NMTĐ được bố trí ngay sau đập dâng nước. NMTĐ không trực tiếp chịu áp lực nước phía thượng lưu, do đó kết cấu phần dưới nước và biện pháp chống thấm đỡ phức tạp hơn NMTĐ ngang đập dâng. Nếu đập dâng nước là đập bê tông trọng lực thì cửa lấy nước và ĐOT được bố trí trong thân đập bê tông. Khoảng cách giữa đập và NMTĐ thường đủ để bố trí các phòng và máy biến thế.



Hình 9.13. NMTĐ sau đập

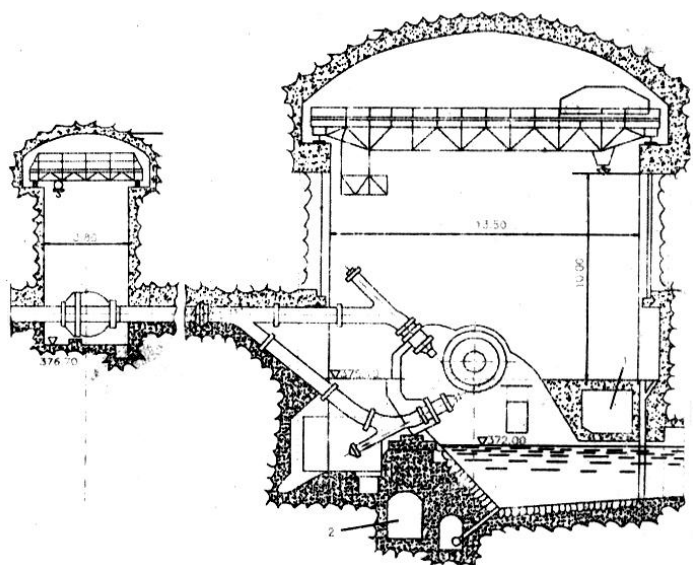
Trong một số trường hợp nếu không ảnh hưởng nhiều đến ứng suất hạ lưu đập để giảm khối lượng bê tông và chiều dài ĐOT người ta đặt lần nhà máy vào thân đập.

Tùy thuộc vào cột nước công tác, NMTĐ sau đập thường dùng Tuabin tâm trục, Tuabin cánh quay cột nước cao hoặc tuabin cánh chéo. Ở NMTĐ sau đập phần điện thường bố trí phía thượng lưu giữa đập và nhà máy; còn hệ thống dầu nước thì bố trí phía hạ lưu (Hình 9.13)

3. NMTĐ đường dẫn

NMTĐ đường dẫn và NMTĐ sau đập có một số đặc điểm kết cấu giống nhau. Cả hai loại nhà máy đều dùng đường ống áp lực dẫn nước vào Tuabin. Cũng giống như NMTĐ sau đập, loại NMTĐ đường dẫn không trực tiếp chịu áp lực nước phía thượng lưu. NMTĐ đường dẫn phạm vi sử dụng cột nước rất rộng từ 2/3m đến 1700/2000m.

NMTĐ đường dẫn ống áp lực đặt lộ thiên có thể sử dụng cột nước đến 2000m. Với cột nước từ 500/600 trở lên



Hình 9.14. NMTĐ đường dẫn

thường dùng tuabin gió, tổ máy trục đứng hoặc trục ngang.

NMTĐ đường dẫn có nhiều hạng mục công trình và nằm tập trung theo hai khu vực: khu công trình đầu mối gồm: công trình ngăn dòng, công trình xả lũ, công trình lấy nước và khu nhà máy nối tiếp với hạ lưu bằng đường dẫn có áp hoặc không áp.

Ngoài cách phân loại cơ bản trên NMTĐ còn được phân loại theo vị trí tương đối của bản thân nhà máy trong bố trí tổng thể: NMTĐ còn được phân loại theo vị trí tương đối của bản thân nhà máy trong bố trí tổng thể: NMTĐ trên mặt đất, NMTĐ ngầm được bố trí toàn bộ trong lòng đất, NMTĐ nửa ngầm với phần chủ yếu của nhà máy bố trí ngầm trong lòng đất, phần mái che có thể bố trí trên mặt đất.

4. NMTĐ ngầm:

Kết cấu NMTĐ ngầm phụ thuộc rất ít vào phương thức tập trung cột nước mà chủ yếu phụ thuộc vào điều kiện địa hình và cấu trúc địa chất. Nó có thể xây dựng trong những điều kiện địa chất khác nhau, từ đá có cường độ cao cho đến yếu. Ở những nơi địa hình phức tạp, địa chất tầng trên xấu, nếu địa chất dưới sâu tốt cho phép xây dựng NMTĐ ngầm thì khối lượng đào đắp sẽ giảm, tuyến ĐĐT ngắn, áp lực nước va giảm và có lợi cho việc điều chỉnh tổ máy.

Tùy thuộc vào cường độ của đá, kết cấu tường và hầm của NMTĐ ngầm cũng khác nhau. Hình 9.15 thể hiện các loại kết cấu NMTĐ ngầm và nửa ngầm.

Với cường độ khối đá rất cứng, không có áp lực bên và áp lực đứng rất nhỏ, nếu đá cứng thuộc cấp 8/10 thì không cần phải xây vòm bê tông chịu lực mà chỉ cần trát tường (sơ đồ I).

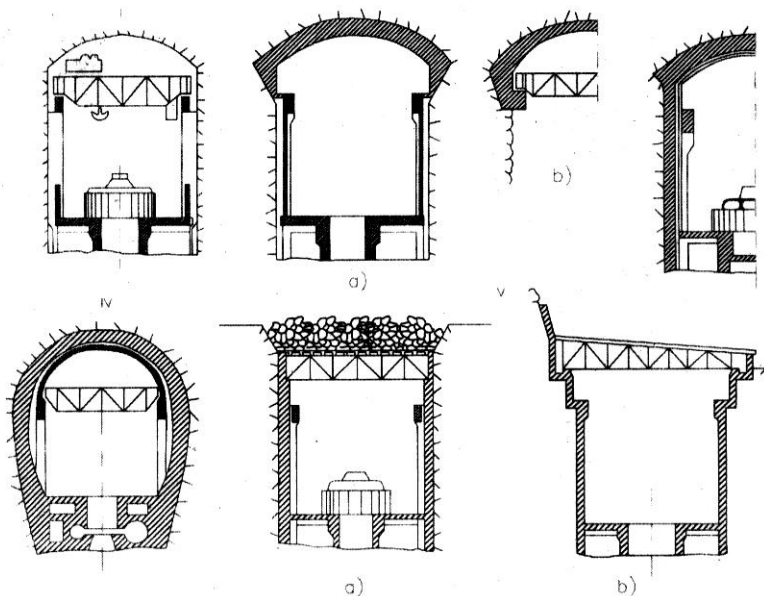
Khi cường độ đá thấp hơn và có áp lực đứng thì phải xây vòm chịu lực. Trong trường hợp này có thể có hai cách: Áp lực đất đá và tải trọng cầu trục thông qua chân vòm truyền xuống khối đá (sơ đồ II).

Trong trường hợp đá có cường độ yếu, có áp lực đứng và ngang, sự nứt nẻ nhiều và phong hóa mạnh thì phải xây tường và vòm chịu lực (sơ đồ III). Đất đá có cường độ quá yếu thì áp dụng kết cấu hình móng ngựa, kết cấu này bảo đảm chống được áp lực đứng và ngang rất tốt (sơ đồ IV).

Khi nhà máy đặt ở cao trình không sâu lắm thường áp dụng kết cấu kiểu (sơ đồ V), phần nhà máy có thể có một phần nổi trên mặt đất, hoặc sau khi xây xong lấp đất lại. Loại nhà máy này thường gọi là kiểu nửa ngầm.

Sự phối hợp giữa các công trình ngầm được xác định bởi vị trí bố trí các thiết bị chính và phụ. Trong thiết kế và xây dựng NMTĐ ngầm, người ta nghiên cứu lựa chọn phương án bố trí các thiết bị chính và phụ một cách hợp lý, phù hợp với điều kiện thực tế của công trình. Ở NMTĐ ngầm việc bố trí máy biến thế là một vấn đề lớn ảnh hưởng nhiều đến kết cấu và việc bố trí các thiết bị chính bên trong nhà máy. Người ta chỉ bố trí máy biến thế trên mặt đất khi nhà máy nằm không sâu lắm, còn nói chung là đặt dưới mặt đất, ở bên cạnh nhà máy trong hành lang riêng hoặc ngay trong nhà máy.

Khi phân tích các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật và điều kiện vận hành NMTĐ ngầm người ta nhận thấy nó có một số ưu điểm sau:



Hình 9.15. Các loại kết cấu gian máy NMTĐ ngầm và nửa ngầm

- Lợi dụng cường độ cao của vòm đá để chuyển một phần tải trọng kết cấu của nhà máy và thiết bị xuống nền móng và do đó giảm nhẹ kết cấu chịu lực.
- Công trình xây dựng trong điều kiện địa chất vững chắc, an toàn cao, khả năng an toàn quốc phòng tốt.
- Có thể thi công, lắp ráp liên tục, không phụ thuộc vào thời tiết khí hậu.
- Thiết bị vận hành trong điều kiện độ ẩm và nhiệt độ ổn định giảm được ứng suất trong thiết bị.
- Nếu điều kiện địa chất tốt có thể cho phép bố trí nhà máy tại vị trí bất kỳ trên tuyến đường dẫn không phụ thuộc vào điều kiện địa hình.
- Tuyến dẫn nước có áp ngắn vì đi thẳng, tổn thất cột nước nhỏ, ĐOT có dạng giếng đứng hoặc nghiêng, áp lực nước va giảm, tổ máy làm việc ổn định.

Song ở NMTĐ ngầm có một số nhược điểm: khối lượng thi công lớn, yêu cầu kỹ thuật cao, yêu cầu về thông gió, thoát nước, ánh sáng phải đảm bảo mới thỏa mãn điều kiện làm việc của công nhân vận hành.

Về đặc điểm kết cấu của ba loại cơ bản trên, NMTĐ còn có nhiều dạng kết cấu đặc biệt khác như NMTĐ hợp với xả lũ, NMTĐ trong thân đập bê tông trọng lực, trong trụ pin, NMTĐ ngang đập với tuabin Capxul, NMTĐ tích năng, NMTĐ thủy triều...

5. NMTĐ kết hợp xả lũ

Trong thiết kế và thí nghiệm, người ta đã đề ra và thử nghiệm rất nhiều phương án kết hợp xả lũ qua nhà máy, nhưng trong thực tế xây dựng phổ biến hơn cả có 3 loại: nhà máy kết hợp xả mái, xả mặt (trên buồng xoắn) và xả đáy (dưới buồng xoắn).

Phần dưới nước của NMTĐ ngang đập kết hợp với xả lũ có nhiều dạng kết cấu khác nhau tùy thuộc vào cột nước và kích thước tổ máy (Hình 9.16).

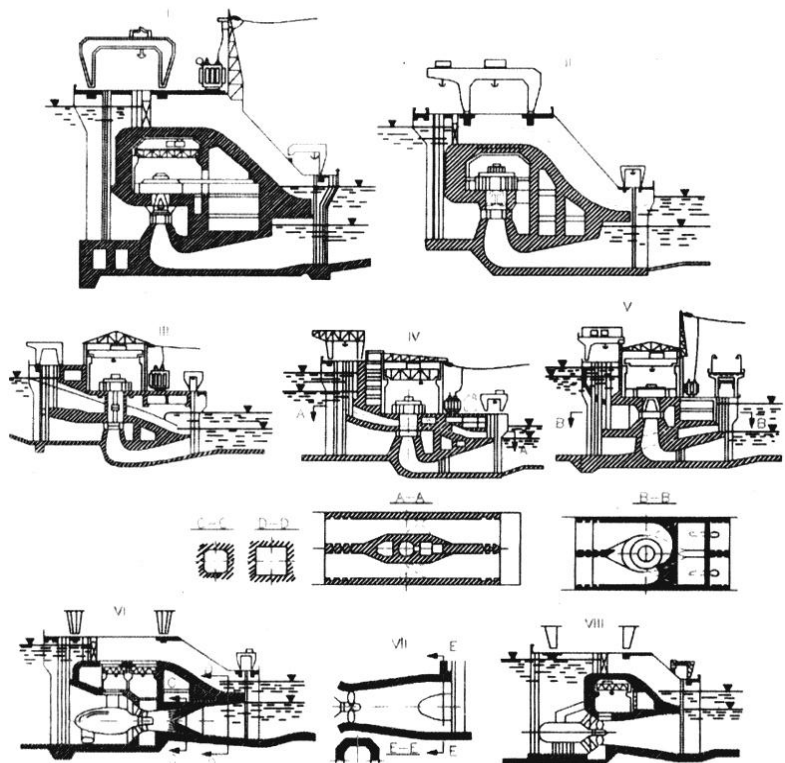
Với cột nước từ 25/40m thường bố trí NMTĐ trong thân đập tràn theo sơ đồ I (nhà máy kết hợp xả mái). Các phòng phụ và phòng đặt các thiết bị phụ bố trí trên tầng ống hút.

Ở các TTĐ có cột nước thấp, đường kính bánh xe công tác D1 lớn, công trình tràn xả lũ thường áp dụng với sơ đồ II. Nhược điểm của sơ đồ này là nắp đập trên gian máy yêu cầu tuyệt đối kín.

Để khắc phục nhược điểm của các sơ đồ trên, trong thiết kế người ta nghiên cứu bố trí công trình xả lũ trên buồng xoắn theo sơ đồ III (NMTĐ kết hợp xả mặt). Với sơ đồ này trục tổ máy dài dẫn đến kết cấu phần dưới nước tăng. Hoặc như kết cấu sơ đồ IV công trình xả lũ có áp trên buồng xoắn.

Loại sơ đồ này có thể áp dụng với các cột nước khác nhau.

Nhược điểm của lấy nước tuabin đặt sâu, tải trọng cửa van lớn, thao tác không thuận tiện, trục tổ máy dài kết cấu phần dưới nước tăng. Trong thiết kế và vận hành ở các TTĐ loại lớn người ta thấy rằng áp dụng sơ đồ V bố trí công trình xả lũ có áp dưới buồng xoắn là tốt nhất. Với sơ đồ này để giảm độ sâu mà móng nhà máy thường áp dụng buồng xoắn bê tông đối xứng có mặt cắt



Hình 9.16. Sơ đồ các dạng NMTĐ ngang đập kết hợp xả lũ

hướng lên trên và tăng chiều cao ống hút, như vậy có thể giảm được kích thước phần dưới nước của nhà máy.

Ưu điểm chung của NMTĐ kết hợp xả lũ:

- Rút ngắn được chiều dài đường tràn bê tông của công trình xả lũ.
- Nhờ hiệu quả phun xiết làm tăng cột nước công tác về mùa lũ.
- Thuận lợi việc bố trí công trình ở những nơi tuyến hẹp.

Tuy vậy NMTĐ kết hợp xả lũ có một số nhược điểm:

- Do bố trí đường xả lũ chiều rộng khối tổ máy thường tăng từ 5/10%, thi công khó khăn hơn.
- Vận hành nhà máy kết hợp xả lũ phức tạp vì phải có qui trình phối hợp xả lũ.
- Nhà máy ẩm ướt vì bụi nước, khi xả lũ nhà máy có thể rung động.

Trong sơ đồ thể hiện việc bố trí một cách hợp lý các phòng thiết bị phụ tổ máy.

Cột nước công tác $H_{\max}$ có liên quan đến loại tuabin bố trí trong nhà máy. Ở TTĐ cột nước cao bố trí tuabin tâm trục với tỷ tốc bé và khi $H_{\max} > 500\text{m}$ sử dụng tuabin gáo. Ở TTĐ cột nước trung bình thường bố trí các loại tuabin tâm trục với các tỷ dốc từ lớn đến bé và trong một số trường hợp với cột nước $H_{\max} > 150\text{m}$ có thể sử dụng tuabin cánh chéo. Ở TTĐ cột nước thấp thường bố trí Tuabin cánh quay hoặc Tuabin cánh quạt và cũng có thể bố trí các Tuabin tâm trục tỷ dốc lớn hoặc Tuabin cánh chéo.

Đối với TTĐ sử dụng tuabin gáo, hình thức lắp máy có thể trục đứng hoặc trục ngang không phụ thuộc vào công suất lắp máy mà phụ thuộc vào số lượng vòi phun và các yếu tố kết cấu công trình cụ thể.

9.9.2. Kết cấu nhà máy thủy điện.

NMTĐ phân chia thành hai phần: phần trên nước và phần dưới nước. Thông thường người ta quy ước, phần dưới nước được tính từ cao trình sàn máy phát trở xuống, phần trên nước được tính từ cao trình sàn máy phát trở lên. Phần dưới nước chiếm khoảng 70% khối lượng bê tông nhà máy.

1. Kết cấu phần dưới nước NMTĐ

Với NMTĐ sau đập và đường dẫn phần dưới nước gồm buồng xoắn, ống hút, bệ máy phát, đường ống Tuabin. Với NMTĐ ngang đập phần dưới nước ngoài buồng xoắn, ống hút, bệ máy còn có cửa lấy nước dẫn nước trực tiếp vào buồng xoắn. Với NMTĐ lắp Tuabin xung kích gáo, phần dưới nước chủ yếu là kênh xả dẫn nước ra hạ lưu.

Dọc theo chiều dài nhà máy (vuông góc với chiều dòng chảy) phần dưới nước gồm nhiều khối tuabin giống nhau và ngoài cùng là sàn lắp ráp. Tùy điều kiện địa chất nền và chiều dài nhà máy, toàn bộ nhà máy có thể là một khối liền hoặc cách nhau bằng những khe lún cắt ngang nhà máy thành từng khối. Trong mỗi khối gồm từ một hoặc một số tổ máy, riêng phần sàn lắp máy do chịu tải trọng khác nên thường được tách riêng khỏi các khối tuabin.

Ở tầng tuabin thường bố trí các hệ thống thiết bị phụ gồm: hệ thống thiết bị cung cấp dầu mỡ, hệ thống thiết bị cung cấp nước kỹ thuật, hệ thống thiết bị tháo nước sửa chữa tổ máy, hệ thống tiêu nước rò rỉ nhà máy...v.v.. Ngoài ra còn bố trí các kho chứa và một số phòng phụ, máy tiếp lực và cơ cấu điều chỉnh.

Dưới sàn lắp ráp bố trí các xường, kho, máy bơm, giếng tập trung nước.

2. Kết cấu phần trên nước NMTĐ

Phần trên nước NMTĐ bao gồm sàn máy, hệ khung đỡ, dầm cầu trục, mái nhà máy, kết cấu và kích thước phần này có liên quan đến việc bố trí các thiết bị trong gian máy.

3. Những yêu cầu cơ bản đối với NMTĐ

- Độ an toàn cao, sử dụng bền lâu, trong điều kiện có thể cần phải chú ý đến mỹ quan.
- Nhà máy đối với giao thông bên ngoài thuận tiện, trong nhà máy sự liên hệ thuận lợi, việc lắp ráp sửa chữa thiết bị hợp lý.
- Khối lượng công trình ít, vốn đầu tư rẻ, thời gian thi công ngắn.
- Điều kiện thông gió, ánh sáng, nhiệt độ, cách nhiệt tốt; cảnh quan môi trường yên tĩnh, chủ yếu tạo điều kiện công tác cho nhân viên vận hành, kiểm tra tốt.

- Áp dụng kỹ thuật tiên tiến, phù hợp với yêu cầu hiện đại hóa.

9.10. TUA BIN NƯỚC

9.10.1. Khái niệm cơ bản về tuabin nước

1. Tuabin nước và sự phát triển của nó

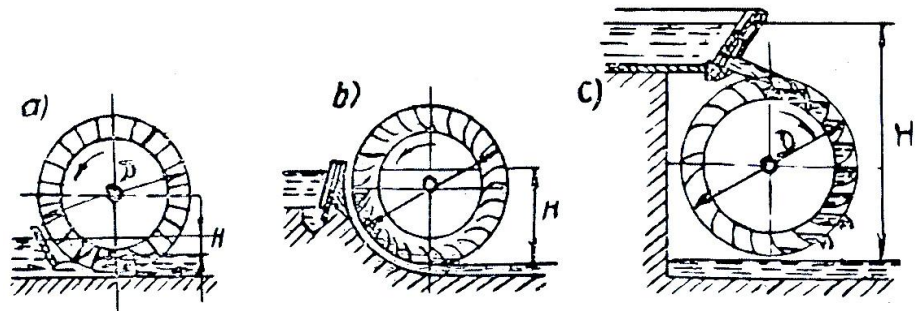
Hiện nay ngành năng lượng học đang phát triển mạnh . Trong đó năng lượng truyền thống : than, dầu, khí đốt, hạt nhân, thủy điện được coi là các dạng năng lượng cơ bản.

Ở nước ta có ba nguồn năng lượng chính đã được khai thác là : than, dầu khí và năng lượng các dòng sông, suối lớn.

Năng lượng của các dòng chảy trong sông , suối (thủy năng) của nước ta rất phong phú , đứng hàng thứ 22 trên thế giới về tiềm năng thủy điện . Nguồn năng lượng này được phân bố khắp đất nước. Trữ năng lý thuyết thủy điện trên cả nước ước tính là $270 \div 300$ tỷ KWh/năm, với công suất khoảng 32.10^6 KW. Tiềm năng kinh tế kỹ thuật thủy điện nhỏ khoảng 60 tỷ KWh/năm, với công suất lý thuyết 10.000 MW.

Thủy năng là một dạng năng lượng tái tạo được . Đây là đặc tính ưu việt nhất của nguồn năng lượng này, các nguồn năng lượng khác như nguyên tử, than, dầu... không thể tái tạo được. Trong quá trình biến đổi năng lượng , chỉ có thủy năng sau khi biến đổi thành cơ năng và nhiệt năng lại được tái tạo thành dạng

thủy năng , còn các dạng năng lượng khác trong quá trình biến đổi không tái tạo được trong tự nhiên . Con người sử dụng nguồn thủy năng để phục vụ cho đời sống và sản xuất, đặc biệt là để phát điện.



Hình 9.17. Sơ đồ bánh xe nước

Tuabin nước - còn gọi là tua bin thủy lực là một thiết bị động lực biến đổi năng lượng của dòng chảy (thủy năng) thành cơ năng để quay máy phát điện và máy công cụ .

Tuabin nước là loại máy thủy lực đầu tiên loài người dùng để sử dụng nguồn năng lượng thiên nhiên phục vụ đời sống và sản xuất, trước tiên là trong việc lấy nước và chế biến lương thực.

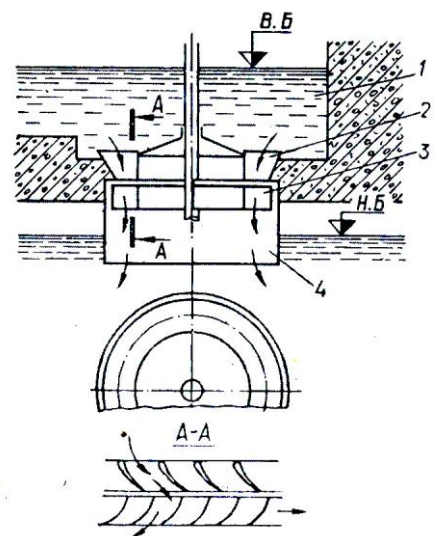
Tuabin nước đầu tiên là những bánh xe nước đơn giản sử dụng dòng năng lượng của dòng chảy . Cho đến nay lịch sử chưa xác định được ở đâu và ai là người đầu tiên phát minh ra bánh xe nước (Hình 9.17).

Người ta biết rằng hàng ngàn năm trước công nguyên ở Ai Cập , Ấn Độ và Trung Quốc đã sử dụng bánh xe dưới dạng thiết bị biến đổi năng lượng . Đến nay ở nước ta bánh xe nước vẫn còn được sử dụng trên các suối vùng núi và trung du.

Ở Pháp từ thế kỷ IV đã có máy xay xát chạy bằng năng lượng của nước. Tuy nhiên mãi đến thế kỷ XVI với sự phát triển của chủ nghĩa tư bản thì việc sử dụng năng lượng nước mới tương đối rộng rãi và bánh xe nước mới có những cải tiến lớn. Nhưng từ bánh xe nước đến tuabin nước , loài người phải trải qua tìm kiếm và nghiên cứu khá dài.

Năm 1834 kỹ sư Pháp là Fuaray đã chế tạo thành công tuabin nước đầu tiên (Hình 9.18).

Sau đó ít năm, vào khoảng năm 1837, người thợ mộc Nga tên là Xaphon cũng chế tạo một loại tuabin nước kiểu li tâm.



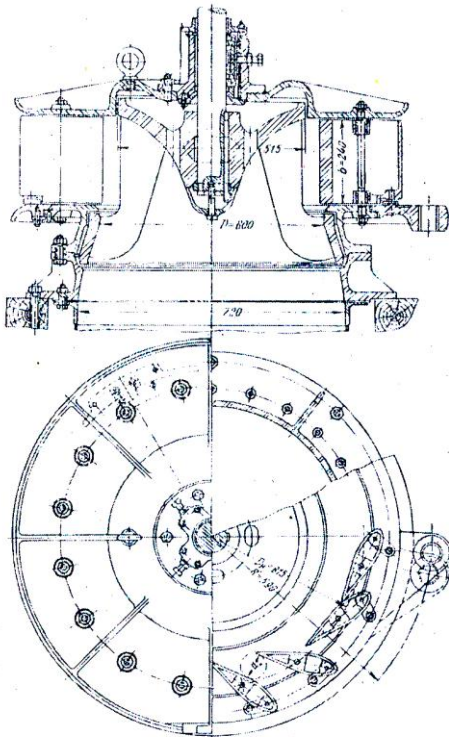
Hình 9.18. Sơ đồ tua bin đầu tiên

Năm 1838 Hopd (Mỹ) đã cải tạo tuabin li tâm trên thành tuabin hướng tâm.

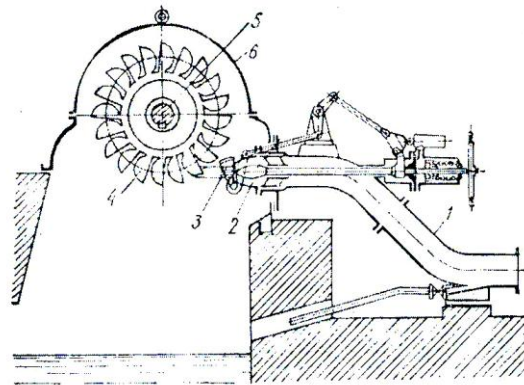
Năm 1847 - 1849 một kỹ sư Mỹ là Dran Franxic đã cải tiến tuabin Hopd thành tuabin tâm trục có hiệu suất cao hơn. Ngày nay người ta gọi tuabin tâm trục là tuabin Franxic (Hình 9.19)

Năm 1837 - 1841 Ghensen (Đức) và Jonvan (Pháp) đã chế tạo tuabin hướng trục cánh cố định. Sau đó năm 1912 - 1924 một giáo sư người Tiệp Khắc cũ là Kaplan cải tiến tuabin hướng trục cánh cố định thành tuabin hướng trục cá nh điều chỉnh và gọi là tuabin Kaplan . Do điều chỉnh cánh làm tăng hiệu suất trong một phạm vi điều chỉnh công suất rộng.

Năm 1880 Penton (Mỹ) đã cải tiến bánh xe nước và phát minh ra tuabin gáo . Vì thế tuabin gáo còn gọi là tuabin Penton (Hình 9.20).



Hình 9.19. Sơ đồ tua bin Franxic



Hình 9.20. Sơ đồ tuabin Penton
1- Ống dẫn; 2- Mũi phun; 3- Hướng tia nước;
4- Cánh gáo; 5- Trục; 6- Vỏ tuabin

Ngày nay các loại tuabin nước kể trên đã được cải tiến và hoàn thiện ở mức độ cao . Nhiều kiểu tuabin đã được ra đời như tuabin hướng chéo , tuabin dòng thẳng (Capsun), tuabin bơm (máy thủy lực thuận nghịch dùng trong các trạm thủy điện tích năng).

Hiện nay ở nước ta đã có nhiều cơ sở đầu tư tiến bộ khoa học kỹ thuật cho việc chế tạo tuabin nước. Chúng ta đã chế tạo một số tuabin nhỏ (đến hàng ngàn KW). Trong tương lai chúng ta sẽ chế tạo tuabin loại lớn hơn , góp phần cho việc điện khí hoá và phục vụ sản xuất ở các địa phương xa lưới điện quốc gia.

2. Các thông số của dòng chảy và tuabin nước

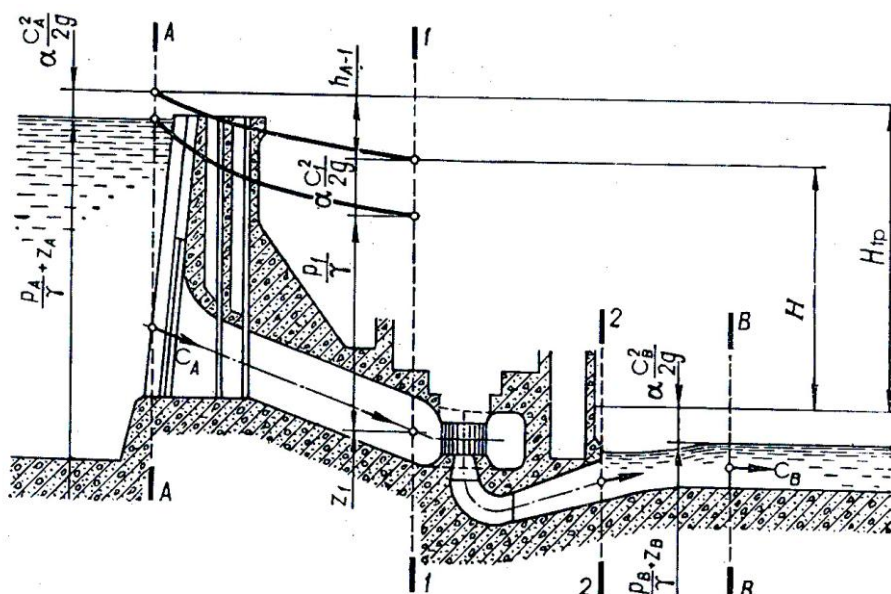
* Cột áp

Cột áp toàn phần hay còn gọi là cột áp của nhà máy được xác định bằng hiệu năng lượng riêng của tiết diện A -A (thượng lưu) và tiết diện B -B (hạ lưu). Công thức xác định cột áp toàn phần như sau:

$$H_{tp} = (Z_A - Z_B) + \frac{P_A - P_B}{\gamma} + \frac{\alpha_A V_A^2 - \alpha_B V_B^2}{2g} \quad (9.16)$$

Khi dòng chảy vào tua bin thì một phần công suất của dòng chảy tiêu hao chủ yếu do tổn thất cột áp qua cửa ngăn, cửa chống rác, tổn thất dọc đường từ tiết diện A-A đến 1-1 và từ 2-2 đến B-B. Vì thế cột áp của tuabin nhỏ hơn cột áp toàn phần một đại lượng tổn thất đó.

Cột áp tuabin được xác định bằng hiệu năng lượng riêng giữa tiết diện vào tuabin 1-1 và tiết diện ra 2-2 (Hình 9.21).



Hình 9.21. Sơ đồ nhà máy thủy điện

Cột áp tuabin xác định theo công thức:

$$H = (Z_1 - Z_2) + \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_1 V_1^2 - \alpha_2 V_2^2}{2g} \quad (9.17)$$

Cột áp tuabin là một trong những thông số quan trọng để thiết kế tuabin.

* Lưu lượng

Lưu lượng của tuabin là lượng nước chảy qua tuabin trong một đơn vị thời gian. Ký hiệu là Q , đơn vị đo m^3/s .

Lưu lượng tua bin khác với lưu lượng của dòng chảy vì có thể có một phần lưu lượng của dòng chảy không đi qua tuabin mà đi qua đập tràn hoặc âu thuyền.

Lưu lượng tuabin cũng là một trong những thông số chính để thiết kế tuabin.

* Công suất

Công suất của tuabin được xác định theo cột áp và lưu lượng qua tuabin theo công thức:

$$N = \frac{\gamma Q H}{102} \quad (KW) \quad (9.18)$$

Hay $N = 9,81QH$

Công suất hữu ích là công suất trên trục tuabin xác định theo công thức:

$$N_h = N \eta_T \quad (9.19)$$

Công suất hữu ích luôn nhỏ hơn công suất xác định theo công thức 9-3, vì trong quá trình biến đổi năng lượng luôn có tổn thất.

* Hiệu suất

- Hiệu suất tuabin:

Từ biểu thức (9.18) và (9.19), ta suy ra hiệu suất tuabin η_T

$$\eta_T = \frac{N_h}{9,81QH} \quad (9.20)$$

Hiệu suất của tuabin là tích của 3 hiệu suất:

$$\eta_T = \eta_{tl} \eta_v \eta_{ck} \quad (9.21)$$

Trong đó: η_{tl} - Hiệu suất thủy lực - do tổn thất thủy lực;

η_v - Hiệu suất thể tích - do tổn thất rò rỉ;

η_{ck} - Hiệu suất cơ khí - do tổn thất cơ khí;

Hiệu suất tuabin phụ thuộc chủ yếu vào cấu tạo, kích thước và chế độ làm việc của nó.

- Hiệu suất tổ máy:

Nếu nối trực tiếp thì hiệu suất tổ máy là tích của hiệu suất tua bin và hiệu suất máy phát:

$$\eta_{tm} = \eta_T \eta_{mf} \quad (9.22)$$

Nếu nối gián tiếp qua cơ cấu truyền động thì cần tính thêm hiệu suất truyền động:

$$\eta_{tm} = \eta_T \eta_{mf} \eta_{td} \quad (9.23)$$

Như vậy công suất tổ máy sẽ là:

$$N_{tm} = 9,81.QH\eta_{tm} \quad (9.24)$$

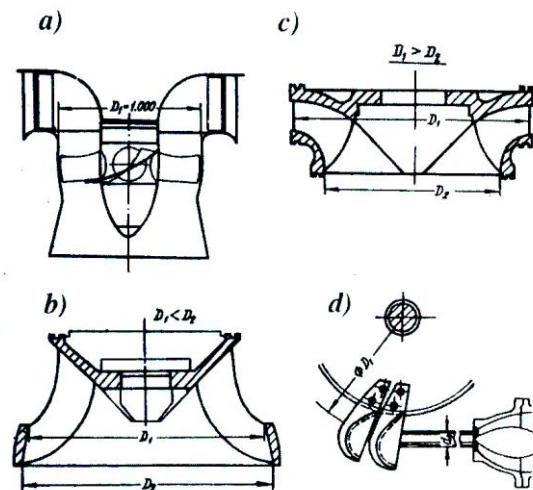
* Đường kính bánh công tác và số vòng quay tuabin

- Kích thước hình học của bánh công tác đặc trưng bởi đường kính D_1 được quy ước đối với những loại tua bin chính như (Hình 9.22).

Số vòng quay của tuabin thông thường chính là số vòng quay của máy phát (nếu nối trực tiếp), vì vậy khi chọn số vòng quay của tuabin cần chú ý đến số vòng quay đồng bộ của máy phát:

$$n = \frac{6000}{2p} \quad (9.25)$$

Trong đó: $2p$ – số đôi cực của máy phát ứng với tần số $f = 50$ Hz.



Hình 9.22. Quy ước đường kính bánh công tác D_1 đối với các loại tua bin

a: Hướng trục; b,c: Tâm trục; d: Gáo

Có thể chọn số vòng quay đồng bộ theo bảng sau:

Bảng 9.1. Số vòng quay đồng bộ

Số đôi cực $2p$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n vòng/ph	3000	1500	1000	750	600	500	428,6	375	333	300	273	250

Hai đại lượng này đặc trưng cho kích thước và cỡ tuabin. Chúng có quan hệ mật thiết với nhau và được xác định bởi cột áp và lưu lượng của tuabin. Thường tuabin có công suất lớn thì đường kính lớn. Nhưng tuabin có cột áp càng lớn thì số vòng quay càng lớn và kích thước càng nhỏ.

* Số vòng quay đặc trưng của tuabin

Thông thường các thông số cơ bản cho trước khi thiết kế tuabin là cột áp H , lưu lượng Q (hoặc công suất N) và số vòng quay n . Trong ngành máy thủy lực nói chung và chế tạo tuabin nói riêng để biểu thị tổng hợp cho các thông số nói trên, người ta dùng một hệ số gọi là số vòng quay đặc trưng ký hiệu là n_s .

Số vòng quay đặc trưng là số vòng quay của một tuabin làm việc với cột áp $H = 1$ m, phát ra công suất $N = 1$ KW. Số vòng quay đặc trưng của một tuabin được xác định theo công thức:

$$n_s = \frac{n\sqrt{N}}{H^{\frac{4}{3}}} \quad (9.26)$$

Cần chú ý rằng số vòng quay đặc trưng là hệ số tổng hợp có tính chất đặc trưng chứ không phải là số vòng quay thực tế của tua bin. Mỗi kiểu tuabin do phạm vi sử dụng về công suất và cột áp khác nhau nên số vòng quay đặc trưng cũng khác nhau.

3. Các bộ phận chính của tuabin nước

Trong tua bin nước, bộ phận ảnh hưởng lớn đến hiệu suất tuabin đó là phần dẫn dòng.

Phần dẫn dòng gồm ba bộ phận chính: Buồng dẫn tuabin, Bánh công tác, Buồng hút tuabin.

Trong đó bánh công tác là bộ phận chính làm nhiệm vụ biến đổi năng lượng. Hai bộ phận buồng dẫn và buồng hút không trực tiếp biến đổi năng lượng nhưng vai trò của chúng rất quan trọng giúp bánh công tác làm nhiệm vụ biến đổi năng lượng có hiệu quả tốt.

9.10.2. Phân loại, phạm vi sử dụng các loại tuabin nước

1. Phân loại theo dạng năng lượng của dòng chảy qua tua bin

Để phân loại tuabin, người ta đưa ra nhiều chỉ tiêu khác nhau. Ở đây ta chỉ xét phân loại theo dạng năng lượng của dòng chảy qua bánh công tác tuabin và phân loại theo số vòng quay đặc trưng n_s .

Ta khảo sát các thành phần năng lượng của dòng chảy. Năng lượng đơn vị của dòng chảy truyền cho bánh công tác tuabin bằng độ chênh năng lượng riêng giữa hai tiết diện trước và sau

$$\text{đó: } H = (Z_1 - Z_2) + \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_1 V_1^2 - \alpha_2 V_2^2}{2g} \quad (9.27)$$

Thế năng Động năng

Vậy năng lượng riêng gồm hai phần: động năng và thế năng.

Tùy thuộc vào dạng năng lượng này mà chia tuabin nước thành hai hệ khác nhau: tuabin xung lực và tuabin phản lực.

Trong tuabin xung lực, chỉ có phần động năng của dòng chảy tác dụng lên bánh công tác còn phần thế năng bằng không. Hệ tuabin này phát ra công suất nhờ động năng của dòng chất lỏng, còn áp suất ở cửa vào và cửa ra của tuabin là áp suất khí trời.

Tuabin phản lực là loại tuabin làm việc nhờ cả hai phần thế năng và động năng, mà chủ yếu là thế năng của dòng chảy. Trong hệ tuabin này, áp suất ở cửa vào luôn luôn lớn hơn ở cửa ra. Dòng chảy qua tuabin là dòng liên tục chiếm đầy toàn bộ máng dẫn cánh. Trong vùng bánh công tác tuabin, dòng chảy biến đổi cả động năng và thế năng. Trong đó vận tốc dòng chảy qua tuabin tăng dần, áp suất giảm dần. Máng dẫn của cánh hình côn nên gây ra độ chênh áp mặt cánh, từ đó tạo ra mômen quay.

Tuabin phản lực và xung lực có tính năng và phạm vi sử dụng khác nhau. Tuabin phản lực dùng cho trạm có cột nước thấp, lưu lượng lớn còn tua bin xung lực dùng cho trạm có cột nước cao, lưu lượng nhỏ.

2. Phân loại tuabin theo số vòng quay đặc trưng

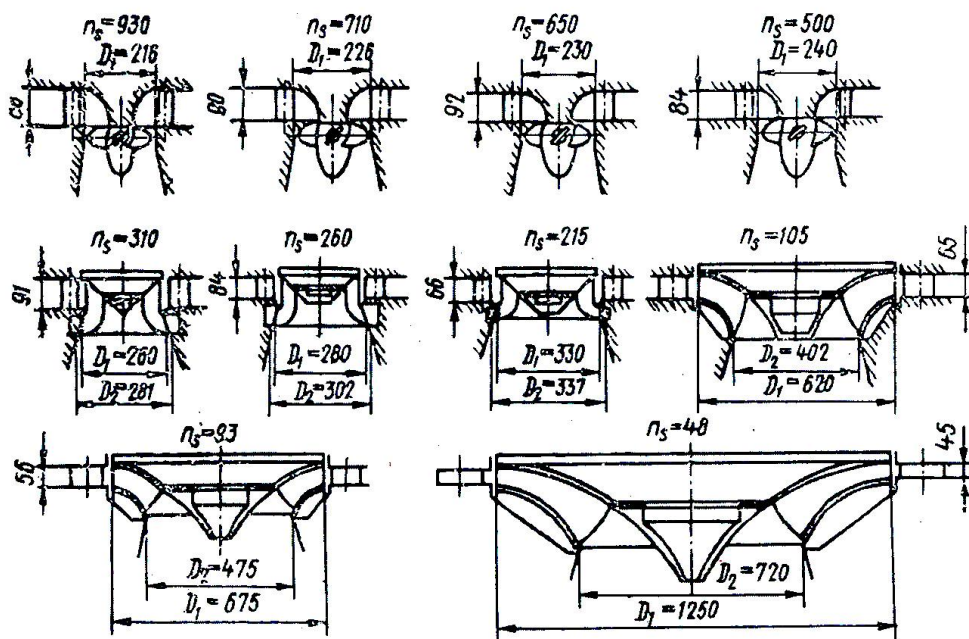
Trong máy thủy lực nói chung, người ta đưa ra khái niệm về các máy tương tự và số vòng quay đặc trưng n_s . Các khái niệm này có thể áp dụng cho tuabin. Như vậy các tua bin tương tự thì đều có số vòng quay đặc trưng giống nhau, không phụ thuộc vào đường kính và các thông số lưu lượng.

Mỗi hệ tuabin phụ thuộc vào số vòng quay đặc trưng mà chia thành 3 nhóm: số vòng quay đặc trưng cao, trung bình và thấp.

Trên Hình 9.23 là hình dạng phần dẫn dòng của các loại tua bin ứng với giá trị các số vòng quay đặc trưng khác nhau n_s .

Bảng 9-2

n_s	930	650	500	310	215	93	48
b_0	96	92	84	91	66	56	45
D_1	216	230	240	260	330	675	1250



Hình 9.23. Phân loại tua bin theo n_s

Dùng cách phân loại theo n_s , người ta dễ dàng lựa chọn tua bin thích hợp nhất cho một trạm thủy điện nếu cho trước cột áp H , công suất tổ máy N và số vòng quay máy phát n .

Có thể chọn sơ bộ loại tua bin dựa vào cột áp H và số vòng quay đặc trưng n_s theo Bảng 9.3

Bảng 9.3

TT	Loại tua bin	Giới hạn theo n_s	Giới hạn theo H, m
1	Hướng trục cánh quay và chong chóng có n_s cao	950 - 759	5 - 12
2	Hướng trục cánh quay và chong chóng có n_s trung bình	750 - 550	12 - 22
3	Hướng trục cánh quay và chong chóng có n_s thấp	550 - 350	33 - 40
4	Tâm trục n_s cao	400 - 250	20 - 50
5	Tâm trục n_s trung bình	250 - 150	50 - 120
6	Tâm trục n_s thấp	150 - 70	120 - 3000
7	Gáo	50 - 10	200 - 2000

9.10.3. Tua bin xung lực

Tua bin xung lực gồm có những loại chủ yếu sau:

- Tua bin gáo
- Tua bin tia nghiêng
- Tua bin tác dụng kép

1. Tua bin gáo

Tuabin gáo (Hình 9.20) là loại tuabin xung lực được sử dụng nhiều nhất. Phần dẫn dòng của nó gồm bánh công tác và vòi phun. Bánh công tác gồm nhiều cánh hình gáo được gắn chặt lên đĩa bánh công tác. Bánh công tác gắn liền trên trục tuabin, trục này nối với trục máy phát. Thông thường tuabin gáo đặt ngang, chỉ có một số tuabin cỡ lớn có tổ máy đặt đứng. Vòi phun gồm có ống hình côn nối với ống dẫn, trong ống hình côn có kim điều chỉnh lưu lượng ra của vòi phun. Ở đây dòng chảy theo ống dẫn vào vòi phun, từ đó dòng chảy ra khỏi vòi phun với vận tốc đủ lớn tác dụng vào các cánh gáo và tạo thành mô men quay. Ngoài ra vòi phun làm nhiệm vụ điều chỉnh lưu lượng qua bánh công tác.

Tuabin gáo làm việc với cột nước $H = (40 \div 3000)m$ và lớn hơn nữa. Ở nước ta trạm thủy điện Đa Nhim dùng tuabin gáo có công suất một tổ máy $N = 40 MW$.

2. Tua bin tia nghiêng

Trên hình (9.24) là sơ đồ tuabin tia nghiêng.

Tuabin này khác với tuabin gáo là dòng chảy từ vòi phun hướng vào bánh công tác dưới một góc nghiêng. Bánh công tác gồm các cánh cong gắn chặt lên hai đĩa bên bánh công tác có hình dạng đơn giản hơn dạng gáo nên dễ chế tạo. Vòi phun của loại này tương tự như vòi phun của tua bin gáo.

Tua bin tia nghiêng được lắp cho những trạm thủy điện nhỏ. Hiệu suất của tua bin này thường nhỏ hơn hiệu suất của tua bin gáo.

3. Tua bin tác dụng kép

Trên hình (9.25) là sơ đồ tuabin tác dụng kép. Ở đây dòng chảy từ vòi phun tác dụng lên cánh bánh công tác hai lần: dòng chảy đi từ ngoài vào tâm sau đó lại hướng từ tâm ra ngoài, nên gọi loại này là tuabin tác dụng kép. Vòi phun của tuabin này có tiết diện chữ nhật chứ không phải tiết diện tròn. Ở đây thay đổi lưu lượng bằng cách thay đổi một thành trong để thay đổi tiết diện vòi phun.

Tuabin tác dụng kép còn có tên gọi là tuabin xung kích hai lần, hay tuabin Banki. Nó được dùng cho các trạm thủy điện cỡ nhỏ $N = (5 \div 100) \text{KW}$. $H = (6 \div 80) \text{m}$

9.10.4. Tuabin phản lực

Tuabin phản lực là hệ thống tuabin được sử dụng rộng rãi nhất, bao gồm phạm vi cột nước từ $(1,5 \div 600) \text{m}$.

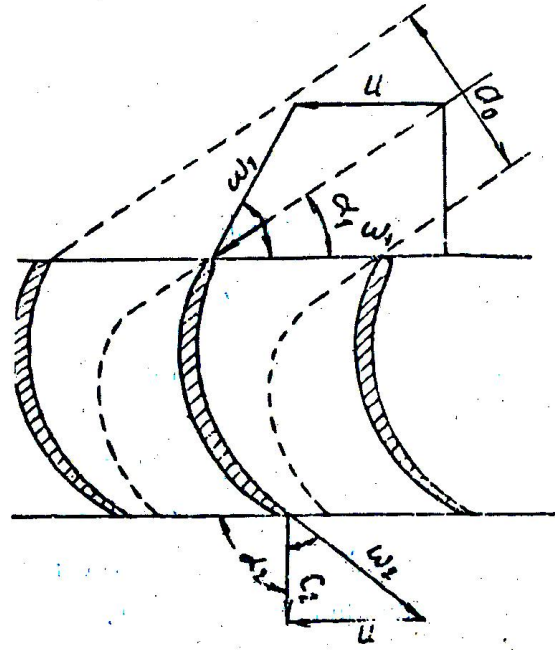
Trên hình 9.26 là sơ đồ phân dẫn dòng của các loại tua bin phản lực chính.

Trong tuabin phản lực dòng chảy đi từ thượng lưu, qua ống dẫn vào buồng dẫn, đi vào bánh công tác (nơi làm nhiệm vụ biến đổi thủy năng thành cơ năng) rồi theo ống hút đi ra hạ lưu. Phụ thuộc vào hướng dòng chảy của dòng nước đi qua bánh công tác mà chia tuabin phản lực thành nhiều loại: tuabin hướng trục (Hình 9.26a, b), tuabin tâm trục (Hình 9.26d), tuabin hướng chéo (Hình 9.26c).

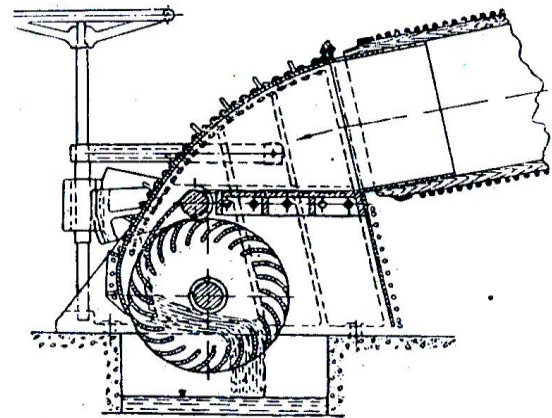
1. Tua bin hướng trục

Tuabin hướng trục là loại tuabin trong đó hướng chuyển động của dòng chảy trong phạm vi bánh công tác song song với trục quay tua bin (Hình 9.26 a, b).

Tuabin hướng trục có thể là loại cánh cố định hoặc là loại cánh điều chỉnh bánh công tác gồm nhiều cánh được gắn với bầu. Nếu cánh được gắn với bầu thì gọi là tuabin hướng trục cánh cố định (tuabin chong chóng). Nếu cánh có thể quay quanh trục cánh gắn thì gọi là tuabin hướng trục cánh điều chỉnh. Cánh có hình cong không gian, số cánh có thể từ 3 đến 9. Loại tuabin này có thể làm việc với cột nước $H = (1,5 \div 40) \text{m}$. Tua bin hướng trục cánh cố định thường dùng cho các trạm cỡ nhỏ và trung bình. Tuabin hướng trục cánh điều chỉnh được sử dụng cho cỡ trung bình và lớn. Tuabin hướng trục cánh điều chỉnh có hiệu suất cao trong phạm vi điều chỉnh rộng.

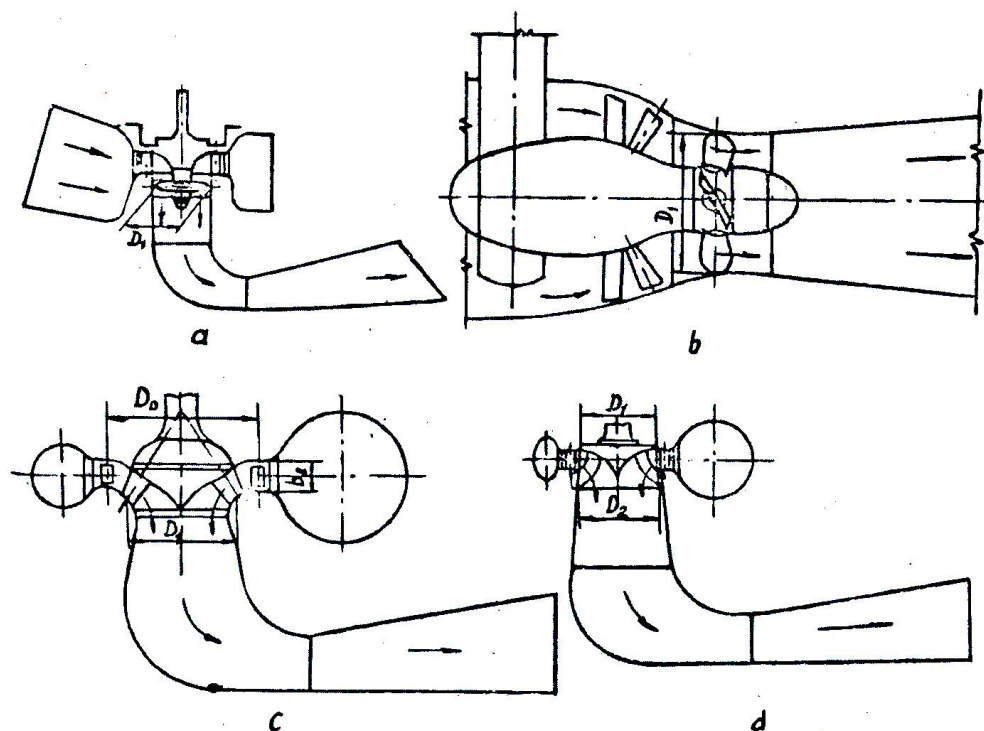


Hình 9.24. Tam giác vận tốc trong bánh công tác tua bin tia nghiêng



Hình 9.25. Sơ đồ tuabin xung kích hai lần

Tuy nhiên kết cấu của loại cánh điều chỉnh phức tạp vì cơ cấu điều chỉnh cánh nằm trong buồng bánh công tác.



Hình 9.26. Sơ đồ phân dẫn dòng của các loại tua bin phản lực

2. Tua bin tâm trục

Trong tuabin tâm trục, hướng của dòng chảy ở vùng bánh công tác ban đầu theo phương hướng tâm, sau đó chuyển sang phương song song với trục.

Tuabin này còn gọi là tuabin Francis. Nó được sử dụng rộng rãi trong các trạm có cột nước cao, $H = (30 \div 600)\text{m}$. Đối với các trạm nhỏ tuabin này có thể làm việc với cột nước $H > 4\text{m}$.

Bánh công tác của loại tuabin này hoàn toàn khác với loại tuabin hướng trục. Bánh công tác gồm hệ thống cánh gắn chặt với hai vành đĩa trên và dưới thành một khối cứng. Cánh có dạng cong không gian và số cánh có từ 12 đến 22.

Tuabin tâm trục có hiệu suất cao nhưng cánh cố định nên chỉ thích hợp với trạm có cột nước ít thay đổi (Hình 9.26d).

Tuabin tâm trục có cột nước cao nhất thế giới $H = 620\text{m}$ ở Khot-xen-van (Đức).

Ở nước ta các nhà máy thủy điện: Trị An, Hoà Bình, Ya Ly, Thác Mơ dùng tua bin tâm trục cỡ lớn và trung bình, còn trạm Ta Sa, Nà Ngần, Suối Cùn... dùng tuabin tâm trục cỡ nhỏ.

3. Tua bin hướng chéo

Để kết hợp ưu điểm của hai loại tuabin tâm trục và hướng trục cánh đi điều chỉnh, năm 1950 giáo sư Kviacopski (Liên Xô) và sau đó 2 năm, kỹ sư Derat (Anh) đã sáng chế ra một loại tuabin mới gọi là tuabin hướng chéo (Hình 9.26d).

Dòng chảy qua vùng bánh công tác của loại tuabin này có hướng tạo với trục quay một góc nào đó. Bầu cánh là hình nón. Bầu cánh chứa toàn bộ cơ cấu điều chỉnh cánh như bầu cánh của tuabin hướng trục cánh điều chỉnh.

Loại tuabin này làm việc trong phạm vi cột nước $H = (30 \div 150)\text{m}$. Nó có thể điều chỉnh cánh nên phạm vi điều chỉnh công suất có hiệu suất cao tương đối rộng so với tua bin tâm trục.

Ở Liên Xô cũ loại tuabin này chưa được sử dụng rộng rãi nhưng ở các nước khác, nhất là Nhật Bản thì loại tuabin này rất phát huy tác dụng.

9.10.5. Hiện tượng xâm thực trong tuabin

1. Hiện tượng xâm thực và tác hại của nó

Xâm thực là một hiện tượng hóa lý phức tạp xảy ra trên bề mặt phần dẫn dòng khi dòng chảy qua tuabin. Chúng ta sẽ không đi sâu vào quá trình biến đổi tính vật lý và các phản ứng hóa học của hiện tượng xâm thực, mà chỉ quan sát hiện tượng, tác hại của nó và nghiên cứu phương pháp ngăn chặn hiện tượng này đối với tuabin thủy lực.

Vậy hiện tượng xâm thực là gì?

Xâm thực là một chuỗi các chu trình xảy ra liên tiếp trong một khoảng thời gian cực ngắn khi có những phần tử chất lỏng trong dòng chảy biến đổi trạng thái từ lỏng sang hơi ở những vùng có áp suất nhỏ bằng áp suất bốc hơi.

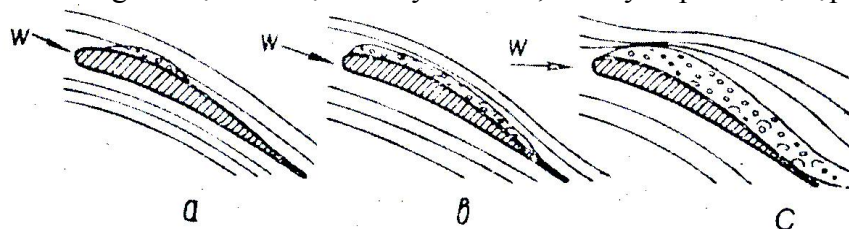
Ta đã biết chất lỏng có thể bốc hơi ở nhiệt độ bất kỳ nếu áp suất tại đó đạt giá trị áp suất bốc hơi. Ví dụ: nước có thể hóa ở nhiệt độ 100°C nếu áp suất xung quanh là 10,33m cột nước.

Nhưng nếu ở áp suất hạ xuống đến 1,26m cột nước thì nó có thể bốc hơi ở 50°C (Bảng 9.4).

Bảng 9.4

Nhiệt độ, $^{\circ}\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Áp suất bốc hơi P_{bh}/γ , m H ₂ O	0,06	0,12	0,24	0,43	0,72	1,26	2,03	3,18	4,18	7,12	10,33

Dòng chảy qua phần dẫn tuabin luôn thay đổi vận tốc và áp suất. Tại một số vùng nhất định áp suất sẽ hạ rất thấp đến giá trị áp suất bốc hơi. Dòng chảy đi qua tuabin, qua vùng áp suất đạt giá trị áp suất bốc hơi dưới dạng các bọt hơi nước và không khí. Các bọt đó bị cuốn vào vùng áp suất cao với thể tích của bọt khí, vì vậy các phần tử nước ở xung quanh tràn vào lấp chỗ trống với vận tốc cực lớn. Tại vùng trung tâm bọt khí các phần tử nước gặp nhau, va đập mạnh với nhau làm tăng áp suất ở trung tâm bọt khí. Theo thí nghiệm áp suất do các phần tử chất lỏng va đập ở trung tâm bọt khí đạt tới vài ngàn atmôphe và nhiệt độ do đó cũng tăng lên vào khoảng 230°C . Sau đó, vì sự va chạm mạnh ở trung tâm bọt khí các phần tử nước đó bị bắn trở ra, sau đó tiêu hao hết động năng và bị va đập với những phần tử xung quanh khác, lại quay trở lại trung tâm bọt khí lấp chỗ trống vừa tạo ra. Một chu kỳ kết thúc, chu kỳ tiếp theo lại lặp lại.



Hình 9.27. Xâm thực trên cánh bánh công tác tuabin

Như vậy: các phần tử nước va đập khi di chuyển vào trung tâm bọt khí, áp suất và nhiệt độ tăng... Các chu trình này lặp lại với tần số rất lớn, gần bằng tần số âm thanh. Dao động do hiện tượng xâm thực gây ra được truyền quan dòng chảy và trực tiếp hoặc gián tiếp đến bề mặt các chi tiết kim loại của phần dẫn dòng. Ban đầu các bề mặt của chi tiết bị xói mòn do va đập, do dao động sóng tần số cực lớn. Sau đó bề mặt chi tiết bị lỗi lổm lại càng tăng tốc độ phá hoại.

Ngoài ra trong quá trình xảy ra xâm thực luôn luôn kèm theo sự tăng nhiệt độ tức thời kèm theo các phản ứng hóa học tại các điểm bị công phá. Một trong những sản phẩm của các phản ứng hóa học là các loại axit. Các axit này làm tăng khả năng ăn mòn kim loại. Điều này được khẳng định bằng thực nghiệm. Nếu thay các chi tiết bằng gốm, thủy tinh đặc biệt thì sự phá hoại ít đi. Hiện tượng xâm thực trong tuabin không những phá hoại các chi tiết mà còn làm giảm hiệu suất tuabin, dẫn tới giảm công suất tuabin một cách đột biến. Ngoài ra, hiện tượng này còn gây ra tiếng ồn lớn, gây ra dao động, rung máy dẫn đến cong trục, vỡ ổ bi và phá hoại sự làm việc của cả tổ máy.

Ngoài ra, còn có thể xảy ra xâm thực ổ đĩa dưới của tuabin tâm trục, ở phần vào của buồng hút tuabin, ở mép vòi phun của tuabin gáo.

Để thiết lập phương trình biểu thị điều kiện xảy ra xâm thực trong vùng bánh công tác của tuabin ta giả thiết sẽ có mặt cắt x-x nào đó, gần mép ra 2-2 của bánh công tác, là một dòng nguyên tố của dòng chảy qua tuabin (Hình 9).

$$Z_x + \frac{P_x}{\gamma} + \frac{W_x^2}{2g} - \frac{U_x^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{W_2^2}{2g} - \frac{U_2^2}{2g} \sum h_{x-2} \quad (9.28)$$
$$Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{C_2^2}{2.g} = -Z_5 + \frac{P_5}{\gamma} + \frac{C_5^2}{2.g} + \sum h_{2-5} \quad (9.29)$$

Từ 3 biểu thức trên rút ra áp suất $\frac{P_x}{\gamma}$:

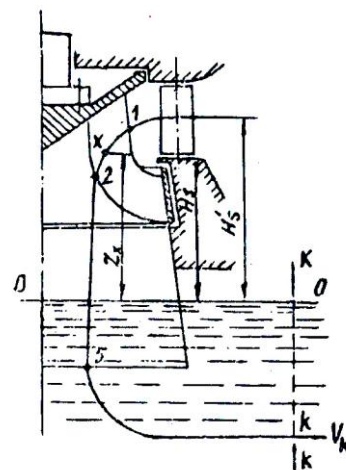
$$\begin{aligned} \frac{P_x}{\gamma} &= B - Z_x - \left(\frac{C_2^2 - C_5^2}{2.g} + \frac{W_x^2 - W_2^2}{2.g} + \frac{U_2^2 - U_x^2}{2.g} \right) - (\sum h_{x-2} + Z h_{2-5}) = \\ &= B - Z_x - \left(\frac{C_2^2 - C_5^2}{2.g} + \frac{W_x^2 - W_2^2}{2.g} + \frac{U_2^2 - U_x^2}{2.g} \right) + \sum h_{x-5} \end{aligned} \quad (9.30)$$

Nhóm các số hạng:

Độ chân không thủy động của tuabin σ_H phụ thuộc vào chế độ làm việc của tuabin. Rút ra:

$$\sigma = \frac{\frac{C_2^2 - C_5^2}{2.g} + \frac{W_x^2 - W_2^2}{2.g} + \frac{U_2^2 - U_x^2}{2.g} - \sum h_{x-5}}{H} \quad (9.31)$$

ng tác, nơi sẽ xảy ra áp suất thấp. Xét



189

Ta xét trường hợp xảy ra xâm thực thì áp suất tại điểm x bằng áp suất bốc hơi (P_{bh} / γ) có thể xác định chiều cao hút lý thuyết nhỏ nhất bằng biểu thức sau:

$$Z_x = B - \frac{P_{bh}}{\gamma} - \sigma H \quad (9.32)$$

Như vậy chiều cao hút cơ bản phụ thuộc vào hệ số xâm thực σ , cột áp H , áp suất khí trời B và nhiệt độ của nước.

Để nghiên cứu sự phụ thuộc của hệ số xâm thực vào chủng loại tuabin và vào chế độ làm việc của nó ta biến đổi lại lượng cân không thủy động như sau:

- Vận tốc ở cửa ra của ống hút C_5 rất nhỏ so với vận tốc tại cửa ra tuabin C_2 , coi $\frac{C_5^2}{2g} \approx 0$

- Biến đổi cụm số hạng $C_2^2 + U_2^2 - W_2^2$ như sau:

$$C_2^2 + U_2^2 - W_2^2 = C_{m2}^2 + C_{u2}^2 + U_2^2 - U_2^2 + 2C_{u2}U_2 - C_{u2}^2 - C_{m2}^2 = 2C_{u2}U_2$$

Thay vào biểu thức (9.16) ta có:

$$\sigma H = \frac{W_x^2 - U_x^2}{2g} + \frac{U_2 C_{u2}}{g} - \sum h_{x-5} \quad (9.33)$$

Từ biểu thức (9.33) ta thấy: khi thay đổi chế độ làm việc của tuabin thì hệ số xâm thực tuabin σ thay đổi, phụ thuộc vào lưu lượng (đối với các tuabin thực làm việc ở trạm). Điều này thể hiện qua số hạng W_x . Khi lưu lượng tăng, hệ số xâm thực σ tăng. Mặt khác muốn giảm hệ số xâm thực thì cần tăng tổn thất h_{x-5} trong ống hút. Như vậy cùng một lúc không thể nâng cao chất lượng của tuabin về xâm thực và năng lượng.

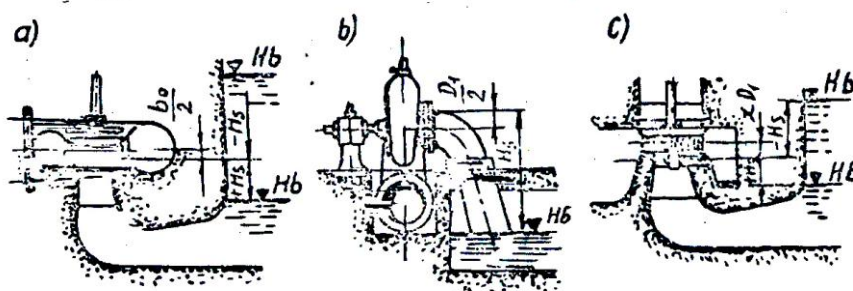
Hệ số xâm thực σ phụ thuộc vào loại tuabin, nghĩa là phụ thuộc vào số vòng quay đặc trưng. Đối với tuabin hướng trục thì σ lớn, tuabin tâm trục σ nhỏ hơn.

Trong quá trình thiết kế tuabin cần phải đánh giá được khả năng chống xâm thực của tuabin bằng lý thuyết. Nhưng việc tính toán σ có thể gần đúng cho chế độ tính toán, còn ở các chế độ khác thì không thể tính toán σ .

Để xác định hệ số xâm thực thì phải dựa vào kết quả thực nghiệm. Ta sẽ làm quen với băng thử dùng thí nghiệm xâm thực và các phương pháp tính toán σ từ thực nghiệm ở chương sau.

3. Chiều cao hút và các biện pháp chống xâm thực

* Chiều cao hút



Đối với tuabin nằm ngang H_s là khoảng cách từ điểm cao nhất của ống hút tới mực nước hạ lưu.

Nếu mực nước hạ lưu Δ^{HL} thấp hơn các điểm quy ước trên thì chiều cao hút dương ($+H_s$). Nếu mực nước hạ lưu cao hơn các điểm quy ước trên thì chiều cao hút âm ($-H_s$).

Chiều cao hút H_s tính toán cho các trạm như sau:

Trong điều kiện nhiệt độ bình thường ($15^0 \div 30^0$) thì áp suất bốc hơi nằm trong khoảng 0,18 đến 0,43m H_2O . Ta chọn $P_{bh} / \gamma = 0,33m H_2O$. Áp suất khí trời là 10,33m H_2O , nó phụ thuộc vào độ cao công trình so với mực nước biển. Từ biểu thức (9.32), thay Z_x bằng H_s ta có:

$$H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - (\sigma + \Delta\sigma)H \quad (9.34)$$

$$\text{Hay} \quad H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - K\sigma H$$

Trong đó: ∇ - độ cao của công trình so với mực nước biển

K và $\Delta\sigma$ - hệ số dự trữ (hệ số an toàn)

Chọn: $K = (1.05 \div 1.1)$. Còn $\Delta\sigma$ chọn theo cột áp H tuabin (Hình 9.31).

Khi tính toán chiều cao hút H_s cần chú ý đảm bảo đúng khoảng cách như đã quy ước ở hình 9.30. Trong một số tài liệu cũ có thể gặp sai lệch so với quy ước này. Ví dụ, có thể lấy chiều cao hút của tuabin đặt ngang là khoảng cách từ hạ lưu đến trục tuabin. Khi tính toán ta phải tính thêm khoảng $D_1/2$ là khoảng sai lệch so với quy ước. Vậy công thức lúc này sẽ là:

$$H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - K\sigma H - \frac{D_1}{2}$$

Hoặc, đối với tuabin đặt đứng nếu lấy H_s là khoảng cách từ tâm cánh hướng đến hạ lưu thì khi tính toán phải thêm khoảng $\frac{b_0}{2}$ (b_0 : chiều cao cánh hướng). Vậy công thức H_s sẽ là:

$$H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - K\sigma H + \frac{b_0}{2}$$

Để đảm bảo cho tuabin làm việc không xảy ra xâm thực thì chiều cao hút của tổ máy phải nhỏ hơn hoặc bằng giá trị H_s được xác định theo công thức (9-34), gọi là chiều cao hút cho phép.

$$H_{STM} \leq 10 - \frac{\nabla}{900} - K\sigma H \quad (9.35)$$

Từ công thức (3.8) này ta tính toán được hệ số xâm thực tổ máy:

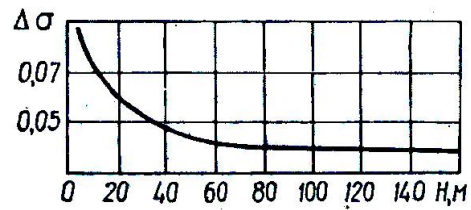
$$\sigma_{TM} = \frac{10 - \frac{\nabla}{900} - H_{STM}}{H} \quad (9.36)$$

Hệ số xâm thực tổ máy phụ thuộc vào các thông số của trạm như: Cao trình ∇ , cột áp tuabin H , và chiều cao hút thực tế của tổ máy H_{TSM} .

Hệ số xâm thực tổ máy σ_{TM} khác với hệ số xâm thực của tuabin σ là σ_{TM} phụ thuộc vào chế độ kích thước, hình dáng của tuabin, hệ số xâm thực tổ máy σ_{TM} bao giờ cũng lớn hơn hệ số xâm thực σ của tuabin.

* Biện pháp chống xâm thực

Hiện tượng xâm thực xuất hiện cùng với việc tăng vận tốc của dòng chảy tuabin. Đầu tiên chỉ là điểm, vùng nhỏ, sau đó phát triển thành vùng lớn hơn. Trong lúc vận hành không cho phép



Hình 9.31. Quan hệ $\Delta\sigma = f(H)$

xuất hiện xâm thực với cường độ lớn. Bởi vì khi đó hiệu suất và công suất của tuabin giảm đột ngột, kèm theo hiện tượng rung động mạnh, ồn, các chi tiết ở vùng bị xâm thực bị phá hoại.

Tuy nhiên trong thực tế, nếu yêu cầu tuabin làm việc không xảy ra xâm thực có thể là không kinh tế, vì phải đặt sâu tuabin, làm tăng khối lượng đào đắp của công trình. Do đó, có thể cho phép tuabin làm việc ở một số chế độ có công suất lớn xảy ra xâm thực cho từng bộ phận nhỏ mà không ảnh hưởng nhiều đến hiệu suất của tuabin. Trong trường hợp này người thiết kế tuabin có thể tăng độ dày các chi tiết, hoặc dùng vật liệu tốt hơn, hoặc có kết cấu tháo lắp cho các chi tiết bị xâm thực để có thể hàn đắp trong khi sửa chữa.

Khi thiết kế tuabin cần chọn hệ số xâm thực của tuabin càng nhỏ càng tốt (để giảm tiền đầu tư xây dựng nhà máy). Mặt khác cần chọn vật liệu thích hợp có khả năng chống xâm thực. Trong vận hành, nếu phát hiện thấy có hiện tượng xâm thực làm cho tuabin làm việc không bình thường có thể khắc phục bằng biện pháp:

Bơm không khí có áp suất lớn hơn áp suất khí trời vào buồng hút, càng gần mép ra của bánh công tác càng tốt.

Có thể tăng tổn thất trong buồng hút để nâng áp suất trong vùng bánh công tác.

Nói chung cả hai biện pháp trên đều không kinh tế, dẫn tới giảm hiệu suất tuabin.

9.10.6. Máy phát điện và các thiết bị điện

Thông thường, các tuabin nước có tốc độ thấp. Vì thế các máy phát điện kéo bằng tuabin nước cũng có tốc độ rất thấp. Các máy này thường có nhiều đôi cực, trục ngắn, đường kính lớn, chế tạo theo kiểu cực lõi. Tùy theo thể loại, và tùy theo tốc độ của tua bin nước, các máy này có thể được đặt đứng hay nằm ngang. Đối với những máy phát điện nhỏ, có đường kính ngoài nhỏ hơn 1 m, mạch từ của stator chỉ là một khối hình xuyên làm bằng các lớp lá thép kỹ thuật điện có sơn cách điện ghép lại. Đối với các máy có đường kính lớn hơn 1 m, thường phải làm từ nhiều khối dạng vòng cung. Rotor của máy phát điện thường làm bằng nhiều khối thép rèn ghép lại với nhau thành nhiều cực từ. Trên mỗi cực từ có các cuộn dây kích thích quấn tập trung.

1. Lựa chọn máy phát điện thủy lực (MPĐ)

* Ký hiệu máy phát điện

(Ký hiệu Liên Xô) và các thông số cơ bản của máy phát điện cỡ lớn.

Theo ký hiệu Liên Xô, các thông số cơ bản của máy phát điện thủy lực được biểu thị như sau: phần chữ in biểu thị kiểu trục của máy phát điện; phần chữ số biểu thị đường kính lõi thép từ hữu hiệu (cm); chiều cao lõi thép từ hữu hiệu L_t (cm); số đôi cực từ 2p.

Ví dụ:

CB 550/150 - 36 biểu thị như sau:

CB - trục đứng, đồng bộ ba pha;
550 - đường kính lõi thép từ hữu hiệu (cm);
150 - chiều cao lõi thép từ hữu hiệu L_t (cm);
36 - số đôi cực từ của máy phát

D_1 - đường kính ngoài stator;

D_2 - đường kính ngoài của máy làm nguội không khí;

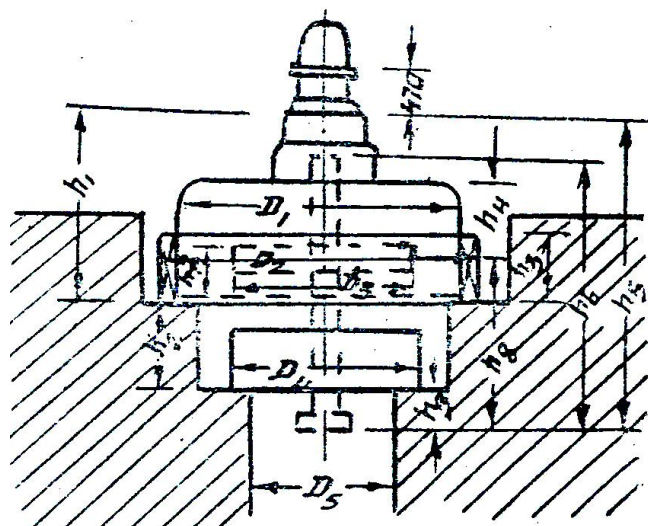
D_3 - đường kính rôto;

D_4 - đường kính ngoài giá đỡ dưới;

D_5 - đường kính hàm tuabin;

h_1 - chiều cao từ nền xtato đến đỉnh máy kích từ;

h_2 - chiều cao từ nền giá đỡ dưới đến nền xtato;



Hình 9.32. Các kích thước chính của máy phát điện trục đứng cỡ lớn

- h_3 - chiều cao stato;
- h_4 - chiều cao giá đỡ trên;
- h_5 - chiều cao chung của máy phát điện;
- h_6 - chiều dài trục;
- h_7 - chiều cao lớn nhất của rôto;
- h_8 - chiều cao từ mặt xích trục đến trung tâm lõi thép từ hữu hiệu;
- h_9 - chiều cao mặt xích dưới đến giá đỡ dưới;
- h_{10} - chiều cao giá đỡ dưới;

2. Xác định các thông số cơ bản của MPĐ

Các thông số cơ bản của MPĐ bao gồm công suất biểu kiến S , số vòng quay n , tần suất dòng điện f , hiệu suất η_{mf} , hệ số công suất $\cos \varphi$, điện áp U .

Công suất biểu kiến S của MPĐ được tính theo công thức:

$$S = \frac{N_T}{\eta_{mf} \cos \varphi} \text{ (KVA)}$$

. η_{mf} là hiệu suất MPĐ, cho trong các bảng tra MPĐ do cơ sở chế tạo cung cấp. Trong tính toán sơ bộ ban đầu có thể lấy $\eta_{mf} = 0.92 \div 0.94$ cho các máy phát điện nhỏ, $\eta_{mf} = 0.95 \div 0.98$ cho các máy phát điện lớn, lấy giá trị η_{mf} thiên lớn cho các MPĐ lớn.

. $\cos \varphi$ là hệ số công suất của MPĐ, được lấy như sau;

- + $\cos \varphi = 0.8$ với các MPĐ có $S < 125 \text{ MVA}$,
- + $\cos \varphi = 0.85$ với các MPĐ có $S = (125 - 360) \text{ MVA}$,
- + $\cos \varphi = 0.9$ với các MPĐ có $S > 360 \text{ MVA}$,

. Điện áp của MPĐ (hay điện áp stato) được lấy theo giá trị S như sau:

- + $S < 20 \text{ MVA} \rightarrow U = 6.3 \text{ KV}$;
- + $S = (20 - 50) \text{ MVA} \rightarrow U = 10.5 \text{ KV}$;
- + $S = (50 - 150) \text{ MVA} \rightarrow U = 13.8 \text{ KV}$;
- + $S = (150 - 500) \text{ MVA} \rightarrow U = 15.75 \text{ KV}$;
- + $S > 500 \text{ MVA} \rightarrow U = 18.0 \text{ KV}$;

Ở một số nước còn có U đến 21, 24 và 27KV,

. Tần số dòng điện f : Tần số dòng điện của MPĐ xoay chiều 3 pha ở nước ta quy định là $f = 50 \text{ Hz}$. Một số vùng và quốc gia quy định $f = 60 \text{ Hz}$ hoặc 33 Hz .

. Số vòng quay của MPĐ, n : Phụ thuộc vào số vòng quay của tuabin, khi MPĐ và tua bin nối đồng trục thì số vòng quay của tuabin cũng chính là số vòng quay của MPĐ, quan hệ giữa n và f theo công thức sau:

$$N = 60f/p \text{ (v/ph)}, \text{ Với } p \text{ là số đôi cực của MPĐ:}$$

* Xác định các kích thước cơ bản của MPĐ:

Các kích thước cơ bản của MPĐ được xác định qua hai thông số cơ bản là công suất biểu kiến S và số vòng quay n . Từ hai thông số này, dựa vào các tài liệu về MPĐ, ta chọn được MPĐ với kiểu và các thông số cơ bản tương ứng, hoặc chọn MPĐ và hiệu chỉnh. Tốt nhất là chọn được MPĐ đã chế tạo sẵn, nếu không có thì phải thiết kế MPĐ mới để chế tạo.

a. Chọn máy biến áp MBA

Trong nhà máy thủy điện (NMTĐ), MBA là thiết bị làm tăng điện áp của MPĐ lên điện áp cao của đường dây tải điện. Cấp điện áp của đường dây phụ thuộc vào khoảng cách và công suất truyền tải cũng như điện áp của hệ thống nơi chúng được đấu nối. Hiện nay, cấp điện áp của hệ thống truyền tải Việt Nam là 110, 220 và 500KV.

Dựa vào công suất MPĐ và sơ đồ nối điện để lựa chọn MBA phù hợp

Khi chọn MBA cần lưu ý: So với nhóm MBA một pha cùng cỡ (gồm 3 MBA) thì MBA 3 pha có kích thước nhỏ hơn và rẻ hơn. Tuy nhiên tải trọng của khối vận chuyển cần thiết của MBA 3 pha là lớn hơn. Do vậy đôi khi do khả năng vận chuyển phải dùng MBA 1 pha (với công suất mỗi

pha bằng 1/3 công suất loại 3 pha). Hiện nay đã có loại MBA 3 pha có thể tách rời thành 3 hoặc 3 khối để thuận tiện trong vận chuyển và lắp ráp, dùng loại MBA đặc biệt này đắt hơn MBA 3pha nhưng rẻ hơn dùng MBA một pha (3 cái) cùng công suất.

Chọn MBA theo catalogue đã có và lập bảng về thông số và kích thước của MBA đã chọn.

b. Chọn thiết bị nâng ở cửa lấy nước và tại NMTĐ

Thiết bị nâng ở TTĐ được dùng để nâng hạ cửa van và lưới chắn rác ở cửa lấy nước, cửa van (hoặc phai) sau ống hút, lắp ráp và sửa chữa các thiết bị trong NMTĐ. Thiết bị nâng thường có 3 loại: Cần trục chân dê, cần trục cầu và pa lăng điện (hoặc tay), trong một trường hợp còn dùng tời điện hoặc máy nâng thủy lực. Theo tải trọng tính toán từ trọng lượng vật nâng lớn nhất (không thể tháo rời) cần nâng hạ hoặc di chuyển, tra trong tài liệu chọn thiết bị để chọn thiết bị nâng phù hợp với từng vị trí và điều kiện làm việc cụ thể. Khi lựa chọn cần lưu ý những vấn đề sau:

* **Thiết bị nâng ở cửa lấy nước:** Khi chỉ có một hoặc hai cửa lấy nước thì nên sử dụng các thiết bị độc lập đặt cố định cho từng cửa riêng biệt, có thể dùng tời, pa lăng, cần trục hoặc máy nâng thủy lực. v...v..

- Khi số cửa lấy nước nhiều thì tốt hơn hết là dùng cần trục kiểu chân dê hoặc cần trục cầu di động dùng chung cho toàn bộ cửa lấy nước TTĐ. Với các van đóng nhanh (van sự cố – sửa chữa) thường phải có thiết bị đóng mở tự động riêng, có thể điều khiển từ xa và tại chỗ. Thiết bị đóng mở cố định này thường là tời điện hoặc máy nâng thủy lực.

* **Thiết bị nâng trong NMTĐ:** Thiết bị nâng chính trong NMTĐ là cầu trục phục vụ cho lắp ráp và sửa chữa tổ máy. Với những tổ máy lớn thường phải dùng cầu trục kép (2 cái) do tải trọng yêu cầu vượt quá khả năng làm việc của loại cần trục lớn nhất trong bảng tra. Trong trường hợp này tải trọng tính toán cần tăng thêm 10% do phải có dầm liên kết 2 cần trục. Nhịp của cần trục lấy phụ thuộc vào kích thước chiều rộng cửa NMTĐ.

* **Thiết bị nâng ở cửa ra ống hút:** Thiết bị nâng cửa van hạ lưu thường là cần trục chân dê khi tải trọng lớn, số cửa van nhiều hoặc dùng tời, pa lăng khi tải trọng nhỏ, số cửa van ít.

Câu hỏi ôn tập

- 9.1. Trình bày nguyên lý, biện pháp khai thác thủy năng và phân loại công trình thủy điện.
- 9.2. Trình bày khái quát thành phần công trình (có thể có) của các kiểu trạm thủy điện.
- 9.3. Nêu các thông số của dòng chảy và Tuabin nước.
- 9.4. Có mấy cách phân loại Tuabin? nêu phạm vi sử dụng của các loại Tuabin.
- 9.5. Nêu hiện tượng xâm thực trong Tuabin. Viết công thức xác định chiều cao hút tính toán cho các Trạm thủy điện.
- 9.6. Nêu cách lựa chọn máy phát điện và các thiết bị điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Giáo trình:

- [1] Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Viện Khoa học Thủy lợi (2005). *Sổ tay kỹ thuật thủy lợi - Phần II tập I*. NXB Nông nghiệp.
- [2] Bộ Thủy lợi (1986). *Sổ tay kỹ thuật thủy lợi tập I, II, III, IV*. NXB Nông nghiệp.
- [3] *Chiến lược quốc gia về tài nguyên nước đến năm 2020*.
- [4] GS-TS Hà Văn Khối (2005). *Giáo trình qui hoạch và quản lý tài nguyên nước*. NXB Nông nghiệp. Hà Nội.
- [5] PGS-TS Hoàng Văn Huệ và cộng sự (1996). *Cấp thoát nước*. NXB Khoa học Kỹ thuật.
- [6] PGS-TS Hồ Sỹ Dụ (2003). *Công trình trạm thủy điện*. NXB Xây dựng. Hà Nội.
- [7] Ngô Trí Viêng và cộng sự (1998). *Thủy công tập I, tập II*. NXB Nông nghiệp. Hà Nội.
- [8] Nguyễn Duy Hạnh - Nguyễn Duy Thiện (1987). *Trạm thủy điện nhỏ và vừa*. NXB Xây dựng.
- [9] Nguyễn Đình Huân, Nguyễn Lan Phương (2007). *Cấp thoát nước*. Đại học Đà Nẵng.
- [10] Nguyễn Thanh Sơn (2005). *Đánh giá tài nguyên nước Việt nam*. NXB Giáo dục.
- [11] Phan Trường Phiệt (1976). *Tính toán nền các loại công trình thủy lợi theo trạng thái giới hạn*. NXB Nông thôn.
- [12] *Luật bảo vệ môi trường (2005)*.
- [13] *Luật tài nguyên nước (1998)*.
- [14] Phan Trường Phiệt (2001). *Áp lực đất và tường chắn đất*. NXB Xây dựng.
- [15] Trần Công Duyên và cộng sự (1992). *Thủy công*. NXB Nông nghiệp. Hà Nội.
- [16] Trần Văn Cờ (1980). *Thủy công tập I, tập II, tập III*.
- [17] Nguyễn Thượng Bằng - Hoàng Đình Dũng - Vũ Hữu Hải (2000). *Thủy năng và điều tiết dòng chảy*. NXB Xây dựng. Hà Nội.
- [18] Trường Đại học Thủy lợi (1972). *Thủy nông tập I, tập II*.
- [19] Trường Đại học Thủy lợi (2005). *Tua bin thủy lực*. NXB Xây dựng. Hà Nội.
- [20] Trường Đại học Thủy lợi (2006). *Qui hoạch thiết kế hệ thống thủy lợi tập I, tập II*.
- [21] Trường Đại học Xây dựng (2005). *Hướng dẫn đồ án nhà máy thủy điện*. NXB Xây dựng.

Các tiêu chuẩn hiện hành của Nhà nước:

Nghị định số: 12/2009/NĐ-CP ngày 10/02/2009 của Chính phủ về *Quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình*.

22 TCN 272-05 *Tiêu chuẩn thiết kế cầu*.

TCXDVN 285:2002 *Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế*.

TCVN 2737:1995 *Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế*.

TCN 200-1989 *Quy trình thiết kế công trình và thiết bị phụ trợ thi công cầu*.

TCVN 4253-86 *Nền công trình thủy công - Tiêu chuẩn thiết kế*.

TCVN 4116-85 *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công - Tiêu chuẩn thiết kế*.

TCVN 4118-85 *Hệ thống kênh tưới - Tiêu chuẩn thiết kế*.

14 TCN 7-85 (QPTL C.8.76) *Quy phạm tính toán thủy lực đập tràn.*

14TCN 28-85 (QPTL C.1.78) *Quy phạm tải trọng và lực tác dụng lên công trình thủy lợi (do sóng và tàu).*

14TCN 30-85 (QPTL .C3.75) *Quy phạm thiết kế các kết cấu gạch đá, gạch đá cốt thép.*

14TCN 35-85 (HDTL.C.4.76) *Hướng dẫn thiết kế tường chắn công trình thủy lợi.*

TCN 10-85 *Quy phạm tính toán các đặc trưng thủy văn thiết kế.*

14TCN 56-88 *Thiết kế đập bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế.*

QPTL 11.77 *Quy phạm thiết kế đập đất đầm nén.*

QPTL C.5.75 *Quy phạm thiết kế tầng lọc ngược công trình thủy công.*

TCXD 57-73 *Thiết kế tường chắn các công trình thủy công.*

Tài liệu tham khảo (cho các phần Ngọc Nhuận viết):

Các tiêu chuẩn hiện hành của Nhà nước:

Giáo trình và các tài liệu khác:

- Bộ môn thủy công, Trường Đại học thủy lợi (19..), *Giáo trình thủy công tập I,II*. NXB nông thôn.

- Bộ Thủy lợi, Trường Trung học thủy lợi (1992), *Giáo trình thủy công*. NXB Nông Nghiệp.

- Chưa tên (1987), *Thiết kế cầu cống nhỏ trên đường ô tô*. Nhà máy in sách KHKT.

Tài liệu tham khảo (cho các phần mà Quốc Trinh viết):

[1] PGS-TS Hoàng Văn Huệ và cộng sự (1996). *Cấp thoát nước*. NXB Khoa học Kỹ thuật.

[2]. GS-TS Hà Văn Khôi (2005). *Giáo trình qui hoạch và quản lý tài nguyên nước*. NXB Nông nghiệp - Hà Nội

[3] Nguyễn Thanh Sơn (2005). *Đánh giá tài nguyên nước Việt nam*. NXB Giáo dục.

[4] Trường Đại học Thủy lợi (2006). *Qui hoạch thiết kế hệ thống thủy lợi tập I*.

[5]. Luật tài nguyên nước (1998).

[6]. Chiến lược quốc gia về tài nguyên nước đến năm 2020.

[7]. Luật bảo vệ môi trường (2005)

[1] PGS-TS Hoàng Văn Huệ và cộng sự (1996). *Cấp thoát nước*. NXB Khoa học Kỹ thuật.

[2]. GS-TS Hà Văn Khôi (2005). *Giáo trình qui hoạch và quản lý tài nguyên nước*. NXB Nông nghiệp - Hà Nội

[3] Nguyễn Thanh Sơn (2005). *Đánh giá tài nguyên nước Việt nam*. NXB Giáo dục.

[4] Trường Đại học Thủy lợi (2006). *Qui hoạch thiết kế hệ thống thủy lợi tập II*.

[5]. Luật tài nguyên nước (1998).

[6]. Chiến lược quốc gia về tài nguyên nước đến năm 2020.

[7]. Luật bảo vệ môi trường (2005)

[8]. Nguyễn Đình Huân, Nguyễn Lan Phương (2007), *Cấp thoát nước*, ĐH Đà Nẵng