

LỜI GIỚI THIỆU

Nước ta là một nước đang phát triển, năng lượng bình quân đầu người còn thấp so với nhiều nước trong khu vực. Để duy trì được tốc độ tăng trưởng GDP bình quân hàng năm trên 7% như hiện nay thì nhu cầu điện năng hàng năm cũng phải tăng trung bình tương ứng khoảng 14%. Đó là một nhiệm vụ hết sức nặng nề đối với ngành điện lực trong nhiều thập kỷ tới.

Với đặc điểm của nước ta là một nước nhiệt đới gió mùa mưa nhiều, nguồn nước mặt của các sông suối dồi dào, tiềm năng thủy điện phong phú (Trữ năng lý thuyết khoảng 271.3 tỷ KWh/năm, trữ năng kinh tế - kỹ thuật của 10 hệ thống sông lớn khoảng 88,6 tỷ KWh/năm) thì việc ưu tiên phát triển thủy điện phải là một hướng quan trọng trong chiến lược phát triển của ngành điện lực.

Trong công tác nghiên cứu, thiết kế, xây dựng và vận hành các công trình thủy lợi, thủy điện cũng như trong công tác đào tạo rất cần những cuốn sổ tay để tra cứu. Đáng tiếc rằng cuốn sổ tay thuộc lĩnh vực thủy điện đến nay vẫn còn chưa có đầy đủ.

Để đáp ứng được những yêu cầu đòi hỏi cấp thiết đó theo sự phân công của Ban biên tập “ sổ tay kỹ thuật thủy lợi” chúng tôi biên soạn tập 6 phần 2 của bộ sổ tay với tên gọi là “Công trình trên tuyến năng lượng và thiết bị thủy điện” nhằm phục vụ việc tra cứu và tham khảo cho các kỹ sư, kỹ thuật viên làm công tác khảo sát, quy hoạch, thiết kế, thi công, quản lý vận hành các công trình thủy điện, đồng thời cũng là tài liệu tham khảo bổ ích cho giảng viên, sinh viên ngành thủy lợi thủy điện của các trường đại học, cao đẳng và trung học chuyên nghiệp.

Nói chung, công việc nghiên cứu thiết kế một công trình thủy điện bao gồm ba nội dung sau:

- 1- Tính toán thủy năng, xác định các thông số cơ bản của TTĐ
- 2- Thiết kế các hạng mục công trình gồm: công trình đầu mối, Các công trình trên tuyến năng lượng và nhà máy thủy điện.
- 3- Chọn thiết bị cho TTĐ.

Song vì khối lượng hạn chế tập sách nên chúng tôi chỉ hạn chế cuốn sách trong một số nội dung sau đây:

Các công trình trên tuyến năng lượng và nhà máy thủy điện .

Thiết bị thủy điện .

Phân tính toán thủy năng độc giả có thể tham khảo phân tính toán điều tiết dòng chảy trong tập . . .

Về công trình đầu mối gồm đập dâng nước và công trình xả lũ có thể tham khảo trong tập 2, phần 2.

Phần cửa van cho công trình đầu mối có thể xem tập . . .

Còn một số phần khác chưa có điều kiện giới thiệu trong sổ tay này, rất mong được độc giả thông cảm và tìm đọc trong các tài liệu tham khảo khác.

Tập 6 do PGS.TS Phan Kỳ Nam chủ biên và viết chương 2 , PGS.TS Nguyễn Duy Hạnh viết chương 1 và 3; TS Huỳnh Tấn Lượng viết chương 4; PGS.TS Đỗ Văn Chiêu viết chương 6, các tiết 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 của chương 5 và các tiết 8.5, 8.6, 8.7, 8.8, 8.9 của chương 8; PGS.TS Hoàng Đình Dũng viết chương 9, các tiết 5.8, 5.9 của chương 5 và các tiết 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 của chương 8; TS Hoàng Văn Thắng viết chương 7; KSCC Lê Gia Tài viết chương 10.

Đây là cuốn sổ tay được biên soạn lần đầu trong điều kiện thời gian ngắn, tài liệu tham khảo hạn chế. Các hệ loại và các đường đặc tính của turbin của các nước sản xuất(Trừ CHLB Nga) không được giới thiệu rộng rãi nên không có điều kiện để tổng hợp giới thiệu. Trung Quốc có rất nhiều cơ sở sản xuất thiết bị turbin nhưng cũng chưa được hệ thống hoá và giới thiệu đầy đủ các đường đặc tính tổng hợp của chúng. Đó là các khó khăn mà các tác giả của cuốn sách này gặp phải và điều đó đã hạn chế những thông tin về thiết bị đầy đủ cung cấp cho độc giả.

Vì những lý do trên, chúng tôi chỉ đưa vào trong cuốn sách này bộ đường đặc tính tổng hợp chính của các turbin CHLB Nga là bộ đường đặc tính tổng hợp có đầy đủ nhất mà chúng tôi thu thập được. Trong hoàn cảnh thiếu thông tin ngày nay về các loại turbin do các nước khác sản xuất, chúng ta có thể tạm coi bộ đường đặc tính tổng hợp của CHLB Nga là

các đường đặc tính đại diện cho các đường đặc tính của turbin cùng hệ loại có điều kiện làm việc giống nhau(Cột nước và công suất của turbin gần như nhau) để tính toán. Mong rằng, sau này các tác giả khác sẽ sưu tầm được những tài liệu phong phú hơn bổ sung cho nguồn tài liệu tham khảo trong lĩnh vực thiết bị Thủy Điện của chúng ta.

Tập thể tác giả chân thành cảm ơn PGS.TS Hồ Sỹ Dự, PGS.TS Lê Danh Liên, TS..... Thu, TS Ngô Quốc Trung đã góp nhiều ý kiến quý báu cho việc hoàn thiện tập sách này.

Vì thời gian ngắn, thiếu những thông tin cập nhật và trình độ người viết có hạn nên chắc chắn cuốn sách này còn thiếu sót. Tập thể tác giả rất mong nhận được sự góp ý của các đồng nghiệp và bạn đọc. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về Ban Biên Tập để chúng tôi có thể tiếp tục bổ sung và sửa chữa . Xin chân thành cảm ơn.

Các tác giả

Mục Lục

MỤC LỤC.....	1
CHƯƠNG 1.....	8
Công trình lấy nước, bể lắng cát, đường dẫn nước, bể áp lực của trạm thủy điện	Error!
Bookmark not defined.	
1.2. CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC.....	10
1.2.1. Tác dụng và yêu cầu của cửa lấy nước	10
1.2.1.1. Tác dụng.....	10
1.2.1.2. Yêu cầu của cửa nước	10
1.2.2. Phân loại cửa lấy nước	10
1.2.3. Cửa lấy nước có áp	11
1.2.3.1. Các thiết bị đặt trong cửa lấy nước	11
1.2.3.2. Hình dạng, cấu tạo cửa lấy nước có áp	13
1.1.4.2. Phân loại và hình dạng cửa lấy nước không áp.....	17
1.2.5. Các tính toán trong thiết kế cửa lấy nước	19
1.2.5.1. Yêu cầu tính toán và chọn hình dạng cửa lấy nước	19
1.2.5.2. Đường viền miệng cửa lấy nước và trụ pin	19
1.2.5.3. Tính toán tổn thất thủy lực cửa lấy nước	21
1.2.5.4. Tính toán thủy lực cửa lấy nước không áp.....	23
1.3. bể lắng cát	24
1.3.1. Tác dụng của bể lắng cát	24
1.3.2. Vị trí bể lắng cát.....	24
1.3.3. Nguyên lý làm việc của bể lắng cát.....	24
1.3.4. Cấu tạo bể lắng cát	25
1.3.4.1. Phần cửa vào.....	25
1.3.4.2. Phần lắng cát chính.....	25
1.3.5. Các kiểu bể lắng cát.....	26
1.3.5.1. Bể lắng cát xói rửa định kỳ.....	26
1.3.5.2. Bể lắng cát xói rửa liên tục	26
1.3.6. Tính toán các kích thước cơ bản của bể lắng cát	27
1.3.6.1. Chiều rộng và chiều sâu bể lắng cát	27
1.3.6.2. Chiều dài bể lắng cát	27
1.3.6.3. Vận tốc chìm và khả năng tải cát.....	28
1.3.6.4. Chọn số khoang bể lắng cát.....	28
1.3.6.5 Thời gian lắng đáy dung tích chết và thời gian tháo rửa.....	28
1.3.6.6. Thời gian tháo rửa bể lắng cát tháo rửa định kỳ	29
1.3.6.7. Kiểm tra các cao trình và độ sâu bể lắng cát (hình 1.29)	30
1.5. Bể áp lực	35
1.5.1. Tác dụng của bể áp lực.....	35
1.5.1. Hình thức và cấu tạo bể áp lực.....	35
1.5.2.1. Khoang trước	35
1.5.2.2. Phần thu nước	35
1.5.2.3. Công trình tháo nước thừa	36
1.5.2.4. Các bộ phận công trình khác trong bể áp lực	37
1.5.3. Sơ đồ bố trí bể áp lực.....	37
1.5.4. Tính toán thủy lực và xác định kích thước bể áp lực	38
1.5.4.1. Tính toán thủy lực.....	38
1.5.4.2. Xác định các kích thước của bể áp lực	43
1.5.5. Những điểm chú ý trong tính toán ổn định bể áp lực	46

MỤC LỤC..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

CHƯƠNG 2..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

Đường ống dẫn nước áp lực trạm thủy điện..... Error! Bookmark not defined.

2.1. Mở đầu

Error! Bookmark not defined.

2.2. Phân loại và cấu tạo ống dẫn nước áp lực Turbin

Error! Bookmark not defined.

2.2.1. Ống thép thành nhẵn.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2. Ống thép có vành đai	Error! Bookmark not defined.
2.2.2.1. Phương pháp bọc đai nóng	Error! Bookmark not defined.
2.2.2.2. Phương pháp bọc đai tự động (Phương pháp lạnh)	Error! Bookmark not defined.
2.2.3. Ống thép nhiều lớp.....	Error! Bookmark not defined.
2.3. Lựa chọn chọn tuyến ống và phương thức cấp nước turbin ..	Error! Bookmark not defined.
2.3.1. Lựa chọn tuyến ống.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.2. Phương thức cung cấp nước	Error! Bookmark not defined.
2.3.2.1. Phương thức cung cấp nước độc lập	Error! Bookmark not defined.
2.3.2.2. Phương thức cung cấp nước theo nhóm	Error! Bookmark not defined.
2.3.3.3. Phương thức cung cấp nước liên hợp	Error! Bookmark not defined.
2.3.3. Hướng ống dẫn nước chính vào nhà máy thủy điện	Error! Bookmark not defined.
2.3.3.1. Tuyến ống bố trí thẳng góc với trục nhà máy.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3.2. Tuyến đường ống bố trí song song với trục nhà máy	Error! Bookmark not defined.
2.4 Các thiết bị bố trí trên đường ống và sơ đồ bố trí van trước turbin	Error! Bookmark not defined.
2.4.1. Các thiết bị bố trí trên đường ống.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.2. Sơ đồ bố trí van trên đường ống turbin	Error! Bookmark not defined.
2.4.3. Kết cấu khớp co dẫn nhiệt độ	Error! Bookmark not defined.
2.4.4. Cửa kiểm tra (cửa thăm) đường ống	Error! Bookmark not defined.
2.5. Mổ ôm và mổ đỡ	Error! Bookmark not defined.
2.5.1. Mổ néo.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.2. Mổ đỡ	Error! Bookmark not defined.
2.6.Tính toán thủy lực và xác định đường kính kinh tế đường ống áp lực..	Error! Bookmark not defined.
2.6.1. Tính toán thủy lực đường ống.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.1.1. Tính tổn thất cột nước.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.1.2. Tính toán áp lực nước va.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.2. Xác định đường kính kinh tế đường ống dẫn nước áp lực ..	Error! Bookmark not defined.
2.7. Tính toán tĩnh lực đường ống thép.....	Error! Bookmark not defined.
2.7.1. Vật liệu làm ống	Error! Bookmark not defined.
2.7.2. Các lực tác dụng lên ống thép lộ thiên	Error! Bookmark not defined.
2.7.2.1. Nhóm lực cơ bản bao gồm các lực thường xuyên tác dụng lên ống trong quá trình vận hành	Error! Bookmark not defined.
2.7.2.2. Nhóm lực đột xuất gồm các lực tác dụng không thường xuyên lên ống và với thời gian ngắn	Error! Bookmark not defined.
2.7.2.3. Các trường hợp tổ hợp tải trọng dùng trong thiết kế đường ống	Error! Bookmark not defined.
2.7.3. Phân tích kết cấu ống thép hở.....	Error! Bookmark not defined.
2.7.3.1. Sơ bộ xác định chiều dày thành ống thép hở (lộ thiên)....	Error! Bookmark not defined.
2.7.3.2. Phân tích ứng suất trong thân ống thép hở.....	Error! Bookmark not defined.
2.8. ống phân nhánh	Error! Bookmark not defined.
2.8.1. Bố trí và đặc điểm của ống phân nhánh.....	Error! Bookmark not defined.
2.8.1.1. Bố trí.....	Error! Bookmark not defined.
2.8.1.2. Đặc điểm của ống phân nhánh	Error! Bookmark not defined.
2.8.2. Mấy loại ống phân nhánh thường dùng.....	Error! Bookmark not defined.
2.8.2.1. Ống phân nhánh hàn bên	Error! Bookmark not defined.
2.8.2.2. Ống phân nhánh rẽ hai, rẽ ba.....	Error! Bookmark not defined.
2.8.2.3. Ống phân nhánh có thép đai hình mặt bán nguyệt	Error! Bookmark not defined.
2.8.3. Những điểm chủ yếu khi thiết kế ống phân nhánh	Error! Bookmark not defined.
2.8.3.1. Giả thiết cơ bản.....	Error! Bookmark not defined.
2.8.3.2. Tính toán gần đúng chiều dày thành ống.....	Error! Bookmark not defined.
2.8.3.3. Phân tích cường độ của hệ dầm gia cố	Error! Bookmark not defined.
2.9. ống bê tông cốt thép áp lực.....	Error! Bookmark not defined.
2.9.1.Phân loại và phạm vi ứng dụng.....	Error! Bookmark not defined.
2.9.2. Tài liệu cơ bản để thiết kế ống bê tông cốt thép áp lực	Error! Bookmark not defined.
2.9.3. Cấu tạo.....	Error! Bookmark not defined.
2.9.3.1. Phương thức bố trí đường ống	Error! Bookmark not defined.

2.9.3.2. Phân đoạn đường ống và nối tiếp.....	Error! Bookmark not defined.
9.3.3.3. Ước tính chiều dài thành ống bê tông cốt thép.....	Error! Bookmark not defined.
2.9.4. Tính toán kết cấu	Error! Bookmark not defined.
2.9.4.1. Tính toán tải trọng.....	Error! Bookmark not defined.
2.9.4.2. Tính toán nội lực.....	Error! Bookmark not defined.
2.9.4.3. Tính toán cốt thép thành ống.....	Error! Bookmark not defined.

MỤC LỤC.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
---------------------	-------------------------------------

CHƯƠNG III.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
------------------------	-------------------------------------

Công trình điều áp	Error! Bookmark not defined.
3.1. Nước va và các quá trình chuyển tiếp thủy lực trong công trình dẫn nước của trạm thủy điện	Error! Bookmark not defined.
3.1.1. Nước va và ảnh hưởng của nó đến sự làm việc của trạm thủy điện ..	Error! Bookmark not defined.
3.1.2. Thành lập phương trình cơ bản để tính toán nước va.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.3. Giải hệ phương trình nước va bằng phương pháp giải tích ..	Error! Bookmark not defined.
3.1.4. Tính toán nước va bằng đồ giải	Error! Bookmark not defined.
3.1.5. Nước va pha thứ nhất và nước va pha giới hạn	Error! Bookmark not defined.
3.1.6. Nước va trực tiếp và nước va gián tiếp.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.7. Phân bố áp lực nước va theo chiều dài ống.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.8. Tính toán nước va trong đường ống phức tạp	Error! Bookmark not defined.
3.1.9. Các biện pháp giảm áp lực nước va	Error! Bookmark not defined.
3.2. Tháp điều áp.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.1. Tác dụng, điều kiện ứng dụng và các loại tháp điều áp.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.2. Phương trình vi phân cơ bản của tháp điều áp	Error! Bookmark not defined.
3.2.3. Tính toán thủy lực tháp điều áp bằng giải tích	Error! Bookmark not defined.
3.2.4. Tính toán thủy lực tháp điều áp bằng phương pháp tra biểu đồ.	Error! Bookmark not defined.
3.2.5. Tính toán thủy lực tháp điều áp bằng phương pháp đồ giải	Error! Bookmark not defined.
3.2.6. Phương pháp sai phân hữu hạn giải các bài toán chế độ không ổn định trong tháp điều áp.	Error! Bookmark not defined.
3.2.7. Điều kiện việc ổn định của hệ thống dẫn nước áp lực có tháp điều áp	Error! Bookmark not defined.
3.2.8. Lựa chọn loại và kích thước tháp điều áp	Error! Bookmark not defined.
3.2.9. Tính toán kết cấu của tháp điều áp	Error! Bookmark not defined.

MỤC LỤC.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
---------------------	-------------------------------------

CHƯƠNG IV	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
------------------------	-------------------------------------

Nhà máy thủy điện	Error! Bookmark not defined.
4.1. Tổng quan về nhà máy thủy điện	Error! Bookmark not defined.
4.1.1. Phân loại nhà máy thủy điện	Error! Bookmark not defined.
4.1.2. Kết cấu nhà máy thủy điện.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.3. Những yêu cầu cơ bản đối với nhà máy thủy điện.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.4. Các bước tính toán thiết kế nhà máy thủy điện	Error! Bookmark not defined.
4.2. Những tài liệu cơ bản cần cho thiết kế	Error! Bookmark not defined.
4.2.1. Tài liệu địa hình, địa chất	Error! Bookmark not defined.
4.2.2. Quy hoạch thủy năng và tài liệu giao thông	Error! Bookmark not defined.
4.2.3. Tài liệu thiết bị cơ điện.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.4. Tài liệu tải trọng các tầng nhà máy thủy điện	Error! Bookmark not defined.
4.2.5. Tài liệu về máy phát và máy biến thế chính	Error! Bookmark not defined.
4.2.6. Thiết bị nâng chuyển	Error! Bookmark not defined.
4.3. Phân tích ổn định tổng thể nhà máy thủy điện và xử lý nền.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.1. Tải trọng và tổ hợp tải trọng	Error! Bookmark not defined.
4.3.2. Công thức tính toán các tải trọng.....	Error! Bookmark not defined.

4.3.3. Phân tích ổn định nhà máy và hệ số an toàn.....	Error! Bookmark not defined.
4.4. Nguyên tắc xác định kích thước và các cao trình chủ yếu Của nhà máy.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.1 Kích thước đoạn tổ máy và chiều dài nhà máy.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.1.2. Chiều dài sàn lắp ráp L_2	Error! Bookmark not defined.
4.4.2. Cao trình lắp đặt tuabin và chiều cao nhà máy chính.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.3. Chiều rộng nhà máy chính. (song song với chiều dòng chảy).....	Error! Bookmark not defined.
4.5. Bố trí các tầng trong nhà máy và khu nhà máy trong công trình đầu mối.....	Error! Bookmark not defined.
4.5.1. Bố trí các tầng trong nhà máy.....	Error! Bookmark not defined.
4.5.2. Bố trí khu nhà máy.....	Error! Bookmark not defined.
4.6. bố trí kết cấu nhà máy thủy điện.....	Error! Bookmark not defined.
4.6.1. Thiết kế kết cấu phần trên nước của nhà máy.....	Error! Bookmark not defined.
4.6.2. Khung cột nhà máy thủy điện:.....	Error! Bookmark not defined.
4.6.4. Sàn các tầng nhà máy:.....	Error! Bookmark not defined.
4.7. Tính toán bộ máy phát.....	Error! Bookmark not defined.
4.7.1. Hình dạng và kết cấu:.....	Error! Bookmark not defined.
4.7.2. Nguyên tắc tính toán tải trọng và tổ hợp tải trọng.....	Error! Bookmark not defined.
4.7.3. Tính toán động lực bộ máy.....	Error! Bookmark not defined.
4.7.4. Tính toán tĩnh lực bộ máy:.....	Error! Bookmark not defined.
4.8. Tính toán kết cấu buồng xoắn.....	Error! Bookmark not defined.
4.8.1. Phân loại và phạm vi sử dụng:.....	Error! Bookmark not defined.
4.8.2. Sơ đồ tính toán, tải trọng và tổ hợp tải trọng.....	Error! Bookmark not defined.
4.8.3. Tính toán kết cấu bê tông bao ngoài buồng xoắn kim loại.....	Error! Bookmark not defined.
4.8.4. Tính toán buồng xoắn bê tông tiết diện tròn chịu áp lực nước bên trong.....	Error! Bookmark not defined.
4.8.5. Tính toán biến vị biên ngoài tấm đỉnh buồng xoắn bê tông cốt thép.....	Error! Bookmark not defined.
4.9. Tính toán kết cấu ống hút.....	Error! Bookmark not defined.
4.9.1. Kết cấu ống hút.....	Error! Bookmark not defined.
4.9.2. Tải trọng và tổ hợp tải trọng ống hút.....	Error! Bookmark not defined.
4.9.3. Giả định tính toán và phương pháp tính toán ống hút.....	Error! Bookmark not defined.

KÝ HIỆU

$H_{\max}$	– Cột nước lớn nhất
$H_{\min}$	– Cột nước nhỏ nhất
H_{tt}	– Cột nước tính toán
N	– Công suất
Q	– Lưu lượng
N	– Số vòng quay
N_s	– Tỷ tốc
D_1	– Đường kính bánh xe công tác của turbin
η	– Hiệu suất
σ	– Hệ số khí thực
V	– Vận tốc tuyệt đối
W	– Vận tốc tương đối
U	– Vận tốc theo(Quay)
H_s	– chiều cao hút
BXCT	– Bánh xe công tác
CC	– Turbin chong chóng(Propeller)
CQ	– Turbin cánh quay(Kaplax)
TT	– Turbin tâm trục(Francis)
CT	– Turbin chéo trục(Deriaz)
CX	– Turbin capxun trục ngang
G	– Turbin gáo(Pelton)

TN – Turbin tia nghiêng(Turgo)
XK2L – Turbin xung kích 2 lần(Banki)
MNDBT – Mức nước dâng bình thường
MNC – Mức nước chết
MNGC – Mức nước gia cường
 a_o - Độ mở cánh hứng nước
 ϕ – Góc đặt cánh turbin chong chống hoặc cánh quay
TBN – Turbin nhỏ
NMTĐ - Nhà máy thủy điện
TBDAL – Thiết bị dầu áp lực (MHY)
TTĐ - Trạm thủy điện
AVR – Thiết bị điều chỉnh điện áp tự động
MVR – Thiết bị điều chỉnh điện áp bằng tay
OPY – Thiết bị phân phối điện ngoài trời
DZK - Đường dây tải điện trên không
AC – Dây nhôm lõi kép
ACO – Dây nhôm lõi thép cấu tạo nhẹ
ACY – Dây nhôm lõi thép cấu tạo chắc
 P_{dm} – Công suất tác dụng định mức
 N_{dm} – Công suất định mức trên trục turbin
 Q_{dm} – Công suất phản kháng định mức
 I_{dm} – Dòng điện định mức của máy phát điện
 U_{dm} - Điện áp định mức của máy phát điện
 S_{dm} – Công suất toàn phần định mức của máy phát điện
 f – Tần số dòng điện phát ra
MFTĐ - Máy phát thủy điện
TBPP – Thiết bị phân phối điện
MC – Máy cắt điện
CL – Cầu dao cách ly
ĐD - Đường dây tải điện

Chương 1

CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC BỂ LẮNG CÁC ĐƯỜNG DẪN, BỂ ÁP LỰC CỦA TRẠM THUỶ ĐIỆN

Biên soạn: PGS.TS Nguyễn Duy Hạnh

1.1. CÁC KIỂU TRẠM THUỶ ĐIỆN VÀ SƠ ĐỒ BỐ TRÍ CÁC CÔNG TRÌNH

1.1.1. Các kiểu trạm thủy điện

Tuỳ theo điều kiện thiên nhiên của dòng chảy mà có thể gặp các kiểu trạm thủy điện sau:

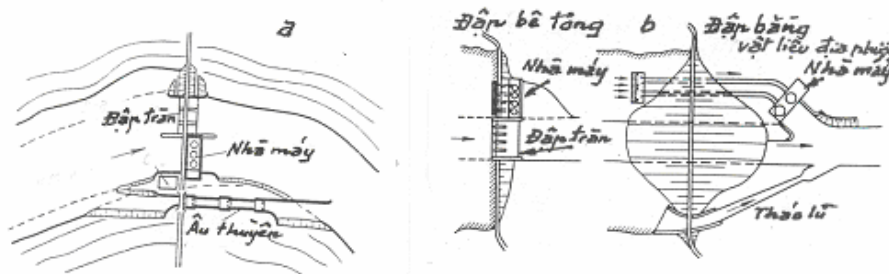
Trạm thủy điện kiểu đập: Dùng đập chặn ngang dòng chảy để tạo cột nước cho trạm thủy điện.

Trạm thủy điện kiểu đường dẫn: Tạo cột nước bằng đường dẫn.

Trạm thủy điện kiểu kết hợp đập - đường dẫn: Tạo cột nước bằng cả đập và đường dẫn.

1.1.2. Sơ đồ bố trí trạm thủy điện kiểu đập:

Trường hợp cột nước thấp ($H \leq 40\text{m}$) nhà máy có thể đặt cùng tuyến với đập (hình 1-1) khi đó nhà máy trực tiếp chịu áp lực nước thượng lưu, phải tính toán ổn định như đập.

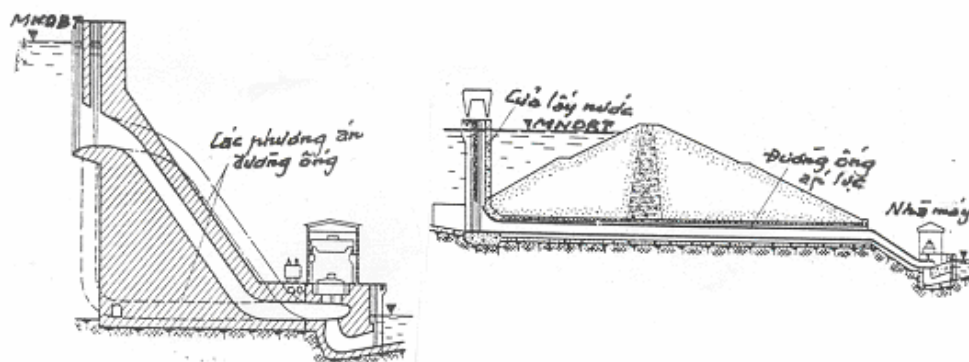


Hình 1-1. Sơ đồ trạm thủy điện kiểu đập

1-1a. Nhà máy đặt cùng tuyến với đập

1-1b. Nhà máy đặt sau đập không tràn

Với cột nước cao hơn, nhà máy đặt sau đập không tràn. Hình 1-1b là sơ đồ trạm thủy điện kiểu đập, nhà máy đặt sau đập không tràn. Đập có thể là đập bê tông (hình 1-2a) hoặc đập bằng vật liệu địa phương (hình 1-2b).



Hình 1-2. Mặt cắt nhà máy đặt sau đập không tràn

1-2a. Nhà máy đặt sau đập bê tông

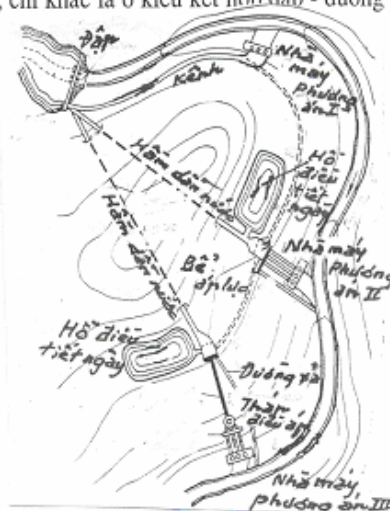
1-2b. Nhà máy đặt sau đập bằng vật liệu địa phương

1.1.3. Sơ đồ bố trí trạm thủy điện kiểu đường dẫn và kiểu kết hợp đập - đường dẫn

Hai kiểu này có sơ đồ bố trí giống nhau, chỉ khác là ở kiểu kết hợp đập - đường dẫn thì đập cũng tạo nên một phần cột nước.

Đường dẫn có thể là hở như kênh, máng dẫn, hầm không áp... Hoặc đường dẫn có áp: đường hầm có áp.

Hình 1-3 là sơ đồ trạm thủy điện kiểu đường dẫn. Trên sơ đồ này có thể dùng đường dẫn hở (phương án I) hoặc đường hầm có áp (phương án II)



Hình 1-3. Sơ đồ trạm thủy điện kiểu đường dẫn

1.2. CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC

1.2.1. Tác dụng và yêu cầu của cửa lấy nước

1.2.1.1. Tác dụng

Cửa lấy nước là công trình trực tiếp lấy nước từ hồ chứa hoặc từ dòng sông vào công trình dẫn nước hoặc trực tiếp vào nhà máy thủy điện.

Hình dạng và kết cấu của cửa lấy nước phụ thuộc vào sơ đồ bố trí công trình đầu mối, điều kiện địa hình, địa chất, đường dẫn nước sau cửa lấy nước, lượng hàm cát của dòng chảy và các điều kiện kinh tế, thi công.

1.2.1.2. Yêu cầu của cửa nước

- Phải bảo đảm cung cấp nước cho đường dẫn nước đủ lưu lượng cần thiết theo biểu đồ phụ tải của trạm thủy điện và các nhu cầu dùng nước khác nếu có.

- Có thể đóng hẳn ngừng cấp nước hoàn toàn trong trường hợp hư hỏng, kiểm tra, sửa chữa đường dẫn nước, các bộ phận công trình và thiết bị sau cửa lấy nước.

- Giữ cho bùn cát, rác bẩn khỏi vào đường dẫn làm hư hại công trình và thiết bị.

- Cửa lấy nước phải có hình dạng, vị trí sao cho nước chảy vào thuận dòng, tổn thất thủy lực nhỏ nhất. Với dòng chảy sau cửa là có áp thì phải giữ cho không khí không cuốn theo dòng chảy vào đường dẫn.

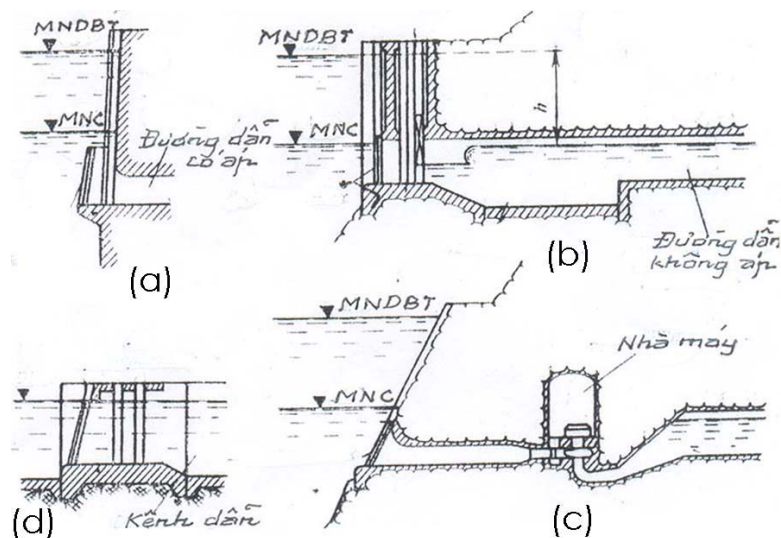
- Đảm bảo ổn định, bền vững, vận hành tiện lợi. Giá thành xây dựng và chi phí vận hành thấp nhất.

1.2.2. Phân loại cửa lấy nước

Theo trạng thái dòng chảy trong cửa lấy nước phân ra:

- Cửa lấy nước kiểu không áp.
- Cửa lấy nước kiểu có áp. Trong loại này còn có thể phân ra kiểu có độ sâu lớn, kiểu có độ sâu nhỏ.

Theo vị trí tương đối trong công trình đầu mối, đặc điểm kết cấu và hình thức lấy nước còn phân ra: kiểu cửa lấy nước đặt trong đập, kiểu bên bờ, kiểu thấp, cửa lấy nước mặt, cửa lấy nước dưới sâu...



Hình 1-4. Sơ đồ các kiểu cửa lấy nước

a- Cửa lấy nước có áp độ sâu lớn

b- Cửa lấy nước có áp độ sâu nhỏ, lấy nước vào đường dẫn không áp.

c- Cửa lấy nước có áp lấy nước vào đường hầm dẫn nước có áp.

d- Cửa lấy nước không áp.

1.2.3. Cửa lấy nước có áp

1.2.3.1. Các thiết bị đặt trong cửa lấy nước

Trong cửa lấy nước thường đặt các thiết bị sau:

- Lưới chắn rác:

Ngăn giữ không cho rác bẩn vào cửa, gây hư hại cho các bộ phận công trình turbin.

Yêu cầu của lưới chắn rác: ngăn rác bẩn hiệu quả nhất, tổn thất thủy lực nhỏ nhất, bền vững, thuận lợi cho việc lắp đặt, tháo dỡ rác.

- Lưới chắn rác thường đặt trước các cửa van, có trường hợp lưới chắn rác và phai sửa chữa đặt chung một khe, trường hợp đó khi đóng phai sửa chữa phải rút lưới chắn rác lên.

Lưới gồm những thanh kim loại đứng tiết diện tròn, hình chữ nhật hoặc hình lưu tuyến. Khoảng cách các thanh (a):

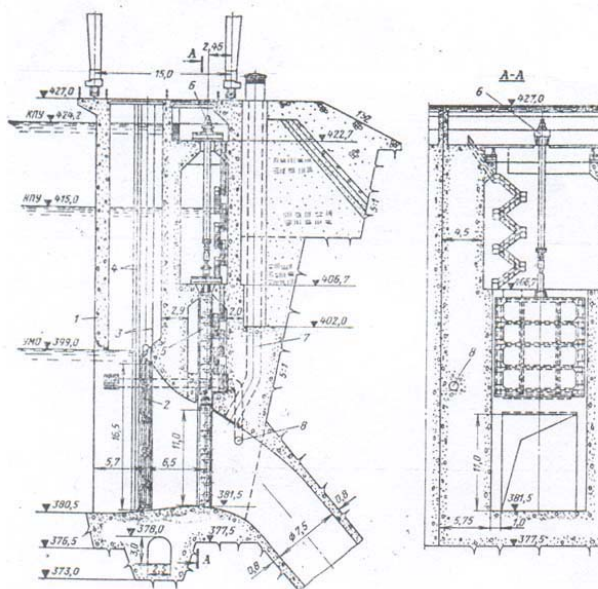
- Đối với turbin hướng trục: $a = \frac{1}{20D_1}$ (và trong khoảng $a = 5 \div 20\text{cm}$)

- Đối với turbin tâm trục:
 $a = \frac{1}{30}D_1$ (và trong khoảng $a = 3 \div 10\text{cm}$)

- Đối với turbin gáo: $a = 2 - 7\text{cm}$

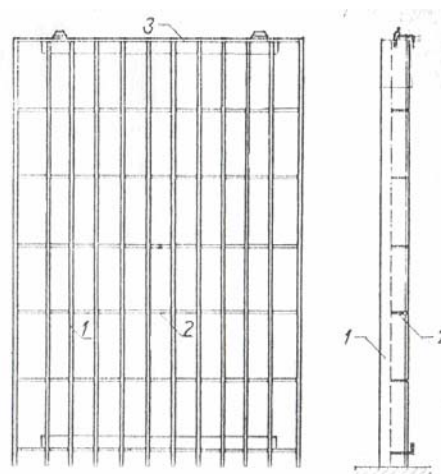
Để giữ liên kết các thanh đứng, phải đặt các thanh ngang. Xung quanh lưới đặt một khung thép viền. Nếu kích thước cửa lớn, lưới làm thành nhiều tấm ghép lại mỗi tấm đều có hàn móc để dễ dàng cho việc nâng hạ lưới.

Vận tốc dòng chảy trước lưới $0,9 \div 1,2 \text{ m/s}$. Trong trường hợp đặc biệt, lưu lượng lớn có thể đến $1,5 \div 2 \text{ m/s}$. Với



Hình 1-5. Cửa lấy nước có áp kiểu bên bờ

1- Tường ngực; 2- lưới chắn rác; 3- khe chung lưới chắn rác và phai sửa chữa; 4- Khe thả máy dọn rác; 5- Cửa van công tác; 6- Máy nâng thủy lực; 7- ống thông khí; 8- ống cân bằng áp lực



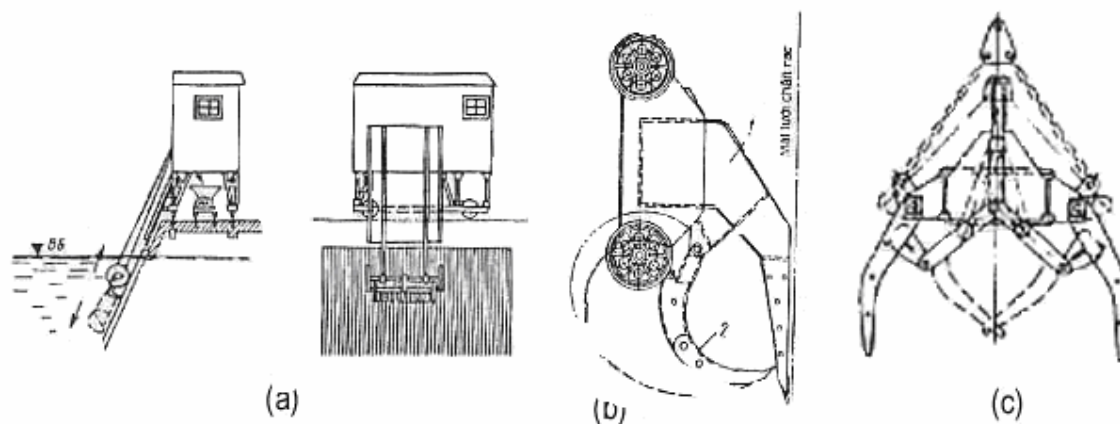
Hình 1-6. Một tấm lưới chắn rác

1- Thanh đứng; 2- thanh ngang; 3- khung

trường hợp mực nước sâu có khi đặt lưới không có thiết bị vớt rác, khi đó vận tốc phải dưới 0,5m/s, lưới đặt cố định.

Thiết bị dọn vớt rác:

Thường dùng mấy loại sau: thiết bị cào rác, gồm hàng răng cong, khi hạ xuống thì các răng ngửa ra phía ngoài, khi kéo lên hàng răng cụp vào các khe lưới, kéo rác lên. Thiết bị cắt rác gồm lưới thép cắt rác. Hoặc kết hợp với cạp, khi hạ xuống cạp mở ra, kéo lên cạp cụp vào cùng với lưới thép kéo rác lên. Loại cạp rác khi hạ xuống hai miệng cạp mở ra, kéo lên miệng cạp lại, dùng để vớt những vật nổi lớn như cây gỗ... Cũng có thể dùng nhiều loại thiết bị phối hợp để vớt rác.



Hình 1-7. Các kiểu thiết bị dọn vớt rác

a- Thiết bị cào rác; b- thiết bị cắt rác; c- cạp rác

Cửa van sửa chữa

Thường đặt ngay sau lưới chắn rác. Cửa này chỉ đóng khi cần sửa chữa công trình cửa lấy nước và phân đầu đường dẫn...

Van sửa chữa thường làm theo dạng cửa van phẳng. Khi chiều cao cửa lớn, làm cửa van phẳng nhiều tầng.

Trường hợp độ sâu cửa không lớn, van sửa chữa làm theo các phai độc lập.

Cửa van sửa chữa không nhất thiết phải làm đủ cho các khoang cửa, mà chỉ cần 1 đến 3 bộ chung cho nhà máy. Khi cần đóng để sửa chữa khoang nào thì cần trực chạy sẽ đưa cửa hoặc phai đến đóng khoang đó.

Cửa van công tác:

Để đóng mở hoàn toàn dòng chảy vào đường dẫn. Trong trường hợp cửa van này có thiết kế nhiệm vụ hạn chế áp lực nước và và lồng tốc turbin, thì phải đóng bằng hệ thống tự động với tốc độ nhanh, khi xảy ra sự cố. Khi đó gọi là cửa van sự cố.

Cửa van công tác chịu áp lực rất lớn, có trường hợp cột nước trước cửa đến 100m. Khi đóng, cửa hạ xuống dòng chảy

Hình 1-8. Cửa van phẳng

có vận tốc lớn. Như vậy cửa van phải tính toán chịu được áp lực cao nhất, lại phải đủ trọng lượng thắng lực đẩy ngang của nước chảy khi đóng.

Lực đóng mở phải đủ lớn, nếu là cửa van sự cố thì hệ thống tự động đóng mở phải nhanh, nhạy, luôn ở vị trí sẵn sàng làm việc.

Cửa van có thể làm theo dạng phẳng, van cầu, van cung, van đĩa

Cửa van phẳng gồm: Bản mặt cùng với hệ khung dầm đỡ, các mép ngoài gắn các gioăng cao su để giữ cho kín nước. Bàn trượt, con lăn hoặc bánh xe lăn để đỡ cho cửa van luôn nằm đúng vị trí trong khe cửa và giảm nhỏ ma sát khi đóng mở.

Các loại cửa van đĩa, cầu, bán cầu thường phải đặt chế tạo ở các nhà máy chuyên sản xuất.

Thiết bị nâng chuyển:

Để phục vụ đóng mở, tháo lắp vận chuyển các cửa van, lưới chắn rác và vớt rác trên lưới.

Với cửa van sửa chữa và lưới chắn rác có thể dùng một bộ thiết bị để luân chuyển dùng cho các khoang cửa, chạy trên đường ray cố định.

Với cửa van công tác hoặc sự cố thì phải có thiết bị đóng mở riêng cho từng cửa. Nhưng để vận chuyển tháo lắp, sửa chữa vẫn có thể dùng cầu trục chạy chung. Thông thường để đóng mở cửa hiện nay hay dùng máy nâng thủy lực, tốc độ $0,2 \div 2\text{m/ph}$. Nếu là cửa van sự cố thì có yêu cầu đóng nhanh, sau $2 \div 3$ phút phải đóng xong hoàn toàn

Ống thông khí:

Sau cửa van công tác dòng có áp, phải đặt ống thông khí, để khi đóng cửa dòng chảy rút đi sẽ có không khí qua ống thông khí vào đường dẫn tránh hiện tượng chân không phát sinh. Ngược lại khi mở cửa không khí có đường thoát ra.

Hình dạng ống không khí có thể tròn, vuông, chữ nhật. Vận tốc không khí lấy bằng $30 \div 50\text{m/s}$. Lưu lượng thông khí lấy bằng lưu lượng nước, tính theo công thức:

$$Q = mf\sqrt{2gH}$$

f- tiết diện đường ống dẫn nước áp lực

H- Cột nước tính tại trục đường ống áp lực ở mặt cắt xung yếu nhất của đường ống.

$m = 1/\sqrt{\sum \xi}$. ở đây $\sum \xi$ tổng hệ số tổn thất cục bộ và dọc đường tính từ cửa vào đến tiết diện xung yếu (tức là ở vị trí không có hoặc có lớp bảo vệ bên ngoài ống mỏng nhất)

Ống cân bằng áp lực

Với cửa lấy nước có áp, nhất là với trường hợp độ sâu lớn khi cửa đóng sẽ có chênh lệch áp lực hai mặt cửa rất lớn, do đó lực mở cửa phải lớn. Để giảm bớt lực nâng này, cần bố trí ống cân bằng áp lực. Trước khi mở cửa, mở ống cân bằng để dòng chảy vào dẫn đường ống áp lực, tạo ra cân bằng áp. Sau đó mới mở cánh cửa công tác.

1.2.3.2. Hình dạng, cấu tạo cửa lấy nước có áp

Cửa lấy nước có áp được chia làm mấy loại chính:

Cửa lấy nước kiểu đập

Thường gặp các kiểu sau đây:

Cửa lấy nước đặt trong thân đập

Thường dùng để lấy nước vào đường ống dẫn nước cho trạm thủy điện đặt sau đập bê tông.

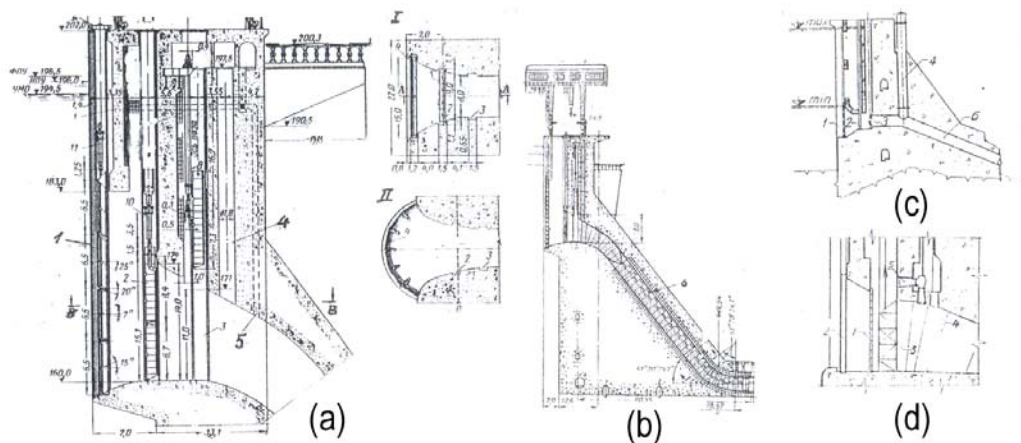
Mép trên cửa lấy nước phải ngập dưới mực nước thấp nhất ở thượng lưu một đoạn $a \geq 3V^2/2g$

Ở đây: V- vận tốc trong đường ống dẫn

g- gia tốc trọng trường

Ngoài ra phải $a \geq 0,5m$. Để cho khối hình thành các phễu xoáy cuốn theo không khí vào dòng chảy.

Ngoài yêu cầu trên ra thì độ ngập sâu của cửa lấy nước càng nhỏ, càng giảm bớt được áp lực nước tác động vào các cửa, giảm nhẹ được kết cấu đóng mở, việc dọn vớt rác dễ dàng hơn. Nhưng trong nhiều trường hợp, nhất là với đập cao, vị trí cửa lấy nước đặt thấp có thể giảm bớt được chiều dài đường dẫn có áp.



Hình 1-9. Cửa lấy nước trong thân đập trọng lực

a- Cửa lấy nước và các chi tiết cánh cửa: Lưới chắn rác phẳng (I), cung tròn (II)

b- Cửa lấy nước với ống dẫn đặt trong đập

c- Lưới chắn rác đặt phía thượng lưu

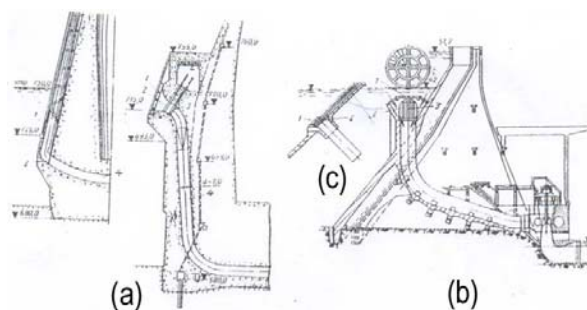
d- Lưới chắn rác đặt sau cửa van sửa chữa

1- Lưới chắn rác; 2- Cửa van sửa chữa; 3- Cửa van công tác; 4- ống thông khí; 5- ống cân bằng áp lực; 6- ống dẫn nước vào turbin; 7- Cầu trục chạy

Lưới chắn rác ở kiểu này thường đặt đứng. Thường sử dụng cho việc tháo lắp, các cửa, lưới chắn rác, điều khiển việc đóng cửa sửa chữa, máy dọn vớt rác, bằng một cầu trục chạy kiểu chân dê.

Trường hợp cửa lấy nước đặt sâu quá, việc vớt dọn rác thường xuyên khó thực hiện, hoặc dòng chảy rất ít rác bẩn, thì có thể không dọn vớt rác thường xuyên, khi đó vận tốc dòng chảy trước lưới không vượt quá 0,5m/s. Muốn đạt được vận tốc nhỏ như vậy, lưới chắn rác phải mở rộng tiết diện, thường làm theo dạng nửa vòng tròn.

Cửa lấy nước đặt trong thân đập vòm: Để khỏi làm giảm khả năng chịu lực của đập, thường làm công xôn nhô ra phía thượng lưu đỡ các trụ pin đặt lưới chắn rác và khe cửa van sửa chữa. Trường hợp này lưới chắn rác và cửa van sửa chữa có thể đặt nghiêng phù hợp với



Hình 1-10. Cửa lấy nước đặt trong thân đập vòm và đập trụ chống

a- Đập vòm; b- Đập trụ chống

1- Lưới chắn rác; 2- Cửa van sửa chữa; 3- Máy đóng mở thủy lực; 4- Đường ống dẫn nước vào turbin

chiều nghiêng mái đập, hoặc đặt đứng. Cửa van công tác có thể đặt sau van sửa chữa hoặc với dạng van đĩa, hoặc van cầu, bố trí sau đập hoặc trước buồng xoắn turbine.

Cửa lấy nước trong đập trụ chống hoặc đập có mái thượng lưu nghiêng: có thể bố trí lưới chắn rác và van sửa chữa đứng (hình 1-10.b) hoặc nghiêng (hình 1-10c). Cửa van công tác đặt sau van sửa chữa hoặc đặt lùi sâu vào, ngoài phạm vi cửa lấy nước.

Cửa lấy nước của nhà máy thủy điện ngang đập

Kiểu này trực tiếp lấy nước từ thượng lưu, dẫn vào nhà máy, yêu cầu về cấu tạo và các thiết bị cũng theo các nguyên tắc đã nêu trên.

Cửa lấy nước có chung tấm đáy và là một phần của nhà máy, cùng với nhà máy chiếm một đoạn vị trí của đập ngăn sông. Vì vậy nó cùng với nhà máy chịu áp lực nước thượng lưu.

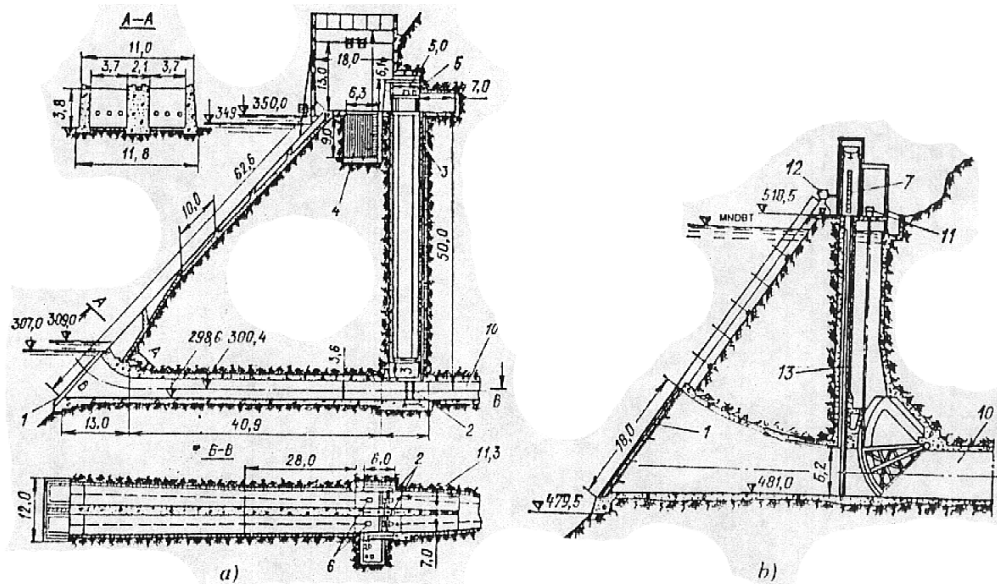
Cửa lấy nước kiểu này thường có tiết diện rộng, cho nên để giảm kích thước của các cửa van, có thể đặt thêm trụ pin trung gian. Chiều dài các trụ pin từ 1,5 ÷ 2,6m. Khi có đặt khe lún giữa trụ pin, chiều dài trụ có thể tăng gấp đôi.

Lưới chắn rác có thể đặt nghiêng (khi độ sâu nhỏ) hoặc đặt đứng.

Phía trên lưới và các cửa thường có tường ngực, để giảm chiều cao lưới, cửa và chắn các vật nổi.

Thiết bị đóng mở lưới và các cửa cũng theo nguyên tắc cấu tạo và hoạt động như đã nêu ở phần trên.

Cửa lấy nước bên bờ



Hình 1-11. Cửa lấy nước bên bờ có giếng cửa van

a- Kiểu giếng khô; b- Kiểu giếng ướt

Thường dùng cho trạm thủy điện kiểu đường dẫn có áp. Cửa lấy nước đặt ở một bên bờ, phía thượng lưu và gần với đập ngăn sông.

Với địa hình thuận lợi, nền đá, cửa lấy nước cấu tạo như một khối bê tông gắn vào bờ, đặt các thiết bị thông thường như đã mô tả (hình 1 - 5)

Trong trường hợp địa hình không thuận lợi như bờ quá dốc hoặc quá thoải có thể đặt giếng các cửa van lùi sâu vào trong, nối với miệng cửa bằng một đoạn hầm dẫn có áp.

Lưới chắn rác thường đặt nghiêng phía đầu hầm dẫn. Giếng đặt cửa van sửa chữa và van công tác. Cửa van có thể phẳng hoặc cung, khi đó nước ra vào giếng bình thường nên gọi là giếng ướt. Cũng có thể đặt các cửa van đĩa hoặc cầu, khi đó nước không vào giếng, gọi là giếng khô.

Cửa lấy nước kiểu tháp

Kết cấu phức tạp hơn các kiểu trên, nhưng có thể lấy nước theo nhiều dãy lỗ theo chiều cao. Các cửa lấy nước có thể bố trí một tầng hoặc hai tầng. Cửa lấy nước có thể đặt xung quanh tháp hoặc một phía

Lưới chắn rác và cửa van sửa chữa thường đặt ở tháp, còn cửa van công tác có thể đặt ở tháp hoặc trên đường dẫn, ở ngoài phạm vi cửa.

1.2.4. Cửa lấy nước không áp

1.2.4.1 Vị trí và điều kiện áp dụng

Điều kiện áp dụng:

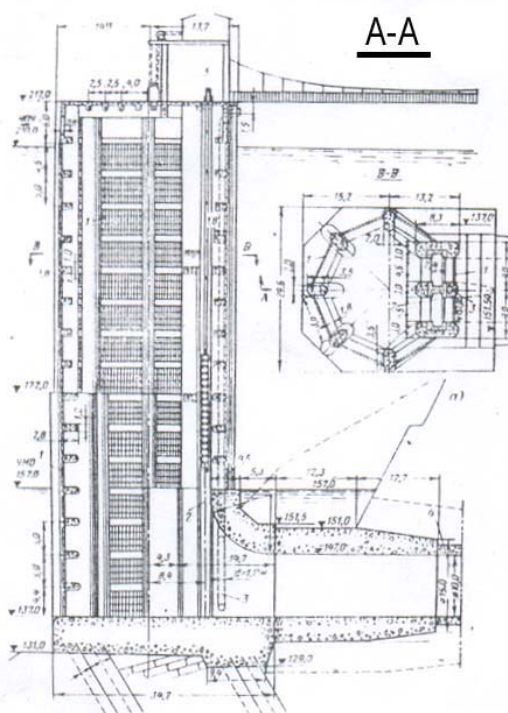
Cửa lấy nước không áp thường đặt ở các trạm thủy điện có đường dẫn nước không áp, nhưng cũng có khi ở đường dẫn có áp. Nhưng điều kiện cơ bản để áp dụng cửa lấy nước không áp là mực nước thượng lưu thay đổi rất ít.

Chọn vị trí

Cửa lấy nước của trạm thủy điện thường đặt ở sông có độ dốc và vận tốc lớn, dòng chảy có độ hàm cát lớn trong mùa lũ. Chú ý là sau khi xây dựng công trình đầu mối, thì dòng chảy tự nhiên của sông cũng bị thay đổi, phía thượng lưu đập bắt đầu bồi lấp. Cùng với thời gian, đáy thượng lưu nâng lên, vận tốc dòng chảy trong mùa lũ tăng, đem theo cát vào cửa lấy nước. Với công trình đầu mối có độ sâu nhỏ, sau khoảng 2 ÷ 8 năm có thể bồi lấp hầu hết phần thượng lưu đập. Dòng chảy bị thu hẹp có thể tạo ra những tuyến khác nhau theo mùa trong năm và tăng thêm độ cong của dòng chảy thượng lưu.

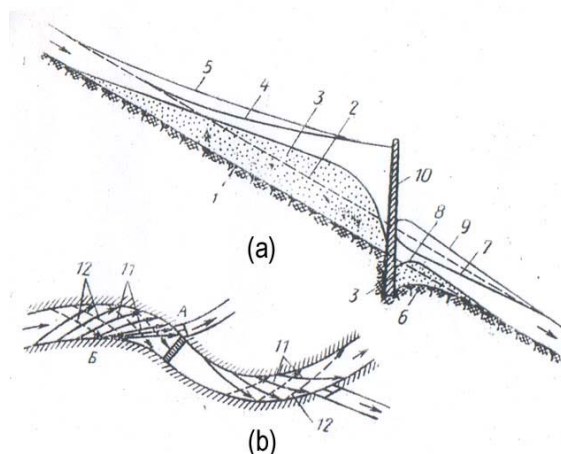
Để tránh bớt dòng chảy mang theo cát vào đường dẫn và tạo thuận dòng phải chọn vị trí hợp lý của cửa lấy nước.

Trên đoạn sông ngay phía thượng lưu công trình đầu mối, nếu đoạn cong thì dòng chảy sẽ có dạng cuộn (hình 1-13.b), những đường dòng trên mặt không mang theo cát đáy hướng về phía bờ cong lõm, còn những đường dòng đáy mang theo cát hướng về phía bờ



Hình 1-12. Cửa lấy nước kiểu tháp

1- Lưới chắn rác; 2- Cửa van công tác
3- ống thông khí



Hình 1-13. Sơ đồ biến dạng dòng chảy sau khi xây đập (a) và chọn vị trí cửa lấy nước ở đoạn sông cong (b).

1- Đáy sông cũ; 2- Đường mặt nước trước khi xây đập; 3- Cát bồi; 4,5- Đường mặt nước trước và sau thời gian cát bồi; 6,7- cao trình đáy và đường mặt nước sau khi kết thúc xói đáy hạ lưu; 8,9- cao trình đáy và mực nước sau quá trình bồi hạ lưu; 10- đập; 11- dòng mặt; 12- dòng đáy

là

lồi. Do đó bờ lõm bị xói, bờ lồi bị bồi. Chọn vị trí cửa lấy nước ở phía bờ lõm sẽ có được độ sâu tự nhiên và giảm bớt dòng chảy mang cát. Theo kinh nghiệm thấy vị trí A là giao điểm giữa tiếp tuyến BA của mép bờ lồi với mép bờ lõm (hình 1-13.b) là vị trí đặt cửa thuận lợi để tránh cát bồi.

Nếu không có được vị trí thuận lợi, hoặc lượng hàm cát lớn, có thể phải đặt thêm các tường hướng dòng (hình 1-15.a).

1.2.4.2. Phân loại và hình dạng cửa lấy nước không áp

Có thể chia hai kiểu chính:

Kiểu bên bờ lấy nước mặt

Trong kiểu này còn có những dạng khác nhau:

- *Cửa có ngưỡng ngăn cát:*

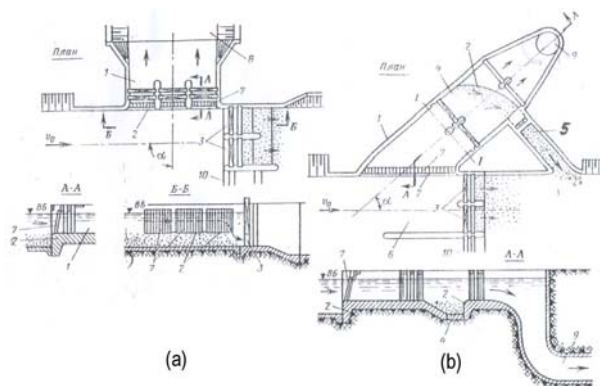
Chủ yếu dùng ngưỡng để giữ cho cát khỏi vào cửa lấy nước (hình 1.14.a) cát đọng trước ngưỡng sẽ được xói rửa qua các cửa tháo cát đáy đập. Để giữ cát hiệu quả hơn thể tăng chiều cao ngưỡng và để giảm tổn thất thủy lực có thể giảm góc α . Kiểu này đơn giản nhưng phần đáy trước ngưỡng bị lấp đầy nhanh, khi xói rửa cát chỉ xói được một giải hẹp của dòng chảy.

Cửa lấy nước có ngăn lắng cát

Kiểu này xây thêm một tường ngăn tạo thành ngăn lắng cát trước ngưỡng cửa lấy nước (hình 1-14.b) do khả năng lắng cát cao hơn. Khi xói rửa cát ở ngăn lắng, nếu trạm thủy điện vẫn làm việc, có thể sẽ có một lượng cát vào cửa lấy nước. Ngoài ra khi ngưỡng có chiều dài lớn khi tháo rửa không tháo trôi được hết phần bồi lắng dọc chiều dài ngưỡng.

Cửa lấy nước có hố tập trung cát

Hố tập trung cát đặt sau ngưỡng ở miệng vào cửa, với đáy hạ thấp và ngưỡng hình vòng cung trước cửa vào đường dẫn (hình 1-14.b).



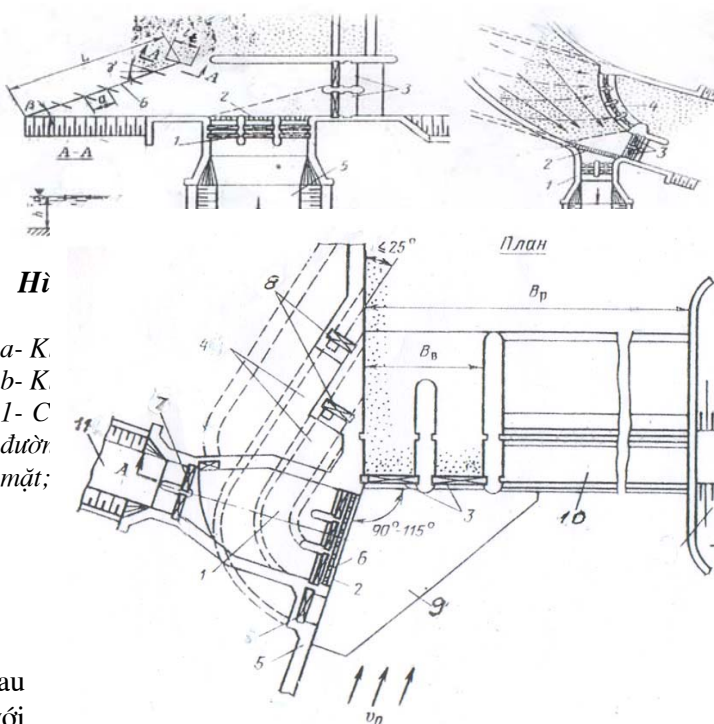
Hình 1-14. Kiểu cửa lấy nước đặt bên bờ, lấy nước mặt

a- Kiểu chỉ đặt ngưỡng, ngăn cát

b- Kiểu có ngăn lắng cát

1- Cửa lấy nước; 2- Ngưỡng ngăn cát; 3- Cửa tháo cát; 4- Hố tập trung cát; 5- Đường tháo cát; 6- ngăn lắng cát; 7- lưới chắn rác; 8- Đường dẫn không áp; 9- Đường hầm có áp; 10- đập tràn

ở
có



để

đó

Hì

a- K.
b- K.
l- C
đườ
mặt;

Hình 1-16. Cửa lấy nước kiểu bên bờ, có hành lang tháo cát

1- Cửa nhận nước; 2- ngưỡng; 3- cửa (phẳng) tháo cát; 4- Hành lang tháo cát; 5 - tường bên; 6- lưới chắn rác; 7- cánh cửa lấy nước. 8- cánh cửa hành lang tháo cát; 9- sân trước; 10 - đập tràn; 11- kênh dẫn

Như vậy dòng chảy tiếp tục được lắng cát sau khi qua ngưỡng. Cát đọng sẽ được tháo rửa ra hạ lưu đập.

Kiểu bên bờ có công trình dòng chảy cuộn trước ngưỡng

Cửa lấy nước có dây tường hướng dòng mặt hoặc đáy (**hình 1-15.a**) với các trị số $\gamma = 10 \div 30^\circ$,

$$a = (0,7 \div 1,1)h,$$

với h = độ sâu tại chỗ có tường hướng dòng

$$l_1 = (0,9 \div 3)h$$

$$\beta = 16 \div 20^\circ;$$

Hoặc đặt đập tràn theo hướng nghiêng với dòng chảy (**hình 1-15.b**). Như vậy sẽ hướng dòng mặt vào cửa lấy nước, dòng đáy sẽ hướng về phía đập tràn để chuyển cát theo dòng chảy tràn và ra phía cửa tháo cát.

Cửa lấy nước có hành lang tháo cát đáy

Kiểu này mở rộng không gian tháo rửa hiệu quả trước cửa lấy nước (**hình 1-17**). Miệng hành lang tháo cát đặt thấp dưới ngưỡng cửa lấy nước. Như vậy hành lang tháo cát có thể tháo liên tục hoặc định kỳ. Do đấy kiểu này có hiệu quả xói rửa cao. Ngoài hành lang tháo cát vẫn có thể bố trí cửa tháo cát ở ngay các khoang đập bên cạnh cửa lấy nước. Chiều cao và chiều rộng của hành lang tháo cát không lấy nhỏ hơn $0,5 \div 0,7$ m. Khi có cát hạt lớn, vận tốc tháo rửa không nhỏ hơn $4 \div 6$ m/s. Mặt trong hành lang có thể phải bọc thép hoặc gang để bảo vệ.

Cửa lấy nước không áp kiểu chính diện lấy nước mặt

Kiểu phân dòng chảy làm hai lớp

Kiểu phân dòng chảy làm hai lớp là kiểu phổ biến nhất. Nguyên lý hoạt động của nó là chia dòng chảy ra hai lớp: lớp mặt vào cửa lấy nước, còn lớp đáy đem theo cát theo cửa tháo cát xuống hạ lưu.

Ngưỡng cửa đặt vuông góc với trục dòng chảy. Những tường hướng dòng là trụ pin kéo dài và uốn cong để hướng dòng mặt vào đường dẫn.

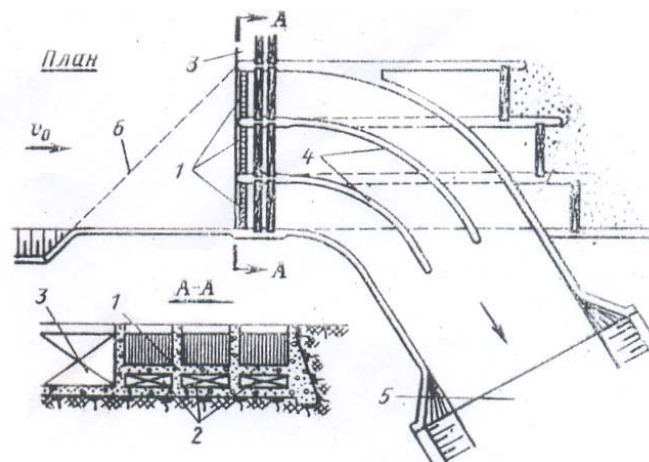
Nếu tháo cát thường xuyên thì luôn có một phần dòng chảy không vào đường dẫn, nhưng việc tháo cát tương đối triệt để.

Kiểu này cũng có một nhược điểm là kết cấu phức tạp

Kiểu cửa lấy nước có lưới chắn rác đáy:

Kiểu này áp dụng ở những sông có độ dốc lớn, dòng chảy có lượng hàm cát đáy lớn, đập ngăn sông thấp.

Cấu tạo đặc biệt của nó là đặt hành lang lấy nước dọc theo đập tràn, mặt trên hành lang đặt lưới chắn rác (**hình 1-18**)



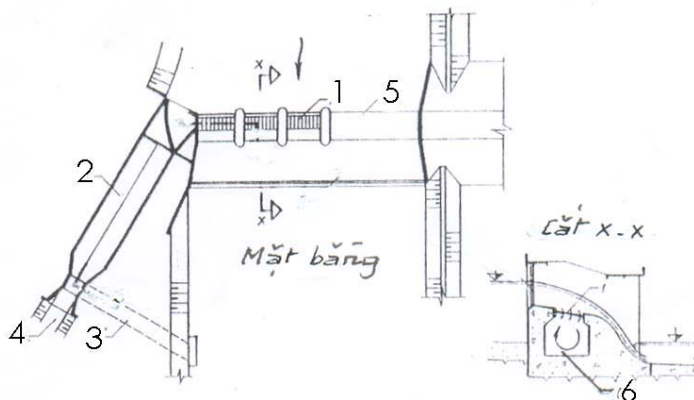
Hình 1-17. Cửa lấy nước kiểu chính diện, phân dòng chảy thành hai lớp.

1- Ngưỡng cửa; 2- hố tháo cát đáy; 3- đập tràn tháo lũ; 4- tường hướng dòng cong; 5- đường dẫn nước không áp.

Nước qua lưới chắn rác xuống hành lang thu nước từ đó vào ngăn trước để vào kênh dẫn. Đỉnh ngưỡng trong trường hợp này lấy cao hơn đáy thượng lưu $1 \div 2\text{m}$.

Lưới chắn rác che hành lang, làm từ những thanh thép và gồm những tấm rời ghép lại. Khoảng cách các thanh 5 - 10cm. Lưới đặt với độ nghiêng $0,1 \div 0,2$ xuống phía hạ lưu để thuận lợi cho việc cát đáy di chuyển xuống hạ lưu.

Ngoài hành lang thu nước nói trên, còn phải đặt các cửa lấy nước vào mùa kiệt, thường đặt ở phía thượng lưu hành lang này.



Hình 1-18. Cửa lấy nước có lưới chắn rác đáy

1- Lưới chắn rác đáy; 2- Bể lắng cát; 3- hành lang cát đáy; 4- kênh dẫn nước; 5- đập tràn; 6- hành lang lấy nước

1.2.5. Các tính toán trong thiết kế cửa lấy nước

1.2.5.1. Yêu cầu tính toán và chọn hình dạng cửa lấy nước

Với cửa lấy nước của trạm thủy điện, cần phải tính toán theo những yêu cầu sau:

- Mép trên cửa lấy nước kiểu có áp phải đủ ngập để không bị không khí cuốn theo dòng chảy. Trị số độ ngập:

$$a \geq \frac{3V^2}{2g} \quad \text{Ngoài ra } a \geq 0,5\text{m}$$

V- Vận tốc dòng chảy trong ống dẫn có áp.

- Bảo đảm cho dòng chảy không mang rác bẩn và cát, nhất là cát to hạt, có hại cho thiết bị công trình sau cửa và turbine. Vì vậy phải đặt lưới chắn rác trước cửa. Ngưỡng cửa lấy nước cao hơn cao trình bồi lắng ở thượng lưu sau thời gian bồi lắng quy định (theo qui phạm) ít nhất là 1m, để khỏi mang theo bùn cát vào đường dẫn nước.

- Cùng với mục đích tránh bùn cát, các kết cấu cửa lấy nước, nhất là cửa lấy nước không áp phải giảm bớt tối đa lượng bùn cát trôi theo dòng chảy vào đường dẫn. Trường hợp lượng hàm cát còn đủ gây tác hại, phải làm bể lắng cát.

- Phải bảo đảm sao cho tổn thất thủy lực nhỏ nhất. Từ đó các bộ phận trên dòng chảy phải có hình dạng thuận dòng, sức cản thủy lực nhỏ nhất.

- Tính toán kinh tế, kỹ thuật:

Cấu tạo cửa lấy nước phải đủ ổn định, bền vững, khai thác thuận lợi. Nhưng phải có giá thành xây dựng và khai thác thấp nhất.

1.2.5.2. Đường viền miệng cửa lấy nước và trụ pin

Miệng cửa lấy nước là vị trí gây tổn thất thủy lực lớn, bởi vì dòng chảy bị co hẹp đột ngột từ thượng lưu vào cửa. Do đó phải chọn hình thức thuận dòng cao nhất, để giảm tổn thất đến mức nhỏ nhất.

Miệng cửa lấy nước có áp:

Đường viền miệng cửa vào thuận dòng nhất là theo phương trình elip. Do điều kiện cấu tạo có thể cả trần trên và ngưỡng dưới cửa đều theo dạng elip. Hoặc chỉ có trần trên theo dạng elip, còn ngưỡng có dạng tròn hoặc nằm ngang đáy.

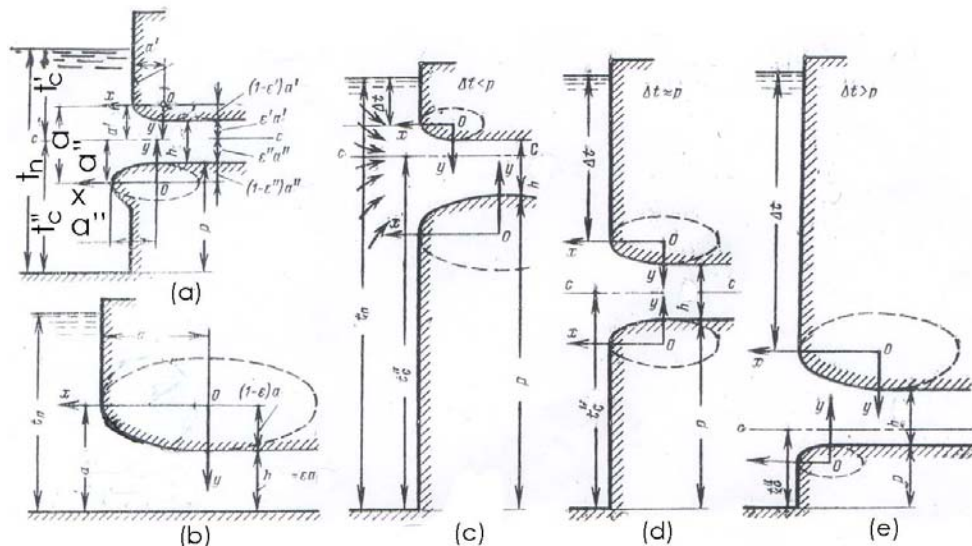
Hình elip của đường viền trần hoặc ngưỡng cửa như sau: (hình 1-19)

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{(1-\varepsilon)^2 a^2} = 1 \quad (1-2)$$

Trong đó:

ε - hệ số co hẹp dòng chảy theo phương đứng, tính theo công thức:

$$\varepsilon = 0,57 + \frac{0,043}{1,1 - \eta} \quad (1-3)$$



Hình 1-19. Dạng trần và ngưỡng cửa lấy nước theo hình elip

Nếu ngưỡng cửa đặt ngang với cao trình đáy sông (hình 1-19b) thì $\eta = \frac{a}{t_n}$ và chỉ có

trần trên theo hình elip.

Nếu ngưỡng cửa đặt cao hơn cao trình đáy (hình 1-19a) thì phải xác định cao trình mặt cắt phân giới nằm ngang c - c để tạo cho dòng chảy phân phối vận tốc đều theo chiều cao cửa.

Cao trình mặt phẳng c, c so với đáy thượng lưu xác định theo công thức:

$$t_c'' = \frac{pt_n}{t_n - h} \quad (1-4)$$

Có mấy trường hợp xảy ra:

- Phần ngập phía trên của cửa nhỏ hơn chiều cao ngưỡng (hình 1-19.c) $\Delta t < p$ hình elip ngưỡng lớn hơn elip trần
- Hai phần này xấp xỉ nhau (hình 1-19d): $\Delta t \approx p$ hai hình elip bằng nhau
- Phần ngập phía trên lớn hơn (hình 1-19.e) $\Delta t > p$ hình elip trần lớn hơn.

Với hình elip của trần cửa, trong công thức (1 - 2) và (1 - 3) lấy trị số a' và $\eta' = \frac{a'}{t_c'}$

thay cho a và η

Với hình elip của ngưỡng, lấy a'' và $\eta'' = \frac{a''}{t_c''}$ (hình 1-19.a) thay cho a và η trong (1 -

2) và (1 - 3)

Nếu $\frac{a}{t} \leq 0,25$ hoặc $\frac{a'}{t'_c} \leq 0,25$ và $\frac{a''}{t''_c} \leq 0,25$ thì hệ số co hẹp trong công thức

(1 - 2) có thể lấy bằng $\varepsilon = \varepsilon' = \varepsilon'' = 0,62$

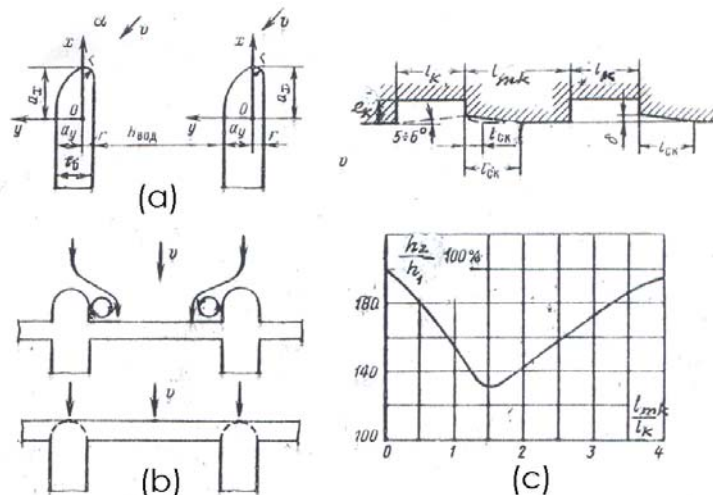
Đầu các trụ pin

Khi dòng chảy vào thẳng, song song với trục cửa thì đầu trụ pin có hình dạng tròn hay elip.

Khi dòng chảy vào nghiêng với trục cửa một góc α (hình 1-20,a) thì bên phía dòng chảy đi vào, đầu trụ pin có dạng tròn, bán kính $r = 0,25t$ (t -chiều dày trụ pin), còn phía bên kia đầu trụ có dạng elip với nửa trục $a_x = (0,34 \div 0,75)b$ và

$a_y = (0,1 \div 0,22)b$ (b - khoảng cách giữa 2 trụ pin) (hình 1- 20,a). Số trong ngoặc: số lớn dùng cho góc nghiêng lớn $\alpha \geq 45^\circ$, số nhỏ khi $\alpha \leq 20^\circ$.

Lưới chắn rác nếu đặt lù sâu vào đầu trụ pin (hình 1-20.b) sẽ gây ra xoáy nước, làm tăng tổn thất và gây cuộn rác, không khí vào dòng chảy. Để tránh điều đó, đặt lưới lù ra che đầu trụ pin (hình 1- 20.b)



Hình 1-20. Đầu các trụ pin khi dòng chảy vào nghiêng (a). Đặt dưới chắn rác ra phía đầu trụ pin (b) Khe đặt cửa (c)

1.2.5.3. Tính toán tổn thất thủy lực cửa lấy nước

Tổn thất thủy lực ở các khe đặt cửa van

Tổn thất thủy lực qua khe đặt cửa van

$$\Delta h_k = \xi_k \frac{V^2}{2g} = 0,027 \frac{l_k}{c_k} \frac{V^2}{2g} \quad (1 - 5)$$

Ở đây: l_k , c_k : chiều rộng và chiều sâu khe cửa van

V - vận tốc dòng chảy ở mặt cắt trước khe van. Khi bố trí hai khe van thì với khoảng cách giữa chúng $l_{mk} = 1,5l_k$ sẽ có tỉ số giữa tổn thất khi có hai khe van h_2 với khi có một khe van h_1 là nhỏ nhất (hình 1-20.c)

Để giảm bớt tổn thất: mép sau khe van làm sâu vào phía trụ pin một khoảng

$\delta = l_k \operatorname{tg}(5 \div 6^\circ)$ với chiều dài phần vát $l_{ck} \geq 12\delta$, nếu phần vát lượn cong lấy $l_{ck} \geq 6\delta$ (hình 1-20.c)

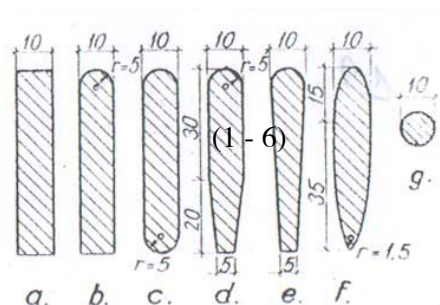
Tổn thất thủy lực qua lưới chắn rác

Tổn thất qua lưới chắn rác tính theo công thức:

$$\Delta h_l = \xi_l \frac{V^2}{2g} = \beta \left(\frac{S}{I} \right)^{4/3} \sin \alpha$$

Trong đó:

V - Vận tốc dòng chảy trước lưới



Hình 1-21. Các dạng thanh lưới

α - góc nghiêng đặt lưới so với mặt phẳng ngang

S- chiều dày mỗi thanh lưới

l - khoảng cách giữa hai thanh lưới

β - hệ số phụ thuộc hình dạng thanh lưới, lấy theo bảng 1-1 và hình 1-21

Bảng 1-1

Hệ số β trong công thức (1 - 6)

Dạng thanh lưới	a	b	c	d	e	f	g
Hệ số β	2,42	1,83	1,67	1,03	1,00	0,76	1,7

Nếu dòng chảy vào không vuông góc với mặt phẳng của lưới, mà lại nghiêng theo một góc δ (hình 1-22) thì trong công thức (1-6) phải nhân thêm một hệ số k_δ tra theo biểu đồ hình 1 - 22

Tổn thất thủy lực qua cửa van

$$\Delta h_v = \xi_v \frac{V^2}{2g}$$

V- Vận tốc tại mặt cắt cửa van

Hệ số ξ_v theo bảng sau:

Kiểu van	Phẳng	Đĩa hoặc cầu	Trụ	Cung
ξ_v	0,25	0,16	1,30	0,17

Tổn thất thủy lực qua tường ngực

$$\Delta h_t = \xi_t \frac{V^2}{2g}$$

Vận tốc dòng chảy ở mặt cắt có tường ngực

$$\xi_t = 0,8 \left(\frac{\xi}{1 - \xi} \right)^2 \quad (1 - 7)$$

ξ - độ sâu tương đối của tường ngực đối với chiều sâu của lấy nước

Với tường ngực có mép tròn, hệ số tổn thất ξ_t cho trong bảng sau:

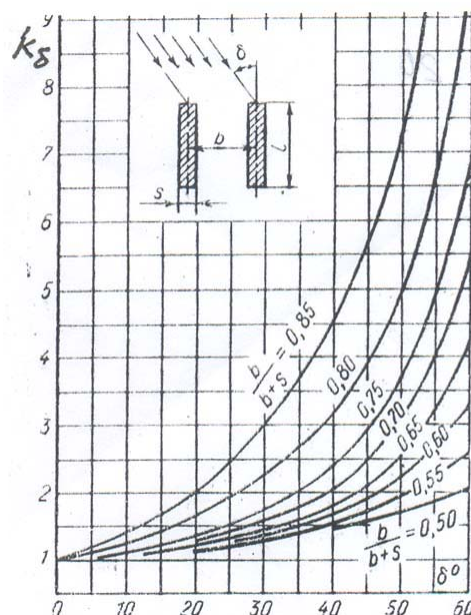
ξ	0,10	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
ξ_t	0	0,05	0,09	0,15	0,23	0,36

Tổn thất thủy lực đoạn đường dẫn có mặt cắt thay đổi liên tục

Đoạn đầu đường dẫn thường có tiết diện thay đổi liên tục, thí dụ từ mặt cắt đặt lưới chắn rác đến mặt cắt đường hầm dẫn nước. Đoạn thu hẹp này thường lấy với góc thu hẹp 15°

$\div 35^\circ$. Tỷ số tiết diện khoảng $\frac{\omega}{\omega_0} = 4 \div 7$

Trong đó:



Hình 1-22. Hệ số k_δ khi lưới chắn rác đặt nghiêng với hướng dòng chảy

ω, ω_0 : Tiết diện tại chỗ đặt lưới chắn rác và tiết diện đường hầm dẫn nước.

Tổn thất thủy lực tính theo tổn thất dọc đường:

$$\Delta h_d = \Sigma \Delta h_{di} = \Sigma \xi_{di} \frac{V_i^2}{2g}$$

Trong đó:

$$\xi_{di} = \lambda \frac{l_i}{4F_i / \chi_i} \quad (1 - 8)$$

λ - hệ số tổn thất của đoạn đường hầm, phụ thuộc độ nhám thành

l_i, F_i, χ_i - chiều dài, tiết diện và chu vi ướt của đoạn đường dẫn i.

1.2.5.4. Tính toán thủy lực cửa lấy nước không áp

Ngoài tính toán tổn thất đã nêu trên tính toán thủy lực cho cửa lấy nước không áp còn phải tính thủy lực để xác định cấu tạo với các trường hợp sau:

a. *Tính toán khả năng tháo:*

Tính lưu lượng vào ứng với mực nước thượng lưu thấp nhất, thường là mực nước chết ở thượng lưu. Lưu lượng lấy vào đường dẫn là lưu lượng thiết kế. Cửa cống mở hoàn toàn. Có hai trường hợp xảy ra:

Khi độ sâu sau cửa (**hình 1-23**) $h_n < h_k$ chảy tự do, lưu lượng qua cửa:

$$Q = \varepsilon m b \sqrt{2g} H_t^{3/2} \quad (1 - 9)$$

Khi $h_n > h_k$, chảy ngập, lưu lượng qua cửa:

$$Q = \varepsilon k_v b h \sqrt{2g \Delta h_t} \quad (1 - 10)$$

Trong các công thức trên:

b- tổng chiều rộng cửa lấy nước

H_t - cột nước tính toán

$$H_t = h_t + \frac{\alpha V^2}{2g}$$

Δh_t - độ chênh mực nước tính toán

$$\Delta h_t = \Delta h + \frac{\alpha V^2}{2g}$$

h_t - cột nước từ đỉnh ngưỡng cửa đến mực nước thượng lưu

V- vận tốc trung bình của dòng chảy ở tiết diện ngay trước cánh cửa

α - hệ số không đều của vận tốc trên mặt cắt

h_n - chiều sâu nước sau ngưỡng, tính từ đỉnh ngưỡng trở lên

m - hệ số lưu lượng, khi ngưỡng cửa vuông góc $m = 0,3$ ngưỡng cửa tròn $m = 0,365$

ε - hệ số co hẹp, phụ thuộc hình dạng trụ pin, với trụ pin tròn có thể lấy $\varepsilon = 0,9$

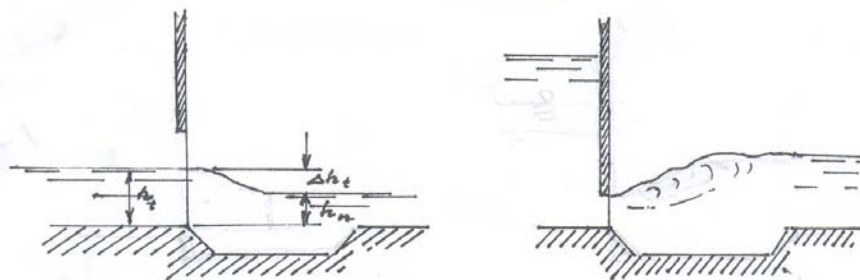
k_v - hệ số lưu tốc, khi thiết kế sơ bộ lấy $k_v = 0,88$

h_k - độ sâu phân giới

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g b^2}}$$

g- gia tốc trọng trường

Từ công thức trên, với lưu lượng thiết kế, tính ra mực nước hạ lưu, theo chiều rộng cửa b đã chọn. Nhưng thường định trước chênh lệch mực nước thượng hạ lưu để xác định b nhằm giảm bớt tổn thất năng lượng, chênh lệch này phải tính toán, trong thiết kế sơ bộ có thể lấy bằng 0,1 mét, từ đó tính ra chiều rộng cửa b.



Hình 1-23. Sơ đồ tính toán thủy lực cống hở.

a- trường hợp mực nước thượng lưu thấp nhất

b- trường hợp mực nước thượng lưu cao nhất.

b. Tính toán tiêu năng sau cửa:

Phải tính với mực nước trước cửa là cao nhất, cửa đóng một phần. Tính toán với lưu lượng thiết kế để xác định độ mở cửa và tính toán tiêu năng hạ lưu.

1.3. BỂ LẮNG CÁT

1.3.1. Tác dụng của bể lắng cát

Các trạm thủy điện thường xây dựng trên những sông suối có độ dốc lớn, do đó dòng chảy thường mang theo bùn cát, nhất là về mùa lũ

Bùn cát trong dòng chảy gây tác hại: những hạt cát lớn lắng đọng trên các công trình dẫn nước, làm giảm tiết diện làm việc, do đó vận tốc tăng, làm tăng tổn thất thủy lực. Nếu không được nạo vét, mặt cắt dòng chảy bị thu hẹp có thể dẫn đến không tháo đủ lưu lượng thiết kế. Những hạt cát lơ lửng theo dòng chảy gây bào mòn công trình dẫn nước, tác hại hơn nữa là bào mòn turbin làm giảm hiệu suất và giảm tuổi thọ turbin.

Để tránh những tác hại trên, phải xây bể lắng cát, là công trình mở rộng mặt cắt dòng chảy, do đó giảm vận tốc, làm cho bùn cát lắng đọng lại bể, sau đó tháo rửa cát ra hạ lưu. Như vậy dòng chảy từ sau bể không còn mang theo bùn cát có hại.

Trong thiết kế khi hàm lượng bùn cát trong dòng chảy lớn hơn $0,5 \text{ kg/m}^3$ hoặc hàm lượng hạt nguy hiểm lớn hơn $0,2 \text{ kg/m}^3$. Các hạt cứng (như cát thạch anh...) có đường kính lớn hơn $0,25 \text{ mm}$, hoặc các hạt cát bình thường nhưng có đường kính lớn hơn $0,4 \text{ mm}$ (là các hạt nguy hiểm). Khi đó phải xây dựng bể lắng cát.

Với bùn cát hạt nhỏ ($0,1 \div 0,25 \text{ mm}$) nhưng hàm lượng lớn thì vẫn gây bào mòn đáng kể cho turbin.

1.3.2. Vị trí bể lắng cát

Vị trí bể thích hợp nhất là ngay sau cửa lấy nước, nhưng do điều kiện địa hình, địa chất mà có thể phải đặt ở những vị trí khác trên đường dẫn không áp. Càng đặt xa cửa lấy nước thì đoạn đường dẫn trước bể lắng càng dài mà với đoạn này dòng chảy còn mang theo nhiều bùn cát nên gây bồi lấp, phải định kỳ nạo vét.

1.3.3. Nguyên lý làm việc của bể lắng cát

Xét quỹ đạo chuyển động của hạt cát M trong bể

Hạt M chuyển động đồng thời theo hai phương:

- Theo phương thẳng đứng do tác động của trọng lực với vận tốc thẳng đứng là W bằng vận tốc lắng chìm của hạt cát trong nước tĩnh, W còn gọi là độ thô thủy lực.
- Theo phương nằm ngang theo vận tốc trung bình của dòng chảy:

$$V_m = \frac{Q}{c_k B h_0} \quad (1 - 11)$$

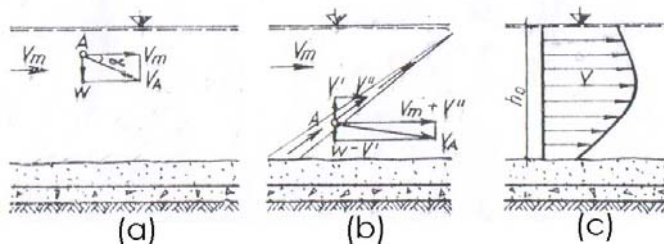
Trong đó:

Q : Lưu lượng dòng chảy qua bể lắng

c_k : Số khoang làm việc của bể

B, h_0 : Chiều rộng một khoang và độ sâu làm việc của bể tại tiết diện tính toán.

Chuyển động của hạt cát sẽ là vector V_A tổng của hai vector thành phần W và V_m . Vậy quỹ đạo chuyển động của M sẽ là đường thẳng nghiêng với mặt phẳng ngang một góc α .



Hình 1-24. Sơ đồ vận tốc dòng chảy

a- các thành phần vận tốc với dòng chảy tầng

b- ảnh hưởng của chảy rối đến vận tốc

c- phân phối vận tốc theo chiều sâu trong chảy tầng

do

Thực tế vận tốc dòng chảy phân bố không đều theo chiều sâu (**hình 1-24c**), đó quỹ đạo hạt là đường cong, V_m càng lớn thì góc α càng nhỏ.

Độ rối của dòng chảy bể lắng cũng có ảnh hưởng đến các thành phần vận tốc, nhất là theo phương thẳng đứng. Nó làm giảm tốc độ lắng chìm của hạt, tăng chiều dài lắng đọng l , do đó tăng chiều dài làm việc l_k của bể.

Để giảm độ rối thường làm các tường hướng dòng

1.3.4. Cấu tạo bể lắng cát

Thường bể lắng cát gồm có ba phần:

1.3.4.1. Phần cửa vào

Phần này nối tiếp kênh dẫn với bể, có tiết diện mở rộng dần từ mặt cắt kênh dẫn đến mặt cắt bể. Có nhiệm vụ phân phối đều dòng chảy vào bể.

ở phần này cũng đặt các cửa để đóng mở từng ngăn khi xói rửa hoặc sửa chữa.

1.3.4.2. Phần lắng cát chính

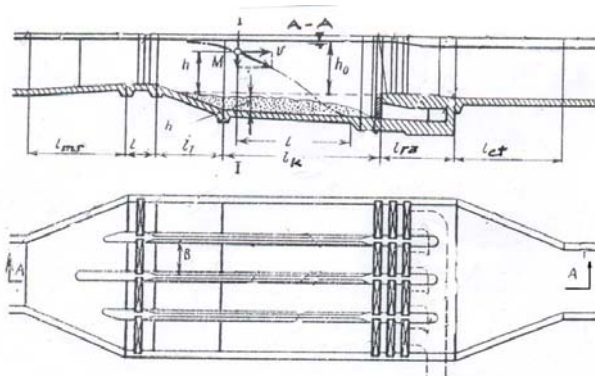
Có thể chia nhiều khoang. Dọc theo chiều dài chia hai đoạn:

- Đoạn đầu có chiều sâu tăng dần từ độ sâu sau cửa vào đến độ sâu lớn nhất của bể, có chiều dài l_1 .

- Đoạn sau có chiều dài l_k có nhiệm vụ lắng đọng bùn cát có thể gây nguy hại đến công trình và turbine.

1.3.4.2. Phần cửa ra

Gồm phần đặt các cửa ra và miệng các hành lang tháo cát để tháo rửa cát ra ngoài có chiều dài l_{ra} . Sau phần cửa ra là đoạn



Hình 1-25. Sơ đồ cấu tạo bể lắng cát

chuyển tiếp có chiều dài l_{ct} thu hẹp dần dòng chảy để nối tiếp với đường dẫn không áp sau kênh.

1.3.5. Các kiểu bể lắng cát

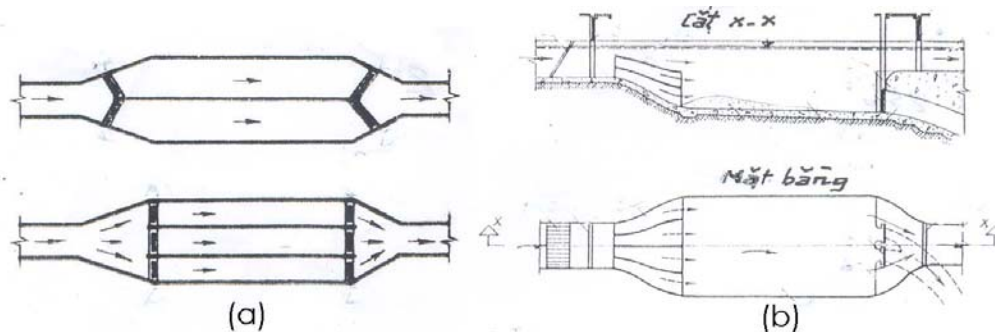
Chủ yếu có hai kiểu: xói rửa định kỳ và xói rửa liên tục.

1.3.5.1. Bể lắng cát xói rửa định kỳ

Ở kiểu này khi bùn cát đã lắng đọng đầy phần thể tích chết tức là phần thể tích ở dưới đáy dành cho lắng đọng thì sẽ tiến hành tháo rửa. Cửa ra ở cửa khoang tháo rửa được đóng lại, cửa hành lang tháo cát mở ra dẫn vào hành lang tháo cát để tháo rửa cát.

Để cho nhà máy không phải ngừng làm việc, kiểu bể lắng cát này thường phải chia nhiều khoang, luân phiên tháo rửa, thông thường là $2 \div 6$ khoang;

Lúc tháo rửa cát, các cửa hành lang tháo cát được thay đổi độ mở thích hợp, tạo ra dòng chảy xiết quét bùn cát vào hành lang. Đáy bể hơi dốc về phía miệng xả cát, để tăng hiệu quả xói rửa (độ dốc $i = 0,01 \div 0,05$). Hoặc phân lắng đọng cát làm với tiết diện nhỏ hơn để tăng vận tốc xói rửa.



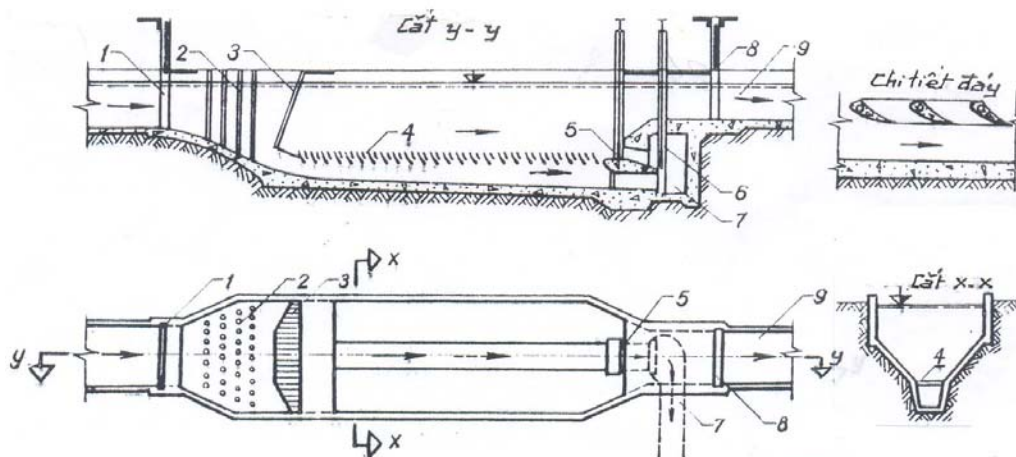
Hình 1-26. Cấu tạo bể lắng cát

a- Bể nhiều khoang; b- bể một khoang xói rửa định kỳ

1.3.5.2. Bể lắng cát xói rửa liên tục

Với kiểu này bùn cát lắng đọng được xả ra khỏi bể liên tục, như vậy phải dành một phần lưu lượng dòng chảy để tháo rửa.

Ưu điểm của kiểu này là tháo rửa cát hiệu quả, không phải ngừng hoạt động của trạm khi tháo rửa. Nhưng nhược điểm là mất một phần lưu lượng. Thường người ta còn thiết kế với bể tháo rửa liên tục trong mùa lũ, còn mùa kiệt tháo rửa định kỳ. Như vậy tiết kiệm được nước hơn nữa về mùa kiệt thường lượng hàm cát trong dòng chảy thấp.



Hình 1-27. Bể lắng cát xói rửa liên tục

1- Cửa vào; 2- Cột phân bố đều dòng chảy; 3- lưới chắn rác; 4- lưới đáy trên phần lắng cát; 5- cửa tháo cát đáy; 6- cửa tháo cát đã lắng đọng; 7- hành lang tháo cát; 8- cửa ra của bể; 9- kênh dẫn

Cấu tạo bể lắng xói rửa liên tục: Bể có thể một khoang hoặc nhiều khoang. Chiều rộng các khoang ở phần lắng cát thường thu hẹp lại để tăng vận tốc xói rửa. Có trường hợp làm lưới chắn rác phía trên phần động cát.

Có thể dùng máy hút bùn để hút liên tục cát lắng đọng như vậy không phải làm hành lang tháo cát.

1.3.6. Tính toán các kích thước cơ bản của bể lắng cát

Trong thiết kế phải tính toán các kích thước cơ bản của bể lắng cát: chiều rộng, chiều sâu và chiều dài phần lắng cát chính. Các bộ phận khác định theo yêu cầu cấu tạo và vận hành.

1.3.6.1. Chiều rộng và chiều sâu bể lắng cát

Quan hệ giữa chiều rộng và chiều sâu theo công thức (1 - 11)

Trong đó: V_m - vận tốc theo phương nằm ngang, thường lấy trong khoảng $0,2 \div 0,5 \text{ m/s}$

Với vận tốc V_m đã chọn thì chiều rộng mỗi khoang bể B , độ sâu toàn bộ h_t và chiều dài bể l_k phụ thuộc lẫn nhau. Chiều sâu h_t bằng chiều sâu làm việc h_0 cộng với chiều sâu động cát (hay còn gọi là chiều sâu chết) h_c .

h_t thường vào khoảng $3 \div 7 \text{ m}$, với lưu lượng lớn có thể đến $8 \div 10 \text{ m}$

Trong tính toán ban đầu chọn $h_c = (10 \div 25\%) h_t$

Từ (1 - 11) tính ra chiều rộng mỗi khoang

$$B = \frac{Q}{c_k V_m h_0} \quad (1 - 12)$$

1.3.6.2. Chiều dài bể lắng cát

Thời gian T_0 đủ để hạt cát chìm từ mặt nước đến độ sâu làm việc h_0 sẽ bằng:

$$T_0 = \frac{h_0}{W} \quad (1 - 13)$$

W - vận tốc chìm của hạt cát

Để cho hạt cát từ lúc bắt đầu vào bể còn ở trên mặt nước khi trôi đến cuối bể thì đã chìm đến độ sâu h_0 , thì chiều dài bể phải bằng

$$l_k = T_0 V_m \quad (1 - 14)$$

Vì có ảnh hưởng của mạch động do dòng chảy rối làm cho vận tốc chìm W giảm bớt, cho nên phải đưa vào một hệ số $k > 1$, thường lấy vào khoảng $k = 1,3 \div 2,0$.

Vậy chiều dài cần thiết của phần lắng đọng chính

$$l_k = k \frac{h_0}{W} \cdot V_m \quad (1 - 15)$$

Qua nghiên cứu thực địa, một số tác giả đưa ra công thức:

$$l_k = \frac{h_0 V_m}{W - V_{m/n}} \quad (1 - 16)$$

Trong đó nêu áp dụng của mạch động vận tốc dòng rối đến vận tốc chìm W , thể hiện bằng trị số $V_{m/n}$

n : Hệ số thay đổi theo độ sâu của bể, thí dụ: với chiều sâu bể $h_0 = 1\text{m}$, $n = 5$; với chiều sâu bể $h_0 = 2\text{m}$, $n = 7,25$

1.3.6.3. Vận tốc chìm và khả năng tải cát

Vận tốc chìm hay độ thô thủy lực W của hạt cát phụ thuộc vào kích thước của nó, có thể xác định trên đồ thị **hình 1-28**

Khả năng tải cát ρ_t (kg/m^3) phụ thuộc chủ yếu vào độ thô thủy lực W và vận tốc dòng chảy có thể xác định theo công thức Da - Ma - Rin

$$\rho_t = 0,022 \left(\frac{V}{W} \right)^{3/2} \sqrt{Ri}$$

R - bán kính thủy lực

i - độ dốc mặt nước

Hoặc có thể viết $\sqrt{Ri}$ qua V_m và độ nhám đường dẫn n :

$$\rho_t = 0,022 \left(\frac{V_m}{W} \right)^{3/2} \frac{V_m \cdot n}{R^{1/6}} \quad (1 - 18)$$

V_m : Vận tốc trung bình của dòng chảy

Với cát gồm nhiều hạt kích thước khác nhau, lấy trị số trung bình của độ thô thủy lực:

$$W_{tb} = \frac{\sum W_i m_i}{100} \quad (1 - 19)$$

W_i : Độ thô thủy lực của cát thành phần

m_i : Phần trăm của nó trong cát lơ lửng

Nếu dòng chảy đi vào bể có hàm lượng cát là p vượt khả năng tải cát ρ_t thì cát lơ lửng sẽ lắng xuống, kết quả độ đục bình quân sẽ giảm dần theo chiều dài.

1.3.6.4. Chọn số khoang bể lắng cát

Để đảm bảo dòng chảy phân bố đều theo chiều rộng của bể, chiều rộng của mỗi khoang:

$$B = \frac{Q}{c_k V_m h_0} \leq \frac{l_k}{3} \quad (1 - 20)$$

Vậy số khoang

$$c_k \geq \frac{3Q}{l_k h_0 V_m} \quad (1 - 21)$$

Trong đó: Q - lưu lượng dòng chảy vào bể lắng cát.

Với bể lắng cát tháo rửa định kỳ phải tăng thêm một khoang để khi tháo rửa từng khoang không ảnh hưởng đến điều kiện làm việc của bể. Vậy số khoang $= c_k + 1$

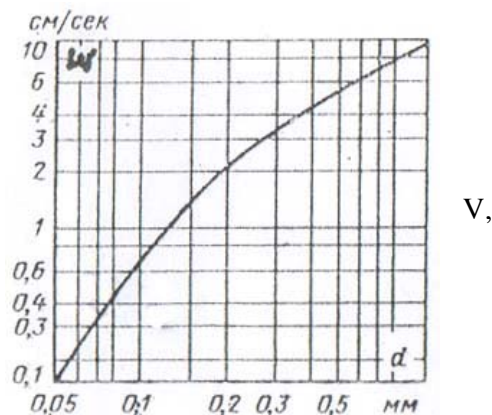
Thông thường với bể lắng cát tháo rửa liên tục, số khoang $c_k = 1 \div 3$

Với bể lắng cát tháo rửa định kỳ, số khoang bằng

$$c_k + 1 = 3 \div 4$$

1.3.6.5 Thời gian lắng đáy dung tích chết và thời gian tháo rửa

Thông thường bể lắng cát phải lắng được loại hạt có đường kính $d \geq 0,05\text{mm}$



Hình 1-28. Vận tốc chìm của hạt cát trong nước tĩnh

Lượng bùn cát đọng lại trong bể trong thời gian 1s sẽ bằng:

$$G = \rho Q$$

Trong đó: ρ : Lượng hàm cát trong dòng chảy (kg/m^3) tính với các hạt có đường kính $d \geq 0,05\text{mm}$

Thời gian lấp đầy toàn bộ dung tích chết của các khoang.

$$T_L = \frac{W_c \cdot \gamma_c}{G} 1000(s) \quad (1 - 22)$$

Trong đó: W_c : Tổng dung tích chết của các khoang (m^3)

G : Tổng lượng bùn cát đọng lại trong bể (kg/m^3), trong thời gian 1s, tính với các hạt có đường kính $d \geq 0,05\text{mm}$

γ_c : Khối lượng riêng của cát lắng, thường $\gamma_c = 1,6\text{T/m}^3$

1.3.6.6. Thời gian tháo rửa bể lắng cát tháo rửa định kỳ

Lưu lượng tháo rửa cát Q_{th} thường lấy bằng 30 ÷ 40% lưu lượng toàn bộ bể lắng và không quá lưu lượng làm việc của một khoang. Vậy lưu lượng tháo đơn vị:

$$q_{th} = \frac{Q_{th}}{B_{th}} \quad (1 - 23)$$

B_{th} : Chiều rộng phần tháo cát của khoang bể

Coi dòng tháo là chảy đều và vì chiều rộng lớn so với chiều sâu h_{th} , nên coi chu vi ướt gần bằng chiều rộng. Khi đó

$$h_{th} = \left(\frac{q_{th} \cdot n}{\sqrt{i_0}} \right)^{3/5}$$

n : Độ nhám đáy bể có bùn cát, $n = 0,0275$

i_0 : Độ dốc đáy bể

Vận tốc dòng tháo

$$V_{th} = \frac{q_{th}}{h_{th}}$$

Hàm lượng bùn cát trong dòng tháo:

$$\rho_t = 0,022 \left(\frac{V_{th}}{W} \right)^{3/2} \sqrt{R \cdot i}$$

R : Bán kính thủy lực

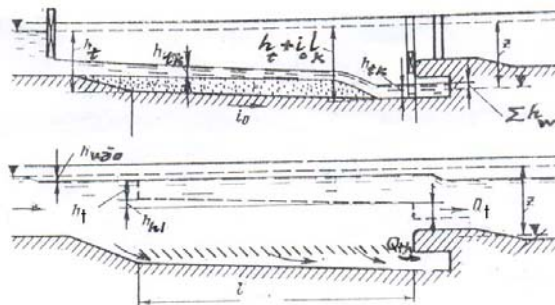
W : Độ thô thủy lực trung bình của cát trong dòng chảy, có thể tính bằng công thức:

$$W = \frac{\sum W_i \cdot m_i}{100}$$

W_i , m_i - độ thô thủy lực và tỉ lệ phần trăm của cát thành phần.

- Thời gian tháo cát lắng đọng

$$T_{lc} = 1,2 \frac{W_c \cdot \gamma_c}{\rho_t Q_{th}} (s) \quad (1 - 25)$$



Hình 1-29. Cao trình và độ sâu bể lắng cát
(1 - 24) a- Bể tháo rửa định kỳ; b- Bể tháo rửa liên tục

1,2 - hệ số an toàn

Thời gian tháo rửa cần thiết mỗi khoang, còn phải kể đến thời gian thao tác để đưa bể vào tháo rửa và sau đó đưa trở lại làm việc bình thường, do đó phải lấy tăng lên bằng

$$T_{th} = (1,5 \div 2,0) T_{tc} \quad (1 - 26)$$

1.3.6.7. Kiểm tra các cao trình và độ sâu bể lắng cát (hình 1.29)

Bể lắng cát tháo rửa định kỳ

Tính toán kiểm tra để mực nước ở tiết diện cuối của đường tháo rửa không được thấp hơn mực nước lũ thiết kế trong sông nơi nước chảy ra.

$$h_t \leq Z - i_0 l_k - h_{th} - \Sigma h_w \quad (1 - 27)$$

h_t - chiều sâu toàn bộ của bể lắng bằng độ sâu làm việc h_0 cộng với độ sâu chết h_c .

i_0, l_k - độ dốc đáy và chiều dài lắng cát của bể.

Z - chênh lệch mực nước giữa mặt cắt vào bể và mặt cắt hạ lưu tại nơi dòng tháo rửa chảy ra.

Σh_w - tổng tổn thất thủy lực ở đường tháo rửa từ cuối bể lắng

Bể lắng cát tháo rửa liên tục

$$Z \geq h_{vào} + h_l + h_{hl} + h_x \quad (1 - 28)$$

Trong đó:

$h_{vào}, h_l, h_{hl}, h_x$ - các tổn thất thủy lực ở cực vào, lưới chắn rác, hành lang tập trung cát và hành lang xả cát.

1.4. ĐƯỜNG DẪN CỦA TRẠM THUỶ ĐIỆN

1.4.1. Tác dụng, cấu tạo:

Công trình đường dẫn dùng để dẫn nước từ cửa lấy nước đến nhà máy.

Tuỳ theo điều kiện tự nhiên, có nhiều kiểu cấu tạo khác nhau, nhưng chủ yếu phân ra hai loại: đường dẫn hở và đường dẫn có áp.

1.4.2. Đường dẫn hở:

Có thể có các loại mặt cắt khác nhau, nhưng thường là chữ nhật hoặc hình thang. Khi thiết kế phải tính toán những vấn đề sau:

1.4.2.1. Chọn tuyến và hình thức đường dẫn:

Tuyến đường dẫn phải chọn sao cho lợi nhất về kinh tế, ổn định an toàn trong khai thác, giảm đến mức tối thiểu về tổn thất lưu lượng và cột nước.

- Những nơi phải uốn cong thì bán kính cong r phải:

$$r \geq 11 V^2 \sqrt{\omega} + 12 \text{ (m)}$$

$$\text{và } r \geq 5b$$

(1-29)

Trong đó: V , ω , b : Vận tốc trung bình của dòng chảy (m/s), tiết diện ướt (m^2) và chiều rộng đáy (m) của đường dẫn.

1.4.2.2. Vận tốc dòng chảy:

Vận tốc trong đường dẫn V phải sao cho không phát sinh bồi lắng và không sinh xói lở.

$$V_{\min} \leq V \leq V_{\max}$$

Trong đó: $V_{\min}$ – Vận tốc giới hạn không bồi lắng tính bằng công thức:

$$V_{\min} = 0,01 \frac{W}{d_{\text{th}}} \sqrt{\frac{P}{0,01} \frac{0,0225}{n} \sqrt{R}} \quad (1-30)$$

Trong đó: W – Độ thô thủy lực của các hạt bùn cát có đường kính trung bình d_{th} (mm/s), R – bán kính thủy lực (m), p – hàm lượng trung bình (%) tính theo trọng lượng) các hạt bùn cát lơ lửng có đường kính lớn hơn 0,25mm.

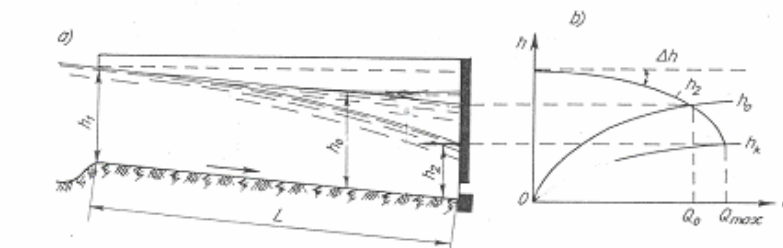
n – hệ số nhám lòng dẫn.

$V_{\max}$ – Vận tốc cho phép không xói, xác định theo quy phạm, nó phụ thuộc vào bán kính thủy lực của dòng chảy và độ lớn hạt cấu tạo nền (nếu nền đất), hoặc vật liệu nền đường dẫn.

1.4.2.3. Kênh tự điều tiết và kênh không tự điều tiết:

Kênh tự điều tiết:

Là kiểu đường dẫn hở mà độ sâu cuối có thể đạt đến mức: độ dốc đường mặt nước trong đường dẫn bằng không, thường dùng đường dẫn là kênh với mặt cắt hình thang. Khi thiết kế: chọn độ dốc đáy i theo trạng thái chảy đều, ứng với lưu lượng thiết kế qua nhà máy. Cao trình đỉnh bờ kênh là nằm ngang suốt chiều dài kênh.



THANH 1-30. Kênh tự điều tiết

a- Mặt cắt dọc; b- Quan hệ mực nước và các độ sâu dòng chảy trong kênh

h_1 - Độ sâu mực nước đầu kênh; h_2 - Độ sâu mực nước cuối kênh; Q_0 -Độ sâu chảy đều

h_k Độ sâu giới hạn

Khi trạm thủy điện làm việc với lưu lượng thiết kế, dòng chảy trong kênh ổn định với dòng chảy đều. Khi lưu lượng qua trạm giảm nhỏ, mực nước cuối kênh tăng lên. Đến lưu lượng bằng không, mực nước trong kênh nằm ngang.

Do vậy mà kênh tự điều tiết được lưu lượng, không cần cửa điều tiết ở đầu kênh và không cần bố trí tràn xả thừa ở cuối kênh.

Ưu điểm: Do không phải xả tràn nên tiết kiệm được dòng chảy. Mực nước cuối kênh cũng tăng khi lưu lượng nhỏ, nên giảm được tổn thất cột nước. Từ đó mà giảm được tổn thất năng lượng.

Khuyết điểm: Khối lượng đào đắp lớn, cho nên thường chỉ ứng dụng với tuyến kênh ngắn, độ dốc tương đối nhỏ.

Kênh không tự điều tiết:

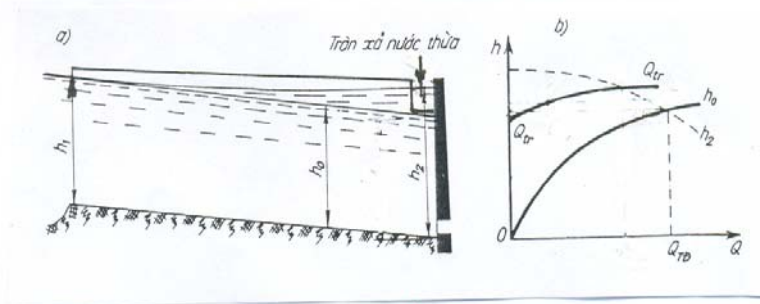
Thiết kế dòng chảy trong kênh là dòng đều, ứng với lưu lượng thiết kế của trạm. Độ dốc đỉnh bờ kênh bằng với độ dốc đáy. Do vậy khi lưu lượng giảm nhỏ hơn lưu lượng thiết kế, mực nước cuối kênh tăng lên, dòng chảy tràn một phần qua tràn xả thừa. Khi lưu lượng qua nhà máy bằng không, toàn bộ dòng chảy qua tràn xả thừa.

Do vậy kiểu này phải có tràn xả thừa cuối kênh, thường đặt ở bể áp lực. Đầu kênh phải đặt cánh cửa điều tiết dòng chảy.

Ưu điểm: Vì mặt cắt kênh không thay đổi theo chiều dài, nên khối lượng đào đắp nhỏ.

Khuyết điểm: Phải có tràn xả thừa nên mất bớt một phần lưu lượng qua tràn. Tổn thất cột nước cũng lớn hơn kiểu trên.

Thường dùng với kênh có chiều dài lớn hoặc độ dốc lớn.



Hình 1-31. Kênh thông tự điều tiết

a- Mặt cắt dọc; b- Quan hệ giữa lưu lượng và các độ sâu trong kênh.

1.4.3. Đường dẫn có áp:

Đường hầm dẫn nước có áp thông thường có tiết diện tròn, vỏ bọc bằng bê tông cốt thép, bọc thép, hoặc không bọc nếu là nền đá tốt đủ điều kiện chịu lực và ổn định.

1.4.4. Tính toán thủy lực và tổn thất năng lượng ở đường dẫn:

1.4.4.1. Tổn thất thủy lực ở đường dẫn không áp:

Đường dẫn không áp tính theo trạng thái chảy đều ứng với lưu lượng thiết kế, cũng là lưu lượng tính toán lớn nhất qua nhà máy.

Từ đó độ dốc mặt nước lấy theo độ dốc đáy:

$$i = \frac{Q^2}{\omega^2 C^2 R} \quad (1-31)$$

Q – lưu lượng thiết kế của nhà máy (m^3/s)

ω, R – tiết diện ướt (m^2) và bán kính thủy lực (m) của đường dẫn.

C – hệ số Sezi, theo công thức Maninh $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$.

n – hệ số nhám của lòng dẫn.

Như vậy nếu chiều dài đường dẫn là L thì tổn thất cột nước ở đường dẫn là:

$$\Delta h = i L \quad (1-32)$$

1.4.4.2. Tổn thất thủy lực ở đường dẫn có áp:

Độ dốc thủy lực i cũng tính theo công thức (1-31).

Do đó tổn thất cột nước:

$$\Delta h = \frac{L}{\omega^2 C^2 R} Q^2$$

Nếu tính đến các tổn thất cục bộ:

$$\Delta h = \left[\frac{2gL}{C^2 R} + \sum_{i=1}^n \xi_i \right] \frac{V^2}{2g} \quad (1-33)$$

1.4.5. Tổn thất năng lượng trong đường dẫn:

Tổn thất năng lượng trong đường dẫn do tổn thất cột nước xác định theo:

$$\Delta E = \int \Delta N dt \quad (\text{KWh}) \quad (1-34)$$

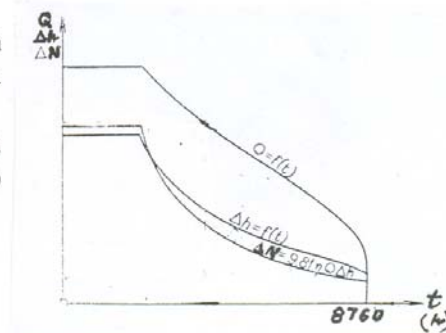
Trong đó $\Delta N = 9,81 \cdot \eta \cdot Q \cdot \Delta h$ (KW)

Vì Q và Δh đều thay đổi theo thời gian nên phải tính theo tích phân với thời gian. η – hiệu suất tổ máy, lấy trị số trung bình theo thời gian. Các trị số thay đổi trên có thể biểu diễn trên biểu đồ hình 1-32.

Từ đó tổn thất điện lượng trung bình trong một năm sẽ bằng diện tích biểu đồ của đường duy trì công suất trong năm.

Với đường dẫn có áp, có thể thay Δh bằng công thức (1-33) và phương trình (1-34) viết thành:

$$\Delta E = \frac{9,81 \cdot \eta L}{\omega^2 C^2 R} \int Q^3 dt \quad (1-35)$$



Hình 1-32. Các đường duy trì lưu lượng, tổn thất cột nước và tổn thất công suất trong một năm

1.4.6. Chọn mặt cắt kinh tế đường dẫn:

Có nhiều cách tính toán khác nhau để chọn mặt cắt kinh tế đường dẫn. Thường dùng cách tính theo mục tiêu: tổng chi phí nhỏ nhất:

$$Z = Z_K + Z_E \rightarrow \min \quad (1-36)$$

Trong đó :

Z – Tổng chi phí

Z_K – Chi phí cho đầu tư và khai thác công trình đường dẫn, tính bằng :

$$Z_K = \frac{K}{T_0} + C$$

K – Vốn đầu tư xây dựng công trình đường dẫn và công trình phụ thuộc đường dẫn.

T_0 – Thời gian bù vốn tiêu chuẩn của công trình (năm).

C – Chi phí vận hành cho đường dẫn hàng năm, có thể tính theo phần trăm của K : $C = pK$; $p = 0,05$.

Z_E – Chi phí do nhiệt điện phải thay thế phần tổn thất năng lượng ΔE và tổn thất công suất $\Delta N_{\max}$, tính theo:

$$Z_E = \left(\frac{1}{T_0} + p \right) k^{ND} \Delta N_{\max} f + j \Delta E s \quad (1-37)$$

Trong đó: k^{ND} – Vốn đầu tư cho một đơn vị công suất tăng thêm của trạm nhiệt điện thay thế:

$\Delta N_{\max}$ – Tổn thất công suất lớn nhất do tổn thất cột nước.

$f = 1,1 \div 1,5$ – hệ số tính đổi về công suất của nhiệt điện thay thế.

$j = 1,05 \div 1,10$ – hệ số tính đổi về điện lượng của nhiệt điện thay thế.

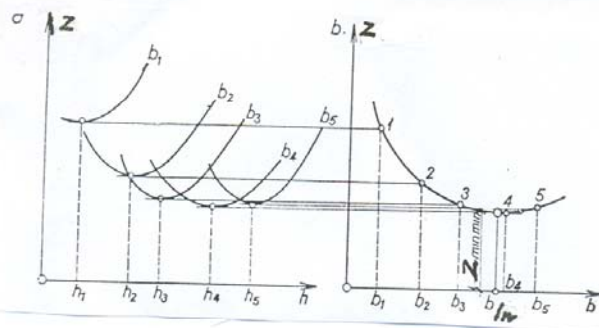
ΔE – Điện năng tổn thất, do tổn thất cột nước.

s – Giá điện năng đơn vị tính theo sản xuất nhiệt điện.

Cũng có thể theo cách tính toán kinh tế hiện nay là đưa các chi phí và tổn thất hoặc thu lợi của từng phương án, từ đó rút ra các chỉ tiêu kinh tế của từng phương án, cuối cùng so sánh tìm ra phương án lợi nhất.

1.4.7. Chọn mặt cắt kinh tế kênh dẫn của trạm thủy điện:

Để chọn mặt cắt kinh tế kênh dẫn, cũng tính theo tổng chi phí nhỏ nhất với hai biến: chiều rộng đáy và độ sâu dòng chảy trong kênh. Bước thứ nhất có thể tính nhiều phương án, mỗi phương án theo một chiều rộng đáy b nhất định. Với mỗi phương án tìm được một chiều sâu lợi nhất. So sánh sẽ thấy trị số h lợi nhất ứng với tổng chi phí $Z_{\min}$ (hình 1-33a). Từ trị số h lợi nhất này tính với các chiều rộng đáy b khác nhau, tìm được trị số b lợi nhất (hình 1-33b).



Hình 1-33. Xác định mặt cắt kinh tế kênh dẫn của trạm thủy điện

1.5. BỂ ÁP LỰC

1.5.1. Tác dụng của bể áp lực

Bể áp lực là công trình nối tiếp đường dẫn nước không áp – thường là kênh dẫn, với đường dẫn nước có áp- thường là đường dẫn nước vào Turbin.

Bể áp lực có tác dụng

Bổ sung lưu lượng khi nhà máy tăng tải đột ngột ứng với sự tăng tải lớn nhất trên biểu đồ phụ tải có đường tháo nước thừa để có thể tháo lưu lượng lớn nhất của nhà máy khi cắt tải đột ngột.

Tạo dòng chảy thuận từ đường dẫn hở vào đường dẫn có áp với tổn thất thủy lực thấp nhất.

Phân phối đều dòng chảy vào các đường ống có áp. Khi có sự cố hoặc kiểm tra, sửa chữa, có thể đóng kín từng đường ống hoặc toàn bộ.

Loại trừ rác bẩn, bùn cát gây hại cho turbin chưa được loại trừ hết từ đầu đường dẫn hoặc bổ sung thêm trên đường dẫn hở.

Bảo đảm cho miệng ống dẫn có áp chìm dưới mực nước thấp nhất ít nhất là 0,5 m; để khỏi cuốn không khí theo dòng chảy gây mất ổn định cho sự làm việc của turbin.

Về kết cấu phải ổn định, bền vững, khai thác thuận lợi, cấu tạo đơn giản và giá thành xây dựng thấp.

1.5.1. Hình thức và cấu tạo bể áp lực.

Gồm có các phần chính: khoang trước, phần thu nước và phần tháo nước thừa

1.5.2.1. Khoang trước

Là phần nối tiếp bể với đường dẫn không áp, dòng chảy mở rộng dần từ tiết diện đường dẫn không áp đến tiết diện phần thu nước

Góc mở rộng của khoang trước không vượt quá $10^0 \div 12^0$ theo phương ngang cũng như phương đứng, để tránh cho vận tốc dòng chảy phân bố không đều. Vận tốc trung bình ở tiết diện cuối khoang thường từ $0,6 \div 0,8$ m/s.

Trên mặt bằng tốt nhất là khoang trước có trục là đường thẳng cùng với trục đường dẫn và phần thu nước. Nhưng do điều kiện địa hình, địa chất, có trường hợp phải làm khoang trước cong hoặc gẫy khúc, khi đó có thể phải làm tường hướng dòng để giữ cho dòng chảy phân phối đều trên mặt bằng.

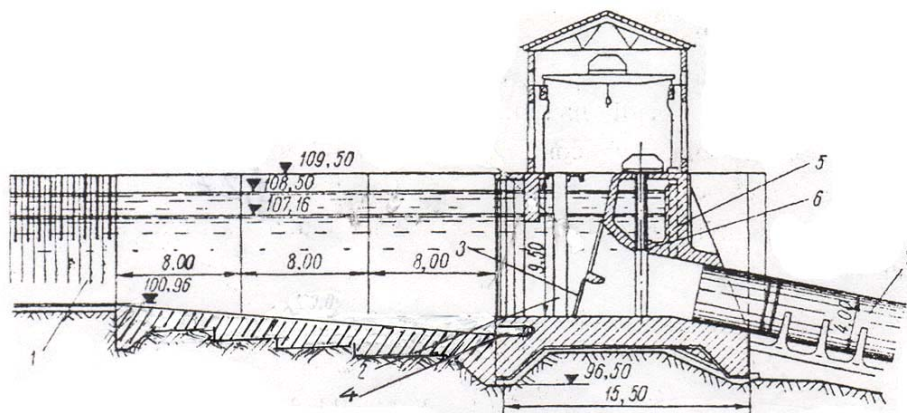
Trong trường hợp do hạn chế góc mở rộng đưa đến chiều dài khoang trước lớn quá, có thể phải rút ngắn lại và đặt các tường hướng dòng.

Ở chỗ nối tiếp giữa khoang trước và phần thu nước, cao trình đáy của khoang trước thấp hơn $0,5 \div 1$ m để giữ cát lắng đọng lại trong khoang trước. Ở đáy có đặt đường hầm tháo cát với diện tích $0,4 \times 0,6 \div 0,6 \times 0,8$; có đặt cửa van phẳng để định kỳ tháo cát lắng.

1.5.2.2. Phần thu nước

Nối liền với khoang trước, có nhiệm vụ chia nước vào các đường ống có áp. Phần thu nước chia thành các khoang riêng biệt. Ngăn cách nhau bằng các trụ pin. Mỗi khoang đặt các thiết bị giống như đã trình bày ở phần cửa lấy nước như: Cửa van sửa chữa, lưới chắn rác, cửa van công tác, ống thông khí, thiết bị đóng mở cửa, thiết bị nâng chuyển, cầu công tác.

Các cửa van thường là van phẳng, cửa van sửa chữa có thể van phẳng hoặc phai. Cánh cửa van công tác trong trường hợp thiết kế không chế áp lực nước va thì phải có thiết bị đóng nhanh.

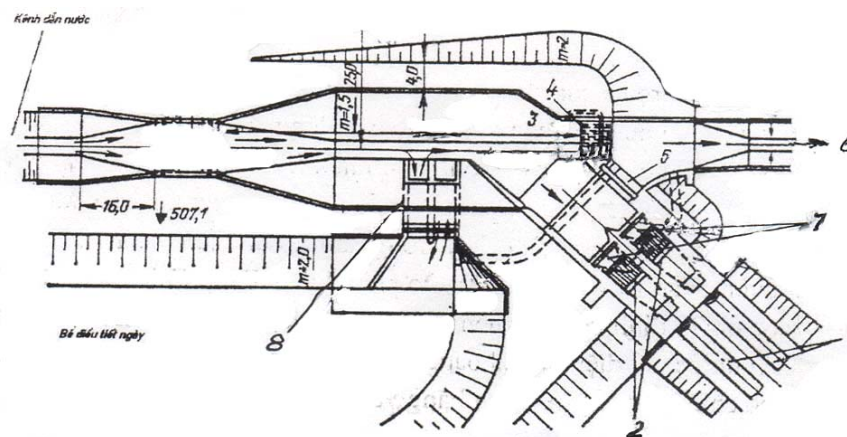


1- Kênh dẫn; 2- Khe phai sửa chữa; 3- Lưới chắn rác; 4- Cửa hành lang tháo cát; 5- Ống thông khí; 6- Cửa van công tác; 7- Ống dẫn nước vào turbin.

Có nhiệm vụ xả phân lưu lượng thừa, khi nhà máy giảm công suất. Công trình này phải tính toán với trường hợp khi nhà máy đang làm việc với công suất lớn nhất mà do sự cố phải cắt tải hoàn toàn, như vậy lưu lượng tháo phải tính với lưu lượng làm việc lớn nhất của nhà máy. Thường gặp những kiểu sau:

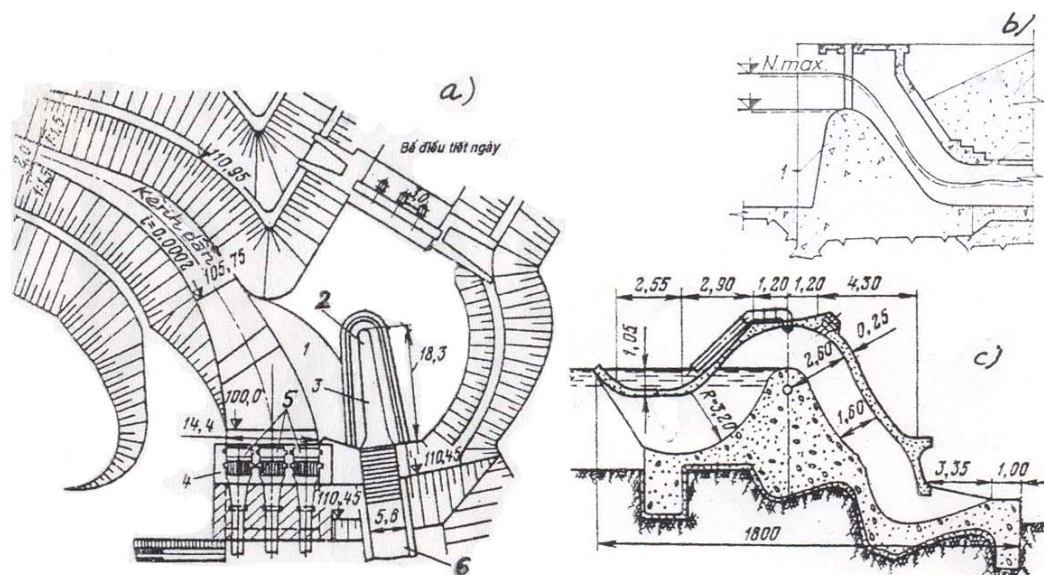
Trần tự do: hình thức tháo nước đơn giản nhất là trần tự do, thường đặt ở một bên bờ của khoang trước, dạng mặt cắt Ốp – phi-xê-rốp. Nhược điểm của trần tự do là lưu lượng đơn vị nhỏ, vì vậy phải có chiều dài tuyến trần lớn hoặc cột nước trên đỉnh trần lớn (thường lấy bằng $0,5 \div 0,8$ m). Từ đó mà phải tăng chiều dài khoang trước hoặc nâng cao bờ bể áp lực. Có trường hợp làm tuyến trần cong để kéo dài đỉnh trần.

Xi phong: Công trình tháo nước thừa có thể làm theo dạng xi phong, lưu lượng đơn vị của xi phong lớn hơn tràn tự do $4 \div 5$ lần. Xi phong thường làm thành nhiều ống, ít nhất là hai ống. Có trường hợp còn bố trí các ngưỡng ống có chênh lệch về cao độ để tháo bỏ các cấp lưu lượng khác nhau, như vậy thích ứng được các mức thay đổi phụ tải mà còn loại bỏ được hiện tượng sang âm trong bể. Như vậy kiểu tràn xi phong có những ưu điểm về tháo nước, nhưng kết cấu phức tạp hơn tràn tự do.



Hình 1-35. Mặt bằng bể áp lực

1-Ống dẫn nước vào turbin; 2- Cửa van công tác; 3- Khoang trước; 4-Xi phòng tháo nước thừa;
5-Trần tháo nước thừa; 6-Dốc nước; 7- Cửa xả cát; 8- Cửa nối tiếp với bể điều tiết ngày.



Hình 1-36. Các công trình tháo nước thừa ở bể áp lực

a- Mặt bằng bể áp lực với đường tràn cong; b- Mặt cắt tràn; c- Xi phòng

1-Khoang trước; 2-Trần dạng cong; 3-Máng dẫn nước sau tràn; 4-Tường áp lực đầu ống dẫn;
5-Cửa lấy nước; 6-Dốc nước.

Cửa tháo tràn có cửa van: Kiểu này có ưu điểm là kích thước nhỏ, không chế được dao động trong bể ở phạm vi nhỏ. Ngoài ra còn có thể kết hợp để xói rửa cát lắng đọng trong bể.

Cũng có thể phối hợp mấy kiểu khác nhau để giảm kích thước mặt bằng của bể.

Đường tháo nước thừa: Sau các công trình tháo nước thừa nói trên phải có đường dẫn ra hạ lưu. Thường là cao trình bể áp lực khá lớn so với dòng chảy tự nhiên, cho nên phải làm đường dẫn ra dưới dạng dốc nước, hay bậc nước, có tính toán tiêu năng ở cuối đường tháo.

1.5.2.4. Các bộ phận công trình khác trong bể áp lực

Ngoài những thành phần chính đã nêu trên, còn những bộ phận công trình khác trong bể áp lực như:

Cửa tháo cát: Vận tốc dòng chảy trong bể áp lực thường nhỏ, do phải đảm bảo tiết diện đặt các ống dẫn nước có áp, vì vậy mà bùn cát lắng đọng trong bể, thường là ở khoang trước do đó khoang trước có tác dụng như một bể lắng cát. Để tháo rửa bùn cát phải đặt cửa tháo cát tại chỗ đáy thấp nhất của khoang trước, đó là ở tiết diện ngay trước phân thu nước. Cánh cửa thường là dạng phẳng có thể không đặt ở ngay miệng cửa đường tháo cát mà lui vào một đoạn để đặt thiết bị đóng mở ngay trên bờ bể áp lực.

Hành lang tháo cát: nối từ cửa tháo cát ra ngoài. Đường tháo cát còn kết hợp để tháo nước khi sửa chữa bể áp lực và kênh dẫn.

Các cửa lấy nước với yêu cầu khác: Trong trường hợp có kết hợp lấy nước từ thượng lưu cho yêu cầu khác như nước sinh hoạt, tưới... thì trong bể áp lực có thêm các cửa lấy nước cho những mục đích đó.

Trong trường hợp điều kiện địa hình cho phép có thể đặt bể điều tiết ngày ở gần bể áp lực thì phải có công trình nối bể điều tiết ngày với bể áp lực (các hình 1-35, 1-36a).

1.5.3. Sơ đồ bố trí bể áp lực

Do điều kiện địa hình, địa chất mà có mấy dạng sơ đồ sau:

1). Bể áp lực thẳng

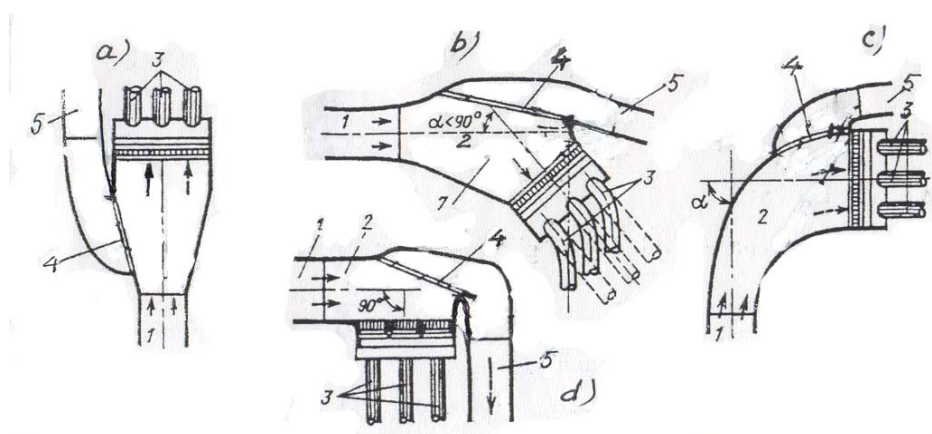
Trục đường dẫn trùng với trục của bể áp lực và cùng phương với các đường ống dẫn nước turbin. Kiểu sơ đồ này có tổn thất thủy lực nhỏ nhất, kết cấu đơn giản, kích thước mặt bằng nhỏ.

2). Bể áp lực xiên góc

Trục của đường dẫn làm với trục của các đường ống áp lực một góc nghiêng $\alpha < 90^\circ$. Do dòng chảy đổi hướng cho nên tổn thất thủy lực lớn hơn ở kiểu thẳng. Rác bẩn và bùn cát phân bố không đều trên lưới chắn rác và phân lắng, gây khó khăn cho việc dọn rác và tháo rửa.

3). Bể áp lực cong

Trục của đường dẫn và trục của ống dẫn nước vào turbin làm thành một ốc $\alpha \leq 90^\circ$. Khoảng trước có dạng uốn cong, cho nên thường phải kéo dài và tăng bán kính cong, do đó kích thước mặt bằng lớn. Tổn thất thủy lực lớn hơn so với sơ đồ bể thẳng. Kết cấu phức tạp hơn. Đường tháo nước thừa bố trí ở một bên bờ của khoang trước.



Hình 1-37. Các sơ đồ bố trí bể áp lực

a-Kiểu bể áp lực thẳng; b-Kiểu xiên góc; c-Kiểu cong; d-Kiểu vuông góc

1-Kênh dẫn; 2-Khoang trước; 3-Đường dẫn nước vào turbin; 4-Đường tràn tháo nước thừa; 5-Dốc nước.

4). Bể áp lực vuông góc.

Trục của đường dẫn và trục của đường ống dẫn nước vào turbin làm với nhau một góc $\alpha = 90^\circ$.

Phần thu nước vuông góc với khoang trước

Kiểu này có tổn thất thủy lực lớn do dòng chảy chuyển hướng 90° . Phân bố rác bẩn và bùn cát không đều. Kích thước trên mặt bằng có thể nhỏ hơn ở kiểu xiên và cong.

Nói chung là nên cố gắng bố trí theo sơ đồ 1, nhưng do điều kiện địa hình, địa chất, mà chọn theo 3 kiểu sau.

1.5.4. Tính toán thủy lực và xác định kích thước bể áp lực

1.5.4.1. Tính toán thủy lực

Mục đích xác định mực nước cao nhất trong bể áp lực khi cắt tải và mực nước thấp nhất khi giảm tải.

Đối với đường dẫn và bể áp lực, khi giảm lưu lượng phát điện (giảm tải) sẽ xuất hiện sóng dương, làm cho mực nước tăng lên. Ngược lại khi tăng lưu lượng phát điện (tăng tải) sẽ

xuất hiện sóng âm làm cho mực nước hạ xuống. Các sóng này có chiều cao ban đầu là Δh_0 di chuyển theo dòng chảy với vận tốc truyền sóng c , tính theo công thức sau:

$$c = \sqrt{g \frac{F_0}{B'} \left(1 + \frac{3}{2} \frac{\Delta h B'}{F_0} \right)} \pm V_0 \quad (1-38)$$

Trong đó:

c : Vận tốc truyền sóng

V_0 : Vận tốc ban đầu của dòng chảy

F_0 : Tiết diện ban đầu của dòng chảy

Δh : Chiều cao sóng

B' : Chiều rộng của dòng chảy ở vị trí trung bình của chiều cao sóng

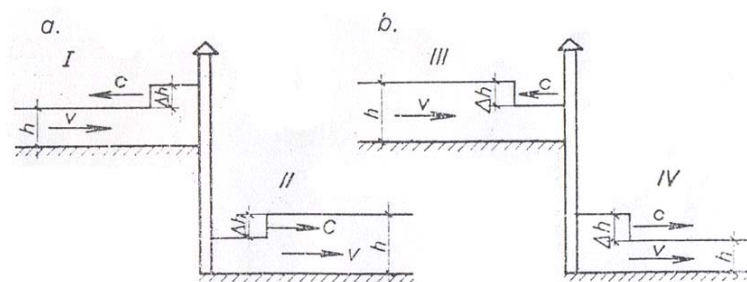
g : Gia tốc trọng trường

Trong trường hợp chiều cao sóng Δh nhỏ hơn $0,1h$; h - độ sâu dòng chảy khi chưa có sóng, có thể bỏ qua trị số mang Δh trong căn và công thức trở thành:

$$c = \sqrt{g \frac{F_0}{B'}} \pm V_0 \quad (1-39)$$

Chênh lệch lưu lượng giữa mặt cắt sóng đã truyền đến với mặt cắt ban đầu là:

$$\Delta Q = Q - Q_0 = c \Delta h B' \quad (1-40)$$



Hình 1-38. Sơ đồ truyền sóng.

a-Giảm tải; b-Tăng tải

Trị số ΔQ là lưu lượng biến đổi do sóng, gọi là lưu lượng sóng.

Cao trình mực nước dâng cao nhất khi giảm tải đột ngột.

Khi giảm tải một phần hoặc toàn phần trong một thời đoạn rất ngắn, sẽ phát sinh sóng dương trong bể lắng và kênh dẫn.

Sóng truyền theo chiều dài kênh, làm cho mực nước tăng. Tại một mặt cắt nhất định, mực nước tăng liên tục theo thời gian. Cho đến khi sóng phản xạ từ hồ chứa trở về đến mặt cắt đó, sóng mới bắt đầu giảm. Vậy tại thời điểm này tương ứng với mực nước cao nhất ở mặt cắt nói trên.

Xác định trị số mực nước cao nhất có thể theo phương pháp đơn giản Trec - tôi - sếp như sau:

Ở thời điểm ban đầu, dòng chảy là ổn định, với lưu lượng Q_0 đường mặt nước và tất cả các yếu tố thủy lực ở mặt cắt bất kỳ đã biết.

Khi giảm tải

$$\Delta Q = Q - Q_0' \quad (1-41)$$

Ở mặt cắt 0 – 0 cuối bể áp lực xuất hiện sóng dương truyền lên thượng lưu. Thừa nhận mấy giả thuyết sau:

- Mặt truyền của sóng thẳng đứng
- Mặt thoáng sau khi sóng truyền đến sẽ nằm ngang
- Bỏ qua lực ma sát.

Trên đoạn n, n-1 của dòng chảy, phương trình chênh lệch lưu lượng sóng sẽ là:

$$\Delta Q_n = c_n B'_n \Delta h_n \quad (1-42)$$

Các ký hiệu như trên, n là chỉ số cho mặt cắt n. Vận tốc truyền sóng theo (1-38):

$$c = \sqrt{g \frac{F_{n0}}{B'_n} \left(1 + \frac{3}{2} \frac{B'}{F_{n0}} \Delta h_n \right)} \pm V_{n0} \quad (1-43)$$

Trong đó: Chỉ số 0 chỉ các trị số ban đầu tại mặt cắt n. lấy phương chuyển động của sóng là chiều dương.

Thời gian truyền sóng từ mặt cắt n-1 đến mặt cắt n là:

$$\Delta t_n = \frac{l_n}{c_n} \quad (1-44)$$

Trong đó:

l_n : Khoảng cách hai mặt cắt.

$\overline{c_n}$: Vận tốc trung bình của sóng truyền, có thể tính:

$$\overline{c_n} = \frac{1}{2} (c_{n-1} + c_n) \quad (1-45)$$

$$\text{Hay: } c_n = 2\overline{c_n} - c_{n-1} \quad (1-46)$$

Thế tích thay đổi trong thời đoạn Δt_n ở đoạn giữa mặt cắt 0-0 và n-n (phần gạch chéo trên hình 1-39) là:

$$W_n = \Delta Q_0 \Delta t_n \quad (1-47)$$

Từ (1-43), (1-45) và (1-46) được:

$$c_n = \frac{2l_n \Delta Q_0}{W_n} - c_{n-1} \quad (1-48)$$

Từ công thức hình học có thể xác định:

$$W_n = W'_n - W'_{n-1} \quad (1-49)$$

Trong đó:

$$W'_n = \frac{1}{3} S_n (f_0 + f_n + \sqrt{f_0 f_n}) \quad (1-50)$$

$$W'_{n-1} = \frac{1}{3} S_{n-1} (f_0 + f_{n-1} + \sqrt{f_0 f_{n-1}}) \quad (1-51)$$

Trong đó: f_0, f_{n-1}, f_n – diện tích mặt sóng thẳng đứng ở các mặt cắt 0-0, n-1, n...

Ở tiết diện xuất phát 0-0, sóng ban đầu Δh_0 và vận tốc v_0 có thể xác định:

$$\Delta Q_0 = c_0 B' \Delta h_0$$

$$c_0 = \sqrt{g \frac{F_{0_0}}{B'_0} \left(1 + \frac{3}{2} \frac{B'_0}{F_{0_0}} \Delta h_0 \right)} - V_0$$

Giải bài toán theo trình tự sau:

Từ mặt cắt cuối bể 0-0, tính toán cho mặt cắt 1-1, xác định chiều cao sóng Δh_1 . Trị số W_1 tính theo (1-49) trong đó (n-1) thay bằng (0), còn (n) thay bằng (1), c_1 tính theo công thức (1-43) và (1-48). Nếu c_1 tính theo hai công thức có được

trị số trùng hoặc gần trùng nhau thì trị số Δh_1 được chấp nhận. Nếu không thì phải tính lại Δh_1 . Đó là cách tính thử dần, hoặc cũng có thể dùng biểu đồ.

Với trị số Δh_1 và c_1 đã tính được, mặt nước ở 1-1 sẽ ở cao trình

$$Z_1 = Z_{1,0} + \Delta h_1$$

Trong đó: $Z_{1,0}$ - Cao trình mặt nước ở mặt cắt 1-1 trong chuyển động ổn định ban đầu.

Từ Z_1 tính chuyển qua mặt cắt 2-2, cách tính giống như trên.

Cuối cùng xác định tại mặt cắt cuối cùng S-S (mặt cắt đầu kênh dẫn tiếp xúc với hồ chứa ở thượng lưu).

Trong thời gian truyền từ mặt cắt 0-0 đến S-S, thời gian truyền là T, mực nước tăng liên tục, tại thời điểm sóng truyền tới S-S mực nước tại mặt cắt 0-0 là Z_0'' . Tại S-S mực nước không thay đổi (ứng với mực nước hồ chứa tại thời điểm đó), sóng phản xạ bắt đầu truyền ngược lại với vận tốc c, cùng bằng vận tốc sóng truyền đi. Trong thời gian sóng phản xạ từ S-S về 0-0 cũng với thời gian $T' = T$ mực nước tại 0-0 vẫn tiếp tục tăng cho đến khi sóng phản xạ tới 0-0, mực nước tại đây đạt đến $Z_{\max}$. Có thể theo biến đổi mực nước tại 0-0 như hình 1-40.

Có thể thấy

$$Z_{0\max} = Z_0'' + (Z_0'' - Z_0') \quad (1-52)$$

$$\text{Hay} \quad Z_{0\max} = 2Z_0'' - Z_0 - \Delta h_0 \quad (1-53)$$

Trong tính toán gần đúng có thể tính như một đoạn với mặt cắt 0-0 và mặt cắt đầu kênh S-S.

Nếu trong bể tuyến tràn hoặc xi phong ở cao trình Z_d thì ở thời điểm bắt đầu tràn, công thức (1-39) tính vận tốc truyền sóng trở thành:

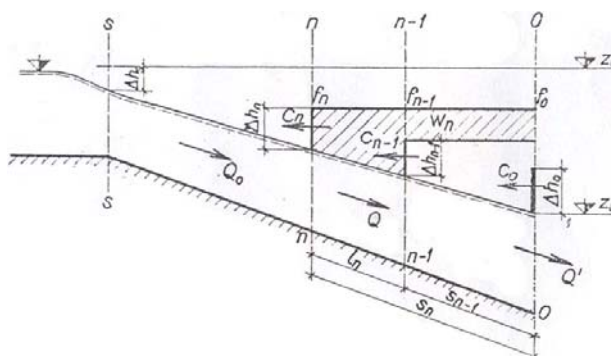
$$c_{nd} = \frac{2l_n \Delta Q_0'}{W_n} - c_{n-1} \quad (1-54)$$

Trong đó:

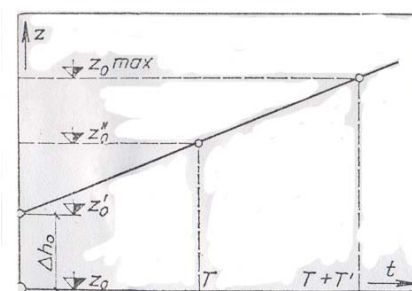
$$\Delta Q_0' = \Delta Q_0 - Q_{md} \quad (1-55)$$

Q_{md} : lưu lượng trung bình của tràn hoặc xi phong trong khoảng thời gian sóng truyền từ mặt cắt n-1 đến n.

Mực nước thấp nhất trong bể khi tăng tải



Hình 1-39. Sơ đồ tính toán mực nước dâng cao nhất trong bể áp lực.



Hình 1-40. Biến đổi mực nước ở mặt cắt cuối bể áp lực khi giảm tải.

Trường hợp tăng tải tương ứng với lưu lượng từ Q_0 đến Q'_0

$$\Delta Q = Q'_0 - Q_0 \quad (1-56)$$

Cùng với những giả thiết:

- Mặt cắt đỉnh sóng thẳng đứng trong khi truyền
- Mặt nước của dòng chảy sau khi truyền sóng đạt đến độ ổn định cuối cùng với độ dốc I.

Xét sóng truyền từ mặt cắt 0-0 đến n-n (hình 1-41) các phương trình cơ bản sẽ là:

$$\Delta Q_n = c_n B'_n \Delta h_n \quad (1-57)$$

Phương trình vận tốc sóng

$$c_n = \sqrt{g \frac{F_{n_0}}{B'_n} \left(1 + \frac{3}{2} \frac{B'_n}{F_{n_0}} \Delta h_n \right)} - V_{n_0} \quad (1-58)$$

Thời gian truyền sóng từ 0-0 đến n-n:

$$t_n = \frac{S_n}{c_n}$$

S_n : Khoảng cách 0-0 đến n-n

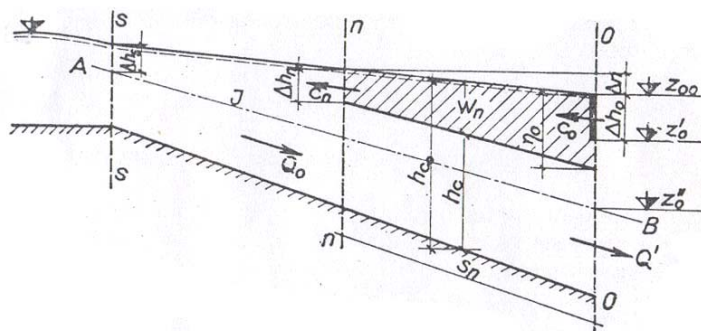
Vận tốc truyền sóng trung bình:

$$\overline{c_n} = \frac{1}{2}(c_0 + c_n)$$

Phương trình liên tục:

$$\Delta Q_0 t_n = W_n \quad (1-59)$$

W_n : Vận tốc nước chuyển trong thời đoạn t_n (phần gạch chéo trên hình 1-41).



Hình 1-41. Sơ đồ tính mực nước thấp nhất trong bể áp lực.

Biểu thức lưu lượng:

$$\overline{Q} = \overline{K} \sqrt{I} \quad (1-60)$$

$\overline{Q}$: Lưu lượng trung bình giữa mặt cắt 0-0 và n-n

$\overline{K}$: Trị số trung bình của môđun lưu lượng ở mặt cắt tương ứng.

Nếu tính với mặt cắt 0-0 và S-S là một đoạn tính toán thì khi sóng lan truyền đến đầu kênh, mực nước trong bể giảm xuống đến cao trình $Z''_0 = Z_0 - \eta_0$ (hình 1-41), khi đó vận tốc và chiều cao sóng tại S-S.

$$\Delta h_s = \frac{\Delta Q_s}{c_s B'_s} \quad (1-61)$$

$$c_s = \sqrt{g \frac{F_s}{B_s} \left(1 + \frac{3}{2} \frac{B'_s}{F_s} \Delta h_s \right)} - V_s \quad (1-62)$$

Xác định lưu lượng ΔQ_s tại tiết diện S-S khi sóng truyền tới, theo công thức:

$$\frac{\Delta Q_s + \Delta Q_0}{2} = \bar{K} \sqrt{\bar{I}} - Q_0 \quad (1-63)$$

$$\text{Hay} \quad \Delta Q_s = 2\bar{K} \sqrt{\bar{I}} - Q'_0 + Q_0 \quad (1-64)$$

$$\Delta Q_s = 2\bar{K} \sqrt{\bar{I}} - (Q'_0 - Q_0) \quad (1-65)$$

Các trị số $\bar{K}$, $\bar{I}$ là chỉ giá trị trung bình của K, I giữa các tiết diện.

Khi sóng truyền tới tiết diện S-S với độ sâu nước h_{tb} :

$$h_{tb} = h_{tb_0} - \Delta h_{tb_0} = h_{tb_0} - \frac{2(Q'_0 - Q_0)}{c(B_s - B_0)} \quad (1-66)$$

$$c = \frac{c_s + c_0}{2}$$

h_{tb_0} : Độ sâu trung bình trên kênh

B_s, B_0 : Chiều rộng mặt nước trong kênh tại S-S và 0-0

Độ dốc thủy lực

$$I = \frac{\eta_0 + \Delta H - \Delta h_s}{L} \quad (1-67)$$

L: chiều dài kênh.

Chiều cao sóng tại tiết diện 0-0 khi sóng truyền đến đầu kênh:

$$\eta_0 = \frac{4(Q'_0 - Q_0)}{c(B_s - B_0)} - \Delta h_s \quad (1-68)$$

Có thể tính Δh_s rồi tìm c_s theo (1-62), ΔQ_s theo (1-64), sau đó tìm Δh_s theo (1-61).

Nếu kết quả trùng với Δh_s đã định ra trên thì trị số Δh_s đã định là đúng.

Cùng với giả thiết thời gian truyền sóng từ 0-0 đến S-S và ngược lại đều bằng nhau thì mực nước thấp nhất tại mặt cắt 0-0 là:

$$Z_{\min} = Z_0 - 2\eta_0 + \Delta h_0$$

Z_0 : Mực nước tại mặt cắt 0-0 ban đầu.

1.5.4.2. Xác định các kích thước của bể áp lực

1). Khoang trước

Khoang trước là bộ phận nối tiếp đường dẫn với phân thu nước tiết diện tăng đều từ đường dẫn đến tiết diện yêu cầu về chiều cao và độ sâu của phân thu nước.

Đáy của khoang trước ở tiết diện tiếp giáp với phân thu nước phải thấp hơn đáy phân thu 0,5 ÷ 1,0 m Để bùn cát lắng đọng không trôi vào phân thu.

Chiều dài khoang trước:

$$L = 5(H - h) + 1 \quad (\text{m}) \quad (1-69)$$

Trong đó:

H: Chiều sâu lớn nhất của phân thu, tính đến đỉnh tường.

h : Chiều sâu kênh dẫn

Thường các công trình tháo nước thừa bố trí ở khoang trước. Với tràn tự do lưu lượng qua tràn:

$$Q_{\max} = mB\sqrt{2g}H_{tr}^{3/2} \quad (1-70)$$

$Q_{\max}$: Lưu lượng lớn nhất của nhà máy

m, B, H_{tr} : Hệ số lưu lượng, chiều rộng và độ sâu lớp nước tràn. Thường H_{tr} lấy khoảng $0,2 \div 0,6$ m. Mực nước dâng bình thường trong bể, bằng mực nước dâng bình thường ở hồ chứa thượng lưu trừ đi các tổn thất dọc đường và cục bộ của dòng chảy từ hồ chứa đến bể áp lực.

Cao trình ngưỡng tràn lấy cao hơn mực nước dâng bình thường trong bể từ $3 \div 5$ cm.

Phần khoang trước phải có tiết diện mở rộng dần, tốt nhất là đối xứng trên mặt bằng. Nếu phải bố trí phần này ngắn hoặc không đối xứng thì phải có các tường hướng dòng để phân phối đều dòng chảy. Trong thiết kế phải chọn hình dạng, kích thước sao cho tổn thất thủy lực nhỏ nhất.

2). Phần thu nước

Phần này để nối với đường ống dẫn nước vào turbin và đặt các thiết bị đầu ống dẫn.

Yêu cầu chung cũng giống như ở cửa lấy nước.

Chiều rộng mỗi khoang cửa:

$$b_k = (1,5 \div 1,8)D$$

Trong đó:

D : Đường kính trong của ống dẫn nước vào turbin

Vậy chiều rộng toàn bộ phần thu nước:

$$B = nb_k + (n-1)d$$

Trong đó:

n : Số khoang

d : Chiều dày trụ pin

Chiều dài phần thu nước L_2 do việc bố trí các thiết bị đầu ống dẫn (cửa van sửa chữa, lưới chắn rác, cửa van công tác) và kết cấu cửa mà quyết định.

Vận tốc dòng chảy vào phần thu lấy bằng $V_k = 0,7 \div 0,8$ m/s, do đáy độ sâu phần thu:

$$h_k = \frac{Q_T}{b_k V_k}$$

Q_T : Lưu lượng lớn nhất của một đường ống áp lực.

Độ ngập sâu tối thiểu của mép trên ống áp lực phải:

$$h_{\min} \geq (2 \div 3) \frac{V_0^2 - V_k^2}{2g}$$

V_0 : Vận tốc lớn nhất trong đường ống áp lực.

3). Tính toán các mực nước trong bể

Tính toán mực nước thấp nhất trong bể thường tính với: Khi tăng tải lớn nhất tổ máy cuối cùng trong khi các tổ máy khác đều chạy đầy tải. Từ đó mực nước thấp nhất trong bể:

$$\nabla_{\min} = \nabla_{n-1} - \Delta h$$

Trong đó:

Hình 1-42. Sơ đồ xác định kích thước của bể áp lực

a- Mặt cắt dọc bể và sơ đồ sóng giảm áp;

b- Mặt cắt dọc bể và sơ đồ sóng tăng áp; c- mặt bằng.

Chiều cao lớn nhất của đỉnh tường bể áp lực:

$$\nabla_d = \nabla_{\max} + h_s + \delta$$

$\nabla_d, \nabla_{\max}$: Cao trình đỉnh tường và cao trình mực nước cao nhất trong bể.

h_s : Chiều cao sóng, tính theo tiêu chuẩn và quy phạm tính sóng lên công trình.

δ : Chiều cao an toàn, lấy như sau:

$$\delta = 0,2 \div 0,25 \text{ m với lưu lượng nhà máy } Q < 30 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$\delta = 0,3 \div 0,4 \text{ m với lưu lượng nhà máy } Q = 30 \div 100 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$\delta = 0,4 \div 0,5 \text{ m với lưu lượng nhà máy } Q > 100 \text{ m}^3/\text{s}.$$

1.5.5. Những điểm chú ý trong tính toán ổn định bể áp lực

Vị trí bể áp lực thường đặt gần mái dốc, vì vậy dễ sinh trượt và trượt theo phần nền. Khi tính ổn định phải kiểm tra với các sơ đồ trượt có thể xảy ra: Phẳng, hỗn hợp. Nhất là trường hợp kết cấu nền không đồng nhất hoặc kết cấu gồm các lớp địa chất khác nhau, nghiêng dần ra phía ngoài.

Mặt khác phải tính toán thấm để xác định tổn thất lưu lượng do thấm.

Tuỳ theo điều kiện địa hình, địa chất có thể đặt bể chìm, nổi hoặc nửa chìm nửa nổi.

Tính toán và chọn hình thức kết cấu phải bảo đảm ổn định, vững chắc, khai thác thuận tiện và giảm chi phí đến mức thấp nhất.