BỘ NÔNG NGHIỆP
VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

Số : 4090 /QĐ-BNN-KHCN

CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

Hà Nội, ngày 29 tháng 12 năm 2006

QUYẾT ĐỊNH

Ban hành tiêu chuẩn ngành về thuỷ lợi 14TCN 197 : 2006 và 14TCN 198 : 2006

BỘ TRƯỞNG BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

Căn cứ Nghị định 86/2003/NĐ-CP ngày 18 tháng 07 năm 2003 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;

Căn cứ Quy chế xây dựng, ban hành, phổ biến và kiểm tra áp dụng tiêu chuẩn ngành ban hành theo Quyết định số 74/2005/QĐ-BNN ngày 14 tháng 11 năm 2005 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;

Theo đề nghị của Vụ trưởng Vụ Khoa học công nghệ,

QUYẾT ĐỊNH :

Điều 1. Nay ban hành kèm theo quyết định này 02 tiêu chuẩn ngành:

1. 14 TCN 197 : 2006 - Công trình thủy lợi - Cống lấy nước bằng thép bọc bê tông, bê tông cốt thép - Hướng dẫn thiết kế
2. 14 TCN 198 : 2006 - Công trình thủy lợi - Các công trình tháo nước - Hướng dẫn tính khí thực

Điều 2. Quyết định này có hiệu lực sau 15 ngày kể từ ngày ký.

Điều 3. Chánh văn phòng, Vụ trưởng Vụ khoa học công nghệ và Thủ trưởng các đơn vị liên quan chịu trách nhiệm thi hành quyết định này./.

Nơi nhận:
- Như điều 3;
- Lưu VT.

KT. BỘ TRƯỞNG
THỨ TRƯỞNG

Nguyễn Ngọc Thuật

www.vncold.vn

BỘ NÔNG NGHIỆP
VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

TIÊU CHUẨN NGÀNH
14TCN 197 : 2006 và 14TCN 198 : 2006

(Ban hành theo quyết định số 4090 QĐ/BNN-KHCN ngày 29 tháng 12 năm 2006 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và PTNT)

14TCN 197 : 2006

CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - CỐNG LẤY NƯỚC BẰNG THÉP BỌC BÊ TÔNG, BÊ TÔNG CỐT THÉP - HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ

Hydraulic structure - Steel pipe - reinforced concrete culvert - Design manual

1 QUY ĐỊNH CHUNG

1.1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho thiết kế mới cống lấy nước bằng ống thép bọc bê tông, bê tông cốt thép đặt dưới đập đất, đập đá đầm nén, đập đá xây hay bê tông thuộc công trình đầu mối thuỷ lợi và thiết kế sửa chữa, nâng cấp, cải tạo cống lấy nước loại nhỏ từ hồ chứa bằng biện pháp luồn ống thép tròn vào trong lòng cống cũ bằng bê tông cốt thép.

1.2 Tài liệu viện dẫn

- TCXDVN 285-2002. Công trình thuỷ lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế.
- QPTL C1-75. Quy phạm tính toán thuỷ lực cống dưới sâu.
- TCVN 4253-86. Nền các công trình Thuỷ công - Tiêu chuẩn thiết kế.
- 14TCN123-2002. Đất xây dựng công trình thuỷ lợi - Phân loại.
- TCVN 4116: 1985. Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép Thuỷ công - Tiêu chuẩn thiết kế.
- 14TCN 63-2002. Bê tông thủy công - Yêu cầu kỹ thuật.
- TCVN 5575:1991. Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế.
- XNiP 2.04.12-86. Tính toán độ bền của ống thép (bản tiếng Nga).

1.3 Thuật ngữ và định nghĩa

1.3.1 Phân loại cống

- Theo đường kính trong của ống thép, cống được phân thành các loại: rất nhỏ, nhỏ, vừa, tương đối lớn và lớn, theo bảng 1.

Bảng 1 - Phân loại cống theo đường kính trong của ống thép

Đường kính trong của ống (cm)	≤ 60	> 60 - 80	> 80 - 120	> 120 - 180	> 180
Loại cống	Rất nhỏ	Nhỏ	Vừa	Tương đối lớn	Lớn

- Theo cột nước công tác (chênh lệch cao trình mực nước giữa thượng lưu và hạ lưu cống), theo bảng 2.

Bảng 2 - Phân loại cột nước công tác của cống

Cột nước công tác lớn nhất (m)	≤ 5	> 5 - 10	> 10 - 20	> 20 - 25	> 25
Phân loại	Rất thấp	Thấp	Trung bình	Tương đối cao	Cao

- Theo cột đất, đá trên đỉnh cống (chiều dày lớn nhất của lớp đất, đá đắp trên cống, tính từ điểm cao nhất của mặt cắt thân cống đến mặt đất, đá đắp), theo bảng 3.

Bảng 3 - Phân loại cột đất (đá) trên đỉnh cống

Cột đất (đá) trên đỉnh cống (m)	≤ 5	> 5 - 10	> 10 - 20	> 20 - 25	> 25
Phân loại	Rất thấp	Thấp	Trung bình	Tương đối cao	Cao

1.3.2 Tường ngăn (diafrac): là tường bằng bê tông hoặc bê tông cốt thép đúc liền với thân cống, mở rộng về hai bên và phía trên thân cống để kéo dài đường thấm dọc theo thân cống.

1.3.3 Cốt thép phương dọc: là cốt thép đặt trong phần bê tông bọc ống cống, theo chiều dọc cống (từ thượng về hạ lưu).

1.3.4 Cốt thép phương ngang: là cốt thép đặt trong phần bê tông bọc ống cống, nằm trên các mặt phẳng vuông góc với tuyến cống.

1.3.5 Thép neo: thanh thép được hàn vào mặt ngoài của ống thép để tạo sự liên kết tốt giữa ống thép và bê tông bọc ngoài.

1.3.6 Khớp nối mềm: khớp ngăn cách giữa hai đoạn cống. Tại đây có bố trí thiết bị chống rò nước bằng tấm cao su, nhựa hay tấm kim loại có khả năng co giãn.

2 CÁC YÊU CẦU VỀ THIẾT KẾ

2.1 Cấp công trình và các chỉ tiêu thiết kế

Theo cấp của công trình đầu mối và xác định theo quy phạm hiện hành.

2.2 Lựa chọn vị trí và tuyến cống

2.2.1 Tuỳ theo vị trí khu tưới hoặc hộ dùng nước, cống có thể đặt ở bờ trái, bờ phải hoặc ở cả hai bờ của đập. Cao trình đặt cống cần đảm bảo yêu cầu lấy nước tự chảy và có mặt bằng thuận lợi cho việc đưa nước vào kênh dẫn.

2.2.2 Cống cần đặt trên nền có điều kiện địa chất đồng nhất để giảm bớt khối lượng xử lý tránh lún không đều. Nền cống cần có đủ sức chịu tải, tránh bị phá hoại cục bộ, hoặc biến dạng quá lớn. Loại đất đá thích hợp cho nền cống dưới đập khuyến nghị như sau (bảng 4).

Bảng 4. Đất đá thích hợp cho nền cống dưới đập

Loại nền	Cột đất trên đỉnh cống H_d (m)					
	≤ 5	> 5 - 10	> 10-15	> 15-20	> 20-25	> 25
1. Đá	x	x	x	x	x	x
2. Nửa đá	x	x	x	x	x	0
3. Đất mảnh vỡ thô	x	x	x	x	0	0
4. Đất cát ÷ cát vừa	x	x	x	0	0	0

5. Đất cát mịn, cát bụi	x	x	0	0	0	0
6. Đất á cát, á sét	x	x	x	0	0	0
7. Đất sét	x	x	0	0	0	0

Chú thích: Ký hiệu "x": thích hợp; ký hiệu "0" : không thích hợp

2.2.3 Tuyến cống nên bố trí thẳng và vuông góc với tuyến đập. Trường hợp do điều kiện địa hình, địa chất có thể bố trí tuyến cống xiên góc với tuyến đập, hay cống tuyến cong. Độ cong của tuyến cần đảm bảo điều kiện gia công ống thép và điều kiện thuỷ lực của dòng chảy trong cống. Bán kính cong R không được nhỏ hơn 10 lần đường kính ống cống.

2.3 Bố trí tổng thể cống

2.3.1 Cửa vào của cống cần bố trí các khe phai, lưới chắn rác. Đỉnh tường bên khe phai cần đặt cao hơn mực nước thấp nhất trong hồ để có thể đóng phai và tiến hành kiểm tra, bảo dưỡng cống vào mùa nước kiệt khi cần thiết.

2.3.2 Cống có thể có hoặc không có tháp van

- Với các cống có quy mô tương đối lớn trở lên, cần bố trí tháp van ở thượng lưu để có thể chủ động trong việc kiểm tra, bảo dưỡng cống và để tăng mỹ quan cho công trình. Khi đó, cửa van sửa chữa đặt trong tháp, còn van công tác đặt ở hạ lưu cống. Đoạn cống trước tháp có kết cấu cống hộp bằng bê tông cốt thép. Phần cống sau tháp có kết cấu là ống thép bọc bê tông cốt thép; ở đầu phần này nên bố trí một đoạn chuyển tiếp dần từ mặt cắt chữ nhật sang mặt cắt tròn.
- Khi cống không có tháp van thì cả van sửa chữa và van công tác đều đặt ở hạ lưu cống. Trường hợp này, toàn bộ thân cống có kết cấu là ống thép bọc bê tông cốt thép. Đầu cống nên bố trí đoạn chuyển tiếp dần từ mặt cắt chữ nhật (ở cửa vào) sang mặt cắt tròn.

2.3.3 ở hạ lưu cống cần bố trí nhà công tác, tại đây có thể tiến hành công việc vận hành. bảo dưỡng, thay thế van công tác, van sửa chữa.

2.3.4 Sau cửa ra của cống cần bố trí buồng tiêu năng và sân sau nối tiếp với kênh hạ lưu.

2.4 Bố trí cửa van

- Phải bố trí van công tác và van sửa chữa ở tất cả các cống. Theo chiều dòng chảy trong cống, van công tác đặt phía sau, còn van sửa chữa đặt phía trước.
- Vị trí, loại van và phương thức đóng mở van có thể tham khảo bảng 5.

Bảng 5. Chọn loại van và phương thức đóng, mở

Loại cống	Van sửa chữa			Van công tác (hạ lưu)	
	Vị trí đặt	Loại van	Phương thức đóng mở	Loại van	Phương thức đóng mở
1. Rất nhỏ	hạ lưu	khoá	thủ công (TC)	khoá	TC
2. Nhỏ	hạ lưu	khoá	TC	khoá	TC+cơ giới
3. Vừa	hạ lưu	khoá	TC + cơ giới	côn	cơ giới
4. Tương đối lớn					
- Không có tháp	hạ lưu	khoá	TC + cơ giới	côn	cơ giới
- Có tháp	trong tháp	phẳng	TC + cơ giới	côn	cơ giới
5. Lớn (có tháp)	trong tháp	phẳng	TC + cơ giới	côn	cơ giới

2.5 Kích thước ống thép, vật liệu ống thép

2.5.1 Căn cứ vào lưu lượng thiết kế cấp nước và cột nước công tác của cống để tiến hành tính toán thuỷ lực xác định đường kính cần thiết của ống thép. Trị số đường kính ống được chọn quy tròn về trị số chẵn chục centimet (ví dụ 60, 70, 80, 90cm...). Đối với các cống rất nhỏ thì nên chọn đường kính ống thép theo kích thước chuẩn của ống thép định hình hiện có để tiện cho gia công và lắp đặt.

2.5.2 Thép tấm làm ống cần dùng thép nhóm CII hoặc chất lượng tương đương trở lên. Chiều dày ống thép cần thoả mãn yêu cầu chịu lực và điều kiện thi công, có xét tới khả năng bị xâm thực do nước trong suốt thời gian làm việc của cống. Sơ bộ có thể tham khảo chiều dày ống thép ở bảng 6.

Bảng 6 - Trị số tham khảo của chiều dày ống thép

Loại cống	Chiều dày ống thép (mm)		
	Khi cột đất trên đỉnh $H_d \le 10$m	Khi $10 < H_d \le 20$m	Khi $H_d >$ 20m
1. Rất nhỏ	4	5	6
2. Nhỏ	6	7	8
3. Vừa	8	9	10
4. Tương đối lớn	10	11	12
5. Lớn	12	13	14

2.5.3 Ống thép cần gia công (uốn, hàn) thành từng đoạn tại xưởng (nhà máy cơ khí). Chiều dài mỗi đoạn được chọn căn cứ vào phương tiện vận chuyển. Việc hàn nối ống ở hiện trường phải tuân thủ các quy định của tiêu chuẩn gia công và hàn đường ống thép chịu áp lực cao.

2.5.4 Trường hợp luồn ống thép vào trong lòng cống cũ bằng bê tông cốt thép đã xuống cấp thì bên ngoài ống thép cần có các gân gia cường và các thép neo để đảm bảo độ cứng và sự liên kết giữa ống thép mới và thân cống cũ qua lớp vữa bê tông được lấp nhét bằng bơm phụt.

2.6 Lớp bê tông, bê tông cốt thép bọc ngoài ống thép

2.6.1 Lớp bê tông, bê tông cốt thép bọc ngoài ống thép có nhiệm vụ:

- Bảo vệ ống thép, chống rỉ từ phía ngoài.
- Nối tiếp ống thép với đất (đá) đắp thân đập.
- Tham gia chịu lực cùng với ống thép.

Đối với cống rất nhỏ, đặt trên nền đá thì lớp bọc ngoài có thể dùng bê tông thường không có cốt thép hoặc chỉ đặt cốt thép cấu tạo. Với trường hợp khác thì lớp bọc ngoài phải là bê tông cốt thép, hàm lượng cốt thép (theo phương ngang và phương dọc) được xác định thông qua tính toán kết cấu (ống thép và lớp bọc cùng chịu lực).

2.6.2 Vật liệu lớp bọc ngoài ống cống: bê tông mác từ M20 trở lên, cốt thép chọn theo kết quả tính toán. Sơ bộ chiều dày lớp bê tông bọc ngoài, có thể tham khảo Bảng 7.

Bảng 7. Trị số tham khảo của chiều dày lớp bê tông bọc ngoài ống thép

Loại cống	Chiều dày bê tông (cm)	
	Bản đáy	Hai bên, trên đỉnh
1. Rất nhỏ	25	20
2. Nhỏ	30	25
3. Vừa	35	30
4. Tương đối lớn	40	35
5. Lớn	50	40

2.6.3 Cần bố trí các khớp nối giãn nhiệt ở lớp bọc bê tông cốt thép. Vị trí và khoảng cách các khớp nối được xác định căn cứ vào điều kiện địa chất nền và bố trí cụ thể của cống. Tại vị trí khớp nối, cần đặt thiết bị chống rò nước kiểu cao su củ tỏi hay tấm kim loại có khả năng co giãn.

Đối với các cống mà lớp bọc có tham gia chịu lực thì các khớp nối này cần được xét đến khi tính toán kết cấu theo phương dọc cống.

2.6.4 Đối với các cống lớn nên bố trí hành lang kiểm tra sửa chữa. Khi đó trong thiết kế cần xem xét sử dụng kết hợp hành lang để dẫn dòng thi công. Kích thước của hành lang cần được luận chứng trong tính toán dẫn dòng, đồng thời thoả mãn điều kiện thi công lắp đặt và sửa chữa ống thép bên trong.

2.6.5 Với loại cống có ống thép đặt trong hành lang, sự làm việc của ống thép và vỏ bê tông cốt thép bên ngoài là độc lập: ống thép chịu áp lực nước từ phía trong, còn vỏ bê tông cốt thép chịu các áp lực từ phía ngoài, tải trọng từ ống thép và các tải trọng khi lắp đặt, sửa chữa ống.

2.7 Tính toán thuỷ lực

2.7.1 Nội dung tính toán thuỷ lực cống

a) Tính toán khả năng lấy nước của cống ứng với trường hợp mực nước hồ thấp nhất, cửa van mở hoàn toàn. Với trường hợp này còn cần phải kiểm tra chế độ chảy trong cống để đảm bảo cống chảy có áp ổn định.

b) Kiểm tra áp suất thủy động tại một số vị trí cần thiết, chủ yếu là ở sau cửa vào của cống để đảm bảo độ chân không (nếu có) không vượt quá mức cho phép.

c) Kiểm tra cao trình đặt cống để đảm bảo không xuất hiện phễu khí trước cửa vào, ảnh hưởng đến khả năng tháo nước của cống.

d) Tính toán tiêu năng sau van xả (hạ lưu cống).

e) Lập quy trình vận hành, tức thiết lập quan hệ giữa lưu lượng tháo qua cống ứng với các trị số độ mở cửa van và mực nước thượng lưu khác nhau.

2.7.2 Toán thuỷ lực cống cần theo các chỉ dẫn của Quy phạm tính toán thuỷ lực cống dưới sâu QPTL C1-75, cũng như các tài liệu kỹ thuật khác có liên quan.

2.7.3 Khi xác định độ nhám của thành cống, cần xét tới trường hợp ống cống bị rỉ, bẩn, tăng độ nhám sau một thời gian dài khai thác.

2.7.4 Khi tính kích thước buồng tiêu năng sau van côn hay bể tiêu năng kiểu va đập (có tường phản áp) có thể tham khảo các chỉ dẫn từ tài liệu thí nghiệm mô hình.

2.8 Tính kết cấu

2.8.1 Nội dung tính kết cấu cống

a) Xác định các trường hợp làm việc bất lợi trong thời kỳ khai thác cũng như trong thời gian thi công, sửa chữa, và tổ hợp tải trọng tương ứng.

b) Xác định nội lực trong ống thép theo phương ngang và phương dọc và kiểm tra điều kiện bền của ống thép với các tổ hợp tải trọng khác nhau.

c) Xác định nội lực trong vỏ bọc bê tông theo phương ngang, phương dọc và tính toán cốt thép tương ứng.

d) Kiểm tra độ bền của nền cống ứng với các trường hợp làm việc khác nhau.

e) Kiểm tra biến dạng và chuyển vị của các bộ phận cống và nền ứng với các tổ hợp tải trọng khác nhau.

2.8.2 Khi tính kết cấu cống, cần xét đến các tổ hợp tải trọng và tác động:

a) Khi đập mới đắp xong, trong cống chưa có nước.

b) Khi đang đắp đập, trên đỉnh cống có các máy móc thi công chạy qua.

c) Trường hợp làm việc: cống chứa đầy nước, trong hồ có mực nước dâng bình thường, mực nước lũ thiết kế.

d) Trường hợp kiểm tra, sửa chữa: hồ có mực nước thấp nhất; trong cống không có nước (đóng phai thượng lưu).
e) Các trường hợp đặc biệt: khi có động đất, khi trong hồ có mực nước lũ kiểm tra, khi thiết bị chống thấm hay thoát nước trong đập bị hư hỏng, khi đóng mở nhanh cửa van hạ lưu làm xuất hiện áp lực nước va...

2.8.3 Tuỳ theo cách bố trí vật liệu thân cống (phần ống thép và vỏ bọc bê tông, bê tông cốt thép), có thể tính kết cấu thân cống theo một trong các sơ đồ:
a) ống thép chịu toàn bộ tải trọng, khi đó, lớp vỏ bọc bê tông, bê tông cốt thép chỉ làm theo cấu tạo, có tác dụng bảo vệ ống thép từ bên ngoài, không tham gia chịu lực.
b) Lớp bê tông cốt thép chịu toàn bộ tải trọng, ống thép bên trong chỉ dùng làm cốp pha, có thể chọn chiều dày nhỏ và không tham gia chịu lực.
c) Cả ống thép và vỏ bê tông cốt thép cùng chịu lực. Trường hợp này cần có sự liên kết tốt giữa ống thép và phần vỏ bê tông cốt thép bọc ngoài. Về mặt tận dụng khả năng làm việc của vật liệu thì sơ đồ này là hợp lý nhất.

2.8.4 Khi tính xác định trạng thái ứng suất - biến dạng của thân cống trên nền đồng nhất, có thể giải riêng các bài toán chịu lực theo phương ngang, phương dọc (bài toán phẳng), hoặc giải bài toán chịu lực đồng thời theo 2 phương ngang và dọc (bài toán không gian).

2.8.5 Với các cống đặt trên nền không đồng nhất, hay khi nền có tính biến dạng lớn, cần thiết phải xác định trạng thái ứng suất - biến dạng của thân cống theo bài toán không gian.

2.8.6 Độ bền của nền cống cần được tính toán kiểm tra theo tiêu chuẩn thiết kế nền các công trình thuỷ công.

2.8.7 Độ võng lớn nhất của thân cống cần phải thoả mãn các điều kiện khai thác bình thường của cống, và thường khống chế không vượt quá 0,001L, với L là chiều dài của đoạn cống tính toán.

2.8.8 Độ bền của ống thép và các mối nối cần được kiểm tra theo các quy định của tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép.

2.8.9 Độ bền của bê tông và cốt thép cần được kiểm tra theo các quy phạm của tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thuỷ công.

3 MỘT SỐ CHỈ DẪN VỀ CẤU TẠO CHI TIẾT

3.1 Đoạn cửa vào

Đoạn cửa vào thường làm bằng vật liệu bê tông cốt thép, mặt cắt chữ nhật, bao gồm phần cống hở ở phía trước và phần cống kín ở phía sau.

3.1.1 Tại phần cống hở có bố trí khe phai, lưới chắn rác. Cao trình đỉnh tường của phần này phải cao hơn mực nước chết trong hồ một đoạn $\delta \geq 1{,}0$m để có thể đóng phai khi cần kiểm tra, sửa chữa cống. Bề rộng phần cống hở $B \geq D$ (D - đường kính ống tròn).

3.1.2 Phần cống kín của đoạn cửa vào có mặt cắt hình chữ nhật với chiều cao thay đổi (trần cửa vào uốn cong). Chiều cao mặt cắt và hình thức nối tiếp cuối đoạn cửa vào xác định như sau:
a) Khi cống không có tháp van: đoạn cửa vào nối với thân cống thép bọc bê tông bằng khớp nối mềm. Khi đó chiều cao mặt cắt cuối đoạn cửa vào lấy bằng đường kính ống thép D; phía trước khớp nối là đoạn tiệm biến, có mặt cắt chuyển dần từ chữ nhật sang hình tròn đường kính D.
b) Khi cống có tháp van (thường áp dụng với các cống tương đối lớn trở lên): đoạn cửa vào nối với đoạn cống hộp trước tháp bằng khớp nối mềm. Khi đó chiều cao mặt cắt cuối đoạn cửa vào lấy bằng chiều cao mặt cắt cống hộp.

3.2 Tháp và đoạn cống trước tháp

3.2.1 Tháp cống thường được bố trí ở các cống lớn và tương đối lớn (đường kính ống d > 120cm) để tạo điều kiện kiểm tra, sửa chữa đoạn cống sau tháp, và tăng mỹ quan công trình. Vị trí tháp hợp lý thường ở khoảng giữa mái thượng lưu đập.

3.2.2 Tại tháp có bố trí van sửa chữa, thường là van phẳng, đặt sau thành tháp thượng lưu, có máy đóng mở loại vít đặt trong nhà tháp. máy đóng mở chạy bằng môtơ điện, nhưng có cơ cấu để có thể đóng mở thủ công khi cần thiết.

Trong tháp có bố trí hệ thống thang lên xuống. Mặt cắt ngang tháp cần có kích thước đủ rộng để có thể chuyển người và các thiết bị kiểm tra, sửa chữa cần thiết.

3.2.3 Đế tháp cần được mở rộng theo cả chiều dọc và chiều ngang để giảm nhỏ ứng suất đáy tháp truyền xuống nền (kích thước đế xác định thông qua tính toán kiểm tra ứng suất đáy tháp).

3.2.4 Đoạn cống có tháp được nối với đoạn trước tháp và sau tháp bằng khớp nối mềm.

Đoạn sau tháp là cống thép bọc bê tông cốt thép. Đoạn tiệm biến (mặt cắt chuyển từ hình chữ nhật sang tròn) gắn liền với tháp, có chiều cao mặt cắt cuối cùng bằng đường kính ống D. Tuỳ theo chiều dài thực tế và loại nền mà trong đoạn này có thể bố trí khớp nối hoặc không. Chiều dài của đoạn cống (giữa 2 khớp nối) cần được luận chứng thông qua tính toán kết cấu cống theo phương dọc.

3.3 Thân cống thép bọc bê tông cốt thép

3.3.1 Đoạn cống thép bọc bê tông cốt thép được tính từ khớp nối sau tháp (hay sau cửa vào khi cống không có tháp) đến mặt nối tiếp với cửa van hạ lưu.

Chiều dày ống thép có thể tham khảo theo bảng 6. Chiều dày lớp bê tông bọc ngoài ống thép tham khảo bảng 7.

3.3.2 ống thép được gia công từng đoạn tại xưởng và hàn nối liên tục tại hiện trường. Đối với các cống có cột nước công tác H>20m, trước khi đổ bê tông lấp ống, cần tiến hành bơm thử áp lực để đảm bảo là nước sẽ không rò rỉ ra ngoài.

3.3.3 Để tăng sự gắn kết giữa ống thép và bê tông bọc, dùng liên kết là các thép néo, thép móc, một đầu hàn vào thành ống, một đầu tự do sẽ được chôn lấp trong lớp bê tông bọc.

Khoảng cách đặt các thép néo như sau: cách 1,0 ÷ 1,5m dọc ống thép bố trí một bộ các thanh thép néo hàn rải đều trên chu vi ngoài thành ống. Khoảng cách giữa hai thanh kề nhau lấy không lớn hơn 1,5t, trong đó t là chiều dày lớp bê tông bọc hai bên cống. Thép néo dùng loại CII, ϕ12 ÷ 14mm, có gỡ. Đầu móc neo trong bê tông dài 15 ÷ 25cm tuỳ theo chiều dày lớp bọc.

Đối với các cống có chiều cao lớp đất đắp trên đỉnh từ 20m trở lên, hàm lượng thép néo cần được xác định theo cường độ ứng suất tiếp ở mặt tiếp giáp ống thép và vỏ bê tông (theo kết quả giải bài toán kết cấu theo phương dọc).

3.3.4 Dọc thân cống bố trí 2 - 3 tường ngăn chống thấm (diafrac). Kích thước tường ngăn chống thấm như sau:

- Chiều rộng ra hai bên mỗi bên 0,8 ÷1,2m kể từ mép ngoài lớp bọc. Nếu hố móng cống đào có chiều rộng nhỏ thì tường ngăn nên cắm vào trong mái đào.
- Chiều cao phía trên thành bê tông bọc từ 0.8 ÷ 1,0m.
- Chiều dày tường lấy bằng chiều dày lớp bê tông bọc hai bên cống.

Tường ngăn làm bằng bê tông có cùng mác với bê tông bọc ống và có đặt cốt thép cấu tạo.

3.3.5 Phần đuôi cống phía trước buồng van cần bố trí thiết bị thu nước thấm dạng các lớp lọc ngược bọc 3 phía (2 bên và phía trên) mặt cắt cống, với chiều dày mỗi phía 0,3 ÷ 0,4m; chiều dài phần thu nước từ (1/4 ÷ 1/3) chiều dài thân cống. Phần cuối đoạn thu nước này cần bố trí nối liền với thiết bị thoát nước của thân đập.

3.3.6 Mặt ngoài lớp bê tông bọc ống thép cần quét 2 lớp nhựa đường nóng trước khi đắp đất.

3.3.7 Lớp đất bọc quanh ống có chiều dày 1,5 ÷ 2m mỗi phía (tính từ mặt bê tông bọc) được đắp bằng thủ công theo trình tự rải, san, đầm từng lớp, dùng đầm cóc và phải kiểm tra chất lượng chặt chẽ để đảm bảo độ đầm chặt khống chế như đất thân đập.

3.4 Van hạ lưu

3.4.1 Bố trí và loại van chọn theo chỉ dẫn ở bảng 5.

3.4.2 Khi thiết kế ống cống cần chọn kích thước phù hợp với các van đã được sản xuất hàng loạt (được giới thiệu trong các catalog) để tiện cho việc cung cấp và lắp đặt.

3.5 Thiết bị tiêu năng hạ lưu

3.5.1 Sau cửa van công tác phải bố trí thiết bị tiêu hao năng lượng thừa của dòng chảy, đảm bảo nối tiếp an toàn với kênh hạ lưu. Hình thức thiết bị tiêu năng hạ lưu phụ thuộc vào quy mô cống và loại cửa van công tác.

3.5.2 Với cống có bố trí van côn ở hạ lưu thì thiết bị tiêu năng tương ứng là buồng tiêu năng sau van côn. Bố trí và tính toán kích thước của buồng tham khảo điều A.4.3, phụ lục A.

3.5.3 Với cống có bố trí van khoá ở hạ lưu thì sau van khoá cần bố trí buồng tiêu năng kiểu va đập. Sơ đồ bố trí và kích thước của buồng tham khảo điều A.4.2, phụ lục A.

3.5.4 Với cống có d ≤ 60cm và có van khoá ở hạ lưu thì có thể áp dụng thiết bị tiêu năng kiểu giếng. Bố trí và tính toán kích thước của giếng tiêu năng tham khảo điều A.4.1, phụ lục A.

3.5.5 Vật liệu làm buồng tiêu năng là bê tông cốt thép mác cao (M25 trở lên). Với cống có cột nước công tác H ≥ 20m và áp dụng loại buồng tiêu năng sau van côn, thì mặt trong của buồng, nơi các tia nước đập vào, cần được lát bằng tấm thép để bảo vệ. Chiều dày tấm thép t ≥ 10mm. Tấm thép được liên kết với thành bê tông bằng các thanh thép néo có một đầu hàn vào tấm thép, một đầu chôn vào thành bê tông. Cự ly giữa các thép néo a ≤ 1,0m. Quy cách của thép néo như ở điều 3.3.3.

3.5.6 Phía sau buồng tiêu năng, dòng chảy có mạch động lưu tốc và áp lực lớn nên cần bố trí sân sau (có gia cố) đủ dài để bảo vệ chống xói. Chiều dài sân từ 2,5 ÷ 3 lần chiều dài buồng tiêu năng. Đối với các cống lớn, trị số chiều dài sân L_S cần được luận chứng bằng thí nghiệm mô hình thuỷ lực.

Sân sau thường được chia thành 2 đoạn có mức độ gia cố khác nhau: Đoạn đầu (giáp buồng tiêu năng): kết cấu bê tông cốt thép đổ tại chỗ; Đoạn cuối (nối tiếp với kênh): kết cấu tấm lát bê tông hoặc đá xây. Khi kênh sau cống là loại có gia cố thì đoạn cuối của sân sau chính là một phần của kênh.

3.6 Thiết bị quan trắc

Đối với các cống tương đối lớn và lớn, khi thiết kế và xây dựng cần bố trí các thiết bị quan trắc.

3.6.1 Quan trắc thấm dọc theo thành cống: bố trí một nhóm ống đo áp lực thấm (ít nhất tại 3 điểm) rải đều trên chiều dài ống cống; đầu ống đo áp nối với mặt tiếp giáp giữa thành bê tông và đất đắp.

Kết quả quan trắc được sử dụng để phán đoán mức độ thấm dọc thành cống để có những xử lý khi cần thiết.

3.6.2 Quan trắc trạng thái ứng suất - biến dạng của ống cống.

Số lượng mặt cắt cần quan trắc ít nhất là 1 (mặt cắt có cột đất đắp cao nhất). Khi nền cống là không đồng nhất thì cần bổ sung thêm 2 mặt cắt quan trắc ở về hai phía của vị trí mà nền có biến đổi về đặc trưng chịu lực.

Trên mặt cắt quan trắc, cần đặt một nhóm thiết bị đo biến dạng ở phần vỏ bọc bê tông và ở mặt tiếp giáp giữa ống thép và bê tông tại các điểm cao nhất và thấp nhất của thành ống thép.

3.6.3 Quan trắc chuyển vị đứng của thân cống.

- Dọc theo thân cống, bố trí ít nhất 3 điểm quan trắc chuyển vị đứng (tương ứng với vị trí ở khoảng đầu, giữa và cuối cống), trong đó điểm quan trắc ở khoảng giữa cần bố trí tương ứng tại mặt cắt có cột đất đắp lớn nhất.
- Các kết quả quan trắc ứng suất - biến dạng và chuyển vị đứng được sử dụng để kiểm tra tình hình chịu lực của thân cống và có những xử lý khi cần thiết.
- Các kết quả quan trắc nói chung cũng được sử dụng để tổng kết, đúc rút kinh nghiệm và bổ sung cho lý luận tính toán thiết kế.

www.vncold.vn

Phụ lục A. Thuật toán tính thuỷ lực cống dưới đập có van điều tiết ở hạ lưu
(Tham khảo)

A.1 Các bài toán

A.1.1 Tính khẩu diện cống: xác định đường kính ống d để đáp ứng khả năng lấy nước trong mọi trường hợp.

A.1.2 Kiểm tra các điều kiện an toàn về thuỷ lực

- Kiểm tra chế độ chảy có áp ổn định trong cống.
- Tính hợp lý của cao trình ngưỡng vào cống để phễu khí không phát triển vào cống.
- Mức độ chân không sau cửa vào để phòng khí thực.

A.1.3 Tính nối tiếp và tiêu năng sau cống với các hình thức

- Giếng tiêu năng.
- Tường phản áp.
- Buồng sau van côn.

A.1.4 Lập quan hệ vận hành cống: thiết lập quan hệ giữa lưu lượng và độ mở của cống ứng với các điều kiện biên mực nước thượng hạ lưu khác nhau.

A.2 Tính khẩu diện cống

A.2.1 Sơ đồ tính

- Trong trường hợp chung, thân cống gồm đoạn có mặt cắt chữ nhật ở phía trước tháp van, đoạn ống có mặt cắt tròn phía sau tháp van.
- Thân cống có thể có một số đoạn uốn cong (đổi hướng chảy) với các hệ số tổn thất thuỷ lực tương ứng.
- Van điều khiển ở cuối cống và được mở với độ mở tối đa.
- Mực nước hồ là thấp nhất trong thời kỳ khai thác (mực nước chết), với lưu lượng lấy nước lớn nhất tương ứng.

A.2.2 Công thức tính

Trường hợp trong cống có dòng chảy có áp ổn định, công thức lưu lượng qua cống là:

$$Q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta Z_0} \quad , \qquad \text{(A-1)}$$

Trong đó:

Q - lưu lượng qua cống, m^3/s;

μ - hệ số lưu lượng, tính với dòng chảy từ mặt cắt thượng lưu đến mặt cắt hạ lưu cống.

ω - Diện tích mặt cắt đại biểu, lấy theo mặt cắt cống tròn phía trước cửa van, m^2;

ΔZ_0 - Cột nước tác dụng của cống, có kể đến cột nước lưu tốc tới gần, m.

$$\Delta Z_0 = Z_{TL} - Z_{HL} + \frac{\alpha \cdot V_0^2}{2.g} \qquad \text{(A-2)}$$

Với Z_{TL}- Mực nước thượng lưu, m;

Z_{HL}- Mực nước hạ lưu (ứng với lưu lượng tính toán), m;

V_0 - Lưu tốc tới gần, m/s;

g - Gia tốc trọng trường, m/s^2.

A.2.3 Xác định hệ số lưu lượng

A.2.3.1 Trường hợp chung, khi cống bao gồm các đoạn có mặt cắt khác nhau, cụ thể là đoạn cống hộp phía trước tháp van, và cống tròn sau tháp van, hệ số lưu lượng được xác định như sau:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{K_h^2 + \Sigma\xi_i K_i^2}} \quad ; \qquad \text{(A-3)}$$

Trong đó: $K_{ih} = \frac{\omega}{\omega_{ih}}$; (A-4)

ω_{ih} : diện tích mặt cắt ướt lòng dẫn hạ lưu, sau buồng tiêu năng, m^2;

ξ_i : hệ số sức cản thuỷ lực tại vị trí tương ứng có diện tích mặt cắt ướt là ω_i;
Khi ξ_i là hệ số sức cản cục bộ (tại cửa vào, lưới chắn rác, khe van, chỗ uốn cong, tại cửa van, buồng tiêu năng) thì ω_i lấy ở sau vị trí có tổn thất cục bộ;
Khi ξ_i là hệ số sức cản dọc đường, thì ω_i lấy là diện tích mặt cắt ướt trung bình của đoạn.

K_i : hệ số tính đổi về mặt cắt tính toán: $K_i = \frac{\omega}{\omega_i}$ (A-5)

A.2.3.2 Trường hợp riêng, khi cống có mặt cắt không đổi trên toàn chiều dài, hệ số lưu lượng được xác định theo công thức:

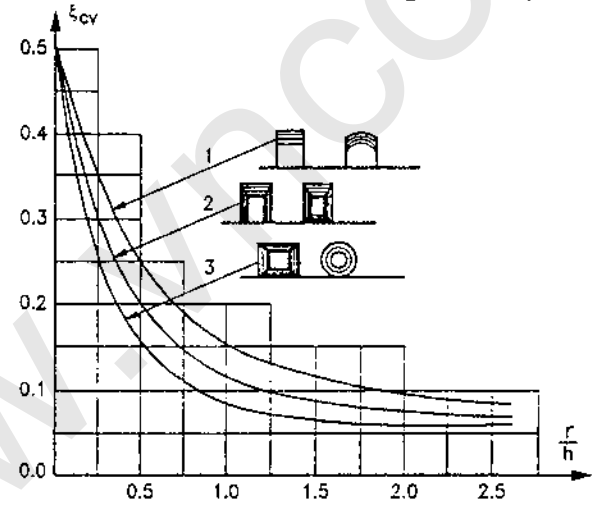
$$\mu = \frac{1}{\sqrt{K_{ih}^2 + \Sigma\xi_i}} \quad (A\text{-}6)$$

A.2.3.3 Các hệ số sức cản thuỷ lực ξ_i xác định như sau:

a) Hệ số sức cản thuỷ lực tại cửa vào cống (ξ_{CV}).

Khi đầu vào có dạng cong tròn, hệ số ξ_{CV} xác định theo đồ thị hình A-1.

r - bán kính cong của đầu vào; h- chiều cao của mặt cắt cống tại cuối đầu vào (trường hợp mặt cắt tròn thì h=d, với d là đường kính mặt cắt).



Hình A-1. Xác định hệ số tổn thất cột nước tại cửa vào ξ_{CV}

b) Hệ số sức cản thuỷ lực tại khe van, khe phai ξ_K.

Trị số ξ_K phụ thuộc vào tỷ số b_k/b, trong đó b_k - chiều rộng khe; b- chiều rộng của cống tại phần có bố trí khe.

Khi $b_k/b \le 0,1$; $\xi_K = 0,05$; (A-7)

Khi $b_k/b \ge 0,2$; $\xi_K = 0,10$; (A-8)

Trường hợp có hai hoặc nhiều khe thì cần cộng tất cả các hệ số sức cản thuỷ lực ở từng khe. Khi khoảng cách L giữa 2 khe nhỏ hơn 4 lần chiều rộng của khe ($L < 4b_k$) thì cần lấy trị số ξ_K nhân với hệ số K_1 được cho trên bảng A-1.

Bảng A-1. Hệ số điều chỉnh trị số ξ_K

L/b_k	0	0,5	1,5	2,0	3,0	4,0
K_1	1,00	0,65	0,60	0,65	0,75	1,0

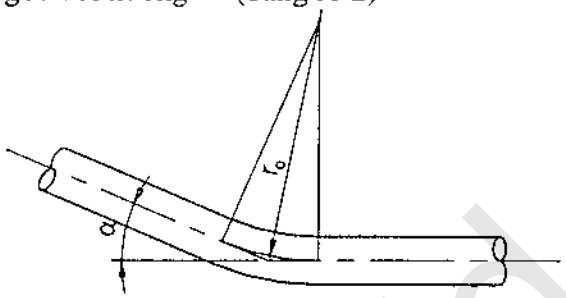
Khi $0,1 < b_k/b \leq 0,2$ thì có thể nội suy trị số ξ_K theo các điều kiện (A-7) và (A-8).

c) Hệ số sức cản thuỷ lực tại chỗ tuyến cong (hình A.2)

$$\xi_{cg} = A \cdot B \cdot C \qquad (A\text{-}9)$$

Trong đó:

A- Trị số phụ thuộc góc đổi hướng $\propto$ (bảng A-2)



Hình A-2. Sơ đồ đoạn ống uốn cong

Bảng A-2. Trị số của A trong công thức (A-9)

$\alpha°$	0	20	30	45	60	75	90
A	0	0,31	0,45	0,60	0,78	0,90	1,00

B- đại lượng phụ thuộc tỷ số r_0/D_r (r_0 - bán kính cong tính đến trục ống; D_r - đường kính thuỷ lực, đối với ống tròn: D_r=d; ống vuông: D_r=a; ống chữ nhật: D_r=4R, ở đây R- bán kính thuỷ lực). Trị số của B lấy theo bảng A-3.

Bảng A-3. Trị số của B trong công thức (A-9)

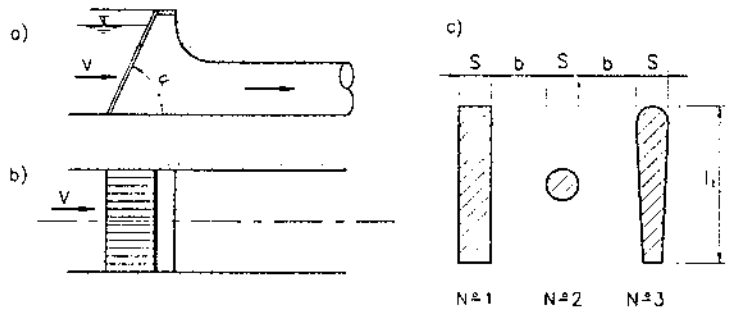
r_0/D_r	1	2	4	6	8	10	15	20
B	0,21	0,15	0,11	0,09	0,07	0,07	0,06	0,05

C- đại lượng phụ thuộc tỷ số a/b, tức hình dạng mặt cắt chữ nhật (đối với mặt cắt vuông và tròn C=1); a là chiều dài của cạnh vuông góc với mặt phẳng của đoạn cong. Trị số C lấy theo bảng A-4.

Bảng A-4. Trị số của C trong công thức (A-9)

a/b	0,25	0,50	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
c	1,80	1,45	1,20	1,00	0,68	0,45	0,40	0,43	0,48	0,55	0,58	0,6

d) Hệ số sức cản thuỷ lực của lưới chắn rác (hình A-3)



Hình A-3. Sơ đồ bố trí lưới chắn rác

a) Cắt dọc b) Mặt bằng c) Các dạng thanh lưới

Hệ số sức cản thuỷ lực của lưới chắn rác được xác định theo công thức:

$$\xi_L = K_L\left(\frac{\omega_L + \omega_b}{\omega}\right)^{1,6}\left(2,3\frac{l_t}{b} + 8 + 2,4\frac{b}{l_t}\right)\sin\alpha; \qquad \text{(A-10)}$$

Trong đó:

K_L: hệ số, phụ thuộc vào hình dạng thanh lưới (hình A-3,c)

N°1: thanh lưới có mặt cắt hình chữ nhật, K_L= 0,504;

N°2: thanh lưới có mặt cắt tròn, K_L= 0,318;

N°3: thanh lưới có mặt cắt hình nêm với cạnh đầu tròn, K_L= 0,182;

b - Khoảng cách giữa các mép thanh;

l_t- chiều rộng thanh;

α- góc nghiêng của trục thanh so với phương ngang;

ω_L- diện tích choán của tất cả các thanh lưới trên mặt cắt ngang;

ω_h- diện tích choán của phần rác mắc giữa các thanh lưới trên mặt cắt ngang;

ω - diện tích khoảng trống giữa các thanh lưới trên mặt cắt ngang.

e) Hệ số sức cản thuỷ lực dọc đường (ξ_{dd}):

$$\xi_{dd} = \frac{2gL}{C^2R}; \qquad \text{(A-11)}$$

Trong đó:

g- gia tốc trọng trường, m/s^2;

L- chiều dài đoạn ống, m;

C- hệ số Sêdi;

R- bán kính thuỷ lực của mặt cắt ngang ống, m.

Trường hợp cống gồm các đoạn ống có mặt cắt khác nhau thì ξ_{dd} tính riêng cho từng đoạn. Trường hợp một đoạn cống có mặt cắt thay đổi dần thì các trị số C và R lấy ở mặt cắt trung bình của đoạn.

g) Hệ số sức cản thuỷ lực của cửa van (ξ_V)

Cửa van công tác ở cuối cống có thể là van khoá, van côn, van kim... Bố trí và trị số hệ số sức cản thuỷ lực của các loại van này được nêu ở phụ lục B. Lưu ý rằng, các trị số ξ_V ở đây tương ứng với mặt cắt tính toán là mặt cắt ống tròn ở trước cửa van.

A.2.4 Kiểm tra chế độ chảy trong cống

Khi van hạ lưu mở hoàn toàn, chế độ chảy trong cống sẽ là có áp ổn định khi thoả mãn cả 2 điều kiện sau:

a) Trần cửa vào cống ngập dưới mực nước thượng lưu.

b) Khả năng lấy nước của cửa vào lớn hơn khả năng tháo của toàn cống:

$$\mu_v \cdot \omega_v \cdot \sqrt{Z_v} > \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{\Delta Z} \qquad \text{(A-12)}$$

Trong đó:

$$\mu_v = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \xi_j \cdot K_j^2}}; \qquad \text{(A-13)}$$

$\sum\xi_j$ - tổng các hệ số tổn thất cục bộ tại cửa vào, tính đến mặt cắt cuối cửa vào có diện tích ω_v (thường gồm hệ số tổn thất tại khe phai, lưới chắn rác, cửa vào);

$$K_j = \frac{\omega_v}{\omega_j} \qquad \text{(A-14)}$$

Z_V - hiệu cao độ mực nước thượng lưu và cao độ trần cống tại mặt cắt cuối cửa vào.

$\Delta Z = Z_{TL} - Z_{HL}$

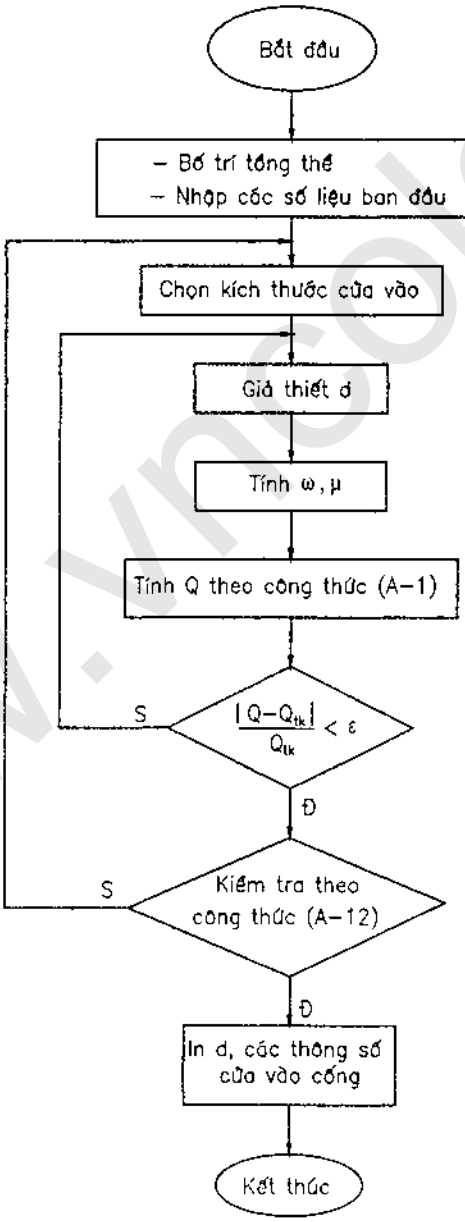
Các trị số μ, ω, Z_{TL}, Z_{HL} như đã giải thích ở các mục trên.

A.2.5 Trình tự tính

Do hệ số lưu lượng μ phụ thuộc vào kích thước mặt cắt cống đang cần xác định, nên bài toán tính khẩu diện cống phải giải bằng thử dần, cụ thể theo các bước sau:

a) Bố trí tổng thể cống, xác định hình thức và bố trí các bộ phận tại cửa vào, tháp van (nếu có), cửa van hạ lưu, hình thức nối tiếp sau cửa van, kích thước mặt cắt kênh hạ lưu. Trong trường hợp có đặt tháp van, thường định trước kích thước mặt cắt của đoạn trước tháp, còn đường kính của đoạn cống tròn sau tháp được xác định theo tính toán.

b) Giả thiết đường kính d của cống tròn, từ đó các định được diện tích mặt cắt ướt ω, hệ số tổn thất cột nước $\Sigma\xi_i$ và hệ số tính đổi mặt cắt K_i tại các đoạn; xác định μ theo các công thức đã nêu ở trên.



Hình A-4. Lưu đồ tính toán khẩu diện cống

c) Giả thiết cống chảy có áp (khi van mở hoàn toàn), xác định khả năng tháo Q theo công thức (A-1).

Nếu trị số Q tính toán được chưa bằng lưu lượng thiết kế của cống Q_{tk} thì cần quay lại bước (b); giải thiết lại d cho đến khi đạt được $Q \approx Q_{tk}$ (với sai số cho phép).

d) Kiểm tra lại chế độ chảy trong cống (theo điều A.2.4).

A.3 Kiểm tra các điều kiện an toàn về thuỷ lực

A.3.1 Kiểm tra áp suất thuỷ động tại mặt cắt cuối cửa vào

Trong trường hợp cống tháo lưu lượng lớn, cột nước thượng lưu cao, lưu tốc trong cống lớn, có thể xuất hiện chân không tại khu vực cửa vào, trong đó trị số chân không lớn nhất thường xuất hiện ở mặt cắt cuối đoạn cửa vào. Để tránh phát sinh khí thực, cần khống chế cột nước áp lực toàn phần h_P tại mặt cắt này lớn hơn cột nước áp lực toàn phần cho phép:

$$h_P > h_{CP} \qquad \text{(A-15)}$$

A.3.1.1 Xác định trị số h_P, theo công thức:

$$h_P = H_a + Z_v - C_{Pmax} \cdot \mu^2 \cdot \Delta Z_0 \ \ (m), \qquad \text{(A-16)}$$

Trong đó:

H_a - cột nước áp lực khí trời, phụ thuộc vào cao độ trần mặt cắt cuối cửa vào, xác định theo bảng A-5.

Bảng A-5. Trị số cột nước áp lực khí trời H_a

Độ cao (m)	H_a (m)	Độ cao (m)	H_a (m)	Độ cao (m)	H_a (m)	Độ cao (m)	H_a (m)
0	10,33	400	9,84	800	9,38	1500	8,64
100	10,23	500	9,74	900	9,28	2000	8,14
200	10,09	600	9,62	1000	9,18	2500	7,70
300	9,98	700	9,52	1200	8,95	3000	7,37

Z_V - chênh lệch cao độ từ mực nước thượng lưu đến trần mặt cắt cống sau cửa vào, m;

μ - hệ số lưu lượng cống, xác định theo công thức (A-3);

ΔZ_0- cột nước tác dụng của cống, xác định theo công thức (A-2);

C_{pmax} : hệ số giảm áp lớn nhất tại cửa vào:

$$C_{Pmax} = \overline{C}_{Pmax} + \delta_p \cdot \Phi \qquad \text{(A-17)}$$

$\overline{C}_{Pmax}$ - hệ số giảm áp lớn nhất tại cửa vào, trị số trung bình thời gian, có thể xác định theo công thức:

$$\overline{C}_{Pmax} = \left(\sqrt{\sum \xi_j + \varphi_C^2 - 1} + \varphi_C\right)^2 \qquad \text{(A -18)}$$

$\Sigma\xi_j$ -Tổng hệ số tổn thất cột nước từ hồ đến mặt cắt cuối cửa vào cống (xem điều A.2.4);

φ_C - Hệ số lưu tốc tại mặt cắt cuối cửa vào, có thể lấy φ_C=0,97÷0,98;

δ_p : Hệ số mạch động tiêu chuẩn, phụ thuộc vào hình dạng cửa vào; sơ bộ có thể lấy δ_p=0,05÷0,01;

Φ - hệ số; khi thiết kế cửa vào theo điều kiện không phát sinh khí hoá, lấy Φ=4.

A.3.1.2 Xác định trị số h_{CP}

h_{CP} chính là cột nước áp lực toàn phần giới hạn hoá hơi của nước, thay đổi theo nhiệt độ, lấy theo bảng A-6.

Bảng A-6. Trị số cột nước áp lực toàn phần cho phép của nước

T (°C)	5	10	15	20	25	30	40
h_{CP} (m)	0,09	0,13	0,17	0,24	0,32	0,44	0,75

A.3.1 Kiểm tra cao trình đặt cống

Cao trình đặt cống là hợp lý khi thoả mãn đồng thời các điều kiện sau:

Cao trình đặt cống là hợp lý khi thoả mãn đồng thời các điều kiện sau:

A.3.2.1 Điều kiện chống bùn cát vào cống:

$$Z_{ngưỡng} > Z_{bc}, \qquad (A\text{-}19)$$

Trong đó:

$Z_{ngưỡng}$ - cao trình ngưỡng cống tại cửa vào;

Z_{bc} - cao trình bùn cát lắng đọng trong hồ chứa.

A.3.2.2 Điều kiện không xuất hiện phễu khí trước cửa vào:

$$H > H_k, \qquad (A\text{-}20)$$

Trong đó :

H - cột nước thượng lưu tính đến tâm mặt cắt đầu cửa vào;

H_k - cột nước phân giới ứng với trường hợp bắt đầu hình thành phễu khí:

$$H_k = 0{,}5 \cdot D \cdot \left(\frac{V_C}{\sqrt{g \cdot D}} \right)^{0{,}55}, \qquad (A\text{-}21)$$

trong đó:

$V_c = V/\varepsilon$ - Vận tốc bình quân tại mặt cắt co hẹp;

ε - Hệ số co hẹp đứng tại cửa vào:

$$\varepsilon = \frac{1}{\varphi_C \cdot (\varphi_C + \sqrt{\varphi_C^2 + \xi_{CV} - 1})}, \qquad (A\text{-}22)$$

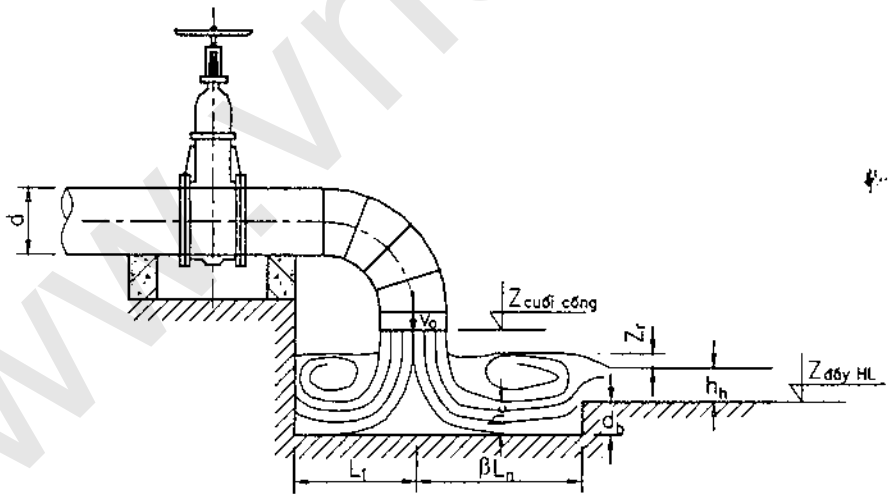
φ_C - hệ số lưu tốc tại cửa vào;

ξ_{CV} - hệ số tổn thất cột nước của cửa vào.

A.4 Tính nối tiếp và tiêu năng sau cống

A.4.1 Tiêu năng kiểu giếng

Tiêu năng kiểu giếng thường áp dụng với các cống tròn có đường kính d ≤ 60cm. Sơ đồ tính toán tiêu năng kiểu giếng như trên hình A.5.



Hình A-5. Sơ đồ tính toán tiêu năng kiểu giếng

A.4.1.1 Độ sâu đào bể (giếng)

$$d_{bể} = \sigma_n \cdot h''_C - (h_h + Z_r) \qquad (A\text{-}23)$$

Trong đó :

σ_n - hệ số nước nhảy ngập, $\sigma_n = 1{,}05 \div 1{,}1$;

h''_C - độ sâu liên hiệp sau nước nhảy trong bể;

h_h - độ sâu mực nước hạ lưu (ứng với lưu lượng tính toán);

Z_r - độ hạ thấp mực nước từ bể ra kênh hạ lưu;

Trị số Z_r xác định theo công thức:

$$Z_r = \left(\frac{q}{\varphi_n h_h \sqrt{2g}}\right)^2 - \left(\frac{q}{\sigma_n \cdot h''_c \sqrt{2g}}\right)^2 \qquad \text{(A-24)}$$

ở đây :

φ_n - hệ số lưu tốc đập tràn đỉnh rộng chảy ngập (từ bể tiêu năng ra kênh hạ lưu);

q - lưu lượng đơn vị tại mặt cắt cuối bể;

Các ký hiệu khác như đã giải thích ở trên.

Trị số h''_c xác định theo các phương pháp đã biết của thuỷ lực, với cột nước toàn phần E_0 như sau:

$$E_0 = Z_{\text{cuối cống}} - Z_{\text{đáy HL}} + V^2/2g + d_b \qquad \text{(A-25)}$$

Trong đó:

$Z_{\text{cuối cống}}$: cao trình tâm mặt cắt cuối cống (phía sau cút cong);

$Z_{\text{đáy HL}}$ - cao trình đáy kênh hạ lưu;

V - lưu tốc trong ống, tại mặt cắt cuối;

d_b - chiều sâu đào bể.

A.4.1.2 Chiều dài bể (xem hình A-5)

$$L_b = L_1 + \beta . L_n \qquad \text{(A-26)}$$

Trong đó:

L_1 - khoảng cách nằm ngang từ đầu bể đến tâm mặt cắt ra của ống, thường chọn theo yêu cầu bố trí;

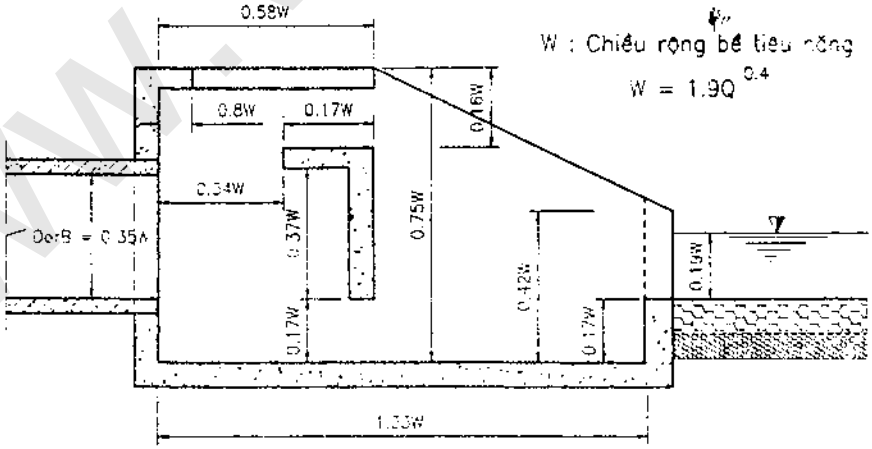
L_n - chiều dài nước nhảy;

β - hệ số, thường lấy bằng 0,8.

A.4.2 Tiêu năng kiểu tường va đập

Loại này thường áp dụng đối với các cống có đường kính d = 60÷80cm. Sơ đồ tính toán như trên hình A-6.

Theo kết quả thí nghiệm mô hình của các nhà khoa học Mỹ (xem Hydraulic Structures, University of Saskachewan, 1992), kích thước tiêu chuẩn của buồng tiêu năng kiểu va đập như trên Hình A-6.



Hình A.6 - Sơ đồ buồng tiêu năng kiểu va đập và các kích thước tiêu chuẩn

Trong đó, chiều rộng buồng W được xác định theo công thức :

$$W = 1,9 \cdot Q^{0,4} \quad \text{(m)} \qquad \text{(A-27)}$$

ở đây, Q - lưu lượng tháo lớn nhất qua cống (m^3/s).

f) Tính kích thước mặt cắt buồng: Buồng hình vuông : $a = \chi/4$

Buồng hình tròn : $D_b = \chi/\pi$

g) Xác định chiều cao các thanh (gờ): $h_t = (8 \div 9)\, h_{20}$; (A-36)

Trong đó, h_{20} là độ sâu dòng chảy ở mặt cắt A-A khi cột nước H_0=18÷20m, đảm bảo cho dòng chảy lan toả khắp chu vi của buồng tiêu năng.

h) Kích thước và vị trí của tấm che, cũng như vị trí các thanh và tường chắn có thể lấy theo chỉ dẫn ở mục A.4.3.1 và hình A-7.

i) Đáy của lòng dẫn cần đặt thấp hơn đáy buồng tiêu năng một đoạn $P_2 = (1{,}2 \div 1{,}25)\, h_0$, trong đó h_0 là chiều sâu dòng chảy ở lòng dẫn ra ứng với lưu lượng lớn nhất.

A.4.3.4 Khi cần thiết, có thể tiếp tục tính toán và bố trí thiết vị tiêu năng ở đầu đoạn lòng dẫn ngay sau buồng tiêu năng. Việc tính toán này được tiến hành theo phương pháp thông thường. Năng lượng đơn vị toàn phần (tính đến đáy lòng dẫn ra) được xác định theo công thức:

$$T_0 = (1 - \eta) \cdot (\varphi^2 H_0 + Z_0) \qquad \text{(A-37)}$$

A.5 Lập quan hệ vận hành cống

Quan hệ vận hành được lập để điều khiển độ mở cửa van (m) ứng với trị số lưu lượng Q cần tháo khi mực nước thượng lưu (trong hồ chứa) đã biết. Khi kích thước và các thông số của kênh hạ lưu đã biết thì quan hệ $Z_{HL} = f(Q)$ là xác định, do đó quan hệ vận hành được biểu diễn bởi họ đường cong $Q = f(Z_{TL}, m)$, trong đó, Z_{TL} - mực nước thượng lưu; m - độ mở cửa van. Trình tự thiết lập như sau:

a) Định trước trị số Z_{TL} (trong phạm vi dao động mực nước của hồ chứa)

b) Giả thiết độ mở m, theo quan hệ ξ_V~m của loại cửa van đang xét (xem phụ lục B), xác định được ξ_V ,từ đó tính được μ theo công thức (A-3)

c) Giả thiết mực nước Z_{HL}, từ đó tính được ΔZ và tính được Q theo công thức (A-1)

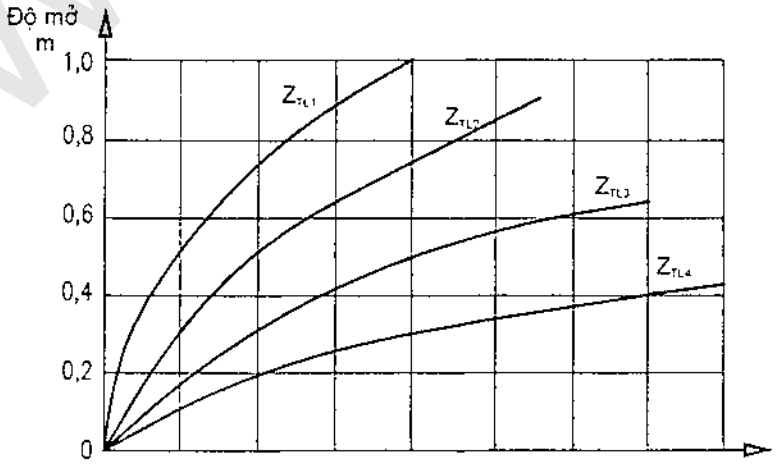
Chú ý rằng, trong công thức (A-1), ω là diện tích mặt cắt ướt của ống ở trước van mà không phải là diện tích của mặt cắt thu hẹp tương ứng với độ mở m.

d) Mặt khác, từ quan hệ $Z_{HL} = f(Q)$, với Z_{HL} đã giả thiết, sẽ có lưu lượng Q_1.

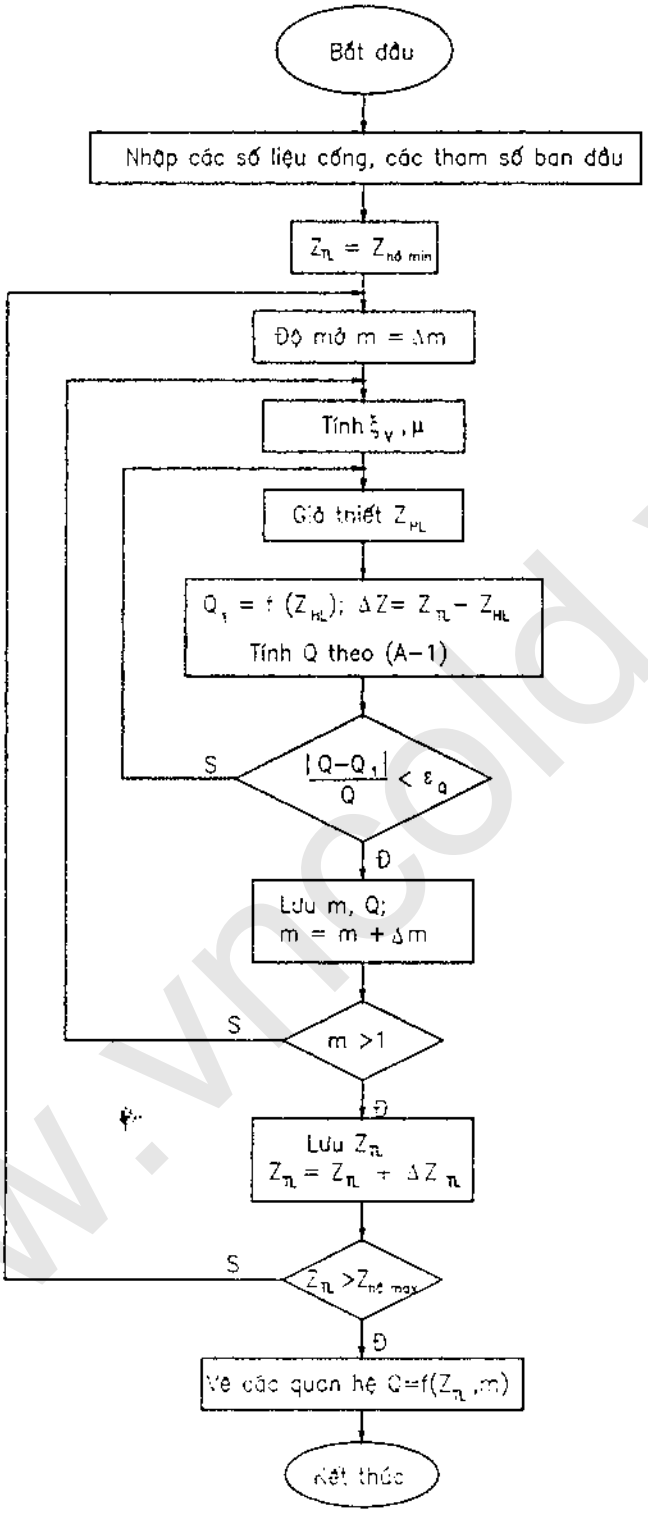
Nếu $Q_1 \approx Q$ (với độ sai số cho phép) thì trị số Q ứng với m đã giải thiết ở bước (b) được xác định. Ngược lại, nếu $Q_1 \neq Q$ thì lặp lại từ bước (c) cho đến khi đạt được $Q_1 \approx Q$.

e) Chuyển sang giả thiết trị số m khác : lặp lại từ bước (b) cho đến khi vẽ được đường cong Q ~ m với Z_{TL} đã định.

f) Chuyển sang trị số Z_{TL} khác: Lặp lại từ bước (a) cho đến khi vẽ được đầy đủ họ đường cong $Q = f(Z_{TL}, m)$.



Hình A-10- Dạng đường quan hệ vận hành cống



Hình A-11. Lưu đồ thiết lập quan hệ vận hành cống

www.vncold.vn

Phụ lục B. Đặc tính thuỷ lực của một số loại van bố trí cuối cống thép (Tham khảo)

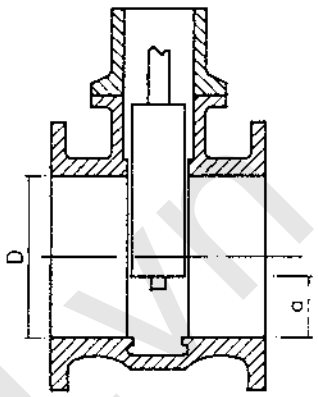
B.1 Van khoá

B.1.1 Bố trí

Van khoá được sử dụng rộng rãi cho các đường ống. Phổ biến nhất là loại van khoá tròn (hình B-1). Van khóa chữ nhật chủ yếu được dùng trong các đường ống khí, ga.

Van khoá tròn có một vỏ bằng gang đúc, bên trong có một đĩa chuyển động dạng phẳng (hình B-1) hay hình nêm.

Khi đường kính D < 75 cm, có thể mở van trong điều kiện có độ chênh áp lực ở mặt trước và sau van. Điều này cho phép sử dụng van khoá làm van chính hay van sự cố. Còn khi đường kính lớn hơn thì phải sử dụng các ống vòng để làm cân bằng áp lực ở hai phía của van. Trường hợp này, van khoá được sử dụng làm van sửa chữa.



Hình B-1 - Van khoá tròn

Khi cột nước tác dụng không quá 30m, van khoá có thể thực hiện chức năng điều tiết lưu lượng. Các van khoá tròn được sử dụng rộng rãi làm van chính trong các ống tháo nước có cột nước không quá 15m, và ở các cửa lấy nước dưới sâu, các hệ thống điều khiển các van thuỷ lực, và trên các ống vòng dùng để cân bằng áp lực ở hai bên các van sửa chữa, van sự cố khi phải mở chúng.

B.1.2 Hệ số sức cản thuỷ lực của các van khoá có tấm chắn phẳng song song phụ thuộc vào độ mở tương đối m = a/D như trên bảng B-1, trong đó:

ξ_v : hệ số sức cản thuỷ lực khi van đặt trên đường ống;

ξ_v': hệ số sức cản thuỷ lực khi van đặt ở cuối ống, không tính đến tổn thất cột nước lưu tốc ở cửa ra.

Bảng B-1. Hệ số sức cản thuỷ lực của các van khoá

m = a/D	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05
ξ_v	0,07	0,126	0,034	0,71	1,31	2,50	5,0	10,1	31	200	850
ξ_v'	0,106	0,213	0,75	1,70	2,30	3,85	7,1	14,2	36	200	850

B.2 Van côn

B.2.1 Bố trí

Van côn được tổ hợp từ một nắp đậy cố định hình nón cuối ống tròn và một xi lanh bọc ngoài đoạn cuối ống cống để điều khiển độ mở (hình B-2).

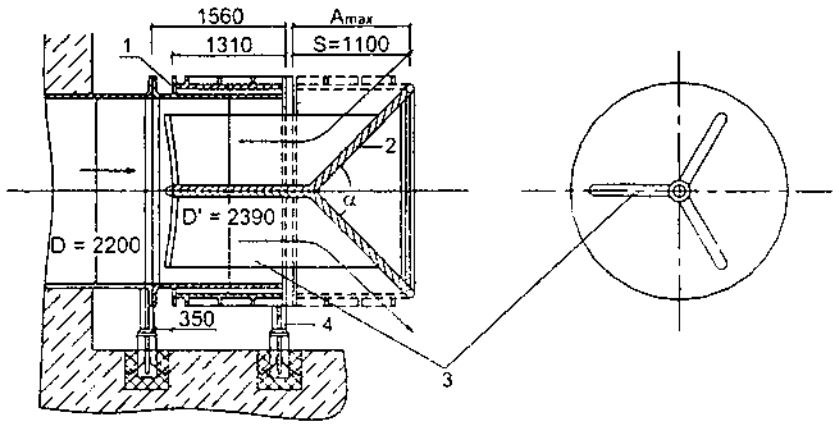
Dòng chảy phóng ra từ đó dưới dạng chùm tia, được ngăn chắn bởi vách của buồng tiêu năng sau van (hình A-7).

Trong thực tế đã sản xuất các loại van côn có góc ở đỉnh $\alpha = 90^0$ và $\alpha = 50^0$. Loại van có $\alpha = 50^0$ có chiều dài theo trục ống lớn, nhưng lại giảm được kích thước mặt cắt ngang buồng tiêu năng sau van.

Nhằm mục đích giảm nhỏ kích thước mặt cắt ngang buồng tiêu năng, cũng có thể làm xi lanh bọc ngoài có phần cuối loe rộng để hướng dòng chảy, hạn chế sự phát tán của dòng chảy theo phương vuông góc với trục của ống cống.

B.2.2 Hệ số sức cản thuỷ lực của van côn

Trị số của ξ_v phụ thuộc vào góc ở đỉnh côn α, tỷ lệ D'/D và độ mở van m = A / S như trên bảng B-2, B-3, trong đó: D - đường kính ống trước van, D'- đường kính xi lanh van côn.



Hình B-2. Van côn có đường kính 2200mm (đơn vị trong hình vẽ: mm)

Bảng B-2. Hệ số sức cản thuỷ lực của van côn có $\alpha = 90^0$ và $S_1 = 0.468D$

$\frac{D'}{D}$	Trị số ξ_V ứng với độ m = A/S									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1,10	81,6	20,4	9,47	5,25	3,13	2,10	1,38	0,92	0,60	0,38
1,08	88,8	23,3	10,55	5,89	3,47	2,37	1,62	1,10	0,75	0,49
1,06	95.9	26,3	11,64	6,52	3,82	2,64	1.85	1,28	0,89	0,61
1,04	103,1	29,2	12,72	7,16	4,16	2,91	2,09	1,46	1,04	0,72

Ghi chú : Các trị số ξ_t trong bảng B-2 là ứng với van có hành trình tối đa S_1=0,468D. Với các van có trị số S khác trong khoảng 0,43D < S < 0,49D, trị số ξ'_V tương ứng xác định theo công thức:

$$\xi'_V = (1+\xi_V)(\frac{0,468D}{S})^2 - 1 \qquad \text{(B-1)}$$

Bảng B-3. Hệ số sức cản thuỷ lực của van côn có $\alpha = 50^0$ và $S_1 = 0.68D$

$\frac{D'}{D}$	Trị số ξ_V ứng với độ mở tương đối m = A/S									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1,10	66,3	19,7	9,83	5,77	3,73	2,50	1,71	1,17	0,80	0,52
1,08	87,0	23,3	11,09	6,40	4,11	2,76	1,90	1,32	0,93	0,65
1,06	107,6	26,9	12,34	7,04	4,48	3,01	2,10	1,48	1,05	0,78
1,04	128,3	30,5	13,6	7,67	4,86	3,27	2,29	1,63	1,18	0,91

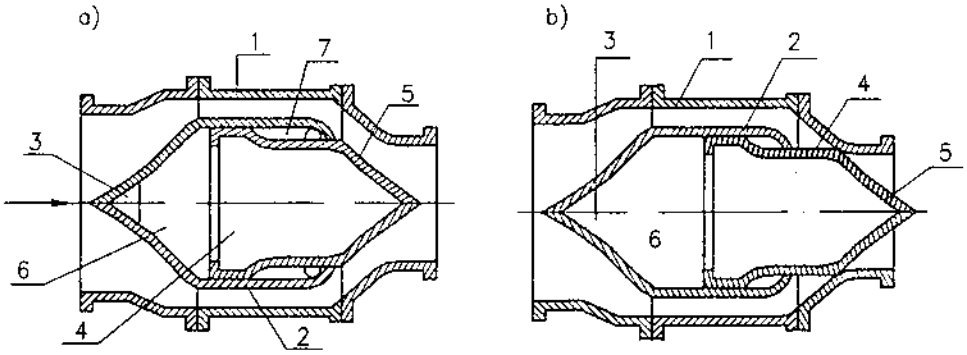
Ghi chú: Các trị số ξ_t trong bảng B-3 là ứng với van có hành trình tối đa S_1=0,68D. Với các van có trị số S khác trong khoảng 0,645D < S < 0,750D, trị số ξ'_V tương ứng xác định theo công thức:

$$\xi'_V = (1+\xi_V)(\frac{0,68D}{S})^2 - 1 \qquad \text{(B-2)}$$

B.3 Van kim

B.3.1 Bố trí

Van kim được bố trí ở cuối các ống có cột nước áp lực lớn (đến 800m). Đường kính của van có thể tới 6,5m. Bố trí van kim như trên hình B-3.



Hình B-3. Bố trí van kim ở cuối đường ống
a) Cửa van mở b) Cửa van đóng
1- Vỏ bọc kim loại; 2- Xi lanh cố định; 3- Phần đầu dạng hình côn;
4- Bộ phận chuyển động; 5- Khối đúc hình kim; 6- Khoảng trống sau hình côn;
7- Khoảng trống giữa xi lanh và pitông

B.3.2 Hệ số sức cản thuỷ lực của van kim

Bảng B-4. Hệ số sức cản thuỷ lực của van kim

m	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ξ_v	143,3	39,4	19,0	9,4	5,5	3,9	3,0	2,1	1,6	1,4

www.vncold.vn