

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 10718:2015

ISO 4359:2013

Xuất bản lần 1

**CẤU TRÚC ĐO DÒNG - MÁNG CÓ DẠNG HÌNH CHỮ NHẬT,
HÌNH THANG VÀ HÌNH CHỮ U**

Flow measurement structures - Rectangular, trapezoidal and U-shaped flumes

HÀ NỘI - 2015

Mục lục

	Trang
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	8
3 Thuật ngữ, định nghĩa	8
4 Kí hiệu	8
5 Các kiểu máng và nguyên lý hoạt động	10
6 Lắp đặt	14
6.1 Lựa chọn hiện trường	14
6.2 Điều kiện lắp đặt	15
7 Bảo dưỡng	18
8 Phép đo cột áp	19
8.1 Quy định chung	19
8.2 Vị trí đo cột áp	19
8.3 Các bề đo	19
8.4 Cài đặt điểm “không”	20
9 Phương trình tổng quát đối với lưu lượng	20
9.1 Lưu lượng dựa trên dòng tới hạn trong cổ máng	20
9.2 Lưu lượng tính dựa trên cột áp phía hạ lưu quan sát được	22
9.3 Tính toán các đường đặc tính lưu lượng	37
9.4 Vận tốc đến và hệ số vận tốc	37
9.5 Lựa chọn kích thước và hình dạng của máng	38
10 Máng có cổ hình chữ nhật	39
10.1 Mô tả	39
10.2 Vị trí vùng đo cột áp	40
10.3 Quy định đối với dòng mô đun	40
10.4 Đánh giá lưu lượng đối với cột áp phía dòng vào quan sát được	41
10.5 Tính toán đường đặc tính lưu lượng	45
10.6 Giới hạn áp dụng	46
11 Máng có cổ hình thang	47

11.1	Mô tả.....	47
11.2	Vị trí của vùng đo áp suất cột nước.....	47
11.3	Qui định đối với dòng mô đun.....	47
11.4	Đánh giá lưu lượng – Phương pháp hệ số.....	48
11.5	Tính toán đường đặc tính lưu lượng.....	51
11.6	Các giới hạn áp dụng.....	54
12	Máng có cổ hình chữ U (có đáy tròn).....	55
12.1	Mô tả.....	55
12.2	Vị trí của vùng đo áp suất cột áp.....	56
12.3	Quy định đối với dòng mô đun.....	56
12.4	Ước lượng lưu lượng – Phương pháp hệ số.....	57
12.5	Tính toán đường đặc tính lưu lượng.....	60
12.6	Giới hạn áp dụng.....	63
13	Độ không đảm bảo đo của phép đo dòng.....	64
13.1	Tổng quát.....	64
13.2	Độ không đảm bảo đo tổng hợp.....	65
13.3	Độ không đảm bảo đo theo phần trăm của hệ số lưu lượng $u^*(C)$ đối với các máng có chiều sâu tới hạn.....	67
13.4	Bảng tổng hợp độ không đảm bảo đo.....	67
14	Ví dụ về tính toán độ không đảm bảo đo.....	68
14.1	Tổng quát.....	68
14.2	Các đặc tính – Cấu trúc đo.....	68
14.3	Các đặc tính – Tính lưu lượng.....	68
14.4	Các đặc tính – Hệ số lưu lượng.....	69
14.5	Các đặc tính – Thiết bị đo cột áp.....	69
14.6	Các đặc tính – Chiều rộng cổ.....	69
14.7	Độ không đảm bảo đo tổng hợp của lưu lượng.....	70
Phụ lục A (tham khảo) Tương quan giữa cột áp và lưu lượng đã được đơn giản hóa đối với máng		72
Phụ lục B (tham khảo) Giới thiệu về độ không đảm bảo đo.....		77

Phụ lục C (tham khảo) Thực hiện phép đo trong các ví dụ đo đặc thủy văn.....	87
Phụ lục D (tham khảo) Bảng tính để sử dụng với tiêu chuẩn này.....	89

Lời nói đầu

TCVN 10718:2015 hoàn toàn tương đương với ISO 4359:2013;

TCVN 10718:2015 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 30 *Đo lưu lượng lưu chất trong ống dẫn kín* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Cấu trúc đo dòng -

Máng có dạng hình chữ nhật, hình thang và hình chữ U

Flow measurement structures –

Rectangular, trapezoidal and U – shaped flumes

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định các phương pháp đo dòng trong sông ngòi và kênh nhân tạo dưới các điều kiện dòng ổn định hoặc thay đổi chậm bằng cách sử dụng các loại máng sóng dừng hoặc máng có độ sâu tới hạn xác định.

Nhiều loại máng đã được phát triển tuy nhiên chỉ các máng có tiết diện hình chữ nhật, hình thang và hình chữ U được chấp nhận vô điều kiện sau các nghiên cứu phù hợp và thử nghiệm ngoài hiện trường vì thế việc hiệu chuẩn ngoài hiện trường được coi là không cần thiết.

Các điều kiện dòng đã được xem xét chỉ phụ thuộc vào cột áp phía dòng vào, nghĩa là dòng dưới tới hạn phải xuất hiện phía dòng vào máng, sau khi dòng được tăng tốc qua phần thu hẹp và chảy qua chiều sâu tới hạn của nó (xem Hình 1). Mức nước phía dòng ra công trình phải đủ thấp để không gây ảnh hưởng đến hoạt động của máng.

Tiêu chuẩn này có thể áp dụng đối với ba kiểu máng thông dụng là máng có cổ hình chữ nhật, máng có cổ hình thang và máng có cổ hình chữ U. Việc lắp đặt ngoài hiện trường phổ biến được minh họa trên Hình 2. Các điều kiện ngoài hiện trường là quan trọng và Hình 3 minh họa các biên dạng vận tốc có thể chấp nhận được trong kênh dẫn.

Các minh họa cụ thể về ba kiểu máng được trình bày trong tiêu chuẩn này như sau:

- a) máng có cổ hình chữ nhật (xem Hình 4);
- b) máng có cổ hình thang (xem Hình 5);
- c) máng có cổ hình chữ U, (xem Hình 6).

Tiêu chuẩn này không áp dụng đối với dạng máng được nhắc đến trong lý thuyết - đôi khi được gọi là máng Venturi - dòng luôn giữ ở mức trước tới hạn khi chảy trong máng.

CHÚ THÍCH: Dạng máng này được dựa trên cùng nguyên lý với đồng hồ Venturi được sử dụng trong hệ thống ống kín và dựa vào phép đo áp suất cột nước tại hai vị trí và áp dụng phương trình năng lượng của Bernoulli.

2 Tài liệu viện dẫn

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

ISO 772, Hydrometry – Vocabulary and symbols (Đo đạc thủy văn – Từ vựng và kí hiệu)

3 Thuật ngữ, định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa nêu trong ISO 772.

4 Kí hiệu

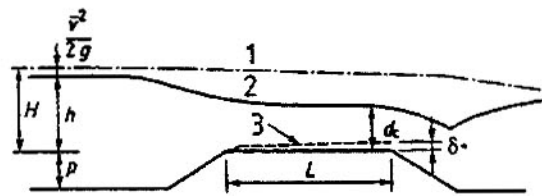
Ký hiệu	Đại lượng	Đơn vị
A	Diện tích mặt cắt ngang của dòng	m^2
B	Chiều rộng của kênh dẫn (chiều rộng của đáy nếu là hình thang)	m
b	Chiều rộng của cổ máng (chiều rộng của đáy nếu là hình thang)	m
C	Hệ số lưu lượng tổng hợp (các máng hình chữ nhật)	Không thứ nguyên
C_c	Hệ số thu hẹp	Không thứ nguyên
C_D	Hệ số lưu lượng	Không thứ nguyên
C_s	Hệ số hình dạng đối với các máng có cổ hình thang và hình chữ U	Không thứ nguyên
C_v	Hệ số tính đến sự ảnh hưởng của vận tốc đến	Không thứ nguyên
D	Đường kính của đáy của máng có cổ hình chữ U	m
d	Độ sâu của dòng	m
E	Năng lượng riêng (liên quan đến độ vồng cục bộ)	m
Fr	Số Froude	Không thứ nguyên
g	Gia tốc trọng trường	m/s^2
H	Cột áp tổng (liên quan đến mốc qui chiếu đã được qui định, ví dụ như chỗ vồng của máng)	m
H^*	Số hiệu chỉnh đối với cột áp tổng	m
h	Chiều cao cột áp	m
k_s	Độ nhám cát tương ứng của bề mặt, kiểu Nikuradse	mm
L	Chiều dài của phần lắng trụ của phần thu hẹp tại máng	m
L_1	Chiều dài của lối vào hình loe	m

Ký hiệu	Đại lượng	Đơn vị
L_2	Chiều dài của bờ dốc (nếu có) giữa cổ và bề tiêu năng phía dòng ra hoặc đáy của kênh.	m
L_3	Chiều dài của bề tiêu năng (nếu có)	m
m	Bờ dốc (m mặt ngang đến 1 mặt đứng)	Không thứ nguyên
n	Số lượng các phép đo trong loạt đo	Không thứ nguyên
P	Chu vi ướt của mặt cắt ngang của dòng chảy	m
p	Cao độ đáy máng phía trên phần vồng của kênh dẫn	m
Q	Lưu lượng	m ³ /s
R	Bán kính	m
Re	Số Reynolds	Không thứ nguyên
r_p	Các bán kính của φ (đất)	m
R_l	Các bán kính của lõi vào hình loe	m
S	Độ lệch chuẩn	-
$\bar{S}$	Sai số của giá trị trung bình chuẩn	-
$\bar{v}$	Vận tốc trung bình qua mặt cắt ngang, được xác định bằng Q/A	m/s
w	Chiều rộng của mặt nước	m
$u'(Q)_{68}$	Độ không đảm bảo đo theo phần trăm tổng cộng trong việc xác định lưu lượng được biểu diễn theo phần trăm độ lệch chuẩn tại các giới hạn tin cậy 68 %.	Không thứ nguyên
$u'(b)$	Phần trăm độ không đảm bảo đo của b (hoặc D)	Không thứ nguyên
$u'(C)$	Phần trăm độ không đảm bảo đo của giá trị hệ số kết hợp	Không thứ nguyên
$u'(h)$	Phần trăm độ không đảm bảo đo của h	Không thứ nguyên
$u'(m)$	Phần trăm độ không đảm bảo đo của m	Không thứ nguyên
α	Hệ số hiệu chỉnh năng lượng động (tính cả sự không đồng đều của phân bố vận tốc)	Không thứ nguyên
β	Hệ số phụ thuộc vào độ cong trung bình của các đường dòng	Không thứ nguyên
γ, φ, ψ	Các hệ số trong phép tính độ không đảm bảo đo	-
δ	Chiều dày dịch chuyển	m
η	Hệ số số học liên quan đến góc nghiêng trong các máng hình thang	Không thứ nguyên
ν	Độ nhớt động học của chất lỏng	m ² /s
θ	Nửa góc đối diện tại tâm của đường cong của chỗ vồng của máng có cổ hình chữ U giữa mặt nước và mặt phẳng thẳng đứng	Không thứ nguyên
σ	Nửa góc đối diện tại tâm của đường cong của chỗ vồng của máng có cổ hình chữ U giữa mặt nước và mặt phẳng nằm ngang	Không thứ nguyên
Các chỉ số		
a	Các giá trị trong kênh dẫn	
c	Các giá trị của dòng tới hạn	

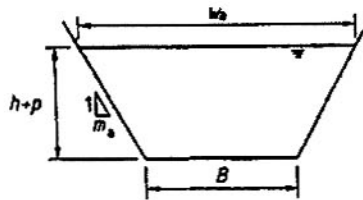
Ký hiệu	Đại lượng	Đơn vị
d	Các giá trị phía dòng ra của máng	
e	Các giá trị ảnh hưởng sau khi tính cả các ảnh hưởng của lớp biên	
1	Các giá trị gán cho lưu chất không ma sát lí tưởng	
M	Giá trị lớn nhất	

5 Các kiểu máng và nguyên lý hoạt động

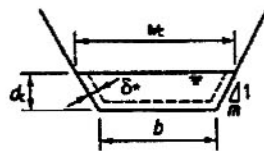
5.1 Các máng được trình bày trong tiêu chuẩn này thường được gọi là các máng có “cổ dài” hoặc các “các máng có độ sâu tới hạn” và hoạt động cơ bản dựa trên sự xuất hiện của dòng tới hạn trong cổ máng. Khi dòng tới hạn xuất hiện, đối với một hình dạng máng đã cho chỉ có một mối quan hệ duy nhất giữa cột áp phía dòng vào và lưu lượng, mối quan hệ này độc lập với các điều kiện phía dòng ra của cổ máng. Hình 1 minh họa sơ lược chỗ độ sâu tới hạn thường xuất hiện trong một máng có độ sâu tới hạn và biên dạng mặt nước được tạo ra qua một máng hình thang có cổ dài kèm theo các thông số thủy lực và hình học cơ bản.



a)



b) Phần nằm trong kênh dẫn phía dòng vào tính từ cổ máng



c) Phần tại đoạn phía dòng ra của cổ máng

CHÚ DẪN

- 1 đường năng lượng tổng
- 2 biên dạng vận tốc thông thường
- 3 độ dày lớp biên
- δ đã được phóng đại

Hình 1 – Máng có cổ hình thang với các thông số hình học, biên dạng mặt nước và sự phát triển của chiều dày dịch chuyển (sau Hình 8.1, của tài liệu tham khảo [9])

5.2 Do thiết kế của máng dựa trên dòng tới hạn nên tiêu chuẩn này phần lớn được xây dựng dựa trên lý thuyết thủy lực cơ bản nên không cần thực hiện phép thử dung tích cỡ lớn để dẫn xuất các hệ số cho các hình dạng khác của cấu trúc đo dòng. Để đạt được dòng tới hạn trong cổ máng thì các điều kiện sau phải được thỏa mãn:

- a) Cổ máng phải đủ dài để dòng chảy gần như song song với đáy máng vì thế các điều kiện áp suất thủy tĩnh sẽ xuất hiện tại đoạn kiểm soát.
- b) Lối vào tới cổ máng phải có hình dạng sắc nét sao cho gần như không có tổn hao năng lượng giữa điểm tại đó cột áp được đo và điểm tại đó dòng tới hạn xảy ra.

c) Cổ máng phải làm kênh bị thu đủ hẹp để tạo ra mức năng lượng trong cổ máng cao hơn mức năng lượng phía dòng ra để đảm bảo máng “được mô đun hóa”.

5.3 Hình 2 minh họa các ví dụ về các máng có cổ hình chữ nhật, hình thang và hình chữ U. Việc lựa chọn từ ba kiểu máng này phụ thuộc vào một số yếu tố như phạm vi lưu lượng cần đo, độ chính xác được yêu cầu, cột áp hiện tại và dòng chảy có mang theo trầm tích có khả năng tạo thành khối hay không. Các đồ thị trong Phụ lục A cung cấp phương tiện so sánh nhanh phạm vi làm việc của các thiết kế máng đã được lý tưởng hóa, để hỗ trợ việc lựa chọn ban đầu về kích thước và dạng máng phải cung cấp lưu lượng và mối quan hệ kết cấu và lưu lượng.



a) Máng có cổ hình chữ nhật b) Máng có cổ hình thang c) Máng có cổ hình chữ U

Hình 2 – Các ví dụ về các máng có cổ hình chữ nhật, hình thang và hình chữ U

5.4 Máng có cổ hình chữ nhật được xây dựng đơn giản nhất. Thông thường phải xây chỗ vồng của cổ máng ở phía trên đáy của kênh phía dòng vào, để tạo ra phần thu hẹp đủ nhỏ để lưu lượng nhỏ (có thể đo được). Tuy nhiên, việc này dẫn đến chế độ tạo khối trầm tích theo thời gian và ăn mòn phía dòng vào làm ảnh hưởng đến độ chính xác và độ nhất quán của phép đo cột áp.

5.5 Máng có cổ hình thang thích hợp hơn với những nơi cần đo nhiều dải lưu lượng khác nhau với độ chính xác cao. Hình dạng của cổ máng này cũng phù hợp hơn với những nơi cần tạo ra đường đặc tính lưu lượng cụ thể. Trong một vài trường hợp, không cần nâng đáy của cổ máng cao hơn đáy của kênh dẫn khi sử dụng máng có cổ hình thang do vậy giảm được nguy cơ tạo khối trầm tích phía dòng vào.

5.6 Máng có cổ hình chữ U phù hợp với việc lắp đặt trong kênh có hình chữ U hoặc ở nơi dòng chảy xuất phát từ đường ống có mặt cắt ngang hình tròn. Máng có cổ hình chữ U được ứng dụng trong các công trình cống thoát nước và nước thải.

5.7 Lý thuyết đầy đủ đối với máng có độ sâu tới hạn được trình bày từ Điều 9 đến Điều 12 tuy nhiên ở đây được giới thiệu ở dạng đơn giản hóa, dựa trên giả thuyết vận tốc đi qua mặt cắt ngang của dòng chảy là đồng đều và bỏ qua các ảnh hưởng của lớp biên. Phương trình lưu lượng cơ bản đối với máng có độ sâu tới hạn có thể được dẫn xuất từ phương trình năng lượng tổng quát:

$$H = d + \frac{v^2}{2g} = d + \frac{Q^2}{2gA^2} \quad (1)$$

trong đó

H là chiều cao cột áp tổng phía trên đáy máng;

d là độ sâu của dòng chảy;

$\bar{V}$ là vận tốc trung bình đi qua mặt cắt ngang ($= Q/A$);

Q là lưu lượng;

A là diện tích mặt cắt ngang của dòng chảy;

g là gia tốc trọng trường.

Bằng cách lấy đạo hàm riêng phương trình năng lượng (1) theo độ sâu, dòng tới hạn có thể được biểu diễn như sau:

$$Q = \sqrt{\frac{gA_c^3}{w_c}} \quad (2)$$

trong đó chỉ số dưới c biểu thị các điều kiện tại mặt cắt ngang của dòng chảy tới hạn.

Thay thế phương trình (2) vào phương trình (1) và bỏ qua mọi tổn thất năng lượng giữa mặt phẳng đo và mặt cắt ngang của dòng tới hạn thu được phương trình dưới đây:

$$H = d_c + \frac{A_c}{2w_c} \quad (3)$$

5.8 Thông thường, phương trình (2) và (3) được giải cùng với nhau đối với các giá trị liên tiếp của độ sâu d_c (với các giá trị tương ứng của diện tích và chiều rộng của bề mặt) để thu được mối quan hệ giữa H và Q , tuy nhiên đối với các trường hợp đặc biệt máng có cổ hình chữ nhật (xem Hình 4), chúng có thể được kết hợp với nhau để tạo ra mối quan hệ rõ ràng:

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2g}{3}} b H^{1.5} \quad (4)$$

5.9 Có thể dễ dàng nhận thấy là phương trình giống nhau áp dụng (đối với chất lỏng lý tưởng) đối với dòng chảy qua đập có đỉnh ngang góc tròn. Để mở rộng phạm vi sử dụng của phương trình này, ba hệ số bổ sung có thể được đưa vào để tạo ra phương trình tổng quát đối với các máng có độ sâu tới hạn cổ dài như sau:

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2g}{3}} C_D C_s C_v b h^{1.5} \quad (5)$$

trong đó các hệ số là

- C_D là hệ số lưu lượng có tính đến các đặc tính của lưu chất không lý tưởng, cụ thể là ảnh hưởng của lớp biên trong cổ máng;
- C_S là hệ số hình dáng, có tính đến ảnh hưởng của mặt cắt ngang của dòng chảy không phải là hình chữ nhật trong cổ máng;
- C_V là hệ số vận tốc, để tính cột áp đo được phía thượng lưu, h , phải được sử dụng ở những nơi có cột áp tổng hoặc năng lượng riêng, H .

5.10 Các phương trình tính các hệ số này được trình bày tại Điều 9 đến Điều 12 và thường yêu cầu giải bằng phương pháp lặp tiệm cận.

6 Lắp đặt

6.1 Lựa chọn hiện trường

6.1.1 Máng phải được đặt trong phần kênh thẳng, tránh các tắc nghẽn cục bộ, nhám hoặc không bằng phẳng của đáy.

6.1.2 Nghiên cứu ban đầu về các đặc trưng vật lý và thủy lực của hiện trường dự kiến phải được thực hiện để kiểm tra xem nó có phù hợp (hoặc có thể được xây dựng hoặc sửa chữa cho phù hợp) với các yêu cầu cần thiết đối với phép đo lưu lượng bằng máng hay không. Phải lưu ý đặc biệt đối với các tính năng sau đây trong khi lựa chọn hiện trường.

- a) Kênh dẫn phải có đoạn thẳng dài ít nhất bằng 10 lần chiều cao cột nước lớn nhất dự tính.
- b) Phân bố vận tốc hiện có.
- c) Tránh để kênh dốc, các đặc tính của kênh dốc sẽ tạo ra dòng siêu tới hạn.
- d) Các ảnh hưởng của bất kỳ yếu tố nào làm dâng các mức nước phía dòng vào do cấu trúc đo.
- e) Các điều kiện phía dòng ra bao gồm các ảnh hưởng như thủy triều, các chỗ giao với các dòng chảy khác, các cửa cống, các đập giữ nước và các tính năng điều khiển khác có thể tạo ra dòng ngập.
- f) Khả năng không thấm nước của nền mà công trình được xây dựng trên đó và sự cần thiết phải đóng cọc, trát hoặc các biện pháp chống thấm khác.
- g) Sự cần thiết của đề ngăn lũ để hạn chế lưu lượng lớn nhất chảy vào kênh.
- h) Độ bền vững của đề và sự cần thiết phải gia cố hoặc/và kê trong các kênh tự nhiên.
- i) Loại bỏ đá hoặc đá cuội khỏi đáy của kênh dẫn.

- j) Gió có thể gây ra ảnh hưởng đáng kể lên dòng chảy trên sông, đập hoặc máng, đặc biệt là khi chúng rộng và cột áp nhỏ và khi gió thổi theo phương ngang (phương sẽ tạo ra độ chênh khi phương phụ thuộc vào thiết bị đo đặt ngược chiều hoặc xuôi chiều với kênh dẫn).

6.1.3 Nếu hiện trường không có các đặc tính cần thiết đối với phép đo mong muốn, thì không nên chọn hiện trường này trừ khi các hành động khắc phục thích hợp được thực hiện.

6.1.4 Nếu việc kiểm tra dòng cho thấy phân bố vận tốc hiện tại tương đối đồng đều, có thể giả thiết rằng phân bố vận tốc cũng sẽ thỏa mãn sau khi xây dựng máng.

6.1.5 Nếu phân bố vận tốc hiện tại không đồng đều và không có hiện trường nào khả thi cho việc xây máng thì sau khi lắp đặt máng sẽ phải xem xét thực hiện việc kiểm tra sự phân bố và cải tạo nếu cần.

6.1.6 Một vài phương pháp có sẵn dùng để đạt được sự biểu thị phân bố vận tốc bất qui tắc chính xác hơn: các thanh vận tốc, phao hoặc mật độ của chất đánh dấu có thể được sử dụng trong các kênh nhỏ, phương pháp mật độ chất đánh dấu hữu hiệu trong việc kiểm tra các điều kiện ở đáy kênh. Việc đánh giá đầy đủ và định lượng phân bố vận tốc có thể được thực hiện bằng đồng hồ đo dòng hoặc các phép đo vận tốc điểm khác.

CHÚ THÍCH: Thông tin về việc sử dụng đồng hồ đo dòng được nêu trong ISO 748. Các thông tin chi tiết hơn về đo vận tốc trên sông và bộ định dạng Doppler âm thanh có thể tham khảo từ ISO/TS 24154.

Người sử dụng phải đảm bảo rằng chất đánh dấu được sử dụng là được phép với các mục đích đo dòng trong kênh tự nhiên ở vùng hoạt động.

6.1.7 Hình 3 đưa ra các ví dụ thông thường về các phân bố vận tốc trong các kênh có hình dạng khác nhau được phép sử dụng cho các mục đích đo dòng.

6.1.8 Các máng có thể làm cản trở sự di chuyển của cá và các loại thủy sinh. Vì thế việc bảo trì phải được thực hiện để đảm bảo việc lắp đặt các cấu trúc đo như máng không làm ảnh hưởng bất lợi đến hệ sinh thái biển ở nơi mà nó có thể chính là nguyên nhân. Ngoài ra, cấu trúc đo phải tuân thủ các qui định quốc gia hoặc quốc tế.¹⁾ Khi sự di chuyển của các loại thủy sinh có thể bị cản trở do việc lắp đặt cấu trúc đo dòng, việc này phải được phản ánh trong thiết kế. Ngoài ra, đường dẫn cá phải được lắp đặt theo ISO 26906.

6.1.9 Phải tham chiếu đến các quy định trước khi lựa chọn hiện trường.

6.2 Điều kiện lắp đặt

6.2.1 Các yêu cầu chung

6.2.1.1 Việc lắp đặt cấu trúc đo hoàn chỉnh bao gồm một kênh dẫn, một cấu trúc đo và một kênh phía dòng ra. Điều kiện của từng thành phần này đều ảnh hưởng đến độ chính xác tổng thể của các phép đo.

¹⁾ Ví dụ : Hướng dẫn chương trình nước EU của nghị viện Châu Âu (hướng dẫn 2000/60/EC)

6.2.1.2 Các yêu cầu về lắp đặt bao gồm các đặc tính như độ nhẵn bề mặt của máng, hình dạng mặt cắt ngang của kênh, độ nhám của kênh và sự ảnh hưởng của các thiết bị điều khiển phía dòng vào hoặc phía dòng ra của cấu trúc đo.

6.2.1.3 Sự phân bố và hướng của vận tốc ảnh hưởng chính đến hoạt động của máng, các yếu tố này được xác định bằng các đặc tính đề cập ở trên.

6.2.1.4 Khi máng đo vừa được lắp đặt, người sử dụng phải ngăn chặn bất kỳ thay đổi nào có thể làm ảnh hưởng đến các đặc tính của lưu lượng.

6.2.2 Cấu trúc của máng

6.2.2.1 Cấu trúc phải bền vững và không thấm nước và có khả năng chịu được các điều kiện dòng lưu tác động từ hai phía hoặc từ sự xói mòn phía hạ lưu mà không bị biến dạng hoặc vỡ nứt. Trục phải thẳng hàng với hướng dòng chảy của kênh thượng lưu và cấu trúc hình học phải tuân theo các kích thước đã nêu trong Điều 10, 11 và 12.

6.2.2.2 Các bề mặt của cổ máng và kênh dẫn trung gian phải nhẵn. Chúng phải được xây dựng kiên cố và tráng một lớp xi măng bằng phẳng hoặc được phủ bằng vật liệu không bị ăn mòn. Trong các lắp đặt tại phòng thí nghiệm, bề mặt được làm bằng nhựa cứng, tấm kim loại cán hoặc bằng gỗ được bảo nhẵn, đánh bóng bằng cát và sơn. Độ nhẵn bề mặt đặc biệt được chú trọng trong phần hình lăng trụ của cổ nhưng có thể được nới lỏng hơn ở khoảng cách dọc theo biên dạng $0,5H_{max}$ ở phía dòng vào và phía dòng ra cổ.

Người sử dụng phải xác nhận các vật liệu xây dựng được sử dụng trong công trình kênh tự nhiên là được phép ở vùng hoạt động.

6.2.2.3 Để giảm thiểu độ không đảm bảo đo trong phép đo lưu lượng, các dung sai dưới đây là chấp nhận được:

- a) trên chiều rộng đáy của cổ bằng 0,2 % chiều rộng này với giá trị lớn nhất tuyệt đối là 0,01 m;
- b) trên độ lệch từ các mặt phẳng trong cổ bằng 0,1 % của L ;
- c) trên chiều rộng giữa các mặt phẳng đứng trong cổ 0,2 % chiều rộng này với giá trị tuyệt đối lớn nhất là 0,01 m;
- d) trên các mái dốc dọc và ngang của đáy cổ 0,1 %;
- e) trên mái dốc của các bề mặt nghiêng trong cổ 0,1 %;
- f) trên chiều dài cổ 1 % của L ;
- g) trên độ lệch từ mặt trụ hoặc mặt nón trong phần chuyển tiếp của lồi vào đến cổ 0,1 % của L ;
- h) trên độ lệch từ mặt phẳng của các mặt phẳng trong phần chuyển tiếp của lồi vào đến cổ 0,1 % của L ;
- i) trên độ lệch từ mặt phẳng của bề mặt phẳng trong phần chuyển tiếp của lồi ra từ cổ 0,3 % của L ;
- j) trên các mặt phẳng đứng hoặc nghiêng, độ lệch từ một mặt phẳng hoặc mặt cong 1 %;

k) trên độ lệch từ mặt phẳng đáy của kênh dẫn vào 0,1 % của L .

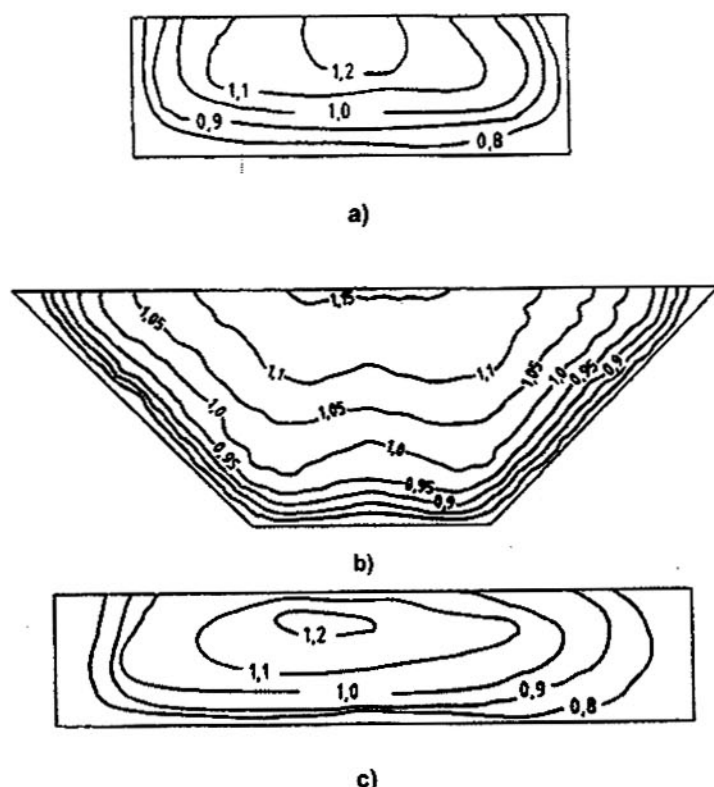
6.2.2.4 Công trình phải được đo khi hoàn thiện và các giá trị trung bình của các kích thước và các độ lệch chuẩn của chúng phải được tính tại mức độ tin cậy 68 %. Ban đầu chúng được sử dụng để tính lưu lượng và sau đó được sử dụng để xác định độ không đảm bảo đo tổng hợp của phép tính lưu lượng.

6.2.3 Kênh dẫn

6.2.3.1 Trong tất cả các lắp đặt, dòng trong kênh dẫn không bị rối và phải có phân bố vận tốc thực tế ở mức đồng đều có thể chấp nhận được qua mặt cắt ngang. Hình 3 minh họa các phân bố vận tốc không thứ nguyên thông thường trong các kênh hình chữ nhật và hình thang phù hợp với việc lựa chọn hiện trường. Đối với hình dạng của kênh đã nêu, phân bố vận tốc phải khá giống với một trong các phân bố thể hiện trong Hình 3. Việc này thường có thể được kiểm định bằng cách kiểm tra hoặc đo. Trong các dòng suối hoặc sông tự nhiên, việc này chỉ có thể đạt được bằng cách đặt một kênh dẫn thẳng, dài để tránh các phần nhô vào trong dòng chảy.

6.2.3.2 Sau đây là các khuyến nghị và các yêu cầu liên quan đến kênh dẫn

- Bất kỳ thay đổi nào trong các điều kiện dòng liên quan đến việc xây dựng máng đo đều phải được xem xét. Ví dụ, có thể là sự hình thành các bãi cát ngầm hoặc các mảnh vỡ phía dòng vào đều có thể làm ảnh hưởng đến các điều kiện dòng. Vì thế bất kỳ các thay đổi về mức nước có thể xảy ra cần phải được tính đến trong thiết kế các trạm đo.
- Trong kênh nhân tạo, mặt cắt ngang phải đồng đều và kênh phải thẳng sao cho chiều dài đoạn thẳng tối thiểu phải bằng 10 lần chiều rộng mặt nước của kênh.
- Trong sông hoặc suối tự nhiên, mặt cắt ngang phải khá đồng đều và kênh phải có đoạn thẳng đủ dài để đảm bảo phân bố vận tốc khá đồng đều.
- Nếu đường vào kênh dẫn đi qua một khúc cong hoặc nếu dòng được chảy vào trong kênh thông qua một đường ống hoặc một kênh có tiết diện nhỏ hơn hoặc tại một góc thì chiều dài của đoạn thẳng của kênh dẫn được yêu cầu phải dài hơn để đạt được phân bố vận tốc khá đồng đều.
- Các cánh để nắn dòng không được lắp đặt ở gần với các điểm đo một khoảng cách nhỏ hơn 10 lần chiều cao cột áp lớn nhất được đo.
- Dưới các điều kiện xác định, sóng dừng có thể xảy ra phía trước máng đo, ví dụ nếu kênh dẫn có độ dốc lớn. Với điều kiện sóng này ở cách một khoảng ít nhất bằng 30 lần chiều cao cột áp phía dòng vào lớn nhất thì phép đo dòng vẫn có thể thực hiện được, tùy thuộc vào việc xác nhận phân bố vận tốc khá đồng đều tồn tại tại trạm đo và số Froude trong vùng này không lớn hơn 0,6. Về lý thuyết, các số Froude cao phải được tránh trong kênh dẫn để phép đo dòng chính xác. Nếu sóng dừng xảy ra trong phạm vi khoảng cách này thì các điều kiện vào và /hoặc máng phải được thay đổi.



Hình 3 – Các ví dụ về các phân bố vận tốc không thứ nguyên thông thường trong các kênh dẫn

6.2.4 Các điều kiện phía dòng ra

6.2.4.1 Kênh phía dòng ra của công trình thường không đóng vai trò quan trọng nếu máng được thiết kế sao cho dòng chảy được mô đun hóa dưới tất cả các điều kiện hoạt động. Phải trang bị thiết bị đo phía dòng ra để đo các nước dâng để biết khi có dòng ngập xảy ra.

6.2.4.2 Nếu sự xói lở phía dòng ra (có thể dẫn đến sự không ổn định của công trình) có thể xảy ra cần thực hiện các biện pháp cụ thể để ngăn ngừa hiện tượng này.

7 Bảo dưỡng

7.1 Bảo dưỡng cấu trúc đo và kênh dẫn đóng vai trò quan trọng đảm bảo các phép đo liên tục được chính xác.

7.2 Kênh dẫn phải được giữ không có bùn, rêu và các tắc nghẽn có thể gây ra các ảnh hưởng bất lợi lên các điều kiện dòng đã được qui định đối với việc lắp đặt tiêu chuẩn. Bể nổi và lối vào từ kênh dẫn cũng phải được giữ sạch và tránh để bị bồi tích. Kênh phía dòng ra phải tránh các tắc nghẽn có thể làm cho đập tràn.

7.3 Công trình máng phải được giữ sạch và không có các mảnh vỡ bám vào, đặc biệt là trong phần cổ và phải thận trọng trong quá trình vệ sinh để tránh làm hư hại công trình.

7.4 Các thiết bị đo cột áp, các đường ống nối hoặc các bể tiêu năng phải được vệ sinh và kiểm tra về độ kín. Thiết bị đo cột áp kiểu điểm hoặc móc, phao hoặc các thiết bị đo khác được sử dụng để đo cột áp phải được kiểm tra định kỳ để đảm bảo độ chính xác.

8 Phép đo cột áp

8.1 Quy định chung

8.1.1 Khi các phép đo điểm được yêu cầu, các cột áp có thể được đo bằng thiết bị đo áp thẳng đứng, thiết bị treo hoặc thiết bị đo điểm, cuộn dây hoặc thước cuộn. Khi các bản ghi liên tục được yêu cầu thì thiết bị ghi tự động phải được sử dụng, các thiết bị này thường được dựa trên phao và các bộ mã hóa trực, siêu âm hoặc các bộ biến đổi áp suất.

8.1.2 Khi kích thước của máng và cột áp giảm, những sai khác nhỏ trong xây dựng và trong việc đặt điểm "không" và việc đọc số chỉ của thiết bị đo cột áp sẽ đóng vai trò tương đối lớn hơn.

8.2 Vị trí đo cột áp

8.2.1 Các trạm đo cột áp trên máng phải được đặt phía trước máng và cách máng một khoảng cách hợp lý để tránh vùng mực nước giảm. Mặt khác, chúng phải đủ gần với máng để đảm bảo rằng sự tổn hao năng lượng giữa vùng đo và vùng điều khiển trong cổ máng có thể bỏ qua được. Vị trí để đo cột áp được đề cập trong Điều 10, 11 và 12.

8.2.2 Dòng mở đùn khi nó độc lập với các thay đổi trong mức nước hạ lưu. Điều kiện này được thỏa mãn khi cột áp tổng phía dòng ra ở trên mức vồng của máng nhỏ hơn hoặc bằng với tỉ số ngập tại giới hạn, như đã định nghĩa trong Điều 10, 11 và 12 đối với các máng có cổ hình chữ nhật, hình thang hoặc hình chữ U.

8.2.3 Sai số đáng kể trong lưu lượng tính được sẽ tăng lên khi mức nước phía hạ lưu gây ra tỉ số ngập vượt quá giới hạn. Thiết bị đo phía hạ lưu phải được lắp đặt để kiểm tra giới hạn có bị vượt quá hay không. Yêu cầu tối thiểu đối với mục đích này thường là một cọc tiêu đơn thuần.

8.3 Các bể đo

8.3.1 Cột áp phía dòng vào thường đo trong một bể đo để giảm các ảnh hưởng của các dao động của mặt nước. Ngoài ra, các kết quả đã được ghi chép có thể được xử lý trước để loại bỏ hoặc làm giảm các dao động này.

8.3.2 Phải thực hiện việc kiểm tra định kỳ các phép đo cột áp trong kênh dẫn.

8.3.3 Các bể đo phải thẳng đứng và đủ cao và rộng để đáp ứng được toàn bộ phạm vi các mức nước. Trong các lắp đặt ngoài hiện trường, bể đo phải có chiều cao tối thiểu trên các mức nước cao nhất

được dự tính là 0,3 m. Các bề đo phải được kết nối với các vị trí đo cột áp tương ứng bằng các đường ống phù hợp.

8.3.4 Cả bề đo và đường ống dẫn đều phải kín. Khi bề được dùng để lắp đặt phao của một bộ ghi mức thì nó phải có kích thước và độ sâu phù hợp.

8.3.5 Đường ống phải có độ võng thấp hơn mức thấp nhất phải đo không nhỏ hơn 0,06 m.

8.3.6 Các đoạn nối của đường ống đến vị trí đo phải nằm ngang bằng hoặc vuông góc với đường biên của kênh dẫn. Đường biên của kênh dẫn phải bằng phẳng và nhẵn (như bê tông được láng kỹ) trong khoảng cách bằng 10 lần đường kính của các đường ống tính từ đường tâm của đoạn nối. Các đường ống có thể bị xiên so với thành chỉ khi chúng được lắp vào một cái nắp hoặc một cái đĩa có thể tháo rời được đặt ngang bằng với thành qua một số lỗ khoan. Cạnh của các lỗ này không được lượn tròn hoặc sắc. Các tấm phủ được đục lỗ không được khuyến nghị sử dụng ở những nơi có thể xuất hiện rong hoặc bùn đất.

8.4 Cài đặt điểm “không”

8.4.1 Việc cài đặt điểm “không” ban đầu cần phải chính xác đối với thiết bị đo cột áp liên quan đến cao độ đáy máng và cần phải thực hiện việc kiểm tra định kì tiếp theo của việc cài đặt điểm “không”.

8.4.2 Trang bị các phương tiện kiểm tra điểm “không” chính xác tại các khoảng thường xuyên. Các điểm chuẩn trong các tấm kim loại nằm ngang phải được đặt trên đỉnh của các mặt bên thẳng đứng và trong các bề đo. Các điểm kiểm tra này phải được định vị một cách chính xác để đảm bảo rằng độ cao của chúng tương ứng với cao độ đáy máng được xác định.

8.4.3 Các điểm không của thiết bị phải được kiểm tra cùng với các điểm kiểm tra mà không cần khảo sát lại đỉnh mỗi lần. Tuy nhiên bất kỳ việc lắp đặt công trình đều có thể ảnh hưởng đến các mối quan hệ giữa cao độ đáy máng và các mức kiểm tra vì thế nên thỉnh thoảng kiểm tra các mối quan hệ này.

8.4.4 Đối với các cấu trúc nhỏ, việc kiểm tra điểm không được dựa trên mức nước (hoặc khi dòng dừng hoặc mới bắt đầu) để mắc phải các sai số do các ảnh hưởng của sức căng bề mặt do đó sẽ không đáng tin cậy.

9 Phương trình tổng quát đối với lưu lượng

9.1 Lưu lượng dựa trên dòng tới hạn trong cổ máng

9.1.1 Lý thuyết chiều sâu tới hạn, được củng cố bằng các số liệu thực nghiệm có thể được sử dụng để rút gọn các phương trình cơ bản đối với dòng tự do đi qua các phần thu hẹp có dạng khí động. Khi lý thuyết đơn giản liên quan đến dòng chảy không ma sát của một lưu chất lý tưởng, một hệ số bổ sung được gọi là hệ số lưu lượng, C_0 phải được đưa ra để làm việc với dòng lưu chất lý tưởng ví dụ như nước và phải tính đến sự phát triển của các lớp biên xuất hiện trong cổ. Giá trị của hệ số C_0 thường được dựa trên các nghiên cứu thực nghiệm hoặc suy ra bằng cách xem xét một sự biến đổi đối

với lý thuyết đơn giản. Hệ số khác được gọi là hệ số hình dạng, C_s được yêu cầu để tổng quát hóa lý thuyết đơn giản để làm nó có thể áp dụng đối với dòng chảy qua bất kỳ hình dạng của mặt cắt ngang nào chứ không chỉ riêng đối với dòng chảy qua máng hình chữ nhật. Cuối cùng, hệ số thứ ba được gọi là vận tốc của hệ số vận tốc tới, C_v được sử dụng để thiết lập mối quan hệ giữa cột áp trong cổ với cột áp đo được, thường được đo ở một khoảng cách ngắn phía trước cổ trong kênh dẫn.

9.1.2 Năng lượng riêng E của dòng trong kênh hở được tính bởi :

$$E = \beta d + \frac{\alpha \bar{V}^2}{2g} \quad (6)$$

trong đó

d độ sâu của dòng;

$\bar{V}$ là vận tốc trung bình đi qua mặt cắt ngang;

α là hệ số hiệu chỉnh năng lượng động học để xác định độ không đồng đều trong phân bố vận tốc;

β là hệ số phụ thuộc vào độ cong trung bình của các đường dòng.

9.1.3 Phương trình liên tục là

$$Q = A\bar{V} \quad (7)$$

trong đó

Q là lưu lượng;

A là diện tích mặt cắt ngang của dòng.

Vì thế

$$E = \beta d + \frac{\alpha Q^2}{2gA^2} \quad (8)$$

9.1.4 Dòng tới hạn xảy ra khi E có giá trị nhỏ nhất đối với lưu lượng Q đã cho, xét độ sâu d và diện tích A , có liên quan với d với bất kỳ hình dạng mặt cắt ngang đã cho. Có thể thấy rằng năng lượng riêng nhỏ nhất khi

$$Q^2 = \frac{\beta g A^3}{\alpha w} \quad (9)$$

trong đó

w là chiều rộng của mặt nước.

9.1.5 Các biên dạng vận tốc được quan sát bằng thực nghiệm cho thấy phân bố vận tốc gần như đồng đều trong cổ máng vì thế có thể giả sử rằng $\alpha = 1$ dưới các điều kiện xác định. Nếu các đường

dòng không bị cong một cách đáng kể thì điều kiện đạt được khi cỡ thỏa mãn chiều dài nhỏ nhất xác định thì $\beta = 1$. Vì thế phương trình cơ bản định nghĩa dòng tới hạn qua phần thu hẹp có dạng khí động học là:

$$Q = \sqrt{\frac{g A_c^3}{w_c}} \quad (10)$$

trong đó chỉ số dưới biểu thị dòng tới hạn được giả thiết xảy ra trong cỡ của máng, A_c là diện tích của mặt cắt ngang và w_c là chiều rộng bề mặt của mặt cắt ngang. Đây là phương trình giống với Phương trình (2) trong Điều 5.

9.1.6 Phương trình (10) không thể áp dụng ngay với độ lệch lý thuyết của đường đặc tính lưu lượng, bởi vì:

- không tính đến sự phát triển của các lớp biên tạo ra do lưu chất di chuyển chậm hơn dọc theo đáy và các mặt bên của cỡ, và
- được tính dựa trên diện tích và chiều rộng của mặt nước tại vùng tới hạn, vị trí không được xác định vì thế phép đo mức nước trực tiếp tại vùng đó là không khả thi.

Vì thế phương trình cơ bản phải được biến đổi sang dạng thực nghiệm hơn và được điều chỉnh để tính cả đến các ảnh hưởng của biên.

9.2 Lưu lượng tính dựa trên cột áp phía dòng vào quan sát được

9.2.1 Đối với dòng lưu chất thực chảy qua phần thu hẹp có dạng khí động học, phương trình (10) có thể được phát triển thêm để đưa lưu lượng thành các khái niệm cột áp đo được ở một khoảng cách ngắn phía trước và đối với từng kiểu hình dạng mặt cắt ngang của kênh dẫn và hình dạng cỡ. Xem Hình 4 và 6 để biết ba hình dạng máng tiêu chuẩn thường được sử dụng trong thực tế: hình chữ nhật, hình thang và hình chữ U. Tham khảo Hình 1 để biết các đặc tính chung của dòng chảy qua máng có cỡ hình thang, biểu thị biên dạng mặt nước thông thường, đường năng lượng và các độ dày lớp biên làm giảm diện tích mặt cắt ngang của cỡ như thế nào. Hiện nay lý thuyết được phát triển hơn, đầu tiên là cho dòng chảy qua một máng hình chữ nhật và sau đó tổng quát hóa với dòng trong các loại máng khác.

9.2.2 Đối với dòng trong máng hình chữ nhật (xem Hình 4) cột áp tổng dưới điều kiện dòng tới hạn, H_c có thể được liên kết với chiều sâu tới hạn d_c bằng cách sử dụng phương trình (10) như sau:

$$H_c = d_c + \frac{Q^2}{2gA_c^2} = d_c + \frac{A_c}{2w_c} = d_c + \frac{bd_c}{2b} = \frac{3}{2}d_c \quad (11)$$

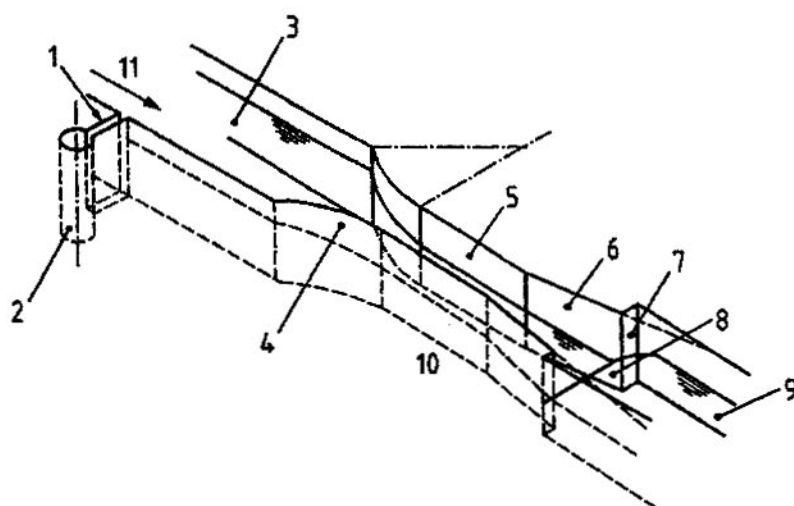
Áp dụng phương trình (10) đối với phần hình chữ nhật:

$$Q^2 b = g(bd_c)^3 \quad (12)$$

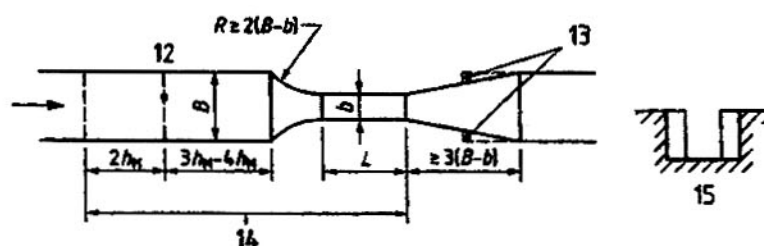
Lưu lượng chảy qua phần thu hẹp hình chữ nhật có thể được biểu diễn theo cột áp tổng tại cổ, H_c bằng cách liên kết phương trình (11) và (12) được:

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} g^{1/2} b H_c^{3/2} \quad (13)$$

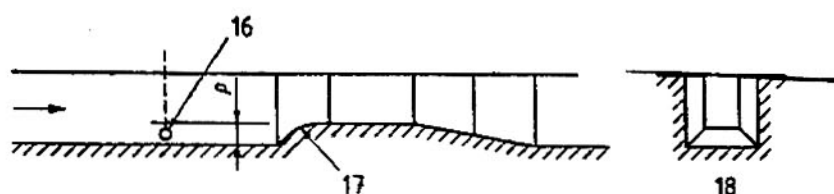
Phương trình này giống với phương trình (4) trong Điều 5 nhưng biểu diễn ở dạng khác



a) Kích thước của máng có cổ hình chữ nhật có độ võng phẳng ($p = 0$)



b) Hình chiếu bằng của máng có cổ hình chữ nhật



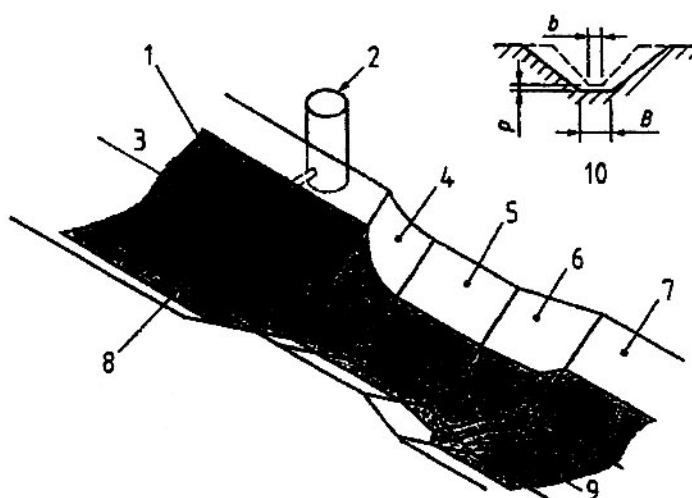
c) Hình chiếu cạnh của máng có cổ hình chữ nhật có độ võng nổi (vụ đất)

CHÚ DẪN

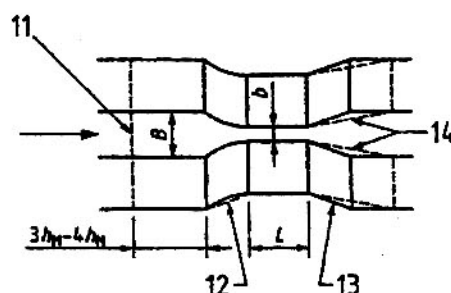
- | | |
|---------------------------|------------------|
| 1 rãnh nổi hoặc đường ống | 10 độ võng ngang |
| 2 bề tiêu năng | 11 dòng |

- | | |
|------------------------------|---|
| 3 kênh dẫn | 12 vùng đo cột áp |
| 4 phần chuyển tiếp ở lối vào | 13 khi sự khôi phục của cột áp không cần thiết thì phần chuyển tiếp ở lối ra có thể được rút ngắn lại bằng một nửa chiều dài của nó |
| 5 cổ | 14 trong máng không có ụ đất ($p = 0$), chỗ vồng trên suốt chiều dài này hoàn toàn bằng phẳng |
| 6 phần chuyển tiếp ở lối ra | 15 nhìn chính diện (vồng phẳng) |
| 7 ví dụ về sự cất ngán | 16 đoạn nối với bể tiêu năng |
| 8 sóng dừng | 17 bán kính được lựa chọn sao cho phần thu hẹp ở đáy bắt đầu tại cùng một vị trí với các phần thu hẹp bên cạnh (đối với máng chỉ có phần thu hẹp ở đáy, bán kính = $4p$) |
| 9 kênh thoát | 18 nhìn chính diện (độ vồng nổi) |

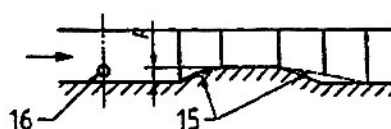
Hình 4 – Máng có cổ hình chữ nhật trong kênh hình chữ nhật



a) Hình khối của máng có chỗ võng bằng phẳng ($p = 0$)



b) Hình chiếu bằng (ví dụ được nêu, không có ụ đất $m_a = m$,
phần chuyển tiếp ở lõi vào dạng trụ nghiêng)



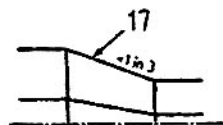
c) Hình chiếu cạnh của máng có chỗ võng nổi (ụ đất)



Hình nón ($m_a \neq m$, không có ụ đất)



Phẳng ($m_a \neq m$, không có ụ đất)



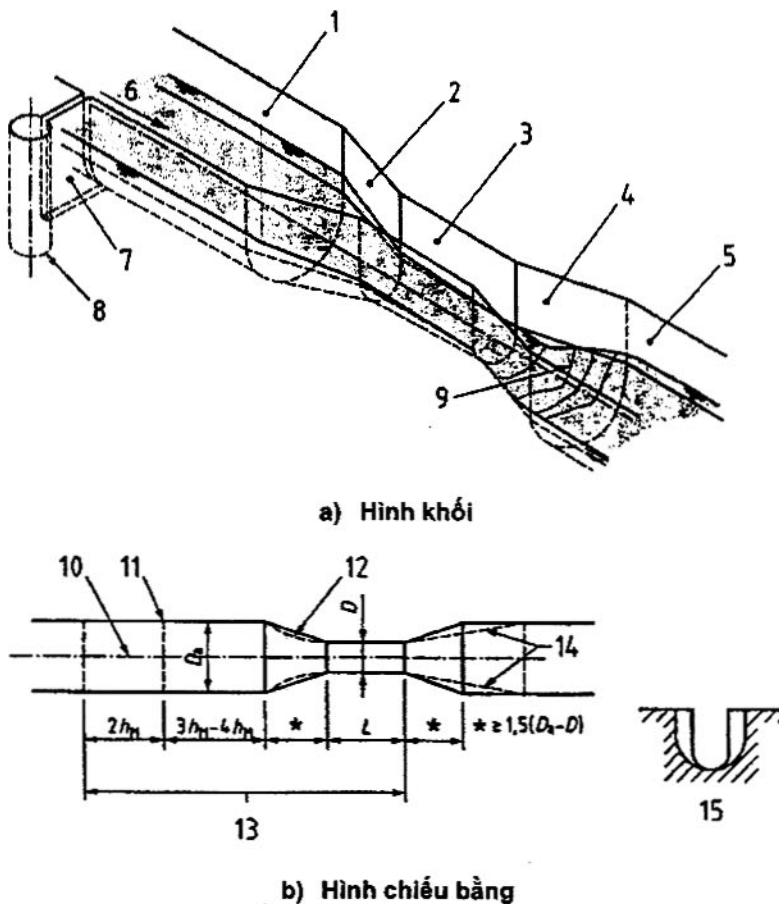
Cong ($m_a \neq m$, không có ụ đất)

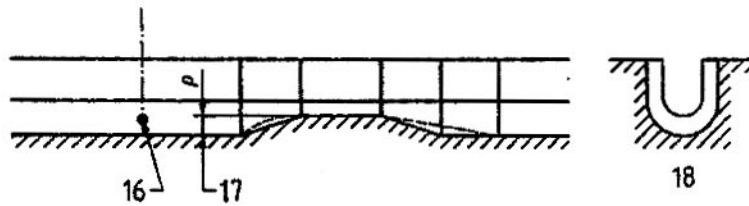
d) Các ví dụ về các hình dạng của các phần chuyển tiếp ở lõi vào

CHÚ DẪN

- | | |
|------------------------------|---|
| 1 ống nổi | 10 hình chiếu đứng của ụ đất ($p = 0$) |
| 2 bể tiêu năng | 11 vùng đo cột áp |
| 3 dòng | 12 các bán kính được chọn để phân chuyển tiếp ở lối vào nằm toàn bộ trong mặt phẳng giới hạn bởi 1/3 phần thu hẹp |
| 4 phần chuyển tiếp ở lối vào | 13 không lớn hơn 1/3 phần mở rộng trên tất cả đoạn nằm ngang (hoặc bằng đoạn cong) |
| 5 cổ | 14 1/6 phần mở rộng đối với giới hạn và sự hồi phục của cột áp cao |
| 6 phần chuyển tiếp ở lối ra | 15 không lớn hơn 1/3 (hoặc bằng đoạn cong) |
| 7 kênh thoát | 16 đoạn nối đến bể tiêu năng |
| 8 kênh dẫn | 17 các cạnh là các đoạn thẳng |
| 9 sóng dừng | |

Hình 5 – Máng có cổ hình thang trong kênh hình thang



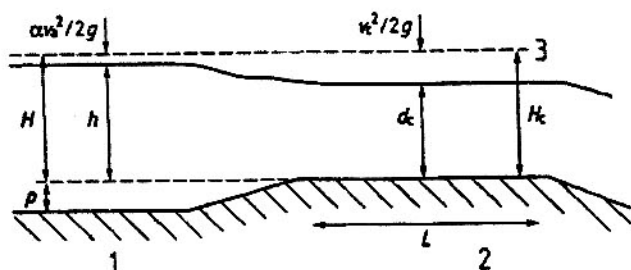


c) Hình chiếu cạnh của máng có chỗ vồng lõng (ụ đất)

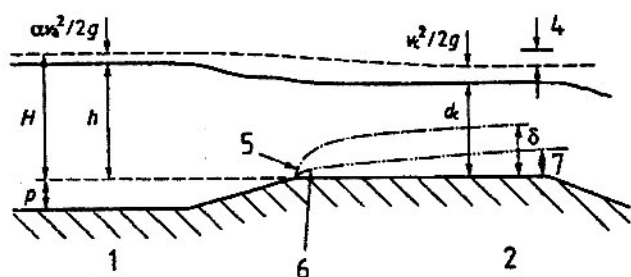
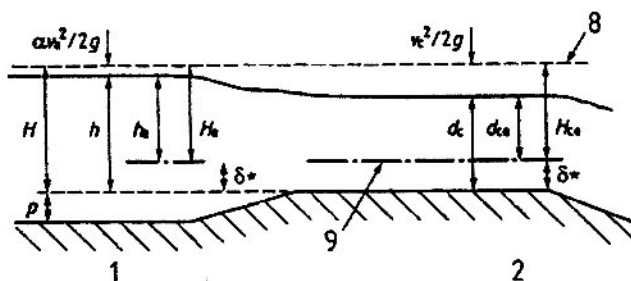
CHÚ DẪN

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1 kênh dẫn | 10 đường vồng |
| 2 miền chuyển tiếp ở lổ vào | 11 vùng đo cột áp |
| 3 cổ | 12 phần thu hẹp có cạnh thẳng có thể được thay thế bằng các mặt cong với điều kiện chúng hoàn toàn nằm trong các đoạn thẳng |
| 4 phần chuyển tiếp ở lổ ra | 13 trong máng không có ụ đất ($p = 0$), chỗ vồng trên toàn bộ chiều dài đoạn thẳng này được coi là phẳng hoàn toàn |
| 5 kênh thoát | 14 1/6 phần mở rộng đối với giới hạn và sự hồi phục cột áp cao |
| 6 dòng | 15 hình chiếu đứng (chỗ vồng phẳng) |
| 7 rãnh hoặc ống nổi | 16 đoạn nối đến ống tiêu năng |
| 8 bể tiêu năng | 17 trong máng bằng phẳng, $p = 0$; đối với máng có ụ đất thì giá trị phù hợp của p là 0,5 ($D_0 - D$) |
| 9 sóng dừng | 18 hình chiếu đứng (chỗ vồng nổi) |

Hình 6 – Máng có cổ hình chữ U trong kênh hình chữ U



a) Dòng lưu chất lý tưởng không ma sát

**b) Dòng lưu chất thực**

c) Dòng lưu chất có vị trí đình nổi cân bằng

CHÚ DẪN

- | | |
|--|---|
| 1 vùng đo | 6 chiều dày dịch chuyển, δ^* |
| 2 cổ | 7 δ^* tại đoạn cuối của cổ |
| 3 giả thuyết không có tổn hao năng lượng | 8 giả thuyết có cùng mức năng lượng với a) |
| 4 tổn hao năng lượng | 9 vị trí đỉnh cân bằng được di chuyển về phía trên δ^* |
| 5 lớp biên, δ | |

Hình 7 – Kí hiệu đối với dòng tại cổ và vùng đo phía dòng vào

9.2.3 Để giải thích sự xuất hiện của các lớp biên hình thành trong phần cổ, lớn dần lên từ mép ngoài, đồ dày lớp biên được sử dụng để thay đổi các thông số hình học của mặt cắt ngang của cổ như sau :

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} g^{1/2} b_e H_{ce}^{3/2} \quad (14)$$

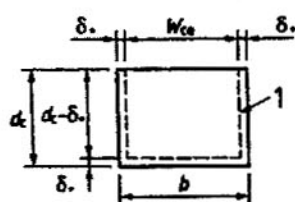
trong đó

b_e là chiều rộng hiệu dụng của cổ máng (ví dụ đối với mặt cắt ngang hình chữ nhật, $b_e = b - 2\delta$);

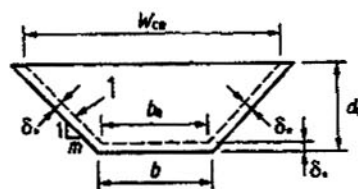
H_{ce} là cột áp tổng hiệu dụng tại cổ (nghĩa là $H_{ce} = H_c - \delta$), bằng với cột áp tổng ở phía dòng vào, H_e ;

δ là chiều dày dịch chuyển.

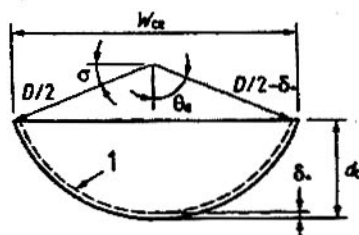
9.2.4 Chiều dày dịch chuyển là lượng mà mặt biên cần được di chuyển vuông góc với mặt đó để bù vận tốc bị giảm đi do lớp biên gây ra. Điều này có nghĩa là lưu chất chảy qua phần còn lại của miền dòng là lưu chất lý tưởng. Thông thường, lớp biên phát triển từ tất cả các mép ngoài của bề mặt, tăng lên dần dần và giá trị δ tương ứng bằng một phần nhỏ của độ dày thực tế, δ . Hình 7 cho thấy các khái niệm này được áp dụng đối với các máng có cổ dài như thế nào. Hình 7 c) chỉ ra các cột áp hiệu dụng và thực tế liên quan đến nhau như thế nào, cả hai cột áp này đều ở cổ và vùng đo phía thượng lưu. Hình 8 minh họa mặt cắt ngang hiệu dụng của các máng khác nhau, biểu diễn ảnh hưởng của chiều dày dịch chuyển trên hình dạng hình học của cổ.



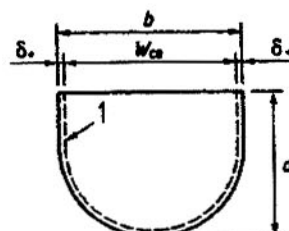
a) Cỗ hình chữ nhật



b) Cỗ hình thang



c) Cỗ hình chữ U có nước dưới trục



d) Cỗ hình chữ U có nước trên trục

CHÚ DẪN

1 cạnh của chiều dày dầy chuyển

Hình 8 – Các mặt cắt ngang hiệu dụng của các máng khác nhau minh họa ảnh hưởng của các độ dày lớp biên

9.2.5 Do những khó khăn thực tế trong việc đơn giản phép đo chiều sâu của dòng trong cỗ, d_c , và sử dụng nó để xác định lưu lượng thông qua phương trình (12), người ta thường đo cột áp, h phía trước cỗ trong kênh dẫn như đã được biểu diễn trong Hình 1, 4 và 7. Phương trình (14) sau đó có thể được biểu diễn theo h_e , cột áp phía trước cỗ nước hiệu dụng được đo phía trước của công trình đối với các máng có cỗ hình chữ nhật như sau:

$$Q = \left(\frac{2}{3} \right)^{3/2} g^{1/2} C_v b_e h_e^{3/2} \quad (15)$$

trong đó chiều rộng hiệu dụng tại cỗ, b_e cột áp đo được hiệu dụng phía trước, h_e và hệ số vận tốc, C_v được đưa ra như sau:

$$b_e = b - 2\delta_e \quad (16)$$

$$h_e = h - \delta_e \quad (17)$$

$$C_v = \left(\frac{H_e}{h_e} \right)^{3/2} \quad (18)$$

C_v được xác định theo cách này là một hệ số không thứ nguyên để tính ảnh hưởng của vận tốc đến trên mức nước đo được phía dòng vào đập.

9.2.6 Phương trình lưu lượng cơ bản đối với các máng có cổ hình chữ nhật, phương trình (15) cũng có thể được biểu diễn theo nhiều tham số hữu dụng hơn như là cột áp đo được thực tế phía dòng vào và chiều rộng của máng thực tế là:

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} g^{1/2} C_D C_v b h^{3/2} \quad (19)$$

trong đó C_D được định nghĩa là hệ số lưu lượng có tính đến các ảnh hưởng của lớp biên được xác định như sau:

$$C_D = \left(\frac{b_e}{b}\right) \left(\frac{h_e}{h}\right)^{3/2} \quad (20)$$

Thay phương trình (16) và (17) vào phương trình (20) được:

$$C_D = \left(1 - 2 \frac{\delta_e}{L} \times \frac{L}{b}\right) \left(1 - \frac{\delta_e}{L} \times \frac{L}{h}\right)^{3/2} \quad (21)$$

trong đó

L chiều dài của phần lắng trụ của phần thu hẹp trong máng.

9.2.7 Đối với hầu hết các lắp đặt có lớp bề mặt tốt, giá trị của chiều dày dịch chuyển tương đối, δ/L trên thực tế sẽ nằm trong khoảng 0,002 đến 0,004. Đối với các lớp bề mặt nhám, giá trị δ/L thay đổi theo số Reynold, Re , và độ nhám tương đối, L/k_s được nêu trên Hình 9. Tuy nhiên đối với các lớp bề mặt nhám với điều kiện $10^5 > L/k_s > 4000$ và $Re > 3 \times 10^5$, δ/L có thể được giả sử bằng 0,003 và phương trình (21) trở thành:

$$C_D = \left(1 - 0,006 \frac{L}{b}\right) \left(1 - 0,003 \frac{L}{h}\right)^{3/2} \quad (22)$$

Các giá trị khác nhau của C_D được dẫn xuất từ phương trình này được nêu trong Bảng 1 và đây là các giá trị áp dụng đối với các lắp đặt được xây dựng tốt như đã mô tả chi tiết ở trên.

9.2.8 Người sử dụng tiêu chuẩn này có thể lựa chọn một trong hai lựa chọn để xác định ảnh hưởng của độ nhám lên hệ số lưu lượng, C_D khi tính các lưu lượng qua các máng có cổ dài. Phương pháp lớp biên đơn giản giả thuyết một giá trị số học cố định đối với chiều dày dịch chuyển δ , ngược lại một phương pháp chi tiết hơn sử dụng chiều dày dịch chuyển phụ thuộc vào độ nhám được đánh giá của cổ máng và điều kiện dòng. Phương pháp đơn giản có thể được sử dụng đối với các ứng dụng sau:

a) Xác định các lưu lượng gần đúng tại giai đoạn đầu trong quá trình thiết kế.

- b) Xác định các lưu lượng khá chính xác đối với các công trình lớn phù hợp với tất cả các tiêu chuẩn. Chi tiết về việc lựa chọn lớp biên có thể sử dụng đối với chương trình tiêu chuẩn dưới mọi điều kiện thủy lực cho phép.

Lớp biên được lựa chọn có thể sử dụng đối với công trình tiêu chuẩn dưới mọi điều kiện thủy lực cho phép.

9.2.9 Mỗi quan hệ tương tự đối với phương trình (15) có thể được dẫn xuất đối với các máng có cổ hình thang (xem Hình 5) như sau:

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} g^{1/2} C_s C_v b_e h_e^{3/2} \quad (23)$$

trong đó

C_s là hệ số số học có tính đến ảnh hưởng của mặt cắt ngang của dòng chảy không phải là hình chữ nhật và đối với phần hình thang được đưa ra bằng phương trình:

$$C_s = f(mH_{ce} / b_e) \quad (24)$$

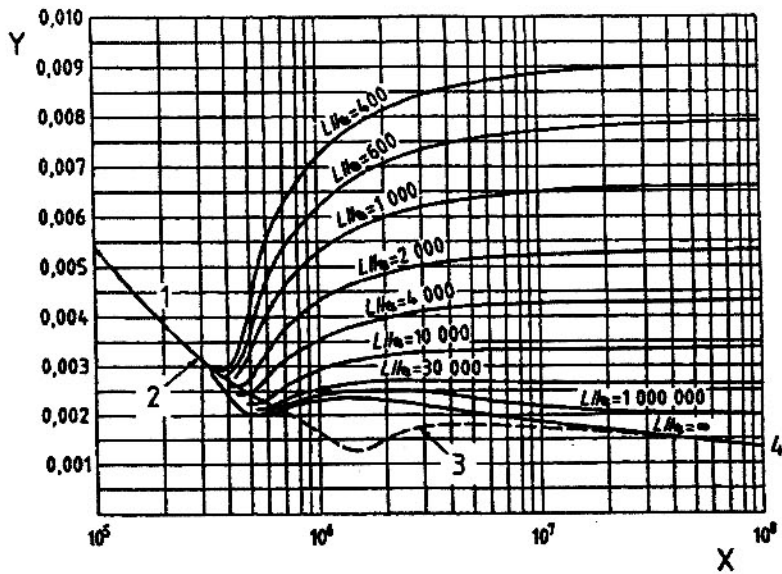
(xem Hình 10 và 11.4.6);

H_{ce} là cột áp tổng hiệu dụng tại phần tới hạn.

Bảng 1 – Các hệ số lưu lượng C_D đối với các máng có cỏ hình chữ nhật

$C_D = \left(1 - 0,006 \frac{L}{b}\right) \left(1 - 0,003 \frac{L}{h}\right)^{3/2}$														
$\frac{L}{b}$	$\frac{h}{L}$													
	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
0,2	0,992 4	0,991 9	0,991 3	0,990 6	0,989 8	0,988 8	0,987 6	0,986 0	0,983 9	0,980 9	0,976 4	0,969 0	0,954 2	0,910 3
0,4	0,991 2	0,990 7	0,990 1	0,989 4	0,988 6	0,987 6	0,986 4	0,984 8	0,982 7	0,979 7	0,975 2	0,967 8	0,953 0	0,909 2
0,6	0,990 0	0,989 5	0,988 9	0,988 3	0,987 5	0,986 5	0,985 2	0,983 6	0,981 5	0,978 5	0,974 1	0,966 7	0,951 9	0,908 1
0,8	0,988 8	0,988 3	0,987 8	0,987 1	0,986 3	0,985 3	0,984 0	0,982 5	0,980 3	0,977 4	0,972 9	0,965 5	0,950 2	0,907 0
1,0	0,987 6	0,987 2	0,986 6	0,985 9	0,985 1	0,984 1	0,982 9	0,981 3	0,979 2	0,976 2	0,971 1	0,964 4	0,949 6	0,905 9
1,2	0,986 5	0,986 0	0,985 4	0,984 7	0,983 9	0,982 9	0,981 7	0,980 1	0,978 0	0,975 0	0,970 6	0,963 2	0,948 5	0,904 8
1,4	0,985 3	0,984 8	0,984 2	0,983 5	0,982 7	0,981 8	0,980 5	0,978 9	0,976 8	0,973 9	0,969 4	0,962 0	0,947 4	0,903 8
1,6	0,984 1	0,983 6	0,983 1	0,982 4	0,981 6	0,980 6	0,979 3	0,977 8	0,975 7	0,972 7	0,968 3	0,960 9	0,946 2	0,902 7
1,8	0,982 9	0,982 4	0,981 9	0,981 2	0,980 4	0,979 4	0,978 2	0,976 6	0,974 5	0,971 5	0,967 1	0,959 8	0,945 1	0,901 6
2,0	0,981 8	0,981 3	0,980 7	0,980 0	0,979 2	0,978 2	0,977 0	0,975 4	0,973 3	0,970 4	0,966 0	0,958 6	0,944 0	0,900 5
2,2	0,980 6	0,980 1	0,979 5	0,978 9	0,978 1	0,977 1	0,975 8	0,974 3	0,972 2	0,969 2	0,964 8	0,957 5	0,942 9	0,899 5
2,4	0,979 4	0,978 7	0,978 4	0,977 7	0,976 9	0,975 9	0,974 7	0,973 1	0,971 0	0,968 1	0,963 7	0,956 3	0,941 7	0,898 4
2,6	0,978 3	0,977 8	0,977 2	0,976 5	0,975 7	0,974 8	0,973 5	0,972 0	0,969 9	0,966 9	0,962 5	0,955 2	0,940 6	0,897 3
2,8	0,977 1	0,976 6	0,976 1	0,975 4	0,974 6	0,973 6	0,972 4	0,970 8	0,968 7	0,965 8	0,961 4	0,954 1	0,939 5	0,896 3
3,0	0,975 9	0,975 5	0,974 9	0,974 2	0,973 4	0,972 4	0,971 2	0,969 6	0,967 6	0,964 6	0,960 2	0,952 9	0,938 4	0,895 2
3,2	0,974 8	0,974 3	0,973 7	0,973 1	0,972 3	0,971 3	0,970 1	0,968 5	0,966 4	0,963 5	0,959 1	0,951 8	0,937 3	0,894 1
3,4	0,973 6	0,973 1	0,972 6	0,971 9	0,971 1	0,970 1	0,968 9	0,967 3	0,965 3	0,962 3	0,958 0	0,950 7	0,936 2	0,893 1
3,6	0,972 5	0,972 0	0,971 4	0,970 8	0,970 0	0,969 0	0,967 8	0,966 2	0,964 1	0,961 2	0,956 8	0,949 5	0,935 0	0,892 0
3,8	0,971 3	0,970 8	0,970 3	0,969 6	0,968 8	0,967 8	0,966 6	0,965 1	0,963 0	0,960 1	0,955 7	0,948 4	0,933 9	0,890 9
4,0	0,970 2	0,969 7	0,969 1	0,968 5	0,967 7	0,966 7	0,965 5	0,963 9	0,961 8	0,958 9	0,954 6	0,947 3	0,932 8	0,889 9
4,2	0,969 0	0,968 5	0,968 0	0,967 3	0,966 5	0,965 6	0,964 3	0,962 8	0,960 7	0,957 8	0,953 4	0,946 2	0,931 7	0,888 8
4,4	0,967 9	0,967 4	0,966 8	0,966 2	0,965 4	0,964 4	0,963 2	0,961 6	0,959 6	0,956 6	0,952 3	0,945 1	0,930 6	0,887 8
4,6	0,966 7	0,966 3	0,965 7	0,965 0	0,964 2	0,963 3	0,962 1	0,960 5	0,958 4	0,955 5	0,951 2	0,943 9	0,929 5	0,886 7
4,8	0,965 6	0,965 1	0,964 6	0,963 9	0,963 1	0,962 1	0,960 9	0,959 4	0,957 3	0,954 4	0,950 0	0,942 8	0,928 4	0,885 7
5,0	0,964 5	0,964 0	0,963 4	0,962 8	0,962 0	0,961 0	0,959 3	0,958 3	0,956 2	0,953 3	0,949 0	0,941 8	0,927 4	0,884 7

Số lượng các chữ số có nghĩa được đưa ra trong các cột dành cho hệ số lưu lượng không được dùng để nói lên độ chính xác tương ứng mà chỉ trợ giúp trong việc ngoại suy và phân tích.



CHÚ DẪN

- 1 tầng
- 2 miền chuyển tiếp đến biên rời tại $Re = 3 \times 10^5$
- 3 giới hạn dưới đối với các lắp đặt thí nghiệm phẳng
- 4 phẳng

X Số Reynold, $Re = \frac{\bar{v}L}{\nu}$

Y chiều dày dịch chuyển tương đối δ^*/L

Hình 9 – Sự thay đổi của chiều dày dịch chuyển tương đối, với δ^*/L số Reynolds, Re và độ nhám tương đối, L/k_s

9.2.10 Mặc dù thiết kế lý thuyết và các qui trình tính toán của máng hiện tại đều sử dụng các phương trình trên tuy nhiên chúng vẫn rất phức tạp. Phần lớn là do C_s phụ thuộc vào H_{ce} thành phần có thể gây ra sự sai khác đáng kể do cột áp đo được, h . Một phương pháp thay thế để tính lưu lượng đối với các máng hình thang được nêu trong 11.5.

9.2.11 Mỗi quan hệ tương ứng đối với các máng có cổ hình chữ U (xem Hình 6) là:

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} g^{1/2} C_s C_v D_e h_e^{3/2} \tag{25}$$

trong đó

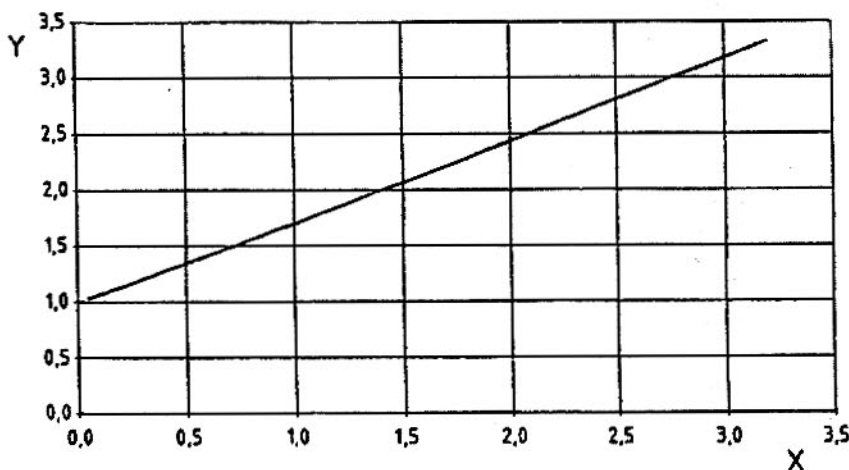
C_s là hệ số số học có tính đến ảnh hưởng của tiết diện dòng chảy không phải là hình chữ nhật, tiết diện hình chữ U, được tính bằng;

$$C_s = f(H_{ce}/D_e) \quad (26)$$

(xem Hình 11 và 12.4.6)

D_e là đường kính hiệu dụng của đáy của cổ hình chữ U (được xác định giống như b_e trong cổ hình chữ nhật).

9.2.12 Các qui trình lý thuyết sử dụng các phương trình trên rất phức tạp, phần lớn là do C_s phụ thuộc vào H_{ce} thành phần có thể gây ra sự sai khác đáng kể do cột áp đo được, h . Một phương pháp thay thế cho việc tính lưu lượng đối với các máng có cổ hình chữ U được nêu trong 12.5.



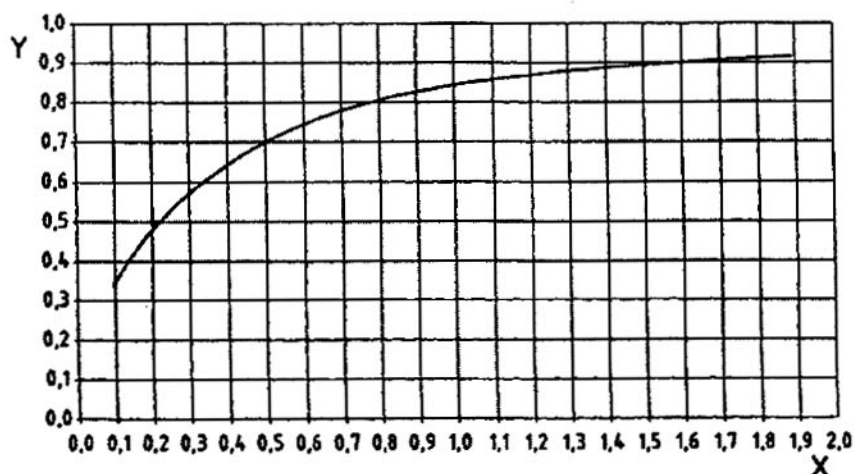
CHÚ DẪN

X mH_e/b_e

Y hệ số hình dạng, C_s

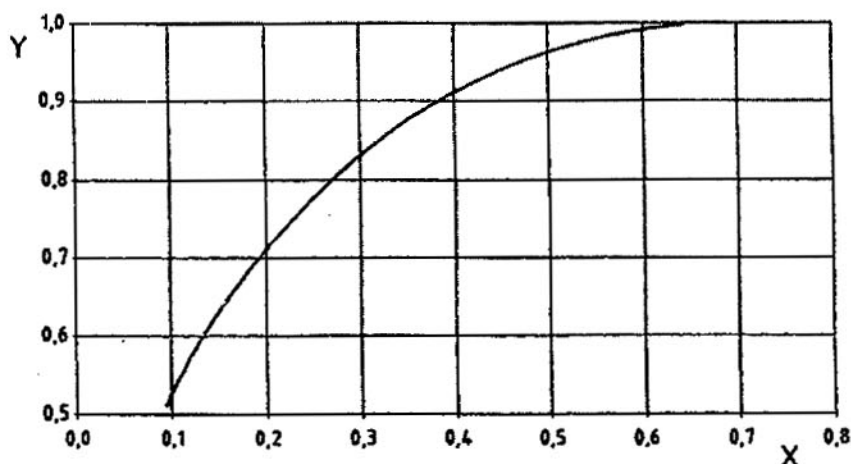
CHÚ THÍCH: Đường đặc tính này được dựa trên các trường hợp đặc biệt nhưng dùng cho hầu hết các ứng dụng thông thường; các đường đặc tính đối với các trường hợp khác có thể thu được từ trang tính "lưu đồ hình dạng" của Flume1.xls (xem Phụ lục D).

Hình 10 – Mối quan hệ hệ số hình dạng đối với các máng có cổ hình thang

**CHÚ DẪN**X H_0/D_0 Y hệ số hình dạng, C_s

CHÚ THÍCH: Đường đặc tính này được dựa trên các trường hợp đặc biệt nhưng dùng cho hầu hết các ứng dụng thông thường; các đường đặc tính đối với các trường hợp khác có thể thu được từ trang tính "lưu đồ hình dạng" của Flume2.xls (xem Phụ lục D).

Hình 11 – Mối quan hệ hệ số hình dạng đối với các máng có cổ hình chữ U

**CHÚ DẪN**X H_0/D_0 Y thông số chiều rộng cổ, w_{0e}/D_0

CHÚ THÍCH: Đường đặc tính này được dựa trên các trường hợp đặc biệt nhưng dùng cho hầu hết các ứng dụng thông thường; các đường đặc tính đối với các trường hợp khác có thể thu được từ trang tính "lưu đồ hình dạng" của Flume2.xls (xem Phụ lục D).

Hình 12 – Mối quan hệ của tham số chiều rộng cổ đối với các máng có cổ hình chữ U để sử dụng trong việc xác định số Reynold

9.3 Tính toán các đường đặc tính lưu lượng

9.3.1 Trong trường hợp máng có cổ hình chữ nhật, phương trình (15) có thể được sử dụng để tính đường đặc tính lưu lượng của công trình. Khi phương trình (23) và (25) không thuận tiện dùng để tính các các đường đặc tính này đối với các máng có cổ hình chữ U thì phương pháp khác được khuyến nghị sử dụng. Khi máng có cổ hình chữ nhật là trường hợp đặc biệt của máng có cổ là hình thang (chiều rộng $m=1$), phương pháp thay thế đối với máng có cổ hình thang là cách tiếp cận thuận tiện hơn đối với máng có cổ hình chữ nhật.

9.3.2 Việc hiệu chuẩn lý thuyết toàn bộ dải lưu lượng của một cấu trúc đo có thể được dẫn xuất bằng cách xem xét các điều kiện dòng trong cổ máng và tạo ra các cột áp và lưu lượng tương ứng. Nguyên lý của phương pháp là phải lựa chọn một chuỗi các giá trị d_c , chiều sâu tới hạn trong cổ và tính các giá trị H_e và Q tương ứng bằng cách sử dụng phương trình (27) và (28):

$$H_e = d_{ce} + \frac{v_{ce}^2}{2g} = d_{ce} + \frac{A_{ce}}{2w_{ce}} \quad (27)$$

$$Q = \sqrt{\frac{gA_{ce}^3}{w_{ce}}} \quad (28)$$

9.3.3 Cột áp tổng hiệu dụng, H_e có thể được chuyển đổi thành cột áp tổng, H , sau đó có thể được biến đổi thành cột áp đo được, h , tất cả đều đã được nêu trong Điều 10 đến 12. Khi phương pháp này sử dụng dễ dàng và cho cùng một kết quả giống như các kết quả dựa trên phương pháp hệ số được trình bày trong 9.2, được công nhận là phương pháp ưu tiên dùng để xác định hiệu suất của đường đặc tính lưu lượng trong các bảng tính (xem Phụ lục D). Phương pháp này có thể được sử dụng để xác định các giá trị dòng chảy đơn lẻ bằng cách ngoại suy đường đặc tính lưu lượng.

9.4 Vận tốc đến và hệ số vận tốc

9.4.1 Cột áp tổng được liên hệ với cột áp đo được bằng

$$H_e = h_e + \frac{\alpha \bar{v}_a^2}{2g} \quad (29)$$

trong đó

$\bar{v}_a$ là vận tốc trung bình trong kênh dẫn tại vùng đo;

α là hệ số năng lượng động học có tính đến trường hợp cột áp của năng lượng động trong kênh dẫn vượt quá giá trị vận tốc trung bình nếu phân bố vận tốc qua mặt cắt ngang không đồng đều.

9.4.2 Khi áp dụng các phương trình trong tiêu chuẩn này, giá trị mặc định cho α được lấy bằng 1,05. Độ không đảm bảo đo tổng hợp của phép đo do các hệ số như là các dung sai trong việc xây dựng máng được tham khảo trong 6.2.2 và các khó khăn trong việc thực hiện các phép đo cột áp phía dòng vào được trình bày chi tiết trong Điều 13 và 14.

9.4.3 Từ phương trình (18) đến (29), kết hợp phương trình (15) và (23), mối quan hệ ẩn của C_v đối với các máng hình thang và hình chữ nhật có thể được dẫn xuất như sau:

$$\sqrt{\frac{C_v^{2/3}-1}{\alpha}} = \frac{2}{3\sqrt{3}} \times \frac{b_e h_e}{A_s} C_s C_v \quad (30)$$

trong đó A_s là diện tích mặt cắt ngang của dòng trong kênh dẫn. Đối với các máng có cổ hình chữ U, D_e được thay thế cho b_e trong phương trình (30)

9.4.4 Đối với kênh dẫn hình chữ nhật

$$A_s = B(h+p) \quad (31)$$

trong đó

B là chiều rộng của kênh dẫn;

p là chiều cao chỗ vồng của máng phía trên chỗ vồng của kênh dẫn.

Các giá trị của C_v đối với các máng có cổ hình chữ nhật được dẫn xuất từ phương trình (18), (30) và (31) với giới hạn $\alpha = 1$ được đưa ra trong Bảng 2.

9.4.5 Đối với kênh dẫn hình thang:

$$A_s = (h+p)[B+m_s(h+p)] \quad (32)$$

trong đó

B là chiều rộng đáy của kênh dẫn;

m_s là độ dốc cạnh của thành của kênh dẫn (1: m_s , thẳng đứng; nằm ngang).

9.4.6 Đối với kênh có cổ hình chữ U:

$$A_s = \frac{\pi}{4} D_s^2 f\left(\frac{h+p}{D_s}\right) \quad (33)$$

trong đó D_s là chiều rộng đường kính của kênh dẫn.

Việc xử lý các mặt cắt ngang của các phần hình tròn có dạng hình học cụ thể được trình bày trong Điều 12.

9.5 Lựa chọn kích thước và hình dạng của máng

Để có thể xác định kích thước và kiểu máng phù hợp với trường hợp đã cho, Phụ lục A cung cấp hình dạng hình học của các đường đặc tính lưu lượng đối với các máng có cổ hình chữ U, hình thang và hình chữ nhật trên toàn bộ phạm vi các kích thước máng. Các đường đặc tính lưu lượng này phục vụ cho việc đánh giá ban đầu để dự tính khả năng lưu lượng của các máng, chúng được dựa trên sự phân tích đã được đơn giản hóa và các hệ số cố định trước khi thực hiện thiết kế chi tiết đối với một loại máng cụ thể được dựa trên một trong ba điều sau (từ Điều 10 đến 12).

Bảng 2 – Các giá trị của các hệ số vận tốc, C_v đối với các máng có cổ hình chữ nhật

$\frac{4}{27} \left(\frac{b}{B} \right)^2 \left(\frac{h}{h+p} \right)^2 C_D^2 C_v^2 - C_v^{2/3} + 1 = 0$									
$\frac{b}{B}$	$\frac{h}{h+p} C_D$								
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
0,10	1,002 2	1,001 8	1,001 4	1,001 1	1,000 8	1,000 6	1,000 4	1,000 2	1,000 1
0,15	1,005 1	1,004 1	1,003 2	1,002 5	1,001 8	1,001 3	1,000 8	1,000 5	1,000 2
0,20	1,009 1	1,007 3	1,005 8	1,004 4	1,003 2	1,002 2	1,001 4	1,000 8	1,000 4
0,25	1,014 3	1,011 5	1,009 1	1,006 9	1,005 1	1,003 5	1,002 2	1,001 3	1,000 6
0,30	1,020 9	1,016 8	1,013 2	1,010 0	1,007 3	1,005 1	1,003 2	1,001 8	1,000 8
0,35	1,029 0	1,023 2	1,018 1	1,013 7	1,010 0	1,006 9	1,004 4	1,002 5	1,001 1
0,40	1,038 6	1,030 8	1,024 0	1,018 1	1,013 2	1,009 1	1,005 8	1,003 2	1,001 4
0,45	1,050 0	1,039 7	1,030 8	1,023 2	1,016 8	1,011 5	1,007 3	1,004 1	1,001 8
0,50	1,063 5	1,050 0	1,038 6	1,029 0	1,020 9	1,014 3	1,009 1	1,005 1	1,002 2
0,55	1,079 3	1,062 0	1,047 6	1,035 7	1,025 5	1,017 5	1,011 0	1,006 1	1,002 7
0,60	1,098 0	1,076 0	1,057 9	1,042 9	1,030 8	1,020 9	1,013 2	1,007 3	1,003 2
0,65	1,120 3	1,092 1	1,069 5	1,051 3	1,036 7	1,024 8	1,015 6	1,008 6	1,003 8
0,70	1,146 5	1,110 8	1,082 9	1,060 6	1,042 9	1,029 0	1,018 1	1,010 0	1,004 4
0,75		1,132 7	1,098 0	1,071 1	1,050 0	1,033 6	1,020 9	1,011 5	1,005 1
0,80			1,115 3	1,082 9	1,057 9	1,038 6	1,024 0	1,013 2	1,005 8
0,85			1,135 5	1,096 0	1,066 4	1,044 1	1,027 2	1,014 9	1,006 5
0,90				1,110 8	1,076 0	1,050 0	1,030 8	1,016 8	1,007 3
0,95				1,127 5	1,086 4	1,056 4	1,034 6	1,018 8	1,008 2
1,00				1,146 5	1,098 0	1,063 5	1,038 6	1,020 9	1,009 1

Số lượng các chữ số có nghĩa được đưa ra trong các cột dành cho hệ số lưu lượng không được dùng để nói lên độ chính xác tương ứng mà chỉ trợ giúp trong việc ngoại suy và phân tích.

10 Máng có cổ hình chữ nhật

10.1 Mô tả

10.1.1 Máng có cổ hình chữ nhật bao gồm phần thu hẹp có mặt cắt ngang hình chữ nhật được bố trí đối xứng với kênh dẫn. Đây là kiểu máng thông thường và dễ xây dựng nhất nhưng không phù hợp với các kênh không phải hình chữ nhật tại đó tổn hao áp đóng vai trò quan trọng.

10.1.2 Có ba loại máng có cổ hình chữ nhật

- chỉ có phần thu hẹp bên cạnh;
- chỉ có phần thu hẹp ở đáy hoặc ụ đất;
- có cả phần thu hẹp ở bên cạnh và ở đáy.

Kiểu máng được sử dụng phụ thuộc vào các điều kiện phía dòng ra tại các lưu lượng dòng chảy khác nhau, lưu lượng dòng chảy lớn nhất, tổn hao áp suất và các giới hạn của tỉ số h/b cho phép và dòng chảy có mang trầm tích hay không.

10.1.3 Chỗ vồng của cổ phải phẳng trên suốt chiều dài và chiều rộng của nó. Các mặt bên của cổ máng phải thẳng đứng, song song và vuông góc với chỗ vồng vì thế chiều rộng của cổ bằng nhau từ đỉnh đến đáy và từ điểm đầu đến điểm cuối. Các bề mặt của cổ và lối vào phải nhẵn; chúng được xây bằng bê tông có bề mặt nhẵn hoặc được láng bằng vật liệu không bị ăn mòn nhẵn. (Trong các ứng dụng trong phòng thí nghiệm, nhựa cứng, mặt kim loại và các miếng gỗ được sơn thường được sử dụng). Đường tâm của cổ phải thẳng hàng với đường tâm của kênh dẫn. Trong trường hợp các máng không có ụ đất (phần thu hẹp ở đáy) thì đáy của kênh dẫn phải bằng phẳng và không có điểm nào ở cách phía trước vùng đo cột áp ít nhất là $2h_{\max}$ cao hơn chỗ vồng của cổ.

10.1.4 Hình dạng hình học của máng phải có dạng như được biểu diễn trong Hình 4. Bán kính phần chuyển tiếp cong đến đáy và thành của cổ ít nhất phải lần lượt bằng $4p$ và $2(B - b)$. 1/6 phần mở rộng bên dưới cổ có thể được rút ngắn khi không cần đến sự hồi phục của cột áp.

10.1.5 Khi sự hồi phục của cột áp được yêu cầu thì hơn 80 % hình dạng hình học của máng có cạnh và phần thu hẹp ở đáy khác có thể được sử dụng. Mái dốc phía sau cổ phải bằng $1/20$ chiều dài $2H$ (khi H là cột áp tổng phía trên đỉnh của ụ đất) thì phần sau nó có thể sẽ dốc hơn. Chiều dài của các thành bên phía sau cổ bằng $4H$ và độ mở của chúng bằng $1/10$. Đối với sự phục hồi cột áp lớn hơn, các thành bên phải song song với đỉnh dốc và sau đó phần mở rộng hình hypebol phải kéo dài đến vị trí kênh phía dòng ra bắt đầu.

10.2 Vị trí vùng đo cột áp

Cột áp trên máng phải được đo tại một điểm cách phía dòng vào phần thu hẹp đủ xa để loại bỏ ảnh hưởng của sự sụt giảm mức nước nhưng phải đủ gần để đảm bảo rằng tổn thất năng lượng giữa vùng đo và cổ được bỏ qua. Vùng đo cột áp được khuyến nghị đặt ở phía dòng vào cạnh trước của phần chuyển tiếp ở lối vào một đoạn nằm trong khoảng 3 đến 4 lần cột áp đo được lớn nhất dự kiến.

10.3 Quy định đối với dòng mô đun

10.3.1 Dòng gọi là dòng mô đun khi không phụ thuộc vào các thay đổi ở mức nước hạ lưu và vì thế vận tốc trong cổ phải là vận tốc tới hạn. Vì vậy, mức vồng phải nằm ở độ cao để tạo ra dòng mô đun đối với toàn dải lưu lượng thiết kế. Các kích thước của máng phải đảm bảo cột áp tổng phía dòng vào (liên quan đến chỗ vồng của cổ) ít nhất bằng 1,25 lần cột áp tổng phía dòng ra (giả sử dòng tới hạn tồn tại ở phía dòng ra) tại tất cả các lưu lượng của dòng chảy. Tuy nhiên, với điều kiện đảm bảo sự xuất hiện của dòng tự do có thể làm giảm sự chênh lệch này. Mặt khác nếu phần mở rộng bị rút ngắn thì tỉ số ít nhất phải bằng 1,33.

10.3.2 Trong các kênh nhân tạo, chiều sâu phía hạ lưu thường có thể được xác định tại các lưu lượng của dòng chảy khác nhau với độ chính xác chấp nhận được, ví dụ bằng phương trình cân tiêu chuẩn

nếu kênh đủ dài và có mái dốc không đổi hoặc bằng việc tham chiếu đến các đặc tính của các tính năng điều khiển phía dòng ra.

10.3.3 Nếu máng được lắp đặt trong một kênh hoặc dòng chảy có sẵn thì các thông tin sau phải đạt được tại hiện trường:

- a) chiều sâu lớn nhất được ghi lại bằng việc đánh giá lưu lượng của dòng chảy tại chiều sâu đó;
- b) các chiều sâu tương ứng tại hai hoặc nhiều hơn các lưu lượng của dòng chảy trung gian;
- c) mức nước chết trong dòng chảy nghĩa là mức trên điều kiện dòng "không".

10.4 Đánh giá lưu lượng đối với cột áp phía dòng vào quan sát được

10.4.1 Phương trình lưu lượng cơ bản đối với các máng có cổ hình chữ nhật được trình bày bằng phương trình (19) trong Điều 9 như sau

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} g^{1/2} C_D C_v b h^{3/2} \quad (34)$$

trong đó

$$C_D = \left(\frac{b_e}{b}\right) \left(\frac{h_e}{h}\right)^{3/2} \quad (35)$$

$$b_e = b - 2\delta_e \quad (36)$$

$$h_e = h - \delta_e \quad (37)$$

10.4.2 Thay thế phương trình (36) và (37) vào phương trình (35), hệ số lưu lượng mô đun, C_D được đưa ra như sau:

$$C_D = \left(1 - 2\frac{\delta_e}{L} \times \frac{L}{b}\right) \left(1 - \frac{\delta_e}{L} \times \frac{L}{h}\right)^{3/2} \quad (38)$$

trong đó

L là chiều dài phần có hình lăng trụ của phần thu hẹp tại máng và δ_e là độ dày lớp biên tại điểm cuối của cổ.

10.4.3 Đối với các lắp đặt có lớp bề mặt nhẵn, giá trị của δ_e/L trên thực tế sẽ nằm trong khoảng 0,002 đến 0,004. Đối với các lớp bề mặt nhám, giá trị của chiều dày dịch chuyển tương đối δ_e/L thay đổi theo số Reynolds, Re , và độ nhám tương đối, L/k_s như biểu diễn trên Hình 9. Đối với các bề mặt nhẵn với điều kiện $10^5 > L/k_s > 4000$ và $Re > 3 \times 10^5$, thì δ_e/L có thể được giả sử bằng 0,003 và phương trình (38) trở thành:

$$C_D = \left(1 - 0,006 \frac{L}{b}\right) \left(1 - 0,003 \frac{L}{h}\right)^{3/2} \quad (39)$$

10.4.4 Giá trị của hệ số lưu lượng mô đun thu được bằng cách thay thế các giá trị đã biết của L , b và h vào phương trình (38) hoặc (39). Các giá trị khác của C_D được dẫn xuất từ phương trình này được

nêu trong Bảng 1 và đây là các giá trị áp dụng đối với các lắp đặt được xây dựng tốt như đã được nêu chi tiết ở trên.

10.4.5 Số Reynold cần thiết cho việc đánh giá lớp biên chi tiết được tính từ:

$$Re = \frac{L}{\nu} \left(\frac{gQ}{b} \right)^{1/3} \quad (40)$$

10.4.6 Giá trị của C_v được tính từ phương trình (30) và (31).

10.4.7 Phương pháp lắp đặt yêu cầu khi áp dụng phương pháp hệ số để tính lưu lượng, Q tương ứng với cột áp đo được cụ thể, h . Việc này được thực hiện thuận tiện nhất bằng cách sử dụng bảng tính dùng cho các máng hình chữ nhật và hình thang trong tệp Flume1.xls (xem Phụ lục D). Trình tự bước giải đã được công nhận đối với phương pháp hệ số trong bảng tính được nêu dưới đây và phương pháp này được khuyến nghị đối với các phép tính tay.

10.4.8 Dạng hình học cơ bản và các tham số sau đây được đưa vào các ô dữ liệu đầu vào của bảng tính:

- m bờ dốc của phần cổ (đặt bằng 0 đối với máng có cổ hình chữ nhật);
- m_a bờ dốc của kênh dẫn tại vùng đo (đặt bằng 0 nếu kênh dẫn cũng là hình chữ nhật);
- b chiều rộng của cổ;
- B chiều rộng đáy của kênh dẫn tại vùng đo;
- p chiều cao của chỗ vồng của cổ ở phía trên đáy của kênh dẫn;
- L chiều dài cổ;

cùng với cột áp đo được, h lưu lượng sẽ được tính.

10.4.9 Bảng tính cũng yêu cầu người sử dụng phải lựa chọn giữa

- việc xử lý lớp biên đơn giản bằng một giá trị cố định của độ dày lớp biên không thứ nguyên, δ/L và
- việc xử lý lớp biên chi tiết

Nếu việc xử lý lớp biên chi tiết được lựa chọn, cần phải bổ sung thêm một thành phần đầu vào là biên độ nhám, k_s (các giá trị khuyến nghị được nêu trong Bảng 3).

Bảng 3 – Các giá trị của độ nhám được khuyến nghị, k_s

Phân loại bề mặt	Các giá trị của k_s , mm	
	Giá trị mong muốn	Giá trị thông thường
Nhựa (và tương tự)		
Perpex, PVC hoặc nhựa có bề mặt phẳng khác		0,003
Xi măng amiăng		0,015
Liên kết bằng nhựa, sợi thủy tinh được đúc dựa trên các tấm kim loại nhẵn hoặc gỗ được bào nhẵn và sơn	0,03	0,06
Kim loại		
Kim loại được gia công và đánh bóng nhẵn	0,003	0,006
Kim loại tấm không mạ, không rỉ	0,015	0,03
Kim loại tấm sơn	0,03	0,06
Kim loại mạ kẽm	0,06	0,15
Khuôn đúc sơn hoặc mạ	0,15	0,15
Khuôn đúc không mạ	–	0,3
Bê tông		
Ngoài hiện trường hoặc công trình đúc sẵn bằng cốt thép, với tất cả các chỗ bất thường phải được mài nhẵn hoặc lấp đầy	0,06	0,15
Ngoài hiện trường hoặc công trình đúc sẵn sử dụng cốt pha bằng gỗ gia công hoặc gỗ dán	0,3	0,6
Vữa xi măng được lát phẳng	0,3	0,6
Bê tông có màng mỏng hoặc bùn cát	0,6	1,5
Gỗ		
Gỗ sơn hoặc gỗ dán	0,3	0,6
Được bào nhẵn và sơn	0,03	0,06

10.4.10 Các giá trị mặc định của các tham số sau được đưa ra trong bảng tính nhưng có thể thay đổi bởi người sử dụng

g – gia tốc trọng trường (giá trị mặc định là $9,807 \text{ m.s}^{-2}$);

v độ nhớt động của nước, chỉ được yêu cầu đối với việc xử lý lớp biên chi tiết (giá trị mặc định được nhập vào là $1,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ đối với nước tại 15°C nhưng các giá trị khác có thể được dẫn xuất từ Bảng 4);

α hệ số năng lượng động học đối với kênh dẫn (giá trị mặc định là 1,05);

δ/L chiều dày dịch chuyển không thứ nguyên đối với việc xử lý lớp biên đơn giản (giá trị mặc định là 0,003);

C_v giá trị của hệ số vận tốc để sử dụng trong bước lặp đầu tiên (giá trị mặc định là 1,05).

Bảng 4 – Độ nhớt động học của nước và sự biến đổi của nó theo nhiệt độ

Nhiệt độ	Độ nhớt động học
$^\circ\text{C}$	$\text{m}^2/\text{s} \times 10^{-6}$
0	1,79
5	1,52
10	1,31
15	1,14
20	1,01
25	0,90
30	0,81

10.4.11 Bảng tính sau đó sẽ thực hiện các phép tính bằng cách sử dụng kết quả được trình bày lần lượt trong bảng dưới đây. Các kết quả của bước lặp liên tiếp được trình bày thành bảng với mỗi cột chứa một bước lặp riêng vì thế người sử dụng có thể thấy các bước lặp quy tụ hoàn toàn. Bảng tính gồm 5 bước lặp.

Bước	Mô tả	Thông số	Phương trình
1	Diện tích của kênh dẫn (không lặp)	A_a	(32)
2	Hệ số số học liên quan đến bờ dốc của cỏ (không lặp, bằng 1,0 đối với máng có cỏ hình chữ nhật)	η	(48)
3	Chiều dày dịch chuyển tương đối (giá trị mặc định được lấy đối với các bước lặp đầu tiên)	δ/L	—
4	Hệ số lưu lượng	C_0	(38), (49)
5	Hệ số vận tốc (giá trị mặc định đối với bước lặp đầu tiên sau đó lấy giá trị của các bước lặp trước)	C_v	—
6	Tham số trung gian (0 đối với máng có cỏ hình chữ nhật)	mH/b	—
7	Tham số chiều rộng của dòng ở cỏ (đồng nhất đối với máng có cỏ hình chữ nhật)	w_c/b	—

Bước	Mô tả	Thông số	Phương trình
8	Số Reynold	Re	(40), (51)
9	Chiều dày dịch chuyển (được tính từ số Reynolds và chiều dài của cổ trong bảng tính 'Delta-star')	δ^*	—
10	Cột áp đo được hiệu dụng	h_e	(37), (47)
11	Cột áp tổng hiệu dụng	H_e	(18)
12	Chiều rộng hiệu dụng của đáy cổ	b_e	(36), (46)
13	Tham số trung gian (bằng 0 đối với máng có cổ hình chữ nhật)	mH_e/b_e	—
14	Hệ số hình dạng (đồng nhất đối với máng có cổ hình chữ nhật)	C_s	—
15	Tham số trung gian (được sử dụng trong bước 16)	$C_s b_e h_e / A_a$	—
16	Hệ số vận tốc (được tính từ α , A_a các giá trị tức thời của C_s , b_e , h_e và giá trị của C_v tại bước lập trước)	C_v	(30)
17	Lưu lượng	Q	(34), (44)

10.4.12 Mặc dù qui trình đầy đủ được trình bày ở trên được khuyến nghị chỉ dùng để xác định lưu lượng đối với cột áp cụ thể, đối với các mục đích thiết kế ban đầu, trong trường hợp máng được minh họa trong Hình 4, phương trình lưu lượng có thể được biểu diễn gần đúng bằng.

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} g^{1/2} C b H^{3/2} \quad (41)$$

trong đó C là hệ số lưu lượng toàn phần và đối với các mục đích thiết kế ban đầu có thể được giả thuyết có giá trị nằm trong khoảng 0,97 đến 1,00.

10.4.13 Trong trường hợp, mặt cắt ngang của kênh dẫn không hoàn toàn là hình chữ nhật hoặc hình thang ở vị trí mà tại đó h được đo thì b có thể được xác định từ.

$$b = \frac{A_a}{h + p} \quad (42)$$

trong đó

A_a là diện tích mặt cắt ngang của kênh dẫn tại vị trí và mức nước đó.

10.5 Tính toán đường đặc tính lưu lượng

10.5.1 Đường đặc tính lưu lượng đối với máng có cổ hình chữ nhật có thể tính được mặc dù khá khó khăn bằng cách lặp lại việc áp dụng phương pháp hệ số tại các cột áp đo được liên tiếp. Tuy nhiên một phương pháp thuận tiện hơn là xem xét một tập hợp các giá trị chiều sâu tới hạn trong cổ. Đối với từng chiều sâu, tất cả các kích thước hình học được điều chỉnh đối với các ảnh hưởng của lớp biên bằng cách làm giảm chúng theo các độ dày dịch chuyển như đã biểu diễn trên Hình 8. Lý thuyết dòng chảy

thủy lực tiêu chuẩn được áp dụng để đạt lưu lượng tới hạn và cột áp hiệu dụng, chúng được cộng với độ dày dịch chuyển để thu được cột áp tổng. Cuối cùng, được biến đổi thành cột áp đo được bằng cách trừ đi áp suất động trong kênh dẫn, bước cuối cùng này là một phép tính lặp.

10.5.2 Vì máng có cổ hình chữ nhật là một dạng đặc biệt của máng có cổ là hình thang (với bờ dốc, $m = 0$), người sử dụng tiêu chuẩn này tham chiếu đến 11.5, tại đó qui trình sau này dùng cho việc tính toán đường đặc tính lưu lượng được trình bày một cách đầy đủ. Các phép tính này được thực hiện một cách thuận tiện nhất bằng việc sử dụng bảng tính đối với các máng hình chữ nhật và hình thang trong tệp Flume1.xls (xem Phụ lục D).

10.6 Giới hạn áp dụng

10.6.1 Các giới hạn dưới thực nghiệm của h liên quan đến biên độ ảnh hưởng của các đặc tính dòng chảy và độ nhám. Giới hạn dưới được khuyến nghị là 0,05 m hoặc 0,05 L tùy vào giá trị nào lớn hơn.

10.6.2 Giới hạn về tỉ số diện tích của kênh dẫn và cổ phát sinh từ các khó khăn gặp phải khi số Froude trong kênh dẫn vượt quá 0,5. Giới hạn trên được khuyến nghị của tỉ số diện tích $bh / [B(h + p)]$ là 0,7. Trang tính "Rating" nằm trong bảng tính đối với các máng hình chữ nhật và hình thang nằm trong tệp Flume1.xls (xem Phụ lục D) sắp xếp các giá trị của số Froude thành bảng và các giá trị được lựa chọn cũng bao gồm trong trang tính "Summary".

10.6.3 Các giới hạn khác như sau:

- a) Chiều rộng của đáy, b phải không được nhỏ hơn 0,10 m;
- b) Tỉ số h/b phải không lớn hơn 3;
- c) Tỉ số h/L không được vượt quá 0,50.

10.6.4 Các giới hạn trên của h/L xuất hiện từ việc cần đảm bảo các điều kiện dòng song song tại vùng tới hạn trong cổ. Tuy nhiên tỉ số h_{max}/L có thể được phép tăng lên đến 0,67 với độ không đảm bảo đo bổ sung của hệ số lớn hơn 2 % độ không đảm bảo đo được dẫn xuất từ phương trình (43).

10.6.5 ISO 4359:1983 qui định cột áp đo được, h không được lớn hơn 2 m. Tuy nhiên không có sự chứng minh về mặt kĩ thuật nào đối với sự hạn chế này vì thế nó không được áp dụng trong tiêu chuẩn này.

10.6.6 Độ không đảm bảo đo tổng hợp của phép đo do các hệ số được xác định bằng thực nghiệm, các dung sai trong việc xây dựng máng được tham chiếu đến 6.2.2 và các khó khăn trong việc thực hiện phép đo cột áp phía dòng vào một cách chính xác được trình bày chi tiết trong Điều 13 và 14.

10.6.7 Với kỹ năng và sự thận trọng cần thiết trong việc xây dựng máng, các hệ số dự kiến có độ không đảm bảo đo đạt đến 1 % trong các trường hợp phù hợp, ví dụ khi C_D và C_V khá đồng nhất. Việc đánh giá độ không đảm bảo đo chuẩn của hệ số lưu lượng theo phần trăm $u^*(C)$ có thể thu được từ

$$u^*(C) = \pm [1 + 20(C_V - C_D)] \% \quad (43)$$

11 Máng có cổ hình thang

11.1 Mô tả

11.1.1 Các máng có cổ là hình thang có thể được thiết kế để thích ứng với nhiều điều kiện dòng khác nhau và hình dạng tối ưu của cổ (theo chiều rộng của đáy và bờ dốc) sẽ phụ thuộc vào phạm vi dòng chảy phải đo và các đặc tính của dòng nước hoặc kênh mà nó được lắp đặt.

11.1.2 Các máng có cổ là hình thang thường có hình dạng như đã minh họa trên Hình 5. Tuy nhiên trong một số các trường hợp, mức vồng của cổ bằng mức vồng của kênh dẫn, nghĩa là $p = 0$, ví dụ khi trầm tích cuốn trôi qua máng. Tiêu chuẩn này chỉ bao gồm kiểu máng có cổ hình thang khi các thành dốc của cả cổ và kênh dẫn (tại vị trí đo) mở rộng ở trên các mức nước cao nhất.

11.1.3 Máng phải được lắp đặt sao cho đường tâm của cổ trùng với đường tâm của kênh dẫn. Dòng dưới tới hạn phải tồn tại trong máng và máng phải được lắp đặt tại một độ cao thích hợp để vận hành với lưu lượng tự do trong toàn bộ dải. Các bề mặt của máng phải bằng bê tông nhẵn, thép không gỉ hoặc vật liệu không bị ăn mòn nhẵn khác. Phần cổ là phần đặc biệt quan trọng và phải có chỗ vồng phẳng và là hình lăng trụ, các thành dốc là các bề mặt phẳng, được bố trí đối xứng và tạo ra một đường giao rõ ràng với chỗ vồng của cổ.

11.1.4 Các phần chuyển tiếp ở lối vào và ra có thể là các bề mặt phẳng hoặc cong để thuận lợi cho việc xây dựng.

11.1.5 Sự mở rộng của phần chuyển tiếp ở lối vào trên bất kỳ mặt phẳng tiết diện nào nếu được tạo ra từ các bề mặt không được tạo góc lớn hơn $1/3$ (đường ngang đến mặt phẳng ngang) tại mỗi bên. Nếu các bề mặt cong được sử dụng, chúng phải có hình dạng khí động, ví dụ bằng cách sử dụng mặt của các hình trụ nghiêng hoặc hình trụ xiên hoặc hình nón có trục thẳng đứng. Các bề mặt phải nằm toàn bộ ở các mặt bên chứa đường tâm của kênh giới hạn $1/3$ sự mở rộng trên mỗi mặt bên và mặt cong phải tiếp tuyến với các mặt phẳng tạo thành cổ.

11.1.6 Các mặt tạo thành phần chuyển tiếp ở đầu ra phải nằm toàn bộ bên trong các mặt phẳng giới hạn $1/3$ phần mở rộng trên mỗi bên. Phần mở rộng bằng $1/6$ đối với sự phục hồi của cột áp tốt và giới hạn dòng mô đun cao.

11.2 Vị trí của vùng đo áp suất cột nước

Cột áp của máng phải được đo tại một điểm cách phía dòng vào phần thu hẹp đủ xa để loại bỏ các ảnh hưởng của sự hạ mức nước nhưng phải đủ gần để đảm bảo rằng sự tổn hao năng lượng giữa vùng đo và cổ có thể bỏ qua. Vùng đo cột áp được khuyến nghị đặt phía dòng vào cạnh trước của phần chuyển tiếp ở lối vào một khoảng nằm trong khoảng 3 đến 4 lần cột áp đo được lớn nhất dự kiến.

11.3 Qui định đối với dòng mô đun

11.3.1 Dòng là dòng mô đun khi không phụ thuộc và sự thay đổi của mức nước phía hạ lưu và vì thế vận tốc phải vượt qua vận tốc tới hạn trong cổ. Chỗ vồng vì thế phải nằm ở một độ cao thích hợp để

tạo ra dòng mô đun trên toàn bộ dải lưu lượng thiết kế. Các kích thước của máng phải đảm bảo cột áp tổng phía dòng vào chắc chắn phải lớn hơn cột áp phía dòng ra khi được liên kết với chỗ vồng của cổ (giả thuyết dòng dưới tới hạn tồn tại ở phía dòng ra).

11.3.2 Khi giới hạn phụ thuộc vào sự hồi phục của cột áp dưới cổ, tỉ số cột áp phía dòng vào đến dòng ra cần thiết phụ thuộc vào góc mở như sau:

$$1/20 \text{ mỗi bên } H/H_d \geq 1,10$$

$$1/10 \text{ mỗi bên } H/H_d \geq 1,20$$

$$1/6 \text{ mỗi bên } H/H_d \geq 1,25$$

$$1/3 \text{ mỗi bên } H/H_d \geq 1,35$$

trong đó

H_d là cột áp tổng bên ngoài phần chuyển tiếp ở lối ra, được gắn với chỗ vồng của máng.

11.3.3 Trong các kênh nhân tạo, chiều sâu ở phía dòng ra thường được xác định tại các lưu lượng dòng chảy khác nhau với độ chính xác hợp lý, ví dụ bằng phương trình cân tiêu chuẩn nếu kênh đủ dài và có mái dốc không đổi hoặc bằng việc tham chiếu đến các đặc tính của các tính năng điều khiển phía dòng ra.

11.3.4 Nếu máng được lắp đặt trong kênh hoặc dòng nước có sẵn, các thông tin sau phải thu được tại hiện trường:

- a) chiều sâu lớn nhất được ghi lại với sự đánh giá lưu lượng dòng chảy tại chiều sâu đó;
- b) các chiều sâu tương ứng tại hai hoặc nhiều hơn các lưu lượng trung gian;
- c) mức nước chết trong dòng chảy, nghĩa là mức dưới điều kiện dòng bằng "0".

11.4 Đánh giá lưu lượng – Phương pháp hệ số

11.4.1 Phương trình dòng cơ bản đối với các máng có cổ hình thang được nêu trong phương trình (23) Điều 9 có chiều rộng, b , thay thế cho chiều rộng hiệu dụng, b_e , cột áp được đo phía dòng vào h , thay thế cho cột nước hiệu dụng h_e và hệ số lưu lượng C_D để đưa ra:

$$Q = \left(\frac{2}{3} \right)^{3/2} g^{1/2} C_D C_s C_v b h^{3/2} \quad (44)$$

trong đó

$$C_D = \left(\frac{b_e}{b} \right) \left(\frac{h_e}{h} \right)^{3/2} \quad (45)$$

$$b_e = b - 2\eta\delta. \quad (46)$$

$$h_e = h - \delta. \quad (47)$$

(48)

$$\eta = \sqrt{1+m^2} - m$$

và

δ là chiều dày dịch chuyển;

m là độ dốc của các mặt bên của máng (m mặt phẳng ngang đến một mặt phẳng đứng).

11.4.2 Hệ số lưu lượng mô đun C_D , được diễn đạt tương tự với cách diễn đạt đối với máng hình chữ nhật nêu trong phương trình (38):

$$C_D = \left(1 - 2\eta \frac{\delta_*}{L} \times \frac{L}{b} \right) \left(1 - \frac{\delta_*}{L} \times \frac{L}{h} \right)^{3/2} \quad (49)$$

11.4.3 Đối với các lớp đặt có lớp bề mặt nhẵn, giá trị của δ/L trên thực tế sẽ nằm trong khoảng 0,002 đến 0,004. Đối với các lớp bề mặt nhám, giá trị của chiều dày dịch chuyển tương đối δ/L thay đổi theo số Reynold, Re , và độ nhám tương đối, L/k_s như biểu diễn trên Hình 9. Đối với các bề mặt nhẵn với điều kiện $10^5 > L/k_s > 4000$ và $Re > 3 \times 10^5$, thì δ/L có thể được giả sử bằng 0,003 và phương trình (49) sẽ trở thành:

$$C_D = \left(1 - 0,006\eta \frac{L}{b} \right) \left(1 - 0,003 \frac{L}{h} \right)^{3/2} \quad (50)$$

11.4.4 Giá trị η thu được từ phương trình (48) và giá trị của hệ số lưu lượng mô đun thu được bằng cách thay thế các giá trị đã biết của η , L , b và h vào phương trình (49) hoặc (50).

11.4.5 Số Reynold cần dùng đối với việc xử lý lớp biên được tính từ

$$Re = \frac{L}{\nu} \left(\frac{gQ}{b} \right)^{1/3} \left(\frac{b}{w_c} \right)^{1/3} \quad (51)$$

11.4.6 Hệ số hình dạng, C_s , được nêu trong phương trình (52) có thể được dẫn xuất từ phương trình (10) và (23) và mối quan hệ bao gồm diện tích cổ trong phương trình (11):

$$C_s = \left[1 + 2 \left(\frac{mh_{ce}}{b_e} \right) \right] \left[\frac{1 + \left(\frac{mh_{ce}}{b_e} \right)}{1 + \frac{5}{3} \left(\frac{mh_{ce}}{b_e} \right)} \right]^{3/2} \quad (52)$$

11.4.7 Phương pháp để giải C_s được đưa vào bảng tính để tạo ra một bảng và đồ thị của C_s dựa trên mH_e/b_e sau đó để tra (ngoại suy khi cần) giá trị của C_s tương ứng với giá trị tính toán được của mH_e/b_e . Mặc dù mối quan hệ này thay đổi rất nhỏ so với hình dạng của máng và giá trị chiều dày dịch chuyển, sự thay đổi này được bỏ qua khi áp dụng phương pháp hệ số trong ISO 4359:1983, khi đó chỉ có mối quan hệ đồ thị được cung cấp cho các máng có cổ hình thang. Hình 10 của tiêu chuẩn này đưa ra đồ thị C_s dựa trên mH_e/b_e đối với máng có cổ hình thang. Bảng tra và đồ thị đối hình dạng của máng cụ thể và chiều dày dịch chuyển được trình bày trong các trang tính "Shape" và "Shape chart" của bảng tính Flume1.xls (xem Phụ lục D).

11.4.8 Giá trị của C_v được tính từ phương trình (30) và (32).

11.4.9 Phương pháp lập được yêu cầu thực hiện khi áp dụng phương pháp hệ số để tính lưu lượng Q tương ứng với cột áp đo được cụ thể, h . Việc này được thực hiện thuận tiện nhất bằng cách sử dụng bảng tính dành cho các máng hình chữ nhật hoặc hình thang trong tệp Flume1.xls (xem Phụ lục D). Trình tự thực hiện đã được công nhận đối với phương pháp hệ số trong bảng tính được nêu dưới đây và phương pháp này được khuyến nghị đối với các phép tính thủ công.

11.4.10 Dạng hình học và các thông số cơ bản sau đây được nhập vào các ô dữ liệu đầu vào của bảng tính:

- m bờ dốc của phần cổ;
- m_a bờ dốc của kênh dẫn tại vùng đo;
- b chiều rộng đáy cổ;
- B chiều rộng đáy của kênh dẫn tại vùng đo;
- p chiều cao của chỗ vồng của cổ phía trên đáy kênh dẫn;
- L chiều dài cổ.

cùng với cột áp đo được h thì lưu lượng sẽ tính được.

11.4.11 Bảng tính cũng yêu cầu người sử dụng lựa chọn giữa:

- việc xử lý lớp biên đơn giản với một giá trị cố định của chiều dày dịch chuyển không thứ nguyên, δ/L , và
- việc xử lý lớp biên chi tiết.

Nếu việc xử lý lớp biên chi tiết được lựa chọn sẽ cần thêm một thành phần đầu vào bổ sung là biên độ của độ nhám, k_s (các giá trị được khuyến nghị được nêu trong Bảng 3).

11.4.12 Các giá trị mặc định của các thông số sau được đưa ra trong bảng tính nhưng người sử dụng có thể thay đổi.

- g gia tốc trọng trường (giá trị mặc định là $9,807 \text{ m.s}^{-2}$);
- ν độ nhớt động của nước, chỉ được yêu cầu đối với việc xử lý lớp biên chi tiết (giá trị mặc định được nhập vào là $1,141 \times 10^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ đối với nước ở 15°C nhưng các giá trị khác có thể được dẫn xuất từ Bảng 4);
- α hệ số năng lượng động học đối với kênh dẫn (giá trị mặc định là 1,05);
- δ/L chiều dày dịch chuyển không thứ nguyên đối với việc xử lý lớp biên đơn giản (giá trị mặc định là 0,003);
- C_v giá trị của hệ số vận tốc để sử dụng trong bước lập đầu tiên (giá trị mặc định là 1,05).

11.4.13 Bảng tính sau đó sẽ thực hiện các phép tính bằng cách sử dụng kết quả được trình bày lần lượt trong bảng dưới đây. Các kết quả của bước lập liên tiếp được trình bày thành bảng với mỗi cột chứa một bước lập riêng vì thế người sử dụng có thể thấy các bước lập quy tụ hoàn toàn. Bảng tính gồm 5 bước lập.

Bước	Mô tả	Thông số	Phương trình
1	Diện tích của kênh dẫn (không lập)	A_2	(32)
2	Hệ số số học liên quan đến bờ dốc của cỏ (không lập)	η	(48)
3	Chiều dày dịch chuyển tương đối (giá trị mặc định được lấy đối với hai bước lập đầu tiên)	δ/L	—
4	Hệ số lưu lượng	C_D	(49)
5	Hệ số vận tốc (giá trị mặc định đối với bước lập đầu tiên sau đó lấy giá trị của các bước lập trước)	C_v	—
6	Tham số trung gian (sử dụng các giá trị từ bước lập trước)	mH/b	—
7	Tham số chiều rộng của dòng ở cỏ	w_c/b	—
8	Số Reynold	Re	(51)
9	Chiều dày dịch chuyển (được tính từ số Reynolds và chiều dài của cỏ trong bảng tính 'Delta-star')	δ^*	—
10	Cột áp hiệu dụng	h_a	(47)
11	Cột áp tổng hiệu dụng	H_e	(18)
12	Chiều rộng hiệu dụng của đáy cỏ	b_e	(46)
13	Tham số trung gian (được sử dụng trong bước 14 để xác định C_s)	mH_e/b_e	—
14	Hệ số hình dạng (ngoại suy trừ giá trị mH_e/b_e trong trang tính "Shape" của bảng tính)	C_s	Hình 10
15	Tham số trung gian (được sử dụng trong bước 16)	$C_s b_e h_e/A_2$	—
16	Hệ số vận tốc (được tính từ α , A_2 các giá trị tức thời của C_s , b_e , h_e và giá trị của C_v tại bước lập trước)	C_v	(30)
17	Lưu lượng	Q	(44)

11.5 Tính toán đường đặc tính lưu lượng

11.5.1 Đường đặc tính lưu lượng đối với một máng có cỏ hình thang thu được thuận tiện nhất bằng cách xem xét một chuỗi các giá trị chiều sâu tới hạn của cỏ. Đối với mỗi chiều sâu, tất cả các kích thước hình học tại cỏ được điều chỉnh theo các ảnh hưởng của lớp biên bằng cách làm giảm chúng theo các chiều dày dịch chuyển, như được minh họa trong Hình 8. Lý thuyết dòng thủy lực tiêu chuẩn được áp dụng để thu được lưu lượng tới hạn và cột áp hiệu dụng, chúng được cộng với chiều dày dịch chuyển để thu được cột áp tổng. Cuối cùng, các cột áp tổng được chuyển đổi thành cột áp đo được bằng cách trừ đi áp suất động trong kênh dẫn, đây là một phép tính lặp.

11.5.2 Quá trình xử lý được giải thích chi tiết hơn dưới đây được dựa trên việc xử lý lớp biên đơn giản trong đó giá trị của δ/L được cố định. Đối với việc xử lý lớp biên chi tiết, giá trị của δ phụ thuộc vào số Reynold, không xuất hiện tại thời điểm bắt đầu thực hiện các phép tính vì thế có thêm một phần tử lặp.

11.5.3 Lựa chọn phạm vi giá trị của d_c , chiều sâu tới hạn trong cỏ (một chuỗi các phép loga gần đúng thuận tiện hơn là dùng một phép toán) và mỗi giá trị d_c được xử lý như sau:

- a) Trừ đi chiều dày dịch chuyển, δ để thu được chiều sâu tới hạn hiệu dụng, d_{ce} ;
- b) Tính chiều rộng đáy hiệu dụng, b_e từ phương trình (46);
- c) Tính chiều rộng bề mặt hiệu dụng và diện tích hiệu dụng từ phương trình (53) và (54);

$$w_{ce} = b_e + 2md_{ce} \quad (53)$$

$$A_{ce} = (b_e + md_{ce})d_{ce} \quad (54)$$

d) Tính Q bằng cách sử dụng phương trình (28);

e) Tính H_e bằng cách sử dụng phương trình (27).

11.5.4 Vì mốc cho cột áp tổng hiệu dụng, H_e là δ ở trên chỗ vồng của máng, nên giá trị này sau đó được cộng lại với H_e để thu được cột áp tổng thực tế, H .

11.5.5 Bước cuối cùng của quá trình xử lý yêu cầu áp suất động trong kênh dẫn phải được trừ vào cột áp tổng, H để nhận được cột áp đo được h như trong

$$h = H - \alpha \frac{\bar{v}_a^2}{2g} \quad (55)$$

trong đó

$\bar{v}_a$ là vận tốc trung bình trong kênh dẫn tại vùng đo.

11.5.6 Trong khi áp dụng phương trình (55), diện tích mặt cắt ngang A_a của kênh dẫn ở đây được giả sử là hình thang được tính như sau:

$$A_a = (h+p)[B + m_a(h+p)] \quad (56)$$

trong đó

p là chiều cao của chỗ vồng ở cỏ máng phía trên chỗ vồng của kênh dẫn tại vùng đo;

B là chiều rộng đáy của kênh dẫn;

m_a là bờ dốc của (m_a nằm ngang đến một mặt đứng).

11.5.7 Vì h là ẩn số trong vế phải của phương trình (55), phương pháp xấp xỉ liên tiếp được dùng để xác định h . Trong bước lặp đầu tiên, h xấp xỉ bằng H để tính A_a và sau đó là vận tốc trung bình và áp suất động. Phương trình (55) sau đó được sử dụng để thu được giá trị xấp xỉ đầu tiên của h , mà sau

đó được sử dụng tại thời điểm bắt đầu bước lặp thứ hai. Các quá trình lặp được thực hiện cho đến khi giữa các giá trị xấp xỉ liên tiếp của cột áp đo được, h khác nhau không đáng kể.

11.5.8 Đối với một chuỗi giá trị d_c , các giá trị Q và h tạo thành từng cặp, đường đặc tính lưu lượng của máng có thể được vẽ theo thang đo phù hợp. Thông thường, các đường đặc tính lưu lượng được vẽ theo các thang đo tuyến tính, như được nêu trong trang tính 'Rating chart' của bảng tính đối với các máng hình thang hoặc hình chữ nhật trong tệp Flume1.xls (Phụ lục D). Ngoài ra, việc vẽ đồ thị trên các thang đo loga làm cho đường đặc tính tiến sát đến đường thẳng, việc này có thể giúp ích khi ngoại suy các giá trị từ đường đặc tính. Đồ thị loga có thể làm độ nhạy đối với các cột áp và dòng được cải thiện.

11.5.9 Các bước cơ bản được sử dụng đối với các phép tính lưu lượng trong trang tính "Rating" của bảng tính đối với các máng hình thang và hình chữ nhật được trình bày trong Flume1.xls (xem Phụ lục D). Các kết quả của bước lặp liên tiếp được sắp xếp thành bảng, với mỗi cột chứa một bước lặp riêng vì thế người sử dụng có thể quan sát các bước lặp quy tụ hoàn toàn. Bảng tính bao gồm 4 bước lặp để thu được cột áp tổng, không những thế khi sử dụng phép xử lý lớp biên chi tiết cần một bước lặp đối với chiều dày dịch chuyển.

Bước	Mô tả	Thông số	Phương trình
(a)	Hệ số số học liên quan đến bờ dốc của cổ (bằng 1,0 đối với máng có cổ hình chữ nhật)	η	(48)
(b)	Chiều rộng hiệu dụng của đáy cổ	b_e	(46)
(c)	Độ sâu tới hạn nhỏ nhất trong cổ được lấy bằng 0,03 m	$d_c(\min)$	—
(d)	Độ sâu tới hạn cho phép lớn nhất được đánh giá trong cổ, được tăng lên 5 %	$d_c(\max)$	—
(e)	Phạm vi chiều dài tới hạn được chia thành một chuỗi gồm 100 giá số dùng cho chuỗi loga xấp xỉ	—	—
(f)	101 giá trị độ sâu tới hạn được liệt kê tại phía bên trái của trang tính	d_c	—
(g)	Lấy d_c trừ đi độ dày lớp biên (dựa trên lý thuyết đơn giản) để thu được giá trị hiệu dụng	d_{ce}	—
(h)	Chiều rộng bề mặt hiệu dụng	w_{ce}	(53)
(i)	Diện tích dòng hiệu dụng	A_{ce}	(54)
(j)	Dòng tới hạn trong cổ	Q	(28)
(k)	Số Reynold	Re	(51)
(l)	Chiều dày dịch chuyển (được tính từ số Reynold và chiều dài cổ trong trang tính "Delta-start")	δ^*	—

Bước	Mô tả	Thông số	Phương trình
(m)	Các bước (b) và (g) đến (j) được lặp lại bằng cách sử dụng giá trị δ đã thu được trong bước (l)	$b_{ce}, d_{ce}, w_{ce}, A_{ce}, Q$	Xem ở trên
(n)	Vận tốc dòng tới hạn trong cổ = Q/A_{ce}	v_{ce}	—
(o)	Cột áp tổng hiệu dụng	H_e	(27)
(p)	Cột áp tổng = $H_e + \delta$	H	—
(q)	Cột áp đo được (tính lặp như đã mô tả trong 11.5.7)	h	(55)
(r)	Số Froude trong kênh dẫn (dùng để cung cấp thông tin)	Fr	(57)

11.6 Các giới hạn áp dụng

11.6.1 Giới hạn dưới thực nghiệm của h liên quan đến biên độ của ảnh hưởng của các đặc tính của lưu chất và độ nhám biên. Giới hạn dưới được khuyến nghị là 0,05 m hoặc 0,05 L , tùy thuộc vào giá trị nào lớn hơn.

11.6.2 Giới hạn về tỉ số diện tích của kênh dẫn và cổ xuất hiện từ các khó khăn gặp phải khi số Froude vượt quá 0,5. Việc này được kiểm tra tại từng điểm cuối của phạm vi đo và tại các dòng trung gian sử dụng phương trình (57). Trang tính "Rating" của Flume1.xls lập thành bảng các giá trị của số Froude và các giá trị được lựa chọn cũng được chứa trong trang tính "Summary".

$$Fr_1 = v_1 \sqrt{\frac{\alpha w_1}{g A_1}} = Q \sqrt{\frac{\alpha w_1}{g A_1^3}} \leq 0,5 \quad (57)$$

11.6.3 Các giới hạn như sau:

- Chiều rộng của đáy, b không nhỏ hơn 0,10 m;
- Tỉ số h/b không lớn hơn 3;
- Thi số h/L không vượt quá 0,50;
- Tại tất cả các độ cao, chiều rộng giữa các thành của cổ phải nhỏ hơn chiều rộng giữa các thành của kênh dẫn tại cùng một độ cao, nghĩa là phải có phần thu hẹp ở bất kì vị trí nào có mặt nước;
- Các thành dốc của cổ tăng lên nhưng không làm thay đổi độ dốc đủ lớn để làm cản trở lưu lượng lớn nhất phải đo.

11.6.4 Giới hạn trên của h/L xuất hiện từ sự cần thiết để đảm bảo điều kiện dòng song song tại vùng tới hạn trong cổ. Tuy nhiên, tỉ số h_{max}/L có thể được phép tăng lên đến 0,67 với độ không đảm bảo đo bổ sung của hệ số lớn hơn 2 % giá trị được dẫn xuất từ phương trình (58).

11.6.5 ISO 4359:1983 qui định cột áp đo được, h không lớn hơn 2 m. Tuy nhiên không có chứng minh về mặt kĩ thuật nào đối với hạn chế này.

11.6.6 Độ không đảm bảo đo tổng hợp của phép đo do các hệ số được xác định bằng thực nghiệm, các dung sai trong việc xây dựng máng được tham chiếu đến 6.2.2 và các khó khăn trong việc thực hiện các phép đo cột áp phía dòng vào một cách chính xác được trình bày chi tiết trong Điều 13 và 14.

11.6.7 Bằng kĩ năng và sự cẩn trọng hợp lý trong việc xây dựng máng, các hệ số dự kiến có độ không đảm bảo đo đạt 1 % trong các trường hợp phù hợp, ví dụ khi C_D và C_V đồng nhất. Việc đánh giá độ không đảm bảo đo của hệ số lưu lượng, $u(C)$ có thể thu được từ

$$u^*(C) = \pm [1 + 20(C_V - C_D)]\% \quad (58)$$

12 Máng có cổ hình chữ U (có đáy tròn)

12.1 Mô tả

12.1.1 Các máng có các chỗ vồng là mặt dạng bán trụ có trục nằm ngang không thể thích ứng (đối phó) với các thay đổi lớn của các tình trạng như máng có cổ hình thang nhưng chúng có các ưu điểm hơn máng có cổ hình chữ nhật trong các trường hợp xác định, ví dụ trong hệ thống thoát nước nơi dòng chảy đi vào từ đường ống hình chữ U hoặc hình tròn. Độ nhạy của máng có cổ hình chữ U lớn hơn máng có cổ hình chữ nhật, đặc biệt là trong phạm vi lưu lượng thấp nằm trong hình bán trụ phía dưới.

12.1.2 Các máng có cổ hình chữ U phải có hình dạng chung như được minh họa trên Hình 6. Hai dạng cơ bản thường được triển khai khi kênh dẫn có dạng hình chữ U:

- a) việc bố trí chỗ vồng phẳng ở nơi chỗ vồng nổi không xuất hiện ở cổ;
- b) chỗ vồng nổi, trong đó khi độ lồi p , trong chỗ vồng bằng một nửa chênh lệch giữa các chiều rộng đường kính của kênh dẫn và cổ;

Trường hợp đầu tiên thích hợp khi dòng chảy có các trầm tích nặng; trường hợp sau có ưu điểm là dạng hình học của phần chuyển tiếp đơn giản hơn. Bảng tính đối với các máng có cổ hình chữ U cho phép sử dụng mọi giá trị p (không âm).

12.1.3 Máng phải được lắp đặt trùng với đường tâm của cổ và với tâm của cửa kênh dẫn. Dòng dưới tới hạn phải tồn tại tại lõi vào của máng và máng phải được lắp đặt tại độ cao phù hợp để tạo ra dòng tự do trên toàn bộ phạm vi làm việc. Các bề mặt của máng phải là bê tông nhẵn, thép không gỉ hoặc vật liệu không gỉ nhẵn. Phần dưới của máng phải hoàn toàn phù hợp với mặt bán trụ và các thành phải là các mặt thẳng đứng bằng phẳng song song với trục của hình bán trụ, khoảng cách giữa chúng phải vừa khít với đường kính vồng.

12.1.4 Phần dưới của vùng chuyển tiếp ở lõi vào nếu có dạng nón một phần hoặc nón cụt, bề mặt phải hội tụ trong bất kì mặt phẳng xuyên tâm với trục của máng không lớn hơn 1/3. Nếu phần trên của phần chuyển tiếp ở lõi vào được tạo thành bằng các bề mặt phẳng thì chúng phải gặp nhau tại vị trí nhỏ hơn 1/3 tại mỗi bên (đi ngang đến mặt phẳng ngang). Nếu sử dụng các bề mặt cong thì những bề mặt cong này phải có dạng khí động học tốt, ví dụ được tạo ra bằng các đường cong của hình tròn và phải nằm

toàn bộ bên trong lõi vào có dạng hình nón một phần được minh họa bằng các đường thẳng liền nét trong Hình 6. Chúng phải tạo tiếp tuyến hoàn toàn với các bề mặt tạo thành cổ.

12.1.5 Các bề mặt tạo nên phần chuyển tiếp ở lõi ra phải nằm trong các mặt phẳng giới hạn 1/3 phần mở rộng. 1/6 phần mở rộng tạo ra độ phục hồi cột áp tốt và giới hạn dòng mô đun cao.

12.2 Vị trí của vùng đo áp suất cột áp

Cột áp đo được của máng phải được đo tại một điểm cách phía trước phần thu hẹp đủ xa để loại bỏ các ảnh hưởng của sự hạ mực nước, nhưng phải đủ gần để đảm bảo tổn hao năng lượng giữa vùng đo và cổ có thể bỏ qua. Vùng đo cột áp được khuyến nghị đặt cách phía dòng vào của cạnh trước của phần chuyển tiếp ở lõi vào một khoảng cách nằm trong khoảng bằng 3 đến 4 lần áp suất cột áp đo được lớn nhất dự kiến.

12.3 Quy định đối với dòng mô đun

12.3.1 Dòng là dòng mô đun khi nó không phụ thuộc vào sự thay đổi của mực nước phía hạ lưu và vì thế vận tốc sẽ vượt qua vận tốc tới hạn trong cổ. Vì thế chỗ vồng phải nằm ở độ cao để tạo ra dòng mô đun đối với toàn dải lưu lượng thiết kế. Các kích thước của máng phải đảm bảo cột áp tổng phía dòng vào lớn hơn nhiều cột áp tổng phía dòng ra khi được liên kết với chỗ vồng của cổ (giả sử dòng dưới tới hạn tồn tại ở phía dòng ra)

12.3.2 Vì giới hạn của dòng mô đun phụ thuộc vào sự phục hồi cột áp bên ngoài cổ nên tỉ số cần thiết giữa cột áp phía dòng vào và dòng ra phụ thuộc vào góc của phần mở rộng như sau:

- 1/6 mỗi bên, $H/H_d \geq 1,24$, và

- 1/3 mỗi bên, $H/H_d \geq 1,35$

trong đó H_d là cột áp tổng ngay tại phía ngoài phần chuyển tiếp ở lõi ra, được gắn với chỗ vồng của máng.

12.3.3 Trong các kênh nhân tạo độ sâu phía dòng ra thường được xác định tại các lưu lượng dòng chảy khác nhau với độ chính xác có thể chấp nhận được, ví dụ bằng phương trình căn tiêu chuẩn nếu kênh đủ dài và có độ dốc không đổi hoặc bằng cách tham chiếu đến các đặc tính của các tính năng điều khiển phía dòng ra.

12.3.4 Nếu máng được lắp đặt trong một kênh hoặc dòng suối có sẵn, các thông tin sau phải được thu thập tại hiện trường:

- Độ sâu lớn nhất được ghi lại bằng việc đánh giá lưu lượng dòng chảy tại độ sâu đó;
- Các độ sâu tương ứng tại hai hoặc nhiều hơn các mức lưu lượng dòng chảy trung gian;
- Mức nước chết trong dòng suối, nghĩa là mức dưới điều kiện dòng bằng "không".

12.4 Ước lượng lưu lượng – Phương pháp hệ số

12.4.1 Phương trình lưu lượng cơ bản đối với các máng có cổ hình chữ U được đưa ra bởi phương trình (25) trong Điều 9 với đường kính thực của cổ D , thay thế đường kính hiệu dụng D_e , cột áp đo được phía dòng vào h , thay thế cho cột áp hiệu dụng h_e và đưa hệ số lưu lượng C_D vào để đưa ra

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} g^{1/2} C_D C_s C_v D h^{3/2} \quad (59)$$

trong đó

$$C_D = \left(\frac{D_e}{D}\right) \left(\frac{h_e}{h}\right)^{3/2} \quad (60)$$

$$D_e = D - 2\delta_s \quad (61)$$

$$h_e = h - \delta_s \quad (62)$$

trong đó δ_s là chiều dày dịch chuyển.

12.4.2 Hệ số lưu lượng mô đun C_D , được biểu diễn tương tự với cách biểu diễn đối với máng hình chữ nhật nêu trong phương trình (38):

$$C_D = \left(1 - 2\frac{\delta_s}{L} \times \frac{L}{D}\right) \left(1 - \frac{\delta_s}{L} \times \frac{L}{h}\right)^{3/2} \quad (63)$$

12.4.3 Đối với các lắp đặt có lớp bề mặt nhẵn, giá trị của δ/L trên thực tế sẽ nằm trong khoảng 0,002 đến 0,004. Đối với các lớp bề mặt nhám, giá trị của chiều dày dịch chuyển tương đối δ/L thay đổi theo số Reynold, Re , và độ nhám tương đối, L/k_s như biểu diễn trên Hình 9. Đối với các bề mặt nhẵn, với điều kiện $10^5 > L/k_s > 4000$ và $Re > 3 \times 10^5$, thì δ/L có thể được giả sử bằng 0,003 và phương trình (63) sẽ trở thành:

$$C_D = \left(1 - 0,006 \frac{L}{D}\right) \left(1 - 0,003 \frac{L}{h}\right)^{3/2} \quad (64)$$

12.4.4 Giá trị của hệ số lưu lượng mô đun thu được bằng cách thay thế các giá trị đã biết của L , D và h vào phương trình (63) hoặc (64).

12.4.5 Số Reynold cần dùng đối với việc xử lý lớp biên chi tiết được tính từ :

$$Re = \frac{L}{\nu} \left(\frac{gQ}{D}\right)^{1/3} \left(\frac{D}{w_c}\right)^{1/3} \quad (65)$$

12.4.6 Hệ số hình dạng C_s , được nêu trong phương trình (66) và (67), cả hai phương trình này đều có thể được dẫn xuất từ phương trình (10) và (25), mối quan hệ bao gồm diện tích cổ trong phương trình (11) và các tính chất hình học của các mặt cắt ngang dạng tròn một phần.

Đối với các dòng nằm trong cổ hình bán trụ:

$$C_s = 3^{3/2} \sin \theta_e \left(\frac{\theta_e - \sin \theta_e \cos \theta_e}{4 \sin \theta_e - 5 \sin \theta_e \cos \theta_e + \theta_e} \right)^{3/2} \quad (66)$$

Đối với các dòng ở trên trục của cỏ hình bán trụ

$$C_s = \left(\frac{3}{2} \right)^{3/2} \left(\frac{\frac{d_{cs}}{D_e} + \frac{\pi}{8} - \frac{1}{2}}{\frac{3d_{cs}}{2D_e} + \frac{\pi}{16} - \frac{1}{4}} \right)^{3/2} \quad (67)$$

12.4.7 Phương pháp giải C_s được đưa vào bảng tính là để tạo ra một bảng và đồ thị của C_s dựa trên H_e/b_e sau đó để tra (ngoại suy khi cần) giá trị của C_s tương ứng với giá trị tính toán được của H_e/D_e . Mặc dù mối quan hệ này thay đổi rất nhỏ so với hình dạng của máng và giá trị chiều dày dịch chuyển, sự thay đổi này được bỏ qua khi áp dụng phương pháp hệ số trong tiêu chuẩn ISO 4359:1983, khi đó chỉ có mối quan hệ đồ thị cho các máng có cỏ hình chữ U. Hình 11 đưa ra đồ thị C_s dựa trên H_e/D_e đối với máng có cỏ hình chữ U. Bảng tra và đồ thị đối với hình dạng máng cụ thể và độ dày lớp biên được trình bày trong các trang tính "Shape" và "Shape chart" của bảng tính Flume2.xls (xem Phụ lục D).

12.4.8 Giá trị của C_v được tính từ phương trình (30), với D_e thay thế cho b_e . Diện tích của kênh dẫn cần sử dụng trong phương trình (30) thu được từ hình dạng hình học của kênh dẫn tại mức nước đã cho. Trong hầu hết các ứng dụng của máng có cỏ hình chữ U, kênh dẫn cũng có dạng chữ U và đây là giả thuyết của bảng tính Flume2.xls. Phương trình (68) đưa ra diện tích dòng vào A_a , với mức nước nằm trong phần đáy hình bán cầu và phương trình (69) áp dụng nếu mức nước nằm phía trên phần đáy đó:

$$A_a = \frac{D_a^2}{4} (\theta_a - \sin \theta_a \cos \theta_a) \text{ for } d_a \leq \frac{D_a}{2} \quad (68)$$

$$A_a = \frac{\pi}{8} D_a^2 + \left(d_a - \frac{D_a}{2} \right) D_a \text{ for } d_a \geq \frac{D_a}{2} \quad (69)$$

trong đó

d_a là độ sâu của nước trong kênh dẫn tại vùng đo gắn liền với mức vồng tại điểm đó, đó là $d_a = h + p$;

D_a là chiều rộng của kênh dẫn và đường kính vồng;

θ_a là một nửa góc (theo radian) được trương tại tâm của phần cong của cỏ vồng của kênh dẫn có cỏ hình chữ U nằm giữa mặt nước và mặt phẳng đứng.

12.4.9 Phương pháp lập được yêu cầu thực hiện khi áp dụng phương pháp hệ số để tính lưu lượng Q tương ứng với cột áp đo được cụ thể h . Việc này được thực hiện thuận tiện nhất bằng cách sử dụng bảng tính dành cho các máng có cỏ hình chữ U trong tệp Flume2.xls (xem Phụ lục D). Trình tự thực

hiện được công nhận đối với phương pháp hệ số trong bảng tính được nêu dưới đây và phương pháp này được khuyến nghị đối với các phép tính thủ công.

12.4.10 Dạng hình học và các thông số cơ bản sau đây được nhập vào các ô dữ liệu đầu vào của bảng tính:

- D đường kính (chiều rộng) của cổ;
- D_a đường kính (chiều rộng) của kênh dẫn tại vùng đo;
- p chiều cao chỗ vồng của cổ phía trên đáy kênh dẫn;
- L chiều dài cổ.

cùng với cột áp đo được h , thì lưu lượng sẽ tính được

12.4.11 Bảng tính cũng yêu cầu người sử dụng lựa chọn giữa:

- xử lý lớp biên đơn giản với một giá trị cố định của chiều dày dịch chuyển không thứ nguyên, δ/L , và;
- việc xử lý lớp biên chi tiết.

Nếu việc xử lý lớp biên chi tiết được lựa chọn cần thêm một thành phần đầu vào bổ sung là biên độ của độ nhám, k_s (các giá trị khuyến nghị được nêu trong Bảng 3).

12.4.12 Các giá trị mặc định của các thông số sau được đưa ra trong bảng tính nhưng người sử dụng có thể thay đổi

- g gia tốc trọng trường (giá trị mặc định là $9,807 \text{ m.s}^{-2}$);
- ν độ nhớt động học của nước, chỉ được yêu cầu đối với việc xử lý lớp biên chi tiết (giá trị mặc định được nhập vào là $1,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ đối với nước tại 15°C nhưng các giá trị khác có thể được dẫn xuất từ Bảng 4);
- α hệ số năng lượng động học đối với kênh dẫn (giá trị mặc định là 1,05);
- δ/L chiều dày dịch chuyển không thứ nguyên đối với việc xử lý lớp biên đơn giản (giá trị mặc định là 0,003);
- C_v giá trị của hệ số vận tốc để sử dụng trong bước lặp đầu tiên (giá trị mặc định là 1,05);

12.4.13 Bảng tính sau đó sẽ thực hiện các phép tính bằng cách sử dụng kết quả được trình bày lần lượt trong bảng dưới đây. Các kết quả của bước lặp liên tiếp được trình bày thành bảng với mỗi cột chứa một bước lặp riêng vì thế người sử dụng có thể thấy các bước lặp quy tụ hoàn toàn. Bảng tính gồm 5 bước lặp.

Bước	Mô tả	Thông số	Phương trình
1	Độ sâu của dòng trong kênh dẫn = $h + p$ (không lặp)	d_a	—
2	Độ sâu của dòng trong kênh dẫn gần với trục của hình bán nguyệt (không lặp)	$d_a - D_a/2$	—
3	Góc (radian) từ trục đến bờ của mặt nước (không lặp)	$\sigma_a = \pi/2 - \theta_a$	—
4	Chiều rộng của mặt nước tại vùng đo (không lặp)	w_a	—
5	Diện tích của kênh dẫn (không lặp)	A_a	—
6	Độ dày lớp biên tương đối (giá trị mặc định được lấy đối với hai bước lặp đầu tiên)	δ/L	—
7	Hệ số lưu lượng	C_D	(60)
8	Hệ số vận tốc (giá trị mặc định đối với bước lặp đầu tiên, sau đó giá trị giá trị được lấy từ bước lặp trước)	C_V	—
9	Thông số chiều rộng của dòng ở cổ (được tính trong trang tính 'Throat' bằng cách sử dụng giá trị H_e/D_e từ bước lặp trước)	w_{ce}/D_e	Hình 12
10	Hệ số Reynold	Re	(65)
11	Chiều dày dịch chuyển (được tính từ số Reynolds và chiều dài cổ trong trang tính 'Delta-star')	δ^*	—
12	Cột áp hiệu dụng	h_e	(62)
13	Cột áp tổng hiệu dụng	H_e	(18)
14	Đường kính cổ hiệu dụng (chiều rộng)	D_e	(61)
15	Tham số trung gian (được sử dụng trong bước 16 để xác định C_s và trong bước 9 để xác định w_{ce}/D_e)	H_e/D_e	—
16	Hệ số hình dạng (được ngoại suy từ giá trị của H_e/D_e trong trang tính 'Shape')	C_s	Hình 11
17	Thông số trung gian (được sử dụng trong bước 18)	$C_s D_e h_e/A_a$	—
18	Hệ số vận tốc (được tính từ α , A_a , các giá trị tức thời của C_s , D_e , h_e và giá trị của C_V tại bước lặp trước)	C_V	(30), (D_e được tính tại vị trí của b_e)
19	Lưu lượng	Q	(59)

12.5 Tính toán đường đặc tính lưu lượng

12.5.1 Đường đặc tính lưu lượng đối với một máng có cổ hình chữ U thu được thuận tiện nhất bằng cách xem xét một chuỗi các giá trị chiều sâu tới hạn của cổ. Đối với mỗi chiều sâu, tất cả các kích thước hình học tại cổ được điều chỉnh theo các ảnh hưởng của lớp biên bằng cách làm giảm chúng theo các chiều dày dịch chuyển, như được minh họa trong Hình 8. Lý thuyết dòng thủy lực tiêu chuẩn được áp dụng để thu được lưu lượng tới hạn và cột áp hiệu dụng, chúng được cộng với chiều dày dịch chuyển để thu được cột áp tổng. Cuối cùng, các cột áp tổng được chuyển đổi thành cột áp đo được bằng cách trừ đi áp suất động trong kênh dẫn, đây là một phép tính lặp.

12.5.2 Quá trình xử lý được giải thích chi tiết hơn dưới đây dựa trên việc xử lý lớp biên đơn giản trong đó giá trị của δ/L được cố định. Đối với việc xử lý lớp biên chi tiết, giá trị của δ phụ thuộc vào số Reynold, nó không xuất hiện tại thời điểm bắt đầu thực hiện các phép tính vì thế phải có thêm một phần tử lặp.

12.5.3 Lựa chọn phạm vi giá trị của d_c , chiều sâu tới hạn trong cổ và đối với mỗi giá trị d_c được xử lý như sau:

- trừ đi độ dày lớp biên, δ , để thu được chiều sâu tới hạn hiệu dụng, d_{ce} .
- tính đường kính cổ hiệu dụng D_e , từ phương trình (61).
- tính chiều rộng bề mặt hiệu dụng và diện tích hiệu dụng từ phương trình (70) hoặc (71).

$$A_{ce} = \frac{D_e^2}{4} (\theta_e - \sin \theta_e \cos \theta_e) \text{ for } d_{ce} \leq \frac{D_e}{2} \quad (70)$$

trong đó θ_e là một nửa góc (radian) được tương tại tâm của phần cong của chỗ vồng của máng có cổ hình chữ U nằm giữa mặt nước và mặt phẳng đứng tại vùng dòng chảy tới hạn (bao gồm các số hiệu chính lớp biên trong việc xử lý hình học).

$$A_e = \frac{\pi}{8} D_e^2 + \left(d_{ce} - \frac{D_e}{2} \right) D_e \text{ for } d_{ce} \geq \frac{D_e}{2} \quad (71)$$

Đối với các mức nước trong cổ thấp hơn trục của hình bán trụ, giá trị của góc θ_e và chiều rộng cổ hiệu dụng, w_{ce} được tính lần lượt từ phương trình (72) và (73). Đối với các chiều sâu lớn hơn, $w_{ce} = D_e$.

$$\cos \theta_e = \frac{D - 2d_c}{D - 2\delta_a} = \frac{D_e - 2d_{ce}}{D_e} \quad (72)$$

$$w_{ce} = D_e \sin \theta_e \quad (73)$$

- tính Q bằng cách sử dụng phương trình (28).
- tính H_e bằng cách sử dụng phương trình (27).

12.5.4 Vì mốc đối với cột áp tổng hiệu dụng, H_e là δ nằm trên chỗ vồng của máng, vì thế giá trị này được cộng lại với H_e để thu được cột áp tổng thực tế, H .

12.5.5 Bước cuối cùng của quá trình xử lý là phải lấy cột áp tổng H , trừ đi áp suất động trong kênh dẫn để thu được cột áp đo được h như trong

$$h = H - \alpha \frac{\bar{v}_a^2}{2g} \quad (74)$$

trong đó $\bar{v}_a$ là vận tốc trung bình trong kênh dẫn tại vùng đo.

12.5.6 Trong khi áp dụng phương trình (74), diện tích mặt cắt ngang A_a của kênh dẫn ở đây được giả sử là chữ U được tính gần đúng bởi phương trình (68) hoặc (69), khi đó góc θ_a đối với các chiều sâu thấp hơn tâm phần cong của phần hình bán trụ được tính bằng:

$$\cos \theta_a = \frac{D_a - 2d_a}{D_a} \quad (75)$$

12.5.7 Vì h đóng vai trò là ẩn số trong vế phải của phương trình (74), phương pháp xấp xỉ liên tiếp được dùng để xác định h . Trong bước lặp đầu tiên, h được làm xấp xỉ bằng H nhằm mục đích tính A_a và sau đó là vận tốc trung bình và áp suất động. Phương trình (74) sau đó được sử dụng để thu được giá trị xấp xỉ đầu tiên của h , giá trị tiếp theo được sử dụng tại thời điểm bắt đầu bước lặp lần thứ hai. Các bước lặp được thực hiện cho đến khi giữa các giá trị xấp xỉ liên tiếp của cột áp đo được h khác nhau không đáng kể. Trong bảng tính, các trang tính từ 'Circular2a' đến 'Circular2e' được sử dụng để tính diện tích của dòng vào, A_a cho các bước lặp liên tiếp.

12.5.8 Vì thế đối với một chuỗi giá trị d_c các giá trị của Q và h tạo thành từng đôi một, đường đặc tính lưu lượng đối với máng có thể được vẽ theo thang đo phù hợp. Thông thường, các đường đặc tính lưu lượng được vẽ theo các thang đo tuyến tính, như được nêu trong trang tính 'Rating chart' của bảng tính đối với các máng có cổ hình chữ U trong tệp Flume2.xls (Phụ lục D). Ngoài ra, việc vẽ đồ thị trên các thang đo loga làm cho đường đặc tính tiến sát đến đường thẳng, việc này có thể giúp ích khi ngoại suy các giá trị từ đường đặc tính. Đồ thị loga có thể làm cho độ nhạy đối với các cột áp và dòng thấp được cải thiện.

12.5.9 Các bước cơ bản được sử dụng đối với các phép tính lưu lượng trong trang tính "Rating" của bảng tính đối với các máng có cổ hình chữ U được trình bày trong Flume2.xls (xem Phụ lục D) đưa ra dưới đây. Các kết quả của bước lặp liên tiếp được sắp xếp thành bảng, với mỗi cột chứa một bước lặp riêng vì thế người sử dụng có thể quan sát các bước lặp quy tụ hoàn toàn. Bảng tính bao gồm 5 bước lặp để thu được cột áp tổng, không những thế khi sử dụng phép xử lý lớp biên chi tiết cần một bước lặp đối với chiều dày dịch chuyển.

Bước	Mô tả	Thông số	Phương trình
(a)	Đường kính cổ hiệu dụng (chiều rộng)	D_a	(61)
(b)	Độ sâu tới hạn lớn nhất trong cổ được lấy bằng 0,03 m	$d_c(\min.)$	—
(c)	Độ sâu tới hạn cho phép lớn nhất đánh giá được trong cổ, được tăng lên 5 %	$d_c(\max.)$	—
(d)	Phạm vi độ sâu tới hạn được chia thành một tập hợp gồm 50 số gia phía dưới trục máng ($d_c = D/2$) và 50 số gia phía trên trục	—	—
(e)	101 giá trị độ sâu tới hạn được liệt kê tại phía bên trái của trang tính	d_c	—
(f)	Lấy d_c trừ đi chiều dày dịch chuyển (dựa trên lý thuyết đơn giản) để thu được giá trị hiệu dụng	d_{ca}	—
(g)	Chiều rộng bề mặt hiệu dụng (từ trang tính 'Circular1')	w_{ca}	(73) hoặc D_a
(h)	Diện tích dòng hiệu dụng (từ trang tính 'Circular1')	A_{ca}	(70) hoặc (71)
(i)	Dòng tới hạn trong cổ	Q	(28)
(j)	Số Reynold	Re	(65)

Bước	Mô tả	Thông số	Phương trình
(k)	Chiều dày dịch chuyển (được tính từ số Reynold và chiều dài cổ trong trang tính "Delta-start")	δ^*	—
(l)	Các bước (a) và (f) đến (i) được tính lập bằng cách sử dụng giá trị δ^* đã thu được trong bước (k)	$b_{ce}, d_{ce}, w_{ce}, A_{ce}, Q$	Xem ở trên
(m)	Vận tốc dòng tới hạn trong cổ = Q/A_{ce}	v_{ce}	—
(n)	Cột áp tổng hiệu dụng	H_e	(27)
(o)	Cột áp tổng = $H_e + \delta^*$	H	—
(p)	Cột áp đo được (tính lập như đã mô tả trong 12.5.7)	h	(74)
(q)	Số Froude trong kênh dẫn (dùng để cung cấp thông tin)	Fr	(76)

12.6 Giới hạn áp dụng

12.6.1 Giới hạn dưới thực nghiệm của h liên quan đến biên độ ảnh hưởng của các đặc tính của lưu chất và độ nhám biên. Giới hạn dưới được khuyến nghị là 0,05 m hoặc 0,05 L, tùy thuộc vào giá trị nào lớn hơn.

12.6.2 Giới hạn về tỉ số diện tích của kênh dẫn và cổ xuất hiện từ các khó khăn gặp phải khi số Froude vượt quá 0,5. Việc này được kiểm tra tại từng điểm cuối của phạm vi đo và các dòng trung gian sử dụng phương trình (76). Trang tính "Rating" trong bảng tính đối với máng có cổ hình chữ U được trình bày trong Flume2.xl (xem Phụ lục D) lập các giá trị của số Froude thành bảng và cũng bao gồm các giá trị được lựa chọn trong trang tính "Summary".

$$Fr_a = \bar{v}_a \sqrt{\frac{\alpha w_a}{g A_a}} = Q \sqrt{\frac{\alpha w_a}{g A_a^3}} \leq 0,5 \quad (76)$$

12.6.3 Trong một vài trường hợp cần thiết (ví dụ khi trầm tích thô được mang theo sẽ lắng đọng lại trong kênh dẫn) cho phép Fr_a tăng lên đến 0,6 nhưng do tính không đồng đều của bề mặt tại các số Froude cao, phép đo cột áp và hiệu suất làm việc của máng chắc chắn sẽ giảm sút và độ không đảm bảo đo bổ sung do hệ số được phép lớn hơn 0,2 % độ không đảm bảo đo được dẫn xuất bằng phương trình (77) khi $0,6 > Fr_a > 0,5$.

12.6.4 Các giới hạn khác như sau:

- D tối thiểu phải bằng 0,1 m;
- Tỉ số h/L không được vượt quá 0,50;
- Tại tất cả các độ cao, chiều rộng giữa các thành của cổ phải nhỏ hơn chiều rộng giữa các thành của kênh dẫn tại cùng một độ cao, ví dụ phải có phần thu hẹp ở bất kì vị trí nào có mặt nước nằm trong đó.

12.6.5 Giới hạn trên của h/L xuất hiện từ việc cần đảm bảo điều kiện dòng song song tại vùng tới hạn trong cổ. Tuy nhiên, tỉ số h_{max}/L có thể được phép tăng lên đến 0,67 với độ không đảm bảo đo bổ sung của hệ số lớn hơn 2% độ không đảm bảo đo được dẫn xuất từ phương trình (77).

12.6.6 ISO 4359:1983 qui định cột áp đo được h , không lớn hơn 2 m. Tuy nhiên không có chứng minh về mặt kĩ thuật nào đối với hạn chế này vì thế nó không được áp dụng trong tiêu chuẩn này.

12.6.7 Độ không đảm bảo đo tổng hợp của phép đo do các hệ số được xác định bằng thực nghiệm, các dung sai trong việc xây dựng máng được tham chiếu đến 6.2.2 và các khó khăn trong việc thực hiện các phép đo cột áp phía dòng vào chính xác được trình bày chi tiết trong Điều 13 và 14.

12.6.8 Bằng kĩ năng và sự cẩn trọng hợp lý trong việc xây dựng máng, các hệ số dự kiến có độ không đảm bảo đo đạt 1 % trong các trường hợp phù hợp, ví dụ khi C_D và C_v đồng nhất. Việc đánh giá độ không đảm bảo đo của hệ số lưu lượng, $u^*(C)$ có thể thu được từ:

$$u^*(C) = \pm [1 + 20(C_v - C_D)]\% \quad (77)$$

13 Độ không đảm bảo của phép đo dòng

13.1 Tổng quát

13.1.1 Điều này cung cấp các thông tin để đánh giá và công bố độ không đảm bảo đo của phép đo lưu lượng. Độ không đảm bảo đo tổng hợp của phép đo phụ thuộc vào:

- sự chuẩn hóa của việc xây dựng và lớp bề mặt của máng;
- độ không đảm bảo đo của phương trình tính hệ số lưu lượng;
- độ không đảm bảo đo của giá trị đối với hệ số năng lượng động, α , cần để xác định cột áp phía dòng vào bằng cách sử dụng vận tốc tới;
- áp dụng chính xác các điều kiện lắp đặt;
- độ không đảm bảo đo của việc đặt điểm "0";
- độ không đảm bảo đo của phép đo hình dạng hình học của máng và;
- độ chính xác của thiết bị đo cột áp phía dòng vào.

13.1.2 Phụ lục B giới thiệu về độ không đảm bảo đo của phép đo, cung cấp các thông tin hỗ trợ dựa trên TCVN 9595-3 (ISO/IEC Guide 98-3^[6]) và TCVN 8114 (ISO 5168^[3]).

13.1.3 Kết quả của phép đo hoàn chỉnh bao gồm:

- Ước lượng của giá trị được đo, và;
- Công bố độ không đảm bảo của phép đo.

13.1.4 Công bố độ không đảm bảo đo của phép đo dòng trong kênh ít nhất có 7 thành phần độ không đảm bảo, ở đây chúng được nhóm lại thành 3 loại chính, liên quan đến độ không chính xác trong phép

đo, độ không đảm bảo đo trong các kích thước của máng và độ không đảm bảo đo trong các giá trị được gán cho các hệ số thủy thực khác nhau:

- a) độ không đảm bảo đo của cột áp trong kênh, h ;
- b) độ không đảm bảo đo của công trình, b , D hoặc m ;
- c) độ không đảm bảo đo của hệ số lưu lượng, C_D , C_s , C_v .

13.1.5 Việc đánh giá độ không đảm bảo đo của phép đo được gán với các khoản a) và b) của 13.1.4 được thực hiện theo Phụ lục C. Các giá trị này chỉ mang mục đích minh họa; và không được hiểu là các tiêu chuẩn làm việc đối với các kiểu thiết bị đã nêu. Khoản c) được đánh giá bằng cách sử dụng phương pháp trình bày trong 13.2.2. Trên thực tế, việc đánh giá độ không đảm bảo đo phải được lấy từ các giấy chứng nhận kiểm tra của thiết bị, thường do một phòng thí nghiệm phù hợp với TCVN ISO/IEC 17025 cung cấp.

13.2 Độ không đảm bảo đo tổng hợp

13.2.1 Phụ lục B giới thiệu về độ không đảm bảo đo. Tỷ lệ mà từng thông số của phương trình dòng đóng góp vào độ không đảm bảo đo của phép đo dòng, $U(Q)$ được dẫn xuất từ phương pháp phân tích bằng cách sử dụng các đạo hàm riêng phần phương trình lưu lượng.

13.2.2 Thiết lập phương trình lưu lượng, tương tự với phương trình (19), (23) và (25) đối với các máng có chiều sâu tới hạn với số mũ cũng là một biến số, ϕ và không được định sẵn bằng 1,50 như đã giả thuyết trước đó thì được biểu diễn bằng:

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} C_D C_v C_s b^{1/2} h \phi \quad (78)$$

13.2.3 Sai số của g , gia tốc do trọng trường có thể được bỏ qua. Đối với các máng có cổ hình chữ U, đường kính của đáy, D được thay thế cho b và C_s được giữ nguyên tuy nhiên có sự khác biệt về phương trình so với phương trình dùng cho máng hình thang. Đối với các máng hình thang, phép tính phụ được thực hiện đối với việc xác định độ không đảm bảo đo gây ra do bờ dốc, m .

13.2.4 Ảnh hưởng lên giá trị Q do sự phân tán nhỏ của ΔC , Δb , Δh và Δm là:

$$\Delta Q = \frac{\partial Q}{\partial C} \Delta C + \frac{\partial Q}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial Q}{\partial h} \Delta h + \frac{\partial Q}{\partial m} \Delta m \quad (79)$$

Các phép đạo hàm riêng là các hệ số độ nhạy gán với phương trình lưu lượng và ΔQ là độ phân tán tổng hợp của Q . Đánh giá các phép đạo hàm riêng, mỗi quan hệ có thể được viết thành.

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta C}{C} + \gamma \cdot \frac{\Delta b}{b} + \phi \cdot \frac{\Delta h}{h} + \psi \cdot \frac{\Delta m}{m} \quad (80)$$

Trong đó γ , ϕ và ψ là các hệ số độ nhạy phụ thuộc vào hình dạng hình học của máng:

$$\frac{\delta Q}{\delta C} = 1, \frac{\delta Q}{\delta b} = \gamma, \frac{\delta Q}{\delta h} = \varphi, \frac{\delta Q}{\delta m} = \psi$$

13.2.5 Các giá trị $\Delta Q/Q$, $\Delta C/C$, $\Delta b/b$, $\Delta h/h$ và $\Delta m/m$ được coi là các độ không đảm bảo đo chuẩn không thứ nguyên và được biểu diễn bằng kí hiệu $u^*(Q)$, $u^*(C)$, $u^*(b)$, $u^*(h)$ và $u^*(m)$. Khi các độ không đảm bảo đo của b , C , h và m gần như không phụ thuộc lẫn nhau, các thành phần sẽ được tính tổng bình phương (xem B 7).

$$u_c^*(Q)_{\text{ss}} \approx \sqrt{u^*(C)^2 + \gamma^2 \cdot u^*(b)^2 + \varphi^2 \cdot u^*(h)^2 + \psi^2 \cdot u^*(m)^2} \quad (81)$$

13.2.6 Trong trường hợp máng có cổ hình chữ nhật đơn giản, $\gamma = 1$, $\varphi = 1,5$ và $\psi = 0$ (giả thuyết các thành thẳng đứng hoàn toàn).

13.2.7 Đối với máng có cổ hình thang, γ , và ψ phụ thuộc vào mH_{ce}/b như đã minh họa trên Hình 13. Đối với mục đích thực nghiệm, phép xấp xỉ $H_{ce} \approx H \approx h$ đủ chính xác để sử dụng trong các đường đặc tính này. Các hệ số này có thể được xác định theo số học bằng cách sử dụng các mối quan hệ sau:

$$\gamma = \frac{3}{3 + \frac{2mH_{ce}}{b}} \quad (82)$$

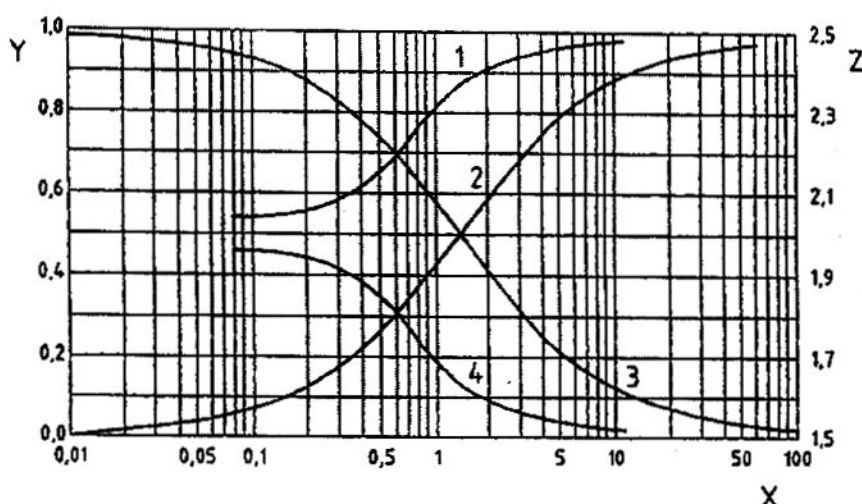
$$\varphi = \frac{\frac{10mH_{ce}}{b} + 9}{2 \left(3 + \frac{2mH_{ce}}{b} \right)} \quad (83)$$

$$\psi = \frac{\frac{2mH_{ce}}{b}}{3 + \frac{2mH_{ce}}{b}} \quad (84)$$

13.2.8 Đối với máng có cổ hình chữ U $\psi = 0$ (giả thuyết các thành thẳng đứng hoàn toàn), γ và φ phụ thuộc vào H_{ce}/D và được minh họa trên Hình 13. Đối với các mục đích thực nghiệm, phép xấp xỉ $H_{ce} \approx H \approx h$ đủ chính xác để sử dụng trong các đường đặc tính này. Các hệ số này có thể được xác định theo số học bằng cách sử dụng các mối quan hệ sau chỉ khi các chiều sâu của dòng nằm trong cổ có hình bán trụ:

$$\gamma = \left[2^{2/3} + \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{H_{ce}}{D} \right)^{-\sqrt{3}} \right]^{-\sqrt{3}} + 0,54 \quad (85)$$

$$\varphi = \left[4,8 + 25 \left(\frac{H_{ce}}{D} \right)^{5/2} \right]^{-1/2} + \frac{3}{2} \quad (86)$$



CHÚ DẪN:

X hình thang, mH_{col}/b ; hình chữ U, H_{col}/D Y ψ và γ Z φ 1 γ (hình chữ U)2 ψ và φ (hình thang)3 γ (hình thang)4 φ (hình chữ U)

Hình 13 – Các hệ số độ chính xác

13.3 Độ không đảm bảo đo theo phần trăm của hệ số lưu lượng $u^*(C)$ đối với các máng có chiều sâu tới hạn

Các hệ số C_D và C_v được giả thuyết bao phủ bởi phần trăm độ không đảm bảo đo tổng hợp $u^*(C)$. Đối với các máng hình thang C_s phụ thuộc vào sự hiểu biết về bờ dốc, m ; các qui định bổ sung được nêu trong bảng tổng hợp độ không đảm bảo đo bằng cách đánh giá và tổng hợp độ không đảm bảo đo của m . Với kĩ năng và sự cân trọng hợp lý trong việc xây dựng máng, các hệ số dự kiến có độ không đảm bảo đo đạt 1 % trong các trường hợp phù hợp, ví dụ khi C_D và C_v đồng nhất. Việc đánh giá độ không đảm bảo đo theo phần trăm của hệ số lưu lượng $u^*(C)$ có thể thu được từ:

$$u^*(C) = \pm [1 + 20(C_v - C_D)]\% \quad (87)$$

CHÚ THÍCH: ISO 4359:1983 đã diễn đạt độ không đảm bảo đo của hệ số lưu lượng $u^*(C)$ tại mức độ tin cậy 95 %. Tiêu chuẩn này diễn đạt độ không đảm bảo đo chuẩn của hệ số lưu lượng tại mức độ tin cậy 68 %. Việc này phù hợp với TCVN 9595-3 (ISO/IEC Guide 98-3)^[6]. Xem Phụ lục B để biết thêm.

13.4 Bảng tổng hợp độ không đảm bảo đo

13.4.1 Trong các báo cáo, bảng tổng hợp độ không đảm bảo đo có thể được trình bày (hoặc tham chiếu) nhằm cung cấp các thông tin sau đối với từng nguồn độ không đảm bảo đo:

- a) phương pháp đánh giá (từ Phụ lục B);
- b) giá trị độ không đảm bảo đo tương đối đã được xác định $u^*(C)$, $u^*(b)$, $u^*(m)$ và $u^*(h)$, bao gồm cả độ không đảm bảo đo mốc của $u^*(h)$;
- c) các hệ số độ nhạy tương đối.

13.4.2 Thay các giá trị vào từng nguồn theo phương trình (81) để đưa ra độ không đảm bảo đo chuẩn tổng hợp, $U_c^*(Q)_{ss}$. Hệ số phủ $k = 2$ được áp dụng để xác định độ không đảm bảo đo tại mức độ tin cậy 95 %. Các bước này thường được biểu diễn thành dạng bảng với một hàng cho từng nguồn và một cột cho từng thành phần a) đến c) nêu trên. Khi cần thiết bảng có thể bao gồm ý kiến đánh giá sau sự chỉ định chủ quan độ không đảm bảo đo đối với các đại lượng, b , m và h và các thành phần phụ của chúng. Phần bảng này có thể được lặp lại đối với phạm vi các giá trị của h để xác định mối quan hệ giữa $U^*(Q)$ và h .

14 Ví dụ về tính toán độ không đảm bảo đo

14.1 Tổng quát

14.1.1 Trong các ví dụ đưa ra, các phương trình nêu trong Điều 13 xác định mối quan hệ giữa các thông số xác định lưu lượng.

14.1.2 Độ không đảm bảo đo của hệ số lưu lượng là độ không đảm bảo đo cơ sở và được xác định bằng phương trình (87). Để xác định độ không đảm bảo đo của phép đo dòng, các đánh giá thực nghiệm phải được thực hiện để xác định độ không đảm bảo đo của phép đo cột áp và độ không đảm bảo đo của phép đo các kích thước vật lý. Phụ lục B cung cấp một qui trình phù hợp để đánh giá các độ không đảm bảo đo này đối với các kỹ thuật đo được sử dụng thông thường.

14.2 Các đặc tính – Cấu trúc đo

Ví dụ liên quan đến các điều kiện dòng mô đun đối với máng có chiều sâu tới hạn, cổ hình chữ nhật với cột áp đo được, h bằng 0,3 m; chiều rộng của cổ, b bằng 0,2 m; chiều rộng của kênh dẫn, B bằng 0,5 m; chiều cao của ụ nổi, p bằng "0" và chiều dài cổ, L bằng 1,2 m. Các phép tính được dựa trên nguyên lý lớp biên đơn giản.

14.3 Các đặc tính – Tính lưu lượng

Lưu lượng được tính từ phương trình (34)

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} g^{1/2} C_D C_v b h^{3/2}$$

trong đó hệ số lưu lượng, C_D , thu được bằng cách sử dụng phương trình (39):

$$C_D = \left(1 - 0,006 \frac{L}{b} \right) \left(1 - 0,003 \frac{L}{h} \right)^{3/2}$$

và C_v được tính từ phương trình (30), (31), (36) và (37). Được thiết lập với $C_D = 0,947$ và $C_v = 1,035$. Áp dụng các giá trị này vào phương trình (34)

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} 9,807^{1/2} \times 0,947 \times 1,035 \times 0,2 \times 0,3^{3/2} = 0,0549 \text{ m}^3/\text{s}$$

14.4 Các đặc tính – Hệ số lưu lượng

Độ không đảm bảo đo theo phần trăm của hệ số lưu lượng được thiết lập từ phương trình (91) và được giả thuyết là 'kiểu B' với phân bố Gauss (chuẩn); trong 14.3 được xác định với $C_D = 0,947$ và $C_v = 1,035$. Thay các giá trị này vào phương trình (91)

$$u^*(C) = \pm [1 + 20(1,035 - 0,947)] = \pm 2,76\%$$

14.5 Các đặc tính – Thiết bị đo cột áp

14.5.1 Trong ví dụ này, cảm biến siêu âm loại khí được sử dụng để đo áp suất cột áp. Cảm biến được cố định tại độ cao 0,650 m phía trên phao thủy lực. Quy trình lấy mốc xác định ở độ cao nằm giữa 0,651 m và 0,649 m. Tham chiếu đến B.6.1, độ không đảm bảo đo của mốc tương đối, $u(E)$, với giả thuyết có phân bố hình chữ nhật được tính bằng:

$$u(E) = \frac{1}{\sqrt{6}} \left(\frac{\text{giá trị max} - \text{giá trị min}}{2} \right) = \frac{1}{\sqrt{6}} \left(\frac{0,651 - 0,649}{2} \right) = 0,0004 \text{ m}$$

14.5.2 Phạm vi âm thanh từ cảm biến đến mặt nước được đo là phép đo đầu tiên. Khoảng cách đo là 0,350 m. Kết quả thiết bị đo cột áp được xác định tại $h = 0,300$ m. Độ không đảm bảo đo của phép đo cột áp, như nhà sản xuất đã công bố là phần trăm của phạm vi đo, $u(R)$, là 1 %. Giá trị này bằng 0,0035 m. Độ không đảm bảo đo tổng hợp của phép đo cột áp vì thế bằng:

$$u(h) = \sqrt{u(E)^2 + u(R)^2} = \sqrt{0,0004^2 + 0,0035^2} = 0,00352 \text{ m}$$

Hoặc được diễn đạt theo phần trăm của $h = 0,300$ m

$$u^*(h) = \frac{u(h)}{h} = \frac{0,00352}{0,300} = 1,17\% \quad (88)$$

14.5.3 Nếu đáy của máng có khả năng tích tụ tảo hoặc sự phát triển của các sinh vật khác, độ không đảm bảo đo của phép đo cột áp sẽ theo đó bị tăng lên.

14.6 Các đặc tính – Chiều rộng cổ

14.6.1 Các độ không đảm bảo đo về kích thước phụ thuộc vào độ chính xác của các thông số có thể đo được khi xây máng. Cả phương pháp đo lẫn cách thức thực hiện đều không được qui định. Thay vào đó, người sử dụng phải đánh giá tất cả các độ không đảm bảo đo bổ sung xuất hiện và kèm theo các yếu tố này trong bảng tổng hợp độ không đảm bảo đo. Ví dụ này giả thuyết các phép đo có thể được xác định bằng thực nghiệm với độ phân giải không tốt hơn 2 mm hoặc ± 1 mm.

14.6.2 Độ không đảm bảo đo của chiều rộng cổ, $u(b)$ trong ví dụ này được tính theo mối quan hệ sau:

$$u(b) = \sqrt{u(b_r)^2 + u(b_m)^2}$$

14.6.3 Nếu không có nhiều thông tin về sự phân tán thì có thể giả thuyết phân bố xác suất trong việc thu thập số liệu của chiều rộng cổ, $u(b_r)$ là hình chữ nhật. Từ phương trình B.5, giá trị độ không đảm bảo đo của chiều rộng cổ của máng có chiều sâu tới hạn có thể được diễn đạt như sau

$$u(b_r) = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{\text{chiều rộng.max} - \text{chiều rộng.min}}{2} \right) = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{0,002}{2} \right) = 0,00058 \text{ m}$$

14.6.4 Giá trị độ không đảm bảo đo của chiều rộng cổ của máng có chiều sâu tới hạn, $u(b_m)$ cũng được giả thuyết là có phân bố hình chữ nhật

$$u(b_m) = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{\text{chiều rộng.max} - \text{chiều rộng.min}}{2} \right) = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{0,201 - 0,198}{2} \right) = 0,00087 \text{ m}$$

14.6.5 Độ không đảm bảo đo tổng hợp của chiều rộng cổ vì thế bằng:

$$u(b) = \sqrt{u(b_r)^2 + u(b_m)^2} = \sqrt{0,00058^2 + 0,00087^2} = 0,00104 \text{ m}$$

Hoặc được diễn đạt theo phần trăm của $b = 0,200$ m:

$$u^*(b) = \frac{u(b)}{b} = \frac{0,00104}{0,200} = 0,52\% \quad (89)$$

14.7 Độ không đảm bảo tổng hợp của lưu lượng

14.7.1 Giá trị độ không đảm bảo tổng hợp được xác định từ phương trình (81), trong 13.2.5.

14.7.2 Trong trường hợp máng có hình chữ nhật đơn giản và giả thuyết các thành hoàn toàn thẳng đứng: $\gamma = 1$, $\varphi = 1,5$ và $\psi = 0$ vì thế:

$$u_c^*(Q)_{68} = \sqrt{2,76^2 + 0,52^2 + (1,5 \times 1,17)^2} = 3,3\% \quad (90)$$

14.7.3 Do đó độ không đảm bảo tại mức độ tin cậy 95 % được đưa ra bởi:

$$U_c^*(Q)_{95} = 2 \times u_c^*(Q)_{68} = 6,6\% \quad (91)$$

14.7.4 Việc công bố kết quả lưu lượng như sau:

- lưu lượng bằng 0,0549 m³/s, với
- độ không đảm bảo bằng 6,6 % tại mức tin cậy 95 %.

14.7.5 Bảng tổng hợp độ không đảm bảo đối với ví dụ được trình bày trong Bảng 5.

**Bảng 5 – Bảng tổng hợp độ không đảm bảo đối với ví dụ về dòng
trong máng có cỏ hình chữ nhật**

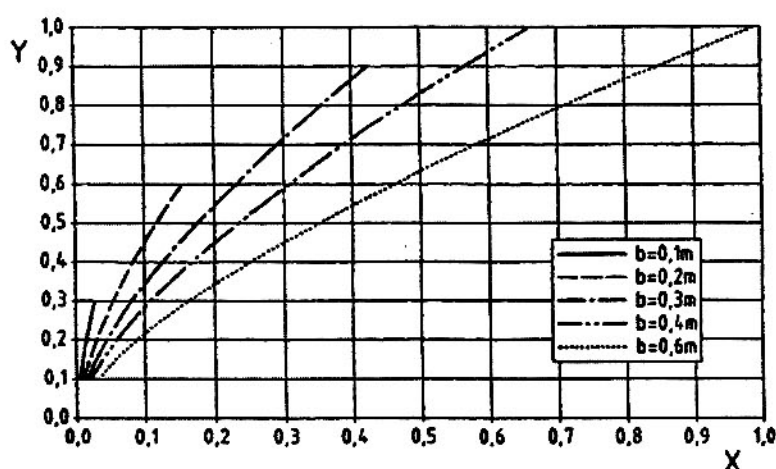
Thông số	Kiểu/Đánh giá	Giá trị u và u^*	Hệ số	Dẫn giải
$u^*(C)$	B/Chuẩn	2,76 %	1,0	Từ 13.2.2
$u(E)$	B/Tam giác	0,000 4 m	–	Từ bảng B.1
$u(R)$	B/Nhà sản xuất	1,0 % của phạm vi đo	–	Từ bảng B.1
$u^*(h)$	Tổng hợp	1,17 %	1,5	Sử dụng phương trình (88)
$u(b_c)$	B/Hình chữ nhật	0,002 m	–	Độ phân giải được giả thuyết
$u(b_m)$	B/Hình chữ nhật	0,00087	–	Phạm vi đo được
$u^*(b)$	Tổng hợp	0,52 %	1,0	Sử dụng phương trình (89)
$u^*(Q)_{68}$	Tổng hợp	3,3 %	–	Sử dụng phương trình (90)
$u^*(Q)_{95}$	Tổng hợp	6,6 %	–	Sử dụng phương trình (91)

Phụ lục A

(tham khảo)

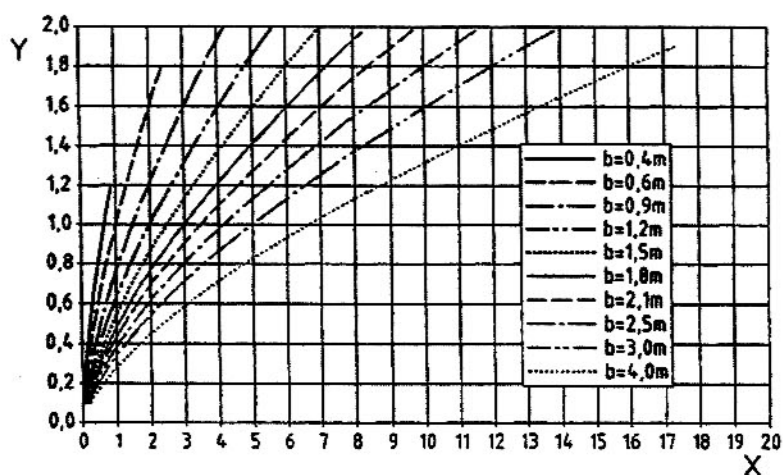
**Tương quan giữa cột áp và lưu lượng
đã được đơn giản hóa đối với máng**

Các đường đặc tính biểu diễn trên Hình A.1 đến A.8 được dùng để hỗ trợ việc lựa chọn loại và kích thước máng tương ứng phù hợp với một phạm vi lưu lượng cụ thể. Chúng được xây dựng dựa trên hệ số lưu lượng đã được định sẵn $C_D = 0,97$ và cột áp đã cho là tổng cột áp phía dòng vào (bao gồm cả áp suất động tới) hơn là cột áp được đo.

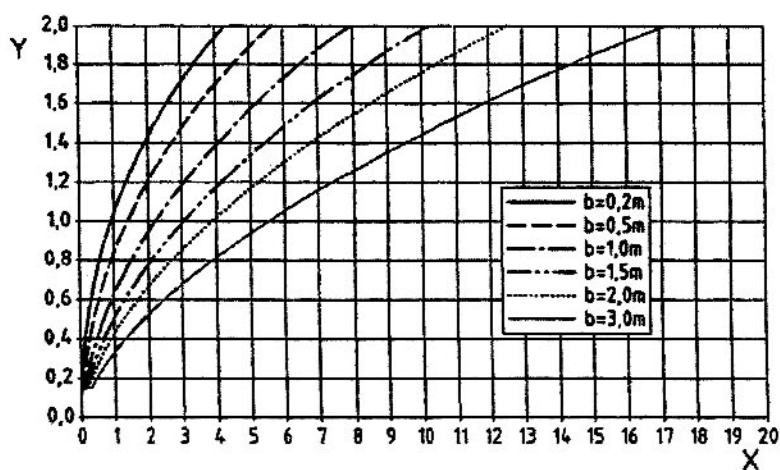
**CHÚ DẪN:**X lưu lượng, m³/s

Y cột áp, m

Hình A.1 – Máng hình chữ nhật – Nhỏ

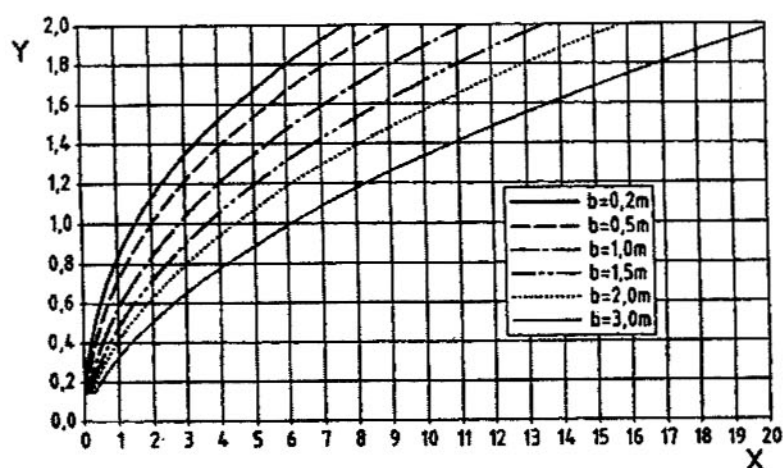
**CHÚ DẪN:**X lưu lượng, m³/s

Y cột áp, m

Hình A.2 – Máng hình chữ nhật – Lớn**CHÚ DẪN:**X lưu lượng, m³/s

Y cột áp, m

Hình A.3 – Hình thang: bờ dốc $m = 0,5$

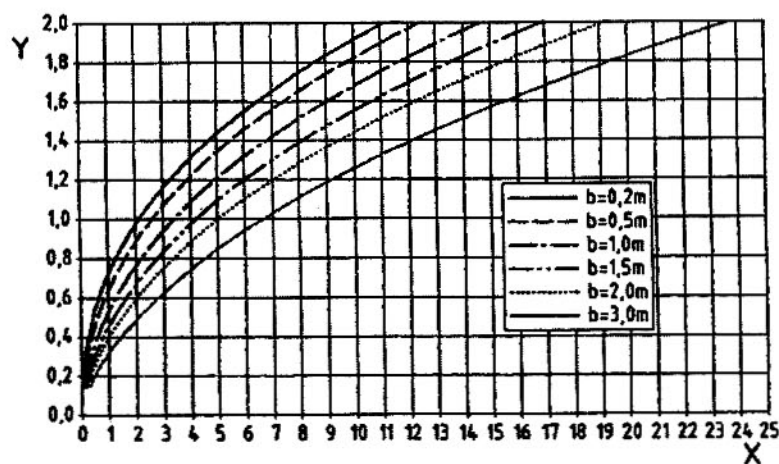


CHÚ DẪN:

X lưu lượng, m^3/s

Y cột áp, m

Hình A.4 – Hình thang: bờ dốc $m = 1$

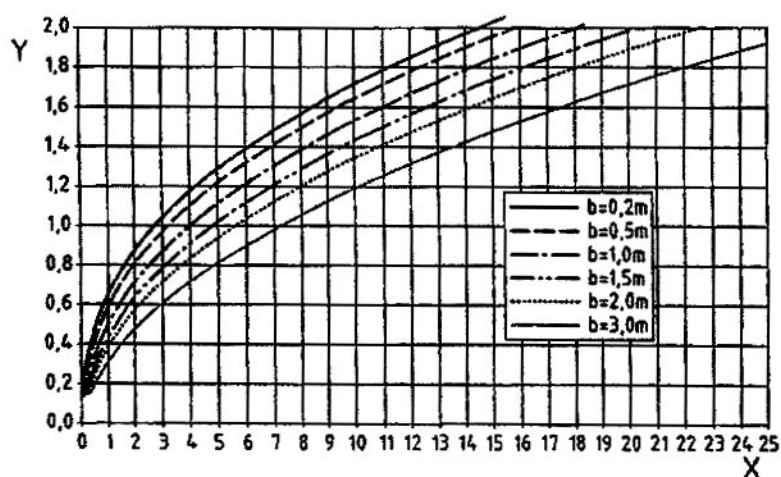


CHÚ DẪN:

X lưu lượng, m^3/s

Y cột áp, m

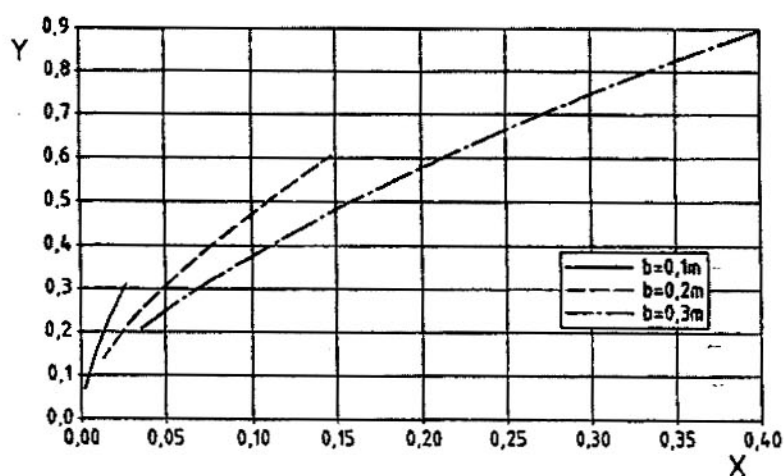
Hình A.5 – Hình thang: bờ dốc $m = 1,5$



CHÚ DẪN:

X lưu lượng, m^3/s

Y cột áp, m

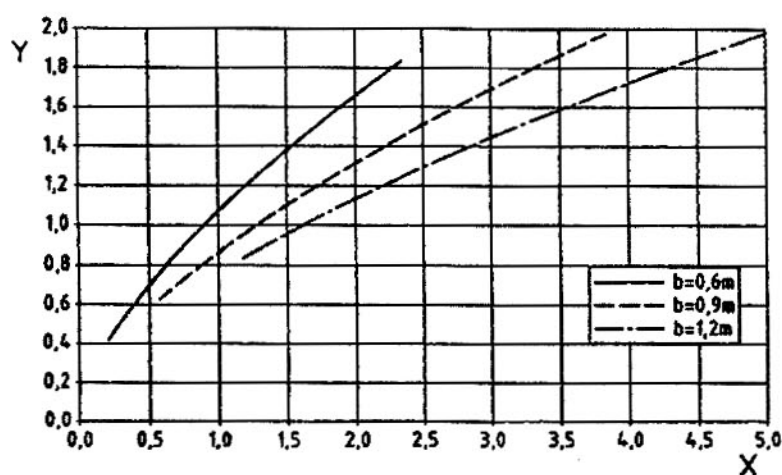
Hình A.6 – Hình thang: bờ dốc $m = 2$ 

CHÚ DẪN:

X lưu lượng, m^3/s

Y cột áp, m

Hình A.7 – Máng có cổ hình chữ U – Nhỏ



CHÚ DẪN:

X lưu lượng, m³/s

Y cột áp, m

Hình A.8 – Máng có cổ hình chữ U – Lớn

Phụ lục B

(tham khảo)

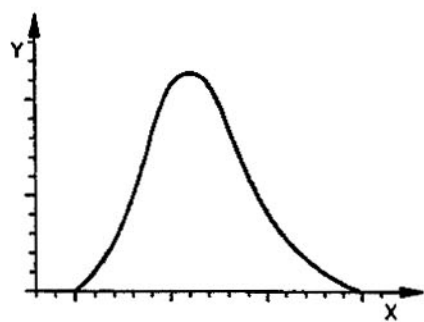
Giới thiệu về độ không đảm bảo đo**B.1 Tổng quát**

Các kết quả đo hoặc phân tích có thể không chính xác. Sự sai lệch giữa giá trị thực – giá trị không biết – và giá trị đo được là sai số của phép đo. Khái niệm độ không đảm bảo đo là cách diễn đạt sự thiếu kiến thức này. Ví dụ nếu nước được kiểm soát để dòng có lưu lượng không đổi thì đồng hồ đo dòng sẽ thể hiện các phép đo xung quanh giá trị trung bình. Nếu không có lưu ý nào được đưa ra về nguồn gốc không đảm bảo của số liệu, các quyết định không chính xác được thực hiện có thể gây ra các hậu quả về mặt tài chính hoặc pháp luật. Công bố độ không đảm bảo đo tin cậy làm tăng thông tin khiến nó trở nên hữu ích hơn.

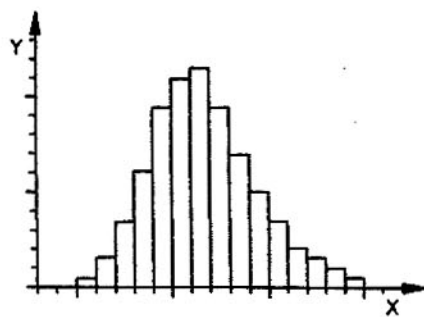
Độ không đảm bảo đo của phép đo diễn đạt sự phân tán của các giá trị được gán với phép đo. Các phương pháp thống kê cung cấp các số liệu khách quan dựa trên ứng dụng lý thuyết. Độ không đảm bảo đo chuẩn được định nghĩa như sau:

"Độ không đảm bảo đo chuẩn bằng với độ phân tán của các phép đo được biểu diễn theo độ lệch chuẩn".

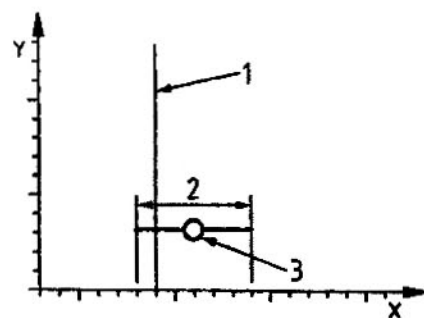
Từ định nghĩa này, độ không đảm bảo đo có thể được tính ngay từ một tập hợp các phép đo.



a)



b)



c)

CHÚ DẪN:

- X giá trị dòng chảy
- Y a) xác suất; b) số lượng các mẫu
- 1 giới hạn
- 2 độ lệch chuẩn
- 3 giá trị trung bình

Hình B.1 – Minh họa bằng hình ảnh về một số các thông số của độ không đảm bảo đo

Hình B.1 a) biểu diễn khả năng mà một phép đo dòng dưới các điều kiện ổn định thu được một giá trị cụ thể do các độ không đảm bảo đo của các thành phần khác nhau của quá trình đo ở dạng hàm mật độ xác suất.

Hình B.1 b) biểu diễn các phép đo dòng được lấy mẫu ở dạng biểu đồ tần số.

Hình B.1 c) biểu diễn độ lệch chuẩn của các phép đo được lấy mẫu so với giá trị giới hạn. Giá trị trung bình được biểu diễn vượt quá giá trị giới hạn tuy nhiên vẫn nằm trong độ rộng của độ không đảm bảo đo (được biểu diễn giống như độ lệch chuẩn xung quanh giá trị trung bình).

B.2 Giới hạn tin cậy và các hệ số phủ

Đối với phân bố xác suất chuẩn, các phân tích cho thấy 68 % các phép đo của một tập hợp lớn nằm trong độ lệch chuẩn của giá trị trung bình. Vì thế độ không đảm bảo đo chuẩn này được coi là có mức độ tin cậy 68 %.

Tuy nhiên, đối với một số kết quả đo thường được diễn đạt độ không đảm bảo đo ở mức độ tin cậy sẽ bao phủ được phần lớn các phép đo ví dụ tại mức độ tin cậy 95 % (xem Hình B.4). Việc này được thực hiện bằng cách áp dụng một hệ số đã biết gọi là hệ số phủ, k đối với giá trị độ không đảm bảo đo chuẩn đã tính.

Đối với một phân bố xác suất chuẩn 95,45 % (gần bằng 95 %) các phép đo được bao phủ đối với giá trị $k = 2$. Vì thế độ không đảm bảo đo tại mức độ tin cậy 95 % bằng 2 lần giá trị độ không đảm bảo đo chuẩn.

Trên thực tế, phương sai của phép đo ít khi gần với bố xác suất chuẩn. Chúng có thể được biểu diễn bằng các phân bố xác suất hình chữ nhật, hình tam giác hoặc hai đỉnh và chỉ thỉnh thoảng được lấy xấp xỉ là phân bố chuẩn. Vì thế, phân bố xác suất phải được lựa chọn để mô hình hóa các phương sai quan sát được. Để diễn đạt độ không đảm bảo đo của các mô hình tại mức độ tin cậy 95 % cần một hệ số phủ biểu diễn được 95 % các quan sát. Tuy nhiên cùng một hệ số phủ $k = 2$ được sử dụng cho tất cả các mô hình. Việc này làm đơn giản hóa qui trình đồng thời đảm bảo được tính thống nhất của ứng dụng.

B.3 Sai số ngẫu nhiên và hệ thống

Các thuật ngữ ngẫu nhiên và hệ thống được áp dụng trong các tiêu chuẩn về đo đạc thủy văn để phân biệt giữa:

- các sai số ngẫu nhiên thể hiện sự phân tán vốn có của các giá trị dưới các điều kiện ổn định, và
- các sai số hệ thống được gắn với các giới hạn vốn có của phương tiện xác định đại lượng được đo.

Sự khó khăn gắn liền với khái niệm sai số hệ thống là sai số hệ thống không thể xác định được khi không có sự hiểu biết trước về các giá trị thực. Nếu sự tồn tại của nó đã biết hoặc được nghi ngờ thì các biện pháp như hiệu chuẩn lại thiết bị hoặc loại bỏ các ảnh hưởng trong quá trình tính toán sẽ được

thực hiện để giảm thiểu sai số này – khi đó sai số hệ thống đóng góp vào độ không đảm bảo đo giống như cách đóng góp của các thành phần ngẫu nhiên của độ không đảm bảo đo.

Vì lý do này, TCVN 9595-3 (ISO/EC Guide 98-3^[6]) không phân biệt giữa việc xử lý độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên và hệ thống. Thông thường khi xác định một lưu lượng đơn lẻ, các sai số ngẫu nhiên chiếm ưu thế và không cần phân biệt các sai số ngẫu nhiên và sai số hệ thống. Tuy nhiên khi (nói) dung tích được tổng cộng được thiết lập qua một thời gian dài, các sai số hệ thống thậm chí khi đã được làm giảm vẫn có thể chiếm ưu thế trong việc đánh giá độ không đảm bảo đo.

B.4 Các tiêu chuẩn đo

TCVN 9595-3 (ISO/IEC 98-3)^[6] và TCVN 8114 (ISO 5168)^[3] cung cấp các qui định đối với việc áp dụng các nguyên lý của độ không đảm bảo đo: cụ thể trong việc xác định các thành phần sai số, việc định lượng các độ không đảm bảo đo tương ứng của chúng và các thành phần này được kết hợp bằng cách sử dụng các phương pháp bắt nguồn từ lý thuyết thống kê vào kết quả cuối cùng đối với quá trình đo.

Các thành phần độ không đảm bảo đo được đặc trưng bằng việc đánh giá các độ lệch chuẩn. Có hai phương pháp đánh giá:

Đánh giá loại A

Bằng các phân tích thống kê các phép đo lặp lại, độ lệch chuẩn tương đương được tính từ đó. Quá trình này có thể được tự động hóa theo thời gian thực đối với các phép đo độ sâu hoặc vận tốc

Đánh giá loại B

Bằng cách gán phân bố xác suất với quá trình đo. Việc này có thể áp dụng đối với

- việc đánh giá phép đo thủ công của con người (khoảng cách hoặc cân nặng).
- các số chỉ được đọc thủ công từ thiết bị đo (công bố của nhà sản xuất), hoặc:
- số liệu hiệu chuẩn (từ nhà sản xuất).

B.5 Đánh giá độ không đảm bảo đo loại A

Được định nghĩa trong B.1, độ không đảm bảo đo chuẩn bằng với độ phân tán của phép đo được biểu diễn là độ lệch chuẩn. Vì thế tất cả phép đo đơn lẻ của một tập hợp n các phép đo đều có định nghĩa về độ không đảm bảo như sau:

$$u(x) = t_c \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (\text{B.1})$$

Trong đó, $\bar{x}$, “ước lượng tốt nhất” là giá trị trung bình

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) \quad (\text{B.2})$$

Và t_c là hệ số được xuất phát từ lý thuyết thống kê để tìm ra độ không đảm bảo đo tăng lên khi chỉ có một số lượng nhỏ các phép đo (xem Bảng B.1).

Nếu thay thế một phép đo đơn lẻ từ tập hợp này, độ không đảm bảo đo phải được áp dụng đối với giá trị trung bình của n giá trị.

$$u(\bar{x}) = \frac{t_c}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (\text{B.3})$$

Đối với các phép đo liên tục, các đánh giá kiểu A được dẫn xuất giống như một biến liên tục từ phép đo đầu tiên: ví dụ từ mức nước hoặc vận tốc nước.

Bằng cách tính các giá trị trung bình của các số lượng lớn n các phép đo, độ không đảm bảo đo của giá trị trung bình $u(\bar{x})$ được giảm đi một hệ số bằng $\frac{1}{\sqrt{n}}$ so với độ không đảm bảo đo $u(x)$ của một phép

đo đơn lẻ. Vì lý do này, thiết bị giám sát phải qui định việc thực hiện phép đo trong tương lai bao gồm cả $u(\bar{x})$ và $u(x)$ để biểu diễn sự mở rộng khi các giá trị trung bình được áp dụng.

Bảng B.1 – Các giá trị của t_c

Bậc tự do	Mức độ tin cậy %		
	90	95	99
1	6,31	12,71	63,66
2	2,92	4,30	9,92
3	2,35	3,18	5,84
4	2,13	2,78	4,60
5	2,02	2,57	4,03
10	1,81	2,23	3,17
15	1,75	2,13	2,95
20	1,72	2,09	2,85
25	1,71	2,06	2,79
30	1,70	2,04	2,75
40	1,68	2,02	2,70
60	1,67	2,00	2,66
100	1,66	1,98	2,63
Vô hạn	1,64	1,96	2,58

B.6 Đánh giá độ không đảm bảo đo loại B

B.6.1 Tổng quát

Khi dòng số liệu liên tục không được truy cập hoặc một tập hợp lớn các phép đo không có sẵn, thì phương pháp đánh giá loại B được sử dụng để:

- gán một phân bố xác suất vào quá trình đo để biểu diễn xác suất của giá trị thực đang được đại diện bằng bất kỳ giá trị đo được đơn lẻ nào;
- định nghĩa các giới hạn trên và dưới của phép đo và;
- sau khi xác định độ không đảm bảo đo chuẩn từ độ lệch chuẩn đã được gán với phân bố xác suất;

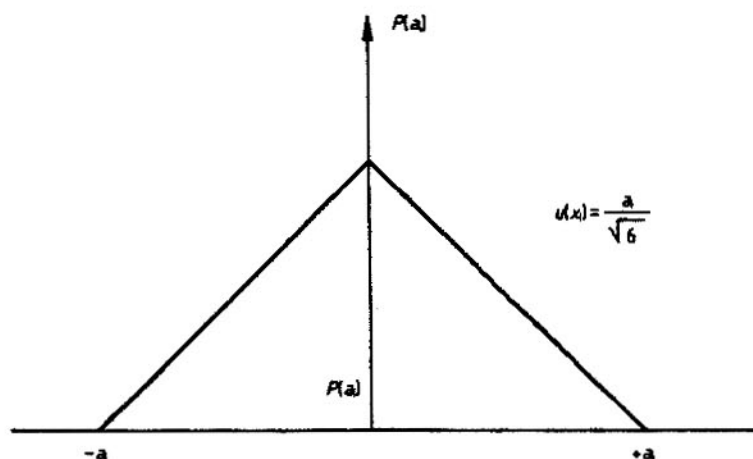
Các phương pháp kiểu B cho phép các ước lượng của các giá trị biên trên và dưới được sử dụng để đưa ra độ lệch chuẩn tương đương.

Bốn phân bố xác suất được mô tả trong TCVN 9595-3 (ISO/IEC Guide 98-3)^[6] và các phân bố xác suất này được trình bày từ B.6.2 đến B.6.5.

B.6.2 Phân bố hình tam giác

Phân bố hình tam giác được biểu diễn trong phương trình (B.4) và Hình (B.2). Phân bố này thường áp dụng đối với các phép đo thủ công khi giá trị trung bình gần như sát với giá trị thực hơn là các giá trị khác nằm giữa các giới hạn trên và dưới của phép đo.

$$u(x_{\text{trung bình}}) = \frac{1}{\sqrt{6}} \left(\frac{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}{2} \right) \quad (\text{B.4})$$

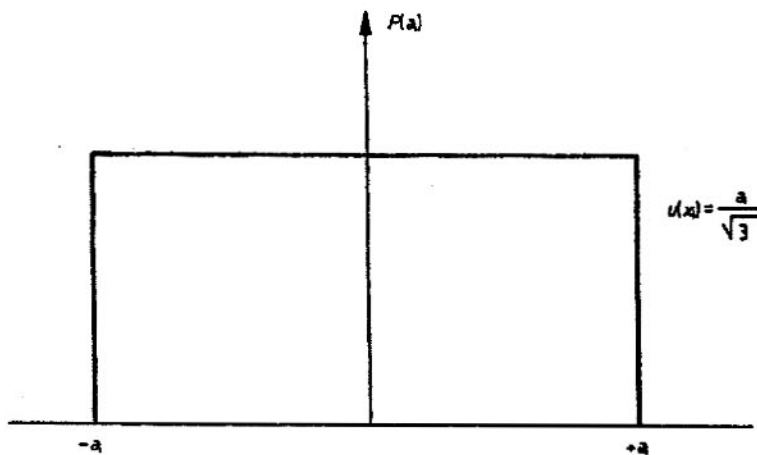


Hình B.2 – Phân bố hình tam giác

B.6.3 Phân bố hình chữ nhật

Phân bố hình chữ nhật được biểu diễn trong phương trình (B.5) và Hình B.3. Phân bố xác suất này thường được áp dụng đối với giới hạn của độ phân giải của thiết bị đo (ví dụ độ phân giải hiển thị được hoặc độ phân giải của các bộ biến đổi tương tự/số bên trong). Tuy nhiên, phân bố này không chỉ áp dụng đối với nguồn độ không đảm bảo của thiết bị đo. Có thể có độ không đảm bảo xuất hiện từ thuật toán đo được sử dụng và/hoặc từ quá trình hiệu chuẩn. Nếu thiết bị đo đo các giá trị tương đối sẽ làm xuất hiện độ không đảm bảo đo trong việc xác định mốc của chúng.

$$u(x_{\text{trung bình}}) = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}{2} \right) \quad (\text{B.5})$$



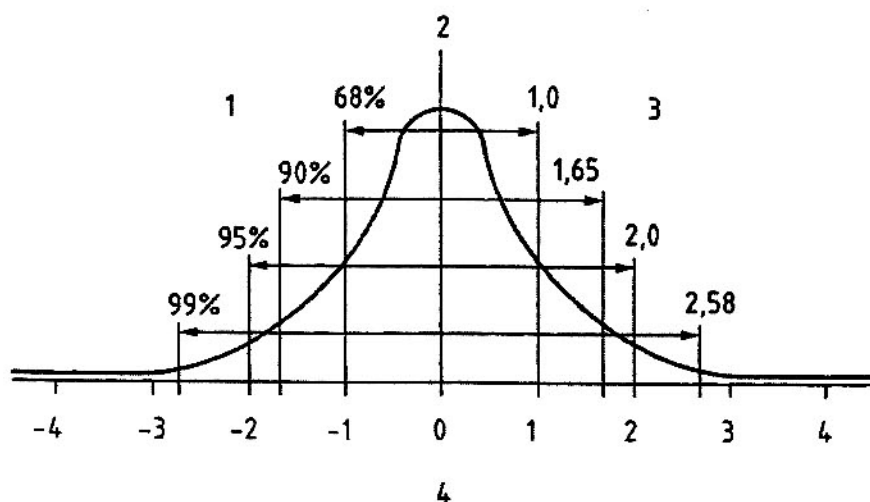
Hình B.3 – Phân bố hình chữ nhật

B.6.4 Phân bố xác suất chuẩn (Gauss)

Phân bố xác suất chuẩn (hoặc Gauss) được biểu diễn trong phương trình (B.6) và Hình B.4.

$$u(x_{\text{trung bình}}) = \frac{u(y_{\text{thuyết}})}{k} \quad (\text{B.6})$$

Trong đó k là hệ số phủ áp dụng đối với giá trị độ không đảm bảo đo cụ thể.

**CHÚ DẪN:**

- 1 phần trăm các giá trị đọc trong bảng thông
- 2 xác suất
- 3 hệ số phủ
- 4 các độ lệch chuẩn

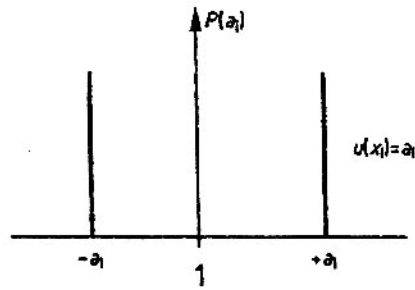
Hình B.4 – Phân bố xác suất chuẩn

Đây là cách diễn đạt độ không đảm bảo đo dựa trên các phân tích thống kê “ngoại tuyến”, thường là một phần của một quá trình hiệu chuẩn khi chúng được đưa ra bằng cách sử dụng phương pháp kiểu A. Khi được diễn đạt là độ không đảm bảo đo chuẩn, giá trị độ không đảm bảo đo được sử dụng trực tiếp với một hệ số phủ tương ứng $k=1$.

B.6.5 Phân bố xác suất hai đỉnh

Phân bố xác suất hai đỉnh được biểu diễn trong phương trình (B.7) và Hình B.5. Thiết bị đo có độ trễ chỉ có thể thể hiện các kết quả tại các giới hạn trên và dưới của phép đo. Ví dụ về phân bố này là cơ cấu phao khi sức căng bề mặt và ma sát kết hợp làm phao di chuyển theo các mức giới hạn.

$$u(x_{\text{trung bình}}) = \left(\frac{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}{2} \right) \quad (\text{B.7})$$

**CHÚ DẪN:**1 $P(a_i)$ **Hình B.5 – Phân bố xác suất hai đỉnh****B.7 Giá trị độ không đảm bảo đo tổng hợp, u_c**

Đối với hầu hết các hệ thống đo, một kết quả đo được đưa ra từ một số biến. Ví dụ, phép đo dòng Q trong kênh hình chữ nhật có thể được diễn đạt là một hàm của các biến độc lập:

$$Q = b \times h \times \bar{v} \quad (\text{B.8})$$

trong đó

- b là chiều rộng của kênh;
- h là chiều sâu của nước trong kênh;
- $\bar{v}$ là vận tốc trung bình.

Ba thành phần này được đo độc lập và được kết hợp với nhau để xác định giá trị Q .

Vì chỉ có b , h và $\bar{v}$ được kết hợp với nhau để xác định giá trị Q , do đó để xác định giá trị $u_c(Q)$ phải kết hợp từng thành phần độ không đảm bảo đo. Việc này được thực hiện bằng cách đánh giá độ nhạy của Q khi có sự thay đổi nhỏ Δ trong b , h hoặc v . Do đó:

$$\Delta Q = \frac{\partial Q}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial Q}{\partial h} \Delta h + \frac{\partial Q}{\partial \bar{v}} \Delta \bar{v} \quad (\text{B.9})$$

trong đó các đạo hàm riêng, $\frac{\partial Q}{\partial b}$, $\frac{\partial Q}{\partial h}$ và $\frac{\partial Q}{\partial \bar{v}}$ là các hệ số độ nhạy

Áp dụng với phương trình (B.8) kết quả bằng

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta \bar{v}}{\bar{v}} \quad (\text{B.10})$$

Trong việc phân tích độ không đảm bảo đo, các giá trị $\frac{\Delta Q}{Q}$, $\frac{\Delta b}{b}$, $\frac{\Delta \bar{v}}{\bar{v}}$, $\frac{\Delta h}{h}$ tương ứng với các độ không đảm bảo đo chuẩn không thứ nguyên.

Chúng được kí hiệu là $u_c^*(Q)$, $u^*(b)$, $u^*(v)$ và $u^*(h)$. Khi các độ không đảm bảo đo b , v và h độc lập với nhau, các xem xét phân bố là căn của các tổng bình phương.

$$u_c^*(Q) \equiv \sqrt{u^*(F)^2 + u^*(b)^2 + u^*(h)^2} \quad (\text{B.11})$$

Phụ lục C

(tham khảo)

Thực hiện phép đo trong các ví dụ đo đặc thủy văn

Xem Bảng C.1.

Bảng C.1

Các kỹ thuật đo	Diễn giải	Kí hiệu	Độ không đảm bảo đo		Thiết bị được lắp đặt để có các giá trị phù hợp được chứng nhận bởi nhà sản xuất									
			A	B	Phạm vi danh nghĩa của phép đo					Độ không đảm bảo đo chuẩn tương ứng (giới hạn tin cậy 68 %)				
					min.	25 %	50 %	75 %	max.	min.	25 %	50 %	75 %	max.
Vận tốc (liên tục)														
Cánh quạt	Giấy chứng nhận hiệu chuẩn	$u(V)$	Có	Chuẩn	0,005 m/s	1,250 m/s	2,500 m/s	3,750 m/s	5,000 m/s	0,0005 m/s	0,010 m/s	0,022 m/s	0,030 m/s	0,040 m/s
Điện từ	Giấy chứng nhận hiệu chuẩn	$u(V)$	Có	Chuẩn	0,005 m/s	0,075 m/s	1,500 m/s	2,250 m/s	3,000 m/s	0,0005 m/s	0,010 m/s	0,018 m/s	0,025 m/s	0,025 m/s
Đường vận tốc														
Thời gian bay	Góc dẫn vận tốc siêu âm	$u(V)$	Có	Hình chữ nhật	0,030 m/s	0,250 m/s	0,500 m/s	0,750 m/s	1,000 m/s	0,003 m/s	0,005 m/s	0,007 m/s	0,007 m/s	0,010 m/s
Hệ thống định vị Doppler có công	Độ phân giải vận tốc phụ thuộc vào phân tử	$u(V)$	Có	Hình chữ nhật	0,030 m/s	0,250 m/s	0,500 m/s	0,750 m/s	1,000 m/s	0,003 m/s	0,005 m/s	0,007 m/s	0,007 m/s	0,010 m/s
Số hiệu chỉnh của hệ thống định vị	Phụ thuộc vào phân tử	$u(V)$	Có	Hình chữ nhật	0,030 m/s	0,250 m/s	0,500 m/s	0,750 m/s	1,000 m/s	0,003 m/s	0,005 m/s	0,007 m/s	0,007 m/s	0,010 m/s
EM	Được hiệu chuẩn ngoài hiện trường	$u(V)$	Có	Hình chữ nhật	0,030 m/s	0,250 m/s	0,500 m/s	0,750 m/s	1,000 m/s	0,003 m/s	0,005 m/s	0,007 m/s	0,007 m/s	0,010 m/s
Mức nước (liên tục)														
Mức tương đối (phải được áp dụng đối với tất cả các phương pháp)	Quá trình thử công	$u(B)$		Hình tam giác	Không áp dụng	0,500 m	1,000 m	1,500 m	2,000 m	0,001 m	0,001 m	0,0015 m	0,0015 m	0,0015 m
Bộ ghi/Hệ thống phao	Yêu cầu bảo dưỡng theo chu kỳ	$u(h)$		Hai đỉnh	Độ mở rộng 0,200 m	Độ mở rộng 1,250 m	Độ mở rộng 2,500 m	Độ mở rộng 3,750 m	Độ mở rộng 5,000 m	0,0015 m	0,0020 m	0,0020 m	0,0025 m	0,0025 m
Bộ chuyển đổi áp suất	Độ trôi giá trị của mức	$u(h)$		Hình chữ nhật	0,010 m	0,500 m	1,000 m	1,500 m	2,000 m	0,002 m	0,002 m	0,0025 m	0,0025 m	0,0025 m
Hệ thống định vị siêu âm	Các ảnh hưởng của bề mặt	$u(h)$	Có	Hình chữ nhật	0,050 m	0,500 m	1,000 m	1,500 m	2,000 m	0,001 m	0,001 m	0,0015 m	0,0015 m	0,0030 m
Siêu âm phản xạ xung	Các ảnh hưởng của sóng bề mặt/Sự bù nhiệt độ không khí	$u(R)$	Có	Hình chữ nhật	Phạm vi 0,300 m	Phạm vi 1,250 m	Phạm vi 2,500 m	Phạm vi 3,750 m	Phạm vi 5,000 m	0,200 m	0,004 m	0,010 m	0,025 m	0,0015 m
Quang phản xạ xung/radar	Các ảnh hưởng của sóng bề mặt	$u(R)$		Hình chữ nhật	Phạm vi 0,300 m	Phạm vi 1,250 m	Phạm vi 2,500 m	Phạm vi 3,750 m	Phạm vi 5,000 m	0,200 m	0,004 m	0,010 m	0,025 m	0,060 m
Biến dạng của mặt cắt ngang (đo khoảng cách)														
Kênh tự nhiên	Hệ thống định vị hoặc đo độ dốc/GPRS hoặc theo dõi	$u(B)$		Hình chữ nhật	0,500 m	5,000 m	10,000 m	15,000 m	20,000 m	0,002 m	0,020 m	0,060 m	0,100 m	0,200 m
Kênh nhân tạo	Đo thủ công	$u(B)$		Hình tam giác	Không áp dụng	0,500 m	1,000 m	1,500 m	2,000 m	0,001 m	0,001 m	0,0015 m	0,0015 m	0,0015 m

Phụ lục D

(tham khảo)

Bảng tính để sử dụng với tiêu chuẩn này

D.1 Quy định chung

Hai tệp bảng tính được cung cấp để sử dụng kèm theo tiêu chuẩn này tại địa chỉ trang web sau:

<http://standards.iso.org/iso/4359/>

- Flume 1** Đây là trang tính dành cho cả các máng hình chữ nhật và hình thang, với các kênh dẫn hình chữ nhật hoặc hình thang. Máng hình chữ nhật có thể có kênh dẫn hình thang hoặc ngược lại (mặc dù trường hợp này hiếm xảy ra). Chỗ võng của máng có thể nằm ngang bằng với đáy của kênh dẫn ($p = 0$) hoặc có thể nhô cao hơn nó.
- Flume 2** Đây là bảng tính dành cho máng có cổ hình chữ U nằm trong kênh dẫn hình chữ U. Tương tự, chỗ võng của máng có thể nằm ngang bằng với đáy của kênh dẫn ($p = 0$) hoặc có thể nhô cao hơn nó.

Các ô số liệu đầu vào không có khả năng phát hiện sai số, để ngăn chặn các đầu vào không tương ứng hoặc sự kết hợp các đầu vào từ các đầu vào không tương ứng đó đang được tạo ra.

Để tránh sự không ổn định tiềm ẩn và các vấn đề khác có thể tạo ra trong bảng tính từ việc sử dụng các ẩn số để điều khiển các bước lặp, tất cả các bước lặp được sử dụng trong các bảng tính được thực hiện bằng cách trình bày các bước lặp liên tiếp trong các hàng hoặc cột khác nhau của các trang tính. Không sử dụng macros

D.2 Cấu trúc của bảng tính

Cả hai bảng tính được xây dựng sao cho số liệu chỉ được nhập vào một trang tính có tiêu đề là 'Summary'. Trang tính này cũng bao gồm các phép tính lưu lượng đối với một cột áp được đo riêng lẻ. Các trang tính khác chứa các công việc cụ thể cùng với các kết quả của các phép tính đường đặc tính lưu lượng dòng nước, ở cả dạng bảng và dạng đồ thị.

Các nội dung được lập thành bảng chi tiết hơn trong Bảng D.1 và D.2. Bảng tính của máng có cổ hình chữ U chứa các trang tính tương ứng với tất cả các trang tính nằm trong bảng tính của máng hình thang, cộng với một số các trang tính bổ trợ cần thiết để giải quyết các phức tạp về mặt hình học bổ sung.

Bảng D.1 – Flume 1 – Bảng tính đối với các máng hình thang (và hình chữ nhật)

Trang tính	Nội dung
Summary	Tất cả các số liệu cần sử dụng phải được nhập vào bao phủ hình dạng của máng Lựa chọn sử dụng phương pháp lớp biên đơn giản hay chi tiết Cột áp đo được riêng lẻ được yêu để tính lưu lượng Các kết quả của lưu lượng tính được bằng 3 phương pháp (xem bên dưới): Các số Froude tính được trong kênh dẫn (đối với cột áp đo được riêng lẻ và giá trị lớn nhất trong bảng lưu lượng)
Rating	Các phép tính đường đặc tính lưu lượng và kết quả (101 điểm)
Rating chart	Đồ thị đường đặc tính lưu lượng
Single	Các công việc chi tiết đối với lưu lượng tính được bằng ba phương pháp: 1 Phương pháp hệ số 2 Ngoại suy từ bảng lưu lượng 3 Phép tính lặp sử dụng phương pháp bảng lưu lượng
Shape	Lập bảng hệ số hình dạng (C_s) dựa trên mH_0/b_0 Phép ngoại suy các hệ số hình dạng để sử dụng trong phương pháp hệ số
Shape chart	Đồ thị hệ số hình dạng (C_s) dựa trên mH_0/b_0
Delta – Star	Các kết quả tính của δ^*/L từ số Reynolds (Re) và L/k_s để sử dụng trong phương pháp hệ số và trong lập bảng lưu lượng

Bảng D.2 – Flume 2 – Bảng tính đối với các máng có cổ hình chữ U

Trang tính	Nội dung
Summary	Tất cả các số liệu cần sử dụng phải được nhập vào bao phủ hình dạng của máng Lựa chọn sử dụng phương pháp lớp biên đơn giản hay chi tiết Cột áp đo được riêng lẻ được yêu cầu đối để tính lưu lượng Các kết quả của lưu lượng tính được bằng 3 phương pháp (xem bên dưới): Các số Froude tính được trong kênh dẫn (đối với cột áp đo được riêng lẻ và giá trị lớn nhất trong bảng lưu lượng)
Rating	Các phép tính đường đặc tính lưu lượng và kết quả (101 điểm)
Rating chart	Đồ thị đường đặc tính lưu lượng
Single	Các công việc chi tiết đối với lưu lượng tính được bằng ba phương pháp: 1 Phương pháp hệ số 2 Ngoại suy từ bảng lưu lượng 3 Phép tính lặp sử dụng phương pháp bảng lưu lượng
Shape	Lập bảng hệ số hình dạng (C_s) dựa trên H_0/D_0 Ngoại suy các hệ số hình dạng để sử dụng trong phương pháp hệ số
Shape chart	Đồ thị hệ số hình dạng (C_s) dựa trên H_0/D_0
Throat	Lập bảng hệ số chiều rộng của cổ (w_{ce}/D_0) dựa trên H_0/D_0 Ngoại suy các hệ số chiều rộng cổ để sử dụng trong phương pháp hệ số
Throat chart	Đồ thị biểu diễn hệ số chiều rộng cổ (w_{ce}/D_0) dựa trên H_0/D_0
Delta - Start	Các kết quả tính của δ^*/L từ số Reynolds (Re) và L/k_s để sử dụng trong phương pháp hệ số và trong lập bảng lưu lượng
Circular 1	Các phép tính hình học bổ sung đối với cổ máng được sử dụng trong việc lập các bảng tính lưu lượng
Circular 2a đến 2e	Các phép tính hình dạng bổ sung đối với kênh dẫn của máng (phần đo) được sử dụng trong các phép lập bảng lưu lượng, mỗi trang tính riêng lẻ là một bước lập liên tiếp

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ISO 748, *Hydrometry – Measurement of liquid flow in open channels using current-meters or floats*
 - [2] ISO 4373, *Hydrometry – Water level measuring devices*
 - [3] TCVN 8114 ISO 5168, *Đo lưu lượng lưu chất – Quy trình đánh giá độ không đảm bảo đo*
 - [4] ISO/TS 24154, *Hydrometry – Measuring river velocity and discharge with acoustic Doppler profilers*
 - [5] ISO/TS 25377, *Hydrometric uncertainty guidance (HUG)*
 - [6] TCVN 9595-3 (ISO/IEC Guide 98-3), *Độ không đảm bảo đo – Phần 3: Hướng dẫn trình bày độ không đảm bảo đo (GUM:1995)*
 - [7] ISO 26906, *Hydrometry – Fishpasses at flow measurement structures.*
 - [8] TCVN ISO/IEC 17025 (ISO/IEC 17025), *Yêu cầu chung về năng lực của phòng thử nghiệm và hiệu chuẩn*
 - [9] Ackers P., White W.R., Perkins J.A., Harrison A.J.M *Weirs and flumes for flow measurement.* J Wiley & Sons, 1978, 327 p
 - [10] Ackers P., Harrison A.J.M. *Critical-depth flumes for flow measurement in open channels,* Hydraulics Research paper No 5, Department of Scientific and Industrial Research, HMSO, 1963
 - [11] Tyler D.K. *Open channel flow measurement,* Report EX 5591, HR Wallingford, August 2007, 55pp.
-