

**TCVN 8778-1:2011  
ISO 9368-1:1990**

Xuất bản lần 1

**ĐO DÒNG CHẤT LỎNG TRONG ỐNG DẪN KÍN BẰNG  
PHƯƠNG PHÁP CÂN – QUY TRÌNH KIỂM TRA LẮP ĐẶT –  
PHẦN 1: HỆ THỐNG CÂN TĨNH**

*Measurement of liquid flow in closed conduits by the weighing method –  
Procedures for checking installations –  
Part 1: Static weighing systems*

**Mục lục**

1 Phạm vi áp dụng .....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu .....	8
3.1 Thuật ngữ, định nghĩa.....	8
3.2 Ký hiệu.....	8
4 Chứng nhận.....	8
5 Nguyên lý chung .....	9
5.1 Những chi tiết chính của lắp đặt.....	9
5.2 Chất lỏng thử .....	9
5.3 Nguyên lý đánh giá .....	9
5.4 Vận hành sơ bộ .....	10
6 Quy trình kiểm tra vận hành.....	10
6.1 Kiểm tra dụng cụ cân .....	10
6.2 Kiểm tra bộ chuyển dòng .....	11
6.3 Kiểm tra bộ đếm thời gian.....	11
6.4 Kiểm tra hệ thống đo khối lượng.....	12
6.5 Đánh giá độ ổn định lưu lượng.....	12
6.6 Nghiên cứu đặc tính dòng chảy.....	13
7 Tính toán độ không đảm bảo tổng thể.....	13
Phụ lục A (Quy định) Ước lượng sai số hệ thống và ngẫu nhiên gây ra bởi dụng cụ cân .....	16
Phụ lục B (Quy định) Nghiên cứu hoạt động của thiết bị chuyển dòng.....	21
Phụ lục C (Quy định) Đánh giá độ ổn dòng trong khoảng thời gian tích hợp.....	25
Phụ lục D (Quy định) Đánh giá độ ổn lưu lượng giữa các khoảng thời gian tích hợp điền đầy bình cân.....	28
Phụ lục E (Quy định) Nghiên cứu đặc tính dòng .....	31
Phụ lục F (Tham khảo) Thư mục tài liệu tham khảo.....	32

**Lời nói đầu**

**TCVN 8778-1:2011** hoàn toàn tương đương với ISO 9368-1:1990; **TCVN 8778-1:2011** 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.

Bộ tiêu chuẩn **TCVN 8778 (ISO 9368)** *Đo dòng chất lỏng trong ống dẫn kín bằng phương pháp cân – Quy trình kiểm tra lắp đặt* gồm có các tiêu chuẩn sau:

– TCVN 8778-1:2011(ISO 9368-1:1990) Phần 1: Hệ thống cân tĩnh

ISO 9368 *Measurement of liquid flow in closed conduits by the weighing method – Procedures for checking installations* còn có tiêu chuẩn sau:

– ISO 9368-2: Phần 2: *Dynamic weighing systems.*

**Lời giới thiệu**

Phương pháp cân tĩnh trong đo lưu lượng chất lỏng được mô tả trong tiêu chuẩn này là một phương pháp đo lường cơ bản. Phương pháp này được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu thủy lực, trong các thử nghiệm của máy bơm, tuốc bin và cho lưu lượng kế hiệu chuẩn.

Để đạt được các kết quả so sánh khi đo ở các hệ thống lắp đặt khác nhau, cần phải chuẩn hóa quy trình để thực hiện phép đo và thử nghiệm.

## Đo dòng chất lỏng trong ống dẫn kín bằng phương pháp cân – Quy trình kiểm tra lắp đặt – Phần 1: Hệ thống cân tĩnh

*Measurement of liquid flow in closed conduits by the weighing method –  
Procedures for checking installations –  
Part 1: Static weighing systems*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp thử nghiệm hệ thống lắp đặt đối với phép đo lưu lượng bằng phương pháp cân tĩnh. Phương pháp thử nghiệm bằng cách cân động được nêu trong ISO 9368-2.

### 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).

TCVN 8112 (ISO 4006), *Đo dòng lưu chất trong ống dẫn kín – Từ vựng và ký hiệu.*

TCVN 8440 (ISO 4185), *Đo dòng chất lỏng trong ống dẫn kín – Phương pháp cân*

ISO 5168:1978<sup>\*</sup>, *Measurement of fluid flow – Estimation of uncertainty of a flow-rate measurement (Đo dòng chất lỏng – Ước lượng độ không đảm bảo của phép đo lưu lượng)*

OIML, *International Recommendations 33* : 1973 Giá trị thông thường của kết quả phép đo trong không khí

<sup>\*</sup> Hiện nay ISO 5168:1978 đã được thay bằng ISO 5168:2005 và tiêu chuẩn này đã được biên soạn thành TCVN 8114:2009

### 3 Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu

#### 3.1 Thuật ngữ, định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ, định nghĩa nêu trong TCVN 8112 (ISO 4006)

#### 3.2 Ký hiệu

Các ký hiệu sử dụng trong tiêu chuẩn này được đưa ra trong Bảng 1.

**Bảng 1 - Ký hiệu**

Ký hiệu	Đại lượng	Thứ nguyên <sup>1)</sup>	Đơn vị SI
$E_R$	Độ không đảm bảo ngẫu nhiên, giá trị tương đối	Không thứ nguyên	-
$e_R$	Độ không đảm bảo ngẫu nhiên, giá trị tuyệt đối	2)	2)
$E_S$	Độ không đảm bảo hệ thống, giá trị tương đối	Không thứ nguyên	-
$e_S$	Độ không đảm bảo hệ thống, giá trị tuyệt đối	2)	2)
$m$	Khối lượng	M	kg
$q_V$	Lưu lượng thể tích	$L^3T^{-1}$	$m^3/s$
$q_m$	Lưu lượng khối lượng	$MT^{-1}$	kg/s
$S$	Độ lệch chuẩn, giá trị tương đối	Không thứ nguyên	-
$s$	Độ lệch chuẩn, giá trị tuyệt đối	2)	2)
$t$	Thời gian	T	s
$V$	Thể tích	$L^3$	$m^3$
$\rho$	Khối lượng riêng của chất lỏng	$ML^{-3}$	$kg/m^3$

<sup>1)</sup> M = khối lượng; L = chiều dài; T = thời gian.  
<sup>2)</sup> Kích thước và đơn vị là đặc trưng của đại lượng mà độ không đảm bảo đo được xác định

### 4 Chứng nhận

Nếu thiết lập hệ thống để đo lưu lượng theo phương pháp cân được sử dụng cho mục đích theo đo lường pháp quyền, thì phải được xác nhận và đăng ký bởi các cơ quan có thẩm quyền về đo lường quốc gia. Phải kiểm tra, hiệu chuẩn định kỳ trong khoảng thời gian được quy định. Nếu không thì phải có một bản ghi xác nhận của phòng đo lường chuẩn (về độ dài, khối lượng, thời gian và nhiệt độ), và việc đánh giá, phân tích sai số theo tiêu chuẩn này cũng có thể chứng nhận pháp lý cho các mục đích đo lường.

Người chịu trách nhiệm thực hiện việc kiểm tra phải đánh giá kết quả theo quy định của tiêu chuẩn này và phải lập, ký trong các báo cáo kết quả.

## 5 Nguyên lý chung

### 5.1 Những chi tiết chính của lắp đặt

Hệ thống cân tĩnh khi lắp đặt thường bao gồm các chi tiết chính sau đây:

- bể nguồn;
- đoạn ống thử nghiệm;
- bộ chuyển dòng;
- bình cân;
- thiết bị cân;
- bình hứng;
- bộ đếm thời gian;
- một hoặc nhiều máy bơm.

Những yêu cầu cụ thể đối với các chi tiết này được quy định trong TCVN 8440 (ISO 4185).

### 5.2 Chất lỏng thử

Thông thường dùng nước sạch làm chất lỏng thử khi kiểm tra lắp đặt đối với phép đo lưu lượng bằng phương pháp cân.

Những chất lỏng khác cũng có thể được sử dụng miễn là áp suất bay hơi của chất lỏng đủ thấp để cho sự bay hơi là không đáng kể. Vì lý do thực tế, (đặc biệt là hạn chế hiện tượng hóa hơi của nước trong bình cân) khuyến nghị hệ số độ nhớt động học của chất lỏng không vượt quá  $35 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ .

### 5.3 Nguyên tắc kiểm định

Sau khi lắp đặt xong hệ thống thì phải kiểm tra, đánh giá sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên.

Sau đó các phép thử được tiến hành trong khoảng thời gian cụ thể để xác định sai số và để so sánh với kết quả trước đó, từ đó xác định khoảng thời gian cần thiết giữa các lần kiểm tra.

Nguyên lý chung của việc đánh giá hiệu chỉnh hệ thống đo dòng là việc kiểm tra các sai số một cách riêng biệt cho từng chi tiết lắp đặt và kết hợp chúng lại theo cách đánh giá độ không đảm bảo đo thành phần từ đó xác định độ không đảm bảo tổng thể hệ thống được lắp đặt.

Điều 6.2 TCVN 8440 (ISO 4185) nêu phương pháp đánh giá sai số của dụng cụ cân và bộ chuyển dòng.

Tiêu chuẩn này nhấn mạnh khía cạnh kiểm định và thử nghiệm hệ thống. Đặc biệt, quy trình tương tự được đưa ra để kiểm tra dụng cụ cân (xem 6.1 và Phụ lục A), kiểm tra bộ chuyển dòng (xem 6.2 và

## **TCVN 8778-1:2011**

Phụ lục B), kiểm tra bộ đếm thời gian (xem 6.3), kiểm tra hệ thống đo khối lượng riêng (6.4), đánh giá độ ổn định lưu lượng (xem 6.5 và Phụ lục C và Phụ lục D), xem xét về đặc tính dòng chảy (xem 6.6 và Phụ lục E) và tính độ không đảm bảo tổng thể (xem Điều 7).

### **5.4 Vận hành sơ bộ**

Trước khi tiến hành kiểm tra chi tiết thì tiến hành các thao tác sơ bộ sau:

- a) Xem xét mô tả kỹ thuật và quy trình thao tác lắp đặt;
- b) Kiểm tra các đặc tính của thiết bị, thiết bị đo chính và phụ trợ và xác nhận rằng nó phù hợp với các đặc tính nêu trong bản mô tả;
- c) Kiểm tra hoạt động của hệ thống thủy lực để thiết lập tất các nguồn sai số bổ sung;
- d) Xác định dải lưu lượng hoạt động.

Lưu lượng vận hành tối đa của phép đo sẽ thấp hơn 2 giá trị sau:

- a) Lưu lượng tối đa có thể được tạo ra bởi hệ thống nguồn cung cấp dòng chảy khi hoạt động trong một vòng kín với trở kháng thủy lực tối thiểu;
- b) Lưu lượng tương ứng với thời gian tối thiểu cho phép đo để điền đầy bình cân đến mức định trước, thời gian tối thiểu phải đáp ứng các yêu cầu nêu trong Điều 3.3, TCVN 8440 (ISO 4185), nghĩa là khoảng 30 s, tùy vào trường hợp cụ thể.

## **6 Quy trình kiểm tra vận hành**

### **6.1 Kiểm tra thiết bị cân**

Khối lượng của chất lỏng thu được được xác định bằng cách cân bình có chứa chất lỏng trước và sau chu kỳ 1 chuyển dòng (cân kép) và khối lượng bình cân sau đó trừ đi lượng bì (khối lượng bình cân khi không chứa chất lỏng).

Kiểm tra dụng cụ cân sử dụng phương pháp cân kép sẽ cho phép xác định số hiệu chính và độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên và hệ thống gây ra do dụng cụ cân. Quy trình đánh giá độ không đảm bảo đo đó được nêu chi tiết trong TCVN 8440 (ISO 4185) và Phụ lục A của tiêu chuẩn này.

#### **6.1.1 Kiểm tra bằng khối lượng quả cân chuẩn**

Để kiểm tra thiết bị cân, sử dụng các quả cân chuẩn có tổng khối lượng không ít hơn khối lượng tối đa có thể của chất lỏng thu được. Sai số tối đa cho phép của các quả cân chuẩn phải là 20 % hoặc thấp hơn độ không đảm bảo đo mong đợi của dụng cụ cân.

Nếu tổng khối lượng của quả chuẩn sử dụng trong quá trình kiểm định thấp hơn khối lượng tối đa có thể của chất lỏng thu được, thì phương pháp cân thể có thể được sử dụng để kiểm tra dụng cụ cân. Trong trường hợp này, tổng khối lượng của quả cân chuẩn phải lớn hơn 25 % của khối lượng tối đa



của chất lỏng được cân. Tuy nhiên, giá trị 25 % này có thể giảm, miễn là nó được xác định bằng thực nghiệm, theo quy trình lập lại tương tự mà có độ chính xác cần đạt được.

Khi yêu cầu độ chính xác cao, sẽ phải tính đến ảnh hưởng của sức nổi của không khí đến khối lượng quả cân chuẩn và chất lỏng theo OIML Recommendations 33 và TCVN 8440 (ISO 4185).

### 6.1.2 Kiểm tra bằng bình cân thể tích chuẩn

Trong những trường hợp cụ thể, ví dụ như đối với bình cân dung tích lớn hoặc một vài cấu trúc không ngập hoàn toàn theo lượng nước chứa trong bình, tốt hơn là kiểm tra dụng cụ cân bằng bình cân thể tích chuẩn, thể tích phải từ 5 % đến 10 % của thể tích tối đa chứa trong bình cân.

Kiểm tra bằng bình cân thể tích chuẩn là cần thiết để biết khối lượng của nước trong điều kiện đo với độ không đảm bảo đo nhỏ hơn 0,01 %. Điều này có nghĩa trong việc xác định độ không đảm bảo đo với nhiệt độ của nước dưới 0,5 °C.

Quy trình kiểm tra giống với việc sử dụng quả cân chuẩn (xem 6.1.1).

## 6.2 Kiểm tra bộ chuyển dòng

Trước khi bắt đầu thử nghiệm, bộ chuyển dòng phải được kiểm tra với lưu lượng tối đa và tối thiểu để đảm bảo rằng không xảy ra bắn nước vào hoặc ra bình cân trong khi chuyển dòng hoặc đo lưu lượng.

Ở gần đầu ra vòi phun tới lưới chia của bộ phận chuyển dòng có sự gia tăng lưu lượng do sự thay đổi áp suất. Điều này được xác định bằng cách đo sự thay đổi bất kỳ của áp suất trong đường ống tại lưu lượng lớn nhất với thiết bị chuyển dòng đặt tại vị trí cố định. Sự thay đổi áp suất bất thường không xảy ra trong đường ống.

Bộ chuyển dòng sẽ được kiểm tra độ kín bằng mắt thường (rò rỉ) tại áp suất tương đương với áp suất làm việc. Trong trường hợp rò rỉ nhỏ có thể bỏ qua, tất cả các rò rỉ sẽ được gộp lại và xác định ở chu kỳ chuyển dòng thông thường. Do đó tổng các rò rỉ có thể phụ thuộc vào lưu lượng, phép đo sẽ được thực hiện ở lưu lượng tối thiểu, trung bình và tối đa (chi tiết của cách tính toán xem B.1).

Sau tất cả các thủ tục kiểm tra trên, xác định sai số hệ thống, ngẫu nhiên gây ra do bộ chuyển dòng, áp dụng phương pháp mô tả trong điều 6.2.1.3 và 6.2.2.2 và Phụ lục A của TCVN 8440 (ISO 4185) hoặc là theo phương pháp nêu trong Phụ lục B của tiêu chuẩn này.

## 6.3 Kiểm tra bộ đếm thời gian

Bất kỳ sai số nào trong hiệu chuẩn bộ đếm thời gian sẽ gây ra một sai số hệ thống trong phép đo thời gian nạp nước vào bình cân.

Để đảm bảo rằng sai số ngẫu nhiên gây ra do bộ đếm thời gian trong phép đo thời gian nạp nước vào bình cân có thể bỏ qua, thì bộ đếm thời gian phải gây ra sai số nhỏ hơn 0,01 % đối với thời gian tối thiểu điền đầy bình cân (tức là khoảng 3 ms ứng với thời gian nạp nước tối thiểu là 30 s). Có thể đọc được sai số nhỏ hơn 0,01 % bằng phương pháp nội suy, chẳng hạn như phương pháp xung nhịp kép (xem ISO 7278-3).

#### **6.4 Kiểm tra hệ thống đo khối lượng riêng**

Nếu yêu cầu biết lưu lượng thể tích tương ứng với lưu lượng khối lượng thì phải xác định tỷ trọng của chất lỏng với độ chính xác theo yêu cầu. Độ chính xác cao là khó đạt được đối với chất lỏng có hệ số giãn nở nhiệt cao. Kỹ thuật xác định tỷ trọng và phương pháp tính toán sai số tương ứng đã được nêu trong mục 3.5 và 6.2.1.4 của TCVN 8440 (ISO 4185).

#### **6.5 Đánh giá độ ổn định lưu lượng**

Mong muốn là xác định độ ổn định của lưu lượng trong đoạn đường ống thử nghiệm cho các ứng dụng nhất định của hệ thống cân. Đánh giá độ ổn định lưu lượng sẽ chỉ ra hiệu quả hoạt động của hệ thống ổn định dòng chảy, bao gồm thiết bị làm suy giảm độ không ổn định của dòng, phổ có thể phủ dải tần số rộng.

Có nhiều kỹ thuật để đánh giá độ ổn định lưu lượng. Một phương pháp là lắp đặt một đồng hồ tua bin có quán tính thấp trong đường ống sau đó đánh giá tần số xung đầu ra, phương pháp tốt nhất là tăng tần số xung đầu ra đồng hồ tua bin. Đồng hồ tua bin sẽ có sự ổn định tốt hơn sự ổn định dòng dự kiến của hệ thống.

Ổn định dòng có thể được đánh giá một trong hai cách, hoặc là trong phạm vi khoảng thời gian tích hợp (hoặc chuyển dòng) hoặc giữa các khoảng thời gian tích hợp. Các kỹ thuật khác liên quan đến hai ứng dụng, chi tiết xem trong 6.5.1 và 6.5.2.

##### **6.5.1 Độ ổn định lưu lượng trong khoảng thời gian tích hợp**

Một đồng hồ tua bin với tần số hoặc các xung đầu ra phù hợp được lắp đặt trong mạch để đánh giá độ ổn định lưu lượng trong khoảng thời gian tích hợp. Nếu không dùng đồng hồ tua bin thì một loại đồng hồ khác có thể được sử dụng miễn là nó có độ ổn định ngắn hạn tốt, tính năng đáp ứng tương đối nhanh, và thích hợp để ghi hoặc đọc trong khoảng thời gian ngắn. Độ ổn định lưu lượng sẽ được xác định tại một số lưu lượng trong dải hoạt động của hệ thống.

Khi lưu lượng đã ổn định, bộ chuyển dòng sẽ khởi động bắt đầu đếm thời gian. Khi đó tín hiệu đầu ra của lưu lượng kế là sự thể hiện của lưu lượng, tín hiệu sẽ được ghi ít nhất một lần trong mỗi giây, cứ như vậy 60 s sẽ được tính trong khoảng thời gian tích hợp.

Quy trình này sẽ được lặp lại tại các điểm lưu lượng lựa chọn khác. Kết quả thu được sẽ được phân tích theo phương pháp nêu trong Phụ lục C.

##### **6.5.2 Độ ổn định lưu lượng giữa các khoảng thời gian tích hợp**

Đối với các ứng dụng cụ thể, có thể cần xác định độ ổn định lưu lượng dài hạn, trong trường hợp đó cần yêu cầu kỹ thuật khác. Tốt hơn là có một đồng hồ đo độ ổn định trung bình được lắp đặt trong đoạn thử nghiệm này. Một đồng hồ tua bin hoặc đồng hồ điện tử có chất lượng tốt với độ ổn định xấp xỉ 0 sẽ là phù hợp. Quy trình này được mô tả trong Phụ lục D với các ví dụ thực nghiệm.

### 6.5.3 Ứng dụng của đánh giá độ ổn định lưu lượng

Giá trị nhận được từ  $S_5$  (độ lệch chuẩn tương đối của các thành phần sai số ngẫu nhiên, như mô tả trong Phụ lục C) chỉ nên sử dụng như là hướng dẫn trong đánh giá độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên tổng thể của hệ thống. Ví dụ: Nếu phương pháp cân sử dụng để hiệu chuẩn lưu lượng kế thì đóng góp của giá trị  $S_5$  với độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên tổng thể tùy thuộc vào loại lưu lượng kế được hiệu chuẩn và phương pháp đo, trung bình đầu ra của  $S_5$  sẽ vượt quá thời gian điền đầy bình cân.

Nếu đồng hồ tua bin đang được hiệu chuẩn sử dụng tổng số lượng xung với thời gian điền đầy bình cân thì đóng góp của độ không ổn định lưu lượng với sai số phép đo tổng số có thể được bỏ qua. Ngược lại một thiết bị đo lưu lượng sử dụng nguyên lý chênh áp với đầu ra có đọc số đọc đơn lẻ tức thời thì có thể yêu cầu thêm vào toàn bộ các số hạng của  $S_5$ .

Đánh giá độ ổn định lưu lượng giữa khoảng thời gian điền đầy bình cân có thể phải quan tâm đến việc kiểm tra độ ổn định của lưu lượng trong khoảng thời gian dài và xác định ảnh hưởng của tất cả các thiết bị tạo ổn định trong hệ thống. Điều này là quan trọng nếu cần lưu lượng ổn định trong một thời gian dài như để kiểm tra bơm hoặc đồng hồ tua bin nước.

Do đó có thể hoặc không tính đến bất kỳ sai số gây bất ổn định dòng sẽ tùy thuộc vào thiết bị thử hoặc mục đích của lắp đặt.

Khi mà dòng không ổn định có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến phép đo lưu lượng, các phép phân tích sai số sẽ phải tính đến ảnh hưởng đó.

### 6.6 Nghiên cứu đặc tính dòng chảy

Nếu một hệ thống cân được sử dụng để kiểm định đồng hồ đo thì điều quan trọng là biết đặc tính của đồng hồ đo thông qua phép hiệu chuẩn tuyến tính.

Phụ lục E nêu chi tiết các kỹ thuật khác nhau để xác định đặc tính của dòng yêu cầu.

## 7 Tính toán độ không đảm bảo tổng thể

Độ không đảm bảo ngẫu nhiên và hệ thống sẽ được xác định theo quy trình nêu trong Điều 6 và Phụ lục từ A đến D.

Khi có thể, sai số hệ thống phải được hiệu chỉnh trước thực hiện phép đo tiếp theo. Bất kỳ độ không đảm bảo hệ thống còn lại nào đều được xác định theo điều 6.2.1 và Phụ lục C của TCVN 8440 (ISO 4185).

Độ không đảm bảo đo hệ thống tương đối được xác định theo:

$$E_s = (E_{s_1}^2 + E_{s_2}^2 + E_{s_3}^2 + E_{s_4}^2)^{1/2}$$

trong đó:

## TCVN 8778-1:2011

$E_{s_1}$  là giá trị tương đối của độ không đảm bảo hệ thống của dụng cụ cân (xem 6.1 và Phụ lục B);

$E_{s_2}$  là giá trị tương đối của độ không đảm bảo hệ thống của bộ chuyển dòng (xem 6.2 và Phụ lục B);

$E_{s_3}$  là giá trị tương đối của độ không đảm bảo hệ thống của độ kín của bộ chuyển dòng (xem 6.2 và Phụ lục B);

$E_{s_4}$  là giá trị tương đối của độ không đảm bảo hệ thống của phép xác định khối lượng (xem 6.4).

Phải chú ý là  $E_{s_4}$  chỉ được tính đến nếu lưu lượng thể tích lớn hơn lưu lượng khối lượng.

Độ không đảm bảo ngẫu nhiên tương đối được xác định theo:

$$E_R = t^* (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2)^{1/2}$$

trong đó:

$S_1$  là giá trị độ lệch chuẩn tương đối của sai số ngẫu nhiên của dụng cụ cân (xem 6.1 và Phụ lục A);

$S_2$  là giá trị độ lệch chuẩn tương đối của sai số ngẫu nhiên của bộ chuyển dòng (xem 6.2 và Phụ lục A);

$S_3$  là giá trị độ lệch chuẩn tương đối của sai số ngẫu nhiên của độ kín bộ chuyển dòng (xem 6.2 và Phụ lục B);

$S_4$  là giá trị độ lệch chuẩn tương đối của sai số ngẫu nhiên của phép xác định tỷ trọng (xem 6.4).

$t^*$  là phân bố Student, nêu trong Bảng 2, với bậc tự do thích hợp.

Nếu sự không ổn định dòng có ảnh hưởng đến kết quả thử, có thể cần tính đến  $S_5$  và có thể là  $S_6$  (xem 6.5 và Phụ lục C và D).

Độ không đảm bảo đo tổng thể trong phép đo lưu lượng phải trích dẫn qua hai giá trị riêng biệt:

- Độ không đảm bảo ngẫu nhiên,  $E_R$
- Độ không đảm bảo hệ thống,  $E_S$

Cách khác, độ không đảm bảo đo tổng thể có thể được biểu thị như là độ không đảm bảo đo tổng hợp:

$$E = (E_R^2 + E_S^2)^{1/2}$$

Khi độ không đảm bảo đo có xác suất 95%, độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên tổng thể  $(E_R)_{95}$  sau đó sẽ được trích dẫn riêng biệt, phù hợp với yêu cầu của ISO 5168.

Bảng 2 – Phân bố Student  $t'$  với bậc tự do khác nhau và ở mức tin cậy 95%

Bậc tự do	$t'_{95}$
1	12,706
2	4,303
3	3,182
4	2,776
5	2,571
6	2,447
7	2,365
10	2,228
15	2,131
20	2,086
30	2,042
60	2,000
$\infty$	1,960

**Phụ lục A**

(Quy định)

**Ước lượng sai số hệ thống và ngẫu nhiên gây ra bởi dụng cụ cân**

Phổ biến nhất sử dụng hệ thống cân trực tiếp là cân. TCVN 8440 (ISO 4185) đưa ra phương pháp xác định sai số hệ thống và ngẫu nhiên của loại cân này. Các phương pháp sau đây là kỹ thuật thay thế cũng bao gồm hệ thống cân trực tiếp khác.

**A.1 Quy trình thực nghiệm**

Cân được gia tải với khối lượng quả cân chuẩn, sau đó dỡ tải. Giá trị sai số được xác định tại lúc gia tải và dỡ tải phải được xác định tại ít nhất 10 mức phân bố đều từ "không" đến giá trị tải tối đa (giá trị chất tải tối đa bằng sự khác nhau giữa giới hạn tối đa của cân và khối lượng của bình cân không tải).

Giá trị sai số được xác định:

$$\Delta m_i = R_{mi} - (m + \overline{R_0}) \quad (1)$$

trong đó:

$\Delta m_i$  là sai số của phép đo thứ  $i$  tại tải  $(m + \overline{R_0})$ ;

$R_{mi}$  là số đọc của cân tại phép đo thứ  $i$  với khối lượng quả cân chuẩn  $m$ ;

$m$  là khối lượng quả cân chuẩn;

$\overline{R_0}$  là giá trị  $R_{oi}$  có nghĩa thu được, trong đó  $R_{oi}$  là số đọc của cân tại phép đo thứ  $i$  với bình cân rỗng

**A.2 Ước lượng độ không đảm bảo của phép đo khối lượng thực hiện bằng cân kép**

Giá trị sai số số học trung bình  $\overline{\Delta m}$  và độ lệch chuẩn  $s_{\Delta m}$  của sai số dụng cụ cân được tính toán đối với mỗi mức tải như sau:

$$\overline{\Delta m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta m_i \quad (2)$$

$$s_{\Delta m} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta m_i - \overline{\Delta m})^2}{(n-1)} \right]^{1/2} \quad (3)$$

Trong đó:  $n$  thường là 5 đối với giá trị tải tối đa và bình cân rỗng, và là 10 đối với các mức tải khác.

Kết quả của  $\overline{\Delta m}$  và  $s_{\Delta m}$  biểu diễn  $(m + \overline{R_0})$  được sử dụng để suy ra phép nội suy. Khi yêu cầu độ chính xác cao đối với quan hệ giữa  $\overline{\Delta m}$  và  $(m + \overline{R_0})$ , giữa  $s_{\Delta m}$  và  $(m + \overline{R_0})$  nên sử dụng công thức tính toán bằng phương pháp bình phương tối thiểu.

Khi khối lượng chất lỏng M, thu thập vào bình chứa (hoặc xả khỏi bình chứa) được biểu thị bằng sự khác nhau giữa hai giá trị cân thì:

$$M = R_1 - R_2 \quad (4)$$

Trong đó  $R_1$  và  $R_2$  là số đọc của cân.

Vì vậy, sai số hệ thống trong phép xác định khối lượng lưu chất bằng  $\overline{\Delta m_1} - \overline{\Delta m_2}$  trong đó  $\overline{\Delta m_1}$  và  $\overline{\Delta m_2}$  là giá trị tương ứng của  $\overline{\Delta m}$  với  $R_1$  và  $R_2$ . Tiếp theo, phép đo khối lượng sẽ được hiệu chỉnh bằng  $(\overline{\Delta m_1} - \overline{\Delta m_2})$  có tính đến sai số trung bình hệ thống ở trên.

Độ không đảm bảo đo hệ thống còn lại trong phép đo tiếp theo gây ra do thành phần ngẫu nhiên của sai số hệ thống trong quy trình hiệu chuẩn và độ không đảm bảo đo của khối lượng quả cân chuẩn. Khi bỏ qua độ không đảm bảo đo của khối lượng quả cân chuẩn, thường là trong trường hợp độ không đảm bảo đo hệ thống trong phép đo khối lượng đơn theo công thức:

$$e_s = t^* / \sqrt{n} (s_{\Delta m_1}^2 + s_{\Delta m_2}^2)^{1/2} \quad (5)$$

trong đó:

$s_{\Delta m_1}$  và  $s_{\Delta m_2}$  là giá trị tương ứng của  $s_{\Delta m}$  với  $R_1$  và  $R_2$ ;

$t^*$  là phân bố Student với n-1 bậc tự do.

Độ lệch chuẩn, s của sai số ngẫu nhiên trong phép đo khối lượng lưu chất đơn, M có thể giả định là bằng độ lệch chuẩn của số đọc tại cùng mức tải trong quy trình hiệu chuẩn :

$$s = (s_{\Delta m_1}^2 + s_{\Delta m_2}^2)^{1/2} \quad (6)$$

Giá trị tương đối của độ không đảm bảo đo hệ thống  $E_{s_1}$  và độ lệch chuẩn  $S_1$  của sai số ngẫu nhiên thu được bởi:

$$E_{s_1} = \frac{e_s}{M} \quad (7)$$

$$S_1 = \frac{s}{M} \quad (8)$$

### A.3 Ví dụ thực nghiệm

Cân có bì là 1100 kg được thử với 10 quả cân 1000 kg trên 5 chu kỳ gia tải và dỡ tải, kết quả thu được nêu trong Bảng A.2.

Giá trị  $s_{\Delta m}$  như là hàm số của  $(m + \overline{R_0})$  thu được từ công thức (3) và được nêu trong Bảng A.1.

**Bảng A.1 - Giá trị  $s_{\Delta m}$  như là hàm số của  $(m + \overline{R_0})$**

$(m + \overline{R_0})$ kg	$s_{\Delta m}$ kg
2 100	2,6
3 100	3,6
4 100	1,9
5 100	3,0
6 100	3,7
7 100	3,9
8 100	3,6
9 100	3,3
10 100	3,9
11 100	3,6

Giả thiết theo số liệu cân thu được :

$$R_1 = 8620 \text{ kg}$$

$$R_2 = 3235 \text{ kg}$$

$$\text{thi } M = 8620 - 3235 = 5385 \text{ kg}$$

Sử dụng phép nội suy, giá trị  $\overline{\Delta m_1}$ ,  $\overline{\Delta m_2}$ ,  $s_{\Delta m_1}$ ,  $s_{\Delta m_2}$  tương ứng với  $R_1$  và  $R_2$ , kết quả thu được như sau:

$$\overline{\Delta m_1} = 0,6 + \frac{1,2 - 0,6}{9100 - 8100} \times (8620 - 8100) \approx 0,9 \text{ kg}$$

$$\overline{\Delta m_2} = 3,1 + \frac{0,3 - 3,1}{4100 - 3100} \times (3235 - 3100) \approx 2,7 \text{ kg}$$

$$s_{\Delta m_1} = 3,6 + \frac{3,3 - 3,6}{9100 - 8100} \times (8620 - 8100) \approx 3,4 \text{ kg}$$

$$s_{\Delta m_2} = 3,6 + \frac{1,9 - 3,6}{4100 - 3100} \times (3235 - 3100) \approx 3,4 \text{ kg}$$

Việc hiệu chỉnh được áp dụng với phép đo khối lượng lưu chất:

$$- (0,9 - 2,7) = + 1,8 \text{ kg}$$

Độ không đảm bảo đo hệ thống:



$$e_s = \frac{2,262}{\sqrt{10}} (3,4^2 + 3,4^2)^{1/2} = 3,4 \text{ kg}$$

(Bỏ qua sai số của khối lượng quả cân chuẩn), nghĩa là:

$$E_{s_1} = \frac{3,4}{5\,386,8} = 0,000\,6 \text{ hoặc } 0,06\%$$

Độ lệch chuẩn của sai số ngẫu nhiên:

$$s = (3,4^2 + 3,4^2)^{1/2} = 4,8 \text{ kg}$$

Nghĩa là:  $S_1 = \frac{4,8}{5\,386,8} = 0,000\,9 \text{ hoặc } 0,09\%$ .

Bảng A.2 – Ví dụ kết quả đo của một phép kiểm tra cân

Giá trị tính bằng kilogram

Của cân chuẩn $m$	Số đọc trên cân $R_{oi}$ hoặc $R_{mi}$										Sai số của cân, $\Delta m_i$										$\bar{\Delta m}$	$(m + \bar{R}_o)$
	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$	$i = 5$	$i = 6$	$i = 7$	$i = 8$	$i = 9$	$i = 10$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$	$i = 5$	$i = 6$	$i = 7$	$i = 8$	$i = 9$	$i = 10$		
0	1 102	1 100		1 100		1 098		1 100			+2	0		0		-2		0			0	1 100
1 000	2 102	2 102	2 103	2 102	2 105	2 098	2 097	2 098	2 100	2 100	+2	+2	+3	+2	+5	-2	-3	-2	0	0	+0,7	2 100
2 000	3 103	3 103	3 105	3 100	3 105	3 103	3 102	3 103	3 102	3 105	+3	+3	+5	0	+5	+3	+2	+3	+2	+5	+3,1	3 100
3 000	4 103	4 102	4 102	4 100	4 098	4 098	4 098	4 100	4 102	4 100	+3	+2	+2	0	-2	-2	-2	0	+2	0	+0,3	4 100
4 000	5 100	5 100	5 100	5 105	5 100	5 097	5 097	5 095	5 102	5 103	0	0	0	+5	0	-3	-3	-5	+2	+3	-0,1	5 100
5 000	6 105	6 102	6 105	6 103	6 102	6 100	6 100	6 095	6 095	6 097	+5	+2	+5	+3	+2	0	0	-5	-5	-3	+0,4	6 100
6 000	7 102	7 103	7 105	7 106	7 102	7 100	7 097	7 097	7 098	7 094	+2	+3	+5	+6	+2	0	-3	-3	-2	-6	+0,4	7 100
7 000	8 103	8 100	8 098	8 106	8 105	8 094	8 098	8 100	8 100	8 102	+3	0	-2	+6	+5	-6	-2	0	0	+2	+0,6	8 100
8 000	9 106	9 103	9 097	9 100	9 105	9 100	9 102	9 098	9 103	9 098	+6	+3	-3	0	+5	0	+2	-2	+3	-2	+1,2	9 100
9 000	10 105	10 102	10 103	10 095	10 102	10 103	10 095	10 105	10 097	10 098	+5	+2	+3	-5	+2	+3	-5	+5	3	-2	+0,5	10 100
10 000	11 102		11 102		11 103		11 105		11 103		+2		+2		+3		+5		+3		+3,0	11 100

## Phụ lục B

(Quy định)

### Nghiên cứu hoạt động của thiết bị chuyển dòng

#### B.1 Quy trình thực nghiệm

Phương pháp này có thể sử dụng khi bộ chuyển dòng bắt đầu hoặc dừng bộ đếm thời gian dưới các điều kiện khác điều kiện quy định trong TCVN 8440 (ISO 4185)

Hình B.1 minh họa sự điền đầy bình cân khi phép đo lưu lượng sử dụng hệ thống chuyển dòng. Bộ đếm thời gian có thể bắt đầu tại điểm khác nhau như là 1 hoặc 4, và dừng lại tại điểm 5 hoặc 8.

Đoạn 1,2,3,4 và 5,6,7,8 trình bày khoảng thời gian di chuyển của thiết bị chuyển dòng khi dòng chảy được đóng ngắt vào và ra bình cân (thời gian  $t_1$  là từ đường xả vào bình cân;  $t_2$  là thời gian từ bình cân vào đường xả.)

Đoạn 3 - 6 biểu thị thời gian điền đầy bình cân với lưu lượng ổn định.

Đoạn 2 - 9 và 12 - 7 biểu thị sự thay đổi dòng chảy qua thiết bị chuyển dòng khi dòng chất lỏng chuyển vào bình cân và về đường xả.

Đoạn 9-12 chỉ ra lưu lượng thực qua hệ thống đo.

Đoạn 1-2, 9-10, 11-12 và 7-8 biểu thị bộ chuyển dòng chạy không.

Mạch điện chỉ ra trong Hình B2 có thể được sử dụng để xác định hệ số hiệu chỉnh  $\Delta t$  gây ra do thời gian đóng ngắt khác nhau của thiết bị chuyển dòng. công tắc đóng ngắt  $K_1$  và  $K_2$  ở vị trí  $T_1$  để đo thời gian đóng ngắt  $t_1$ , khi dòng chảy chuyển từ đường xả vào bình cân. Sự di chuyển của đòn A tạo kết nối cố định với điều khiển thiết bị chuyển dòng (ví dụ: các đòn bẩy của động cơ) các công tắc đóng 2-6 sẽ kích hoạt bộ đếm thời gian điện tử hoạt động. công tắc đóng 1-4 sẽ dừng bộ đếm thời gian. Công tắc đóng ngắt  $K_1$  và  $K_2$  ở vị trí  $T_2$  để đo thời gian đóng ngắt  $t_2$ . Sự di chuyển của đòn B sẽ đóng các công tắc 1, 3 và như vậy sẽ kích hoạt bộ đếm thời gian điện tử. Công tắc 2 - 5 đóng sẽ dừng bộ đếm thời gian.

Tiến hành n phép đo xác định ( $n \geq 10$ ) của thiết bị chuyển dòng đóng ngắt (switching) với thời gian  $t_1$  và  $t_2$ . Sau đó xác định các giá trị trung bình  $\bar{t}_1$  và  $\bar{t}_2$  và tính hiệu chỉnh  $\Delta t = \left| \bar{t}_1 - \bar{t}_2 \right|$ .

Phép thử được tiến hành trong điều kiện bộ chuyển dòng được cung cấp nguồn bình thường (nguồn, lò xo hoặc thanh xoắn, điện hoặc khí nén v.v...)

Phép đo được thực hiện tại lưu lượng  $q_{v,min}$ ;  $0,5 q_{v,max}$  và  $q_{v,max}$ .

**B.2 Đánh giá độ không đảm bảo đo gây ra do bộ chuyển dòng**

Đối với một loạt phép đo, thời gian  $t_1$  và  $t_2$ , giá trị trung bình  $\bar{t}_1$  và  $\bar{t}_2$ , độ lệch chuẩn  $S_2$  và  $S_3$  và độ lệch,  $\Delta t$ , được tính như sau:

$$\bar{t}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n t_{1i}}{n}$$

$$\bar{t}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n t_{2i}}{n}$$

$$S_2 = \frac{1}{t_{\min}} \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (t_{1i} - \bar{t}_1)^2}{(n-1)} \right]^{1/2}$$

$$S_3 = \frac{1}{t_{\min}} \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (t_{2i} - \bar{t}_2)^2}{(n-1)} \right]^{1/2}$$

$$\Delta t = |\bar{t}_1 - \bar{t}_2|$$

Trong đó  $t_{\min}$  là thời gian điền đầy bình cân tối thiểu trong điều kiện hoạt động bình thường.

Từ giá trị  $S_2$  và  $S_3$  và  $\Delta t$  thu được, giá trị lớn nhất được chọn làm  $S_{\max}$  và  $\Delta t_{\max}$ . Để hiệu chỉnh sai số thời gian đo sử dụng phương pháp nêu trong Phụ lục A, TCVN 8440 (ISO 4185).

Dữ liệu thu được cho phép tính toán thành phần sai số hệ thống  $E_{S_2}$  của thời gian đóng ngắt khác nhau của thiết bị chuyển dòng theo công thức:

$$E_{S_2} = \frac{\Delta t_{\max}}{2t_{\min}}$$

Khi bộ đếm thời gian đóng ngắt tại vị trí chuyển dòng khác nhau (xem Hình B.1), sai số  $E_{S_2}$  được tính theo một trong hai công thức sau:

$$E_{S_2} = \frac{\Delta t_{\max}}{2t_{\min}} \text{ với vị trí 1-8 hoặc 4-5}$$

hoặc

$$E_{S_2} = \frac{\Delta t_{\max}}{2t_{\min}} \text{ với vị trí 1-5 hoặc 4-8.}$$

**B.3 Ví dụ thực nghiệm**

Lưu lượng tối đa là  $q_{n,\max} = 2\text{kg/s}$ , thời gian điền đầy bình tối thiểu của phép đo tại lưu lượng tối đa  $t_{\min} = 40\text{s}$ .

Mười phép đo thời gian khi bộ chuyển dòng hoạt động được nêu trong Bảng B.1.

Bảng B.1 – Kết quả của phép thử của thời gian đóng ngắt khác nhau của bộ chuyển dòng

Đơn vị tính bằng giây

Số phép đo	Thời gian hoạt động của bộ chuyển dòng	
	Từ đường xả đến bình cân	Từ bình cân về đường xả
1	0,031 2	0,0271
2	0,032 3	0,026 6
3	0,031 9	0,027 6
4	0,032 4	0,027 9
5	0,032 4	0,028 2
6	0,031 4	0,028 0
7	0,031 8	0,027 4
8	0,031 5	0,027 4
9	0,031 5	0,027 4
10	0,031 5	0,027 3

Từ các giá trị của Bảng B.1 có:

$$\bar{t}_1 = 0,032 0; \bar{t}_2 = 0,027 5; |\Delta t| = 0,004 \text{ s}; t_{\min} = 40 \text{ s.}$$

$$S_2 = \frac{1}{t_{\min}} \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (t_{1i} - \bar{t}_1)^2}{(n-1)} \right]^{1/2} = \frac{1}{40} \sqrt{\frac{781}{9}} \times 10^{-4} = \frac{1}{40} \times 9,3 \times 10^{-4}$$

$$= 0,000 02 \text{ hoặc } 0,002 \%;$$

$$S_3 = \frac{1}{t_{\min}} \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (t_{2i} - \bar{t}_2)^2}{(n-1)} \right]^{1/2} = \frac{1}{40} \sqrt{\frac{195}{9}} \times 10^{-4} = 0,000 01 \text{ hoặc } 0,001 \%;$$

$$E_{S_2} = \frac{0,004}{2 \times 40} = 0,000 05 \text{ hoặc } 0,005 \%.$$

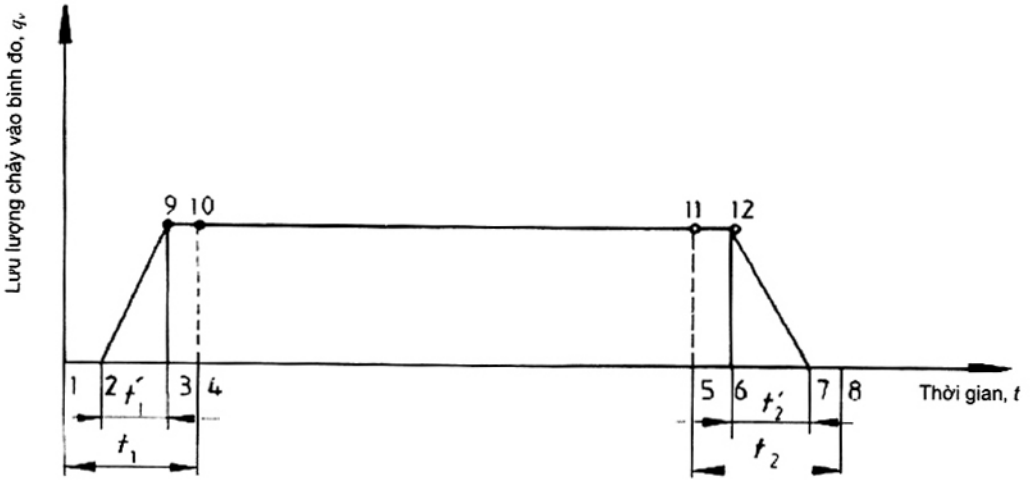
#### B.4 Phép thử rò rỉ của thiết bị chuyển dòng

Khối lượng rò rỉ tối đa  $m_{\max}$  được xác định từ phép thử độ kín của thiết bị chuyển dòng xem tại mục 6.2 và công thức sau được sử dụng để tính toán thành phần sai số hệ thống :

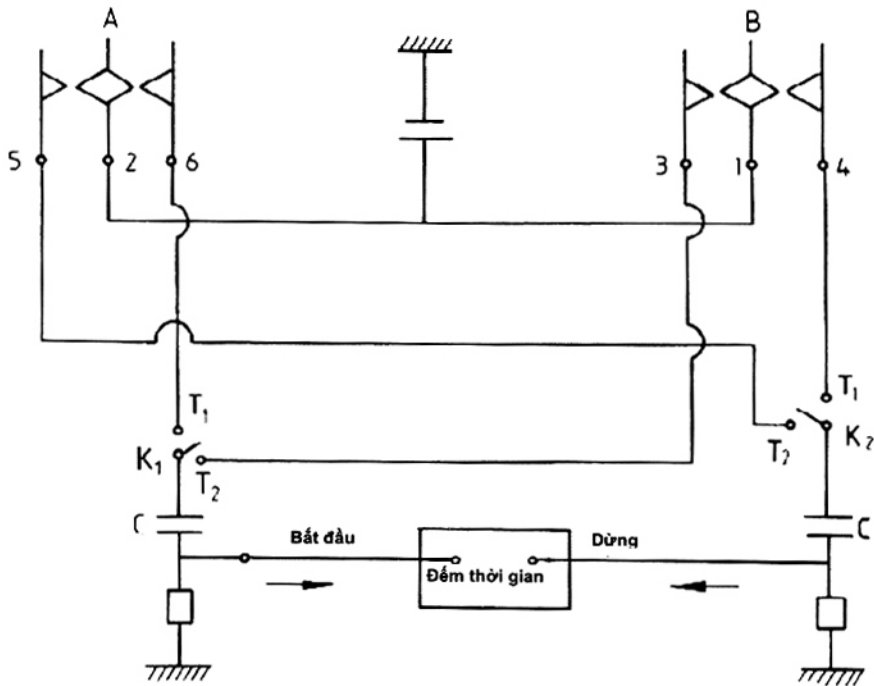
$$E_{S_3} = \frac{m_{l_{max}}}{m_{min}}$$

Trong đó  $m_{min}$  là khối lượng tối thiểu của chất lỏng thu vào bình cân

Bất cứ khi nào giá trị  $E_{S_3}$  nhỏ hơn 10% giá trị của  $E_{S_1}$  thì trong trường hợp này có thể bỏ qua  $E_{S_3}$



Hình B.1 – Biểu đồ quy trình điện đầy bình đo



Hình B.2 – Sơ đồ phép đo chênh lệch thời gian đóng và thời gian mở (bật và tắt) của bộ chuyển dòng

**Phụ lục C**

(Quy định)

**Đánh giá độ ổn dòng trong khoảng thời gian tích hợp****C.1 Nguyên lý**

Một loạt phép đo lưu lượng được thực hiện phù hợp với 6.5.1. Độ lệch chuẩn tương đối  $x_k$  của mỗi phép đo trong phạm vi tần số tín hiệu đầu ra từ giá trị trung bình được tính như sau:

$$x_k = \frac{f_k - \bar{f}}{\bar{f}}$$

Trong đó:

$f_k$  là tần số tín hiệu đầu ra;

$\bar{f}$  là tần số tín hiệu đầu ra trung bình.

Theo đó sẽ thu được:  $x_1, \dots, x_k, \dots, x_n$ , trong đó  $n$  là số phép đo

Hàm tương quan  $R_j$  được tính (như một tổ hợp của các thành phần mô men thống kê  $R_0, R_1, R_2, \dots$  được tính từ chuỗi các cặp giá trị khác nhau của dãy  $x_k$ ):

$$R_j = \frac{1}{n-j} \sum_{k=1}^{n-j} x_k x_{k+j}$$

Trong đó:  $j = 0, 1, \dots, j_{min}$  là bước liên tiếp;  $k$  là số dãy chạy.

Hàm tương quan, là sự tổ hợp của hệ số tương quan ( $r_0=1$  theo định nghĩa),  $r_1, r_2, \dots$ , được xác định từ:

$$r_j = \frac{R_j}{R_0}$$

Trong đó:  $j = 0, \dots, j_{min}$  ( $j_{min}$  xếp loại nhỏ nhất mà tại đó  $r_j$  nhỏ hơn hoặc bằng 0,1).

Tỷ lệ suy giảm,  $\tau$ , được xác định từ:  $\tau = \sum_{j=1}^{j_{min}} |r_j| \Delta t$

Trong đó  $\Delta t$  là khoảng thời gian giữa các phép đo lưu lượng liên tiếp:

$$\Delta t = \frac{T}{n}$$

với  $T$  là chu kỳ tích hợp

## TCVN 8778-1:2011

Độ lệch chuẩn tương đối của thành phần sai số ngẫu nhiên,  $S_5$  gây ra do độ không ổn định dòng có thể được tính từ:

$$S_5 = \sqrt{2R_0 \frac{\tau}{T}}$$

### C.2 Ví dụ thực nghiệm

Kết quả của phép thử xác định độ ổn định lưu lượng trong khoảng thời gian điền đầy bình cân bằng lưu lượng kế kiểu tua bin, như mô tả trong 6.5.1 và đưa ra Bảng C.1.

**Bảng C.1 – Kết quả phép thử độ ổn định lưu lượng trong khoảng thời gian tích hợp**

Lưu lượng danh nghĩa: 0,062 8 m<sup>3</sup>/s

Thời gian chuyển dòng: 115,7 s

Thời gian (s) cho một vòng quay của rôto tuabin (41 xung)				
0,844 4	0,835 9	0,832 7	0,832 1	0,838 8
0,838 5	0,832 7	0,849 4	0,849 5	0,835 9
0,833 2	0,845 3	0,843 2	0,845 0	0,835 7
0,849 1	0,844 3	0,849 1	0,845 8	0,833 2
0,845 6	0,840 3	0,841 8	0,846 4	0,849 5
0,840 8	0,836 9	0,838 2	0,846 7	0,849 2
0,839 8 <sup>1)</sup>	0,834 7	0,837 5	0,846 2	0,849 0
0,835 3	0,848 2	0,835 8	0,846 8	0,843 9
0,833 8	0,843 6	0,833 0	0,846 9	0,838 9
0,831 2	0,842 2	0,849 7	0,841 3	0,841 1
0,845 6	0,838 3	0,845 7	0,843 4	0,839 4
0,843 2	0,839 2	0,843 3	0,840 4	0,840 8
0,830 0	0,838 0	0,839 2	0,841 3	0,840 2
0,834 7	0,836 1	0,831 6	0,837 9	0,841 2 <sup>2)</sup>
0,852 7	0,831 3	0,851 6	0,836 3	0,841 2
0,849 3	0,846 1	0,849 9	0,832 9	0,844 1
0,845 1	0,843 0	0,845 0	0,851 4	0,843 8
0,844 1	0,839 0	0,844 8	0,847 1	0,841 4
0,842 1	0,837 5	0,839 3	0,844 2	0,838 8
0,839 7	0,836 9	0,835 8	0,840 3	0,839 5
1) Bắt đầu chuyển dòng				
2) Thời gian kết thúc chuyển dòng				

Việc tính toán: Số phép đo  $n = 87$ , thời gian tích hợp  $T = 115,7$  s

Thời gian trung bình yêu cầu cho một vòng quay của rôto tua bin

$$\frac{1}{87}(0,835 3 + 0,833 8 + \dots + 0,841 2) = 0,841 4 \text{ s}$$

Do đó

$$x_1 = \frac{0,835 3 - 0,841 4}{0,841 4} = -0,007 250;$$



$$x_2 = \frac{0,8338 - 0,8414}{0,8414} = -0,009033$$

....

$$x_{87} = \frac{0,8412 - 0,8414}{0,8414} = -0,000238;$$

Vi vậy:  $R_0 = \frac{1}{87}(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_{87}^2) = 4,337 \times 10^{-5}$ ;  $r_0 = 1$  (theo định nghĩa).

$$R_1 = \frac{1}{86}(x_1 x_2 + x_2 x_3 + \dots + x_{86} x_{87}) = 1,342 \times 10^{-5}$$

$$r_1 = \frac{R_1}{R_0} = \frac{1,342 \times 10^{-5}}{4,337 \times 10^{-5}} = 0,3095$$

$$R_2 = \frac{1}{85}(x_1 x_3 + x_2 x_4 + \dots + x_{85} x_{87}) = -3,097 \times 10^{-6}$$

$$r_2 = \frac{R_2}{R_0} = \frac{-3,097 \times 10^{-6}}{4,337 \times 10^{-5}} = -0,0714$$

Từ  $r_2 < 0,1$ ,  $j_{min} = 2$  tính được:

$$\Delta t = \frac{T}{n} = \frac{115,7}{87},$$

sau đó tính:

$$\tau = (1 + 0,3095 + 0,0714) \times \frac{115,7}{87} = 1,836 \text{ (giá trị } r_1, r_2 \text{ là giá trị tuyệt đối).}$$

$$\text{Do đó } S_s = \left( \frac{2 \times 4,337 \times 10^{-5} \times 1,836}{115,7} \right)^{1/2} = 0,00117 \text{ hoặc } 0,117 \text{ \%}.$$

**Phụ lục D**

(Quy định)

**Đánh giá độ ổn lưu lượng giữa các khoảng thời gian tích hợp điền đầy bình cân****D.1 Nguyên tắc của đánh giá**

Độ ổn định lưu lượng giữa các khoảng thời gian điền đầy bình cân có thể được đánh giá bằng cách xác định lưu lượng trung bình trong suốt mỗi chu kỳ của  $n$  chu kỳ (tối ít nhất bằng 10 phép đo). Điều này được tiến hành trên 5 điểm lưu lượng phân bố tương đối trong dải lưu lượng thực tế của lắp đặt.

Việc kiểm tra số lượng được thực hiện và các phép đo không hợp lệ bị loại bỏ theo phương pháp mô tả trong ISO 5168.

Công thức này để đánh giá được độ ổn định lưu lượng dựa trên việc thay đổi hệ thống đáng kể về lưu lượng có xảy ra trong giai đoạn thử nghiệm hay không.

Đối với mỗi điểm lưu lượng của lưu lượng trung bình, giá trị sau được tính:

$$u = \frac{1}{n-1} \times \frac{1}{q_v} \sum_{i=1}^n (q_{v_i} - \bar{q}_v)^2$$

$$U = \frac{1}{2(n-1)} \times \frac{1}{q_v} \sum_{i=1}^{n-1} (q_{v,i+1} - \bar{q}_v)^2$$

Trong đó:  $\bar{q}_v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_{v_i}$

Quan hệ  $A_1 = U/u$  được tính toán và so sánh với giá trị tới hạn  $A$  (tiêu chí Abee)(nêu trong Bảng D.1).

Nếu  $A_1 \geq A$ , thì có thể coi là không có biến đổi lưu lượng hệ thống trong thời gian đo. Trong trường hợp này độ không ổn định dòng giữa các khoảng thời gian điền đầy bình cân được đánh giá bởi độ lệch chuẩn tương đối theo:  $S_6 = \sqrt{u}$ .

Nếu  $A_1 \leq A$ , độ lệch chuẩn tương đối được tính bởi:

$$S_6 = \sqrt{U}.$$

Bảng D.1 – Giá trị A ( tiêu chí Abee)

n	Xác suất P, %		h	Xác suất P, %		n	Xác suất P, %	
	1	5		1	5		1	5
4	0,313	0,390	23	0,548	0,671	42	0,655	0,752
5	0,269	0,410	24	0,556	0,678	43	0,659	0,755
6	0,281	0,445	25	0,564	0,684	44	0,662	0,758
7	0,307	0,468	26	0,571	0,689	45	0,666	0,760
8	0,331	0,491	27	0,578	0,695	46	0,669	0,763
9	0,354	0,512	28	0,585	0,700	47	0,673	0,765
10	0,376	0,531	29	0,591	0,705	48	0,676	0,768
11	0,396	0,548	30	0,598	0,709	49	0,679	0,770
12	0,414	0,564	31	0,603	0,714	50	0,681	0,772
13	0,431	0,578	32	0,609	0,718	51	0,684	0,774
14	0,447	0,591	33	0,614	0,722	52	0,687	0,776
15	0,461	0,603	34	0,619	0,726	53	0,690	0,778
16	0,475	0,614	35	0,624	0,729	54	0,692	0,780
17	0,487	0,624	36	0,629	0,733	55	0,695	0,782
18	0,499	0,633	37	0,634	0,736	56	0,697	0,784
19	0,510	0,642	38	0,638	0,740	57	0,700	0,785
20	0,520	0,650	39	0,642	0,743	58	0,702	0,787
21	0,530	0,657	40	0,647	0,746	59	0,705	0,789
22	0,539	0,665	41	0,651	0,749	60	0,707	0,791

## D.2 Ví dụ thực nghiệm

Kết quả của phép thử xác định độ ổn định lưu lượng giữa các khoảng thời gian điền đầy bình cân bằng đồng hồ tua bin được mô tả trong 6.5.2 và đưa ra trong Bảng D.2.

Bảng D.2 – Kết quả của phép thử độ ổn định lưu lượng giữa các khoảng thời gian tích hợp

Lưu lượng danh nghĩa: 0,077 2 m<sup>3</sup>/s.

Số xung	Thời gian (s)	Tần số (Hz)	Lưu lượng tương đương (m <sup>3</sup> /s)
370 2	60,631	61,06	0,077 09
369 8	60,550	61,07	0,077 11
371 3	60,744	61,13	0,077 18
369 7	60,472	61,14	0,077 19
370 6	60,504	61,25	0,077 33
371 4	60,641	61,25	0,077 33
371 5	60,692	61,21	0,077 28
369 2	60,375	61,15	0,077 21
369 2	60,401	61,12	0,077 17
368 4	60,070	61,33	0,077 43

**TCVN 8778-1:2011**

Việc tính toán: Lưu lượng trung bình

$$\begin{aligned} \bar{q}_v &= \sum_{i=1}^n \frac{q_{v_i}}{n} \\ &= \frac{1}{10} \times (0,077\ 09 + 0,077\ 11 + \dots + 0,077\ 43) \\ &= 0,077\ 232 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u &= \frac{1}{n-1} \times \frac{1}{q_v} \sum_{i=1}^n (q_{v_i} - \bar{q}_v)^2 \\ &= \frac{1}{9} \times \frac{1}{(0,077\ 232)^2} \times (0,077\ 09 - 0,077\ 232)^2 + (0,077\ 11 - 0,077\ 232)^2 + \dots + (0,077\ 43 - 0,077\ 232)^2 \\ &= 1,9477 \times 10^{-6} \\ U &= \frac{1}{2(n-1)} \times \frac{1}{q_v} \sum_{i=1}^{n-1} (q_{v_{i+1}} - q_{v_i})^2 \\ &= \frac{1}{18(0,077\ 232)^2} \times (0,077\ 11 - 0,077\ 09)^2 + \\ &\quad + (0,077\ 18 - 0,077\ 11)^2 + \dots + \\ &\quad + (0,077\ 43 - 0,077\ 17)^2 \\ &= 0,946\ 3 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

Do đó:

$$A_1 = \frac{U}{u} = \frac{0,946\ 3 \times 10^{-6}}{1,947\ 7 \times 10^{-6}} = 0,486$$

Giá trị tới hạn  $A$  tương ứng từ Bảng D.1 với  $n = 10$ , xác suất 5% là 0,531. Vì  $A_1$  nhỏ hơn  $A$ , điều này chỉ ra rằng có thay đổi hệ thống xảy ra trong lưu lượng trong suốt quá trình thử. Do đó, độ lệch chuẩn tương đối gây ra bởi độ không ổn định dòng có thể được ước lượng như:

$$S_\delta = \sqrt{U} = \sqrt{0,946\ 3 \times 10^{-6}} = 0,973 \times 10^{-3}$$

hoặc 0,1%.

## Phụ lục E

(Quy định)

### Nghiên cứu đặc tính dòng

Khi thiết kế hệ thống hiệu chuẩn và kiểm tra các thiết bị đo lưu lượng, cần phải chú ý để giảm thiểu đến mức tối thiểu sự rối của dòng chảy và thiết lập đầy đủ biên dạng vận tốc phát triển đầy đủ tại đầu ra đồng hồ. Một dòng có thể chịu ảnh hưởng hai loại nhiễu loạn chính đó là biên dạng vận tốc và xoáy. Cả hai loại đó có thể ảnh hưởng đến độ chính xác của đồng hồ dưới điều kiện đo.

Rối biên dạng vận tốc là nguyên nhân điển hình gây ra bởi sự tắc nghẽn trong đường ống phía dòng vào của đồng hồ, Ví dụ như mặt bích bị lệch khớp hoặc sự xuất hiện của một van bị đóng kín một phần. Ảnh hưởng này có thể được loại bỏ bằng cách lắp một đoạn ống thẳng, dài giữa rối và đồng hồ.

Dòng xoáy thường được tạo ra bởi sự tương tác của hai hay nhiều đoạn ống bị uốn cong trong các mặt phẳng khác nhau. Cần phải cẩn thận xem xét trong quá trình thiết kế hệ thống (chọn đoạn thẳng dài, các điều kiện đầu vào dòng chảy, cấu hình đường ống thử, các van và các dụng cụ điều chỉnh.v.v) sẽ giúp làm giảm xoáy đến mức chấp nhận được.

Để kiểm tra hiệu quả của thiết kế, đảm bảo thống nhất các điều kiện hiệu chuẩn và kiểm tra và để điều chỉnh các kết quả đo ( trong kỹ thuật có thể chấp nhận) bằng cách hiệu chỉnh việc tính toán, Khuyến cáo trong quá trình thử nghiệm lắp đặt một đó là nghiên cứu theo kinh nghiệm các thông số đặc trưng của cấu trúc dòng chảy trong đoạn ống thử tại vị trí lắp đặt các thiết bị hiệu chuẩn và kiểm định. Phương pháp xác định vận tốc dòng chảy cục bộ và chiều được nêu trong ISO 3354, ISO 3966 và ISO 7194.

Một dòng chảy xoáy có thể được phát hiện bằng cách lắp một đồng hồ tua bin cánh thẳng trong đường ống thử. Tốc độ quay của cánh quạt của rôto đồng hồ tua bin tỷ lệ thuận với góc xoáy trong dòng chảy.

**Phụ lục F**  
(Tham khảo)

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] ISO 3354: 1988, Đo dòng nước sạch trong mạch đóng – Phương pháp vận tốc vùng sử dụng đồng hồ thông dụng trong điều kiện dòng chảy đầy và thường xuyên;
- [2] ISO 3966: 1977, Đo dòng chất lỏng trong ống dẫn kín – Phương pháp vận tốc vùng sử dụng ống pitốt tĩnh;
- [3] ISO 7066-1: 1989, Đánh giá độ không đảm bảo đo trong hiệu chuẩn sử dụng dụng cụ đo dòng – Phần 1: Quan hệ hiệu chuẩn tuyến tính.
- [4] ISO 7066-2: 1988, Đánh giá độ không đảm bảo đo trong hiệu chuẩn sử dụng dụng cụ đo dòng – Phần 1: Quan hệ hiệu chuẩn không tuyến tính.
- [5] ISO 7194: 1983, Đo dòng chất lỏng trong ống dẫn kín- Phương pháp vận tốc vùng của phép đo trong điều kiện dòng xoáy bất đối xứng trong ống tròn bằng đồng hồ thông dụng hoặc ống pitốt tĩnh;
- [6] ISO 7278-3: 1986, Hydrocarbon lỏng – Phép đo động lực học – Hệ thống đối với đồng hồ thể tích – Phần 3: Kỹ thuật nội suy xung.
-