

TCVN 8116: 2009
ISO 10790 : 1999
WITH AMENDMENT 1: 2003

Xuất bản lần 1

**ĐO DÒNG LƯU CHẤT TRONG ỐNG DẪN KÍN –
HƯỚNG DẪN LỰA CHỌN, LẮP ĐẶT VÀ SỬ DỤNG
ĐỒNG HỒ CORIOLIS (ĐO LƯU LƯỢNG KHỐI LƯỢNG,
KHỐI LƯỢNG RIÊNG VÀ LƯU LƯỢNG THỂ TÍCH)**

*Measurement of fluid flow in closed conduits –
Guidance to the selection, installation and use of Coriolis meters
(mass flow, density and volume flow measurements)*

Mục lục

1 Phạm vi áp dụng	5
2 Thuật ngữ và định nghĩa	6
3 Chuẩn mực lựa chọn đồng hồ Coriolis.....	9
4 Kiểm tra và sự phù hợp	14
5 Đo lưu lượng khối lượng.....	15
6 Đo khối lượng riêng trong điều kiện đo	19
7 Đo lưu lượng thể tích trong các điều kiện đo.....	23
8 Phép đo bổ sung.....	25
Phụ lục A (Tham khảo) Kỹ thuật hiệu chuẩn	29
Phụ lục B (Tham khảo) Khoảng chứa thứ cấp của đồng hồ Coriolis	34
Phụ lục C (Tham khảo) Thông số kỹ thuật của đồng hồ Coriolis	36
Phụ lục D (Tham khảo) Ví dụ về phép đo phân số khối lượng	37
Phụ lục E (Quy định) Hướng dẫn đối với phép đo khí.....	40
Thư mục tài liệu tham khảo.....	45

Lời nói đầu

TCVN 8116: 2009 hoàn toàn tương đương với ISO 10790:1999 và Sửa đổi 1:2003.

TCVN 8116: 2009 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.

Đo dòng lưu chất trong ống dẫn kín – Hướng dẫn lựa chọn, lắp đặt và sử dụng đồng hồ Coriolis (đo lưu lượng khối lượng, khối lượng riêng và lưu lượng thể tích)

Measurement of fluid flow in closed conduits –

Guidance to the selection, installation and use of Coriolis meters

(mass flow, density and volume flow measurements)

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra các hướng dẫn cho việc lựa chọn, lắp đặt, hiệu chuẩn, thực hiện và vận hành các đồng hồ Coriolis để xác định lưu lượng khối lượng, khối lượng riêng, lưu lượng thể tích và các tham số liên quan khác của lưu chất. Đối với khí, tiêu chuẩn này cũng đưa ra cách xác định lưu lượng khối lượng khí, và lưu lượng khối lượng tiêu chuẩn (sử dụng phương pháp xác định trước khối lượng riêng tiêu chuẩn). Tiêu chuẩn này cũng đưa ra những sự xem xét thích hợp đối với những lưu chất được đo.

Mục đích chính của đồng hồ Coriolis là đo lưu lượng khối lượng. Tuy nhiên, một vài đồng hồ loại này còn có khả năng xác định khối lượng riêng và nhiệt độ của lưu chất. Từ việc đo ba tham số này, có thể xác định lưu lượng thể tích và những tham số liên quan khác.

Về nguyên tắc, phép đo lưu lượng khí có thể sử dụng đồng hồ Coriolis nếu thực hiện một số cân nhắc đặc biệt. Các lưu ý cụ thể cho phép đo lưu lượng khí được nêu trong Phụ lục E.

Nội dung của tiêu chuẩn này được áp dụng chủ yếu cho việc đo chất lỏng và chất khí khi thích hợp.

2 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

2.1

Đồng hồ Coriolis (Coriolis meter)

Thiết bị bao gồm bộ cảm biến lưu lượng (thiết bị sơ cấp) và bộ chuyển đổi (thiết bị thứ cấp) dùng chủ yếu để đo lưu lượng khối lượng bằng sự tương tác giữa lưu chất chuyển động và dao động của một hoặc nhiều ống, thiết bị này cũng có thể cung cấp các phép đo khối lượng riêng và nhiệt độ quá trình của lưu chất.

2.2

Bộ cảm biến lưu lượng (thiết bị sơ cấp) [flow sensor (primary device)]

Bộ phận cơ khí bao gồm một ống dao động, hệ thống truyền động, (các) bộ cảm biến đo, cơ cấu đỡ và vỏ bảo vệ.

2.2.1

Ống dao động [Oscillating tube(s)]

Ống mà tại đó lưu lượng lưu chất được đo

2.2.2

Hệ thống truyền động (Drive system)

Phương tiện tạo dao động cho ống.

2.2.3

Thiết bị cảm biến (Sensing device)

Bộ cảm biến để phát hiện ảnh hưởng của lực Coriolis và đo tần số dao động của ống.

2.2.4

Cơ cấu đỡ (Supporting structure)

Phương tiện đỡ các ống dao động.

2.2.5

Vỏ bảo vệ (Housing)

Sự bảo vệ môi trường của bộ cảm biến lưu lượng.

2.2.6

Hộp chứa thứ cấp (Secondary containment)

Hộp thiết kế để bảo vệ ảnh hưởng của môi trường trong trường hợp hỏng ống.

2.3

Bộ chuyển đổi tín hiệu (thiết bị thứ cấp) [Transmitter (secondary device)]

Hệ thống điều khiển điện tử cung cấp sự truyền và chuyển đổi tín hiệu từ bộ cảm biến lưu lượng, cung cấp đầu ra của các tham số được đo và suy ra, nó cũng cung cấp sự hiệu chỉnh từ những tham số như nhiệt độ.

2.4**Lưu lượng** (Flow rate)

Tỷ số lưu lượng lưu chất chảy qua mặt cắt ngang của bộ cảm biến lưu lượng và thời gian lưu lượng này chảy qua mặt cắt đó.

2.4.1**Lưu lượng khối lượng** (mass flow rate)

Lưu lượng trong đó lượng lưu chất chảy qua được biểu thị là khối lượng.

2.4.2**Lưu lượng thể tích** (volume flow rate)

Lưu lượng trong đó lượng lưu chất chảy qua được biểu thị là thể tích.

2.5**Độ chính xác của phép đo** (Accuracy of measurement)

Mức độ gần nhau giữa kết quả đo và giá trị thực của đại lượng đo [VIM^[1]].

2.6**Độ lặp lại** (Repeatability)

<Của kết quả đo> Mức độ gần nhau giữa các kết quả của những phép đo liên tiếp trên cùng một đại lượng đo thực hiện trong cùng điều kiện đo [VIM^[1]].

2.7**Độ không đảm bảo đo** (Uncertainty of measurement)

Tham số, gắn với kết quả của phép đo, đặc trưng cho sự phân tán của các giá trị có thể quy cho đại lượng đo một cách hợp lý [VIM^[1]].

2.8**Sai số** (Error)

<của phép đo> Kết quả của phép đo trừ đi giá trị thực của đại lượng đo [VIM^[1]].

2.9**Hệ số hiệu chuẩn** [Calibration factor(s)]

Hệ số bằng số duy nhất cho mỗi bộ cảm biến nhận được trong phép hiệu chuẩn bộ cảm biến, đảm bảo rằng đồng hồ hoạt động theo quy định kỹ thuật đã công bố khi lập trình cho bộ chuyển đổi.

2.9.1**Hệ số hiệu chuẩn dòng chảy** [Flow calibration factor(s)]

Hệ số gắn với phép đo lưu lượng khối lượng.

2.9.2**Hệ số hiệu chuẩn khối lượng riêng** [Density calibration factor(s)]

Hệ số gắn với phép đo khối lượng riêng.

2.10

Lệch điểm không (Zero offset)

Tín hiệu đầu ra của phép đo trong điều kiện lưu lượng bằng không, thường là kết quả của ứng suất được áp dụng tới các ống dao động bằng hệ thống đường ống bao quanh và các điều kiện vận hành.

CHÚ THÍCH : Có thể giảm lệch điểm không bằng quy trình điều chỉnh điểm không.

2.11

Ổn định điểm không (Zero stability)

Biên độ tín hiệu ra của đồng hồ tại lưu lượng bằng không sau khi kết thúc việc điều chỉnh điểm không, được nhà sản xuất đưa ra, có giá trị tuyệt đối là khối lượng trên đơn vị thời gian.

CHÚ THÍCH : Giá trị ổn định điểm không được tuyên bố là giá trị đối với điều kiện ổn định mà ở đó lưu chất không bị bọt khí và không có cặn.

2.12

Sự hoá hơi (Flasing)

(chất lỏng) Hiện tượng xảy ra khi áp suất đường ống giảm xuống, bằng hoặc thấp hơn, áp suất hơi của chất lỏng.

CHÚ THÍCH 1: Hiện tượng này thường do sự giảm áp suất sinh ra khi tăng vận tốc chất lỏng.

CHÚ THÍCH 2 : Sự hoá hơi không áp dụng cho khí

2.13

Sự xâm thực (Cavitation)

(chất lỏng) Hiện tượng tiếp theo và liên quan tới sự hoá hơi nếu áp suất khôi phục làm vỡ bong bóng hơi (vỡ bên trong).

CHÚ THÍCH : Sự xâm thực không áp dụng cho khí

2.14

Độ ẩm tương đối (Relative humidity)

Tỷ lệ phần trăm của lượng hơi nước thực chứa trong khí trên lượng hơi nước tối đa khi khí bão hòa hoàn toàn ở các điều kiện đo.

2.15

Dòng hãm (Choked flow)

Lưu lượng lớn nhất đối với một dạng hình học cụ thể mà có thể tồn tại với các điều kiện dòng phía vào đã nêu.

CHÚ THÍCH 1 : Khi dòng hãm xuất hiện, vận tốc tại mặt cắt ngang bằng giá trị của tốc độ âm thanh cục bộ (vận tốc âm), vận tốc tại đó lan truyền các nhiễu loạn áp suất nhỏ.

CHÚ THÍCH 2 : Dòng hãm có thể xuất hiện tại đầu vào hoặc đầu ra của đồng hồ Coriolis.

2.16

Sóng sốc (Shock wave)

Sự gián đoạn dòng siêu âm tại đó có sự tăng lên đột ngột của áp suất và nhiệt độ.

2.17**Vòi phun tới hạn (Critical nozzle)**

Vòi phun Venturi có các điều kiện và dạng hình học của vòi được sử dụng sao cho lưu lượng là tới hạn.

CHÚ THÍCH : Xem thêm ISO 9300.

3 Chuẩn mực lựa chọn đồng hồ Coriolis**3.1 Quy định chung**

Đồng hồ Coriolis phải được lựa chọn để đo các tham số theo phạm vi và độ chính xác yêu cầu. Khi lựa chọn đồng hồ Coriolis, việc xem xét cần dựa vào những điểm dưới đây.

3.2 Độ chính xác

Việc biểu thị độ chính xác thay đổi tùy theo các tham số mà nó áp dụng. Đối với những khuyến nghị cụ thể về độ chính xác lưu lượng khối lượng, khối lượng riêng và lưu lượng thể tích, xem 5.2, 6.3 và 7.3 . Các tham số khác xem Điều 8.

CHÚ THÍCH : Các công bố của nhà sản xuất về độ chính xác phải đưa ra các điều kiện chuẩn cụ thể. Nếu điều kiện sử dụng khác nhiều so với điều kiện hiệu chuẩn gốc, thì tính năng của đồng hồ có thể bị ảnh hưởng.

3.3 Lắp đặt cơ học**3.3.1 Quy định chung**

Nhà sản xuất cần mô tả trình tự lắp đặt ưu tiên và công bố tất cả các hạn chế của việc sử dụng. Xem Phụ lục C.

Trình tự lắp đặt phải được thiết kế để có được thời gian hoạt động dài nhất. Nếu cần, các bộ lọc lỏng và các bộ loại không khí và/hoặc hơi hoặc những thiết bị bảo vệ khác phải được đặt ở dòng phía trước đồng hồ để loại bỏ những vật rắn hoặc hơi có thể gây ra hỏng hoặc tạo ra sai số đo.

Nói chung, đồng hồ Coriolis được đặt trên nhánh chính của dòng chảy nhưng cũng có thể được đặt trên nhánh vòng để đo khối lượng riêng.

3.3.2 Chuẩn mực lắp đặt

Cần phải xem xét những điểm sau:

- a) Cần phải có không gian để lắp đặt đồng hồ Coriolis, kể cả không gian dự trữ cho việc đấu nối với ống chuẩn hoặc đồng hồ chuẩn, để hiệu chuẩn tại hiện trường.
- b) Cấp và kiểu ống nối, vật liệu cũng như kích thước của thiết bị được sử dụng.
- c) Phân loại vùng nguy hiểm .
- d) Các ảnh hưởng của khí hậu và môi trường tới bộ cảm biến, ví dụ như nhiệt độ, độ ẩm, môi trường có chất gây ăn mòn, sốc cơ khí, rung động và trường điện từ.
- e) Các yêu cầu về khung và giá đỡ.

3.3.3 Yêu cầu đường ống điền đầy

Thiết bị sơ cấp phải được gắn sao cho ống dao động hoàn toàn điền đầy lưu chất được đo, điều này sẽ ngăn ngừa việc làm tính năng đo lường của thiết bị. Nhà sản xuất cần công bố các phương tiện, nếu có, cần làm sạch hoặc xả hết khí hoặc chất lỏng trong thiết bị.

3.3.4 Định hướng

Việc bịt kín, phủ ngoài, khí động, nước động hoặc sự lắng cặn của chất rắn có thể ảnh hưởng đến tính năng của đồng hồ. Việc định hướng bộ cảm biến sẽ tùy thuộc vào ứng dụng dự kiến của đồng hồ và hình dạng của ống dao động. Việc định hướng của đồng hồ Coriolis phải được nhà sản xuất khuyến nghị.

3.3.5 Điều kiện dòng chảy và yêu cầu về đoạn ống

Đặc tính của đồng hồ Coriolis thường không bị ảnh hưởng bởi dòng xoáy hoặc biên dạng vận tốc không đồng đều gây ra bởi hình dạng đường ống phía dòng vào hay phía dòng ra. Mặc dù chiều dài đoạn ống thẳng đặc biệt thường không được yêu cầu, nhưng cần phải liên tục giám sát việc thi công đường ống.

3.3.6 Van

Van phía dòng vào và phía dòng ra của đồng hồ Coriolis, được lắp đặt cho mục đích cách ly và điều chỉnh điểm không, có thể là bất cứ loại van nào nhưng phải đóng được kín. Van kiểm soát nối tiếp với đồng hồ Coriolis được lắp đặt ở phía dòng vào để duy trì áp suất cao nhất có thể trong đồng hồ và như vậy sẽ giảm sự xâm thực hoặc hóa hơi.

3.3.7 Làm sạch

Đối với một số ứng dụng nhất định (ví dụ như dịch vụ vệ sinh) đồng hồ Coriolis có thể được yêu cầu làm sạch tại hiện trường bằng :

- a) Phương tiện cơ khí (sử dụng pig hoặc siêu âm)
- b) Tự làm khô.
- c) Phương tiện thủy động lực học
 - Sự tiệt trùng (hoá hơi tại chỗ - SIP);
 - Hóa học hoặc sinh học (làm sạch tại chỗ - CIP).

CHÚ THÍCH 1: Cần thận để tránh nhiễm bẩn chéo sau khi sử dụng các lưu chất làm sạch.

CHÚ THÍCH 2: Khả năng tương thích về mặt hoá học phải được xác định giữa vật liệu làm bộ cảm biến ướt, lưu chất vận hành và lưu chất làm sạch.

3.3.8 Rung động thủy lực và cơ khí

Nhà sản xuất cần quy định phạm vi tần số hoạt động của thiết bị để có thể đánh giá ảnh hưởng có thể do vận hành hoặc do các tần số cơ học bên ngoài. Tính năng của đồng hồ có thể bị ảnh hưởng bởi các tần số khác ngoài tần số vận hành. Các ảnh hưởng được phát hiện phần lớn là do việc gắn hoặc kẹp thiết bị.

Trong môi trường có rung động cơ hoặc dòng chảy dao động lớn, cần cân nhắc đến việc sử dụng thiết bị chống rung động (xem 3.4.7) và/hoặc cô lập rung động và/ hoặc những kết nối mềm.

3.3.9 Sự hoá hơi và/hoặc xâm thực

Vận tốc lưu chất tương đối cao thường xảy ra trong đồng hồ Coriolis gây ra sụt áp động cục bộ bên trong đồng hồ có thể gây ra hoá hơi hoặc xâm thực.

Phải luôn phòng tránh cả hai quá trình hoá hơi và xâm thực trong đồng hồ Coriolis (và ngay tại phía dòng vào và/hoặc phía dòng ra). Hiện tượng hóa hơi và xâm thực có thể gây ra sai số đo và có thể làm hỏng bộ cảm biến.

3.3.10 Ứng suất ống và xoắn ống

Bộ cảm biến lưu lượng phải chịu một lực uốn và xoắn dọc trục trong suốt quá trình vận hành. Những thay đổi các lực này, do những biến đổi của nhiệt độ và/hoặc áp suất vận hành, có thể tác động đến tính năng của đồng hồ Coriolis. Cần chú ý để đảm bảo rằng không có lực nào tác dụng lên đồng hồ do việc gá kẹp.

Cần phải có biện pháp để phòng tránh những ứng suất tác động lên đồng hồ Coriolis bằng ống nối. Không nên sử dụng đồng hồ Coriolis để nối ống.

3.3.11 Nhiễu chéo giữa các bộ cảm biến

Nếu hai hoặc nhiều đồng hồ Coriolis được lắp đặt quá gần nhau, sự nhiễu thông qua những khớp nối cơ khí có thể xảy ra. Điều này thường được gọi là nhiễu chéo. Nhà sản xuất cần khuyến nghị các phương pháp để tránh những nhiễu này.

3.4 Ảnh hưởng do điều kiện vận hành và đặc tính của lưu chất

3.4.1 Quy định chung

Biến đổi về đặc tính của lưu chất như khối lượng riêng, độ nhớt và điều kiện vận hành như áp suất và nhiệt độ có thể ảnh hưởng đến tính năng của đồng hồ. Những tác động này có những ảnh hưởng khác nhau tùy thuộc vào tham số được quan tâm. Xem 5.3, 6.4, 7.4 và 8.3.

3.4.2 Ứng dụng và đặc tính của lưu chất

Để xác định đồng hồ tốt nhất cho ứng dụng cho trước, điều quan trọng là phải thiết lập phạm vi các điều kiện mà đồng hồ Coriolis sẽ phải áp dụng. Những điều kiện này bao gồm:

- a) Lưu lượng hoạt động và những đặc trưng của dòng: đơn hướng hoặc dòng hai hướng, dòng liên tục, dòng không liên tục hoặc dòng dao động.
- b) Phạm vi khối lượng riêng làm việc;
- c) Phạm vi nhiệt độ làm việc;
- d) Phạm vi áp suất làm việc;
- e) Áp suất của chất lỏng đủ để ngăn chặn hiện tượng xâm thực và hóa hơi;
- f) Tổn thất áp suất cho phép;

- g) Phạm vi độ nhớt làm việc;
- h) Tính chất của lưu chất được đo, bao gồm áp suất hơi, dòng hai pha và sự ăn mòn;
- i) Ảnh hưởng của chất phụ gia ăn mòn hoặc chất gây nhiễm bẩn trên đồng hồ cũng như lượng và kích thước các vật lạ, kể cả các phần tử ăn mòn, mà có thể chứa trong dòng chất lỏng.

3.4.3 Dòng đa pha

Hỗn hợp chất lỏng, hỗn hợp đồng nhất của chất rắn trong chất lỏng hoặc hỗn hợp đồng nhất của chất lỏng với tỷ lệ khí thấp, có thể được đo khá tốt trong hầu hết các trường hợp. Ứng dụng dòng đa pha liên quan đến các hỗn hợp không đồng nhất có thể gây ra sai số phép đo bổ sung và trong nhiều trường hợp có thể gây dừng vận hành. Cần chú ý để đảm bảo rằng bọt khí và những giọt nước nhỏ không bị đọng lại trong đồng hồ.

3.4.4 Ảnh hưởng của việc xử lý lưu chất

Sự mài mòn, sự ăn mòn, sự lắng đọng của vật chất bên trong ống dao động (thường được coi như là lớp phủ) có thể là nguyên nhân đầu tiên gây ra sai số đo lưu lượng và khối lượng riêng và trong một thời gian lâu hơn sẽ làm hỏng bộ cảm biến .

3.4.5 Ảnh hưởng của nhiệt độ

Việc thay đổi nhiệt độ sẽ ảnh hưởng đến tính chất của vật liệu bộ cảm biến và bởi vậy sẽ ảnh hưởng đến sự phản hồi của bộ cảm biến. Phương tiện bù cho những ảnh hưởng này thường được kết hợp trong bộ chuyển đổi.

3.4.6 Ảnh hưởng của áp suất

Việc thay đổi áp suất tĩnh có thể ảnh hưởng đến độ chính xác của bộ cảm biến, mức độ của những ảnh hưởng này phải được nhà sản xuất quy định. Những thay đổi này thường không được bù trừ trường hợp do độ chính xác của phép đo và do thiết kế và cỡ đồng hồ.

3.4.7 Ảnh hưởng của dòng xung

Nói chung, các đồng hồ Coriolis có thể hoạt động dưới điều kiện dòng xung. Tuy nhiên vẫn có những trường hợp mà dao động có thể tác động vào tính năng của đồng hồ (xem 3.3.8). Phải lưu ý đến những khuyến nghị của nhà sản xuất liên quan đến việc áp dụng và khả năng sử dụng thiết bị làm giảm dao động xung.

3.4.8 Ảnh hưởng của độ nhớt

Lưu chất có độ nhớt cao sẽ hút năng lượng từ hệ thống kích hoạt Coriolis đặc biệt lúc khởi động dòng chảy. Tùy thuộc vào thiết kế của đồng hồ, hiện tượng này có thể làm cho ống bộ cảm biến tạm thời bị giảm tốc cho đến khi lưu lượng được thiết lập ổn định. Thông thường hiện tượng này phải được báo động tạm thời trong bộ chuyển đổi tín hiệu.

3.5 Tổn thất áp suất

Tổn thất áp suất sẽ xảy ra khi dòng lưu chất chạy qua bộ cảm biến. Biên độ của tổn thất áp suất này sẽ là hàm số của kích thước và hình dáng của ống dao động, lưu lượng khối lượng (vận tốc), và độ nhớt

động học của lưu chất vận hành. Nhà sản xuất cần quy định tổn thất áp suất xảy ra dưới điều kiện chuẩn và cần cung cấp những thông tin cần thiết để tính toán tổn thất áp suất xảy ra trong điều kiện vận hành. Áp suất tổng thể của hệ thống cần được kiểm tra để chắc rằng nó đủ cao để bù đắp tổn thất áp suất qua đồng hồ.

3.6 An toàn

3.6.1 Quy định chung

Không nên sử dụng đồng hồ trong các điều kiện nằm ngoài đặc tính kỹ thuật của đồng hồ. Đồng hồ còn phải phù hợp với các phân loại vùng nguy hiểm cần thiết. Cần xem xét các yêu cầu an toàn bổ sung dưới đây.

3.6.2 Thử áp suất thủy tĩnh

Những bộ phận ướt của bộ cảm biến lưu lượng được lắp đặt hoàn chỉnh phải được thử thủy tĩnh theo tiêu chuẩn thích hợp.

3.6.3 Ứng suất cơ khí

Đồng hồ phải được thiết kế để chịu đựng tất cả những tải bắt nguồn từ hệ thống ống dao động, nhiệt độ, áp suất và sự rung động đường ống. Người sử dụng cần chú ý đến những giới hạn của bộ cảm biến.

3.6.4 Sự mài mòn

Những lưu chất chứa những hạt rắn hoặc xâm thực có thể gây ra mài mòn ống đo trong quá trình chảy. Ảnh hưởng của sự mài mòn phụ thuộc vào kích thước và hình dạng của đồng hồ, kích cỡ của hạt, chất mài mòn và vận tốc. Sự mài mòn phải được đánh giá cho từng kiểu sử dụng đồng hồ.

3.6.5 Sự ăn mòn

Sự ăn mòn, bao gồm ăn mòn điện hóa của những vật liệu bị ướt có thể gây ra ảnh hưởng bất lợi cho tuổi thọ của bộ cảm biến. Các kết cấu vật liệu của bộ cảm biến phải được lựa chọn để tương thích với quá trình lưu chất và lưu chất làm sạch. Cần phải chú ý đặc biệt tới việc ăn mòn và ăn mòn điện hóa khi không có dòng chảy hoặc trong điều kiện đường ống trống. Tất cả các vật liệu được xử lý ướt phải được quy định.

3.6.6 Thiết kế vỏ bảo vệ

Vỏ phải được thiết kế chủ yếu để bảo vệ cho bộ cảm biến lưu lượng trước tác động có hại của môi trường xung quanh (bụi bẩn, sự ngưng tụ và ảnh hưởng cơ học) có thể ảnh hưởng đến hoạt động của đồng hồ. Nếu ống dao động của đồng hồ Coriolis bị hỏng, thì vỏ bên ngoài của ống dao động sẽ có thể bị dính lưu chất và có thể làm hỏng vỏ. Do vậy, điều quan trọng là cần phải xem xét những khả năng sau:

- Áp suất bên trong của vỏ có thể vượt quá giới hạn thiết kế;
- Lưu chất có thể là chất độc, ăn mòn hoặc dễ bay hơi và có thể bị rò rỉ ra vỏ bên ngoài.

Để tránh những vấn đề này, một số thiết kế vỏ bảo vệ phải có:

- Ngăn chứa áp suất thứ cấp;
- Đĩa nổ hoặc van xả áp, đường xả lưu chất hoặc đường thoát khí, v.v...

Hướng dẫn chi tiết về ngăn chứa áp suất thứ cấp xem trong Phụ lục B.

3.6.7 Làm sạch

Hướng dẫn chung xem trong 3.3.7

Cần lưu ý để đảm bảo các điều kiện làm sạch (lưu chất, nhiệt độ, lưu lượng, v.v...) được lựa chọn để phù hợp với vật liệu của đồng hồ Coriolis.

3.7 Bộ chuyển đổi tín hiệu (thiết bị thứ cấp)

Đồng hồ Coriolis là thiết bị điều khiển đa biến cung cấp một phạm vi dữ liệu đo rộng chỉ từ một điểm duy nhất trong quá trình. Khi lựa chọn bộ chuyển đổi tín hiệu phù hợp cần xét các vấn đề sau:

- a) Tính tương thích về điện, điện tử, khí hậu và an toàn;
- b) Lắp ráp, nghĩa là được gắn tích hợp hay tách riêng;
- c) Số lượng và loại tín hiệu ra yêu cầu;
- d) Lập trình đơn giản và có tính bảo mật;
- e) Tín hiệu ra chứng tỏ sự ổn định thoả đáng và thời gian đáp ứng thích hợp, trong trường hợp tín hiệu ra tương tự bao gồm cả điều chỉnh dải cao nhất và thấp nhất;
- f) Tín hiệu ra chỉ thị sai số hệ thống;
- g) Những chức năng tín hiệu vào được yêu cầu, ví dụ như việc điều chỉnh điểm không từ xa, việc xoá bộ đếm tổng, nhận biết báo động;
- h) Loại truyền thông kỹ thuật số.

4 Kiểm tra và sự phù hợp

Khi đồng hồ Coriolis là một phần tích hợp của đường ống (thiết bị đo nối tiếp). Điều cần thiết là thiết bị này phải tuân thủ qui trình thử giống như các thiết bị nối tiếp khác trên đường ống.

Thêm vào đó, việc hiệu chuẩn thiết bị điều khiển và/hoặc kiểm tra đặc tính, các phép thử tùy chọn sau có thể phải thực hiện để đáp ứng những yêu cầu về cơ khí:

- Kiểm tra kích thước;
- Thử áp suất thủy tĩnh bổ sung, sự phù hợp với qui trình có tính liên kết, được quy định bởi người sử dụng;
- Kiểm tra quang và/hoặc siêu âm các thiết bị sơ cấp để phát hiện những khuyết tật bên trong (nghĩa là chất rắn) và kiểm định tình trạng nguyên vẹn của mối hàn.

Các kết quả thử trên phải được mô tả trong báo cáo kiểm định, khi được yêu cầu.

Cùng những báo cáo trên, những giấy chứng nhận sau cần phải sẵn có cho việc kiểm tra cuối cùng:

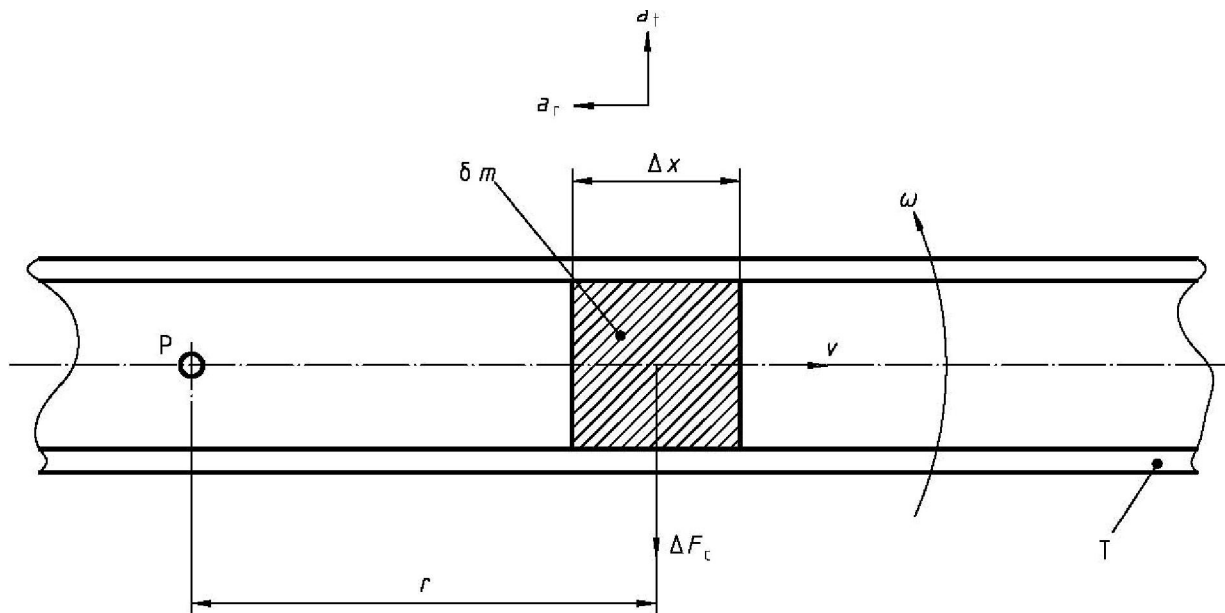
- Giấy chứng nhận vật liệu, cho các chi tiết chứa áp;
- Giấy chứng nhận sự phù hợp (phân loại khu vực có điện);
- Giấy chứng nhận sự tuân thủ;
- Giấy chứng nhận hiệu chuẩn và kết quả thử.

5 Đo lưu lượng khối lượng

5.1 Thiết bị, dụng cụ

5.1.1 Nguyên lý hoạt động

Đồng hồ Coriolis hoạt động theo nguyên lý sinh ra lực quán tính bất cứ khi nào một phần tử trong vật quay di chuyển tương đối so với vật đó theo hướng đến hoặc rời khỏi tâm quay. Nguyên lý này được chỉ ra trong Hình 1



Hình 1- Nguyên lý hoạt động của đồng hồ Coriolis

Một phần tử khối lượng δm trượt với vận tốc không đổi v trong ống T đang xoay với vận tốc góc ω quanh một điểm cố định P. Phần tử này chịu một gia tốc có thể chia làm hai thành phần:

- Gia tốc xuyên tâm a_r (hướng tâm) bằng $\omega^2 \cdot r$ và hướng đến P;
- Gia tốc ngang a_t (Coriolis) bằng $2\omega \cdot v$ tại góc vuông với a_r theo hướng được chỉ ra trong Hình 1.

Để truyền gia tốc Coriolis a_t đến phần tử, cần một lực có cường độ $2\omega \cdot v \cdot \delta m$ theo hướng a_t . Ống dao động tác động lực này trên phần tử và phần tử này tác động lại một lực bằng với lực này được gọi là lực Coriolis, ΔF_c và nó được định nghĩa như sau:

$$\Delta F_c = 2\omega \cdot v \cdot \delta m$$

Khi lưu chất có khối lượng riêng ρ chảy với vận tốc không đổi v qua ống dao động xoay như trong Hình 1, bất kỳ chiều dài Δx nào của ống dao động sinh ra một lực Coriolis theo phương ngang với biên độ $\Delta F_c = 2\omega \cdot v \cdot \rho \cdot A \cdot \Delta x$ trong đó A là diện tích mặt cắt ngang bên trong của ống dao động.

Khi đó lưu lượng khối lượng q_m có thể được biểu diễn như sau:

$$q_m = v \cdot \rho \cdot A \quad (1)$$

Và do vậy lực Coriolis theo hướng ngang ΔF_C có thể được biểu diễn như sau:

$$\Delta F_C = 2\omega \cdot q_m \cdot \Delta x \quad (2)$$

Vì thế, việc đo (trực tiếp hoặc gián tiếp) lực Coriolis gây ra bởi lưu chất chảy trong ống xoắn có thể có được số liệu đo lưu lượng khối lượng. Đây chính là nguyên lý hoạt động của đồng hồ Coriolis.

5.1.2 Bộ cảm biến Coriolis

Trong thiết kế thương mại của đồng hồ Coriolis, lực quán tính được sinh ra bởi sự dao động của ống hơn là chuyển động quay liên tục.

Cần một lực truyền động nhỏ nhất để giữ cho ống dao động đều và sinh ra một tần số dao động gần, hay giống với tần số tự nhiên của ống được điền đầy.

Trong hầu hết các loại đồng hồ, ống lưu lượng được cố định giữa hai điểm và được dao động tại vị trí giữa của hai điểm này, điều này làm tăng sự quay dao động ngược nhau trên hai nửa của ống. Các đồng hồ có thể có một ống hoặc hai ống nối song song dạng thẳng hoặc vòng.

Khi không có dòng chảy thì pha của độ dịch chuyển tương đối tại những điểm cảm ứng là đồng nhất, nhưng khi có dòng thì lực Coriolis tác động trên ống dao động gây ra độ dịch chuyển/độ lệch hoặc xoắn nhỏ có thể thấy như là độ lệch pha giữa các điểm cảm ứng.

Lực Coriolis (và vì vậy có sự xoắn của ống) chỉ tồn tại khi có cả hai sự dịch chuyển dọc trục và dao động cưỡng bức. Khi có dao động cưỡng bức nhưng không có lưu lượng hoặc có lưu lượng nhưng không có dao động, không có sự biến dạng nào xảy ra, tín hiệu ra của đồng hồ sẽ bằng không.

bộ cảm biến được đặc trưng bởi những hệ số hiệu chuẩn lưu lượng nhận được trong quá trình chế tạo và hiệu chuẩn. Những giá trị này là duy nhất cho mỗi bộ cảm biến và thường được ghi trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn và/hoặc ghi trên tấm dữ liệu gắn bên ngoài vỏ bảo vệ của bộ cảm biến .

5.1.3 Bộ chuyển đổi tín hiệu Coriolis

Đồng hồ Coriolis cần có một bộ chuyển đổi tín hiệu để cung cấp năng lượng truyền động và xử lý những tín hiệu liên tiếp. Phải làm cho bộ chuyển đổi tín hiệu và cảm biến tương thích nhau bằng cách nhập các hệ số hiệu chuẩn từ tấm biển thông số bộ cảm biến vào bộ chuyển đổi.

Lưu lượng khối lượng thường được tích phân theo thời gian trong bộ chuyển đổi để đưa ra khối lượng tổng.

Bộ chuyển đổi có thể bao gồm phần mềm ứng dụng dùng để tính những giá trị tham số phụ nhưng chúng yêu cầu cấu hình lớn hơn. Trong trường hợp đo khối lượng riêng và thể tích, yêu cầu tín hiệu ra cần phải nhập những hệ số khác vào phần mềm. Tất cả các tín hiệu ra thường được chia tách.

5.2 Độ chính xác

Độ chính xác, được tính bằng phần trăm của số đọc, thường được nhà sản xuất và người sử dụng dùng để định lượng sai số giới hạn mong muốn. Đối với lưu lượng khối lượng thì độ chính xác giới hạn bao gồm sự ảnh hưởng kết hợp của độ tuyến tính, độ lặp lại, độ trễ và sự ổn định điểm không.

Độ tuyến tính, độ lặp lại, độ trễ được kết hợp lại và được tính bằng phần trăm của số đọc. Độ ổn định điểm không được cho như là một thông số riêng biệt của khối lượng trên đơn vị thời gian. Để xác định giá trị độ chính xác tổng, cần phải tính toán độ ổn định điểm không như là phần trăm của số đo tại lưu lượng nhất định và cộng giá trị này vào những ảnh hưởng kết hợp của độ tuyến tính, độ lặp lại và độ trễ.

Độ lặp lại thường được xem như là một tham số riêng và được tính bằng phần trăm của số đọc và được tính toán tương tự như độ chính xác.

Công bố về độ chính xác và độ lặp lại thường được thực hiện dưới điều kiện tiêu chuẩn và được nhà sản xuất quy định. Điều kiện tiêu chuẩn bao gồm nhiệt độ, áp suất, phạm vi khối lượng riêng và phạm vi lưu lượng.

5.3 Hệ số ảnh hưởng đến phép đo lưu lượng khối lượng

5.3.1 Quy định chung

Xem chi tiết tại Phụ lục C.

5.3.2 Khối lượng riêng và độ nhớt

Khối lượng riêng và độ nhớt thường có ảnh hưởng nhỏ đến phép đo lưu lượng khối lượng. Do vậy việc bù thường không cần thiết. Tuy nhiên với một vài thiết kế và định cỡ cho đồng hồ, việc thay đổi khối lượng riêng có thể gây ra độ trôi tín hiệu ra của đồng hồ tại điểm lưu lượng bằng không và/hoặc sự thay đổi trong hệ số hiệu chuẩn đồng hồ. Việc trôi này có thể được loại bỏ bởi việc thực hiện điều chỉnh điểm không (xem 5.4) trong các điều kiện vận hành. Xem 3.4.8 đối với các ảnh hưởng của độ nhớt.

5.3.3 Dòng đa pha

Hỗn hợp chất lỏng và những hỗn hợp đồng nhất của chất rắn trong lưu chất hoặc những hỗn hợp đồng nhất của lưu chất với tỷ lệ khí thấp, có thể được đo khá tốt trong mọi trường hợp. Ứng dụng dòng đa pha bao gồm những hỗn hợp không đồng nhất có thể gây ra những sai số đo phụ và trong nhiều trường hợp có thể dừng vận hành. Cần lưu ý để đảm bảo rằng bọt khí và những giọt nước nhỏ không bị đọng lại trong đồng hồ. Một chú đặc biệt là phải thực hiện những tình huống này theo qui trình điều chỉnh điểm không (xem 5.4).

5.3.4 Nhiệt độ

Việc thay đổi nhiệt độ ảnh hưởng đến hệ số hiệu chuẩn lưu lượng của bộ cảm biến và do vậy việc bù nhiệt độ là cần thiết. Việc bù cho ảnh hưởng này thường được thực hiện bởi bộ chuyển đổi tín hiệu. Tuy nhiên những chênh lệch lớn giữa nhiệt độ ống dao động và nhiệt độ môi trường có thể gây ra những sai số trong việc bù nhiệt độ. Việc sử dụng vật liệu cách ly có thể làm giảm những ảnh hưởng này. Việc thay đổi nhiệt độ còn có thể gây ra sai lệch cho tín hiệu ra của đồng hồ tại điểm lưu lượng bằng không. Như vậy việc kiểm tra điểm không của đồng hồ tại nhiệt độ vận hành là cần thiết (xem 5.4).

5.3.5 Áp suất

Áp suất thường có tác động nhỏ lên việc đo lưu lượng khối lượng và do đó việc bù áp suất thường là không cần thiết. Tuy nhiên trong một vài thiết kế và cỡ đồng hồ, việc thay đổi áp suất có thể ảnh hưởng đến hệ số hiệu chuẩn đồng hồ và trong trường hợp này việc bù áp suất là cần thiết. Việc thay đổi áp suất còn có thể gây ra sai lệch trong tín hiệu ra của đồng hồ tại điểm lưu lượng bằng không. Ảnh hưởng này có thể được loại bỏ bởi việc điều chỉnh điểm không (xem 5.4) tại áp suất vận hành.

5.3.6 Lắp đặt

Ứng suất tác động lên bộ cảm biến từ hệ thống đường ống xung quanh có thể gây ra sai lệch tín hiệu ra của đồng hồ tại điểm lưu lượng bằng không. Sai lệch này sẽ được kiểm tra sau khi lắp đặt lần đầu hoặc sau khi có thay đổi trong lắp đặt. Việc điều chỉnh lại điểm không (xem 5.4) cần được thực hiện nếu những sai lệch không chấp nhận được.

5.4 Điều chỉnh điểm không

Khi kết thúc việc lắp đặt đồng hồ thì cần phải điều chỉnh điểm không để loại bỏ những ảnh hưởng được mô tả trong 5.3. Để kiểm tra và điều chỉnh lưu lượng không, đồng hồ sẽ phải điền đầy và dừng tất cả các dòng chảy. Trước tiên, nên kiểm tra điểm không của đồng hồ và điều chỉnh nếu chênh lệch là không thể chấp nhận. Việc điều chỉnh điểm không sẽ phải được làm dưới các điều kiện vận hành của nhiệt độ, áp suất và khối lượng riêng. Điều thiết yếu là lưu chất phải ổn định và không có bọt khí hoặc nhiều cặn và không chuyển động. Việc điều chỉnh điểm không thường được làm bằng việc nhấn nút không trên bộ chuyển đổi tín hiệu hoặc bằng điều khiển từ xa.

Mức của việc điều chỉnh điểm không có thể được kiểm tra bởi việc quan sát tín hiệu ra của đồng hồ tại lưu lượng bằng không. Tuy vậy, trước khi xem tín hiệu ra, cần thiết phải cài đặt điểm giới hạn lưu lượng thấp trong bộ chuyển đổi tín hiệu về không hoặc như một lựa chọn để tín hiệu ra không bị tác động bởi việc cài đặt điểm giới hạn lưu lượng thấp. Nếu thích hợp, thì chức năng hai chiều có thể được kích hoạt. Nên kiểm tra điểm không của đồng hồ định kỳ.

CHÚ THÍCH: Việc cài đặt điểm giới hạn lưu lượng thấp ở bộ chuyển đổi tín hiệu làm tín hiệu ra của đồng hồ bằng không nếu lưu lượng tụt xuống thấp hơn giá trị đặt trước.

5.5 Hiệu chuẩn lưu lượng khối lượng

Đồng hồ Coriolis phải được nhà sản xuất hiệu chuẩn dựa trên chuẩn đo lường có liên kết chuẩn và giấy chứng nhận hiệu chuẩn cần được cấp cho đồng hồ. Những hệ số hiệu chuẩn được xác định theo qui trình sẽ được ghi trên tấm dữ liệu của bộ cảm biến .

Việc hiệu chuẩn đồng hồ Coriolis tương tự như hiệu chuẩn các đồng hồ lưu lượng khác. Việc hiệu chuẩn bao gồm so sánh tín hiệu ra của đồng hồ với chuẩn đo lường có liên kết độ không đảm bảo đo tốt hơn. Tối thiểu phải tốt hơn ba lần yêu cầu đối với đồng hồ thử.

Khi đồng hồ Coriolis là thiết bị đo lưu lượng khối lượng, ưu tiên cho việc thực hiện việc hiệu chuẩn dựa vào chuẩn khối lượng hoặc trọng lực. Việc hiệu chuẩn dựa vào chuẩn thể tích kết hợp

với xác định khối lượng riêng có thể được dùng trong tình huống không có hoặc không thể thực hiện được phương pháp khối lượng hoặc trọng lượng, đặc biệt là khi thực hiện hiệu chuẩn tại hiện trường. Sai số của phương pháp phải được đánh giá cẩn thận. Nếu đồng hồ chuẩn Coriolis được dùng, cần cẩn thận để tránh nhiễu chéo (xem 3.3.11).

Nếu có thể thì việc hiệu chuẩn phải sử dụng sản phẩm và điều kiện càng gần với điều kiện sử dụng dự kiến càng tốt. Trước khi bắt đầu việc hiệu chuẩn, điểm không của đồng hồ sẽ phải được kiểm tra (xem 5.4). Đồng hồ Coriolis phải được điều chỉnh điểm không tại hệ thống hiệu chuẩn và lặp lại khi hoàn thành việc lắp đặt. Các tư vấn chi tiết về hiệu chuẩn, chu kỳ hiệu chuẩn, các qui trình được đề nghị, các mức hiệu chuẩn và ví dụ về đường cong hiệu chuẩn được cho trong Phụ lục A.

6 Đo khối lượng riêng trong điều kiện đo

6.1 Quy định chung

Đồng hồ Coriolis có thể đo trực tiếp khối lượng riêng trong điều kiện đo. Phần này trình bày cách đo khối lượng riêng và khối lượng riêng tương đối được thực hiện trên lưu chất trong các điều kiện đo. Nó còn bao gồm những khuyến cáo cho việc hiệu chuẩn khối lượng riêng. Các phép đo được suy ra dựa vào khối lượng riêng như khối lượng riêng tiêu chuẩn và nồng độ được trình bày trong Điều 8.

6.2 Nguyên lý hoạt động

Các đồng hồ Coriolis thường hoạt động tại tần số tự nhiên hoặc tần số cộng hưởng của chúng. Hệ thống cộng hưởng có mối liên hệ rất chặt chẽ giữa tần số này và khối lượng dịch chuyển. Với phép gần đúng thích hợp, tần số tự nhiên của đồng hồ Coriolis xem như là một hệ thống cộng hưởng có thể được viết như sau:

$$f_R = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C}{m}} \quad (3)$$

với $m = m_t + m_{fl}$ (4)

và $m_{fl} = \rho_{fl} V_{fl}$ (5)

Trong đó:

f_R là tần số cộng hưởng hoặc tự nhiên;

C là độ cứng cơ khí hoặc hằng số lò xo của bố trí ống đo;

m là khối lượng dao động tổng;

m_t là khối lượng dao động của ống đo;

m_{fl} là khối lượng dao động của lưu chất bên trong ống đo;

V_{fl} là thể tích của lưu chất bên trong ống đo;

ρ_{fl} là khối lượng riêng của lưu chất.

Độ cứng cơ khí hoặc hằng số lò xo của việc bố trí ống đo phụ thuộc vào thiết kế của đồng hồ và suất đàn hồi Young của vật liệu ống.

Từ công thức (3), (4) và (5) có thể xác định ρ_{fl} :

$$\rho_{fl} = \left[\frac{C}{V_{fl}(2\pi f_R)^2} \right] - \frac{m_t}{V_{fl}} \quad (6)$$

và sau khi đơn giản hoá công thức (6) trở thành:

$$\rho_{fl} = K_1 + \frac{K_2}{f_R^2} \quad (7)$$

Trong đó:

K_1 và K_2 là các hệ số đo khối lượng riêng, xác định trong quá trình hiệu chuẩn.

Tần số có thể được xác định bằng việc đo thời gian dao động của ống, T_f , hoặc bằng việc tính toán chu kỳ, N_c , trong một khung thời gian, t_w :

$$f_R = \frac{1}{T_f} \text{ hay } f_R = \frac{N_c}{t_w} \quad (8)$$

K_1 và K_2 phụ thuộc vào nhiệt độ và cần được bù tự động bằng phương pháp đo nhiệt độ tích phân. (cũng có thể có sự phụ thuộc áp suất, xem 6.4.3).

6.3 Khối lượng riêng tương đối ¹

Chia khối lượng riêng lưu chất ở điều kiện vận hành cho khối lượng riêng của nước tinh khiết ở điều kiện tiêu chuẩn ta có kết quả là khối lượng riêng tương đối ở điều kiện vận hành, như sau:

$$d = \frac{\rho_{fl}}{\rho_{w,ref}} \quad (9)$$

trong đó

ρ_{fl} là khối lượng riêng của lưu chất tại điều kiện đo.

$\rho_{w,ref}$ khối lượng riêng của nước tinh khiết ở điều kiện tiêu chuẩn.

6.4 Độ chính xác

Độ chính xác giới hạn thường được nhà sản xuất và người sử dụng dùng để định lượng giới hạn sai số mong muốn. Với khối lượng riêng thì độ chính xác giới hạn bao gồm những ảnh hưởng kết hợp của độ tuyến tính, độ lặp lại và độ trễ. Độ chính xác của khối lượng riêng được thể hiện là một giá trị tuyệt đối theo khối lượng trên một đơn vị thể tích (ví dụ g/cm³ hay kg/m³).

Các công bố về độ chính xác và độ lặp lại thường được cho ở điều kiện tiêu chuẩn do nhà sản xuất quy định. Điều kiện tiêu chuẩn này bao gồm nhiệt độ, áp suất, phạm vi khối lượng riêng và phạm vi lưu lượng. Nếu được lắp đặt tốt thì đồng hồ phải đo khối lượng riêng trong khoảng giới hạn độ chính xác này.

¹⁾ Trước đây gọi là trọng lượng riêng.

6.5 Hệ số ảnh hưởng đến phép đo khối lượng riêng

6.5.1 Quy định chung

Xem chi tiết tại Phụ lục C.

Đo khối lượng riêng có thể bị ảnh hưởng bởi việc thay đổi điều kiện vận hành. Trong những ứng dụng nhất định, những ảnh hưởng này có thể quan trọng và nhà sản xuất phải định lượng tác động này hoặc đưa ra hướng dẫn về xu hướng tác động tới đặc tính của đồng hồ. Ví dụ như việc ảnh hưởng của nhiệt độ có thể được diễn giải như là việc dịch chuyển khối lượng riêng trên việc thay đổi độ.

6.5.2 Nhiệt độ

Nhiệt độ thay đổi có thể tác động đến hệ số hiệu chuẩn khối lượng riêng của bộ cảm biến. Do vậy, việc bù cho những thay đổi này là cần thiết và phải được thực hiện tự động bởi bộ chuyển đổi tín hiệu. Tuy vậy, do tính không tuyến tính của công thức khối lượng riêng, ảnh hưởng có thể không được loại trừ. Để giảm thiểu ảnh hưởng này trong những ứng dụng chính xác, cần được hiệu chuẩn tại nhiệt độ vận hành. Những sai lệch lớn của nhiệt độ trong ống dao động và nhiệt độ môi trường có thể gây ra những sai số trong việc bù nhiệt độ. Việc sử dụng những vật liệu cách ly có thể làm giảm thiểu những ảnh hưởng này.

CHÚ THÍCH : Trong những ứng dụng nhất định, ví dụ như lưu chất được làm lạnh, có thể có những ảnh hưởng nhiệt độ tức thời, kết quả của việc thay đổi từng bước nhiệt độ vận hành (sốc nhiệt). Nó sẽ ảnh hưởng tức thời đến việc đo khối lượng riêng. Điều này cần phải được tính đến.

6.5.3 Áp suất

Áp suất thường có tác động nhỏ đến phép đo khối lượng riêng và do vậy việc bù áp suất thường là không cần thiết. Tuy nhiên, trong một số thiết kế và kích thước đồng hồ, việc thay đổi áp suất có thể ảnh hưởng đến hệ số hiệu chuẩn khối lượng riêng. Trong trường hợp này việc bù là cần thiết và có lẽ là cần thiết để thực hiện việc hiệu chuẩn tại áp suất của quá trình vận hành .

6.5.4 Đa pha

Khối lượng riêng của hỗn hợp lưu chất và hỗn hợp đồng nhất của chất rắn trong lưu chất hoặc hỗn hợp đồng nhất của lưu chất với tỉ lệ khí thấp có lẽ được đo một cách thoả đáng. trong một vài tình huống những ứng dụng đa pha (đặc biệt là bọt khí trong lưu chất) có thể gây ra thêm sai số đo và thậm chí là dừng hoạt động. Mức độ mà ở đó bong bóng hoặc chất rắn lơ lửng có thể được chấp nhận mà không ảnh hưởng đến việc đo khối lượng riêng sẽ phụ thuộc vào sự phân bố của chúng và sự kết nối với lưu chất mang chúng. Ví dụ, những túi bọt khí lớn trong nước gây ra nhiều phức tạp hơn những bong bóng được phân bố đồng đều trong lưu chất có độ nhớt cao. Tính phù hợp của đồng hồ Coriolis cho việc đo khối lượng riêng của hệ thống đo pha sẽ phụ thuộc vào việc sử dụng dự định. Việc lựa chọn đồng hồ thích hợp phải được thực hiện sau khi xem xét và tư vấn cẩn thận với nhà sản xuất.

6.5.5 Lưu lượng

Việc hiệu chuẩn khối lượng riêng thường được thực hiện trong điều kiện tĩnh ví dụ như không có dòng chảy của lưu chất. Tuy vậy, khi trong điều kiện vận hành dòng lưu chất, tiếng ồn thủy lực có thể ảnh hưởng đến việc đo khối lượng riêng. Vận tốc của lưu chất có thể làm tăng sự ảnh hưởng, sẽ thay đổi phụ thuộc vào kích cỡ và hình dạng của bộ cảm biến. Để đo khối lượng riêng chính xác tại các vận tốc trong phạm vi này, thì phải thực hiện hiệu chuẩn khối lượng riêng trong điều kiện đang có dòng chảy. Một số nhà sản xuất cung cấp việc bù tự động cho những ảnh hưởng của lưu lượng cho việc đo khối lượng riêng.

6.5.6 Ăn mòn, mài mòn và lớp phủ

Ăn mòn và mài mòn sẽ giảm khối lượng của ống đo, ngược lại lớp phủ sẽ làm tăng khối lượng của ống. Cả hai tác động này sẽ gây ra sai số đo khối lượng riêng. Trong những ứng dụng, mà những ảnh hưởng này có thể xảy ra, phải lưu ý xác định vật liệu phù hợp, lựa chọn cỡ đồng hồ thích hợp nhất (vận tốc giới hạn) và nếu cần thiết thì làm sạch thường xuyên.

Bằng việc theo dõi xu hướng phép đo khối lượng riêng, có thể chẩn đoán việc ăn mòn, mài mòn và lớp phủ quá mức trong (các) ống đo.

6.5.7 Lắp đặt

Nói chung, ứng suất lắp đặt không ảnh hưởng tới việc đo khối lượng riêng. Tuy nhiên với những thiết kế bộ cảm biến nhất định có thể là những ảnh hưởng nhỏ về hướng. Trong những ứng dụng đo khối lượng riêng chính xác, cần phải hiệu chuẩn theo hướng dự định cuối cùng hoặc lựa chọn việc hiệu chuẩn chính tại hiện trường (xem 6.6.3).

6.6 Hiệu chuẩn và điều chỉnh

6.6.1 Quy định chung

Đồng hồ Coriolis có thể được hiệu chuẩn trong quá trình sản xuất và/hoặc điều chỉnh tại hiện trường. Chỉ những chất lỏng đơn pha và sạch mới được sử dụng cho việc hiệu chuẩn hoặc điều chỉnh. Ống đo cần phải được làm sạch không có phủ bám hay cặn và phải xả sạch trước khi hiệu chuẩn. Bất kỳ độ lệch nào từ những yêu cầu này có thể gây ra sai số đo đáng kể.

6.6.2 Hiệu chuẩn của nhà sản xuất

Đồng hồ Coriolis thường được nhà sản xuất hiệu chuẩn để đo khối lượng riêng bằng cách dùng không khí và nước làm lưu chất tiêu chuẩn. Hệ số hiệu chuẩn khối lượng riêng được cung cấp bởi nhà sản xuất theo qui trình này thường được ghi trên tấm dữ liệu của bộ cảm biến. Nếu việc đo khối lượng riêng chính xác được yêu cầu, thì việc hiệu chuẩn đặc biệt sử dụng nhiều lưu chất với khối lượng riêng, nhiệt độ, áp suất tương tự như khi sử dụng thực. Trong những trường hợp này, giấy chứng nhận hiệu chuẩn khối lượng riêng cho đồng hồ phải được cấp theo yêu cầu.

6.6.3 Điều chỉnh tại hiện trường

Ưu điểm của việc điều chỉnh tại hiện trường là có thể được thực hiện bởi người sử dụng với lưu chất vận hành trong ống đo. Điều cần thiết là phép đo khối lượng riêng của đồng hồ Coriolis phải ổn định trước khi thực hiện điều chỉnh. Người sử dụng phải biết khối lượng riêng của lưu chất trong ống với độ không đảm bảo đo yêu cầu.

Bộ chuyển đổi cần được trang bị những thiết bị phụ trợ để hỗ trợ cho việc điều chỉnh tại hiện trường với đồng hồ được điền đầy bởi một hoặc nhiều lưu chất. Việc điều chỉnh tại hiện trường được khuyến nghị nếu những ảnh hưởng của việc lắp đặt cần bị loại bỏ, ví dụ như hướng của đồng hồ đo.

Qui trình cần thiết để thực hiện việc điều chỉnh tại hiện trường sẽ được mô tả chi tiết trong sổ tay hướng dẫn.

CHÚ THÍCH : Việc đo khối lượng riêng của đồng hồ Coriolis có thể được dùng thường xuyên như sự thể hiện độ ổn định của hệ thống có thể hữu dụng trong việc chẩn đoán ứng dụng tiềm ẩn và/hoặc những vấn đề về lắp đặt.

7 Đo lưu lượng thể tích trong các điều kiện đo

7.1 Quy định chung

Đồng hồ Coriolis đo trực tiếp lưu lượng khối lượng và khối lượng riêng của lưu chất trong điều kiện đo. Do vậy chúng thường được dùng khi đo một hoặc cả hai tham số quan trọng này. Tuy nhiên, có những ứng dụng mà ở đó khả năng của đồng hồ Coriolis là rất có ích, nhưng thể tích là phép đo mong muốn trong các điều kiện đo. Đồng hồ Coriolis có thể được dùng hiệu quả cho việc đo thể tích.

7.2 Tính toán thể tích

Khối lượng riêng được xác định bởi đơn vị là khối lượng của nó trên đơn vị thể tích, do vậy thể tích có thể được tính toán từ khối lượng và khối lượng riêng như sau:

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (10)$$

Trong đó:

V là thể tích trong các điều kiện đo.

ρ là khối lượng riêng trong các điều kiện đo.

m là khối lượng.

Công thức (10) có thể kết hợp trực tiếp vào trong phần mềm của bộ chuyển đổi của đồng hồ Coriolis là loại có thể đo trực tiếp cả khối lượng và khối lượng riêng (xem các Điều 5 và 6). Thật ra, phân số khối lượng của công thức trên được đo như là hàm của thời gian (lưu lượng khối lượng), do vậy, thể tích còn là hàm của thời gian.

$$q_v = \frac{q_m}{\rho} \quad (11)$$

Trong đó:

q_v là lưu lượng thể tích dưới các điều kiện đo.

q_m là lưu lượng khối lượng.

TCVN 8116: 2009

Đồng hồ Coriolis có thể cung cấp lưu lượng thể tích được tính từ Công thức (11) như là tín hiệu đầu ra. Lưu lượng thể tích được tính toán còn có thể được tính theo thời gian để được thể tích tổng.

CHÚ THÍCH: Lưu lượng thể tích được tính toán theo việc đo lưu lượng khối lượng động và khối lượng riêng động được thực hiện dưới các điều kiện vận hành. Do đó, lưu lượng thể tích trong công thức này sẽ còn là việc đo động học dưới điều kiện vận hành, chứ không phải dưới điều kiện chuẩn.

7.3 Độ chính xác

Một vài nhà sản xuất đồng hồ Coriolis công bố độ chính xác mong muốn đối với phép đo thể tích. Tuy nhiên, nếu những thông tin này không có được độ chính xác mong muốn của phép đo lưu lượng thể tích có thể được tính toán như sau:

$$\varepsilon_V = \sqrt{(\varepsilon_m^2 + \varepsilon_\rho^2)} \quad (12)$$

Trong đó:

ε_V là độ chính xác của phép đo thể tích.

ε_m là độ chính xác của phép đo khối lượng (xem 5.2).

ε_ρ là độ chính xác của phép đo khối lượng riêng (xem 6.4).

Tất cả những giá trị trên của độ chính xác được biểu thị theo \pm % của số đọc.

7.4 Ảnh hưởng đặc biệt

7.4.1 Quy định chung

Đồng hồ Coriolis chỉ có thể cung cấp giá trị được tính toán của thể tích và như vậy độ tin cậy phụ thuộc vào dữ liệu được nhập vào công thức thể tích. Trên cơ sở này, bất kỳ sự thay đổi nào của lưu chất hay các thông số vận hành có ảnh hưởng đến độ tin cậy của lưu lượng khối lượng và phép đo khối lượng riêng sẽ có ảnh hưởng kết hợp đến độ tin cậy của phép đo thể tích được tính. Đối với những ảnh hưởng đặc biệt của những thay đổi trong điều kiện vận hành trong phép đo lưu lượng khối lượng và khối lượng riêng, xem Điều 5 và 6.

7.4.2 Ảnh hưởng khi ống trống

Đồng hồ Coriolis đo dòng lưu chất sẽ phản hồi qua số đọc khối lượng riêng giảm về gần với giá trị không ống trống hoặc chất lỏng biến thành hơi. Nếu điều này xảy ra khi lưu lượng khối lượng vẫn là một giá trị hiển thị nhỏ, thì việc tính toán thể tích chất lỏng theo Công thức (10) (xem 7.2) sẽ gây ra sai số lớn. Vấn đề này có thể được tránh bằng việc kết hợp một cách hợp lý việc cài đặt điểm giới hạn khối lượng riêng thấp, để ngăn chặn thực hiện bất cứ phép đo lưu lượng nào trừ khi đồng hồ thực sự được điền đầy bằng chất lỏng. Tư vấn nhà sản xuất có thể cho nhiều phương pháp lựa chọn để loại bỏ vấn đề này.

7.4.3 Chất lỏng đa pha

Thể tích chất lỏng không thể đo tin cậy nếu có nhiều hơn một pha.

7.5 Hiệu chuẩn tại nhà máy

7.5.1 Lưu lượng khối lượng và khối lượng riêng

Khi so sánh tín hiệu đầu ra thể tích của đồng hồ Coriolis với chuẩn dung tích đã biết, khó có thể phân biệt giữa độ không chính xác của phép đo lưu lượng khối lượng của phương tiện và độ không chính xác của phép đo khối lượng riêng. Do vậy, đối với mục đích của việc hiệu chuẩn, đồng hồ Coriolis cần luôn được xem là các thiết bị đo lưu lượng khối lượng và khối lượng riêng.

Trước hết, hai tham số này cần được hiệu chuẩn phù hợp với những khuyến nghị đưa ra trong Điều 5 và Điều 6, trước khi đồng hồ có thể được dùng để đo thể tích. Một khi đồng hồ đã được hiệu chuẩn về lưu lượng khối lượng và khối lượng riêng, dự đoán lý thuyết về độ chính xác thể tích có thể được xác định bằng Công thức (12) mô tả trong 7.3.

7.5.2 Kiểm tra thể tích

Giá trị độ chính xác mong muốn trong phép đo thể tích có thể được kiểm tra bằng việc thực hiện phép thử thể tích dựa vào chuẩn dung tích đã biết. Cùng với giấy chứng nhận hiệu chuẩn tiêu chuẩn, theo yêu cầu, nhà sản xuất phải có khả năng cung cấp dữ liệu thử nghiệm cho thấy lưu lượng thể tích và sai số thể tích tương ứng. Những sai số này có thể được xác định bằng cách dùng những dữ liệu hiệu chuẩn lưu lượng khối lượng và khối lượng riêng của lưu chất hiệu chuẩn chính xác. Việc xác định thể tích còn có thể được kiểm tra bằng phương pháp thử tại hiện trường, phép thử cần được thực hiện bằng việc sử dụng đồng hồ Coriolis tại vị trí vận hành và sử dụng lưu chất của quá trình.

8 Phép đo bổ sung

8.1 Xem xét chung đối với những hệ thống nhiều thành phần

Phép đo khối lượng riêng được thực hiện bằng đồng hồ Coriolis là một hàm của khối lượng riêng thành phần của lưu chất vận hành trong ống. Nếu lưu chất chứa hai thành phần và khối lượng riêng của mỗi thành phần đã biết thì có thể xác định tỷ lệ của khối lượng hoặc thể tích của mỗi thành phần.

Bằng sự kết hợp phép đo lưu lượng khối lượng (độc lập) và phép đo khối lượng riêng (hoặc nồng độ) cũng có thể tính được lưu lượng khối lượng tính của mỗi thành phần của trong hỗn hợp hai thành phần. Phép đo lưu lượng tính được giới hạn ở hệ thống hai thành phần, ví dụ như dầu và nước, và có lợi trong nhiều ứng dụng khác nhau. Ví dụ lưu lượng của mỗi thành phần trong hệ thống hai thành phần như hỗn hợp dầu và nước, hỗn hợp của chất lỏng và chất rắn, phép đo đường ăn, và những hệ thống hai thành phần khác có thể được xác định bằng cách sử dụng đồng hồ Coriolis.

Theo lý thuyết, đồng hồ Coriolis sẽ đo khối lượng riêng trung bình của lưu chất nhiều thành phần, bao gồm cả hệ thống hai pha. Nói chung, điều này là đúng trong trường hợp hỗn hợp vữa (chất rắn được mang bằng chất lỏng). Tuy nhiên phép đo pha khí trong dòng chất lỏng, hoặc ngược lại, chất lỏng trong dòng khí, có thể là khó thực hiện do những ảnh hưởng và cấu trúc bên trong bộ cảm biến. Cần hỏi ý kiến nhà sản xuất nếu đo lưu lượng hai pha.

8.2 Hỗn hợp không trộn lẫn được

8.2.1 Quy định chung

Chất lỏng không trộn lẫn được là chất lỏng chứa hai thành phần không trộn lẫn được. Thể tích tổng là tổng của hai thể tích riêng biệt trong các điều kiện đo.

Khi hai thành phần không trộn lẫn với nhau, dù chúng là hai chất lỏng không thể trộn lẫn hoặc chất lỏng và chất rắn, mối liên hệ giữa khối lượng riêng và nồng độ chỉ có thể được xác định bởi Công thức (13) và (14) nêu trong 8.2.2. Ví dụ về hỗn hợp này là bột và nước, cát và nước, dầu và nước.

8.2.2 Hàm khối lượng

Công thức (13) và (14) mô tả mối liên hệ giữa thành phần A và thành phần B tương ứng, phân số khối lượng w được biểu thị bằng phần trăm.

$$w_A = \frac{\rho_A(\rho_{measured} - \rho_B)}{\rho_{measured}(\rho_A - \rho_B)} \times 100 \quad (13)$$

$$w_B = \frac{\rho_B(\rho_A - \rho_{measured})}{\rho_{measured}(\rho_A - \rho_B)} \times 100 \quad (14)$$

Trong đó:

w_A và w_B là những phân số khối lượng tương ứng của thành phần A và thành phần B trong tương quan đối với hỗn hợp.

ρ_A và ρ_B là các khối lượng riêng tương ứng của thành phần A và thành phần B.

$\rho_{measured}$ là khối lượng riêng được đo của hỗn hợp.

8.2.3 Hàm thể tích

Công thức (15) và (16) mô tả mối liên hệ giữa thành phần A và thành phần B, phân số thể tích φ được biểu thị bằng phần trăm.

$$\varphi_A = \frac{\rho_{measured} - \rho_B}{\rho_A - \rho_B} \times 100 \quad (15)$$

$$\varphi_B = \frac{\rho_A - \rho_{measured}}{\rho_A - \rho_B} \times 100 \quad (16)$$

Trong đó:

φ_A và φ_B là những phân số thể tích tương ứng của thành phần A và thành phần B trong tương quan đối với hỗn hợp.

ρ_A và ρ_B và $\rho_{measured}$ được xác định trong công thức (13) và (14) trong 8.2.2

Phần thể tích được thể hiện đơn giản tại công thức (13) và (14).

8.2.4 Lưu lượng khối lượng thực

Bằng việc kết hợp lưu lượng khối lượng tổng và việc đo phân số khối lượng, lưu lượng khối lượng thực của mỗi thành phần trong hai thành phần được tính toán như sau:

$$q_{m,A} = \frac{q_{m,T} \cdot w_A}{100} \quad (17)$$

$$q_{m,B} = \frac{q_{m,T} \cdot w_B}{100} \quad (18)$$

Trong đó:

- $q_{m,T}$ là lưu lượng khối lượng tổng của hỗn hợp.
 $q_{m,A}$ và $q_{m,B}$ là lưu lượng khối lượng thực của từng thành phần A và thành phần B tương ứng.
 w_A và w_B được xác định bởi Công thức (13) và (14) trong 8.2.2.

8.2.5 Lưu lượng thể tích thực

Bằng việc kết hợp lưu lượng thể tích tổng và việc đo thành phần thể tích, lưu lượng thể tích thực của mỗi thành phần trong hai thành phần có thể được tính toán như sau:

$$q_{V,A} = \frac{q_{V,T} \cdot \varphi_A}{100} \quad (19)$$

$$q_{V,B} = \frac{q_{V,T} \cdot \varphi_B}{100} \quad (20)$$

Trong đó:

- $q_{V,T}$ là lưu lượng thể tích thực;
 $q_{V,A}$ và $q_{V,B}$ là lưu lượng thể tích của mỗi thành phần A và B tương ứng;
 φ_A và φ_B được xác định bằng công thức (15) và (16) trong 8.2.3.

8.3 Những chất lỏng trộn lẫn chứa những thành phần tương tác hóa học

Những chất lỏng trộn lẫn bao gồm hai thành phần hoàn toàn trộn lẫn với nhau hoặc hoà tan với nhau và tổng thể tích của chất lỏng này có thể khác với tổng các thể tích riêng lẻ cộng lại trong điều kiện đo. Khi hai chất lỏng hoàn toàn được trộn lẫn như là rượu và nước, phân số khối lượng (của một trong hai thành phần lưu chất) so với khối lượng riêng thường được đọc trong bảng số liệu. Không thể có công thức chung cho tất cả các chất lỏng có thể trộn lẫn bởi mối liên hệ không tuyến tính giữa phân số khối lượng và khối lượng riêng. Cần thiết để suy ra mỗi công thức cho mỗi hỗn hợp. Xem Phụ lục D.

8.4 Dung dịch chứa những thành phần không tương tác hoá học

Mối liên hệ giữa hai lưu chất có thể hoà tan có tương tác hóa học rất phức tạp. Xem Phụ lục D.

8.5 Xem xét đặc biệt về áp suất và nhiệt độ

Những công thức và thảo luận trước (cũng như trong Phụ lục D) giả thiết các điều kiện nhiệt độ và áp suất không đổi. Trong hỗn hợp bất kỳ nào nhiệt độ và áp suất sẽ ảnh hưởng đến khối lượng riêng của mỗi thành phần trong hai thành phần khác nhau. Do vậy, cần có sự hiệu chỉnh. Thông thường, áp suất có ảnh hưởng nhỏ lên khối lượng riêng và có thể được xem như không đáng kể. Đặc biệt, khi áp suất hầu như không đổi. Bất cứ sự ảnh hưởng nào đều có thể được đặc trưng bằng việc thực hiện hiệu chuẩn. Nhiệt độ có ảnh hưởng lớn hơn nhiều và việc hiệu chỉnh trực tiếp là cần thiết. Các đồng hồ Coriolis cung cấp phép đo nhiệt độ để hiệu chỉnh tính chất vật liệu của bộ phận bộ cảm biến. Đây là một phép đo thuận lợi dùng cho việc hiệu chỉnh tính chất chất lỏng ngay tại bộ chuyển đổi. Tuy nhiên, cần thực hiện phép đo nhiệt độ riêng biệt cho những ứng dụng chính xác.

Phụ lục A
(Tham khảo)
Kỹ thuật hiệu chuẩn

A.1 Giới thiệu

Đồng hồ Coriolis được hiệu chuẩn theo cách giống như các đồng hồ lưu lượng khác. Việc hiệu chuẩn bao gồm việc so sánh tín hiệu ra của đồng hồ được thử nghiệm với chuẩn đo lường thích hợp có độ đảm bảo đo phù hợp. Có hai mức hiệu chuẩn mô tả chi tiết trong A.2 như sau:

- Loại 1 – hiệu chuẩn tiêu chuẩn – chi tiết của việc hiệu chuẩn này do nhà sản xuất quy định;
- Loại 2 – hiệu chuẩn đặc biệt – chi tiết do người sử dụng quy định.

Một cách lý tưởng là đồng hồ Coriolis cần được hiệu chuẩn bằng kỹ thuật trọng lực. Tuy nhiên, cũng có thể sử dụng phương pháp thể tích với điều kiện độ không đảm bảo đo tổng của phép đo lưu lượng khối lượng bao gồm độ không đảm bảo đo cả phép đo thể tích và phép đo khối lượng riêng. Việc tính toán độ không đảm bảo đo cần được thực hiện theo ISO/TR 5168^[2], ISO/TR 7066-1^[3], ISO 7066-2^[4]. Đồng hồ Coriolis đo khối lượng, do đó lượng lưu chất được đo trong lúc hiệu chuẩn trọng lực, phải được biểu thị theo đơn vị khối lượng, nghĩa là được hiệu chính về lực đẩy.

CHÚ THÍCH : Việc hiệu chuẩn hoàn toàn tuân theo qui trình mà theo đó lưu lượng kế được kiểm tra so với mức quy chiếu có liên kết và không bao gồm việc điều chỉnh các hệ số hiệu chuẩn.

A.2 Phương pháp hiệu chuẩn

A.2.1 Xem xét chung

Khi hiệu chuẩn đồng hồ Coriolis, nên thu thập dữ liệu từ đầu ra bộ chuyển đổi độc lập với bất kỳ sự cài đặt suy giảm nào. Một số lượng đủ xung cần được đếm trong suốt quá trình thử nghiệm để đạt được độ không đảm bảo hiệu chuẩn có thể chấp nhận.

Có ba phương pháp chính để hiệu chuẩn đồng hồ lưu lượng: phương pháp trọng lực, thể tích và sử dụng đồng hồ chuẩn. Trong mỗi trường hợp có thể sử dụng hai kỹ thuật vận hành.

a) Bắt đầu/kết thúc động (lướt) – việc thu thập dữ liệu bắt đầu và kết thúc khi lưu chất được duy trì ở lưu lượng ổn định. Thời gian xử lý tín hiệu của bộ chuyển đổi có thể dẫn đến trễ của tín hiệu ra dạng xung. Điều này cần được xem xét khi sử dụng phương pháp động trong đó một lượng nhỏ chất lỏng được đo, ví dụ như ống chuẩn dung tích nhỏ và các thiết bị chuyển dòng.

b) Bắt đầu/kết thúc tĩnh – nên thu thập dữ liệu bắt đầu/kết thúc tại điều kiện lưu lượng bằng không. Trong trường hợp này thời gian vận hành cần đủ dài để tính sai số gây ra bởi những thay đổi của lưu lượng tại điểm bắt đầu và điểm kết thúc của hành trình. Thời gian xử lý tín hiệu của bộ chuyển đổi tín hiệu có thể gây ra trễ đối với tín hiệu ra dạng xung. Vì vậy ngay cả khi van đã đóng và lưu lượng đã dừng, mạch điện của đồng hồ có thể vẫn tiếp tục hiển thị lưu lượng. Những sai số do trễ xung tín hiệu ra phải được tính đến.

A.2.2 Phương pháp trọng lượng

Lưu chất thử nghiệm cần được thu vào trong bình cân. Khối lượng của bình cân được ghi lại trước khi bắt đầu và sau khi phép thử hoàn thành. Sự chênh lệch giữa hai số đo này là khối lượng thu được và trong trường hợp không khí hoặc khí bị chiếm chỗ, khối lượng thu được sẽ phải được hiệu chỉnh lực đẩy. Cần thận để tránh việc hoá hơi hoặc ngưng tụ trên thành bình. Việc hiệu chuẩn được thực hiện bằng cách so sánh tổng tích lũy trên bộ chuyển đổi với khối lượng đã thu được.

A.2.3 Phương pháp đo thể tích

Đồng hồ Coriolis có thể được hiệu chuẩn bằng phương pháp đo thể tích đã được thiết lập. Ví dụ thu gom lưu chất thử vào một bình đã được chứng nhận hoặc sử dụng một ống chuẩn dung tích. Tuy nhiên lượng được thu gom (thể tích) phải được chuyển đổi thành khối lượng bằng cách nhân với khối lượng riêng của lưu chất. Khối lượng riêng có thể được đo động bằng cách sử dụng một tỷ trọng kế trên đường ống hoặc nếu khối lượng riêng của lưu chất là không đổi thì bằng phương pháp lấy mẫu. Nếu tính chất của lưu chất được biết rõ, khối lượng riêng có thể còn được xác định phép đo nhiệt độ và áp suất bên trong bình.

A.2.4 Đồng hồ chuẩn

Đồng hồ chuẩn cũng có thể được dùng để hiệu chuẩn đồng hồ Coriolis bằng các phương pháp đã thiết lập. Độ ổn định và độ chính xác của đồng hồ chuẩn cần được lập thành văn bản, cần cung cấp độ không đảm bảo đo phù hợp theo đơn vị khối lượng. Nếu đồng hồ chuẩn là thiết bị thể tích, thì số liệu đo của nó phải được chuyển đổi sang khối lượng bằng cách sử dụng khối lượng riêng. Khối lượng riêng có thể được đo động bằng cách sử dụng một tỷ trọng kế trên đường ống, hoặc nếu khối lượng riêng của lưu chất là hằng số thì dùng phương pháp lấy mẫu. Nếu biết rõ đặc tính của lưu chất thì khối lượng riêng còn có thể được xác định bằng việc đo nhiệt độ áp suất lưu chất trong suốt quá trình thử. Nếu đồng hồ chuẩn là Coriolis thì cần cẩn thận để tránh nhiễu chéo (xem 3.2.10), nhà chế tạo sẽ phải tư vấn phương pháp để tránh nhiễu chéo.

A.2.5 Tần suất hiệu chuẩn

Đồng hồ Coriolis phải không trôi nếu nó được lắp đặt chính xác và được sử dụng với lưu chất sạch và không có chất ăn mòn. Tần suất của việc hiệu chuẩn đồng hồ được quản lý bởi tính rủi ro và bản chất của điều kiện vận hành. Có thể giảm hoặc tăng tần suất hiệu chuẩn một cách phù hợp tùy theo số liệu được tập hợp. Đối với vấn đề thương mại và/ hoặc những ứng dụng giao nhận với khách hàng, tần suất này có thể được quy định hoặc có sự đồng ý giữa các bên liên quan, có thể là một hoặc hai lần trong một năm.

Nếu điều kiện lắp đặt đồng hồ thay đổi, ví dụ do việc sửa chữa đường ống trong vùng lân cận với đồng hồ, có khả năng giá trị bù điểm không của đồng hồ sẽ bị tác động, điều này có thể được sửa bởi áp dụng điều chỉnh điểm không. Việc điều chỉnh điểm không là cần thiết nếu tín hiệu đầu ra đồng hồ tại điều kiện lưu lượng bằng không là lớn hơn độ ổn định điểm không của đồng hồ được quy định bởi nhà sản xuất.

A.3 Qui trình hiệu chuẩn

Các qui trình áp dụng cho tất cả các phương pháp hiệu chuẩn đồng hồ, phải đảm bảo:

- Đồng hồ được lắp đặt theo khuyến nghị của nhà sản xuất;
- Đồng hồ được thử nghiệm và những thiết bị thử được điền đầy hoàn toàn với lưu chất trước thử nghiệm và sau thử nghiệm để tránh những ảnh hưởng từ không khí;
- Quá trình khởi động thích hợp và thời gian chạy thủy lực phải thực hiện trước khi hiệu chuẩn;
- Tất cả dữ liệu cấu hình của bộ chuyển đổi được ghi lại trước khi bắt đầu việc thử nghiệm;
- Tín hiệu đầu ra đồng hồ được kiểm tra tại lưu lượng bằng không trước và sau phép thử;
- Lưu lượng thử được lựa chọn để phủ hết phạm vi lưu lượng hoạt động của đồng hồ khi đưa vào sử dụng.

A.4 Điều kiện hiệu chuẩn

A.4.1 Độ ổn định lưu lượng

Lưu chất phải được giữ ổn định trong phạm vi $\pm 5\%$ của lưu lượng được chọn trong suốt quá trình thử hiệu chuẩn tại lưu lượng đó.

A.4.2 Điều chỉnh điểm không

Đầu tiên, điều kiện lưu lượng bằng không phải được thiết lập (và kiểm tra) tại hệ thống thử. Nếu tín hiệu đầu ra của đồng hồ tại điều kiện lưu lượng bằng không nằm trong giá trị ổn định điểm không được quy định bởi nhà sản xuất, thì việc điều chỉnh điểm không sẽ không cần thiết. Tuy nhiên, nếu tín hiệu đầu ra tại điều kiện lưu lượng bằng không không thỏa mãn, thì việc điều chỉnh điểm không chỉ được thực hiện tại lúc bắt đầu việc hiệu chuẩn chứ không thực hiện ở giữa quá trình. Khuyến nghị rằng các điều kiện của lưu chất phải được ghi lại như một phần của việc điều chỉnh điểm không.

A.4.3 Nhiệt độ và áp suất

Việc thay đổi nhiệt độ và áp suất lưu chất sẽ phải được giảm thiểu trong quá trình hiệu chuẩn. Đối với một hành trình nhiệt độ phải giữ ổn định trong phạm vi $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, và trong phạm vi $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ trong suốt quá trình hiệu chuẩn. Áp suất lưu chất bên trong thiết bị thử nghiệm cần phải giữ đủ cao để tránh sự hoá hơi và hiện tượng xâm thực trong đồng hồ và/hoặc trong vùng lân cận của đồng hồ. Tốt nhất là việc hiệu chuẩn phải được thực hiện trong điều kiện nhiệt độ, áp suất vận hành bình thường của việc sử dụng đã định.

A.4.4 Khối lượng riêng và độ nhớt

Tùy theo thiết kế của đồng hồ Coriolis, tính năng có thể bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi khối lượng riêng và độ nhớt lưu chất. Trong những trường hợp này, lưu chất để thử nghiệm phải có tính năng giống hoặc tương đương với lưu chất vận hành dự định sử dụng.

A.4.5 Lắp đặt

Các khuyến nghị đã trình bày trong 3.3 có thể áp dụng cho việc lắp đặt đồng hồ trong quá trình hiệu chuẩn.

A.5 Giấy chứng nhận hiệu chuẩn

Các dữ liệu sau sẽ cần được nêu trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn đồng hồ:

- Số hiệu duy nhất của giấy chứng nhận, được nhắc lại trên từng trang cùng với số trang và tổng số trang;
- Ngày cấp giấy chứng nhận và ngày thử nghiệm nếu khác với ngày cấp;
- Các bên tham gia thử nghiệm;
- Tên và địa chỉ của phòng thử nghiệm;
- Dữ liệu lưu chất sử dụng thử nghiệm như tên sản phẩm, khối lượng riêng, nhiệt độ và áp suất;
- Dấu hiệu nhận dạng duy nhất của đồng hồ thử;
- Tính liên kết chuẩn của thiết bị thử nghiệm và các qui trình của nó;
- Công bố độ không đảm bảo đo và phương pháp tính toán;
- Điều kiện môi trường liên quan;
- Dữ liệu thử nghiệm liên quan và kết quả của việc hiệu chuẩn, bao gồm tín hiệu đầu ra của đồng hồ khi lưu lượng bằng không tại điểm bắt đầu và kết thúc hiệu chuẩn;
- Dữ liệu hiệu chuẩn phải được trình bày theo thứ tự thời gian;
- Hướng lắp đặt của đồng hồ Coriolis;
- Dữ liệu cấu hình bên trong bộ chuyển đổi tín hiệu khi tiến hành hiệu chuẩn;
- Chữ ký của người có thẩm quyền.

A.6 Mẫu giấy chứng nhận hiệu chuẩn

Mẫu giấy chứng nhận hiệu chuẩn cho trong Hình A.1

Số giấy chứng nhận:	..... Trang .....trên				
Nhà cung cấp:	.....			
Bộ cảm biến	Loại				
	Số sản xuất				
	Hệ số hiệu chuẩn bộ cảm biến				
Bộ chuyển đổi tín hiệu:	.....			
	Loại				
	Số sản xuất				
Tín hiệu ra được hiệu chuẩn	mA-xung-khối lượng riêng				
Điều kiện thử					
Chất lưu hiệu chuẩn (Tên sản phẩm)	.....			
Độ nhớt	.....			
Khối lượng riêng	.....			
Nhiệt độ lưu chất thử	.....			
Áp suất tại đầu vào đồng hồ thử	.....			
Tín hiệu ra tại lưu lượng bằng không trước khi hiệu chuẩn	.....			
Tín hiệu ra tại lưu lượng bằng không sau khi hiệu chuẩn	.....			
Hướng	.....			
Thiết bị được liên kết chuẩn với	.....			
Độ không đảm bảo đo của phương tiện kiểm tra	.....			
q_m	Phần trăm thang đo	Khối lượng được hiển thị	khối lượng chuẩn	Sai số quan trắc %	Yêu cầu kỹ thuật %
.....
.....
Sai số quan trắc (%)					
Phạm vi lưu lượng	min.....max.....				
Tổn thất áp tại lưu lượng lớn nhất	.....			
Dữ liệu cấu hình khi thực hiện việc hiệu chuẩn					
(có thể được in trên từng trang riêng và đính kèm vào giấy chứng nhận này)					

Hình A.1- Giấy chứng nhận hiệu chuẩn mẫu

Phụ lục B

(Tham khảo)

Khoang chứa thứ cấp của đồng hồ Coriolis

B.1 Hướng dẫn an toàn cho việc lựa chọn đồng hồ Coriolis

B.1.1 Xem xét chung

Khi đồng hồ Coriolis được dùng cho những ứng dụng quan trọng, như công trình biển ở ngoài khơi và trong phép đo những chất dễ cháy nổ hoặc chất độc hại, phải lưu ý để kiểm định toàn bộ tình trạng của đồng hồ để có thể chịu được áp suất vượt quá tuổi thọ mong muốn dưới điều kiện vận hành thật.

Nói chung, người ta thường nghĩ rằng đồng hồ Coriolis có hai ống dao động thành mỏng, chúng dễ bị hư hỏng do ứng suất giảm sức chịu đựng của kim loại dẫn đến lỗi của ống. Đây là một nhận thức sai và thường dẫn đến hiểu sai tính năng của những đồng hồ này hoặc trong một vài trường hợp tránh không sử dụng chúng.

Kinh nghiệm của các nhà sản xuất chứng minh rằng khi sử dụng trong điều kiện vận hành bình thường, các ứng suất sinh ra bên trong đồng hồ Coriolis là quá nhỏ để gây ra việc giảm sức chịu đựng của kim loại.

Khi đồng hồ Coriolis được qui định cho những ứng dụng đặc biệt những chú ý quan trọng phải được chỉ rõ ở những điều sau.

B.1.2 Vật liệu

Cần lưu ý để thực hiện việc lựa chọn các vật liệu ướt phù hợp với lưu chất vận hành được đo và cả với lưu chất làm sạch. Vật liệu không phù hợp hầu hết là nguyên nhân của các vết rạn nứt trong đường ống Coriolis và có thể tránh được trong giai đoạn lựa chọn bộ cảm biến. Các hướng dẫn chọn vật liệu chuẩn không cần thiết áp dụng cho những ống dao động thành mỏng. Những khuyến cáo của nhà sản xuất phải được xem xét cũng như các hướng dẫn chọn vật liệu chuẩn.

B.1.3 Vận tốc

Cần cẩn thận để chắc rằng không có bất cứ sự mài mòn nào bên trong bộ cảm biến khi đo dòng chảy của sản phẩm ăn mòn. Việc mỏng dần của ống đo do sự mài mòn có thể dẫn đến những hư hại nghiêm trọng. Nhà sản xuất phải quy định rõ vận tốc lớn nhất không gây sự mài mòn cho bộ cảm biến có kích thước cho trước.

B.1.4 Áp suất danh định của ống

Để đảm bảo sự phù hợp cho phạm vi áp suất của ống, nhà cung cấp phải cung cấp những thông tin sau:

- a) Mã ASME mà ống được thiết kế, thường là ASME B.31.3^[5] (hoặc các chuẩn tương ứng được công nhận như AD- Merkblätter, Druckbehälterverordnung/Đức hay KHK/Nhật).
- b) Tính toán thiết kế liên quan tới các mã được nêu ra ở điểm a), đối với độ dày của thành ống, áp suất danh định, v.v.

B.1.5 Áp suất danh định của mặt bích

Tương tự, các mã thiết kế ASME thích hợp phải cho phép kiểm tra sự phù hợp của các điểm nối đến bộ cảm biến Coriolis.

B.1.6 Thử áp suất

Nhà sản xuất cần có bằng chứng để xác nhận rằng bộ cảm biến được lắp đặt đầy đủ đã qua phép thử áp suất thích hợp. Bằng chứng này phải được cung cấp dưới dạng giấy chứng nhận hoặc quy trình thử. Khi những tiêu chí trên đã được đáp ứng cho bất kỳ việc sử dụng đã định trước, khoang chứa thứ cấp sẽ không cần thiết nữa.

B.2 Khoang chứa thứ cấp

B.2.1 Việc sử dụng thích hợp

Khi những nguyên lý cơ bản trong B.1 dùng như các hướng dẫn an toàn cho việc lựa chọn đồng hồ, có những tình huống mà tất cả những tiêu chí đề cập ở trên không thể thỏa mãn. Ví dụ, nếu có sự quan tâm liên quan tới tính tương thích của vật liệu do bản chất không biết trước của lưu chất vận hành sẽ chảy qua đồng hồ. Khi đó khoang chứa thứ cấp có thể được yêu cầu. Trong trường hợp này những vấn đề dưới đây liên quan tới tính nhất quán của khoang chứa thứ cấp được đề xuất phải được chỉ ra.

B.2.2 Tính nhất quán trong thiết kế

Có sẵn bằng chứng được nhà chế tạo cung cấp chứng minh rằng bình chứa được thiết kế đặc biệt cho mục đích đã biết theo những tiêu chuẩn đã công nhận.

B.2.3 Thử áp suất

Bên cạnh việc tính toán thiết kế chứng minh sự phù hợp của bình chứa, nhà sản xuất cần phải thực hiện phép thử trên tất cả các bình chứa được lắp đặt hoàn chỉnh. Các phép thử áp phải được thực hiện bằng cách sử dụng các đầu nối sạch phù hợp trong bình chứa. Phép thử cần tuân theo quy trình đã được thiết lập và phải được hỗ trợ bởi những tài liệu cần thiết và giấy chứng nhận thử.

B.2.4 Việc lựa chọn áp suất danh định phù hợp của khoang chứa thứ cấp

Hướng dẫn chung quy định áp suất danh định cho khoang chứa thứ cấp như sau:

- Áp suất bình chứa liên tục lớn nhất > Áp suất xả vận hành;
- Áp suất nổ của bình chứa > Áp suất thiết kế của máy.

Khoang chứa thứ cấp của đồng hồ Coriolis chỉ phải chịu áp suất ở điều kiện không bình thường (vết rạn nứt của ống), cần phải trong một khoảng thời gian giới hạn và chỉ xảy ra một lần. Trên cơ sở này, có thể chấp nhận quy định áp suất cho bình chứa của đồng hồ Coriolis ít khắc nghiệt hơn phần còn lại của hệ thống đường ống. Thoả thuận này chỉ được thực hiện trong quá trình thiết kế và/ hoặc những yêu cầu của mã thử.

Trong các trường hợp mà áp suất thiết kế vận hành là cao hơn áp suất thiết kế khoang chứa thứ cấp, thì vấn đề an toàn của việc lắp đặt đồng hồ Coriolis có thể được nâng cấp bằng việc lắp đặt công tắc áp suất trong khoang chứa thứ cấp để việc sử dụng như một báo động ngắt. Hoặc thể sử dụng đĩa nổ hoặc van xả.

Phụ lục C

(Tham khảo)

Thông số kỹ thuật của đồng hồ Coriolis

Sau đây là những thông tin tối thiểu được qui định bởi nhà sản xuất đồng hồ Coriolis.

Dấu hiệu nhận biết	Nhà sản xuất Số model Nguyên lý đo
Các phép đo chính:	Lưu lượng khối lượng / khối lượng riêng / nhiệt độ Phạm vi của các thông số trên
Tín hiệu đầu ra	Tương tự Xung Hiện số Hiển thị Rời rạc
Tính năng	Độ chính xác ở điều kiện qui định Độ ổn định điểm không Độ lặp lại Ảnh hưởng đến nhiệt độ vận hành Ảnh hưởng đến áp suất vận hành Ảnh hưởng đến tỷ lệ khí thể tích Sụt áp trong điều kiện qui định.
Giới hạn vận hành	Khối lượng riêng Áp suất Nhiệt độ Độ nhớt.
Cơ học	Hình dạng ống Vật liệu cấu tạo Kích thước ống Kích thước tổng thể Khối lượng Đầu nối vận hành Khoang chứa thứ cấp
Điện	Nguồn điện cung cấp
Giấy chứng nhận	Xác nhận an toàn Xác nhận đo thương mại Khoang chứa thứ cấp Tài liệu quy định chung

Phụ lục D

(Tham khảo)

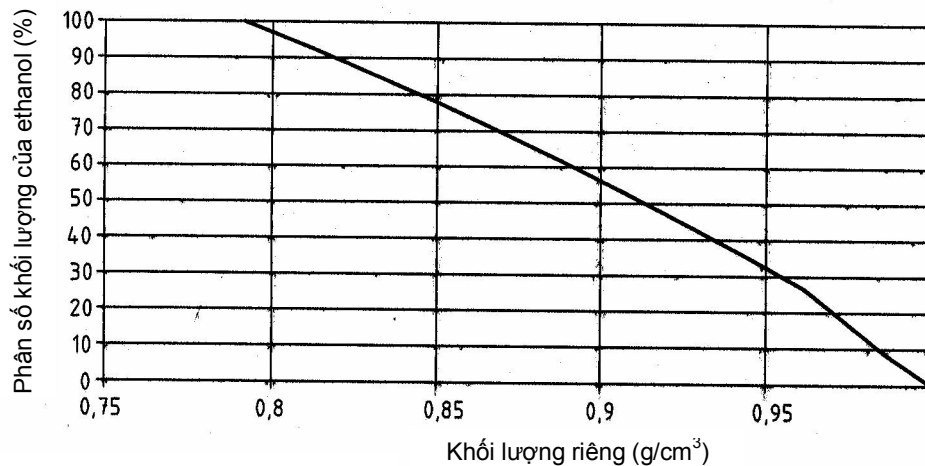
Ví dụ về phép đo phân số khối lượng**D.1 Chất lỏng hòa tan chứa những thành phần hoá chất không tương tác****D.1.1 Mối liên hệ giữa khối lượng riêng và phân số khối lượng**

Hình D.1 là một ví dụ về mối liên hệ giữa khối lượng riêng và phân số khối lượng của hai chất lỏng hòa tan, nước và ethanol ở 20 °C.

Nước tinh khiết và ethanol tinh khiết có khối lượng riêng như sau:

- Nước 0,999823 g/cm³
- Ethanol 0,78934 g/cm³

Ví dụ khối lượng riêng 0,78934 g/cm³ là phân số khối lượng của 100% ethanol và khối lượng riêng 0,999823 g/cm³ là phân số khối lượng của 0% ethanol (hoặc 100% nước) Hình D.1. Các giá trị trung bình khác của khối lượng riêng có thể được xác định từ đường cong phi tuyến tính thể hiện trong Hình D.1.



Dữ liệu được lấy từ sổ tay CRC [6].

Hình D.1– Đường cong khối lượng riêng so với phân số khối lượng của ethanol và nước

D.1.2 Phân số khối lượng

Giá trị của phân số khối lượng, tính bằng phần trăm, được xác định trực tiếp từ giá trị trong bảng hoặc đường cong tương tự như Hình D.1.

D.1.3 Phân số thể tích

Thể tích thực của hai thành phần hoà tan khó định lượng bằng số tuyệt đối. Nếu thể tích của thành phần A và thành phần B trộn lẫn, thì thể tích cuối cùng không bằng tổng của thể tích A và B. Điều này là do thay đổi trong việc chiếm chỗ những khe hở của những phân tử chất tan trong hỗn hợp. Thực tế người dùng có thể cần biết về phân số thể tích trước khi trộn để điều khiển thể tích dòng tốt hơn.

$$\varphi_A = \frac{\frac{\omega_A}{\rho_A}}{\left(\frac{\omega_A}{\rho_A} + \frac{\omega_B}{\rho_B}\right)} \times 100 \quad (D.1)$$

Trong đó:

φ_A là phân số thể tích của thành phần hợp thành, tính bằng phần trăm.

ω_A , ω_B , ρ_A , ρ_B được xác định trong 8.2.2.

$$\varphi_B = \frac{\frac{\omega_B}{\rho_B}}{\left(\frac{\omega_A}{\rho_A} + \frac{\omega_B}{\rho_B}\right)} \times 100 \quad (D.2)$$

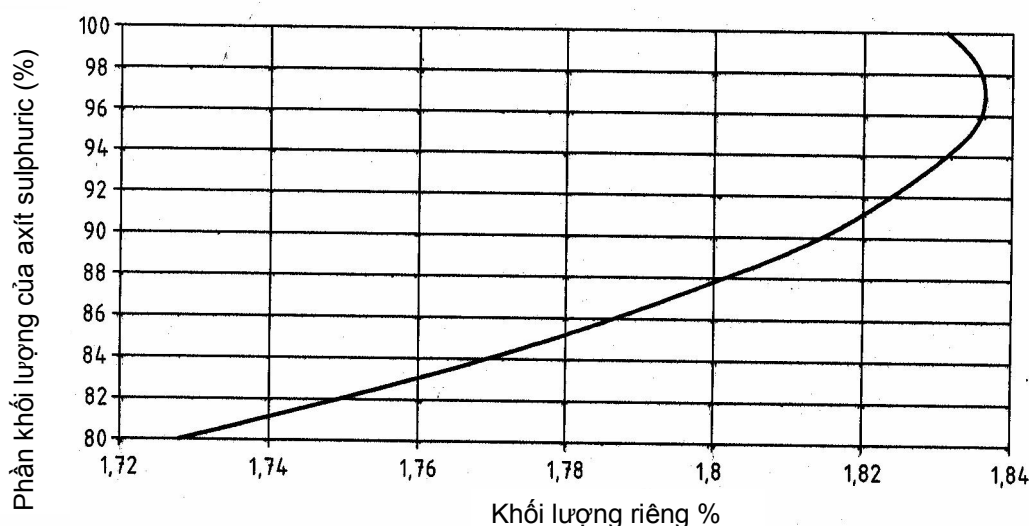
D.1.4 Tính toán dòng thực

Khi phân số khối lượng và phân số thể tích được biết thì việc tính toán khối lượng thực và lưu lượng thể tích giống như cho trong 8.2.4 và 8.2.5.

D.2 Dung dịch chứa những thành phần hoá học tương tác

D.2.1 Mối quan hệ giữa khối lượng riêng và phân số khối lượng

Mối quan hệ giữa hai chất lỏng hòa tan có tương tác hóa học là rất phức tạp. Ví dụ như axit sulphuric và nước, sự ion hoá thay đổi khối lượng riêng hòa tan. Hình D.2 chỉ ra mối liên hệ giữa nồng độ và khối lượng riêng không được xác định bởi đường cong đơn giản. Nghĩa là, giá trị khối lượng riêng đơn có thể tương quan với hai giá trị khác nhau của phân số khối lượng. Trong trường hợp này, điều quan trọng là người sử dụng phải hiểu được mối quan hệ giữa khối lượng riêng và phân số khối lượng và tiến hành trong ngưỡng khá hẹp của phân số khối lượng để liên hệ đến đường cong giá trị đơn dùng cho khối lượng riêng.



Hình D.2 - Phân số khối lượng của axit sulphuric so với khối lượng riêng.

D.2.2 Phân số khối lượng

Giá trị của phân số khối lượng, tính bằng phần trăm, được đọc trực tiếp từ giá trị trong bảng hoặc từ đường cong tương tự như trong Hình D.2.

D.2.3 Phân số thể tích

Xác định phần phần thể tích, đơn vị là phần trăm trước khi trộn được tính toán giống như cách được mô tả trong D.1.3.

D.2.4 Tính toán lưu lượng thể tích thực

Khi đã biết khối lượng hoặc phân số thể tích, thì việc tính toán khối lượng thực và lưu lượng thể tích được cho trong 8.2.4 và 8.2.5.

Phụ lục E
(Quy định)
Hướng dẫn đối với phép đo khí

E.1 Quy định chung

Phụ lục này đưa ra các hướng dẫn có thể áp dụng riêng cho các phép đo khí sử dụng đồng hồ Coriolis.

E.2 Tiêu chí lựa chọn đồng hồ Coriolis**E.2.1 Quy định chung**

Đồng hồ Coriolis nên được lựa chọn để đo lưu lượng khối lượng trong phạm vi đo và độ chính xác yêu cầu. Tuy nhiên, do nhiều được tạo ra bởi các vận tốc dòng lớn thường có trong các ứng dụng khí, nên lưu lượng khối lượng có thể đạt được thường thấp hơn so với các ứng dụng cho chất lỏng. Cần đưa ra các xem xét cho các điểm nêu trong E.2.2 đến E.2.6 khi lựa chọn đồng hồ Coriolis.

E.2.2 Độ chính xác

Biểu diễn độ chính xác thay đổi tùy thuộc vào thông số áp dụng. Đối với các khuyến nghị cụ thể cho lưu lượng khối lượng, xem 5.2.

Công bố về độ chính xác của nhà sản xuất cần được đưa ra ở các điều kiện chuẩn cụ thể. Nếu các điều kiện sử dụng khác nhiều so với các điều kiện hiệu chuẩn ban đầu thì đặc tính kỹ thuật của thiết bị đo có thể bị ảnh hưởng.

E.2.3 Lắp đặt**E.2.3.1 Quy định chung**

Nhà sản xuất cần mô tả cách bố trí lắp đặt ưu tiên và công bố mọi hạn chế sử dụng. Xem phụ lục C. Bố trí lắp đặt nên được thiết kế để tạo ra tuổi thọ vận hành cao nhất cho thiết bị. Nếu cần thiết, các bộ ổn dòng, bộ lọc, bộ tách, hoặc các thiết bị bảo vệ khác nên được lắp ở đầu vào của đồng hồ để lấy đi các chất rắn hoặc cặn tích tụ có thể gây hại hoặc gây ra các sai số cho phép đo.

E.2.3.2 Hướng lắp đặt

Việc bao bọc, bịt kín, tích tụ nước hoặc chất rắn có thể ảnh hưởng đến tính năng của đồng hồ. Hướng lắp đặt của bộ cảm biến phụ thuộc vào ứng dụng của đồng hồ và dạng hình học của (các) ống dao động. Hướng lắp đặt của đồng hồ Coriolis phải được nhà sản xuất khuyến nghị để giảm thiểu các ảnh hưởng này.

E.2.3.3 Van

Các van lắp đặt ở đầu vào và đầu ra đồng hồ Coriolis vì mục đích cách ly và hiệu chỉnh điểm không, có thể là bất cứ loại nào nhưng phải cho phép đóng kín. Các van điều khiển nối tiếp với đồng hồ Coriolis nên được lắp ở đầu ra để đảm bảo duy trì áp suất cao nhất có thể.

Do các vận tốc cao xuất hiện trong dòng khí, nên van có thể tạo ra các tạp âm, điều này có thể ảnh hưởng đến đặc tính của đồng hồ. Cần phải lưu ý khi lựa chọn kiểu van và vị trí của nó.

E.2.3.4 Làm sạch

Đối với các ứng dụng nhất định (ví dụ nhựa đường có trong khí), đồng hồ Coriolis có thể yêu cầu làm sạch tại chỗ và có thể thực hiện bởi:

- a) Các phương tiện cơ khí (sử dụng pig, hoặc siêu âm)
- b) Các phương tiện thủy động học:
 - Tiệt trùng (xông hơi tại chỗ - SIP)
 - Hóa học hoặc sinh học (làm sạch tại chỗ - CIP)

Cần lưu ý tránh làm nhiễm bẩn chéo sau khi sử dụng các lưu chất làm sạch.

Cần phải tương thích về hoá học giữa các vật liệu ướt của bộ cảm biến, lưu chất vận hành và lưu chất làm sạch.

E.2.4 Ảnh hưởng do các điều kiện vận hành và thuộc tính lưu chất

E.2.4.1 Quy định chung

Sự biến thiên các thuộc tính lưu chất như khối lượng riêng và các điều kiện vận hành như áp suất và nhiệt độ, có thể ảnh hưởng đến đặc tính của đồng hồ. Các ảnh hưởng này có sự tác động khác nhau phụ thuộc vào thông số được quan tâm. Xem 5.3.

E.2.4.2 Ứng dụng và các thuộc tính lưu chất

Để chọn ra được thiết bị đo tối ưu cho một ứng dụng cụ thể, điều quan trọng là thiết lập ra được phạm vi các điều kiện mà theo đó đồng hồ Coriolis sẽ tuân theo. Các điều kiện này bao gồm:

- a) Phạm vi lưu lượng vận hành và các đặc tính dòng chảy sau:
 - Một chiều hoặc hai chiều;
 - Liên tục, gián đoạn hoặc dao động
- b) Phạm vi khối lượng riêng vận hành;
- c) Phạm vi nhiệt độ vận hành;
- d) Phạm vi áp suất vận hành
- e) Tổn áp cho phép;
- f) Đặc tính của chất khí được đo, bao gồm độ ẩm tương đối, dòng hai pha và độ ăn mòn;
- g) Ảnh hưởng của chất phụ gia ăn mòn hoặc cặn tích tụ trên các đồng hồ và số lượng, kích cỡ của các chất lạ có chứa các phần tử ăn mòn có thể bị đưa vào trong dòng khí.

E.2.4.3 Dòng đa pha

Các hỗn hợp đồng nhất của lưu chất trong khí (khí ướt) có tỷ số khí cao, có thể được đo với độ chính xác thấp hơn (thỏa mãn trong nhiều trường hợp). Các ứng dụng đa pha bao gồm các hỗn hợp lỏng/khí không đồng nhất có thể gây thêm sai số đo và trong một vài trường hợp có thể làm dừng vận hành.

Các ứng dụng đa pha có hỗn hợp chất rắn/khí có thể ăn mòn thành ống của bộ cảm biến và làm giảm tính năng của đồng hồ và tính nguyên vẹn cơ học. Xem 3.6.4. Phải cẩn thận để đảm bảo rằng các giọt ngưng tụ hoặc chất rắn không bị đọng lại trong đồng hồ.

E.2.4.4 Ảnh hưởng của lưu chất vận hành

Sự ăn mòn, mài mòn và sự lắng đọng của vật liệu bên trong (các) ống rung (đôi khi được gọi là lớp phủ) ban đầu có thể gây ra các sai số đo lưu lượng khối lượng và về lâu dài sẽ gây lỗi cho bộ cảm biến.

E.2.4.5 Ảnh hưởng của dòng chảy xung

Đồng hồ Coriolis thường có thể làm việc dưới các điều kiện dòng chảy xung. Tuy nhiên có thể có các trường hợp các dòng xung có thể ảnh hưởng đến đặc tính của đồng hồ (xem 3.3.8). Nên tuân thủ các khuyến nghị của nhà sản xuất tùy theo ứng dụng và có thể sử dụng các thiết bị giảm xung. Các xung có tần số lên tới tần số âm thanh trong khí cũng có thể ảnh hưởng đến đặc tính của đồng hồ.

E.2.5 Tổn thất áp suất

E.2.5.1 Quy định chung

Tổn thất áp suất xảy ra khi dòng lưu chất chảy qua bộ cảm biến. Mức độ tổn thất này là một hàm số của kích thước và dạng hình học của (các) ống dao động, lưu lượng khối lượng (tốc độ), khối lượng riêng và một phần nhỏ của độ nhớt động học của lưu chất vận hành. Nhà sản xuất nên chỉ ra độ tổn thất áp suất xảy ra trong các điều kiện chuẩn và cung cấp các thông tin cần thiết để tính toán tổn thất áp suất trong các điều kiện vận hành.

Tạp âm có thể được tạo ra trong bộ cảm biến dòng ở tốc độ cao (sụt áp lớn). Điều này có thể ảnh hưởng xấu lên tính năng của đồng hồ, xem 3.5.

Tại lưu lượng khối lượng đã cho, tổn thất áp có thể được giảm thiểu bằng cách đặt đồng hồ ở áp suất thực cao hơn (khối lượng riêng lưu chất cao hơn, tốc độ thấp hơn). Điều này cũng giảm rủi ro của dòng cản trong bộ cảm biến.

CHÚ THÍCH: Nếu một đồng hồ bị sốc, lưu lượng khối lượng không thể được kiểm soát bởi các van đầu ra (chỉ bằng cách thay đổi áp suất đầu vào).

E.2.5.2 Các điều kiện ngưng tụ

Cần xem xét nếu chất khí có chứa hơi nước (độ ẩm), một lượng các chất hơi khác, hoặc có khả năng ngưng tụ các thành phần khí. Sự sụt giảm áp suất hoặc nhiệt độ có thể làm cho lưu chất ngưng tụ từ khí thành các giọt hoặc màng trong đồng hồ, do đó gây ra đa pha (xem 3.4.3) cũng như các sai số đo.

E.2.6 Các cân nhắc an toàn về sự ăn mòn

Các lưu chất chứa các phân tử rắn có thể gây ra ăn mòn (các) ống do trong quá trình chảy. Ảnh hưởng ăn mòn này phụ thuộc vào kích thước đồng hồ và hình dạng, kích thước phân tử, tính bào mòn và tốc độ. Sự bào mòn cần phải được đánh giá cho mỗi kiểu sử dụng đồng hồ.

E.3 Đo lưu lượng khối lượng

E.3.1 Độ chính xác

Khái niệm độ chính xác, tính bằng phần trăm của số đọc, thường được sử dụng bởi nhà sản xuất và người dùng như một cách đánh giá các giới hạn sai số mong muốn. Đối với lưu lượng khối lượng, khái niệm độ chính xác bao gồm các hiệu ứng kết hợp của độ tuyến tính, độ lặp lại, độ trễ và độ ổn định điểm không.

Độ tuyến tính, độ ổn định và độ trễ được kết hợp và tính bằng phần trăm của số đọc. Độ ổn định điểm không được đưa ra như một thông số riêng biệt theo khối lượng trên một đơn vị thời gian. Để xác định giá trị độ chính xác tổng thể, thì cần thiết phải tính toán độ ổn định điểm không tính bằng phần trăm của số đọc ở một lưu lượng xác định và thêm giá trị này vào hiệu ứng kết hợp của độ tuyến tính, độ lặp lại và độ trễ.

Độ lặp lại thường được đưa ra như một thông số riêng biệt, tính bằng phần trăm của số đọc, được tính toán theo cách tương tự như độ chính xác.

Các công bố về độ chính xác và độ lặp lại thường phù hợp với điều kiện chuẩn được chỉ ra bởi nhà sản xuất. Các điều kiện chuẩn này cần phải bao gồm nhiệt độ, áp suất, phạm vi khối lượng riêng và phạm vi lưu lượng.

Độ chính xác và độ lặp có thể khác nhau giữa các ứng dụng khí không với các ứng dụng chất lỏng.

E.3.2 Thông số ảnh hưởng lên phép đo lưu lượng khối lượng

E.3.2.1 Khối lượng riêng và độ nhớt

Khối lượng riêng và một phần nhỏ là độ nhớt thường có ảnh hưởng nhỏ lên phép đo lưu lượng khối lượng. Vì vậy việc bù thường là không cần thiết. Tuy nhiên, trong một vài thiết kế và một vài kích cỡ của đồng hồ, khối lượng riêng thay đổi có thể dẫn đến sai lệch ở đầu ra đồng hồ ở lưu lượng điểm không và/hoặc thay đổi hệ số hiệu chuẩn đồng hồ. Sai lệch này có thể được loại trừ bằng cách thực hiện hiệu chỉnh điểm không (xem 5.4) trong điều kiện vận hành.

E.3.2.2 Dòng đa pha

Các hỗn hợp lưu chất đồng nhất trong chất khí (khí ẩm) có tỷ số chất khí cao, có thể được đo với độ chính xác giảm (thỏa mãn trong nhiều trường hợp). Các ứng dụng đa pha bao gồm các hỗn hợp lỏng/khí không đồng nhất có thể gây phát sinh thêm các sai số đo và trong một vài trường hợp có thể làm dừng vận hành.

Các ứng dụng đa pha có hỗn hợp chất rắn/khí có thể ăn mòn thành ống của bộ cảm biến và làm giảm đặc tính của đồng hồ và tình trạng cơ khí. Xem thêm 3.6.4.

Luôn cẩn thận đảm bảo rằng các giọt ngưng tụ hoặc chất rắn không bị đọng lại trong đồng hồ. Nên quan tâm đặc biệt các trường hợp này trong quy trình hiệu chỉnh điểm không, (xem 5.4).

E.3.2.3 Nhiều

Tốc độ cao của lưu chất thường xảy ra trong các đồng hồ Coriolis, gây ra các sụt áp động học cục bộ bên trong đồng hồ do đó tạo ra nhiều ảnh hưởng đến đặc tính kỹ thuật của đồng hồ.

Mức nhiễu không chấp nhận được, được thiết kế riêng và vì vậy các tốc độ tối đa cho bất kỳ ứng dụng nào cần được cung cấp bởi nhà sản xuất.

Nhiều cũng có thể được tạo ra bởi các nguồn khác nhau, như van, dòng hãm, sóng xung, các phần tử rắn hoặc lỏng hoặc các vòi tới hạn.

E.3.3 Điều chỉnh điểm không

Ngay khi lắp đặt xong thiết bị đo, cần phải hiệu chỉnh điểm không để loại bỏ các ảnh hưởng như mô tả trong 5.3. Để kiểm tra hoặc hiệu chỉnh giá trị điểm không, đồng hồ cần phải đầy lưu chất và tất cả các dòng chảy bị dừng. Khuyến nghị là trước tiên phải kiểm tra điểm không đồng hồ và hiệu chỉnh nếu độ lệch là không chấp nhận được. Việc hiệu chỉnh điểm không nên được thực hiện trong các điều kiện vận hành của nhiệt độ, áp suất và khối lượng riêng. Vấn đề cần thiết là phải duy trì cho lưu chất ổn định. Cần phải đặc biệt quan tâm đối với các ứng dụng đa pha (khí ướt) để giảm thiểu pha thứ hai trong quá trình điều chỉnh điểm không. Bất kỳ sự dịch chuyển nào của lưu chất trong đồng hồ do sự rò rỉ van, các điều kiện đối lưu bên trong hoặc các dao động bên trong sau khi các van đã đóng sẽ làm sai lệch việc điều chỉnh điểm không. Việc hiệu chỉnh điểm không thường bắt đầu bằng cách ấn nút zero trên bộ chuyển đổi đo hoặc bằng điều khiển từ xa.

Mức hiệu chỉnh điểm không có thể kiểm tra bằng cách quan sát đầu ra thiết bị đo ở lưu lượng không. Tuy nhiên trước khi xem tín hiệu ra, cần phải đặt ngưỡng lưu lượng thấp trong bộ chuyển đổi đo về giá trị không hoặc sử dụng tín hiệu ra không bị ảnh hưởng bởi việc đặt ngưỡng lưu lượng thấp. Nếu thích hợp, chức năng hai chiều có thể phải được kích hoạt. Khuyến nghị nên kiểm tra định kỳ điểm không của thiết bị đo.

CHÚ THÍCH: Ngưỡng lưu lượng thấp là một chế độ thiết lập của bộ chuyển đổi đo là đặt (các) tín hiệu ra của đồng hồ về lưu lượng không nếu lưu lượng giảm xuống dưới một giá trị đặt trước.

E.3.4 Hiệu chuẩn lưu lượng khối lượng

Mỗi đồng hồ Coriolis cần phải được hiệu chuẩn dựa vào một chuẩn có tính liên kết bởi nhà sản xuất, và các giấy chứng nhận hiệu chuẩn cho đồng hồ đó cũng phải được cung cấp. Các hệ số hiệu chuẩn xác định bởi quy trình này cần được ghi lại trên tấm dữ liệu của bộ cảm biến .

Việc hiệu chuẩn một đồng hồ Coriolis cũng tương tự như hiệu chuẩn bất kỳ một thiết bị đo lưu lượng khác. Việc hiệu chuẩn bao gồm so sánh đầu ra đồng hồ với một chuẩn có tính liên kết và có độ không đảm bảo đo tốt hơn so với của thiết bị đo được hiệu chuẩn.

Vì đồng hồ Coriolis là một thiết bị đo lưu lượng khối lượng, nên tốt nhất là thực hiện hiệu chuẩn dựa vào chuẩn khối lượng hoặc trọng lượng. Việc hiệu chuẩn dựa vào chuẩn thể tích kết hợp với xác định khối lượng riêng có thể được sử dụng trong các trường hợp khi không có hoặc không thể thực hiện phương pháp khối lượng hoặc trọng lượng, đặc biệt là khi thực hiện hiệu chuẩn tại hiện trường. Các sai số tạo ra bởi phương pháp này phải được đánh giá một cách cẩn thận. Nếu sử dụng một đồng hồ chuẩn loại Coriolis thì nên cẩn thận tránh hiện tượng nhiễu chéo (xem 3.3.11).

Thông thường trong thực tế xác định hệ số hiệu chuẩn lưu lượng bằng cách hiệu chuẩn chất lỏng (ví dụ, nước) với tiêu chuẩn tương ứng (ví dụ, ISO 4185). Nếu việc thiết kế đồng hồ yêu cầu, một thuật toán hiệu chỉnh đã biết cho chất khí làm việc được ứng dụng trong bộ chuyển đổi đo (thiết bị thứ cấp). Nhà sản xuất cần công bố lưu chất sử dụng để xác định hệ số hiệu chuẩn và độ lớn nếu tiếp tục áp dụng hiệu chỉnh cho chất khí.

Khi hiệu chuẩn, nếu có thể, nên sử dụng các sản phẩm và các điều kiện càng gần với sản phẩm và điều kiện sử dụng đã định càng tốt. Trước khi bắt đầu hiệu chuẩn nên kiểm tra điểm không (xem 5.4). Đồng hồ Coriolis có thể cần phải điều chỉnh điểm không tại hệ thống hiệu chuẩn và kiểm tra lại sau khi lắp đặt xong. Các khuyến cáo chi tiết về hiệu chuẩn, chu kỳ hiệu chuẩn, quy trình gợi ý, mức hiệu chuẩn và ví dụ về giấy chứng nhận hiệu chuẩn được nêu trong Phụ lục A.

Phụ lục A được áp dụng chung cho các chất khí. Tuy nhiên, các khía cạnh cụ thể về chất khí phải được xem xét.

E.4 Đo khối lượng riêng trong các điều kiện đo

Đồng hồ Coriolis cũng có thể đo trực tuyến khối lượng riêng ở các điều kiện đo. Tuy nhiên, trong các ứng dụng khí, phép đo khối lượng riêng thường có độ chính xác thấp và vì vậy không được mô tả thêm trong tiêu chuẩn này. Xem 6.2 để biết về nguyên lý hoạt động.

E.5 Đo lưu lượng thể tích

Các đồng hồ Coriolis cũng có thể đo trực tiếp khối lượng riêng ở các điều kiện đo. Từ phép đo này và lưu lượng khối lượng, có thể tính được lưu lượng thể tích ở điều kiện đo.

Tuy nhiên, do bởi phép đo khối lượng riêng có độ chính xác thấp vì vậy lưu lượng thể tích ở các điều kiện đo cũng có độ chính xác thấp. Xem 7.2 để biết về tính toán lưu lượng.

E.6 Các phép đo phụ

Dòng năng lượng có thể được tính bằng cách nhân lưu lượng khối lượng với giá trị nhiệt trị. Giá trị nhiệt trị của lưu chất đo được đưa vào bộ chuyển đổi đo (thiết bị thứ cấp) bằng phép đo bên ngoài hoặc bằng một giá trị cố định.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] *International Vocabulary of basic and general term in metrology (VIM)*, ISO, 2nd ed., 1993.
 - [2] TCVN 8114 (ISO 5168), *Đo dòng lưu chất – Quy trình đánh giá độ không đảm bảo đo*.
 - [3] ISO/TR 7066-1, *Assessment of uncertainty in the calibration and use of flow measurement devices – Part 1: Linear calibration relationships*
 - [4] ISO 7066-2, *Assessment of uncertainty in the calibration and use of flow measurement devices – Part 2: Non-linear calibration relationships*
 - [5] ASME B31.3, *Process Piping*.
 - [6] *Handbook of Chemistry and Physics* (CRC), CRC Press, ISO, 57th ed., 1976-1977 .
 - [7] TCVN (ISO 3534-1), *Statistic – Vocabulary and symbols – Part 1: Probability and general statistical terms*.
 - [8] ISO 3534-2, *Statistic – Vocabulary and symbols – Part 2: Statistical quality control*.
 - [9] ISO 3534-3, *Statistic – Vocabulary and symbols – Part 3: Design of experiments*.
 - [10] ISO 4185, *Measurement of liquid flow in closed conduit – Weighing method* .
 - [11] ISO 7278-1, *Liquid hydrocarbons – Dynamic measurement – Proving systems for volumetric meters – Part 1: General principles*.
 - [12] ISO 7278-2, *Liquid hydrocarbons – Dynamic measurement – Proving systems for volumetric meters – Part 2: Pipe provers*.
 - [13] ISO 7278-3, *Liquid hydrocarbons – Dynamic measurement – Proving systems for volumetric meters – Part 3: pulse interpolation techniques*.
 - [14] ISO 7278-4, *Liquid hydrocarbons – Dynamic measurement – Proving systems for volumetric meters – Part 4: Guide for operators of pipe provers*.
 - [15] ISO 8316, *Measurement of liquid flow in closed conduits – Method by collection of the liquid in a volumetric tank*.
 - [16] ISO 9104, *Measurement of fluid liquid flow in closed conduits – Method of evaluating the performance of electromagnetic flow-meters for liquids*.
 - [17] ISO 11631, *Measurement of fluid flow – Method of specifying flowmeter performance*.
 - [18] IEC 60359, *Expression of the performance of electrical and electronic measuring equipment*.
 - [19] IEC 60381-1, *Analogue signals for process systems – Part 1: Direct current signals*.
 - [20] IEC 60381-2 *Analogue signals for process systems – Part 2: Direct voltage signals*.
 - [21] IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*.
 - [22] ISO 9300, *Measurement of gas flow by means of critical flow Venturi nozzles*.
-