

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11156-2:2015

ISO 7507-2:2005

Xuất bản lần 1

**DẦU MỎ VÀ SẢN PHẨM DẦU MỎ DẠNG LỒNG -
HIỆU CHUẨN BỀ TRỤ ĐỨNG - PHẦN 2: PHƯƠNG PHÁP
ĐƯỜNG QUANG CHUẨN**

*Petroleum and liquid petroleum products - Calibration of vertical cylindrical tanks -
Part 2: Optical-reference-line method*

HÀ NỘI - 2015

Mục lục

	trang
Lời nói đầu.....	4
Lời giới thiệu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	7
4 Các yêu cầu về an toàn.....	8
5 Thiết bị, dụng cụ.....	9
6 Cách tiến hành.....	10
6.1 Nguyên tắc.....	10
6.2 Chuẩn bị bể.....	10
6.3 Chu vi chuẩn.....	10
6.4 Các số đọc độ lệch.....	11
6.5 Hiệu chuẩn đáy bể.....	15
6.6 Các phép đo và các số liệu khác.....	15
7 Dung sai cho phép.....	16
8 Qui trình tính toán bằng dung tích bể.....	16
8.1 Chu vi bên ngoài.....	16
8.2 Hiệu chỉnh.....	17
8.3 Bảng dung tích bể.....	17
Phụ lục A (tham khảo) Độ không đảm bảo hiệu chuẩn bể.....	18
Thư mục tài liệu tham khảo.....	34

Lời nói đầu

TCVN 11156-2:2015 hoàn toàn tương đương với ISO 7507-2:2005.

TCVN 11156-2:2015 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC28/SC2 *Nhiên liệu lỏng - Phương pháp thử* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 11156 (ISO 7507), *Dầu mỡ và sản phẩm dầu mỡ dạng lỏng – Hiệu chuẩn bề trụ đứng* gồm các tiêu chuẩn sau:

- TCVN 11156-1:2015 (ISO 7507-1:2003), *Phần 1: Phương pháp thước quán;*
- TCVN 11156-2:2015 (ISO 7507-2:2005), *Phần 2: Phương pháp đường quang chuẩn;*
- TCVN 11156-3:2015 (ISO 7507-3:2006), *Phần 3: Phương pháp tam giác quang;*
- TCVN 11156-4:2015 (ISO 7507-4:2010), *Phần 4: Phương pháp đo dài khoảng cách quang điện bên trong;*
- TCVN 11156-5:2015 (ISO 7507-5:2000), *Phần 5: Phương pháp đo dài khoảng cách quang điện bên ngoài;*

Lời giới thiệu

Tiêu chuẩn này là một phần của bộ tiêu chuẩn về các phương pháp hiệu chuẩn bề sau:

TCVN 11154:2015 (ISO 4269:2001), *Dầu mỏ và các sản phẩm dầu mỏ dạng lỏng – Hiệu chuẩn bể chứa bằng phép đo chất lỏng – Phương pháp tăng dần sử dụng đồng hồ đo thể tích.*

TCVN 11155-1:2015 (ISO 12917-1:2002), *Dầu mỏ và sản phẩm dầu mỏ dạng lỏng – Hiệu chuẩn bể trụ ngang – Phần 1: Phương pháp thủ công.*

TCVN 11155-2:2015 (ISO 12917-2:2002), *Dầu mỏ và sản phẩm dầu mỏ dạng lỏng – Hiệu chuẩn bể trụ ngang – Phần 2: Phương pháp đo dài khoảng cách quang điện bên trong.*

TCVN 11156-1:2015 (ISO 7507-1:2003), *Dầu mỏ và sản phẩm dầu mỏ dạng lỏng – Hiệu chuẩn bể trụ đứng – Phần 1: Phương pháp thước quán.*

TCVN 11156-3 (ISO 7507-3:2006), *Dầu mỏ và sản phẩm dầu mỏ dạng lỏng – Hiệu chuẩn bể trụ đứng – Phần 3: Phương pháp tam giác quang.*

TCVN 11156-4 (ISO 7507-4:2010), *Dầu mỏ và sản phẩm dầu mỏ dạng lỏng – Hiệu chuẩn bể trụ đứng – Phần 4: Phương pháp đo dài khoảng cách quang điện bên trong.*

TCVN 11156-5 (ISO 7507-5:2000), *Dầu mỏ và các sản phẩm dầu mỏ dạng lỏng – Hiệu chuẩn bể trụ đứng – Phần 5: Phương pháp đo dài khoảng cách quang điện bên ngoài;*

ISO 8311:1989, *Refrigerated light hydrocarbon fluids – Calibration of membrane tanks and independent prismatic tanks in ships – Physical measurement (Chất lỏng hydrocacbon nhẹ lạnh – Hiệu chuẩn các bể màng mỏng và các bể lăng trụ độc lập trên tàu – Phép đo vật lý).*

ISO 9091-1:1991, *Refrigerated light hydrocarbon fluids – Calibration of spherical tanks in ships – Part 1 : Stereo-photogrammetry (Chất lỏng hydrocacbon nhẹ lạnh – Hiệu chuẩn các bể hình cầu trên tàu – Phần 1: Phương pháp quan trắc lập thể).*

ISO 9091-2:1992, *Refrigerated light hydrocarbon fluids – Calibration of spherical tanks in ships – Part 2 : Triangulation measurement (Chất lỏng hydrocacbon nhẹ lạnh – Hiệu chuẩn các bể hình cầu trên tàu – Phần 2: Phương pháp tam giác)*

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp hiệu chuẩn các bể trụ đứng bằng phép đo chu vi chuẩn theo phương pháp thước quán, sau đó xác định các chu vi còn lại tại các mức khác nhau từ các phép đo sai lệch bán kính so với đường quang chuẩn thẳng đứng. Các số đo chu vi này được hiệu chỉnh về chu vi thực bên trong.

Dầu mỏ và sản phẩm dầu mỏ dạng lỏng - Hiệu chuẩn bể trụ đứng - Phần 2: Phương pháp đường quang chuẩn

*Petroleum and liquid petroleum products - Calibration of vertical cylindrical tanks -
Part 2: Optical-reference-line method*

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp hiệu chuẩn các bể trụ có đường kính danh định từ 8 m trở lên với các tầng bể trụ về cơ bản là thẳng đứng. Tiêu chuẩn đưa ra phương pháp xác định lượng thể tích chứa trong bể tại các mức chất lỏng đo được.

CHÚ THÍCH: Các phép đo quang (độ lệch) này dùng để xác định các chu vi bên trong hoặc bên ngoài.

Phương pháp quy định trong tiêu chuẩn này phù hợp cho các bể nghiêng đến 3 % theo phương thẳng đứng với điều kiện áp dụng hiệu chỉnh về độ nghiêng như quy định tại TCVN 11156-1 (ISO 7507-1).

Phương pháp này có thể thay thế cho các phương pháp khác, chẳng hạn phương pháp thước quán TCVN 11156-1 (ISO 7507-1) và phương pháp tam giác quang TCVN 11156-3 (ISO 7507-3).

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn dưới đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được trích dẫn. 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).

TCVN 11154:2015 (ISO 4269:2001), *Dầu mỏ và sản phẩm dầu mỏ dạng lỏng – Hiệu chuẩn bể bằng phép đo chất lỏng – Phương pháp tăng dần dùng đồng hồ đo thể tích.*

TCVN 11156-1:2015 (ISO 7507-1:2003), *Dầu mỏ và sản phẩm dầu mỏ dạng lỏng – Hiệu chuẩn bể trụ đứng – Phần 1: Phương pháp thước quán.*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong TCVN 11156-1 (ISO 7507-1) và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

3.1

Đường quang chuẩn (optical-reference-line)

Tia quang thẳng đứng (ảo) được thiết lập bằng cách sử dụng các thiết bị quang đặt tại vị trí xác định.

3.2

Xe lăn từ tính (magnetic trolley)

Thiết bị cơ học có thể trượt lên hoặc xuống trên thành bể để đo độ lệch thành bể so với đường quang chuẩn bằng cách dùng thước đo ngang được gắn với xe lăn này.

3.3

Vị trí đo (station)

Vị trí mà thiết bị quang và xe lăn từ tính được lắp đặt để thực hiện các phép đo quang.

3.4

Vị trí đo theo phương ngang (horizontal station)

Vị trí thiết bị quang được lắp đặt để chạy vòng quanh chu vi.

3.5

Vị trí đo theo phương dọc (vertical station)

Vị trí xe lăn từ tính được lắp đặt dọc theo thành bể.

3.6

Chu vi chuẩn (reference circumference)

Chu vi đo được tại tầng đáy làm cơ sở cho những tính toán tiếp theo

3.7

Độ lệch chuẩn (reference offset)

Khoảng cách từ thành bể (tại mỗi vị trí đo theo phương ngang) từ đường quang chuẩn đo được tại tầng đáy chỗ đo chu vi chuẩn.

4 Các yêu cầu về an toàn

Trong tiêu chuẩn này áp dụng các yêu cầu quy định trong TCVN 11156-1 (ISO 7507-1).

5 Thiết bị, dụng cụ

5.1 Thiết bị, dụng cụ quán bể, được quy định trong TCVN 11156-1 (ISO 7507-1), như sau:

- thước quán;
- cân lò xo;
- dụng cụ đo qua vật cản (step-over);
- dụng cụ kẹp căng thước (littlejohn grip);
- thước và quả dọi.

5.2 Thiết bị đường quang chuẩn, là thiết bị đo quang chính xác, có ống nivo chính xác cấp kỹ thuật gắn với lăng kính năm mặt hoặc máy kính vĩ có cấp chính xác kỹ thuật gắn lăng kính năm mặt.

CHÚ THÍCH 1: Các thiết bị quang này được trang bị kèm giá đỡ ba chân, giá nam châm hoặc các thiết bị hỗ trợ cố định khác.

Khi thiết bị này được đặt lên chân đỡ và chỉnh thẳng bằng bởi ni vô ống thủy dài, chỉnh theo phương pháp thủ công hoặc tự động nếu trên máy có gắn thiết bị cân bằng tự động, thì có thể lấy được phương ngắm thẳng đứng.

Tốt hơn là thiết bị này nên có tiêu cự ngắn để khi đo chiều cao làm việc thực tế thiết bị có thể tập trung vào thang đo tại mức quán chuẩn.

Thiết bị phải có độ phân giải ít nhất là 1:20000 và có gắn một kính viễn vọng với độ phóng đại không nhỏ hơn 20. Việc gắn lăng kính năm mặt để sử dụng với nivo kỹ thuật hoặc máy kính vĩ thì không được phép có sai số chuẩn trực đáng kể nào.

CHÚ THÍCH 2: Quả đo quang học có thể gắn với dây kính đơn, như quả đo zenith hoặc dây kính kép; hoặc một hay nhiều kính đơn ghép lại cho phép nhìn được cả phía trên và dưới, tức là quả đo zenith/nadi. Tốt hơn là một quả đo quang không được có bất kỳ chi tiết nào có thể dịch chuyển trong chuỗi kính quang, như các gương hoặc lăng kính, tất cả nhằm đảm bảo đường ngắm ổn định.

5.3 Xe lăn từ tính, được thiết kế như một robot và phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Các nam châm phải có từ tính đủ mạnh để đảm bảo xe lăn tiếp xúc với thành bể trong điều kiện gió to hoặc khi xe vượt qua các mối nối tròn, hoặc khi có lớp sơn phủ dày hoặc thước đo.
- Nam châm phải có khả năng điều chỉnh theo chiều cao để khoảng cách giữa mặt nam châm và bể có thể thay đổi cho phù hợp với kết cấu và điều kiện bể.
- Xe được gắn với dây kéo hoặc cáp kéo để có thể di chuyển lên hoặc xuống từ mái bể hoặc thông qua một hệ thống ròng rọc để điều khiển từ dưới mặt đất.
- Thước chia vạch phải được gắn chắc vào đường tâm của trục xe. Khi xe lăn vận hành thước phải luôn vuông góc hoặc nằm ngang với thành bể.
- Thước trên xe lăn phải được gắn càng sát với đường tâm của trục xe càng tốt để giảm sai số gây ra do bể bị biến dạng.

CHÚ THÍCH: Xe lăn không có từ tính cũng có thể được sử dụng để duy trì việc tiếp xúc với thành bể.

5.4 Thước chia vạch, được làm bằng thép và chia vạch theo milimet. Chiều dài của thước càng ngắn càng tốt, và được xác định bằng khoảng cách từ thành bể đến chỗ đặt thiết bị quang. Thước được hiệu chuẩn bằng các phương pháp tiêu chuẩn và bằng các dụng cụ đối chứng chuẩn.

6 Cách tiến hành

6.1 Nguyên tắc

Phương pháp hiệu chuẩn này dựa trên phép đo chính xác chu vi chuẩn bằng thước quán đã được hiệu chuẩn tại một mức của tầng bể, nơi có thể dễ dàng thao tác mà không bị cản trở. Lập lại các phép đo chu vi với điều kiện thỏa mãn các dung sai quy định để hạn chế sai số hệ thống khi tính toán chu vi các tầng khác. Chu vi các tầng khác sẽ được tính toán dựa trên kết quả của chu vi chuẩn và các phép đo độ lệch tại các mức quy định và tại chu vi chuẩn. Các độ lệch này là số đo độ lệch của thành bể. Chúng được đo tại một số đường quang chuẩn thẳng đứng xác định được phân bố đều xung quanh bể.

CHÚ THÍCH: Xem các ví dụ từ Hình 1 đến Hình 3.

6.2 Chuẩn bị bể

Đối với các bể mới hoặc sau khi sửa chữa, nạp chất lỏng vào bể ít nhất một lần đến dung tích làm việc danh định và giữ ổn định ít nhất trong 24 h trước khi hiệu chuẩn.

Nếu bể được hiệu chuẩn mà có chứa chất lỏng thì ghi lại mức chất lỏng, nhiệt độ và khối lượng riêng của chất lỏng tại thời điểm tiến hành hiệu chuẩn bể. Không nạp hoặc tháo xả chất lỏng trong quá trình hiệu chuẩn bể.

Đối với bể có mái phao/nổi, khi tiến hành các phép đo độ lệch bên trong bể thì mái phao bể phải để ở vị trí thấp nhất và tựa vào các chân đỡ của nó.

6.3 Chu vi chuẩn

Chu vi chuẩn có ảnh hưởng trực tiếp đến thể tích được hiệu chuẩn của toàn bộ bể. Vì vậy nó phải được đo càng chính xác càng tốt.

Xác định chu vi chuẩn sử dụng phương pháp mô tả trong tiêu chuẩn TCVN 11156-1 (ISO 7507-1) và như sau:

- a) Tiến hành đo chu vi chuẩn nhiều lần trước khi bắt đầu hoặc sau khi hoàn thành các số đo quang học. Nếu kết quả đo ba lần đầu liên tiếp thỏa mãn sai số cho phép quy định trong Điều 7, thì lấy số đo trung bình là số đo chu vi chuẩn và độ lệch chuẩn chính là độ không đảm bảo tiêu chuẩn. Nếu kết quả đo trên không thỏa mãn sai số cho phép quy định trong Điều 7, tiếp tục lập lại các phép đo cho đến khi hai độ lệch chuẩn của giá trị trung bình của tất cả các phép đo nhỏ hơn một nửa dung sai cho phép quy định tại Điều 7. Lấy giá trị trung bình này là giá trị chu vi chuẩn đo được và độ lệch chuẩn là độ không đảm bảo tiêu chuẩn. Áp dụng các quy trình chuẩn để loại bỏ các lần đo có sai lệch lớn.
- b) Tiến hành đo chu vi chuẩn tại vị trí cho kết quả đo tin cậy và nằm trong tiêu cự của thiết bị đo quang. Quán bể tại một trong các vị trí sau:

- 1) 1/4 chiều cao tầng phía trên đường nổi nằm ngang phía dưới;
- 2) 1/4 chiều cao phía dưới đường nổi nằm ngang phía trên;

Và lặp lại phép đo cho đến khi đạt được quy định về dung sai trong Điều 7.

6.4 Các số đọc độ lệch

6.4.1 Lắp đặt thiết bị đường quang chuẩn (5.2), xe lăn từ tính (5.3) và thước chia độ (5.4) liên tiếp tại các vị trí đo theo phương ngang (xem 6.4.2) sao cho phân bố đều xung quanh bề, càng sát thành bề càng tốt. Đường chuẩn phải được chọn sao cho xe từ không chạy qua đường nổi dọc hoặc mối hàn.

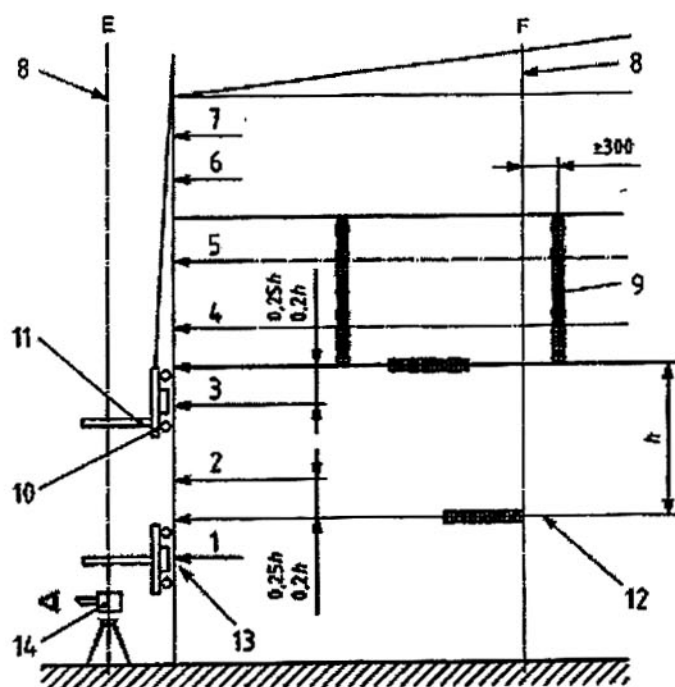
6.4.2 Số điểm đo tối thiểu tại các vị trí đo theo phương ngang được quy định trong Bảng 1

Bảng 1 – Số điểm đo tối thiểu tại các vị trí đo theo phương ngang

Chu vi, m	Số điểm đo
≤ 50	10
> 50, ≤ 100	12
>100, ≤ 150	16
>150, ≤ 200	20
> 200, ≤ 250	24
> 250, ≤ 300	30
> 300	36

CHÚ THÍCH 1: Để tránh sai số hệ thống, số lượng các điểm đo theo phương ngang chia cho số tấm trong các tầng của bề sẽ không phải là một số nguyên (ví dụ, 1, 2, 3, v.v).

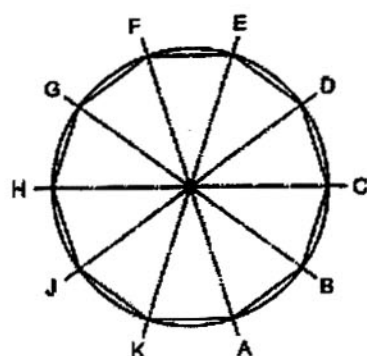
CHÚ THÍCH 2: Dùng số lượng tối thiểu các điểm đo theo phương ngang này, đặc biệt đối với bề nhỏ hơn, có thể tính được độ không đảm bảo lớn hơn độ không đảm bảo chấp nhận được.



CHÚ DẪN:

- | | | | |
|----|--------------------------------|----|---------------------------------|
| 1 | đến 7 các mức theo chiều ngang | 11 | thước đo chia vạch |
| 8 | đường quang chuẩn | 12 | đường hàn (ngang) |
| 9 | đường hàn (dọc) | 13 | đo chu vi chuẩn đo sát vị trí 1 |
| 10 | xe lăn từ tinh | 14 | thiết bị quang học |

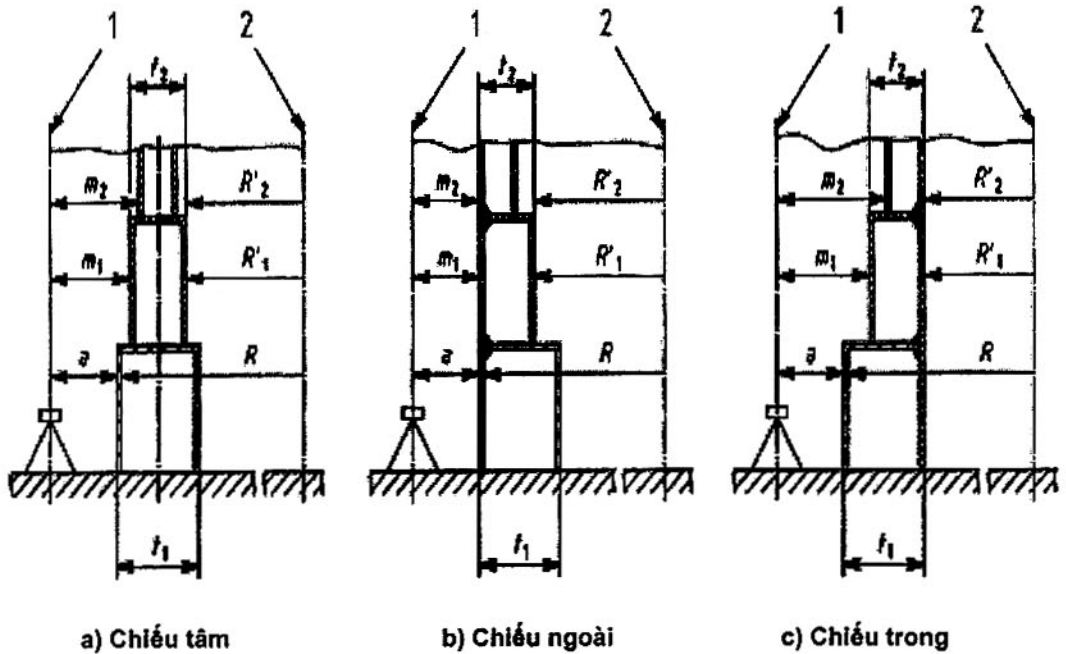
a) Chiều đứng bề



b) Sơ đồ các vị trí đo theo phương ngang

CHÚ THÍCH: Các vị trí đo theo phương ngang được xác định từ A đến K trong hình chiếu đứng (xem 6.4.2). Trong đó chỉ có E và F hiển thị độ cao.

Hình 1 – Phép đo quang đối với các độ lệch so với thành bể (trường hợp điển hình).



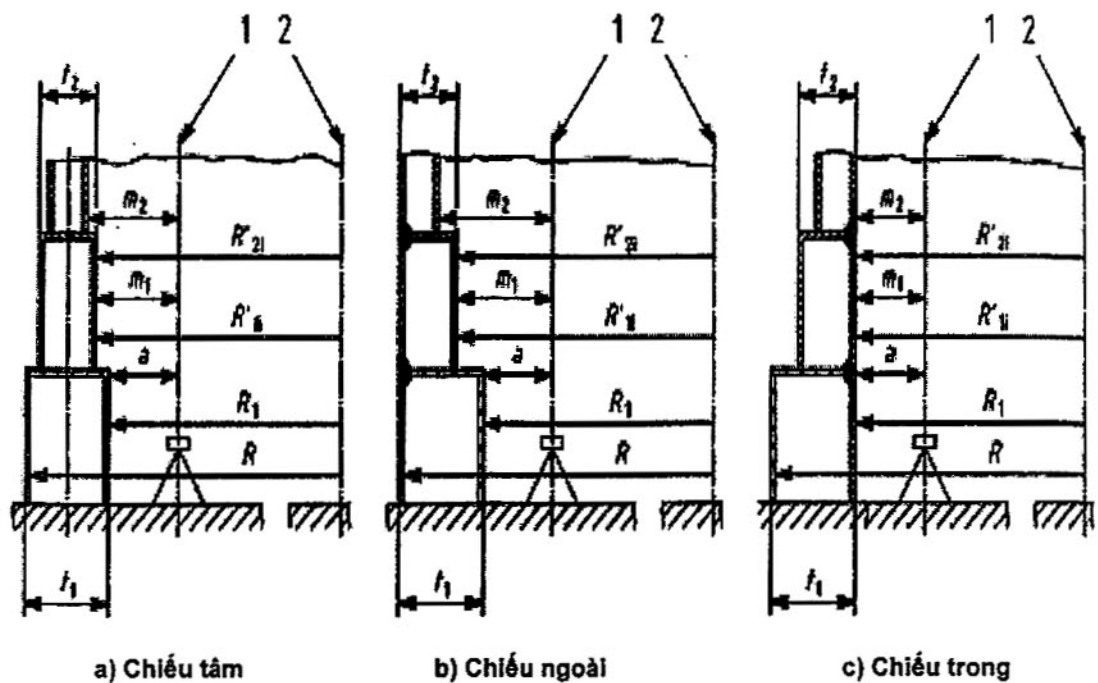
CHÚ DẪN :

1 Đường quang chuẩn

2 Đường tâm bể

Chu vi chuẩn ngoài bể = C_{em} Bán kính chuẩn ngoài bể (tầng đáy) = $C_{em}/2\pi = R$ Bán kính ngoài của tầng thứ hai = R'_1, R'_2 Độ dày tầng = $t_1, t_2 \dots$ Độ lệch chuẩn = a Bán kính chuẩn = R Các độ lệch từng tầng riêng lẻ = $m_1, m_2 \dots$ Bán kính chuẩn bên trong = $R - t_1 = C_{em}/2\pi - t_1 = R_1$ Bán kính trong, tầng hai, đáy = R'_{1i} Bán kính trong tầng hai, đỉnh = R'_{2i}

Hình 2 – Xác định bán kính trong bằng các phép đo độ lệch tới đường quang chuẩn bên ngoài



CHÚ DẪN :

1 Đường quang chuẩn

2 Đường tâm bể

Chu vi chuẩn ngoài bể = C_{em} Bán kính chuẩn ngoài bể (tầng đáy) = $C_{em}/2\pi = R$ Bán kính ngoài của tầng 2 = R'_1, R'_2 Độ dày tầng = $t_1, t_2 \dots$ Độ lệch chuẩn = a Bán kính chuẩn = R Các độ lệch từng tầng riêng lẻ = $m_1, m_2 \dots$ Bán kính chuẩn bên trong = $R - t_1 = C_{em}/2\pi - t_1 = R_1$ Bán kính trong, tầng hai, đáy = R'_{11} Bán kính trong tầng hai, đỉnh = R'_{21}

Hình 3 – Xác định bán kính trong bằng các phép đo độ lệch tới đường quang chuẩn bên trong

6.4.3 Kiểm tra phương thẳng đứng của đường quang chuẩn trước khi bắt đầu đọc các số đọc bằng cách quay 180° thiết bị quang học tại vị trí đo nằm ngang thứ nhất, sự chênh lệch của hai số đọc từ hai vị trí đối diện của đường kính phải nằm trong phạm vi $1/20000$. Sau khi đọc hoàn thành kết quả đo,

tại mỗi điểm đo cũng phải phải tiến hành kiểm tra độ thẳng đứng của đường quang chuẩn. Nếu đường quang chuẩn không duy trì thẳng đứng thì tiến hành lại quy trình hiệu chuẩn tại vị trí này.

6.4.4 Thực hiện ít nhất hai phép đo độ lệch trên một tầng, một tại vị trí khoảng 1/4 chiều cao tầng phía trên đường nối ngang dưới và một tại vị trí khoảng 1/4 chiều cao phía dưới đường nối ngang trên. Đọc số đo trên thước chính xác đến milimet.

6.4.5 Tại tất cả các vị trí đo theo phương ngang, đo độ lệch chuẩn sau đó đo độ lệch tại các vị trí đo theo phương dọc trên mỗi tầng khi xe chạy theo thành bể hướng lên trên. Sau khi đo độ lệch cuối của tầng trên cùng, hạ xe xuống tầng đáy và lặp lại phép đo độ lệch chuẩn. Kết quả giữa hai lần đo đầu và cuối của độ lệch chuẩn phải nằm trong khoảng 2 mm. Lấy số đo trung bình của hai lần đo độ lệch chuẩn đầu và cuối để cho các tính toán tiếp theo.

Nếu kết quả đo không thỏa mãn, tiến hành đo lại các phép đo độ lệch dọc tại vị trí đo theo phương ngang này.

6.5 Hiệu chuẩn đáy bể

Hiệu chuẩn đáy bể, tốt nhất là nạp vào bể chất lỏng không bay hơi với lượng biết trước (tốt nhất là nước sạch) như minh họa trong tiêu chuẩn TCVN 11154 (ISO 4269), đến mức thấp nhất đủ để ngập hoàn toàn đáy bể, vừa ngang mặt phẳng đo độ sâu (dip-plate) và hạn chế tối đa các ảnh hưởng gây biến dạng đáy bể. Tiếp tục đưa chất lỏng với lượng biết trước vào bể cho đến khi điểm cao nhất của đáy bể được phủ kín và mức chất lỏng này cao hơn điểm thấp nhất của bể và tại đó được hiệu chuẩn bằng cách quán (ví dụ vị trí đo độ lệch hoặc vị trí chu vi chuẩn tương ứng). Ngoài ra, có thể hiệu chuẩn đáy bể bằng phương pháp vật lý dùng một mặt phẳng chuẩn để xác định hình dạng của đáy bể như quy định trong TCVN 11156-1 (ISO 7507-1).

6.6 Các phép đo và các số liệu khác

6.6.1 Dùng thiết bị đã được hiệu chuẩn để xác định và xử lý các số liệu sau theo TCVN 11156-1 (ISO 7507-1):

- a) độ dày tấm và lớp sơn;
- b) chiều cao các tầng;
- c) khối lượng riêng và nhiệt độ làm việc của chất lỏng chứa trong bể;
- d) nhiệt độ môi trường và nhiệt độ của chất lỏng tại thời điểm đo;
- e) chiều cao nạp chất lỏng tối đa;
- f) thể tích vật choán chỗ;
- g) số lượng, chiều rộng và độ dày của các đường hàn và mối nối chồng;
- h) độ nghiêng của bể như thể hiện bằng độ lệch dây dọi;
- i) hình dạng, chiều cao và khối lượng biểu kiến trong không khí của mái pha hoặc nắp che.

CHÚ THÍCH: Giá trị trung bình và dải nhiệt độ thành bể là cần thiết để phân tích độ không đảm bảo (xem Phụ lục A).

6.6.2 Cần quy chiều cao ngập của bể theo điểm thả thước và có thể sẽ có vị trí khác so với điểm mốc sử dụng để hiệu chuẩn bể (ví dụ, điểm nằm ở góc đáy). Xác định chênh lệch độ cao giữa điểm mốc và điểm thả thước theo phương pháp đo thông thường hoặc các phương pháp khác và ghi lại kết quả.

6.6.3 Tại mỗi lỗ đo, dùng thước và quả dọi như quy định trong TCVN 11156-1 (ISO 7507-1) để đo tổng chiều cao của điểm chuẩn (điểm chuẩn trên) phía trên điểm thả thước. Ghi lại chiều cao tổng này chính xác đến milimet và đánh dấu cố định trên bề mặt bể sát cạnh lỗ đo.

6.6.4 Nếu có thể thì so sánh các kết quả đo được với các kích thước tương ứng ghi trong bản vẽ và kiểm tra các phép đo có sai lệch lớn.

7 Dung sai cho phép

Các phép đo chu vi chuẩn phải thỏa mãn các sai số tuyệt đối quy định trong Bảng 2 dưới đây:

Bảng 2 –Dung sai tuyệt đối của các phép đo chu vi chuẩn

Đo chu vi, m	Dung sai tuyệt đối, mm
≤ 25	2
> 25, ≤ 500	3
> 50, ≤ 100	5
> 100, ≤ 200	6
> 200	8

8 Quy trình tính toán bằng dung tích bể

8.1 Chu vi ngoài

Tính chu vi ngoài từ các số đọc độ lệch và chu vi chuẩn sử dụng các Công thức từ (1) đến (3) dưới đây:

$$R = \frac{C_{em}}{2\pi} \quad (1)$$

$$R + a = R' + m \quad (2)$$

$$R' = R + (a-m) \quad (3)$$

trong đó

C_{em} là chu vi chuẩn, tính bằng mét;

- R là bán kính của chu vi chuẩn, tính bằng mét;
 R' là bán kính của chu vi bể tại mức đo bất kỳ, tính bằng mét;
 a là độ lệch chuẩn tính từ chu vi chuẩn đến đường chuẩn, tính bằng mét;
 m là độ lệch tại cùng mức đo tương ứng với R' , tính bằng mét.

Bán kính của bể, tính bằng mét, tại mức đo bất kỳ, trên cơ sở tất cả các điểm đo theo phương ngang định trước, khi thực hiện các phép đo bên ngoài có thể tính được theo Công thức (4):

$$R' = R + \frac{\sum(a-m)}{n} - t' \quad (4)$$

Và khi thực hiện các phép đo bên trong tính theo các Công thức (5) và (6)

$$R' = R - t + \frac{\sum(a-m)}{n} \quad (5)$$

$$C' = 2 \pi \times R' \quad (6)$$

trong đó

- n là số lượng các vị trí đo theo phương ngang;
 t' là độ dày tấm vật liệu và lớp sơn tại mức đo bất kỳ, tính bằng mét;
 t là độ dày tấm vật liệu và lớp sơn tại mặt mức chuẩn, tính bằng mét;
 C' là chu vi bên trong tại mức đo bất kỳ, tính bằng mét.

8.2 Hiệu chỉnh

Giả sử các bảng dung tích được tính toán từ các bán kính trong (chu vi), thì sử dụng các hiệu chỉnh quy định trong TCVN 11156-1 (ISO 7507-1) để tính:

- các đường hàn nối dọc, nếu hàn chông;
- ảnh hưởng của áp suất thủy tĩnh;
- sự co hoặc giãn nở của thành bể do ảnh hưởng của nhiệt độ;
- độ nghiêng của bể;
- khối lượng của mái phao hay nắp che;
- thể tích dịch chuyển.

8.3 Bảng dung tích bể

Tính toán và lập bảng dung tích bể theo TCVN 11156-1 (ISO 7507-1). Các tính toán có thể dựa trên giá trị của các bán kính (nếu trong TCVN 11156-1 (ISO 7507-1) tính toán trên cơ sở các đường chu vi).

Phụ lục A

(tham khảo)

Độ không đảm bảo hiệu chuẩn bề**A.1 Giới thiệu**

Phụ lục này mô tả cách ước tính các độ không đảm bảo khi hiệu chuẩn bề bằng phương pháp đường quang chuẩn.

Các tính toán này tuân thủ các hướng dẫn nêu trong Hướng dẫn thể hiện độ không đảm bảo (GUM) [1].

A.2 Các ký hiệu

Phụ lục này sử dụng các thuật ngữ và đơn vị dưới đây:

Ký hiệu	Mô tả	Đơn vị
k	Hệ số phủ (được xác định tại GUM) [1]	–
H_j	Chiều cao tại đó thực hiện các phép đo hiệu chuẩn	m
H_{max}	Chiều cao bề	m
H_{ref}	Chiều cao tại đó đo chu vi chuẩn bằng phương pháp thước quán	m
Δh_j	Chiều cao của phần thứ j	m
h_j	Chiều cao cộng dồn của phần thứ j	m
uh_j	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của chiều cao bề (bên trong) tại phần j	m
uL_{st}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của thước quán	m
UL_{st}	Độ không đảm bảo mở rộng của chiều dài thước quán	m
rL_v	Độ phân giải số đọc trên thước quán	m
uL_v	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của số đọc thước quán	m
tL_{cp}	Dung sai kéo căng và định vị thước quán	m
uL_{cp}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn do kéo căng và định vị thước quán	m
eL_{ta}	Sai số điều chỉnh lớn nhất	m
uL_{ta}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của điều chỉnh thước quán	m
uL_m	Độ lệch chuẩn trung bình của nhiều phép đo quán	m
C_{em}	Chu vi chuẩn bên ngoài đo được	m
uC_{em}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của chu vi chuẩn đo được bên ngoài	m

Ký hiệu	Mô tả	Đơn vị
uR_{ext}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của bán kính chuẩn (quán) bên ngoài bể	m
uR_{int}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của bán kính chuẩn bên trong bể	m
uR_{it}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của bất kỳ bán kính trong bể hiệu chỉnh theo nhiệt độ	m
$u\delta R_h$	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của hiệu chỉnh bán kính biến dạng do áp suất thủy tĩnh	m
uR_i	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của bán kính trong bất kỳ của bể	m
t_v	Độ lệch lớn nhất từ đường chuẩn thẳng đứng	%
t_r	Sai số lớn nhất của số đọc của thang đo trên xe lăn từ tính	m
uma_{ij}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của sự chênh lệch giữa các độ lệch đo được tại chiều cao H_j và H_{ref} tương ứng	m
$w_{t_{mp}}$	Độ không đảm bảo lớn nhất của độ dày kim loại thành bể và lớp sơn	m
ut_{mp}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của độ dày kim loại thành bể và lớp sơn	m
ut_m	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của độ dày kim loại thành bể	m
R_j	Giá trị trung bình bán kính trong tại phần đo thứ j	m
uR_{ia}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của bán kính trong trung bình cho một tầng bể	m
K_{sh}	Hệ số kinh nghiệm bao gồm độ không đảm bảo do thành bể biến dạng theo mặt phẳng ngang	-
K_{sv}	Hệ số kinh nghiệm bao gồm độ không đảm bảo do biến dạng tầng theo mặt phẳng dọc	-
α_{st}	Hệ số giãn nở tuyến tính của thước quán	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
α_{sk}	Hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu thành bể	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
$e\alpha_p$	Sai số lớn nhất của hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu thước dây hoặc thước quán	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
$u\alpha_p$	Độ không đảm bảo của hệ số giãn nở của vật liệu thước quán	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
$e\alpha_k$	Sai số lớn nhất ước tính của hệ số giãn nở tuyến tính của thành bể	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
$u\alpha_k$	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu thành bể	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
T_{ref}	Nhiệt độ chuẩn của bể và thước quán	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
T_{tk}	Nhiệt độ thành bể khi đang sử dụng	$^{\circ}\text{C}$
T_{tp}	Nhiệt độ của thước đo (quán hoặc thả)	$^{\circ}\text{C}$
ϑT_{tp}	Sai số lớn nhất ước tính của nhiệt độ khi quán	K

Ký hiệu	Mô tả	Đơn vị
uT_{tp}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của nhiệt độ của thước đo (quấn hoặc thả)	$^{\circ}C$
L	Mức chất lỏng trong bể	m
uL	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của mức chất lỏng trong bể	m
L_{tapp}	Chiều dài ngập của thước	m
ed_m	Sai số lớn nhất của phần ngập	m
ud_m	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của mức ngập	m
rL_{td}	Độ phân giải của số đọc thước đo	m
uL_{td}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của số đọc thước đo	m
eT_{tp}	Sai số lớn nhất của nhiệt độ của thước (thả hoặc quấn)	$^{\circ}C$
uT_{sp}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của nhiệt độ khi quấn (giống nhau cho thước và bể)	$^{\circ}C$
uD_{dip}	Tổng độ không đảm bảo tiêu chuẩn khi ngập	m
ρ	Khối lượng riêng của chất lỏng khi sử dụng	kg/m^3
ρ_{ref}	Khối lượng riêng của chất lỏng tại các điều kiện chuẩn	kg/m^3
$u\rho$	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của khối lượng riêng của chất lỏng	kg/m^3
$U\rho$	Độ không đảm bảo mở rộng của khối lượng riêng của chất lỏng	kg/m^3
eE	Sai số lớn nhất của độ đàn hồi Modun Young của vật liệu thành bể	N/m^2
uE	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của độ đàn hồi Modun Young của vật liệu thành bể	N/m^2
b	Độ nghiêng của bể	m/m
φ	Góc nghiêng của bể	rad
V_{dead}	Thể tích vật chón chỗ	m^3
V_{dis}	Thể tích dịch chuyển của mái phao	m^3
V_n	Sự giãn nở thể tích do áp suất thủy tĩnh	m^3
V_L	Thể tích bể tại mức L	m^3
V_o	Thể tích đáy bể (đo được)	m^3
V_r	Thể tích tại các điều kiện hiệu chuẩn (thể tích thô) của bể	m^3
V_{ref}	Thể tích của bể trong các điều kiện chuẩn	m^3
uV_r	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của thể tích thô trong bể	m^3

Ký hiệu	Mô tả	Đơn vị
uV_b	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của thể tích đáy bể khi hiệu chuẩn	m^3
uV_o	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của thể tích đáy bể tại các điều kiện chuẩn	m^3
tV_{dis}	Giới hạn dung sai (trường hợp xấu nhất) của thể tích dịch chuyển của mái phao	%
uV_{dis}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của thể tích dịch chuyển của mái phao	m^3
uV_{ad}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của thể tích do các hệ số chung bổ sung	%
uV_{Cal}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của mô hình hiệu chỉnh áp suất thủy tĩnh	m^3
uV_h	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của thể tích giãn nở do áp suất thủy tĩnh	m^3
uV_{ref}	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của thể tích bể dưới các điều kiện chuẩn	m^3
uV_t	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của hiệu chỉnh thể tích giãn nở nhiệt	%
UV	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn mở rộng trong bảng dung tích bể	m^3
n	Số lượng các phần khi chia chu vi	
N_A	Số lần điều chỉnh	
N_m	Số lượng các phép đo	
wf_{mp}	Độ không đảm bảo lớn nhất bằng độ rộng của phân phối chữ nhật	
N_{hs}	Số lượng các điểm đo theo phương ngang xung quanh bể	
N_{mc}	Số lượng các bán kính được đo trên từng tầng	
V_{raw}	Thể tích thô	
eT_s	Sai số lớn nhất ước tính của nhiệt độ khi sử dụng	
uT_s	Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của nhiệt độ khi sử dụng	
V_{ts}	Thể tích cụ thể đã hiệu chỉnh về giãn nở do nhiệt độ khi sử dụng	
V_{hc}	Thể tích ghi trong bảng dung tích của bể	

A.3 Tổng quan về các phép tính

Tiêu chuẩn này đưa ra các phương pháp tính toán dưới đây:

- quán và hiệu chỉnh đối với các vật cản [xem TCVN 11156-1 (ISO 7507-1)];
- chu vi chuẩn (xem thêm TCVN 11156-1 (ISO 7507-1));
- chênh lệch giữa các số đo độ lệch từng phần riêng và độ lệch chuẩn tương ứng;
- các số đo chu vi từ chu vi chuẩn và các số đo độ lệch.

A.4 Đo quần

CHÚ THÍCH: Tất cả thành phần của độ không đảm bảo được quy ước là độc lập về mặt thống kê.

A.4.1 Các độ không đảm bảo nguồn

A.4.1.1 Chiều dài thước quần

Độ không đảm bảo mở rộng, UL_{st} , ghi trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn với hệ số phủ, k (thông thường $k = 2$, tương ứng với 95 % độ tin cậy), tạo ra độ không đảm bảo, tính bằng mét, tính theo Công thức (A.1):

$$uL_{st} = \frac{UL_{st}}{k} \quad (A.1)$$

A.4.1.2 Số đọc thước quần

Nếu rL_r là độ phân giải của thước (thông thường $rL_r = 1$ mm) thì độ không đảm bảo tiêu chuẩn tương ứng, tính bằng mét theo Công thức (A.2), nếu hai số đọc được thực hiện cho từng phần và như đã cho trong Công thức (A.3) nếu một kết quả đọc được thực hiện cho từng phần (với cách đọc thước từ không):

$$uL_r = \left(\frac{2 \times n \times rL_r^2}{12} \right)^{1/2} \quad (A.2)$$

$$uL_r = \left(\frac{n \times rL_r^2}{12} \right)^{1/2} \quad (A.3)$$

trong đó n là số phần mà chu vi được chia.

CHÚ THÍCH: Hệ số $1/12^{1/2}$ tương ứng phân phối chữ nhật.

A.4.1.3 Kéo căng và định vị thước quần

Độ không đảm bảo khi kéo căng và định vị thước quần bao gồm các thành phần sau:

- độ không đảm bảo của lực kéo trên thước đo độ dài;
- độ không đảm bảo của sự phân bố lực kéo dọc theo thước, do ma sát tỷ vào bề;
- độ không đảm bảo do thước không nằm trên một mặt phẳng;
- độ không đảm bảo do mặt phẳng thước không vuông góc với trục đứng của bề.

Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của kéo căng và định vị thước quần, tính bằng mét, tính theo Công thức (A.4):

$$uL_{ip} = \frac{tL_{ip}}{12^{1/2}} \quad (A.4)$$

CHÚ THÍCH: Hệ số $1/12^{1/2}$ tương ứng phân phối chữ nhật

Giá trị điển hình của tL_p được cho trong Bảng A.1

Bảng A.1 – Dung sai cho phép đối với chu vi bề

Chu vi bề _m	Dung sai, tL_p	
	mm	m
≤ 25	2	0,002
> 25, ≤ 500	3	0,003
> 50, ≤ 100	5	0,005
> 100, ≤ 200	6	0,006
> 200	8	0,008

A.4.1.4 Điều chỉnh thước

Nếu thước quán không đủ độ dài để quán quanh một vòng bề thì phải chia chu vi bề thành nhiều phần để đo. Thực hiện các thao tác này sẽ làm tăng sai số nếu các đoạn thước quán không được điều chỉnh chính xác.

Sai số này dẫn đến độ không đảm bảo bổ sung. Nếu eL_{ta} là sai số lớn nhất do việc điều chỉnh mỗi đoạn đo (thường thì $eL_{ta} = 1$ mm), độ không đảm đo tiêu chuẩn này tương ứng với số N_A theo Công thức (A.1), có thể tính theo Công thức (A.5).

$$uL_{ta} = \left(\frac{N_A \times eL_{ta}^2}{12} \right)^{1/2} \quad (A.5)$$

CHÚ THÍCH: Hệ số $1/12^{1/2}$ tương ứng phân phối chữ nhật

A.4.1.5 Các vật cản

Việc chỉnh thước quán qua các vật cản cũng gây ra độ không đảm đo (ví dụ, độ không đảm đo do các kích thước của các vật cản).

Công thức tính các hiệu chỉnh riêng được quy định tại TCVN 11156-1 (ISO 7507-1).

Không tính độ không đảm đo tiêu chuẩn của độ dài thước do các vật cản nhưng nó đã bao gồm trong "độ không đảm đo bổ sung" (uV_{sd}).

A.4.1.6 Các phép đo nhiều lần

Tiêu chuẩn này khác với TCVN 11156-1 (ISO 7507-1) ở chỗ chu vi chuẩn được đo nhiều lần (ít nhất là ba lần) và chu vi chuẩn là giá trị trung bình của các lần đo và cộng với độ không đảm đo tiêu chuẩn bằng độ lệch chuẩn của giá trị trung bình của tất cả các phép đo, uL_m .

A.4.2 Chu vi chuẩn bên ngoài

Vi tất cả sai số đo đều được cộng vào nên độ không đảm bảo của chu vi bên ngoài tính bằng mét sẽ là căn bậc hai (RMS) của tất cả độ không đảm bảo nguồn tính theo Công thức (A.6) và (A.7) trong đó N_m là số lượng các phép đo chu vi chuẩn. Sử dụng Công thức (A.6) trong trường hợp một thước quán được sử dụng nhiều lần để đo chu vi, N_m . Sử dụng Công thức (A.7) trong trường hợp đo chu vi bằng N_m thước quán khác nhau.

$$u_{C_{em}} = \left[\frac{u_{L_{tr}}^2 + u_{L_{lp}}^2 + u_{L_{ta}}^2}{N_m} + (N_n^2 \times u_{L_{st}}^2) + u_{L_m}^2 \right]^{1/2} \quad (\text{A.6})$$

$$u_{C_{em}} = \left[\frac{u_{L_{tr}}^2 + u_{L_{lp}}^2 + u_{L_{ta}}^2}{N_m} + u_{L_{st1}}^2 + u_{L_{st2}}^2 + \dots + u_{L_{stn}}^2 + u_{L_m}^2 \right]^{1/2} \quad (\text{A.7})$$

Trong đó N_m là số lần đo chu vi chuẩn.

A.4.3 Bán kính chuẩn bên ngoài

Độ không đảm đo tiêu chuẩn của bán kính chuẩn bên ngoài bề tính bằng mét, được tính theo Công thức (A.8) dưới đây:

$$u_{R_{ext}} = \frac{u_{C_{em}}}{2\pi} \quad (\text{A.8})$$

A.4.4 Độ dày lớp kim loại thành bể và lớp sơn

Độ không đảm đo lớn nhất (bằng độ rộng của phân bố chữ nhật) được biểu thị bằng w_{mp} , độ không đảm đo tiêu chuẩn tính bằng mét được tính theo Công thức (A.9)

$$u_{t_{mp}} = \frac{w_{mp}}{12^{1/2}} \quad (\text{A.9})$$

trong đó thông thường w_{mp} bằng 0,001 m (1mm) có thể lấy từ bản vẽ gốc của nhà sản xuất.

CHÚ THÍCH: Hệ số $1/12^{1/2}$ tương ứng phân phối chữ nhật.

Cần thực hiện các phép đo tại tất cả các vị trí có thể để kiểm tra độ dày của thành bể.

A.5 Các phép đo quang

A.5.1 Các độ không đảm đo nguồn

Cần xem xét các độ không đảm đo dưới đây:

- u_{t_v} là độ lệch lớn nhất so với đường chuẩn thẳng đứng (thường bằng 0,02 % của H);
- u_{t_r} là sai số lớn nhất của số đọc tính bằng mét (trường hợp xấu nhất gồm sai số do thước, độ phân giải của máy đo quang và sai lỗi của người thao tác) và bằng nhau đối với tất cả các số đọc (thông thường $t_r = 0,001$ m);

- ut_{mp} là độ không đảm đo của độ dày tấm đo và lớp sơn, tính bằng mét.

A.5.2 Độ không đảm đo của độ lệch từ độ lệch chuẩn

Độ không đảm đo chuẩn của các độ lệch khác nhau đo được tại các độ cao H_j và H_{ref} có thể tính theo Công thức (A.10) dưới đây:

$$uma_j = \frac{\left\{ (H_j - H_{ref}) \times ut_v \right\}^2 + (2 \times ut_r^2) \right\}^{1/2} \quad (\text{A.10})$$

trong đó

H_j là chiều cao tại đó độ lệch đo được từ đường thẳng đứng, tính bằng mét;

H_{ref} là chiều cao tại đó đo chu vi chuẩn được đo bằng thước quán, tính bằng mét.

CHÚ THÍCH 1: Hệ số $1/12^{1/2}$ tương ứng phân phối chữ nhật

CHÚ THÍCH 2: Hệ số $2 \times ut_r$ tương ứng với hai phép đo độc lập các độ lệch (một là đối với độ lệch chuẩn, α , và hai là đối với N_{mi}).

A.5.3 Độ không đảm đo của bán kính trong

Độ không đảm đo chuẩn của các bán kính trong (bằng độ không đảm đo ước tính của độ không đảm đo trung bình bán kính của một phần bề) tính bằng mét, được tính theo Công thức A.11) dưới đây:

$$uR_i = \left[uR_{ext}^2 + \frac{\sum (uma_i)^2}{N_{hs}^2} + ut_{mp}^2 + K_{sh} \right]^{1/2} \quad (\text{A.11})$$

trong đó

K_{sh} là hệ số liên quan đến hình dạng của bề tại mặt phẳng ngang với chiều cao cho trước. Hệ số này có thể ước tính theo độ lệch chuẩn của các độ lệch đo được đã hiệu chỉnh theo độ nghiêng của bề;

uR_{ext} là độ không đảm đo của bán kính chuẩn bên ngoài bề, tính bằng mét;

N_{hs} là số vị trí đo theo phương ngang xung quanh bề.

CHÚ THÍCH: Độ không đảm đo của bán kính bề có thể sẽ bị ảnh hưởng rất lớn do độ nghiêng của bề. Có một số phương pháp hiệu chỉnh mà có thể loại bỏ phần nào đó độ không đảm đo này.

A.5.4 Các độ không đảm đo của bán kính trong của tầng bề

Độ không đảm đo bán kính trung bình của mỗi tầng bề, tính bằng mét, có thể tính theo Công thức (A.12) dưới đây:

$$uR_{\sigma} = \left[\frac{\sum (uR_j)^2}{N_{mc}} \times K_{sv} \right]^{1/2} \quad (\text{A.12})$$

trong đó

N_{mc} là số lượng bán kính được đo tại mỗi tầng;

K_{sv} là hệ số thực nghiệm bao gồm độ không đảm đo do chênh lệch của các giá trị trung bình (hình dạng bề trong mặt phẳng thẳng đứng) dựa trên số lượng giới hạn các phép đo trong đó $K_{sv} > 1$ (thông thường $K_{sv} = 3$).

CHÚ THÍCH: Hệ số K_{sv} này khó có thể tính được tuy nhiên có thể ước tính qua thực nghiệm.

A.6 Bảng dung tích bể mở

Lập bảng dung tích bể từ số liệu bán kính tại các chiều cao chọn trước.

Dung tích thô của bảng bể mở, tính bằng mét khối, có thể tính theo Công thức A.13 dưới đây:

$$V_{r\text{ow}} = \pi \times \sum (R_j^2 \times \Delta h_j) \quad (\text{A.13})$$

A.7 Bảng dung tích bể tại thời điểm hiệu chuẩn

A.7.1 Các phép tính

Lập bảng dung tích bể từ các bảng dung tích bể mở bằng cách:

- cộng hiệu chỉnh độ nghiêng của bể;
- cộng thể tích vật choán chỗ;
- kết hợp các thông số của mái phao (nếu có).

Hiệu chỉnh độ nghiêng của bể, thể tích đáy, các thể tích vật choán chỗ và thể tích dịch chuyển của mái phao được bao gồm trong dung tích thô mở rộng, tính bằng mét khối, được tính theo Công thức (A.14) dưới đây:

$$V_r = \frac{V_{r\text{ow}}}{\cos \varphi} + V_0 + V_{\text{dead}} - V_{\text{dis}} \quad (\text{A.14})$$

trong đó

φ là arctan của b ;

b là độ nghiêng bể, tính bằng mét trên mét;

V_0 là thể tích đáy bể, tính bằng mét khối;

V_{dead} là thể tích vật choán chỗ, tính bằng mét khối;

V_{dis} là thể tích của sản phẩm bị choán chỗ bởi mái phao (nếu có), tính bằng mét khối.

A.7.2 Độ không đảm bảo

A.7.2.1 Độ không đảm bảo nguồn

Tất cả thành phần của độ không đảm bảo được coi là độc lập về mặt thống kê.

A.7.2.1.1 Độ nghiêng của bể

Độ không đảm bảo của độ nghiêng bể phụ thuộc vào độ chính xác của các phép đo khoảng cách. Nó không tính được nhưng được bao gồm trong "độ không đảm bảo bổ sung", (uV_{ad}).

A.7.2.1.2 Thể tích đáy bể

Có thể tính được độ không đảm bảo của đáy bể, tính theo phần trăm thể tích, có thể ước tính một giá trị điển hình theo Công thức (A.15) dưới đây:

$$uV_o = 0,25 \text{ đến } 1,5 \quad (\text{A.15})$$

tùy thuộc vào phương pháp hiệu chuẩn, kích thước và sự biến dạng của đáy bể.

CHÚ THÍCH: Các độ không đảm bảo nhỏ hơn thường áp dụng cho các bể có đáy lớn hơn và ngược lại.

A.7.2.1.3 Mái phao hoặc nắp che

Dung sai cho phép (trong trường hợp xấu nhất) fV_{dis} thường có giá trị bằng 5 % của V_{dis} .

Độ không đảm bảo tiêu chuẩn, tính bằng mét khối, có thể tính được theo Công thức (A.16)

$$uV_{dis} = \frac{fV_{dis} \times V_{dis}}{12V^2} \quad (\text{A.16})$$

A.7.2.1.4 Độ không đảm bảo bổ sung

Ảnh hưởng của các hiệu chỉnh dưới đây được tính vào độ không đảm bảo bổ sung, uV_{ad} :

- hiệu chỉnh đối với độ nghiêng bể;
- hiệu chỉnh thể tích vật choán chỗ bên ngoài và bên trong bể;
- các giá trị xấp xỉ.

Độ không đảm bảo bổ sung, uV_{ad} có thể ước tính trên cơ sở thực nghiệm, bằng 0,005 % của V_l .

A.7.3 Thể tích bể tại các điều kiện hiệu chuẩn

A.7.3.1 Các phép tính toán

Các hiệu chỉnh dưới đây được quy định TCVN 11156-1 (ISO 7507-1) để hiệu chỉnh các kích thước trong bảng dung tích bể mở tại thời điểm hiệu chuẩn đối với:

- biến dạng do áp suất thủy tĩnh từ khối lượng riêng chất lỏng hiệu chuẩn sang khối lượng riêng chuẩn;
- sự giãn nở nhiệt thành bể từ nhiệt độ hiệu chuẩn sang nhiệt độ chuẩn.

A.7.3.2 Độ không đảm bảo

Độ không đảm bảo của dung tích bể ở các điều kiện hiệu chuẩn (thể tích thô mở rộng) tính bằng mét khối, được tính theo Công thức (A.17) dưới đây:

$$uV_r = \{ [2 \times \pi \times \Sigma (R_{i\alpha} \times uR_{i\alpha} \times \Delta h_i)]^2 + (uV_o^2 + V_o^2) + (uV_{ad}^2 + V_i^2) + (uV_{dis}^2 + V_{dis}^2) \}^{1/2} \quad (A.17)$$

CHÚ THÍCH: Công thức trên giả định độc lập về mặt thống kê của các phép đo tại tất cả các tầng của bể.

A.7.4 Dung tích bể ở các điều kiện chuẩn

A.7.4.1 Độ không đảm bảo nguồn

A.7.4.1.1 Quy định chung

Các độ không đảm bảo dưới đây ảnh hưởng đến độ không đảm bảo dung tích bể tại các điều kiện chuẩn.

Các độ không đảm bảo đã được tính trước bao gồm:

- uR_i là độ không đảm bảo của bán kính trong; đã tính tại A.5.3;
- $u t_m$ là độ không đảm bảo của độ dày kim loại thành bể; đã tính tại A.4.4.

Độ không đảm bảo mở rộng của khối lượng riêng của chất lỏng chứa trong bể tại thời điểm hiệu chuẩn ký hiệu là u_ρ (thường có giá trị là 5 kg/m^3). Độ không đảm bảo tiêu chuẩn, u_ρ tính bằng kilogam trên mét khối, tính theo Công thức (A.18):

$$u_\rho = \frac{U_\rho}{k} \quad (A.18)$$

trong đó k là hệ số phủ (thông thường $k = 2$).

Sai số lớn nhất của Modul đàn hồi Young của vật liệu thành bể (theo nguyên lý của Young) ký hiệu là eE , (thường bằng $5 \times 10^9 \text{ N/m}^2$). Giả sử phân phối chữ nhật thì độ không đảm bảo tiêu chuẩn, uE tính theo N/m^2 có thể tính theo Công thức (A.19).

$$uE = \frac{eE}{12^{1/2}} \quad (A.19)$$

Sai số ước tính lớn nhất của nhiệt độ khí quản ký hiệu là eT_p (eT_p là 5°C đối với các vị trí điển hình). Giả sử phân phối chữ nhật thì độ không đảm bảo tiêu chuẩn, uT_p có thể tính theo Công thức A.20:

$$uT_p = \frac{eT_p}{12^{1/2}} \quad (A.20)$$

Sai số ước tính lớn nhất của hệ số giãn nở tuyến tính ký hiệu là $e\alpha_{tp}$ và $e\alpha_{tk}$ (thông thường $e\alpha_{tp} = e\alpha_{tk} = 2 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$). Giả sử phân phối hình chữ nhật thì các độ không đảm bảo tiêu chuẩn, $u\alpha_{tp}$ và $u\alpha_{tk}$ tính bằng độ C, tính được theo Công thức (A.21) và (A.22):

$$u\alpha_{tp} = \frac{e\alpha_{tp}}{12\sqrt{2}} \quad (\text{A.21})$$

$$u\alpha_{tk} = \frac{e\alpha_{tk}}{12\sqrt{2}} \quad (\text{A.22})$$

Các độ không đảm bảo của các biến sau được coi là không đáng kể, có thể bỏ qua:

- uL , độ không đảm bảo mức chất lỏng trong bể tại thời điểm hiệu chuẩn (nếu có);
- ug , độ không đảm bảo của sự gia tăng cục bộ do trọng lực;
- $u\rho_{ref}$ độ không đảm bảo khối lượng riêng không khí xung quanh.

A.7.4.1.2 Hiệu chỉnh sự biến dạng do áp suất thủy tĩnh tại các điều kiện chuẩn

Độ không đảm bảo này là tổng các độ không đảm bảo của các thông số dưới đây liên quan đến việc hiệu chỉnh áp suất thủy tĩnh:

- bán kính trong;
- khối lượng riêng của chất lỏng tại thời điểm hiệu chuẩn;
- modun đàn hồi theo Young;
- độ dày của vật liệu thành bể.

Độ không đảm bảo tiêu chuẩn giãn nở thể tích uV_h do áp lực thủy tĩnh được tính theo Công thức A.23

$$uV_h = V_h \times \left[\left(3 \times \frac{uR_i}{R_i} \right)^2 + \left(\frac{u\rho}{\rho - \rho_{ref}} \right)^2 + \left(\frac{uE}{E} \right)^2 + \left(\frac{ut_m}{t_m} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (\text{A.23})$$

trong đó ρ_{ref} là khối lượng riêng của không khí xung quanh.

A.7.4.1.3 Hiệu chỉnh về sự giãn nở nhiệt của bể và thước quán tại các điều kiện chuẩn.

Độ không đảm bảo tiêu chuẩn về hiệu chỉnh bán kính trong đối với sự giãn nở khác nhau của thước quán và thành bể, tính bằng mét, ký hiệu là $u\delta R_i$, bao gồm:

- Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của các hệ số giãn nở của thước quán và bể;
- Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của nhiệt độ khi quán (giả sử là như nhau đối với thước và thành bể),

Có thể tính theo Công thức (A.24).

$$u\delta R_i = \{ [uR_i \times (\alpha_{tp} - \alpha_k) \times (T_k - T_{ref})]^2 + [uT_k \times R_i \times (\alpha_{tp} - \alpha_k)]^2 + (u\alpha_{tp}^2 + u\alpha_k^2) \times [R_i \times (T_k - T_{ref})]^2 \}^{1/2} \quad (\text{A.24})$$

Thể tích bể, tính bằng mét khối, tại các điều kiện chuẩn được hiệu chỉnh theo hệ số giãn nở nhiệt có thể tính theo Công thức (A.25)

$$V_{tr} = V \times [\alpha_{tp} \times (T_{tp} - T_{ref}) + 2 \times \alpha_k \times (T_{tp} - T_{ref})] \quad (\text{A.25})$$

trong đó

α_p là hệ số giãn nở tuyến tính của thước quán, tính bằng 1°C ;

α_k là hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu thành bể, tính bằng độ 1°C ;

T_{ref} là nhiệt độ chuẩn của bể và thước quán, tính bằng độ C (độ không đảm bảo bằng zero);

T_p là nhiệt độ tại thời điểm quán (bằng nhau đối với thước quán và bể), tính bằng độ C.

Độ không đảm bảo tiêu chuẩn về hiệu chỉnh đối với giãn nở nhiệt của thể tích ký hiệu là uV_t , tính bằng % thể tích, có thể tính theo Công thức (A.26)

$$uV_t = \frac{2 \times u\delta R_t}{R_t} \times 100 \quad (\text{A.26})$$

A.7.4.1.4 Các độ không đảm bảo áp suất thủy tĩnh bổ sung

Các đại lượng dưới đây có ảnh hưởng đến các độ không đảm bảo áp suất thủy tĩnh bổ sung:

- sự biến dạng thủy tĩnh của đáy bể tại các điều kiện chuẩn;
- độ không đảm bảo của mô hình hiệu chỉnh áp suất thủy tĩnh.

CHÚ THÍCH: Độ không đảm bảo của đáy bể, uV_b , phụ thuộc vào các điều kiện như kích cỡ và tình trạng đáy bể. Thực tế cho thấy giá trị này khoảng $0,25/L$, được tính bằng phần trăm thể tích, % V, trong đó L là độ cao của chất lỏng (nếu có) tính bằng mét đối với $L \geq 1$. Nếu $L < 1$ thì uV_b bằng khoảng 0,25 % thể tích đo được.

Không tính được độ không đảm bảo của mô hình hiệu chỉnh áp suất thủy tĩnh, uV_{cal} , nhưng theo cách tính đã nêu trong TCVN 11156 -1 (ISO 7507-1), Phụ lục D, thì độ không đảm bảo bổ sung, tính bằng mét khối, có thể tính theo Công thức (A.27):

$$uV_{cal} = 1,25 \times 10^{-4} \times V \quad (\text{A.27})$$

A.8 Bảng dung tích bể đang trong trạng thái sử dụng

A.8.1 Các phép tính toán

Các hiệu chỉnh về kích thước của bảng-bể tại các điều kiện chuẩn được quy định như sau:

- biến dạng do áp suất thủy tĩnh từ khối lượng riêng chất lỏng hiệu chuẩn sang khối lượng riêng chất lỏng khí sử dụng;
- giãn nở nhiệt độ từ nhiệt độ hiệu chuẩn sang nhiệt độ làm việc.

Độ không đảm bảo mở rộng của các giá trị ghi trong bảng dung tích bể, UV (với hệ số phủ $k = 2$), bao gồm các độ không đảm bảo của hiệu chỉnh biến dạng thể tích thô mở rộng do áp suất thủy tĩnh, giãn nở nhiệt và các độ không đảm bảo thủy tĩnh bổ sung được tính theo Công thức (A.28)

$$UV = 2 \times [uV_r^2 + uV_n^2 + uV_{cal}^2 + (uV_t^2 \times V^2) + uV_b^2]^{1/2} \quad (\text{A.28})$$

CHÚ THÍCH: Do sự thay đổi của các giá trị uV_r , uV_l , uV_b nên UV cũng sẽ thay đổi theo thể tích của chất lỏng.

A.8.2 Độ không đảm bảo trong điều kiện sử dụng

A.8.2.1 Độ không đảm bảo nguồn

Các độ không đảm bảo dưới đây dùng để tính các độ không đảm bảo tại các điều kiện chuẩn (xem A.7.4)

- uR_i bán kính trong;
- uE modun đàn hồi theo Young của vật liệu thành bể;
- ut_m độ dày lớp kim loại thành bể;
- $u\alpha_{ik}$ hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu thành bể;
- uL mức chất lỏng trong bể (= 0);
- ug gia tăng cục bộ do trọng lực (= 0);
- $u\rho_{ref}$ khối lượng riêng chuẩn (= 0).

Các độ không đảm bảo nguồn dưới đây là khác nhau trong các điều kiện sử dụng:

- Sai số ước tính lớn nhất của nhiệt độ làm việc là eT_w (bảng 5°C tại các vị trí bình thường). Giả sử phân phối chữ nhật thì độ không đảm bảo uT_w tính theo độ C, có thể tính theo Công thức (A.29).

$$uT_w = \frac{eT_w}{12\sqrt{2}} \quad (A.29)$$

- Độ không đảm bảo mở rộng của khối lượng riêng chất lỏng chứa trong bể dưới các điều kiện sử dụng, ký hiệu là $U\rho_s$ (thông thường bằng 5 kg/m³). Độ không đảm bảo tiêu chuẩn, $u\rho_s$ có thể tính theo Công thức (A.30):

$$u\rho_s = \frac{U\rho_s}{k} \quad (A.30)$$

trong đó k là hệ số phủ (thông thường $k = 2$)

A.8.2.2 Hiệu chỉnh biến dạng do áp suất thủy tĩnh khi đang sử dụng

Độ không đảm bảo này là tổng hợp các độ không đảm bảo dưới đây của các thông số liên quan đến việc hiệu chỉnh thủy tĩnh:

Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của thể tích giãn nở, uV_h , do áp suất thủy tĩnh khi đang sử dụng, tính bằng mét khối, có thể tính theo Công thức (A.31)

$$uV_{hs} = \left\{ uV_h^2 + \left[V_{hs} \times \frac{u\rho}{(\rho_{ref} - \rho)} \right]^2 \right\}^{1/2} \quad (A.31)$$

A.8.2.3 Hiệu chỉnh giãn nở nhiệt khi đang sử dụng

Việc hiệu chỉnh một thể tích cụ thể giãn nở do nhiệt độ tại thời điểm sử dụng, tạo thành thể tích hiệu chỉnh-nhiệt, V_{ts} , tính bằng m^3 , có thể tính theo Công thức (A.32):

$$V_{ts} = V_{hc} \times [\alpha_{tp} \times (T_{tp} - T_{ref}) + 2 \times \alpha_{tk} \times (T_{tk} - T_{ref})] \quad (A.32)$$

trong đó

V_{hc}	là dung tích cho trước trong bảng dung tích;
α_{tk}	là hệ số giãn nở tuyến tính của vật liệu thành bể tính bằng $1/^\circ C$;
α_{tp}	là hệ số giãn nở của thước đo độ sâu, tính bằng $1/^\circ C$;
T_{ref}	là nhiệt độ chuẩn của bể và thước quán, tính bằng độ C (độ không đảm bảo = 0);
T_{tk}	là nhiệt độ của bể (tại thời điểm sử dụng), tính bằng độ C;
T_{tp}	là nhiệt độ của thước đo độ sâu (ở trạng thái sử dụng), tính bằng độ C.

Độ không đảm bảo của hiệu chỉnh thể tích do giãn nở nhiệt, uV_{ts} , tính bằng % thể tích, có thể tính theo Công thức (A.33).

$$uV_{ts} = 100 \times \{ (uV_{hc}/V_{hc})^2 + [\alpha_{tp} \times (T_{tp} - T_{ref})]^2 + (uT_{tp} \times \alpha_{tp})^2 + [2 \times u\alpha_{tk} \times (T_{tk} - T_{ref})]^2 + (uT_{tk} \times 2 \times \alpha_{tk})^2 \}^{1/2} \quad (A.33)$$

A.8.2.4 Mô hình hiệu chỉnh áp suất thủy tĩnh

Việc tính toán hiệu chỉnh biến dạng do áp suất thủy tĩnh ở chế độ sử dụng, dạng toán học sẽ tạo ra độ không đảm bảo bổ sung uV_{cal} (xem 7.4.4).

CHÚ THÍCH: Độ không đảm bảo này liên quan chặt chẽ với việc tính hiệu chỉnh về biến dạng do áp suất thủy tĩnh tại các điều kiện chuẩn nếu mô hình toán được nêu trong TCVN 11156 -1 (ISO 7507-1), Phụ lục D được dùng cho cả hai trường hợp.

A.8.2.5 Đo phản ngập

Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của việc hiệu chuẩn đo phản ngập bao gồm:

- độ không đảm bảo tiêu chuẩn của phép đo khoảng cách giữa bề mặt chất lỏng và điểm thả thước;
- độ không đảm bảo tiêu chuẩn khi đọc thước đo phản ngập.

Sai số tối đa ước tính của phép đo khoảng cách giữa bề mặt chất lỏng và điểm thả thước ký hiệu là ed_m , tính bằng milimet, bằng khoảng $\pm (1,3 + 0,2 \times L_{tape})$, trong đó L_{tape} là chiều dài thước đo tính bằng mét.

Thiết bị thường dùng là thước đo độ sâu. Nếu dùng hệ thống đo dựa trên khoảng trống (không chứa chất lỏng) thì sai số tối đa ước tính, ed_m , tính bằng milimet, sẽ bằng khoảng $[(3 + 0,4 \times L) + \delta H]$.

Giả sử phân phối hình chữ nhật thì độ không đảm bảo tiêu chuẩn, ud_m , tính bằng mét, có thể tính theo Công thức (A.34).

$$ud_m = \frac{ed_m}{3^{1/2}} \quad (\text{A.34})$$

Sai số ước tính đo mức chất lỏng do giảm chiều cao, δH tính bằng mét, có thể tính theo Công thức (A.35):

$$\delta H = \frac{R_i \times L_i^2 \times \rho \times g}{4 \times \mu \times E \times t_1} \quad (\text{A.35})$$

Trong đó μ là tỷ số Poisson của vật liệu thành bể (đối với thép $\mu = 3,3$).

Nếu rL_{td} là độ phân giải của thước đo độ sâu hoặc của hệ thống đo (thông thường $rL_{td} = 1$ mm) thì độ không đảm bảo tiêu chuẩn tương ứng, uL_{td} có thể tính theo Công thức (A.36):

$$uL_{td} = \frac{rL_{td}}{12^{1/2}} \quad (\text{A.36})$$

CHÚ THÍCH: Hệ số $1/12^{1/2}$ tương ứng phân phối chữ nhật

Độ không đảm bảo tiêu chuẩn khi ngập ký hiệu là uD_{dip} có thể tính theo Công thức (A.37):

$$uD_{dip} = (ud_m^2 + uL_{td}^2 + \delta H^2)^{1/2} \quad (\text{A.37})$$

A.8.3 Thẻ tích ở trạng thái sử dụng

Độ không đảm bảo tiêu chuẩn của dung tích đối với một mức chất lỏng, L , trong trạng thái sử dụng, ký hiệu là uV_L , có thể tính theo Công thức (A.38):

$$uV_L = 2 \times \left\{ \left[\left(\frac{UV}{k} \right)^2 + uV_{bs}^2 + (uV_u^2 \times V_L^2) + (uD_{dip} \times R_i^2 \times \pi)^2 \right]^{1/2} + uV_{Cal} \right\} \quad (\text{A.38})$$

trong đó

V_L là thể tích cho trước trong bảng dung tích bể tại mức chất lỏng, L ;

k là hệ số phủ (thông thường $k = 2$)

CHÚ THÍCH: Độ không đảm bảo tiêu chuẩn, uV_{Cal} , của mô hình toán học đối với hiệu chỉnh biến dạng do áp suất thủy tĩnh trong trạng thái sử dụng có thể là dương hoặc âm.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] GUM:1995, Hướng dẫn biểu thị độ không đảm bảo, xuất bản lần 1, IPM/IEC/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML.
-