

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 8615-2:2010**

Xuất bản lần 1

**THIẾT KẾ, CHẾ TẠO TẠI CÔNG TRÌNH BỂ CHỨA BẰNG  
THÉP, HÌNH TRỤ ĐỨNG, ĐÁY PHẪNG DÙNG ĐỂ CHỨA  
CÁC LOẠI KHÍ HÓA LỎNG ĐƯỢC LÀM LẠNH  
Ở NHIỆT ĐỘ VẬN HÀNH TỪ 0 °C ĐẾN -165 °C –  
PHẦN 2: CÁC BỘ PHẬN KIM LOẠI**

*Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks  
for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures  
between 0 °C and -165 °C –  
Part 2: Metallic components*

HÀ NỘI – 2010

## Mục lục

	Trang
Lời nói đầu.....	5
1 Phạm vi áp dụng .....	7
2 Tài liệu viện dẫn .....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	11
4 Vật liệu .....	12
4.1 Quy định chung.....	12
4.2 Nhiệt độ .....	12
4.3 Bồn chứa chất lỏng chính và phụ.....	13
4.4 Bồn chứa hơi / bể chứa ngoài.....	16
4.5 Cấu kiện khác .....	17
5 Thiết kế .....	18
5.1 Lý thuyết thiết kế.....	18
5.2 Bồn chứa chất lỏng chính và phụ.....	20
5.3 Bồn chứa hơi (bể chứa ngoài) .....	32
5.4 Nắp treo .....	37
5.5 Ống nối .....	37
5.6 Bể chứa chính và phụ, các liên kết phần đáy.....	40
5.7 Kết nối giữa các bồn chứa .....	40
5.8 Các chi tiết khác.....	40
6 Chế tạo.....	42
6.1 Xử lý vật liệu .....	42
6.2 Chế tạo và dung sai của tấm.....	42
6.3 Dung sai.....	43
6.4 Nắp .....	46
6.5 Các bộ phận tạm thời.....	46
7 Quy trình hàn.....	46
7.1 Yêu cầu chung.....	46
7.2 Các yêu cầu của Báo cáo chấp nhận quy trình hàn .....	47
7.3 Thử va đập.....	47
7.4 Thép 9 % niken .....	47
7.5 Thợ hàn tay và thợ hàn máy .....	48
7.6 Thử thử nghiệm sản phẩm .....	48
8 Hàn .....	49
8.1 Các mối hàn gá và tạm thời .....	49
8.2 Điều kiện khí quyển.....	49
8.3 Gia nhiệt trước.....	49

## TCVN 8615-2:2010

8.4	Xử lý nhiệt sau hàn .....	50
9	Kiểm tra .....	51
9.1	Trình độ của nhân viên thử không phá hủy .....	51
9.2	Các quy trình kiểm tra .....	51
9.3	Loại kiểm tra.....	52
9.4	Kiểm tra bằng mắt.....	56
9.5	Kiểm tra bằng thăm thấu chất màu.....	56
9.6	Kiểm tra bằng hạt từ.....	56
9.7	Kiểm tra bằng hộp chân không.....	56
9.8	Kiểm tra độ kín amoniac.....	57
9.9	Kiểm tra bằng bột xà phòng .....	57
9.10	Kiểm tra bằng tia bức xạ .....	57
9.11	Kiểm tra bằng siêu âm.....	58
9.12	Các tiêu chí đánh giá chất lượng.....	58
9.13	Các khuyết tật không thể chấp nhận trong mối hàn ngang .....	59
9.14	Độ mỏng chấp nhận được sau khi mài.....	59
	Phụ lục A_(Tham khảo).....	60
	Phụ lục B_(Tham khảo).....	61
	Thư mục tài liệu tham khảo .....	62

**Lời nói đầu**

TCVN 8615-2:2010 tương đương có sửa đổi với EN 14620-2:2006,

TCVN 8615-2:2010 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 58 *Chai chứa khí* phối hợp với Viện Dầu khí Việt Nam biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

**Thiết kế, chế tạo tại công trình bể chứa bằng thép, hình trụ đứng, đáy phẳng dùng để chứa các loại khí hóa lỏng được làm lạnh ở nhiệt độ vận hành từ 0 °C đến – 165 °C –**

**Phần 2: Các bộ phận kim loại**

*Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 °C and –165 °C – Part 2: Metallic components*

**1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu chung về vật liệu, thiết kế, thi công và lắp đặt các bộ phận kim loại của bể chứa khí hóa lỏng được làm lạnh.

Tiêu chuẩn này dùng để thiết kế và chế tạo tại công trình bể chứa hình trụ đứng, đáy phẳng bằng thép dùng để chứa khí hóa lỏng được làm lạnh và vận hành ở khoảng nhiệt độ từ 0 °C đến –165 °C.

**2 Tài liệu viện dẫn**

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

TCVN 8615-1 (EN 14620-1), *Thiết kế và chế tạo tại công trình bể chứa bằng thép, hình trụ đứng, đáy phẳng dùng để chứa các loại khí hóa lỏng được làm lạnh ở nhiệt độ vận hành từ 0 °C đến –165 °C - Phần 1: Giới thiệu chung.*

TCVN 312-1 (ISO 148-1), *Vật liệu kim loại - Thử và đập kiểu con lắc Charpy – Phương pháp thử.*

TCVN 4683-2:2008 (ISO 965-2:1998), *Ren hệ mét thông dụng ISO – Dung sai - Giới hạn kích thước dùng cho ren ngoài và ren trong thông dụng- Loại dung sai trung bình.*

TCVN 5402 (ISO 9016), *Thử phá hủy mối hàn trên vật liệu kim loại – Thử va đập - Vị trí mẫu thử hướng rãnh khía và kiểm tra.*

## **TCVN 8615-2:2010**

TCVN 5868 (ISO 9712), *Thử không phá hủy – Trình độ chuyên môn và cấp chứng chỉ cá nhân.*

TCVN 6700-1:2000 (ISO 9606-1), *Kiểm tra chấp nhận thợ hàn. Hàn nóng chảy. Phần 1: Thép.*

TCVN 7292 (ISO 261), *Ren vít hệ mét thông dụng ISO - Vấn đề chung.*

TCVN 7472:2005 (ISO 5817:2003), *Hàn – Các liên kết hàn nóng chảy ở thép, niken, titan và các hợp kim của chúng (trừ hàn chùm tia) - Mức chất lượng đối với khuyết tật.*

TCVN 6700-1:2000 (ISO 9606-1:1994), *Kiểm tra chấp nhận thợ hàn – Hàn nóng chảy – Phần 1: Thép.*

EN 462-1, *Non-destructive testing – Image quality of radiographs – Part 1: Image quality indicators (wire type) – Determination of image quality value (Thử không phá hủy – Chất lượng hình ảnh của chụp tia bức xạ – Phần 1: Bộ chỉ thị chất lượng hình ảnh (cuộn dây) – Xác định giá trị chất lượng hình ảnh).*

EN 462-2, *Non-destructive testing – Image quality of radiographs – Part 2: Image quality indicators (step/hole type) – Determination of image quality value (Thử không phá hủy – Chất lượng hình ảnh của chụp bức xạ – Phần 2: Bộ chỉ thị chất lượng hình ảnh (loại bước/lỗ) – Xác định giá trị chất lượng hình ảnh).*

EN 571-1, *Non-destructive testing – Penetrant testing – Part 1: General principles (Thử không phá hủy – Thử thẩm thấu – Phần 1: Những nguyên tắc cơ bản).*

EN 584-1, *Non-destructive testing – Industrial radiographic film – Part 1: Classification of film systems for industrial radiography (Thử không phá hủy – Phim bức xạ công nghiệp – Phần 1: Phân loại các hệ thống cho phim chụp bức xạ công nghiệp).*

EN 584-2, *Non-destructive testing – Industrial radiographic film – Part 2: Control of film processing by means of reference values (Thử không phá hủy – Phim bức xạ công nghiệp – Phần 2: Kiểm soát quá trình tạo phim bằng phương pháp trị số chuẩn).*

EN 970, *Non-destructive examination of fusion welds – Visual examination (Thử không phá hủy cho các mối hàn nóng chảy – Kiểm tra bằng mắt).*

EN 1011-2, *Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 2: Arc welding of ferritic steels (Hàn – Các hướng dẫn cho hàn vật liệu kim loại – Phần 2: Hàn hồ quang cho thép ferrit).*

EN 1092-1:2001, *Flanges and their joints – Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated – Part 1: Steel flanges (Mặt bích và đầu nối – Các phụ tùng, mặt bích tròn cho ống, van, ống nối, ký hiệu PN – Phần 1: Các mặt bích bằng thép).*

EN 1290, *Non-destructive testing of welds – Magnetic particle testing of welds (Thử không phá hủy các mối hàn – Thử hạt từ các mối hàn).*

EN 1418, *Welding personnel – Approval testing of welding operators for fusion welding and resistance weld setters for fully mechanized and automatic welding of metallic materials (Công nhân hàn – Kiểm tra chứng chỉ của người vận hành quá trình hàn cho hàn nóng chảy và hàn điện trở bằng máy cơ học tự động cho các vật liệu kim loại)*

- EN 1435:1997, *Non-destructive examination of welds – Radiographic examination of welded joints* (Thử không phá hủy các mối hàn – Kiểm tra các mối nối hàn bằng chụp tia bức xạ).
- EN 1515-1:1999, *Flanges and their joints – Bolting – Part 1: Selection of bolting* (Mặt bích và các liên kết của nó – Bu lông – Phần 1: Lựa chọn bulông).
- EN 1593, *Non-destructive testing – Leak testing – Bubble emission techniques* (Thử không phá hủy – Kiểm tra rò rỉ – Các kĩ thuật phát tán bọt).
- EN 1712:1997, *Non-destructive testing of welds – Ultrasonic testing of welded joints – Acceptance levels* (Thử không phá hủy các mối hàn – Thử siêu âm các mối nối hàn – Các mức chấp nhận).
- EN 1714:1997, *Non-destructive testing of welds – Ultrasonic testing of welded joints* (Thử không phá hủy mối hàn – Thử siêu âm các mối nối hàn).
- EN 1759-1:2004, *Flanges and their joint – Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, Class designated – Part 1: Steel flanges, NPS ½ to 24* (Mặt bích và đầu nối – Mặt bích tròn cho ống, van, ống nối và các phụ tùng, loại ký hiệu – Phần 1: Các mặt bích bằng thép, NPS ½ đến 24).
- EN 1993-1-1, *Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings* (Tiêu chuẩn châu Âu 3: Thiết kế kết cấu thép – Phần 1-1: Các nguyên tắc chung và nguyên tắc thiết kế kết cấu nhà).
- ENV 1993-1-6, *Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-6: General rules – Supplementary rules for the strength and stability of shell structures* (Tiêu chuẩn châu Âu 3: Thiết kế kết cấu thép – Phần 1-6: Nguyên tắc chung – Các nguyên tắc bổ sung về độ bền và độ ổn định của kết cấu vỏ).
- ENV 1993-4-2:1999, *Eurocode 3: Design of steel structures – Part 4-2: Silos, tanks and pipelines – Tanks* (Tiêu chuẩn châu Âu 3: Thiết kế các kết cấu bằng thép – Phần 4-2: Silô, bể chứa và đường ống – Bể chứa).
- EN 1994-1-1, *Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings* (Quy chuẩn châu Âu 4: Thiết kế các kết cấu hỗn hợp thép và bê tông – Phần 1-1: Các nguyên tắc chung và nguyên tắc cho kết cấu nhà).
- EN 10025:2004 (all parts), *Hot rolled products of non-alloy structural steels* (Các sản phẩm cán nóng của thép kết cấu không hợp kim).
- EN 10029:1991, *Hot rolled steel plates 3 mm thick or above – Tolerances on dimensions, shape and mass* (Thép tấm cán nóng dày 3 mm trở lên – Dung sai về kích thước, hình dáng và khối lượng).
- EN 10160:1999, *Ultrasonic testing of steel flat product of thickness equal or greater than 6 mm (reflection method)* (Thử siêu âm các sản phẩm thép phẳng có chiều dày không nhỏ hơn 6 mm (phương pháp phản chiếu)).
- EN 10204:2004, *Metallic products – Types of inspection documents* (Các sản phẩm kim loại – Các loại tài liệu kiểm tra).

## TCVN 8615-2:2010

EN 10216-1, *Seamless steel tubes for pressure purposes – Technical delivery conditions – Part 1: Non-alloy steel tubes with specified room temperature properties* (Ống thép không hàn chịu áp lực – Các điều kiện về kỹ thuật giao hàng – Phần 1: Ống thép không hợp kim với các đặc tính tại nhiệt độ phòng).

EN 10216-2, *Seamless steel tubes for pressure purposes – Technical delivery conditions – Part 2: Non-alloy and alloy steel tubes with specified elevated temperature properties* (Ống thép không hàn chịu áp lực – Các điều kiện về kỹ thuật giao hàng – Phần 2: Ống thép hợp kim và không hợp kim với các đặc tính ở nhiệt độ cao).

EN 10216-3, *Seamless steel tubes for pressure purposes – Technical delivery conditions – Part 3: Alloy fine grain steel tubes* (Ống thép không hàn chịu áp lực – Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp – Phần 3: Ống thép hợp kim hạt mịn).

EN 10216-4, *Seamless steel tubes for pressure purposes – Technical delivery conditions – Part 4: Non-alloy and alloy steel tubes with specified low temperature properties* (Ống thép không hàn chịu áp lực – Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp – Phần 4: Ống thép hợp kim và không hợp kim với các đặc tính ở nhiệt độ thấp).

EN 10217-1, *Welded steel tubes for pressure purposes – Technical delivery conditions – Part 1: Non-alloy steel tubes with specified room temperature properties* (Ống thép hàn chịu áp lực – Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp – Phần 1: Ống thép không hợp kim với các đặc tính ở nhiệt độ phòng).

EN 10217-2, *Welded steel tubes for pressure purposes – Technical delivery conditions – Part 2: Electric welded non-alloy and alloy steel tubes with specified elevated temperature properties* (Ống thép hàn chịu áp lực – Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp – Phần 2: Ống thép hàn điện hợp kim và không hợp kim với các đặc tính ở nhiệt độ cao).

EN 10217-3, *Welded steel tubes for pressure purposes – Technical delivery conditions – Part 3: Alloy fine grain steel tubes* (Ống thép hàn chịu áp lực – Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp – Phần 3: Các ống thép hợp kim hạt mịn).

EN 10217-4, *Welded steel tubes for pressure purposes – Technical delivery conditions – Part 4: Electric welded non-alloy steel tubes with specified low temperature properties* (Ống thép hàn chịu áp lực – Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp – Phần 4: Ống thép không hợp kim hàn điện với các đặc tính ở nhiệt độ thấp).

EN 10217-5, *Welded steel tubes for pressure purposes – Technical delivery conditions – Part 5: Submerged arc welded non-alloy and alloy steel tubes with specified elevated temperature properties* (Ống thép hàn chịu áp lực – Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp – Phần 5: Ống thép hợp kim và không hợp kim hàn hồ quang chìm với các đặc tính ở nhiệt độ cao).

EN 10217-6, *Welded steel tubes for pressure purposes – Technical delivery conditions – Part 6: Submerged arc welded non-alloy steel tubes with specified low temperature properties* (Ống thép hàn



chịu áp lực – Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp – Phần 6: Ống thép không hợp kim hàn hồ quang chìm với các đặc tính ở nhiệt độ thấp).

EN 10220, *Seamless and welded steel tubes – Dimensions and masses per unit length* (Ống thép hàn và không hàn – Kích thước và khối lượng trên đơn vị chiều dài)

EN 12062:1997, *Non-destructive examination of welds – General rules for metallic materials* (Thử không phá hủy các mối hàn – Các quy định chung cho vật liệu kim loại).

EN 14015:2004, *Specification for the design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flatbottomed, above ground, welded, steel tanks for the storage of liquids at ambient temperature and above* (Chỉ dẫn kỹ thuật cho thiết kế, chế tạo tại công trình các bể chứa bằng thép hàn, đáy phẳng, hình trụ đứng, dùng để chứa chất lỏng trên mặt đất ở nhiệt độ môi trường và cao hơn).

ISO 15607:2003, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Part 1: General rules* (Chỉ dẫn kỹ thuật và tiêu chuẩn chuyên môn cho quy trình hàn vật liệu kim loại – Quy tắc chung).

ISO 15609-1:2004, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure specification – Part 1: Arc welding* (Chỉ dẫn kỹ thuật và tiêu chuẩn chuyên môn các quy trình hàn vật liệu kim loại – Chỉ dẫn kỹ thuật quy trình hàn – Phần 1: Hàn hồ quang).

ISO 15614-1:2004, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure test – Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of nickel and nickel alloys* (Chỉ dẫn kỹ thuật và tiêu chuẩn chuyên môn các quy trình hàn vật liệu kim loại – Kiểm tra quy trình hàn – Phần 1: Hàn hồ quang và hàn hơi cho thép, hàn hồ quang cho niken và hợp kim niken).

API 620:2004, *Design and construction of large, welded, low-pressure storage tanks* (Thiết kế và xây dựng các bể chứa lớn, được hàn, chịu áp suất thấp).

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa nêu trong TCVN 8615-1 (EN 14620-1) và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

#### 3.1

**Biên độ biến dạng** (Amplitude of strain)

Một nửa của phạm vi biến dạng.

#### 3.2

**Biến dạng lũy tiến** (Progressive deformation)

Hiện tượng biến dạng từng phần của vách tăng dần dưới tác động của tải trọng tuần hoàn.

## TCVN 8615-2:2010

### 3.3

#### **Phạm vi biến dạng (Range of strain)**

Khoảng chênh lệch giữa các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất trong các đường cong biến dạng tuần hoàn.

### 3.4

#### **Biến dạng một phía (Ratcheting)**

Biến dạng không đàn hồi tăng dần, có thể xuất hiện ở các bộ phận chịu sự biến thiên của ứng suất cơ học.

### 3.5

#### **Biến dạng không ổn định (Unstable collapse)**

Hiện tượng trong đó việc đánh giá quá trình biến dạng dưới tác dụng của tải trọng tĩnh trở nên không xác định.

## 4 Vật liệu

### 4.1 Quy định chung

Nhiệt độ tại đó thép có thể chịu tác động dưới mọi điều kiện là rất quan trọng. Nhiệt độ này phải được xác định.

### 4.2 Nhiệt độ

#### 4.2.1 Nhiệt độ thiết kế nhỏ nhất

Nhiệt độ thiết kế nhỏ nhất phải được sử dụng như nhiệt độ kim loại thiết kế cho quá trình lựa chọn vật liệu cho bồn chứa chất lỏng chính và phụ.

#### 4.2.2 Nhiệt độ trung bình của ngày thấp nhất

Chủ đầu tư phải quy định cụ thể nhiệt độ trung bình của ngày thấp nhất.

#### 4.2.3 Nhiệt độ kim loại thiết kế

Khi một bộ phận thép được bảo vệ khỏi nhiệt độ thấp của chất lỏng hay hơi bởi lớp cách nhiệt, nhiệt độ kim loại thiết kế phải được tính toán dựa trên giả thiết bất lợi nhất dưới tải trọng đó (gồm cả các tải trọng đặc biệt).

### 4.3 Bồn chứa chất lỏng chính và phụ

#### 4.3.1 Lựa chọn thép

##### 4.3.1.1 Yêu cầu chung

Những yêu cầu về vật liệu cho bồn chứa chất lỏng chính và phụ (xem 4.3.1.2) phải được lựa chọn chủ yếu tính đến độ dai lớn nhất tại nhiệt độ kim loại thiết kế. Vật liệu của bồn chứa phải phù hợp với từng loại sản phẩm chứa.

##### 4.3.1.2 Yêu cầu về vật liệu

###### 4.3.1.2.1 Phân loại thép

Vật liệu thép tấm được phân thành các loại sau:

- Thép loại I: Thép cacbon-mangan dùng cho nhiệt độ thấp;
- Thép loại II: Thép cacbon-mangan dùng cho nhiệt độ đặc biệt thấp;
- Thép loại III: Thép có hàm lượng niken thấp;
- Thép loại IV: Thép được tăng cường 9 % niken;
- Thép loại V: Thép austenit không gỉ.

Đối với mỗi sản phẩm chứa cụ thể, các loại thép tương ứng được nêu ra trong Bảng 1.

**Bảng 1 – Sản phẩm chứa và loại thép**

Sản phẩm chứa	Bể chứa đơn	Bể chứa đôi, hoặc bể chứa tổ hợp	Bể vách	Nhiệt độ của các sản phẩm chứa điển hình °C
Butan	Loại II	Loại I	–	–10
Amoniac	Loại II	Loại II	–	–35
Propan/Propylen	Loại III	Loại II	Loại V	–50
Etan/Etylen	Loại IV	Loại IV	Loại V	–105
LNG	Loại IV	Loại IV	Loại V	–165

CHÚ THÍCH: Các tác động có liên quan đến sử dụng (như nứt gãy do ứng suất ăn mòn) phải được cân nhắc trong quá trình lựa chọn vật liệu.

##### 4.3.1.2.2 Quy định chung

###### 4.3.1.2.2.1 Thép loại I

Thép loại I là thép hạt mịn có hàm lượng cacbon thấp, chịu được áp suất ở điều kiện nhiệt độ dưới –35 °C. Thép phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

## TCVN 8615-2:2010

- a) Thép phải tuân thủ theo các quy định của một tiêu chuẩn đã được công bố (ví dụ EN 10028-3). Những thép có giới hạn chảy tối thiểu lớn hơn 355 MPa không được sử dụng;
- b) Thép phải ở trong điều kiện thường hóa hoặc được sản xuất bằng phương pháp cán nóng (cơ nhiệt luyện).
- c) Thành phần cacbon nhỏ hơn 0,20 %. Giá trị cacbon đương lượng  $C_{eq}$  phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,43 được tính theo công thức sau:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + Mo + V)}{5} + \frac{(Ni + Cu)}{15}$$

### 4.3.1.2.2.2 Thép loại II

Thép loại II là thép hạt mịn có hàm lượng cacbon thấp, chịu được áp suất ở điều kiện nhiệt độ dưới  $-50^{\circ}\text{C}$ . Thép phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- a) Thép phải tuân thủ theo các quy định của một tiêu chuẩn đã được công bố (ví dụ EN 10028-3). Những thép có giới hạn chảy tối thiểu lớn hơn 355 MPa không được sử dụng;
- b) Thép phải ở trong điều kiện thường hóa hay được sản xuất bằng phương pháp cán nóng (cơ nhiệt luyện).
- c) Thành phần cacbon nhỏ hơn 0,20 %. Giá trị cacbon đương lượng  $C_{eq}$  phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,43 được tính theo công thức sau:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + Mo + V)}{5} + \frac{(Ni + Cu)}{15}$$

### 4.3.1.2.2.3 Thép loại III

Thép loại III là thép hạt mịn có hàm lượng hợp kim niken thấp, chịu được áp suất ở điều kiện nhiệt độ dưới  $-80^{\circ}\text{C}$ . Thép phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- a) Thép phải tuân thủ theo các quy định của một tiêu chuẩn đã được công bố (ví dụ EN 10028-4).
- b) Thép phải trải được nhiệt luyện để đạt đến độ mịn và đồng nhất về cỡ hạt hoặc được sản xuất bằng phương pháp cán nóng (cơ nhiệt luyện).

### 4.3.1.2.2.4 Thép loại IV

Thép loại IV là thép có 9 % niken chịu được áp suất ở điều kiện nhiệt độ dưới  $-165^{\circ}\text{C}$ . Thép phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- a) Thép phải tuân thủ theo các quy định của một tiêu chuẩn đã được công bố (ví dụ EN 10028-4).
- b) Thép phải được tôi và ram.

### 4.3.1.2.2.5 Thép loại V

Thép loại V là thép austenit không gỉ theo theo các quy định của một tiêu chuẩn đã được công bố (ví dụ EN 10028-7).

#### **4.3.1.2.3 Chiều dày lớn nhất của thép tấm làm vỏ**

Chiều dày lớn nhất của thép tấm làm vỏ phụ thuộc vào loại thép như sau:

- Loại I, II và III: 40 mm;
- Loại IV: 50 mm;
- Loại V: Không có giới hạn trên về chiều dày.

Khi chiều dày vật liệu yêu cầu vượt quá các giá trị trên, cần phải tiến hành các khảo sát và thử bổ sung về vật liệu nhằm chứng tỏ rằng khả năng chịu phá hoại giòn là tương đương so với yêu cầu cho loại vật liệu và chiều dày tối đa nêu ở trên.

#### **4.3.1.2.4 Dung sai thép tấm**

Dung sai thép tấm phải:

- Tuân theo EN 10029:1991, Loại C, đối với các phần có chiều dày được xác định dựa trên tính toán;
- Tuân theo EN 10029:1991, Loại B, đối với các phần có chiều dày được xác định dựa trên chiều dày danh nghĩa nhỏ nhất.

#### **4.3.2 Yêu cầu thử va đập Charpy**

Các giá trị thử va đập Charpy khía chữ V cho vật liệu cơ bản, vùng chịu ảnh hưởng của nhiệt (Heat-affected zone – HAZ) và kim loại hàn phải tuân theo các yêu cầu trong Bảng 2.

Các giá trị xác định được phải là giá trị trung bình nhỏ nhất của ba mẫu thử, với chỉ một giá trị thấp hơn giá trị được xác định, nhưng không nhỏ hơn 70 % giá trị xác định đó.

Đối với chiều dày vật liệu nhỏ hơn 11 mm, phải sử dụng mẫu có kích thước nhỏ hơn. Giá trị bé nhất của thử va đập Charpy cho mẫu có kích thước nhỏ phải tỷ lệ thuận với giá trị xác định được cho mẫu có nguyên kích thước.

Phải tính đến hiệu ứng suy giảm tính chất do hàn.

CHÚ THÍCH: Với một vài vật liệu, có thể cần sử dụng các giá trị cao hơn trong thử va đập Charpy hoặc nhiệt độ thử thấp để đảm bảo vật liệu đáp ứng được các yêu cầu trong vùng chịu ảnh hưởng của nhiệt.

Phải thử va đập cho từng tấm vỏ bồn chứa chất lỏng và mỗi tấm vật liệu tổ hợp dùng để cắt ra các tấm vành khuyên của bể chứa chất lỏng. Đối với các bộ phận khác, thử va đập phải tiến hành cho mỗi mẫu vật liệu được nhiệt luyện/đúc.

Thử va đập phải được tiến hành theo TCVN 312-1 (ISO 148-1) và TCVN 5402 (ISO 9016).

Bảng 2 – Năng lượng tối thiểu của thử va đập Charpy

Phân loại	Loại thép	Năng lượng thử va đập	Hướng mẫu (theo hướng cán)
Loại I	Thép cacbon – mangan nhiệt độ thấp	27 J tại -35 °C	Ngang
Loại II	Thép cacbon – mangan nhiệt độ thấp đặc biệt	27 J tại -50 °C	Ngang
Loại III	Thép hàm lượng niken thấp	27 J tại -80 °C	Ngang
Loại IV	Thép 9 % niken	80 J tại -196 °C	Ngang

Nếu sử dụng kim loại hàn gốc niken (thép loại II, III và IV) thì năng lượng độ dai va đập của vật liệu hàn và vùng chịu ảnh hưởng của nhiệt phải là 55 J.

#### 4.3.3 Giấy chứng nhận

Các vật liệu có nhiệt độ kim loại thiết kế dưới 0 °C phải có giấy chứng nhận kiểm tra theo EN 10204:2004, 3.1.

#### 4.4 Bồn chứa hơi / bể chứa ngoài

##### 4.4.1 Vật liệu chế tạo tấm và các bộ phận kết cấu

Thép để làm bồn chứa hơi/bể chứa ngoài phải được lựa chọn theo Bảng 3.

CHÚ THÍCH: Các loại thép thay thế có thể được sử dụng nếu chứng tỏ được sự tương đương về tính chất (thành phần hóa học và tính chất cơ học).

Bảng 3 – Thép dùng làm bồn chứa hơi/bể chứa ngoài

Nhiệt độ kim loại thiết kế, $T_{DM}$ °C	Chiều dày, $e$ mm	Cấp vật liệu theo EN 10025:2004
$T_{DM} \geq 10$	$e \leq 40$	S235JRG hay S275JR hay S355JR
$10 > T_{DM} \geq 0$	$e \leq 13$ $13 \leq e \leq 40$	S235JRG hay S275JR hay S355JR S235JO hay S275JO hay S355JO
$0 > T_{DM} \geq -10$	$e \leq 13$ $13 < e \leq 40$	S235JO hay S275JO hay S355JO S235J2G3 hay S275J2G3 hay S355J2G3
$-10 > T_{DM} \geq -20$	$e \leq 13$ $13 \leq e \leq 40$	S235J2G3 hay S275J2G3 hay S355J2G3 S235J2G3 hay S275J2G3 hay S355J2G4

Với nhiệt độ kim loại thiết kế dưới -20 °C và/hoặc Chiều dày trên 40 mm, tấm phải được thử va đập ở nhiệt độ không vượt quá nhiệt độ kim loại thiết kế và giá trị va đập nhỏ nhất là phải 27 J theo phương dọc.

Với nhiệt độ kim loại thiết kế dưới 0 °C, thử va đập cho các kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt của các mối nối vò theo phương đứng, giá trị va đập nhỏ nhất phải là 27 J ở nhiệt độ kim loại thiết kế.

##### 4.4.2 Giấy chứng nhận

Các vật liệu có nhiệt độ kim loại thiết kế dưới 0 °C phải có giấy chứng nhận theo EN 10204:2004, 3.1.

Tất cả các vật liệu khác phải có báo cáo thử tuân theo EN 10204:2004, 2.2.

## 4.5 Cấu kiện khác

### 4.5.1 Bulông

#### 4.5.1.1 Lựa chọn bulông

Bulông phải tuân theo các yêu cầu trong EN 1515-1:1999, Bảng 1 và Bảng 2.

Khi lựa chọn vật liệu, phải quan tâm đến ứng dụng, áp suất thiết kế, nhiệt độ thiết kế, các điều kiện về vận hành với chất lưu.

Trong trường hợp thép ferit và mactenxit, vật liệu làm bulông dạng thanh phải có giới hạn bền chịu kéo nhỏ hơn 1 000 MPa và độ giãn dài A5 lớn hơn 14 %.

Thép ferit và mactenxit sử dụng ở nhiệt độ trong khoảng từ  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  đến  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$  phải được thử va đập tại nhiệt độ kim loại thiết kế và phải có giá trị năng lượng va đập trung bình là 40 J theo phương dọc.

Nếu nhiệt độ kim loại thiết kế dưới  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ , thử va đập phải được tiến hành ở nhiệt độ  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

CHÚ THÍCH 1: Nếu sử dụng thép austenit, bulông có thể bị chùng khi làm lạnh xuống dưới  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Điều này là do sự biến đổi vĩnh viễn của tổ chức thép từ austenit thành mactenxit, dẫn đến sự gia tăng chiều dài. Mức độ biến đổi gia tăng cùng với ứng suất tác dụng vào bulông.

CHÚ THÍCH 2: Những loại bulông không thể siết chặt lại sau quá trình làm lạnh phải được làm từ thép có cấu trúc ổn định, như 25 Cr 20 Ni hay thép austenit chịu mài mòn nitơ (nitrogen bearing austenitic steel).

#### 4.5.1.2 Đinh vít

Đinh vít phải được ren trên toàn bộ chiều dài thân. Các đầu mũi đinh vít phải được vát tù hay vê tròn. Chiều cao của những đầu mũi này tối đa là bằng một bước ren.

Chiều dài của đinh vít phải bao gồm cả các đầu mũi. Chiều dài đinh có số gia 5 mm (với chiều dài đinh tới 80 mm), 10 mm (với chiều dài đinh từ 80 mm đến 200 mm) và 20 mm (với chiều dài đinh lớn hơn 200 mm).

Các ren phải tuân theo TCVN 7292 (ISO 261), dung sai 6g của TCVN 4683-2:2008 (ISO 965-2:1998). Loại ren phải là hoặc ISO M hoặc cao hơn M 39, các ren nhỏ với bước ren 4 mm.

#### 4.5.1.3 Vòng đệm đàn hồi

Cần xem xét sử dụng vòng đệm đàn hồi đặc biệt tại những nơi sử dụng các vật liệu khác nhau và có thể xảy ra sự co nhiệt khác nhau.

### 4.5.2 Lắp ráp

Các cổ ống nối, ống lồng và tấm gia cường, các phụ kiện cố định và tấm đỡ mà các bộ phận đó gắn vào phải có cùng giới hạn bền và tính dẻo. Vật liệu có độ bền thấp hơn có thể được sử dụng cho cổ

## TCVN 8615-2:2010

nối với điều kiện tiết diện cổ nối không được sử dụng như phần tham gia vào gia cường trong tính toán tiết diện bù.

### 4.5.3 Cấu kiện đường ống

Vật liệu để làm các bộ phận đường ống phải phù hợp với các yêu cầu trong EN 1092-1:2001, EN 10216-1, EN 10216-2, EN 10216-3, EN 10216-4, EN 10217-1, EN 10217-2, EN 10217-3, EN 10217-4, EN 10217-5, EN 10217-6.

## 5 Thiết kế

### 5.1 Lý thuyết thiết kế

#### 5.1.1 Quy định chung

Tải trọng và tác động, tham khảo TCVN 8615-1 (EN 14620-1), 7.3.

Thiết kế các bộ phận bằng thép phải dựa trên lý thuyết ứng suất cho phép hoặc lý thuyết trạng thái giới hạn.

CHÚ THÍCH: Cả hai phương án trên chỉ ra rằng, hiện nay, chỉ có ít kinh nghiệm có thể dùng được khi áp dụng trạng thái giới hạn cho thiết kế bồn chứa bằng thép.

Vì cách tiếp cận đàn hồi dẻo được sử dụng cho việc thiết kế vách, tiêu chuẩn về ứng suất cho phép/trạng thái giới hạn không còn thích hợp nữa và phải được thay thế bằng đường cong ứng suất/biến dạng cho từng vật liệu cụ thể.

#### 5.1.2 Các ứng suất cho phép

##### 5.1.2.1 Quy định chung

Các ứng suất kéo lớn nhất cho phép trên tấm thép hay kim loại hàn phải theo như trong Bảng 4.

**Bảng 4 – Xác định ứng suất thiết kế cho phép lớn nhất**

Loại thép	Ứng suất cho phép trong sử dụng	Ứng suất cho phép trong quá trình thử thủy lực
Loại I, II, III	Giá trị nhỏ hơn của: $0,43 f_u$ hay $0,67 f_y$ hay $260 \text{ N/mm}^2$	Giá trị nhỏ hơn của: $0,60 f_u$ hay $0,85 f_y$ hay $340 \text{ N/mm}^2$
Loại IV	Giá trị nhỏ hơn của: $0,43 f_u$ hay $0,67 f_y$	
Loại V	Giá trị nhỏ hơn của: $0,40 f_u$ hay $0,67 f_y$	

CHÚ THÍCH 1:  $f_u$  là giới hạn bền kéo tối thiểu, và  $f_y$  là giới hạn chảy, đều tính theo megapascal (MPa).

CHÚ THÍCH 2: Đối với thép loại III và IV,  $f_y$  bằng ứng suất tương ứng với biến dạng 0,2 %.

CHÚ THÍCH 3: Đối với thép loại V,  $f_y$  bằng ứng suất tương ứng với biến dạng 1 %.



Khi thiết kế chống động đất, ứng suất cho phép trong trường hợp OBE phải bằng 1.33 lần giá trị ứng suất cho phép trong điều kiện vận hành bình thường. Đối với SSE, ứng suất cho phép phải là  $1,00f_y$ , khi kéo, và ứng suất uốn tới hạn cho trường hợp bị nén.

#### 5.1.2.2 Hệ thống neo giữ bể (tank anchorage)

Hệ thống neo giữ bể phải có khả năng giữ bể không bị nhổ bật lên. Giới hạn ứng suất kéo cho phép tại mấu neo bể phải được giới hạn trong:

- Vận hành bình thường:  $0,50f_y$ ;
- Thử nghiệm:  $0,85f_y$ ;
- OBE:  $0,67f_y$ ;
- SSE:  $1,00f_y$ .

Các phụ kiện bể và thiết bị gắn vào vỏ bể chứa phải được thiết kế cho tải trọng ứng với công suất đầy tải của bulông neo và đai giữ chứa bị ăn mòn.

CHÚ THÍCH: Điều này để ngăn chặn khả năng xé vỏ bể. Đối với việc thiết kế các gối bulông neo xem [14].

Đối với hệ thống chứa etan/etylen và LNG, neo được làm từ vật liệu loại IV hay loại V phải áp dụng các giá trị ứng suất chảy của vật liệu làm neo tại nhiệt độ nêu trong Bảng 1 hoặc thấp hơn.

#### 5.1.2.3 Vùng nén tại vị trí nối giữa nắp và vỏ bể

Ứng suất nén cho phép  $S_c$  phải được giới hạn ở giá trị 120 MPa.

CHÚ THÍCH: Xem 5.3.1.3.5 để biết chi tiết về các vùng nén.

#### 5.1.2.4 Ứng suất

##### 5.1.2.4.1 Hàn giáp mép

Trường hợp tải trọng có phương vuông góc với mối hàn và nằm trong mặt phẳng các tấm, giá trị giới hạn của ứng suất cho phép nêu trong Bảng 4.

Trường hợp tải trọng có phương song song với mối hàn, giá trị giới hạn của ứng suất cắt cho phép là 75 % các giá trị nêu trong Bảng 4.

##### 5.1.2.4.2 Hàn góc

Trường hợp tải trọng có phương vuông góc với mối hàn, giá trị giới hạn của ứng suất cắt cho phép là 70 % các giá trị nêu trong Bảng 4.

Trường hợp tải trọng có phương song song với mối hàn, giá trị giới hạn của ứng suất cắt cho phép là 50 % các giá trị nêu trong Bảng 4.

#### 5.1.3 Lý thuyết trạng thái giới hạn

##### 5.1.3.1 Yêu cầu chung

## TCVN 8615-2:2010

Theo trạng thái giới hạn, phải sử dụng các tiêu chuẩn sau đây để phân tích: EN 1993-1-1, ENV 1993-1-6, ENV 1993-4-2:1999, và EN 1994-1-1.

Cũng cần chú ý các vấn đề sau khi tính toán :

- Không được sử dụng phương pháp đã được đơn giản hóa nêu trong ENV 1993-4-2:1999, điều 11;
- Sử dụng EN 1993-1-1 hay EN 1994-1-1 để phân tích tính kết cấu nắp bể;
- Với thiết kế vỏ chịu áp suất bên ngoài, cần xem xét các yêu cầu nêu trong 5.2.1.2.3. Không áp dụng ENV 1993-1-6 trong trường hợp này;
- Các yêu cầu trong 5.1.3.2 không giống như các yêu cầu trong ENV 1993-4-2:1999 nhưng phải được tuân thủ.

### 5.1.3.2 Bồn chứa chất lỏng chính và phụ

Các hệ số an toàn riêng phần của bồn chứa chính và phụ của bể chứa đơn, kép, bể chứa tổ hợp (full containment tanks) phải được điều chỉnh phù hợp với Bảng 5.

CHÚ THÍCH: Các hệ số tải trọng riêng phần và các hệ số vật liệu được điều chỉnh để đạt được chiều dày của vỏ bằng với chiều dày được sử dụng trong lý thuyết ứng suất cho phép.

**Bảng 5 – Các hệ số tải trọng riêng phần và hệ số vật liệu của thép loại I, II, III và IV**

Các điều kiện làm việc			Các điều kiện thử nghiệm		
$\gamma_F$	$\gamma_M$		$\gamma_F$	$\gamma_M$	
1,36	$\alpha \geq 1,57$	$\alpha < 1,57$	1,06	$\alpha \geq 1,42$	$\alpha < 1,42$
	1,10	$1,72/\alpha$		1,11	$1,57/\alpha$

CHÚ THÍCH:  $\alpha$  là tỷ số  $f_t/f_y$ .

Trong đó:

$\gamma_F$  là hệ số riêng phần cho các tác động;

$\gamma_M$  là hệ số cho cường độ vật liệu;

$f_t$  là giá trị nhỏ hơn trong 2 giá trị: giới hạn bền chịu kéo của thép hoặc của vật liệu hàn;

$f_y$  là giá trị nhỏ hơn trong 2 giá trị: giới hạn chảy của thép hoặc của vật liệu để hàn.

## 5.2 Bồn chứa chất lỏng chính và phụ

### 5.2.1 Bể chứa đơn, đôi và bể chứa tổ hợp

#### 5.2.1.1 Đáy bể

**5.2.1.1.1 Tấm hình khuyên ở đáy**

Chiều dày tối thiểu của các tấm hình khuyên (không bao gồm phần bổ sung ăn mòn),  $e_a$ , được tính theo công thức sau:

$$e_a = (3,0 + e_1/3), \text{ nhưng không được nhỏ hơn } 8 \text{ mm}$$

Trong đó

$e_1$  là chiều dày của vỏ ở đáy, tính theo milimet (mm).

Khoảng cách tối thiểu giữa mép của tấm lót đáy và mặt trong vỏ bể,  $l_a$ , được chỉ ra trong Hình 1c.  $l_a$  được xác định theo một trong hai cách sau, lấy giá trị lớn hơn:

a) Theo công thức sau đây:

$$l_a > \frac{240}{\sqrt{H}} e_a$$

Trong đó:

$e_a$  là chiều dày của tấm hình khuyên, tính theo milimet (mm);

$H$  là độ cao chất lỏng thiết kế tối đa, tính theo mét (m).

b) 500 mm.

Các yêu cầu bổ sung sau đây phải được tuân thủ:

- Các mối nối hướng tâm giữa các tấm hình khuyên phải được hàn giáp mép;
- Liên kết giữa vỏ bể và tấm hình khuyên phải là:
  - + Hàn giáp mép; hoặc
  - + Hàn góc ở cả hai mặt trong/ngoài của vỏ bể, mối hàn có kích thước cạnh tối đa là 12 mm. Kích thước cạnh tối thiểu là giá trị nhỏ hơn của chiều dày vỏ bể hoặc chiều dày tấm hình khuyên; hoặc
  - + Hàn rãnh kết hợp góc đối với tấm hình khuyên dày hơn 12 mm. Độ sâu của rãnh cộng với cạnh mối hàn góc phải bằng với chiều dày tấm hình khuyên;
- Các mối nối theo phương đường kính giữa các tấm hình khuyên không được phép đặt trong khoảng 300 mm tính từ bất kỳ mối hàn dọc nào trên vỏ bể;
- Khoảng cách tối thiểu tính từ mặt ngoài của vỏ bể đến mép ngoài của tấm hình khuyên phải là 50 mm.

CHÚ THÍCH: Độ rộng và chiều dày của tấm hình khuyên có thể ảnh hưởng bởi tác động địa chấn.

**5.2.1.1.2 Các tấm ở giữa đáy bể**

Chiều dày tối thiểu của tấm đáy bể (không bao gồm phần bổ sung ăn mòn) phải là 5 mm.

Các yêu cầu sau phải được tuân thủ:

## TCVN 8615-2:2010

- Chiều dài tối thiểu mép thẳng của tấm đáy ở rìa bể (sketch plate) là 500 mm;
- Các tấm đáy phải được hàn góc hay hàn giáp mép;
- Các mối nối chồng phải có khoảng chồng tối thiểu bằng năm lần chiều dày của tấm;
- Các mối hàn góc phải có ít nhất hai lớp hàn;
- Các tấm đáy phải được ghép chồng trên đầu của tấm hình khuyên. Khoảng ghép chồng nhỏ nhất phải là 60 mm;
- Các mối hàn giáp mép cho tấm đáy phải được hàn ở cả hai phía, hay ở một phía có sử dụng tấm đệm;
- Khoảng cách tối thiểu giữa các mối hàn nối ba tấm phải là 300 mm.

Trong trường hợp các tấm gia cố được lắp đặt dưới đáy, phải sử dụng các mối hàn góc liên tục.

Thiết kế và chi tiết cho đáy bể và tấm hình khuyên phải phù hợp với Hình 1.

### 5.2.1.2 Vỏ bể

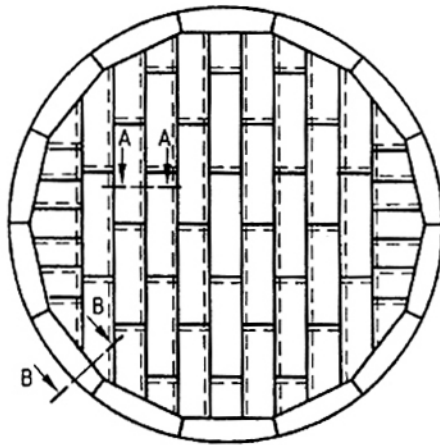
#### 5.2.1.2.1 Chiều dày tối thiểu của tấm vỏ bể

Chiều dày tối thiểu của tấm vỏ bể phải tuân theo Bảng 6.

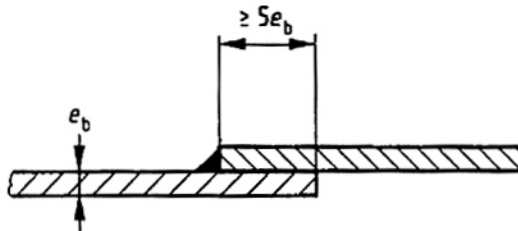
**Bảng 6 – Chiều dày tối thiểu của tấm vỏ**

Đường kính bể, $D$ m	Chiều dày tối thiểu mm
$D \leq 10$	5
$10 < D \leq 30$	6
$30 < D \leq 60$	8
$60 < D$	10

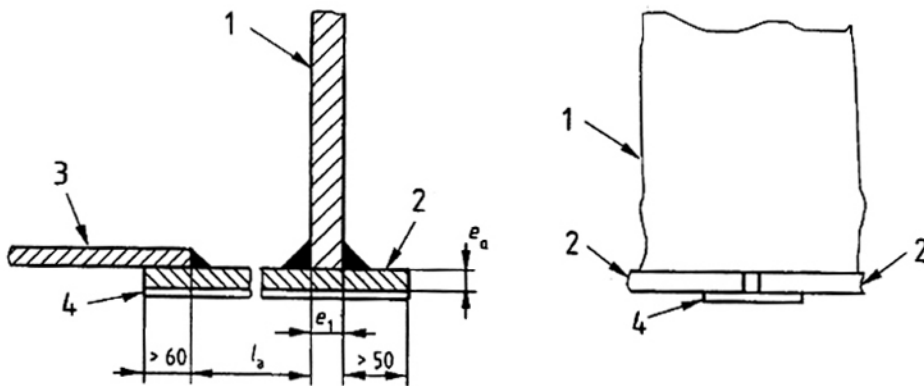
CHÚ THÍCH: Các yêu cầu về chiều dày tối thiểu là cần thiết cho mục đích xây dựng, và có thể bao gồm cả dung sai ăn mòn, vỏ bể được tính toán đảm bảo an toàn trong điều kiện ăn mòn.



a) Với tấm hình khuyên ở đường bao ngoài



b) Mặt cắt A-A, hàn chờm tấm đáy bể



c) Mặt cắt B-B

CHÚ DẪN:

1. Vỏ bể
2. Tấm hình khuyên
3. Tấm lót đáy
4. Tấm lót

Hình 1 – Thiết kế đáy bể điện hình

## TCVN 8615-2:2010

### 5.2.1.2.2 Chiều dày tấm vỏ bể

Chiều dày tấm vỏ phải là giá trị lớn nhất trong các giá trị  $e$ , hoặc  $e$  hoặc chiều dày tối thiểu.

a) Trong các điều kiện làm việc:

$$e = \frac{D}{20S} [98W(H - 0,3) + P] + c$$

Trong đó:

$c$  là dung sai ăn mòn, tính theo milimet (mm);

$D$  là đường kính trong của bể, tính theo mét (m);

$e$  là chiều dày của tấm theo tính toán, tính theo milimet (mm);

$H$  là chiều cao tính từ đáy của hàng đang được xem xét cho đến mực chất lỏng thiết kế tối đa, tính theo mét (m);

$P$  là áp suất thiết kế, tính theo milibar (mbar). Lấy giá trị "không" cho trường hợp bể chứa trong mờ nắp;

$S$  là ứng suất thiết kế cho phép, tính theo megapascal (MPa);

$W$  là tỷ trọng tối đa của chất lỏng trong điều kiện tồn chứa, tính theo kilogam trên lít (kg/L).

b) Trong điều kiện thử thủy tĩnh:

$$e_t = \frac{D}{20S_t} [98W_t(H_t - 0,3) + P_t]$$

Trong đó:

$D$  là đường kính trong của bể, tính theo mét (m);

$e_t$  là chiều dày của tấm theo tính toán, tính theo milimet (mm);

$H_t$  là chiều cao tính từ đáy của hàng đang được xem xét cho đến mực chất lỏng thử nghiệm, tính theo mét (m);

$P_t$  là áp suất thử nghiệm, tính theo milibar (mbar). Lấy giá trị "không" cho trường hợp bể chứa bên trong có nắp hở;

$S_t$  là ứng suất cho phép trong điều kiện thử nghiệm, tính theo megapascal (MPa);

$W_t$  là tỷ trọng tối đa của chất lỏng thử nghiệm (có thể là nước), tính theo kilogam trên lít (kg/L).

Không được phép chọn chiều dày thiết kế bất kỳ hàng nào mỏng hơn hàng ở trên nó, không phân biệt vật liệu chế tạo hàng, ngoại trừ khu vực chịu nén.

### 5.2.1.2.3 Các yêu cầu bổ sung

a) Các mối hàn vỏ bể

Tất cả các mối hàn dọc và ngang phải là hàn giáp mép, với điều kiện thấu và ngẫu hoàn toàn.

b) Bố trí tấm

Khoảng cách giữa các mối nối dọc trong các tấm liền nhau phải không được nhỏ hơn 300 mm.

c) Các liên kết gắn vào vỏ

Nếu sử dụng các cầu liên kết, phải dùng các tấm đệm lót. Chúng không được nằm trong khoảng cách 300 mm đối với mối hàn dọc hoặc 150 mm đối với mối hàn ngang.

Các tấm đệm hay các tấm gia cố phải được vê tròn góc với bán kính tối thiểu là 50 mm.

d) Tải trọng ngoài tác dụng lên thân trong/bể trong

Nếu có thể, các tải trọng sau đây phải được xem xét:

- Áp suất cách nhiệt;
- Độ chân không của bể chứa trong;
- Áp suất giữa bể chứa trong và ngoài.

Sự kết hợp ứng suất hai trục:

Thiết kế vỏ bể phải xem xét đến sự kết hợp của ứng suất nén tiếp tuyến và ứng suất dọc trục (theo phương dọc).

Nén tiếp tuyến kết hợp với ứng suất dọc trục:

Ứng suất tiếp tuyến cho phép (cường độ) khi không có ứng suất dọc trục phải được giảm thích đáng khi có bất kỳ ứng suất nén dọc trục hay ứng suất kéo xảy ra đồng thời. Ứng suất nén dọc trục cho phép (cường độ) khi không có ứng suất nén tiếp tuyến phải được giảm thích đáng khi có bất kỳ ứng suất nén tiếp tuyến nào xảy ra đồng thời.

Kéo vòng kết hợp với nén dọc trục:

Ứng suất nén dọc trục cho phép (cường độ) khi không có ứng suất vòng được tăng lên do hiệu ứng tạo ổn định khi có bất kỳ áp lực ép xuyên tâm bên trong nào xảy ra đồng thời.

Khoảng cách giữa các vòng tăng cứng trung gian (intermediate stiffener spacing):

Phương pháp vỏ thay đổi chiều dày được sử dụng để xác định khoảng cách giữa các vòng tăng cứng trung gian cho vỏ với chiều dày thay đổi. Chiều cao tương đương (khoảng cách) giữa các vòng tăng cứng được tính theo công thức sau:

$$H_e = h \sqrt{\left(\frac{e_{min}}{e}\right)^5}$$

Trong đó:

$e$  là chiều dày yêu cầu của lần lượt từng hàng, tính theo milimet (mm)

## TCVN 8615-2:2010

$e_{min}$  là chiều dày yêu cầu của hàng trên cùng, tính theo milimet (mm)

$H_e$  là chiều cao ổn định tương đương của mỗi hàng tại  $e_{min}$ , tính theo mét (m);

$h$  là chiều cao của lần lượt từng hàng, tính theo mét (m).

Mỗi vòng tăng cứng trung gian nằm ngang phải được thiết kế cho tải trọng tấm được gắn với vòng đó, có tính đến chiều dày của vỏ bể.

Các tính chất của góc dưới vỏ bể và vòng tăng cứng trên cùng của bể chứa hồ bên trên phải tuân theo các yêu cầu về vòng tăng cứng hoặc nẹp bảo vệ.

Vòng tăng cứng phải được liên kết với vỏ bể bằng mối hàn góc ở cả hai phía. Phải dùng một lỗ nhỏ tại những mối hàn giáp mép của vòng tăng cứng trung gian và tại những vị trí vòng tăng cứng giao với mối hàn dọc trên vỏ bể.

Các vòng tăng cứng phải được đặt cách mối hàn ngang ít nhất là 150 mm.

e) Tải trọng của gió bên ngoài/chân không của vỏ bể chứa ngoài

Vỏ bể phải được thiết kế để chịu các tổ hợp của ứng suất nén tiếp tuyến và nén dọc trục (Xem 5.2.1.2.3 d)). Vỏ bể chịu một áp lực hướng tâm gây ra bởi tổng của áp lực gió bên ngoài và áp suất chân không. Áp lực gió thiết kế được sử dụng trong tính toán để chịu áp lực hướng tâm phải dựa trên áp lực gió đặc trưng cho mỗi khu vực như trong EN 1991-1-4. Áp lực gió thiết kế dùng trong tính toán chịu ứng suất dọc trục trên vỏ bể gây ra bởi sự lật do gió và hút gió trên nắp bể phải dựa trên áp lực gió tổng thể được xác định từ việc áp dụng các hệ số hình học và bề mặt thích hợp trong EN 1991-1-4:2004.

Xem 5.2.1.2.3 d) để biết các yêu cầu về hàn.

### 5.2.2 Bể vách

#### 5.2.2.1 Yêu cầu chung

Vách phải được làm bằng tấm kim loại, chiều dày tối thiểu là 1,2 mm. Vách phải một hệ thống kép các nếp lượn sóng, cho phép dịch chuyển tự do trong mọi điều kiện tải trọng. Một quá trình uốn gấp hay giãn sẽ tạo ra các nếp sóng. Vách phải được nâng đỡ hoàn toàn bởi hệ thống cách nhiệt của bể chứa.

Vách phải được neo giữ vào hệ thống cách nhiệt hoặc vào bể chứa bên ngoài bằng bê tông để nó có thể giữ được vị trí trong suốt tuổi thọ của nó. Ở phía trên của bể chứa, các vách phải được bố trí sao cho có được một bồn chứa kín hơi và chất lỏng (gọi là khoảng hơi cách nhiệt).

Tất cả các thành phần của vách phải được thiết kế theo sao cho chúng có thể chịu đựng được tất cả các tác động tĩnh và động trong suốt tuổi thọ của bể chứa.

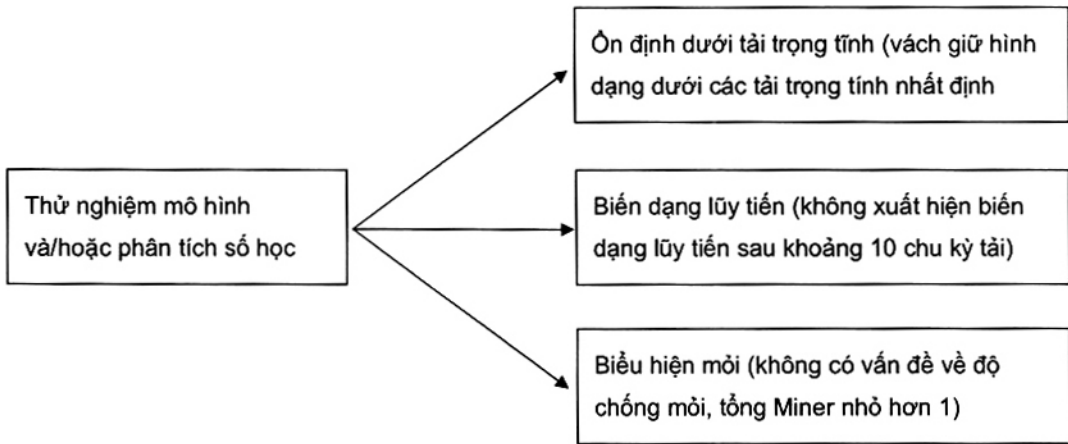
CHÚ THÍCH: Xem Phụ lục A để biết thêm thông tin về các tác động điển hình lên vách.



Vách và tất cả các thành phần phải giữ được hình dáng của nó qua các biến dạng hoặc dịch chuyển nhẹ nhàng. Cần phải chứng minh được rằng không có biến dạng lũy tiến xảy ra khi chịu tải theo chu kỳ và độ vênh/oằn trên các nếp sóng phải được ngăn chặn, ví dụ như sự phá hoại do mỏi.

Việc thiết kế vách kim loại phải được tiến hành hoặc thông qua các phép thử mô hình và/hoặc phân tích số, xem Hình 2. Cho dù là phương pháp nào được sử dụng, vách phải được thiết kế để chứng tỏ độ ổn định của nó theo các yếu tố sau đây:

- Vách ngăn phải được duy trì ổn định dưới tác dụng tải trọng dự kiến.
- Vách ngăn phải có đủ độ bền mỏi cho số lượng tải trọng lặp được xét.



**Hình 2 – Sơ đồ khối thiết kế vách**

Đối với phân tích số, phải sử dụng phương pháp tính toán chuyển vị lớn phi tuyến đàn hồi-dẻo hoặc đàn hồi-dẻo. Các yếu tố sau phải được xem xét:

- Tác động không đối xứng của vách khi chịu tải nhiệt gây ra bởi hệ thống neo giữ vào các kết cấu cách nhiệt hoặc bê tông;
- Ứng suất tương đương phải được đánh giá bằng cách sử dụng một trong hai lý thuyết của Tresca hoặc lý thuyết von Mises cho cả thiết kế tĩnh và mỏi;
- Nếu phù hợp, biến dạng gây ra bởi tải nhiệt phải được sử dụng như là điều kiện biên;
- Tính toán ứng suất hay biến dạng lớn nhất luôn luôn phải dựa trên các trục chính;
- Phải chú ý tới việc xây dựng mô hình (ví dụ kích cỡ các phần tử) của tất cả các phần tử của vách;
- Phải chứng minh rằng mô hình của lý thuyết tính toán tương quan chặt chẽ với ứng xử của tấm thực.

Vách phải được thiết kế cho tải trọng động đất. Mô hình phần tử hữu hạn phải bao gồm kết cấu bê chứa và chất lỏng, bao gồm cả tương tác kết cấu/chất lỏng.

## TCVN 8615-2:2010

Hệ thống neo giữ vách vào kết cấu cách nhiệt hoặc bê tông phải chịu được tất cả các tải trọng dự kiến, bao gồm cả tải trọng động đất.

### 5.2.2.2 Phân tích số

#### 5.2.2.2.1 Đường cong ứng suất/biến dạng

Đường cong ứng suất/biến dạng được thiết lập có tính đến các yếu tố sau:

- Đường cong được thiết lập cho vật liệu được chọn;
- Phần của đường cong khi có sự suy giảm tiết diện (ví dụ vùng “cổ thắt”) không được chấp nhận;
- Tỷ lệ theo vị trí ( $\eta$ ) là khác nhau giữa các vùng đàn hồi và vùng dẻo.

#### 5.2.2.2.2 Ổn định dưới tác dụng của tải trọng tĩnh

Phải chứng minh được rằng vách giữ được hình dáng của nó qua các biến dạng đều dưới tác động của tải trọng tĩnh nhất định (hệ số an toàn bằng 1,25 đối với áp suất chất lỏng). Điều này khẳng định rằng biến dạng của các phần bị uốn sóng sẽ thỏa mãn các giới hạn được chỉ ra trong đường cong ứng suất/biến dạng. Phải sử dụng các ứng suất chính và biến dạng chính.

#### 5.2.2.2.3 Sự mất ổn định do gập/gập/uốn dọc

Phải chứng minh được rằng không xảy ra hiện tượng phá hoại do mất ổn định/uốn.

CHÚ THÍCH: Với mục đích kiểm tra ổn định uốn, có thể dùng phép phân tích uốn dựa trên các phép phân tích nhân tố tải trọng uốn. Trong trường hợp đó các hệ số an toàn sau đây có thể được xem xét:

1) Mô hình dựa trên phép đo laze hay tương đương:  $SF = 2,0$ ;

2) Mô hình dựa trên hình dạng lý tưởng:  $SF = 4,0$ . Các biến dạng nhiệt có thể được coi như là một trạng thái ổn định và hệ số an toàn chỉ được áp dụng cho tải áp lực.

#### 5.2.2.2.4 Biến dạng lũy tiến

Phải chứng minh được rằng không có biến dạng lũy tiến xảy ra trong bất kỳ một phần nào của vách dưới cả tải trọng nhiệt và áp suất chất lỏng sau 10 chu kỳ.

#### 5.2.2.2.5 Tác động môi

##### 5.2.2.2.5.1 Yêu cầu chung

Điều kiện ứng suất hai trục phải được xác định bằng phương pháp ứng suất hoặc biến dạng tương đương, tính toán bằng cách sử dụng các giá trị chính của ứng suất hoặc biến dạng tương ứng thông qua các tiêu chí Tresca hoặc von Mises.

CHÚ THÍCH: Đường cong môi thường được xác định trên cơ sở thử môi cho chu kỳ biến dạng đơn trục.

##### 5.2.2.2.5.2 Phạm vi biến dạng

Phạm vi của các biến dạng tương đương phải được đánh giá cho tất cả các tải trọng lặp bao gồm cả tổ hợp của mỗi tải.

Phạm vi của biến dạng tương đương ( $\Delta \varepsilon_e$ ) cho các tải trọng lặp nhất định phải được tính với giả thiết ứng suất phẳng, và vách được coi như là một tấm mỏng.

Các ứng suất và biến dạng hiệu dụng phải gắn liền với các ứng suất chính,  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ , hoặc các biến dạng chính,  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$  tương ứng, với các ứng suất và biến dạng chính sẽ theo thứ tự tương ứng  $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$  và  $\varepsilon_1 > \varepsilon_2 > \varepsilon_3$  tương ứng. Vì vậy, trong một chu kỳ của một vài tải trọng,  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  và  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$  phải hoán vị tương ứng. Hơn nữa, vì vách được coi là tấm mỏng, điều kiện trạng thái ứng suất phẳng được giả thiết ( $\exists i \in \{1;2;3\}, \sigma_i = 0$ ). Phải chú ý tới điều này ngay cả nếu  $\sigma_i = 0, \varepsilon_i \neq 0 (i \in \{1;2;3\})$ .

Vì vậy, biên độ tương đương của biến dạng, dựa trên lý thuyết Tresca, sẽ được tính như sau:

$$\frac{\Delta \varepsilon}{2} = \text{MAX} \left\{ \left| \frac{\varepsilon_1}{2} \right|, \left| \frac{\varepsilon_2}{2} \right|, \left| \frac{\varepsilon_3}{2} \right|, \left| \frac{\varepsilon_3 - \varepsilon_1}{2} \right| \right\}$$

Còn biên độ tương đương của biến dạng, dựa trên lý thuyết von Mises, sẽ được tính như sau:

$$\frac{\Delta \varepsilon}{2} = C \frac{\sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2}}{2}$$

Hệ số C được tính như sau:

- Tính dẻo,  $\eta = 0,5$ :  $C = \sqrt{2} / 3$ ;
- Tính đàn hồi,  $\eta = 0,3$ :  $C = 0,544$ .

### 5.2.2.2.5.3 Đường cong mỏi (đường cong SN)

Việc lựa chọn đường cong mỏi thiết kế phải xem xét tới một thực tế là vách phải chịu mỗi chu kỳ thấp ở nhiệt độ thấp, và nó phải trải qua các biến dạng dẻo cục bộ.

Nếu đường cong mỏi không thu được bằng phương pháp thử mỏi trên bản thân các phần tử của vách, các đường cong mỏi (được sử dụng trong việc đánh giá ứng xử mỏi) phải là đường cong của vật liệu đã được chọn và phải được gửi cho bên đặt hàng để phê duyệt.

Phải sử dụng định luật Miner như là một kỹ thuật tính tổng các hư hại để xác định cường độ chịu mỏi.

CHÚ THÍCH 1: Đối với các ví dụ về đường cong mỏi xem [16].

CHÚ THÍCH 2: Đường cong mỏi thường dựa theo các yếu tố:

- "Đường cong phù hợp nhất" được dựa trên việc xử lý các số liệu thống kê của kết quả thử độ mỏi, tạo ra các đường cong thực nghiệm trung bình;
- "Đường cong thiết kế" dựa trên "đường cong phù hợp nhất", kết hợp với hệ số hiệu chỉnh. Hệ số này được tính bằng cách lấy giá trị bất lợi nhất của ứng suất chia cho 2 hoặc số chu kỳ chia cho 20.

## TCVN 8615-2:2010

Các hệ số này không thể được coi là các hệ số an toàn nhưng chúng phải được coi là hệ số bất định bao gồm cả các dữ liệu phân tán và các hiệu ứng rời rạc (ví dụ như độ thô nhám, mặt cắt,...). Các hệ số này không liên quan đến tính gián đoạn cục bộ [ví dụ như Hệ số tập trung ứng suất (SCF)], và do đó, điều cốt yếu là hiệu ứng này phải được kể đến trong cường độ ứng suất tính toán.

CHÚ THÍCH 3: Trong thực tế, sự phá hủy do mỏi thường xảy ra ở nơi tập trung ứng suất. Vì vậy, các hiệu ứng này phải được đánh giá cho tất cả các điều kiện sử dụng các hệ số tập trung ứng suất phù hợp đã được xác định từ các nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm của phép phân tích ứng suất phần tử hữu hạn.

### 5.2.2.2.6 Ổn định dưới tải trọng động đất

Bể chứa ngoài bằng bê tông phải chịu được cả tải trọng động đất OBE và SSE trong các điều kiện vận hành bình thường.

Đối với một sự cố OBE, phải chứng minh được rằng:

- cả vách và các neo giữ đều có thể hấp thụ tải trọng động đất;
- áp lực lên vách là chấp nhận được;
- áp lực lên kết cấu cách nhiệt là chấp nhận được.

Đối với một sự cố SSE, bể chứa ngoài, với hệ thống bảo vệ góc/đáy, phải duy trì được khả năng tồn chứa chất lỏng.

CHÚ THÍCH: Vách có thể bị hư hại.

### 5.2.2.3 Kiểm tra theo mô hình

#### 5.2.2.3.1 Yêu cầu chung

Khi áp dụng kiểm tra theo mô hình, các lần kiểm tra phải được thực hiện trên tất cả các thành phần của hệ thống. Tất cả các thành phần đều phải được thử với kích thước thực của chúng.

CHÚ THÍCH: Phép thử có thể được thực hiện ở nhiệt độ môi trường.

Số lượng mẫu thử phải đủ lớn nhằm đảm bảo đủ độ tin cậy.

Vị trí đặt các thiết bị đo lường phải được xác định sử dụng các phép phân tích, ví dụ như phép đo quang đàn hồi phản chiếu.

Các biến dạng kế và chất chỉ thị được sử dụng phải đảm bảo tin cậy khi dùng trên bề mặt và hình dạng vật liệu cần thử. Hơn nữa, chúng phải cho phép tính toán ứng suất /biến dạng trên các phương chính.

Tính toán ứng suất hoặc biến dạng tương đương luôn luôn phải dựa trên các trục chính. Vì vậy, biên độ của biến dạng tương đương, dựa trên lý thuyết Tresca, phải được tính như sau:

$$\frac{\Delta \varepsilon}{2} = \text{MAX} \left\{ \left| \frac{\varepsilon_1}{2} \right|, \left| \frac{\varepsilon_2}{2} \right|, \left| \frac{\varepsilon_3}{2} \right|, \left| \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{2} \right|, \left| \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_3}{2} \right|, \left| \frac{\varepsilon_3 - \varepsilon_1}{2} \right| \right\}$$

Còn nếu dựa trên lý thuyết von Mises, phải được tính như sau:

$$\frac{\Delta\varepsilon}{2} = C \frac{\sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2} - (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)}{2}$$

Hệ số C được tính như sau:

- Tính dèo,  $\eta = 0,5$ :  $C = \sqrt{2} / 3$ ;
- Tính đàn hồi,  $\eta = 0,3$ :  $C = 0,544$ .

#### 5.2.2.3.2 Ổn định dưới tác dụng của tải trọng tĩnh

Phải chứng minh được rằng hiện tượng phá hoại do mất ổn định không xảy ra với vách bể. Một hệ số an toàn bằng 1,25 được kể đến khi vách được thiết kế cho các tải trọng xác định.

#### 5.2.2.3.3 Biến dạng lũy tiến

Khi áp dụng một chu kỳ tải trọng mô phỏng các điều kiện vận hành, phải chứng minh được rằng tất cả các thành phần của vách vẫn duy trì được độ ổn định và không xuất hiện biến dạng lũy tiến sau 10 chu kỳ tải.

#### 5.2.2.3.4 Tác động môi

Tất cả các bộ phận vách của bể chứa phải được kiểm tra môi bởi:

- Sự kéo giãn có chu kỳ gây ra bởi tải trọng nhiệt;
- Áp lực có chu kỳ gây ra bởi tải trọng thủy tĩnh (để có thể mô phỏng đầy đủ các điều kiện vận hành của vách, tất cả các thành phần được kiểm tra dưới áp lực có chu kỳ đều phải được kéo dài trước tới một giá trị tương ứng ít nhất là tới biến dạng dài cực đại).

"Đường cong phù hợp nhất" phải dựa trên quá trình xử lý số liệu thống kê của các kết quả kiểm tra độ môi, như mô tả trong tiêu chuẩn ISO "Đề xuất thiết kế độ môi của mối hàn và các bộ phận", 5/1996. Quá trình xử lý này sẽ đưa ra đường cong thực nghiệm trung bình.

Các kết quả kiểm tra của thử độ môi phải dựa trên các giá trị ứng suất chính hay biến dạng chính.

"Đường cong thiết kế" phải được xác định từ "đường cong phù hợp nhất" với giả thiết mức độ tin cậy  $\gamma$  bằng 75 % và xác suất kỳ vọng  $p$  bằng 95 %.

Các điểm thiết kế phải dựa trên tính toán sau đây:

$$- \text{Điểm thiết kế} = m - k\sigma$$

Trong đó:

$m$  là giá trị trung bình của tập hợp kiểm tra;

$\sigma$  là độ lệch chuẩn của giá trị kỳ vọng;

$k$  là hệ số xác định từ Bảng 7.

**TCVN 8615-2:2010**

CHÚ THÍCH: Phương pháp này cũng được minh họa trong Phụ lục B.

Phải sử dụng định luật Miner như là một kỹ thuật tính tổng các hư hại để xác định cường độ chịu mỏi.

**Bảng 7 – Hệ số k cho đường đường cong S-N  
(giả định phân bố chuẩn)**

<b>Cỡ mẫu</b>	<b>k</b>
3	3,152
4	2,680
5	2,463
6	2,336
7	2,250
8	2,190
9	2,141
10	2,103
11	2,073
12	2,048
13	2,026
14	2,007
15	1,991
16	1,977
17	1,964
18	1,951
19	1,942
20	1,933
21	1,923
22	1,916
23	1,907
24	1,901
25	1,895

Hệ số tin cậy 0,75  
Xác suất kỳ vọng 95 %

**5.3 Bồn chứa hơi (bể chứa ngoài)**

**5.3.1 Bể chứa đơn, kép và tổ hợp**

**5.3.1.1 Đáy bể**

**5.3.1.1.1 Các tấm hình khuyên**

Các yêu cầu về tấm hình khuyên, xem 5.2.1.1.1.

**5.3.1.1.2 Các tấm giữa đáy bể**

Các yêu cầu về tấm giữa đáy bể, xem 5.2.1.1.2.

**5.3.1.2 Vỏ bể**

Chiều dày tối thiểu của tấm vỏ bể phải phù hợp với Bảng 6.

Với áp suất bên trong bể, chiều dày tấm bể được tính theo công thức sau:

$$e = \frac{PD}{20S} + c$$

Trong đó:

$c$  là độ dung sai ăn mòn, tính theo milimet (mm);

$D$  là đường kính bồn chứa, tính theo mét (m);

$e$  là chiều dày tấm vỏ theo tính toán, tính theo milimet (mm);

$P$  là áp suất bên trong bồn, là tổ hợp của áp suất khí bên trong và áp lực của phần cách nhiệt, tính theo milibar (mbar);

$S$  là ứng suất thiết kế cho phép, tính theo megapascal (MPa).

Lực nén thẳng đứng kết hợp với lực nén tiếp tuyến phải được xem xét khi thiết kế vỏ bể phía ngoài có gắn thêm vòng tăng cứng trung gian, xem 5.2.1.2.3 d).

Vỏ bể có gắn thêm bất kỳ vòng tăng cứng nào đều phải chịu được tất cả các tải trọng tác dụng, bao gồm ít nhất các tải trọng sau:

– Các lực nén thẳng đứng bao gồm:

- + Tải trọng bản thân;
- + Hoạt tải (hoạt tải mái, tuyết);
- + Tải trọng đường ống;
- + Áp suất chân không bên trong;
- + Lật do gió (xem 5.2.1.2.3 e);
- + Lật do động đất;

– Các lực nén tiếp tuyến bao gồm:

- + Tác động của áp lực cục bộ của gió (xem 5.2.1.2.3.e);
- + Áp suất chân không.

Số lượng các tải trọng (tác động) thiết kế gây ra bởi lực hút trên nắp bể và sự lật nghiêng do gió phải được xem xét khi tính toán ứng suất hai trục cho phép. Số lượng này phải phụ thuộc vào việc các tác động đó là có lợi hay hại.

Các mối nối của vòng tăng cứng phải được hàn cùng với mối hàn giáp mép ngẫu hoàn toàn. Phải dùng một lỗ nhỏ tại những mối hàn giáp mép của vòng tăng cứng và tại những vị trí vòng tăng cứng giao với mối hàn dọc trên vỏ bể. Các vòng tăng cứng phải được gắn với vỏ bể, bằng một mối hàn góc liên tục ở cả hai phía trừ khi vỏ bể ngoài không được thiết kế để chứa chất lỏng lạnh, mối hàn trần có thể không cần liên tục.

## TCVN 8615-2:2010

Khoảng cách từ vòng tăng cứng đến một mối hàn ngang tối thiểu phải là 150 mm.

### 5.3.1.3 Nắp bể

#### 5.3.1.3.1 Chiều dày tối thiểu của nắp

Chiều dày tối thiểu của các tấm nắp bể phải là 5 mm (không tính bổ sung ăn mòn).

#### 5.3.1.3.2 Nắp có kết cấu nâng đỡ

Phải sử dụng ít nhất là một trong các mối hàn sau đây đối với các tấm nắp bể:

- hàn chòem đơn;
- hàn chòem kép;
- hàn giáp mép, có hoặc không có tấm lót.

Hệ thống kết cấu nâng đỡ nắp bể phải được thiết kế phù hợp với EN 1993-1-1. Nếu không thì nó phải được thiết kế theo lý thuyết ứng suất cho phép với các hệ số nối hiệu dụng cho mối hàn của các tấm nắp bể như sau:

- hàn chòem đơn: 0,35;
- hàn chòem kép: 0,65;
- hàn giáp mép, có hoặc không có tấm lót: 0,70.

Nếu tấm nắp được hàn chòem thì độ chòem tối thiểu phải là 25 mm.

Trong trường hợp lớp lót nắp bể không được hàn vào các kết cấu nâng đỡ nắp, khung nắp phải được giằng chéo trong mặt phẳng chứa bề mặt nắp bể.

#### 5.3.1.3.3 Nắp không có kết cấu nâng đỡ

Chiều dày tấm nắp bể được thiết kế để chống lại áp suất bên trong và hiện tượng cong vênh do tải trọng bên ngoài. Phải sử dụng các công thức sau đây để tính toán:

- Đối với áp suất bên trong:  $e_r = PR_1/20S\eta$  (đối với nắp dạng cầu);  
 $e_r = PR_1/10S\eta$  (đối với nắp dạng nón);
- Với hiện tượng cong vênh:

$$e_r = 40R_1\sqrt{\frac{10P_o}{E}}$$

Trong đó:

$E$  là môđun đàn hồi, tính theo megapascal (MPa);

$e_r$  là chiều dày tấm nắp bể (không tính bổ sung ăn mòn), tính theo milimet (mm);



$P$  là áp suất bên trong, trừ đi trọng lượng của các bản nắp bể bị ăn mòn, tính theo milibar (mbar);

$P_e$  là tải trọng bên ngoài, tính theo kilopascal (kPa);

$R_1$  là bán kính cong của nắp, tính theo mét (m);

$S$  là ứng suất thiết kế cho phép, tính theo megapascal (MPa);

$\eta$  là hệ số hiệu dụng mới nối hàn.

Nếu không có hệ thống nâng đỡ thì các tấm nắp bể phải được hàn giáp mép hay hàn chòem kép.

#### 5.3.1.3.4 Mái vòm được gia cố tăng cứng

Kết cấu của mái vòm được gia cố tăng cứng phải được thiết kế theo EN 1993-1-1.

#### 5.3.1.3.5 Diện tích chịu nén

Diện tích chịu nén tối thiểu, không tính đến bổ sung ăn mòn, phải được xác định theo công thức sau:

$$A = \frac{50PR^2}{S_c \cdot \tan \theta}$$

Trong đó:

$A$  là diện tích chịu nén yêu cầu, tính theo milimet vuông (mm<sup>2</sup>);

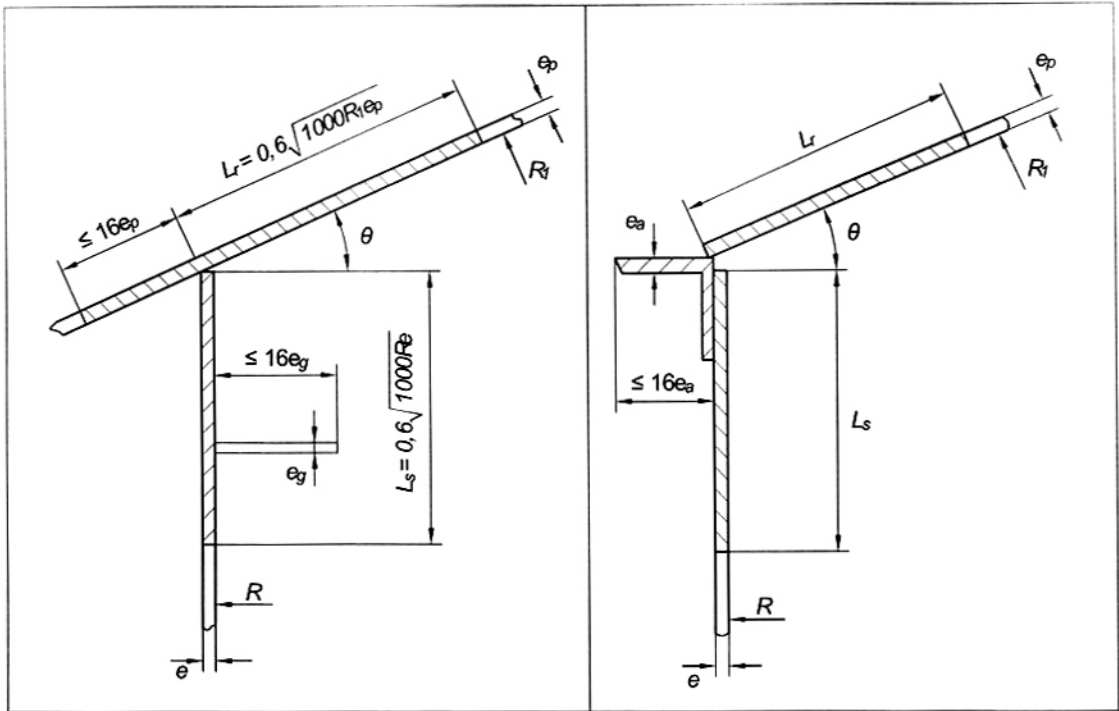
$P$  là áp suất bên trong, trừ đi trọng lượng của các bản nắp bể bị ăn mòn, tính theo milibar (mbar);

$R$  là bán kính của vỏ bể, tính theo mét (m);

$S_c$  là ứng suất nén cho phép, tính theo megapascal (MPa) (xem 5.1.2.3);

$\theta$  là độ dốc của nắp bể, tính bằng góc giữa mặt phẳng mái với phương ngang tại nơi tiếp xúc thành-nắp bể, xem Hình 3, tính theo độ (°).

Diện tích chịu nén hiệu dụng phải được cấu tạo bởi các tấm và/hoặc các phần có độ rộng tối đa phù hợp với Hình 3.



a) không có vòng đỡ nắp

b) có vòng đỡ nắp

**CHÚ DẪN:**

- $e$  là chiều dày vỏ bể, không tính bổ sung ăn mòn, tính theo milimet (mm);
- $e_a$  là chiều dày của vòng đỡ nắp bể, tính theo milimet (mm);
- $e_g$  là chiều dày của xà ngang, tính theo milimet (mm);
- $e_p$  là chiều dày của tấm nắp bể tại vùng chịu nén, không tính bổ sung ăn mòn, tính theo milimet (mm);
- $L_r$  là độ dài hiệu dụng của nắp bể, tính theo milimet (mm);
- $L_s$  là độ cao hiệu dụng của vỏ bể, tính theo milimet (mm);
- $R$  là bán kính của vỏ bể, tính theo mét (m);
- $R_r$  là bán kính cong của nắp bể, tính theo mét (m) (với nắp dạng nón thì nhận giá trị bằng  $R/\sin\theta$ ).

**Hình 3 – Các vùng chịu nén điển hình ở khu vực tiếp xúc thành/nắp bể**

Trong trường hợp sử dụng vòng đỡ nắp ở góc trên cùng, kích thước tối thiểu của nó phải phù hợp với Bảng 8.

**Bảng 8 – Kích thước tối thiểu của vòng đỡ nắp**

Đường kính vỏ bể, $D$ m	Kích thước vòng đỡ mm × mm × mm
$D \leq 10$	60 × 60 × 6
$10 < D \leq 20$	60 × 60 × 8
$20 < D \leq 36$	80 × 80 × 10
$36 < D \leq 48$	100 × 100 × 12
$48 < D$	150 × 150 × 10

Các tấm nắp được hàn chờm đơn không góp phần vào diện tích chịu nén.

CHÚ THÍCH 1: Tấm nắp hàn chờm kép có thể góp phần vào diện tích chịu nén.

Diện tích chịu nén phải được chia sao cho hình chiếu theo phương ngang của diện tích chịu nén hiệu dụng phải có độ rộng hướng tâm không nhỏ hơn 1,5 % bán kính ngang của bể chứa.

Vùng chịu nén phải được bố trí hợp lý sao cho trọng tâm của nó phải rơi vào trong khoảng cách đứng bằng 1,5 lần chiều dày trung bình của hai thành phần giao nhau ở góc, trên hoặc dưới mặt phẳng ngang đi qua góc đó.

Vùng chịu nén phải được kiểm tra tải trọng kéo gây ra bởi các tải trọng bên ngoài (bao gồm cả áp suất chân không bên trong).

CHÚ THÍCH 2: Phải chú ý tránh hiện tượng vùng chịu nén bị uốn quá mức tại vị trí nối giữa nó và thành phần đỡ nắp.

CHÚ THÍCH 3: Đối với thiết kế vùng chịu nén sử dụng bản lề, xem [16].

### 5.3.2 Bể vách

Các thành phần bằng thép của nắp bể vách phải phù hợp với 5.3.1.3.

### 5.4 Nắp treo

Nắp treo và kết cấu nâng đỡ của nó phải được thiết kế cho nhiệt độ thiết kế tối thiểu.

Kết cấu nắp treo phải được thiết kế phù hợp với bất kỳ móc treo không hoạt động hoặc hoạt động không hiệu quả.

Các lỗ thông gió của nắp treo phải được sắp xếp hợp lý sao cho sự chênh áp giữa vùng trên và dưới nắp không lớn hơn trọng lượng của nắp để nắp treo không bị nâng lên.

### 5.5 Ống nối

#### 5.5.1 Yêu cầu chung

Các kết nối của ống với bồn chứa chất lỏng chính và phụ đều phải phù hợp với TCVN 8615-1 (EN 14620-1); 7.1.6.

## **TCVN 8615-2:2010**

### **5.5.2 Các tải trọng tác động lên ống nổi**

Ống nổi phải được thiết kế để chịu được các tải trọng của đường ống nổi và các phụ kiện khác.

### **5.5.3 Ống nổi gắn vào vỏ bể**

#### **5.5.3.1 Vòi có đường kính ngoài 80 mm và lớn hơn**

Các chi tiết về ống nổi phải phù hợp với EN 14015:2004, 13.1.

#### **5.5.3.2 Vòi có đường kính ngoài nhỏ hơn 80 mm**

Các chi tiết về ống nổi phải phù hợp với EN 14015:2004, 13.2.

#### **5.5.3.3 Cửa kiểm tra**

Nếu các ống nổi được sử dụng làm cửa kiểm tra, chúng phải có đường kính trong tối thiểu là 600 mm.

### **5.5.4 Chi tiết hàn ống nổi gắn trên vỏ bể**

Chi tiết hàn ống nổi gắn trên vỏ bể phải phù hợp với EN 14015:2004, 13.7.

### **5.5.5 Ống nổi gắn trên nắp bể**

Với bể có áp suất thiết kế bằng hoặc nhỏ hơn 60 mbar, các đường vào xuyên qua nắp bể phải được gia cố và hàn theo EN 14015:2004, 13.3.

Với bể có áp suất thiết kế lớn hơn 60 mbar, các đường vào xuyên qua nắp bể phải được gia cố và hàn theo quy trình cho ống nổi gắn vào vỏ bể, xem 5.5.3.

Độ dốc và cong của nắp có thể làm cho lỗ mở có dạng elip. Trong trường hợp này, các yêu cầu cho việc gia cố phải được tính toán dựa trên trục lớn của hình elip đó.

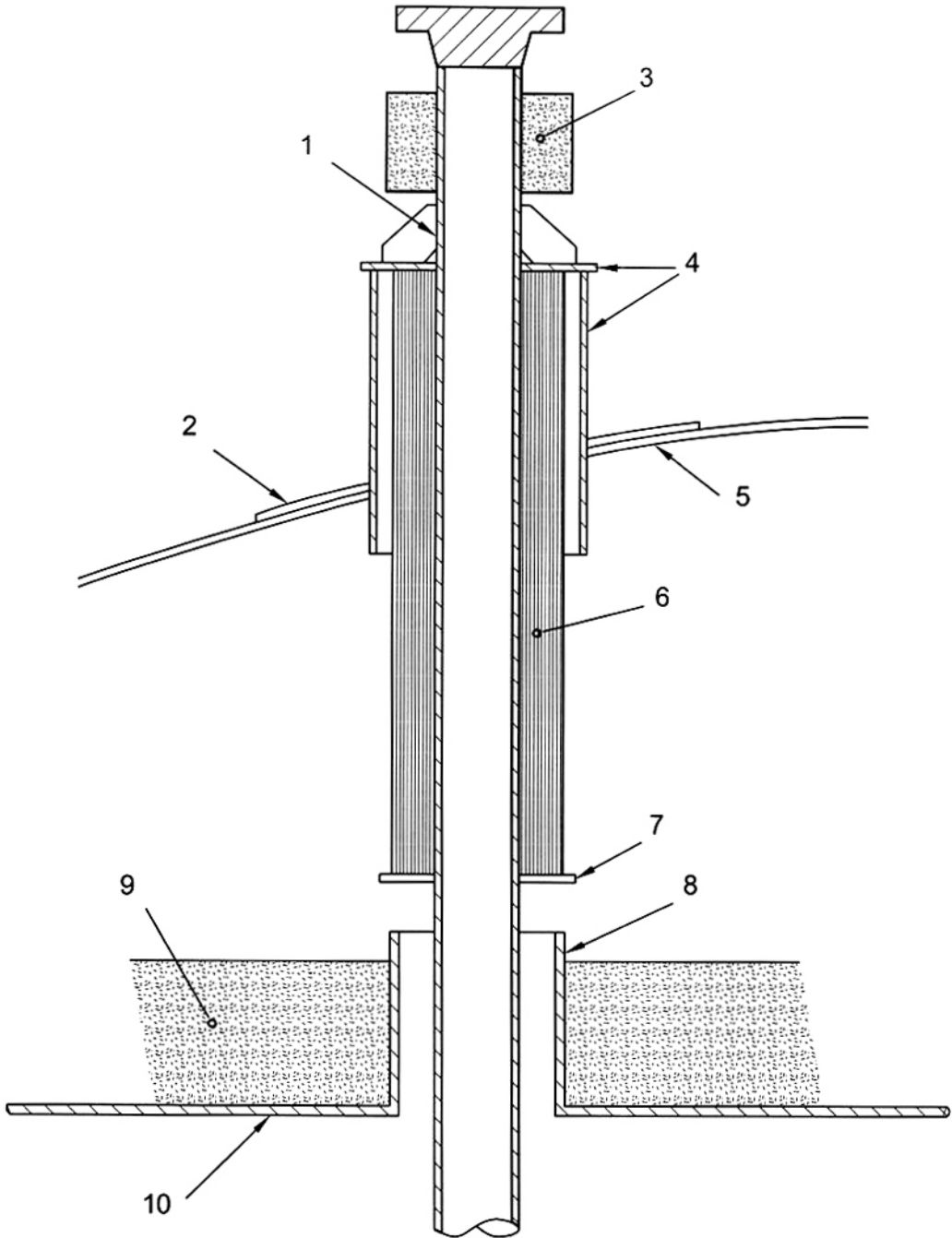
Chiều dày tối thiểu của thành ống nổi phải được tính toán cho các tải trọng thích hợp bao gồm cả tải trọng của hệ thống ống. Trong bất kỳ trường hợp nào, chiều dày này đều không được phép nhỏ hơn chiều dày của ống có trọng lượng tiêu chuẩn phù hợp với EN 10220.

Ống nổi và các mặt bích của cửa kiểm tra trên nắp phải phù hợp với loại 150 nêu trong EN 1759-1:2004 hoặc PN25 của EN 1092-1:2001 trừ khi bên đặt hàng có yêu cầu loại cao hơn.

CHÚ THÍCH 1: Các mặt bích và nắp đậy của cửa kiểm tra cũng có thể được chế tạo từ các tấm và có áp suất thiết kế tối thiểu là 3,5 bar (g).

CHÚ THÍCH 2: Phải chú ý rằng các ống nổi dùng cho hơi hay chất lỏng lạnh phải được gắn thêm bộ phận định cỡ chịu nhiệt. Xem Hình 4 để biết thêm chi tiết về ống nổi có bộ phận định cỡ chịu nhiệt dùng cho bể chứa có nắp treo.

Các cửa kiểm tra trên nắp phải có đường kính danh nghĩa tối thiểu là 600 mm.



## CHÚ DẪN:

- |                                      |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Ống nối (nhiệt độ thấp)           | 6. Cách nhiệt ống bên trong   |
| 2. Tấm gia cố vôi (nhiệt độ thường)  | 7. Vòng đỡ bộ phận cách nhiệt |
| 3. Cách nhiệt ống bên ngoài          | 8. Ống lồng nắp treo          |
| 4. Bộ phận định cỡ chịu nhiệt (lạnh) | 9. Lớp cách nhiệt nắp treo    |
| 5. Nắp vòm (nhiệt độ thường)         | 10. Nắp treo                  |

Hình 4 – Ống nối trên nắp với bộ phận định cỡ chịu nhiệt

## **TCVN 8615-2:2010**

### **5.5.6 Khoan mặt bích**

Mặt bích sử dụng trong tất cả các kết nối, trừ cửa kiểm tra trên vỏ bể và nắp, phải được chế tạo và khoan theo đúng quy trình tối thiểu là phù hợp với loại 150 của EN 1759-1:2004. Chiều của các bích đối tiếp phải được kiểm tra sự tương thích.

### **5.5.7 Xử lý nhiệt sau hàn cho ống nối**

Ống nối phải được xử lý nhiệt sau hàn theo đúng quy trình trong 8.4.

### **5.6 Bể chứa chính và phụ, các liên kết phần đáy**

Nếu sử dụng các kết nối đáy bồn chứa chính/phụ, phải chú ý tới các vấn đề sau:

- Độ lún chênh lệch của bể chứa;
- Độ co ngót chênh lệch của bể chứa trong so với bể chứa ngoài;
- Lỗ mở để lắp ống nối phải được gia cố (sử dụng tấm kép, tấm lót hoặc tấm hình khuyên dày);
- Giảm thiểu diện tích khu vực xung quanh ống nối không được nâng đỡ;
- Vùng bao quanh ống nối và ống phải được chèn vật liệu cách nhiệt phù hợp và phải lắp đặt bộ phận sườn đáy tập trung .

### **5.7 Kết nối giữa các bồn chứa**

Phải chú ý các vấn đề sau đây:

- Lực thủy tĩnh và nhiệt gây ra bởi chuyển động tương đối giữa bể chứa trong và ngoài;
- Cầu cách nhiệt phải được xem xét trong liên kết giữa bể chứa trong và ngoài;

CHÚ THÍCH: Các liên kết hấp thụ biến dạng (ví dụ như các vòng đệm dẻo) có thể được sử dụng để đảm bảo các chuyển động tương đối không gây nên các ứng suất cục bộ không chấp nhận được cho bể chứa trong và/hoặc ngoài.

- Các khớp nối bích không được đặt ở khoảng vành khuyên không thể tiếp cận giữa vỏ bên trong và bên ngoài;
- Liên kết giữa các lỗ mở trên nắp của bể chứa trong và ngoài phải được thiết kế sao cho có thể điều tiết được các chuyển động tương đối giữa các nắp bể.

Các kết nối đi qua nắp treo phải có khả năng dịch chuyển tự do qua nắp treo, do đó loại bỏ được các tải trọng bổ sung tác động lên nắp ngoài và nắp treo.

### **5.8 Các chi tiết khác**

#### **5.8.1 Neo giữ bể**

Các vấn đề sau phải được xem xét khi thiết kế neo bể chứa:

- Cả bể chứa trong và ngoài đều phải được thiết kế một cách độc lập cho tất cả các tổ hợp của các tác động nhằm thiết lập được các điều kiện xấu nhất của hiện tượng nâng lên của bể;
- Nếu neo của bể trong được gắn xuyên qua đáy bể chứa ngoài, phải chú ý tới thiết kế của neo này nhằm đảm bảo độ kín khít đối với chất lỏng của đáy bể và đê dèo để điều tiết linh hoạt các chuyển dịch do chênh lệch nhiệt độ trong tất cả các điều kiện thiết kế;
- Các điểm neo phải được bố trí cách đều nhau trên chu vi của bể, khoảng cách tối đa giữa hai điểm neo là 3 m;
- Trong điều kiện vận hành bình thường, không được phép có bất kỳ một lực căng nào xuất hiện trên thanh neo. Hệ thống neo giữ chỉ được phép phát huy tác dụng khi có một lực nâng xuất hiện trên thành của bồn chứa. Phải dùng các phương pháp kiểm tra nhằm đảm bảo các bulông của hệ thống neo không bị lỏng ra hay hoạt động kém trong suốt tuổi thọ theo thiết kế của bể;
- Kết nối của thanh neo vào vỏ bể và móng phải được thiết kế cho khả năng đàn hồi hoàn toàn của bulông neo hoặc đai neo;
- Trước khi nghiệm thu, thiết kế hệ thống neo phải cho phép điều chỉnh được nếu có lún;
- Thiết kế hệ thống neo phải tính toán đến hiện tượng uốn gảy ra bởi chuyển động nhiệt;
- Hệ thống neo không được phép gắn trực tiếp vào vỏ bể mà phải được gắn vào miếng đệm hoặc khung giá đỡ. Tất cả các thanh neo, bulông hay đai đeo phải có diện tích tiết diện tối thiểu là 500 mm<sup>2</sup>;
- Với các thanh neo, bulông hay đai neo tiếp xúc trực tiếp với môi trường, bổ sung ăn mòn tối thiểu phải là 1 mm;
- Cần cho cầu cách nhiệt. Nhiệt truyền các phần lạnh hơn của kết cấu và móng bể phải được giới hạn sao cho sự hình thành băng không gây ra hư hỏng cho hệ thống neo và bể chứa.

### **5.8.2 Ghi nhãn cho bể**

Các tấm nhãn gắn trên mỗi bể phải cung cấp các thông tin tối thiểu sau:

- Tên nhà chế tạo;
- Số seri của bể;
- Năm sản xuất;
- Tiêu chuẩn/quy chuẩn thiết kế;
- Số hiệu bể, xưởng, nhà máy, ...;
- Tỷ trọng và nhiệt độ thiết kế của sản phẩm;
- Áp suất thiết kế tối đa;
- Mục chất lỏng thiết kế tối đa;

– Dung tích bể.

## 6 Chế tạo

### 6.1 Xử lý vật liệu

Tất cả các tấm vật liệu sử dụng cho bồn chứa chất lỏng chính và phụ phải được bảo quản và cất giữ riêng biệt sao cho chúng không bị lẫn lộn vào nhau. Cũng phải có các biện pháp phù hợp để bảo vệ vật liệu khỏi các yếu tố thời tiết. Vật liệu phải được ghi chú rõ ràng (gắn nhãn) là vật liệu dùng cho nhiệt độ thấp.

Thép không gỉ phải được cất giữ và xử lý với các thiết bị phù hợp để tránh bị nhiễm bẩn bề mặt vật liệu. Không được phép có bất kỳ một sự tiếp xúc nào với kềm, các công cụ mạ kềm,...

Từ tính của thép 9 % nikel phải được loại bỏ. Khi được vận chuyển tới công trình, độ cảm ứng từ dư của vật liệu không được phép lớn hơn 50 gauss.

CHÚ THÍCH: 1 gauss =  $10^{-4}$  tesla.

Các que hàn phải được bảo vệ và cất giữ theo quy trình phù hợp với các điều kiện được quy định trong các tiêu chuẩn về que hàn và/hoặc khuyến cáo của nhà cung cấp.

Sau quá trình lắp đặt bể chứa, phải đảm bảo nhãn ghi chú trên vật liệu (được đặt hàng cùng với giấy chứng nhận theo EN 10204:2004, loại 3.1 và cao hơn) không bị che lấp hay bị mờ. Trong trường hợp nhãn bị mờ trong quá trình chế tạo, phải có ít nhất một nhãn được bố trí ở vị trí có thể nhìn thấy được sau khi bể hoàn thành.

CHÚ THÍCH: Phương pháp gắn nhãn phổ biến là phương pháp khắc nhãn, sử dụng các khuôn ứng suất thấp với bán kính tối thiểu là 0,25 mm. Tuy nhiên, phương pháp này là không thích hợp với các tấm có chiều dày nhỏ hơn 6 mm. Có thể dùng sơn hoặc mực đánh dấu.

### 6.2 Chế tạo và dung sai của tấm

#### 6.2.1 Các tấm vỏ bể

Các mép cắt bằng nhiệt phải được mài sáng và hoàn toàn không có chỗ bị oxy hóa hay vảy kim loại.

Dung sai phải được quy định cụ thể dựa trên quá trình gia công thép, quy trình chế tạo tại xưởng và phương pháp lắp đặt được đề xuất. Độ rộng tối đa của vòng vỏ bể có dung sai 4 mm so với giá trị sử dụng trong thiết kế.

Đối với bể vách, các tấm thép phải được cán nguội và không có các khuyết tật có thể nhìn thấy được bằng mắt thường.

#### 6.2.2 Tấm hình khuyên

Cạnh ngoài và hai cạnh ngắn của tất cả các tấm hình khuyên phải được kiểm tra độ tách lớp bằng siêu âm cho bề rộng 150mm sau khi được chế tạo theo quy trình phù hợp với EN 10160:1999, cấp S<sub>2</sub>.



### 6.2.3 Ống nối

Nếu các cổ ống nối trong bể chứa chất lỏng chính và phụ được chế tạo từ thép cán, các mối hàn dọc trên cổ ống nối phải được kiểm tra 100 % bằng tia bức xạ hoặc siêu âm.

Nếu các cổ ống nối gắn vào vỏ bể được chế tạo từ các tấm thép cacbon dày 25 mm hoặc hơn, phải dùng siêu âm để kiểm tra độ tách lớp tại các vị trí vỏ bể và tấm gia cố được hàn vào ống nối.

Nếu các mặt bích được chế tạo từ thép tấm, phương pháp kiểm tra bằng siêu âm phải được tiến hành phù hợp với EN 10160:1999 để bảo đảm hoàn toàn không xảy ra hiện tượng tách lớp.

Các mặt bích trượt phải được hàn từ hai bên.

Tất cả các mặt bích cổ ống hàn phải có mối hàn giáp mép ngẫu hoàn toàn.

### 6.2.4 Các tấm gia cố

Các tấm gia cố được định hình phù hợp sao cho khi lắp ráp, chúng có cùng độ cong với lớp vỏ bể mà chúng hàn vào.

Tất cả các tấm gia cố ống nối phải có ít nhất một lỗ thăm có ren dùng cho mục đích kiểm tra.

## 6.3 Dung sai

### 6.3.1 Dung sai ngoại biên của móng

Trong trường hợp sử dụng dầm xuyên bê tông đặt bên dưới vỏ bể, mặt trên của dầm có dung sai cao trình là  $\pm 3$  mm trong bất kỳ khoảng độ dài 10 m nào của chu vi (được tính từ độ cao trung bình) và trong khoảng  $\pm 6$  mm trong toàn bộ chu vi vỏ bể tính từ độ cao trung bình.

Nếu sử dụng bản đáy bằng bê tông, vùng 300 mm bên trong và 300 mm bên ngoài của vỏ bể phải tuân theo dung sai cao trình của dầm xuyên bê tông.

### 6.3.2 Các dung sai bề mặt móng khác

Tất cả các sai số, tính với tấm dài 3 m, đều không được lớn hơn 15 mm.

### 6.3.3 Dung sai tấm đáy bể

Các biến dạng cục bộ của tấm đáy phải được giảm thiểu bằng cách kiểm soát trình tự hàn hay lắp đặt các tấm tăng cứng tạm thời,... Các biến dạng này không được vượt quá 75 mm trên một khoảng cách nhỏ hơn 3 m.

### 6.3.4 Kết nối vỏ bể với đáy

Sau khi lắp ráp và hàn lớp vỏ bể đầu tiên vào đáy, dung sai bán kính trong của vỏ bể đo theo chiều ngang ở độ cao 300 mm tính từ đáy bể, phải nằm trong giới hạn nêu ở Bảng 9. Phép đo phải được thực hiện ở tâm của mỗi tấm vỏ bể.

Bảng 9 – Dung sai bán kính bề

Đường kính, $D$ m	Dung sai bán kính mm
$D \leq 12$	$\pm 12$
$12 < D \leq 46$	$\pm 19$
$46 < D \leq 76$	$\pm 25$
$76 < D$	$\pm 30$

### 6.3.5 Độ ôvan

Độ sai lệch giữa đường kính tối đa và tối thiểu tại độ cao bất kỳ trên vỏ bể không được phép vượt quá 1 % đường kính hoặc 300 mm, tùy giá trị nào nhỏ hơn.

### 6.3.6 Biến dạng cục bộ trên tấm

Biến dạng cục bộ của các tấm vỏ bể phải được kiểm tra bằng một thước thẳng 1 m theo phương thẳng đứng và một tấm mẫu dài 1 m theo phương ngang. Các tấm mẫu dùng cho các phép đo theo phương ngang phải được chế tạo phù hợp với bán kính thiết kế của bể.

Độ sai lệch tối đa giữa mẫu thiết kế và mẫu được chế tạo phải phù hợp với Bảng 10.

Bảng 10 – Độ sai lệch tối đa giữa mẫu thiết kế và mẫu được chế tạo

Chiều dày tấm, $e$ mm	Độ chênh lệch mm
$e \leq 12,5$	16
$12,5 < e \leq 25,0$	13
$25,0 < e$	10

### 6.3.7 Biến dạng cục bộ trên mối hàn

Biến dạng cục bộ tại các mối hàn, góc gấp (peaking), về phía trong hoặc phía ngoài trọng tâm của bể chứa (xem Hình 5), và dung sai phải được áp dụng cho từng điều kiện cụ thể.

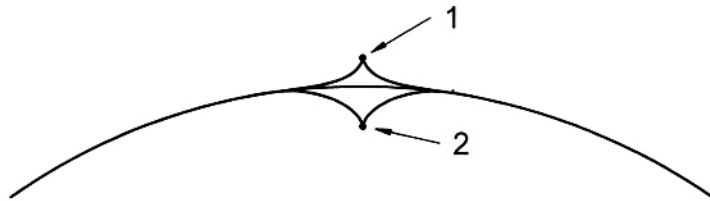
Góc gấp (peaking) phải được đo bằng dụng cụ chuyên dụng (xem Hình 6). Dụng cụ đo phải được thiết lập góc gấp tối đa cho phép (có thêm hiệu chỉnh cho versine) theo quy định trong Bảng 11.

Góc gấp có thể chấp nhận được khi một trong những chân bên ngoài nâng lên khỏi bề mặt.

CHÚ THÍCH: Góc gấp đường hàn có chiều dài giảm ngăn việc sử dụng khuôn mẫu được khứa vào bề rộng đường hàn.

Bảng 11 – Giới hạn dung sai cho biến dạng cục bộ trên mối hàn

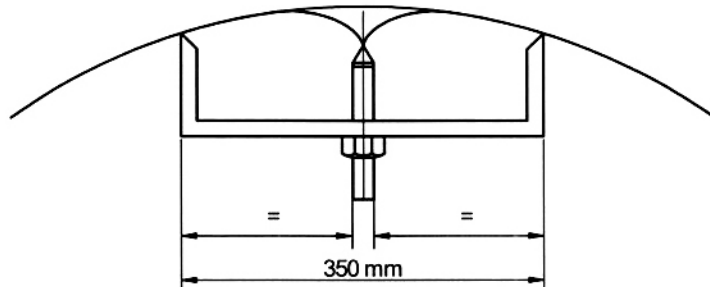
Chiều dày tấm, $e$ mm	Dung sai lớn nhất mm
$e \leq 12,5$	12
$12,5 < e \leq 25,0$	9
$25,0 < e$	6



CHÚ DẪN:

- 1 Góc gấp ngoài
- 2 Góc gấp trong

Hình 5 – Góc gấp ngoài và trong



Hình 6 – Dụng cụ đo góc gấp

### 6.3.8 Dung sai theo phương đứng

#### 6.3.8.1 Bể bằng thép

Độ sai lệch tối đa giữa điểm trên cùng và dưới cùng của vỏ bể không được lớn hơn  $1/200$  tổng chiều cao của vỏ bể, hoặc 50 mm, tùy giá trị nào nhỏ hơn.

#### 6.3.8.2 Tấm lót

Độ sai lệch tối đa của tấm lót không được lớn hơn 100 mm.

### 6.3.9 Dung sai trong việc căn chỉnh tấm thẳng hàng

#### 6.3.9.1 Mối nối dọc

Độ lệch của các tấm vỏ bể tại vị trí các mối nối dọc không được phép lớn hơn các giá trị trong Bảng 12.

Bảng 12 – Độ lệch tại các mối nối đứng

Chiều dày tấm, $e$ mm	Độ lệch mm
$e \leq 15$	1,5
$15 < e \leq 30$	10 % của $e$
$30 < e$	3,0

### 6.3.9.2 Mối nối ngang

Độ lệch của vị trí tấm giữa thiết kế và thực tế không được vượt quá 20 % chiều dày của tấm nằm phía trên, tối đa là 3 mm.

### 6.3.10 Dung sai cho hệ thống vách

Toàn bộ hệ thống vách ngăn (vách, các tấm cách nhiệt, keo dính, neo,...) sẽ được kết nối hoặc nâng đỡ bởi thành hay đáy bể bằng bê tông. Vì vậy, nhà thầu phải xác định các dung sai của bể bê tông, sao cho hệ thống vách có thể điều tiết được các dung sai này được dưới mọi tác động.

## 6.4 Nắp

Phương pháp thi công phải đảm bảo duy trì được độ ổn định của nắp bể trong suốt quá trình lắp ráp.

Nếu sử dụng kết cấu giá đỡ tạm thời, nhà thầu phải tiến hành các biện pháp an toàn cần thiết nhằm tránh hiện tượng xoắn vặn của khung đỡ và sự quay của toàn bộ kết cấu.

## 6.5 Các bộ phận tạm thời

Các bộ phận tạm thời phải được hàn theo quy trình áp dụng cho vật liệu mà các bộ phận này gắn kết vào. Bộ phận tạm thời phải được tháo bỏ bằng cách cắt nhiệt, đục tẩy hoặc mài. Sau khi cắt bằng nhiệt hoặc cắt rãnh mối hàn, một lớp vật liệu 2 mm được chừa lại và được mài cho tới khi tạo được một bề mặt nhẵn. Phải tiến hành các biện pháp kiểm tra vết nứt sau khi tháo bỏ bộ phận.

Không cho phép hàn bộ phận tạm thời vào vách thép.

## 7 Quy trình hàn

### 7.1 Yêu cầu chung

Tất cả các quy trình hàn, bao gồm cả hàn sửa chữa và hàn gá, phải có Đặc tính kĩ thuật của quy trình hàn (Welding Procedure Specification – WPS) và Báo cáo chấp nhận quy trình hàn (Welding Procedure Approval Record – WPAR) phù hợp với ISO 15607; ISO 15609-1:2004 và ISO 15614-1.

Đối với bồn chứa chất lỏng chính và phụ, các quy trình hàn phải được phê chuẩn lại cho mỗi công trình mới, không sử dụng các bản phê chuẩn trước đó. Thép sử dụng phải được chế tạo từ cùng một nhà máy và theo cùng một quá trình luyện thép.

Trong trường hợp các tấm kim loại còn lớp sơn bảo vệ từ trước đó và trong suốt quá trình hàn, phải tiến hành việc phê chuẩn quy trình hàn cho các tấm với loại sơn này.

## **7.2 Các yêu cầu của Báo cáo chấp nhận quy trình hàn**

Báo cáo chấp nhận quy trình hàn phải được thiết lập cho mỗi điều kiện sau đây.

Trong mỗi quá trình hàn dùng cho các mối hàn vòng quanh vỏ bể, các tấm thử hàn giáp mép phải được hoàn thiện việc kiểm tra cho các chiều dày sau tại vị trí nằm ngang:

- Chiều dày bằng hoặc nhỏ hơn chiều dày tối thiểu của vỏ bể;
- Chiều dày bằng hoặc lớn hơn chiều dày tối đa của vỏ bể.

Trong mỗi quá trình hàn dùng cho các mối hàn dọc trên vỏ bể, các tấm thử hàn giáp mép phải được hoàn thiện việc kiểm tra cho các chiều dày sau tại vị trí thẳng đứng:

- Chiều dày bằng hoặc nhỏ hơn chiều dày tối thiểu của vỏ bể;
- Chiều dày bằng hoặc lớn hơn chiều dày tối đa của vỏ bể.

Các khoảng chiều dày cho phép được chấp thuận nêu trên đây tối thiểu phải tuân theo các yêu cầu trong ISO 15614-1.

## **7.3 Thử va đập**

Thử va đập đối với kim loại hàn và HAZ dùng cho Báo cáo chấp nhận quy trình hàn và quá trình thử nghiệm sản phẩm phải tuân theo Bảng 2 và các yêu cầu sau:

- Mỗi bộ mẫu phải bao gồm 3 mẫu thử. Một bộ mẫu dùng cho thử kim loại hàn và một bộ dùng cho thử vùng ảnh hưởng nhiệt;
- Mẫu thử va đập Charpy khía chữ V đối với kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt phải được lấy ở vị trí tối đa là 2 mm dưới bề mặt kim loại gốc và nằm ngang so với mối hàn. Tấm thử va đập phải được cán theo chiều song song với mối hàn, ngoại trừ các tấm thử mối hàn dọc thì có thể được xoay để chiều cán ngang với mối hàn;
- Vết khía chữ V phải được cắt vuông góc với bề mặt của mối hàn;

Trong thử vùng ảnh hưởng nhiệt, vết khía phải cách đường nóng chảy từ 1 mm đến 2 mm, và trong thử kim loại hàn, vết khía phải nằm ở đường tâm của mối hàn.

## **7.4 Thép 9 % niken**

## **TCVN 8615-2:2010**

Các giá trị của mẫu thử kéo ngang nêu trong ISO 15614-1 không được phép nhỏ hơn các giá trị sử dụng trong thiết kế các mối hàn dọc và/hoặc 80 % giá trị sử dụng cho mối hàn ngang. Nếu xuất hiện hiện tượng nứt gãy trong kim loại hàn, ứng suất bền và ứng suất chảy của kim loại hàn phải được xác định bằng:

- Hai tấm mẫu kim loại hàn (1 tấm cho vị trí 1G và 1 tấm cho vị trí 3G) được chuẩn bị, sử dụng các tấm thép phủ cacbon;
- Hai mẫu thử kim loại hàn được chuẩn bị từ mỗi tấm thử.

### **7.5 Thợ hàn tay và thợ hàn máy**

#### **7.5.1 Bể chứa đơn, kép và bể chứa tổ hợp**

Thợ hàn tay phải được chứng nhận theo TCVN 6700-1 (ISO 9606-1). Thợ hàn máy phải được chứng nhận theo EN 1418.

#### **7.5.2 Bể vách**

Việc kiểm tra các mối hàn phải được tiến hành trong quá trình lắp ráp các bản vách theo thực tế.

Các thử chứng nhận phải được tiến hành tối thiểu là cho các vị trí và chiều sau:

- Vị trí hàn bằng, đối với phần phía dưới;
- Vị trí hàn leo, đối với phần vỏ bể;
- Vị trí hàn ngang với phần gờ hướng lên trên hoặc xuống dưới, đối với phần vỏ bể.

Mỗi mẫu kiểm tra đều phải được kiểm tra bằng phương pháp chụp macro.

Trong suốt quá trình làm việc, mỗi thợ hàn tay và thợ hàn máy đều phải được đánh giá năng lực định kỳ. Thời gian giữa hai lần đánh giá phải căn cứ theo kết quả thu được của sản phẩm. Tối thiểu, với thợ hàn tay phải là 1 lần/tháng và thợ hàn máy là 1 lần/tuần.

### **7.6 Tắm thử nghiệm sản phẩm**

#### **7.6.1 Bể chứa đơn, kép và tổ hợp**

Đối với bồn chứa chất lỏng chính và phụ, tối thiểu là một tấm thử nghiệm sản phẩm được chế tạo bằng các mối hàn dọc của tấm dày nhất và mỏng nhất và cho mỗi quá trình hàn sử dụng để hàn các lớp này.

Việc hàn và kiểm tra các tấm thử nghiệm sản phẩm phải được thực hiện càng sớm trong quá trình thi công bể chứa càng tốt.

Nếu chênh lệch chiều dày giữa tấm vỏ bể trên cùng và dưới cùng bằng hoặc lớn hơn 20 mm, phải bổ sung một tấm thử nghiệm cho mỗi quá trình hàn tại vị trí thẳng đứng trên tấm có chiều dày xấp xỉ giá trị trung bình của khoảng chênh lệch chiều dày của lớp vỏ bể trên và dưới. Các tấm thử nghiệm phải có

chiều rộng tối thiểu là 400 mm (200 mm mỗi bên của mỗi hàn), và phải đủ lớn để tránh những ảnh hưởng của nhiệt tới các tính chất cơ học của vật liệu.

Vật liệu sử dụng cho các tấm thử nghiệm sản phẩm phải là một trong các loại thép dùng để dựng bể.

Ngoài ra, que hàn sử dụng để hàn các tấm sản phẩm phải có cùng nhãn hiệu và chủng loại với que hàn sử dụng cho các mối hàn sản phẩm tương ứng.

Nếu phương pháp lắp ráp không cho phép tấm thử nghiệm đặt được tại đầu của mối hàn dọc, tấm này phải được hàn ngay tại hiện trường ở vị trí phù hợp, sử dụng các chỉ dẫn kỹ thuật quy trình hàn dùng để hàn các mối nối sản phẩm được biểu diễn.

Các yêu cầu về kiểm tra và kiểm tra tấm thử nghiệm sản phẩm giống như các yêu cầu cho Báo cáo chấp nhận quy trình hàn. Tuy nhiên, chỉ phải tiến hành thử va đập Charpy khía chữ V cho kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt. Các thử lại phải được cho phép thực hiện nếu cần thiết. Trong trường hợp thử lại không đạt, phải tiến hành hiệu chỉnh. Bên đặt hàng cũng phải được thông báo về việc này.

### 7.6.2 Bể vách

Tối thiểu phải chế tạo một tấm thử nghiệm sản phẩm bằng các mối hàn dọc và ngang các bản thép và và bằng các mối hàn dưới của đáy bể.

## 8 Hàn

### 8.1 Các mối hàn gá và tạm thời

Các mối hàn gá tạm và tạm thời phải được thực hiện bởi các thợ hàn tay có trình độ.

CHÚ THÍCH: Những mối hàn này không cần thiết loại bỏ nếu chúng có chất lượng tốt và những đường hàn kế tiếp đi qua nó nóng chảy hoàn toàn vào trong mối hàn nguội.

### 8.2 Điều kiện khí quyển

Nhà thầu phải thực hiện các biện pháp nhằm đảm bảo rằng các mối hàn được bảo vệ để khỏi hơi ẩm, mưa, và gió.

Khi nhiệt độ của kim loại gốc hạ xuống dưới +5 °C, vật liệu ở cả hai bên của mối hàn phải được gia nhiệt trước. Quá trình gia nhiệt trước phải được tiến hành sao cho toàn bộ chiều dày mối hàn lớn hơn 5 °C.

### 8.3 Gia nhiệt trước

Khi quá trình gia nhiệt trước được yêu cầu, nó phải bao quanh toàn bộ chiều dày của các phần cần hàn trong khoảng cách bằng 4 lần chiều dày tấm hoặc 75 mm, tùy giá trị nào lớn hơn, theo mọi hướng trước khi hàn.

Quá trình gia nhiệt trước phải phù hợp với EN 1101-2.

#### 8.4 Xử lý nhiệt sau hàn

Các ống nối và cửa kiểm tra trên vỏ bể phải được hàn vào tấm vỏ bể hoặc tấm chèn dày và các kết cấu hàn phải được xử lý nhiệt sau hàn trước khi được lắp đặt vào bể, ngoại trừ một trong các ngoại lệ sau:

- tất cả các kết cấu đều có chiều dày dưới 16 mm;
- tất cả các kết cấu có chiều dày dưới 30 mm và đường kính danh nghĩa của ống nối nhỏ hơn 300 mm;
- ống nối hay cửa kiểm tra trên vỏ bể chứa ngoài được thiết kế cho bồn chỉ chứa hơi.

Cần phải lập đồ thị xử lý nhiệt phục vụ cho quá trình xử lý nhiệt.

CHÚ THÍCH 1: Các quy định trên đây áp dụng cho thép cacbon mangan, và không được áp dụng cho thép có 1,5 % và 9 % niken, thép austenit không gỉ và các vật liệu kim loại màu.

Các tấm thép 9 % niken tạo hình nguội phải được xử lý nhiệt sau hàn (hoặc giảm ứng suất) nếu biến dạng sợi thép cực trị của quá trình tạo hình nguội lớn hơn 3 % giá trị xác định theo công thức sau:

$$s = \frac{50t}{R_f} \left( 1 - \frac{R_f}{R_o} \right)$$

Trong đó:

$R_o$  là bán kính đầu (lấy giá trị vô cùng cho tấm phẳng), tính theo milimet (mm);

$R_f$  là bán kính cuối, tính theo milimet (mm);

$s$  là độ biến dạng, tính theo phần trăm (%);

$t$  là chiều dày tấm, tính theo milimet (mm).

Nhiệt độ tại các điểm nhất định với số lượng đủ lớn phải được ghi liên tục và tự động để đảm bảo rằng toàn bộ kết cấu được xử lý nhiệt trong khoảng xác định trước.

Nhiệt độ trong lò không được vượt quá 400 °C trong thời điểm đưa kết cấu vào.

Tốc độ nung nóng trên 400 °C, tính theo độ Celcius trên giờ (°C/h), không được vượt quá:

$$\frac{5\ 500}{e} \quad \text{với tốc độ tối đa là } 220 \text{ °C/h}$$

Trong đó:

$e$  là chiều dày tấm vỏ bể hoặc tấm chèn, tính theo milimet (mm).

Trong suốt giai đoạn gia nhiệt, không được phép tăng nhiệt độ trên toàn bộ kết cấu lớn hơn 150 °C trên khoảng chiều dài 4 500 mm bất kì, và quá trình ủ nhiệt, nhiệt độ trên toàn bộ kết cấu phải nằm trong khoảng từ 580 °C đến 620 °C. Đối với thép đã được tôi và ram, phải tham khảo thêm về quá trình luyện thép.



Khí quyển trong lò nung phải được điều khiển để tránh ôxi hóa quá mức bề mặt kết cấu. Kết cấu cũng không được tiếp xúc trực tiếp với ngọn lửa.

Khi kết cấu đạt được nhiệt độ đồng đều như đã tính toán, nhiệt độ phải được giữ ổn định trong khoảng thời gian 2,5 min trên mỗi milimet chiều dày của tấm vỏ bề hay tấm chèn với thời gian tối thiểu là 1 h.

CHÚ THÍCH 2: Nếu cần thiết có thể sử dụng thông tin về thời gian/nhiệt độ ghi trong Bảng 13.

**Bảng 13 – Thời gian giữ nhiệt tại nhiệt độ thấp**

Nhiệt độ °C	Thời gian giữ nhiệt min/mm chiều dày
500	12,5
540	7,5
570	5,0

Kết cấu được làm nguội trong lò tới nhiệt độ 400 °C với tốc độ không được vượt quá giá trị:

$$\frac{5\ 500}{e}$$

với tốc độ tối đa là 220 °C/h

Trong đó:

$e$  là chiều dày tấm vỏ bề hoặc tấm chèn, tính theo milimet (mm).

CHÚ THÍCH 3: Với nhiệt độ dưới 400°C, kết cấu có thể được làm nguội bằng không khí tĩnh.

Các tấm nối phải được tăng cứng phù hợp đảm bảo không bị biến dạng trong quá trình xử lý nhiệt sau hàn.

## 9 Kiểm tra

### 9.1 Trình độ của nhân viên thử không phá hủy

Nhân viên thử không phá hủy phải có chứng chỉ tương ứng tối thiểu là đến trình độ của công việc họ được yêu cầu thực hiện. Chứng chỉ này do cơ quan có thẩm quyền cấp cho kiểm định viên về thử không phá hủy phù hợp với TCVN 5868 (ISO 9712).

CHÚ THÍCH: Các tiêu chuẩn/quy chuẩn EN 473; ASNT SNT-TC-1A, CP189, hoặc ACCP cũng có thể được sử dụng.

### 9.2 Các quy trình kiểm tra

Việc kiểm tra thử không phá hủy phải do bộ phận độc lập với bộ phận sản xuất thực hiện.

## **TCVN 8615-2:2010**

Các quy trình kiểm tra và thử phải được chuẩn bị trước. Mỗi quy trình tối thiểu phải đưa ra các vấn đề sau:

- Phạm vi áp dụng của các quy trình;
- Các điều kiện hoạt động:
  - 1) Loại thiết bị được sử dụng;
  - 2) Loại và đặc tính của các sản phẩm;
  - 3) Các thông số thử (thời gian, nhiệt độ,...);
  - 4) Các điều kiện đọc kết quả (ánh sáng,...).

### **9.3 Loại kiểm tra**

#### **9.3.1 Kiểm tra vật liệu**

Nhà thầu phải đảm bảo rằng hệ thống nhãn/dấu nhận biết của vật liệu phải rõ ràng. Hệ thống nhãn hiệu này phải đảm bảo vật liệu có thể được nhận biết bất kỳ thời điểm nào trong suốt quá trình thi công.

#### **9.3.2 Quy mô kiểm tra mỗi hàn**

##### **9.3.2.1 Bồn chứa chất lỏng chính và phụ của bể chứa đơn, kép và tổ hợp**

Quá trình kiểm tra phải phù hợp với Bảng 14.

Bảng 14 – Kiểm tra hàn cho bồn chứa chất lỏng chính và phụ

Bộ phận của bể	Các dạng hàn	Phương pháp kiểm tra					
		Mất thường %	Thử thấm thấu chất màu %	Hạt từ %	Hộp chân không %	Bột xà phòng %	Tia bức xạ hoặc siêu âm %
Tấm đáy bể	Hàn giáp mép	100 <sup>a</sup>			100 <sup>a</sup>		
	Hàn góc	100 <sup>a</sup>			100 <sup>a</sup>		
Tấm hình khuyên ở đáy	Hàn giáp mép hướng tâm	100			100		100
Đáy-vỏ bể	Hàn góc	100 <sup>b</sup>				100 <sup>b</sup>	
Vỏ bể	Hàn giáp mép	100 <sup>b</sup>					xem Bảng 16
Ống nối trên thành hoặc đáy bể	Hàn dọc	100 <sup>c</sup>					100
	Hàn cổ bích vào ống $d_n \geq 100$ mm	100 <sup>c</sup>	100 hoặc 100				10
	Hàn cổ bích vào ống $d_n < 100$ mm	100 <sup>c,d</sup>	100 hoặc 100				
	Hàn góc mặt bích trượt vào ống	100 <sup>c</sup>	100 hoặc 100				
Ống nối và vỏ bể (ống lồng và ống nối với tấm gia cường)	Hàn ống nối vào thành hoặc đệm	100 <sup>c</sup>	100 hoặc 100				
	Hàn ống nối vào tấm gia cố	100 <sup>c</sup>	100 hoặc 100				
	Hàn tấm gia cố vào vỏ bể	100 <sup>c</sup>				100	
	Tấm đệm vào vỏ bể	100					100
Giá đỡ và tấm lót cố định	Hàn góc	100	100 hoặc 100				
Vòng tăng cứng	Các mối hàn giáp mép chính trên vòng tăng cứng	100					100
	Hàn góc vào vỏ bể	100	100 hoặc 100				

a) Trước và sau thử thủy lực.  
b) Cả hai cạnh mặt.  
c) Sau khi xử lý nhiệt sau hàn, nếu yêu cầu.  
d) Một mặt.

**Bảng 15 – Kiểm tra bằng tia bức xạ/siêu âm cho các mối hàn trên thành bồn chứa chất lỏng chính và phụ**

Kiểu kiểm tra	Mối hàn		
	Dọc %	Chữ T % <sup>a</sup>	Ngang % <sup>b</sup>
Tia bức xạ hoặc siêu âm	100	100	5
<sup>a</sup> ) Tấm phim 400 mm đặt nằm ngang. <sup>b</sup> ) Bề sung cho hàn chữ T.			

### 9.3.2.2 Bồn chứa chất lỏng chính của bể vách

Với vách bể bằng thép không gỉ, phải tiến hành các kiểm tra hàn sau:

- Kiểm tra bằng mắt 100 %;
- Thử độ kín khí amoniac;
- Các thử kiểm tra thấm chất màu phải được tiến hành mỗi ngày trên 5 % của mỗi loại hàn.

### 9.3.2.3 Bồn chứa hơi của bể chứa đơn, kép và tổ hợp

Quá trình kiểm tra phải phù hợp với Bảng 16.

Bảng 16 – Kiểm tra tấm chắn/lót hơi

Bộ phận của bể chứa	Kiểu lắp ráp	Phương pháp kiểm tra					
		Mất thường %	Thấm thấu chất màu %	Hạt từ %	Hộp chân không %	Bọt xà phòng %	Tia bức xạ hoặc siêu âm %
Tấm đáy bể	Hàn giáp mép	100			100		
	Hàn góc	100			100		
Tấm hình khuyên ở đáy	Hàn giáp mép hướng tâm	100			100		
Đáy-vỏ bể	Hàn góc	100			100		
Vỏ bể	Hàn giáp mép	100			100		xem Bảng 18
Vùng chịu nén	Hàn dọc và đối đầu hướng tâm	100	100 hoặc 100				25
	Hàn giáp mép hay góc theo chu vi	100	100 hoặc 100			100	
Nắp bể	Hàn góc	100				100	
	Hàn giáp mép	100				100	
Ống nối trên thành, đáy hay nắp bể	Hàn ống nối lắp thẳng đứng	100				100	
	Hàn mặt bích vào thân vò	100				100	
Ống nối gắn vào vỏ bể hoặc đệm và ống nối với tấm gia cố	Hàn ống nối vào vỏ bể hoặc đệm	100	100 hoặc 100			100	
	Gắn ống nối vào tấm gia cố	100	100 hoặc 100			100	
	Gắn tấm gia cố vào vỏ bể	100				100	
	Gắn tấm đệm vào vỏ bể	100					100
Giá đỡ tạm	Sau khi dỡ bỏ giá đỡ	100	100 hoặc 100				
Giá đỡ và tấm lót cố định	Hàn góc	100	100 hoặc 100				
Vòng tăng cứng (dầm chống gió)	Các mối hàn giáp mép chính trên vòng tăng cứng	100	100 hoặc 100				‡
	Hàn góc vào vỏ bể	100					

**Bảng 17 – Kiểm tra bằng tia bức xạ và siêu âm các mối hàn  
tấm vỏ bể bồn chứa hơi**

Kiểu kiểm tra	Mối hàn		
	Đọc %	Chữ T % <sup>a</sup>	Ngang %
Tia bức xạ hoặc siêu âm	5	25	1
<sup>a</sup> ) 50 % kiểm tra bằng tia bức xạ dùng tấm phim 400 mm đặt nằm ngang và 50 % với tấm phim đặt dọc.			

#### 9.4 Kiểm tra bằng mắt

Quy trình kiểm tra bằng mắt phải được tiến hành theo EN 970 để kiểm tra các vảy hàn, kích thước, hình dạng mối hàn, và để phát hiện những sai lỗi trên bề mặt, trên mối hàn và trên tấm, ống nối và tất cả các phụ kiện của bể chứa trong suốt quá trình chế tạo và lắp ráp.

Quá trình kiểm tra này phải được tiến hành trước các thử hoặc thử không phá hủy khác.

#### 9.5 Kiểm tra bằng thẩm thấu chất màu

Quy trình kiểm tra bằng phương pháp thẩm thấu chất màu phải tiến hành theo EN 571-1.

Tất cả các sản phẩm chất màu thẩm thấu sử dụng trong một quá trình kiểm tra cụ thể phải tương thích với nhau.

Nhà thầu phải đảm bảo rằng sản phẩm sử dụng không gây nhiễm bẩn các kết cấu đang được kiểm tra và các sản phẩm được cất giữ.

#### 9.6 Kiểm tra bằng hạt từ

Quy trình kiểm tra bằng hạt từ phải được tiến hành theo EN 1290.

Phương pháp từ hóa được sử dụng phải không tạo ra dòng điện bên trong kết cấu. Phải sử dụng một nam châm điện di động, nam châm này kết hợp với kết cấu cần kiểm tra tạo ra một dòng từ khép kín.

Toàn bộ quy trình và trang thiết bị sử dụng trong quá trình kiểm tra, phương pháp sử dụng trong nghiên cứu loại bỏ các sai lỗi phải được mô tả trong tài liệu. Các tài liệu này phải cung cấp cho bên đặt hàng và giám sát viên.

Quy trình phải chỉ ra chất lượng bề mặt yêu cầu để cho phép hiểu đúng đắn.

Không được phép sử dụng phương pháp kiểm tra hạt từ với thép 9 % niken.

#### 9.7 Kiểm tra bằng hộp chân không

Quy trình kiểm tra bằng hộp chân không phải được tiến hành theo EN 1593.

Các tấm phải được làm sạch và các mối hàn phải được tẩy nhờn cũng như không có bất kỳ gì hay vảy sắt nào có thể ảnh hưởng đến chất lượng của việc kiểm tra.

Hệ thống bơm sử dụng phải đảm bảo áp suất chân không tối thiểu là 300 mbar.

Dung dịch xà phòng sử dụng phải có đặc tính:

- Khả năng thấm ướt cao;
- Độ nhớt thấp;
- Sức căng bề mặt thấp;
- Khả năng tạo bọt cao.

### **9.8 Kiểm tra độ kín amoniac**

Phải tiến hành thử kiểm tra độ kín amoniac.

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng NF A09-106 hoặc các tiêu chuẩn khác tương đương.

### **9.9 Kiểm tra bằng bọt xà phòng**

#### **9.9.1 Yêu cầu chung**

Quy trình kiểm tra bằng bọt xà phòng phải được tiến hành theo EN 1593.

#### **9.9.2 Mối hàn góc hai phía giữa thành và đáy bể**

Với các tấm vỏ bể được hàn góc kép vào đáy, không khí với áp suất tối thiểu là 500 mbar(g) được dẫn qua các lỗ ren (được tạo ra và dùng cho mục đích kiểm tra) vào khoảng không nằm giữa mối hàn góc, và phải được duy trì tại áp suất đó trong suốt quá trình kiểm tra. Dung dịch xà phòng phải được quét bằng bàn chải hay phun lên mối hàn. Sau khi kiểm tra, lỗ ren phải được bịt kín lại.

Phải chú ý để đảm bảo rằng áp suất thử giữa hai mối hàn góc được liên tục trên toàn bộ chu vi xung quanh vỏ bể.

#### **9.9.3 Các tấm gia cố**

Sau khi được thấm ướt thích hợp bằng dung dịch xà phòng, không khí với áp suất tối thiểu là 500 mbarg phải được dẫn qua các lỗ ren. Thời gian thử không được ngắn hơn 30 s. Sau khi kiểm tra, phải bịt kín lỗ ren lại.

#### **9.9.4 Nắp**

Sau khi kiểm tra nắp thép bằng khí nén, các mối hàn góc bên ngoài phải được thấm ướt bằng dung dịch xà phòng. Áp suất thiết kế phải được duy trì trong suốt quá trình kiểm tra.

### **9.10 Kiểm tra bằng tia bức xạ**

## **TCVN 8615-2:2010**

Quy trình kiểm tra bằng tia bức xạ phải được tiến hành theo EN 1435:1997, hạng mục kiểm tra B, Bảng 1.

Nguồn bức xạ phải được lựa chọn tùy thuộc vào chiều dày và diện tích vật liệu được kiểm tra.

Các tấm phim sử dụng phải tuân theo EN 584-1 và EN 584-2.

Chiều dài của một tấm phim bức xạ phải là 400 mm. Sử dụng phim hẹp được cho phép cung cấp một dải 10 mm kim loại gốc, không có bất kì ghi chú đánh dấu phim nào, có thể nhìn thấy ở mỗi bên của đường hàn.

Chỉ số chất lượng hình ảnh (Image Quality Indicator – IQI) phải phù hợp với EN 462-1 hoặc EN 462-2.

Các tấm phim chụp mỗi hàn phải đánh dấu. Dấu này để nhận biết tên tuổi thợ hàn tay, thợ hàn máy và vị trí của mỗi hàn được ghi thống nhất trong bản vẽ và thực tế trên thiết bị. Mỗi tấm phim đều phải được đánh dấu cùng với các tài liệu tham khảo của bể chứa và vị trí của nó trên bể.

Tấm phim phải được lưu giữ để sử dụng khi cần thiết trong một khoảng thời gian tối thiểu là 5 năm, hoặc bởi nhà thầu/lắp ráp hoặc bởi bên đặt hàng, như trong đơn đặt hàng.

### **9.11 Kiểm tra bằng siêu âm**

Quy trình kiểm tra bằng siêu âm, sử dụng như quy trình kiểm tra bổ sung, phải được tiến hành theo EN 1714:1997.

Nếu kiểm tra bằng siêu âm được sử dụng ở vùng truyền được sóng radio (RT = radio transmission), chỉ được chấp nhận các quy trình lặp lại được và đã được tiêu chuẩn hóa, các quy trình này tạo ra các kết quả ổn định cho quá trình kiểm tra. Tiêu chuẩn API 620:2004, Phụ lục U cung cấp các tiêu chí đáp ứng yêu cầu này.

### **9.12 Các tiêu chí đánh giá chất lượng**

#### **9.12.1 Kiểm tra bằng tia bức xạ**

Các tiêu chí chấp nhận các sai lỗi trong đường hàn phải trên cơ sở EN 12062:1997 và EN ISO 5817:2003 ở mức cơ bản của mức độ chất lượng B.

#### **9.12.2 Kiểm tra bằng siêu âm**

Nếu sử dụng kiểm tra bằng siêu âm cho vùng truyền được sóng radio, phải dùng qui tắc trong API 620:2004 bao gồm cả các tiêu chí để chấp nhận cho vật liệu loại I tới V. Trong trường hợp các phương pháp siêu âm nêu trên không thể áp dụng hoặc phải sử dụng kiểm tra siêu âm thủ công, phải dùng quy trình thủ công trong EN 1714:1997 và các mức độ chấp nhận phù hợp với EN 1712:1997 cho các loại vật liệu loại I tới III. Nếu phải sử dụng kiểm tra siêu âm thủ công cho các vật liệu loại IV và V, phải xây dựng và kiểm tra một quy trình đặc biệt.

CHÚ THÍCH: API 620:2004 đã bổ sung các quy tắc và tiêu chí chấp nhận dựa trên các nứt gãy cơ học cho kiểm tra bằng siêu âm vào phần tia bức xạ.



### 9.13 Các khuyết tật không thể chấp nhận trong mối hàn ngang

#### 9.13.1 Yêu cầu chung

Nếu phát hiện các khuyết tật không thể chấp nhận được, phải tiến hành hàn sửa chữa và thực hiện các kiểm tra bổ sung sau.

#### 9.13.2 Hàn tự động

Ở mỗi bên của vị trí ban đầu, phải chụp thêm một tấm phim nữa hoặc tiến hành kiểm tra siêu âm trong khoảng cách 1 m.

Nếu một trong các tấm phim hay kết quả kiểm tra siêu âm không được chấp nhận, thì phải có một cuộc kiểm tra tổng thể các sản phẩm trong ngày của máy hàn đó.

#### 9.13.3 Hàn thủ công

Ở mỗi bên của vị trí ban đầu, phải chụp thêm một tấm phim nữa hoặc tiến hành kiểm tra siêu âm trong khoảng cách 1 m.

Nếu một trong các tấm phim hay kết quả kiểm tra siêu âm không được chấp nhận, thì phải có một cuộc kiểm tra tổng thể các sản phẩm trong ngày của thợ hàn tay đó.

### 9.14 Độ mỏng chấp nhận được sau khi mài

Nếu phát hiện các sai lỗi trên bề mặt, sai lỗi này phải được loại bỏ hoàn toàn bằng cách mài và sau đó bề mặt phải được kiểm tra một lần nữa.

Độ mài mỏng cục bộ liên quan chiều dày được chấp nhận nếu thỏa mãn hai điều kiện sau:

- Chiều dày cuối cùng của tấm không được phép nhỏ hơn 95 % chiều dày tấm được đặt hàng trong một khu vực có kích thước  $6e \times 6e$ , trong đó  $e$  là chiều dày của tấm;
- Khoảng cách giữa hai khu vực bị ảnh hưởng bởi sự mài mỏng, tối thiểu phải bằng đường kính của đường tròn ngoại tiếp khu vực có diện tích lớn nhất.

**Phụ lục A**

(Tham khảo)

**Các tác động lên vách**

Phải chú ý tới những tác động tĩnh, tuần hoàn và tác động đặc biệt điển hình được chỉ ra trong Bảng A.1 đến A.3:

**Bảng A.1 – Tác động tĩnh**

Áp suất thiết kế	Áp suất chất lỏng thiết kế cộng với áp suất hơi thiết kế
Tải nhiệt	Tải trọng gây ra bởi độ chênh lệch về nhiệt độ
Các tải cơ học	Tải trọng gây ra bởi các ngoại lực như trọng lượng bể, sự căng trước của vỏ bể bê tông, sự co ngót của bê tông,... (tất cả các tải trọng cơ học ngoại trừ sự thay đổi nhiệt độ và áp suất).

**Bảng A.2 – Tác động tuần hoàn**

Áp suất chất lỏng	Sự chênh lệch giữa mực chất lỏng tối đa và tối thiểu	Số chu kỳ được xác định dựa trên tuổi thọ thiết kế của bể và các điều kiện vận hành dự tính
Tải nhiệt	Những thay đổi của nhiệt độ trong quá trình làm lạnh. Sự thay đổi của nhiệt độ do quá trình nạp và xả <sup>a</sup> .	Số chu kỳ được xác định dựa trên tuổi thọ thiết kế của bể và các điều kiện vận hành dự tính
<p>CHÚ THÍCH: Chủ sở hữu có thể cung cấp thông tin về các điều kiện hoạt động của bể. Nếu các thông tin này không hoàn thiện, thiết kế có thể dựa vào các giả định sau đây:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- số lần nhập/xuất sản phẩm mỗi tuần;</li> <li>- Chạy kiểm tra/dừng kiểm tra cứ hai năm một lần.</li> </ul> <p><sup>a</sup>) Nên cung cấp đường cong phân bố nhiệt độ khí bên trong bể cho bên đặt hàng để phê duyệt.</p>		

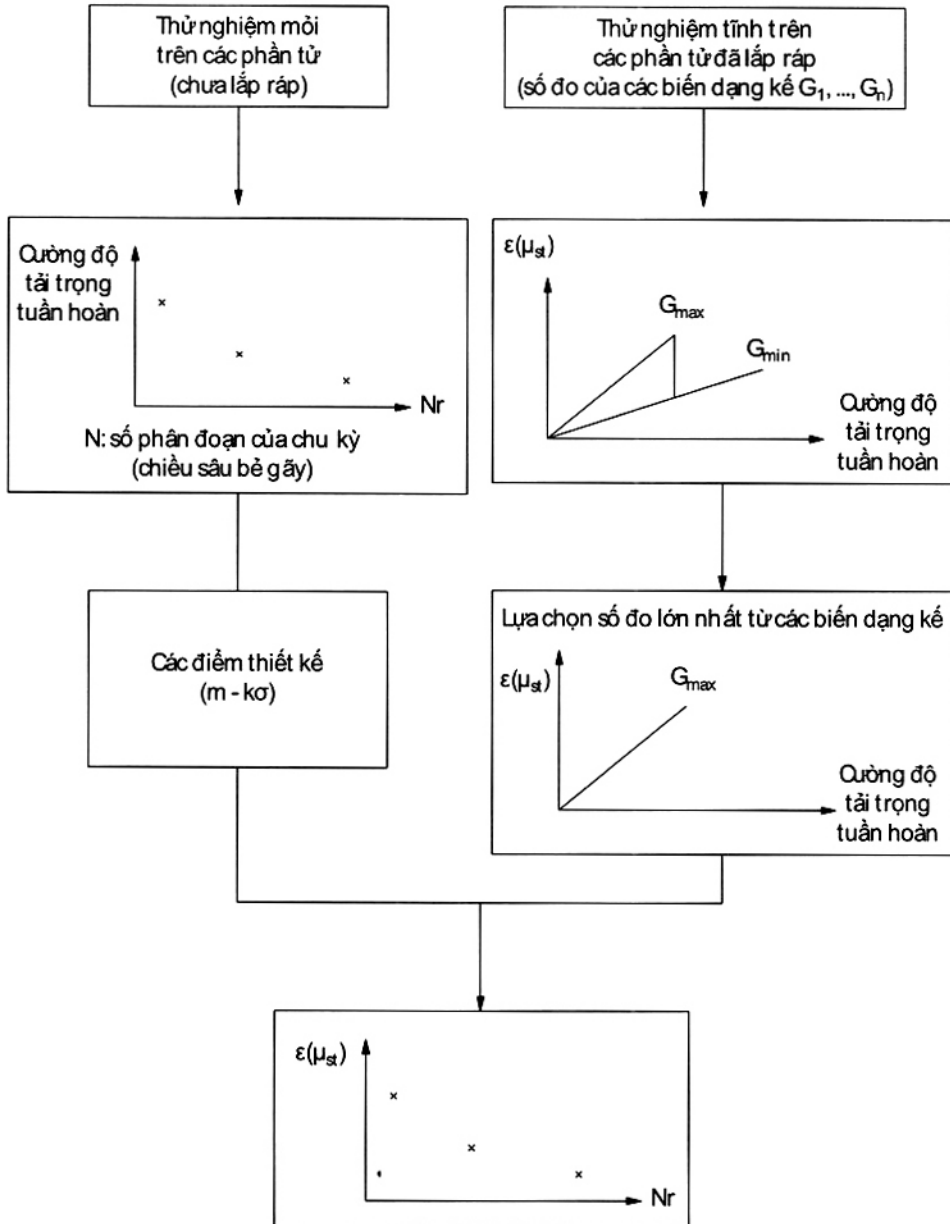
**Bảng A.3 – Tác động ngẫu nhiên**

Tải trọng động đất (Không có độ bền mới)	OBE SSE
--	------------

## Phụ lục B

(Tham khảo)

## Xác định các đường cong tải trọng và độ mỏi của vách bê



Hình B.1 – Biểu đồ tiến trình vách bê

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] TCVN 8615-3:2010 (EN 14620-3:2006), *Thiết kế và chế tạo bể chứa bằng thép, đáy phẳng, hình trụ đứng tại công trình sử dụng trong tầng trữ các loại khí được hóa lỏng và làm lạnh ở nhiệt độ vận hành từ 0 °C đến -165 °C – Phần 3: Các bộ phận bê tông.*
- [2] EN 444, *Non-destructive testing – General principles for radiographic examination of material by X - and gamma-rays.*
- [3] EN 1515-2, *Flanges and their joints – Bolting – Part 2: Classification of bolt materials for steel flanges, PN designated.*
- [4] EN 10028-3, *Flat products made of steels for pressure purposes – Part 3: Weldable fine grain steels, normalized.*
- [5] EN 10028-4, *Flat products made of steel for pressure purposes – Part 4: Nickel alloy steels with specified low temperature properties.*
- [6] EN 10088-1, *Stainless steels – Part 1: List of stainless steels.*
- [7] EN 10088-2, *Stainless steels – Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip for general purposes.*
- [8] EN 14620-4, *Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquified gases with operating temperatures between 0 °C and -165 °C – Part 4: Insulation.*
- [9] EN 14620-5, *Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquified gases with operating temperatures between 0 °C and -165 °C – Part 5: Testing, drying, purging and cool-down.*
- [10] EN ISO 6520-1, *Welding and allied processes – Classification of geometric imperfections in metallic materials – Part 1: Fusion welding (ISO 6520-1:1998).*
- [11] ASTM B 691, *Standard specification for welder nickel and nickel-cobalt alloy pipe.*
- [12] ASTM B 622, *Standard specification for seamless nickel and nickel-cobalt alloy pipe and tube.*
- [13] NF A09-106, *Testing for leak tightness by means of ammonia. Locating of leaks by overall pressurization.*
- [14] 'Steel plate engineering data – Volume 2' *Useful information on the design of plate structures, AISI publication revised edition 1992, Part VII – Anchor bolt chairs.*
- [15] 'Recommended practice for LNG above-ground storage', *Japan Gas Association, 1981.*

[16] *'Recommended practice for LNG above-ground storage', section 7.3, Japan Gas Association, March 1979.*

[17] *ASME Code Case N284-1, Metal containment shell buckling design methods, Class MC Section III, Division 1.*

[18] *ASME Code Case N 2286, Alternative rulers for determining allowable external pressure and compressive stresses for cylinders, cones, spheres, and formed heads Section VIII, Division 1 and 2.*

---