

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 13856:2023**

**ISO 21922:2021**

Xuất bản lần 1

**HỆ THỐNG LẠNH VÀ BƠM NHIỆT –  
VAN – YÊU CẦU, THỬ NGHIỆM VÀ GHI NHÃN**

*Refrigerating systems and heat pumps –  
Valves – Requirements, testing and marking*

**HÀ NỘI – 2023**

**Mục lục**

Lời nói đầu .....	5
1 Phạm vi áp dụng .....	7
2 Tài liệu viện dẫn .....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	8
4 Danh sách các ký hiệu .....	11
5 Yêu cầu chung .....	14
6 Vật liệu .....	15
7 Thiết kế .....	19
8 Quy trình sản xuất thích hợp .....	26
9 Thử trong sản xuất .....	26
10 Ghi nhãn và thông tin bổ sung.....	28
11 Tài liệu .....	30
Phụ lục A (Quy định) Quy trình thiết kế van bằng tính toán.....	32
Phụ lục B (Quy định) Phương pháp thiết kế thực nghiệm cho van .....	36
Phụ lục C (Quy định) Xác định áp suất cho phép ở nhiệt độ làm việc lớn nhất.....	40
Phụ lục D (Quy định) Xác định áp suất cho phép ở nhiệt độ làm việc nhỏ nhất – Yêu cầu tránh gãy giòn .....	41
Phụ lục E (Tham khảo) Đặc tính vật liệu của các vật liệu được sử dụng thường xuyên .....	53
Phụ lục F (Tham khảo) Chứng minh các phương pháp riêng lẻ .....	73
Phụ lục G (Quy định) Kiểm tra xác nhận độ bền áp suất của cụm van.....	79
Phụ lục H (Quy định) Xác định loại van.....	80
Phụ lục I (Tham khảo) Hệ thống DN .....	85
Phụ lục J (Quy định) Yêu cầu bổ sung – Mất ga và ống thủy .....	88
Phụ lục K (Quy định) Thử khả năng tương thích .....	91
Phụ lục L (Tham khảo) Nứt do ăn mòn ứng suất .....	96
Phụ lục M (Quy định) Phương pháp xác định kích thước bộ phận của van làm việc bằng tay.....	99
Thư mục tài liệu tham khảo .....	102

## Lời nói đầu

TCVN 13856:2023 hoàn toàn tương đương với ISO 21922:2021.

TCVN 13856:2023 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 86 *Máy lạnh và Điều hòa không khí* biên soạn, Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## Hệ thống lạnh và bơm nhiệt – Van – Yêu cầu, thử nghiệm và ghi nhãn

*Refrigerating systems and heat pumps –  
Valves – Requirements, testing and marking*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu an toàn, các yêu cầu chức năng nhất định và ghi nhãn của van và các bộ phận khác có thân tương tự (sau đây gọi là van) để sử dụng trong các hệ thống lạnh và bơm nhiệt.

Tiêu chuẩn này bao gồm các yêu cầu đối với van có ống nối dài.

Tiêu chuẩn này mô tả quy trình phải tuân theo khi thiết kế các bộ phận van chịu áp lực cũng như các tiêu chí được sử dụng khi lựa chọn vật liệu.

Tiêu chuẩn này mô tả các phương pháp theo đó các giá trị va đập giảm ở nhiệt độ thấp có thể được tính đến một cách an toàn.

Tài chuẩn này áp dụng cho việc thiết kế thân và nắp cho các thiết bị giảm áp, bao gồm cả thiết bị đĩa nổ, liên quan đến ngăn áp suất nhưng không áp dụng cho bất kỳ khía cạnh nào khác của việc thiết kế hoặc ứng dụng của thiết bị giảm áp.

Ngoài ra, tiêu chuẩn này có thể áp dụng cho các van có nhiệt độ vận hành lớn nhất không quá 200 °C và áp suất lớn nhất cho phép không quá 160 bar<sup>1)</sup>.

### 2 Tài liệu viện dẫn

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

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

<sup>1)</sup> 1 bar = 0,1 MPa



## **TCVN 13856:2023**

TCVN 6104-1 (ISO 5149-1) *Hệ thống lạnh và bơm nhiệt – Yêu cầu về an toàn và môi trường – Phần 1: Định nghĩa, phân loại và tiêu chí lựa chọn;*

ISO/TR 15608, *Welding – Guidelines for a metallic material grouping system (Hàn - Hướng dẫn cho hệ thống phân nhóm vật liệu kim loại);*

EN 12516-2, *Industrial valves – Shell design strength – Part 2: Calculation method for steel valve shells (Van công nghiệp – Độ bền thiết kế vỏ – Phần 2: Phương pháp tính toán cho vỏ van thép);*

EN 13445-3, *Unfired pressure vessels – Part 3: Design (Bình chịu áp lực không nung – Phần 3: Thiết kế);*

EN 14276-2:2020, *Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps – Part 2: Piping – General requirements (Thiết bị áp suất cho hệ thống lạnh và bơm nhiệt – Phần 2: Đường ống – Yêu cầu chung).*

### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong TCVN 6104-1 (ISO 5149-1) và các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây.

#### **3.1**

##### **Van (valve)**

Thiết bị có vỏ chịu áp lực và các chức năng bổ sung dự kiến, như tác động đến dòng chất lỏng bằng cách mở, đóng hoặc tiết chế một phần dòng chảy hoặc bằng đổi hướng hay hòa trộn dòng chất lỏng, chỉ bảo hàm lượng ẩm hoặc lọc dòng chất lỏng.

CHÚ THÍCH: Thiết bị có vỏ chịu áp lực và các chức năng bổ sung dự kiến được chỉ định là phụ kiện chịu áp lực theo Chỉ thị về thiết bị chịu áp lực của Châu Âu 2014/68/EU.

#### **3.2**

##### **Ống nối dài (extension pipe)**

Đường ống được kết nối với van bởi nhà sản xuất, điều này không ảnh hưởng đến độ bền áp lực của van.

CHÚ THÍCH 1: Các ống nối dài thường có đường kính khác nhau ở hai đầu.

CHÚ THÍCH 2: Ứng dụng của ống nối dài do nhà sản xuất xác định và có ưu điểm là việc kiểm tra độ bền áp suất của ống nối dài trở nên độc lập với các hệ số an toàn được sử dụng để kiểm tra van.

#### **3.3**

##### **Cụm van (valve assembly)**

Sự kết hợp của một van và một hoặc nhiều đường ống nối dài.

VÍ DỤ: Ví dụ về cụm van được nêu trong Điều H.6.

### 3.4

#### Dải hoạt động (operating range)

Sự kết hợp của các điều kiện nhiệt độ và áp suất mà tại đó van có thể làm việc một cách an toàn.

### 3.5

#### Cỡ kích thước danh nghĩa (nominal size)

##### DN

Ký hiệu bằng chữ và số để biểu thị kích thước các thành phần của hệ thống đường ống, được sử dụng cho mục đích tham chiếu bao gồm các chữ cái DN theo sau là một số nguyên không thứ nguyên có liên quan gián tiếp đến kích thước vật lý (tính bằng mm) của đường kính lỗ khoan hoặc đường kính ngoài của các đầu nối.

CHÚ THÍCH 1: Số theo sau các chữ cái DN không đại diện cho một giá trị có thể đo lường được và không được sử dụng cho mục đích tính toán trừ trường hợp được quy định trong tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH 2: Khi kích thước danh nghĩa không được quy định, đối với mục đích của tiêu chuẩn này, nó được giả định là đường kính trong của ống hoặc thành phần tính bằng mm (DN/ID).

CHÚ THÍCH 3: Kích thước danh nghĩa không giống với kích thước cửa thường được sử dụng cho kích thước của cửa van.

CHÚ THÍCH 4: Để biết thêm thông tin về hệ thống DN, xem Phụ lục I.

[Nguồn: ISO 6708:1995, 2.1, được sửa đổi]

### 3.6

#### Áp suất danh nghĩa (nominal pressure)

##### PN

Ký hiệu số của áp suất được làm tròn thuận tiện cho mục đích tham chiếu.

CHÚ THÍCH: Tất cả thiết bị có cùng kích thước danh nghĩa (DN) được chỉ định bởi cùng một số PN phải có kích thước phối ghép tương thích.

[NGUỒN: ISO 7268: 1983/Amd.1: 1984, được sửa đổi]

### 3.7

#### Ăn mòn (corrosion)

Tất cả các dạng hao mòn vật liệu (ví dụ: oxy hóa, xói mòn và mài mòn).

### 3.8

#### Nhiệt độ vận hành lớn nhất (maximum operating temperature)

Nhiệt độ cao nhất có thể xảy ra trong quá trình làm việc hoặc ngừng hoạt động của hệ thống lạnh hoặc trong điều kiện thử nghiệm:

## TCVN 13856:2023

### 3.9

#### Nhiệt độ vận hành nhỏ nhất (minimum operating temperature)

Nhiệt độ thấp nhất có thể xảy ra trong quá trình làm việc hoặc ngừng của hệ thống lạnh hoặc trong điều kiện thử nghiệm.

### 3.10

#### Phần chịu áp lực (pressure bearing part)

Bộ phận chịu ứng suất do áp suất bên trong lớn hơn 50 kPa (0,5 bar) trên đồng hồ.

### 3.11

#### Phần chịu áp lực chính (main pressure bearing part)

Một bộ phận cấu thành lớp vỏ chịu áp lực, cần thiết cho tính hoàn chỉnh của thiết bị.

CHÚ THÍCH: Ví dụ như nắp, vỏ, nắp cuối và mặt bích.

[NGUỒN: EN 13445-1: 2014].

### 3.12

#### Cấp độ kín của đế van (seat tightness class)

Chữ cái từ A đến G biểu thị độ kín bên trong của van qua các đế van.

### 3.13

#### Tổ chức có thẩm quyền (competent body)

Bên thứ ba có năng lực được công nhận trong việc đánh giá hệ thống chất lượng cho sản xuất vật liệu và công nghệ của vật liệu liên quan.

CHÚ THÍCH: Luật pháp quốc gia có thể đặt ra các yêu cầu bổ sung đối với tổ chức có thẩm quyền tùy thuộc vào thị trường sử dụng van.

### 3.14

#### Loại kết nối van (type of valve connection)

Tiêu chuẩn và kích thước của kết nối van với thiết bị khác được cố định trực tiếp vào đầu van.

CHÚ THÍCH: Các kiểu kết nối van có thể có là:

- a) NPS 2, tức là kết nối hàn giáp mép với ống thép ASME/ANSI B 36.10 2 inch,
- b) NPT ½, tức là kết nối có vít với đầu đực Y ½ inch theo ASME/ANSI B 1.20.1,
- c) EN 1092-1/11/C/DN 200 x 6,3/PN 40, tức là loại mặt bích 11 với kiểu mặt C (lưỡi) có kích thước danh nghĩa DN 200 chiều dày thành 6,3 mm, PN 40.

**3.15****Bộ phận nhạy với áp suất (pressure sensitive part)**

Bộ phận của van, sẽ không có chức năng hoạt động đáng tin cậy sau khi tiếp xúc với áp suất lớn hơn 1,5 lần PS và 1,25 lần PS<sub>0</sub>.

CHÚ THÍCH: Ví dụ bao gồm ống thổi, màng ngăn hoặc quả cầu phao.

**3.16****Trục xoay (spindle)**

Một bộ phận của van để điều chỉnh chức năng dự kiến, ví dụ mở hoặc đóng van để tác động đến dòng chảy.

CHÚ THÍCH: Một van không nhất thiết phải có trục xoay.

**3.17****Áp suất lớn nhất cho phép (maximum allowable pressure)**

PS: Áp suất lớn nhất mà van hoặc cụm van được thiết kế, theo quy định của nhà sản xuất.

**3.18****Áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ môi trường (-10 °C đến + 50 °C) (maximum allowable pressure at ambient temperature)**

PS<sub>0</sub>

Áp suất lớn nhất mà van hoặc cụm van được thiết kế, theo quy định của nhà sản xuất, ở nhiệt độ môi trường (từ -10 °C đến + 50 °C).

**4 Danh sách các ký hiệu**

Các ký hiệu được sử dụng trong tiêu chuẩn này được nêu trong Bảng 1:

**Bảng 1 – Danh sách các ký hiệu**

A <sub>L</sub>	Độ giãn dài sau đứt khi chiều dài đo được bằng hoặc lớn hơn 0,4 lần đường kính của thanh	mm
A <sub>S</sub>	Độ giãn dài tương đối sau đứt khi chiều dài đo được bằng 5 lần đường kính của thanh	%
α	Tuổi thọ tính theo năm để tính toán ảnh hưởng của ăn mòn; thường là 20 năm	-
C <sub>Q</sub>	Hệ số bù đắp cho chất lượng của quá trình đúc	-
D	Đường kính của tay quay	mm
δ <sub>e</sub>	Dung sai âm chiều dày thân van	mm
e <sub>act</sub>	Chiều dày thân van thực tế tại các điểm đo đã cho của van cần thử nghiệm	mm

CHÚ THÍCH: 1 bar = 0,1 MPa.

Bảng 1 (tiếp theo)

$e_B$	Chiều dày tham chiếu là chiều dày vật liệu nhỏ nhất cần thiết để đảm bảo đủ độ bền cho các bộ phận chịu áp lực	mm
$e_c$	Giảm chiều dày thân van do ăn mòn	mm
$e_{con}$	Chiều dày thành phần như quy định trong bản vẽ thiết kế	mm
F	Lực thao tác bằng tay để xác định cỡ phần tử làm việc bằng tay	N
$F_s$	Lực thao tác bằng tay lớn nhất để xác định cỡ phần tử làm việc bằng tay	N
KV	Năng lượng phá vỡ do va đập	J
$KV_0$	Giá trị giới hạn ngưỡng của năng lượng phá vỡ do va đập, khi năng lượng phá vỡ do va đập được xác định không phụ thuộc vào nhiệt độ	J
$KV_0^t$	Giá trị tiêu chuẩn của năng lượng phá vỡ do va đập ở nhiệt độ tiêu chuẩn của vật liệu	J
$KV_{TS\ min}$	Năng lượng phá vỡ do va đập ở nhiệt độ vận hành nhỏ nhất $TS_{min}$	J
$K_{vs}$	Lưu lượng thể tích của nước, tính bằng mét khối trên giờ đối với áp suất chênh lệch $\Delta p$ là 1 bar (0,1 MPa) ở mức mở toàn bộ	m <sup>3</sup> /h
L	Rò rỉ theo phần trăm $K_{vs}$	%
l	Chiều dài của đòn bẩy hoặc bán kính của vòng tròn tay quay	mm
$P_F$	Áp suất thử nghiệm thiết kế lớn nhất cho phép	bar
PS	Áp suất lớn nhất cho phép	bar
$PS_0$	Áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ môi trường (-10 °C đến +50 °C)	bar
$PS_{TS\ max}$	Áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ vận hành lớn nhất	bar
$PS_{TS\ min}$	Áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ vận hành nhỏ nhất	bar
$P_{Test}$	Áp suất thử nhỏ nhất (lớn hơn $P_F$ )	bar
$p_1$	Áp suất trước van	bar
$p_2$	Áp suất sau van	bar
$\Delta p$	Chênh lệch áp suất	bar
$p'$	Áp suất thử của từng van sau khi sản xuất	bar
$Q_M$	Lưu lượng khối lượng	kg/h
$Q_V$	Lưu lượng thể tích sau van	m <sup>3</sup> /h
$R_{e\ 1,0}$	Giới hạn chảy, độ dịch chuyển là 1 %	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$R_{e\ 1,0\ TS\ max}$	Giới hạn chảy, độ dịch chuyển là 1 % ở nhiệt độ vận hành lớn nhất	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$R_{e\ 0,2}$	Giới hạn chảy, độ dịch chuyển là 0,2 % ở nhiệt độ môi trường	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$R_{p\ 0,2}$	Độ bền thử, độ dịch chuyển là 0,2 % ở nhiệt độ môi trường	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$R_{p\ 0,2\ TS\ min}$	Độ bền thử, độ dịch chuyển là 0,2 % ở nhiệt độ vận hành nhỏ nhất	MPa, N/mm <sup>2</sup>
CHÚ THÍCH: 1 bar = 0,1 MPa.		

Bảng 1 (tiếp theo)

$R_{p\ 0,2t}$	Độ bền thử, độ dịch chuyển là 0,2 % ở nhiệt độ $t$	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$R_{p\ 0,2\ TS\ max}$	Độ bền thử, độ dịch chuyển là 0,2 % ở nhiệt độ vận hành lớn nhất	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$R_{p\ 1,0}$	Độ bền thử, độ dịch chuyển là 1 % ở nhiệt độ môi trường	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$R_{eH}$	Giới hạn chảy trên	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$R_{eH\ TS\ max}$	Giới hạn chảy trên ở nhiệt độ vận hành lớn nhất	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$R_m$	Độ bền kéo	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$R_{m\ TS\ max}$	Độ bền kéo ở nhiệt độ vận hành lớn nhất	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$R_{m\ act}$	Độ bền kéo thực tế của vật liệu của van được kiểm tra	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$R_{m\ con}$	Độ bền kéo sử dụng cho thiết kế	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$\rho$	Khối lượng riêng (mật độ) của lưu chất thực	kg/m <sup>3</sup>
$\rho_0$	Khối lượng riêng (mật độ) của nước ở 15,5 °C	kg/m <sup>3</sup>
$\rho_1$	Khối lượng riêng trước van	kg/m <sup>3</sup>
$\rho_2$	Khối lượng riêng sau van	kg/m <sup>3</sup>
$S_c$	Hệ số bù do ảnh hưởng của ăn mòn	-
$S_{con}$	Hệ số tính toán áp suất thử nỗ có tính đến lực kéo theo Bảng A.1	-
$S_F$	Hệ số cho phép biến dạng	-
$S_{TS\ min}$	Hệ số tính đến việc giảm năng lượng phá vỡ do va đập bởi nhiệt độ vận hành nhỏ nhất	-
$S_{TS\ max}$	Hệ số cho phép giảm độ bền do nhiệt độ vận hành lớn nhất	-
$S_\sigma$	Hệ số cho phép đối với áp suất thử	-
$\sigma_{con}$	Ứng suất thiết kế ban đầu	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{corr}$	Các giá trị ứng suất cho phép dẫn xuất từ $\sigma_{con}$	MPa, N/mm <sup>2</sup>
$t_{min\ 25}$	Nhiệt độ thấp nhất tại đó các bộ phận chịu áp lực có thể sử dụng, nếu tải của chúng bằng 25 % ứng suất thiết kế cho phép ở 20 °C, có tính đến các hệ số an toàn theo Bảng A.1	°C
$t_{min\ 75}$	Nhiệt độ thấp nhất tại đó các bộ phận chịu áp lực có thể sử dụng, nếu tải của chúng bằng 75 % ứng suất thiết kế cho phép ở 20 °C, có tính đến các hệ số an toàn theo Bảng A.1	°C
$t_{min\ 100}$	Nhiệt độ thấp nhất tại đó các bộ phận chịu áp lực có thể sử dụng, nếu tải của chúng bằng 100 % ứng suất thiết kế cho phép ở 20 °C, có tính đến các hệ số an toàn theo Bảng A.1	°C
CHÚ THÍCH: 1 bar = 0,1 MPa.		

Bảng 1 (kết thúc)

$T_R$	Nhiệt độ tham chiếu thiết kế là nhiệt độ vận hành nhỏ nhất $TS_{min}$ đã hiệu chỉnh. Được sử dụng khi xác định $TS_{min}$ dựa trên chiều dày tham chiếu $e_B$	
$T_s$	Điều chỉnh nhiệt độ của nhiệt độ tham chiếu thiết kế $T_R$	
$T_{KV}$	Nhiệt độ thử va đập	
$TS$	Nhiệt độ vận hành	°C
$TS_{min}$	Nhiệt độ vận hành thấp nhất	°C
$TS_{max}$	Nhiệt độ vận hành cao nhất	°C
$c$	Mômen xoắn ở điều kiện quy định để làm việc van	Nm
$c_s$	Mômen xoắn lớn nhất ở điều kiện quy định để siết hoặc nới nắp bịt hoặc để khắc phục các điều kiện xung động trung gian tạm thời	Nm
$V$	Thể tích bên trong của van	l
$X$	Hiệu chỉnh chiều dày thân van thực tế so với chiều dày thiết kế	-
$K$	Có giá trị bằng $\Delta p/p_1$	-
$\gamma$	Hiệu chỉnh trên cơ sở giá trị độ bền thực tế của mẫu thử so với độ bền thiết kế	-
$Z$	Hệ số cho phép đối với chất lượng của mối nối (ví dụ: mối nối hàn)	-
$\delta$	Độ giảm chiều dày thân van mỗi năm	mm
CHÚ THÍCH: 1 bar = 0,1 MPa.		

## 5 Yêu cầu chung

### 5.1 Lắp đặt và làm việc

Các van và cụm van phải được thiết kế cho các tải và điều kiện làm việc như quy định trong tiêu chuẩn an toàn hệ thống lạnh liên quan.

Các tiêu chuẩn an toàn hệ thống lạnh liên quan bao gồm:

- TCVN 6104-1 (ISO 5149-1), TCVN 6104-2 (ISO 5149-2) và TCVN 6104-4 (ISO 5149-4),
- TCVN 5699-2-40 (IEC 60335-2-40),
- Tiêu chuẩn ANSI/ASHRAE 15,
- EN 378-1, EN 378-2 và EN 378-4.

Ứng dụng của đường ống mở rộng được xác định bởi nhà sản xuất.

CHÚ THÍCH 1: Khi áp dụng các ống nối dài, thiết bị hoàn thiện là một cụm van (xem 3.3) bao gồm van (xem 3.1) và các ống nối dài (xem 3.2).

CHÚ THÍCH 2: Việc áp dụng các đường ống nối dài có ưu điểm là việc kiểm tra độ bền áp suất của đường ống trở nên độc lập với các hệ số an toàn được sử dụng trong việc kiểm tra xác nhận thân van.

Nhiệt độ vận hành thấp nhất ( $TS_{min}$ ), nhiệt độ vận hành cao nhất ( $TS_{max}$ ) và áp suất lớn nhất cho phép (PS) phải giống nhau đối với các ống nối dài và cụm van như đối với van được kết hợp trong cụm van.

Nhà sản xuất phải phân loại loại van, ống nối dài và cụm van theo Phụ lục H khi thích hợp.

## 5.2 Các thành phần chịu áp lực

Tất cả các bộ phận của van hoặc cụm van phải được thiết kế và sản xuất để duy trì khả năng chống rò rỉ và chịu được áp suất có thể xảy ra trong quá trình làm việc, ngừng máy và vận chuyển, có tính đến các ứng suất nhiệt, vật lý và hóa học dự kiến.

## 5.3 Ứng suất cơ học quá mức

Sau khi lắp đặt, van và cụm van, đặc biệt là van xả khí nóng, không được chịu ứng suất cơ học quá mức do lắp đường ống hoặc do sự thay đổi nhiệt độ trong quá trình làm việc.

CHÚ THÍCH: Làm tan băng bằng khí nóng có thể tạo ra các cú sốc thủy lực dẫn đến áp suất tạm thời vượt quá PS.

## 5.4 Độ kín

Van hoặc cụm van không được rò rỉ ra bên ngoài khi thử nghiệm như mô tả trong 9.2. Các đế van phải kín đạt cấp độ quy định trong 9.3.

## 5.5 Hoạt động của van làm việc bằng tay

Các van làm việc bằng tay phải hoạt động đúng chức năng trong toàn bộ phạm vi hoạt động lên đến áp suất cho phép PS và nhiệt độ cho phép liên quan TS.

## 5.6 Chức năng của van làm việc bằng cơ cấu chấp hành

Phải đảm bảo hoạt động thích hợp của van do cơ cấu chấp hành làm việc bằng chất lỏng hoặc năng lượng từ nguồn bên ngoài trong toàn bộ phạm vi hoạt động do nhà sản xuất quy định.

# 6 Vật liệu

## 6.1 Quy định chung

### 6.1.1 Sử dụng vật liệu kim loại

Vật liệu kim loại, bao gồm kim loại hàn, chất hàn, kim loại hàn và chất làm kín, phải cho phép chịu được các ứng suất nhiệt, hóa học và cơ học phát sinh trong hoạt động của hệ thống. Vật liệu phải chịu được môi chất lạnh, dung dịch (trong hệ thống máy lạnh hấp thụ) và hỗn hợp dầu-môi chất lạnh được sử dụng trong từng trường hợp cụ thể.

CHÚ THÍCH: Danh sách các vật liệu phù hợp có trong Phụ lục E của tiêu chuẩn này. Thông tin về thép cũng có thể



## **TCVN 13856:2023**

được tìm thấy trong EN 13445-2 hoặc ASME B 31.5, cùng với các thông tin hữu ích khác.

Nếu các đặc tính của vật liệu bị thay đổi trong quá trình sản xuất (ví dụ thông qua hàn hoặc kéo sâu) đến mức làm giảm độ bền và/hoặc năng lượng va đập rãnh Charpy theo TCVN 312-1 (ISO 148-1), thì các giá trị giảm này phải được xem xét đến bằng các hiệu chỉnh hoặc phải được xử lý vật liệu bù thích hợp (ví dụ: xử lý bằng nhiệt).

Ứng suất dư có thể sinh ra, ví dụ: giảm độ bền va đập và tăng ăn mòn do ứng suất (xem Phụ lục L). Khi có liên quan, phải kiểm tra xác nhận rằng ứng suất dư không gây ra va đập bất lợi.

Vật liệu có độ biến dạng lớn hơn 2 % phải được xử lý nhiệt với các đặc tính kỹ thuật của vật liệu tương ứng. Ngoài ra, bằng chứng chống lại áp suất bên trong phải được kiểm tra bằng thử nghiệm, nếu không sử dụng xử lý nhiệt.

### **6.1.2 Sử dụng vật liệu phi kim loại**

Được phép sử dụng các vật liệu phi kim loại, ví dụ: cho các miếng đệm, lớp phủ, vật liệu cách nhiệt và kính quan sát, với điều kiện là chúng phải tương thích với các vật liệu, môi chất lạnh và chất bôi trơn khác.

Tính tương thích của vật liệu làm kín bằng cao su và nhựa nhiệt dẻo và miếng đệm phẳng phải được đánh giá theo Phụ lục K.

### **6.2 Yêu cầu đối với vật liệu được sử dụng cho các bộ phận chịu áp lực**

Các vật liệu liệt kê trong tiêu chuẩn này (xem Phụ lục E) đã được xác định để sử dụng cho van.

Gang đúc mỏng (dạng tấm mỏng) sẽ không được sử dụng nhưng gang cầu có thể được sử dụng ở nhiệt độ mà nó có thể được chứng minh là đạt được mức độ an toàn tổng thể tương đương với các vật liệu thay thế.

CHÚ THÍCH: Tiêu chuẩn EN 1563 có các thông tin về gang cầu.

Thép cast tự do thường không có độ bền va đập (KV<sub>0</sub>) cần thiết cho các bộ phận chịu áp lực. Nó có thể được sử dụng cho các bộ phận chịu áp lực mà áp suất không phải là một yếu tố thiết kế quan trọng.

Khi vật liệu mới được đề xuất, thiết kế phải được thực hiện theo Phụ lục A đến D với điều kiện là giới hạn chảy hoặc độ bền chống thấm, nếu có thể, ở nhiệt độ vận hành lớn nhất và năng lượng phá vỡ va đập ở nhiệt độ vận hành thấp nhất được biết đến. Nếu không biết các đặc tính này, vật liệu sẽ không được sử dụng.

### **6.3 Khả năng tương thích của các kết nối**

Vật liệu được kết nối vật lý phải phù hợp để kết nối hiệu quả, tùy thuộc vào vật liệu cụ thể được sử dụng và kích thước của đường ống được chỉ định.

### **6.4 Độ dẻo**

Vật liệu bị biến dạng đáng kể phải đủ dẻo và có khả năng được xử lý nhiệt khi cần thiết.

### 6.5 Lão hóa

Vật liệu cho các bộ phận điều áp không được ảnh hưởng đáng kể bởi quá trình lão hóa.

### 6.6 Đúc

Vật đúc phải có mức ứng suất thấp. Nếu chúng không được xử lý nhiệt giảm ứng suất, phải đảm bảo làm mát có kiểm soát sau quá trình đúc và sau bất kỳ xử lý nhiệt nào có thể đã được áp dụng.

### 6.7 Các bộ phận được rèn và hàn

Các bộ phận rèn và hàn phải được chế tạo từ các vật liệu thích hợp (ví dụ thép cacbon thấp dạng hạt có thể hàn được) và phải được xử lý nhiệt khi sự kết hợp của nhiệt độ vận hành, áp suất làm việc và chiều dày của thành cho thấy bằng cách tính toán rằng việc xử lý nhiệt là cần thiết.

Thép cast tự do không đủ tiêu chuẩn để hàn.

### 6.8 Đai ốc, bu lông và vít

Vật liệu cho đai ốc, bu lông và vít để ghép các bộ phận của vỏ chịu tải trọng áp lực phải thể hiện các đặc tính chính xác của vật liệu trong phạm vi đầy đủ của các giới hạn ứng dụng cho đai ốc, bu lông và vít được xác định bởi nhiệt độ vận hành, theo đó các giá trị nhỏ nhất sau đây cho Phải đạt được độ giãn dài khi đứt gãy và năng lượng đứt gãy do va đập có khía. Mẫu thử để đo năng lượng đứt gãy do va đập phải được thực hiện song song với hình vẽ hoặc hướng cán và hướng khía phải vuông góc với hình vẽ hoặc hướng cán.

- a) Đối với vật liệu không gỉ ferit, độ giãn tương đối khi đứt gãy  $A_5 \geq 14\%$ ;
- b) Đối với vật liệu austenit được tạo hình nguội, độ giãn dài khi đứt gãy  $A_L \geq 0,4 \times d$ ;
- c) Đối với nhiệt độ vận hành thấp nhất  $TS_{\min} \geq -10\text{ }^\circ\text{C}$ : năng lượng đứt gãy do va đập rãnh khía KV ở  $20\text{ }^\circ\text{C}$  ít nhất là 52 J đối với thép hợp kim tôi luyện và ít nhất là 40 J đối với thép cacbon tôi luyện (mẫu thử chữ V theo ISO);
- d) Đối với nhiệt độ vận hành thấp nhất  $TS_{\min} \leq -10\text{ }^\circ\text{C}$ : ăng lượng đứt gãy do va đập có khía KV ở  $TS_{\min}$  ít nhất là 40 J đối với thép cacbon tôi luyện và thép hợp kim tôi luyện (mẫu thử chữ V theo ISO).

CHÚ THÍCH: Một số vật liệu thích hợp được nêu trong Phụ lục E của tiêu chuẩn này.

### 6.9 Trục xoay

Vật liệu làm trục xoay phải chống ăn mòn để đảm bảo làm việc an toàn và phải thể hiện các đặc tính vật liệu thích hợp trong phạm vi nhiệt độ vận hành hoàn chỉnh.

### 6.10 Vật liệu thủy tinh

Thủy tinh không được có sạn, vỏ bao tinh thể và bề mặt không đều.

Gia cường nhiệt (tôi) thủy tinh chỉ nên được áp dụng vì lý do độ bền.

## TCVN 13856:2023

### 6.11 Yêu cầu về tài liệu

Nhà sản xuất phải cung cấp chứng chỉ thử nghiệm vật liệu để đảm bảo rằng vật liệu được sử dụng phù hợp với đặc điểm kỹ thuật yêu cầu và có thể truy xuất nguồn gốc từ quá trình tiếp nhận thông qua quá trình sản xuất cho đến khi thử nghiệm cuối cùng, tốt nhất là tại thời điểm giao hàng và không muộn hơn thời điểm làm việc thử. Mọi giấy chứng nhận kiểm định được yêu cầu sẽ được lập thay mặt và được ký bởi người có thẩm quyền đã thực hiện kiểm tra, thử nghiệm hoặc kiểm tra.

Mỗi chứng chỉ phải là một trong 3 loại sau:

- Chứng chỉ loại 1: Chứng chỉ tuyên bố tuân thủ theo đơn đặt hàng.
- Chứng chỉ loại 2: Một báo cáo thử nghiệm cho thấy sự tuân thủ với đơn đặt hàng. Vật liệu được thử nghiệm có thể từ một lô khác với vật liệu được cung cấp.
- Chứng chỉ loại 3: Chứng chỉ tuyên bố tuân thủ theo đơn đặt hàng và trong đó cung cấp kết quả thử nghiệm. Vật liệu được thử nghiệm phải từ cùng một lô với vật liệu được cung cấp.

CHÚ THÍCH 1: Tài liệu kiểm tra ISO 10474 loại 2.1, 2.2 và 3.1 là các ví dụ về loại chứng chỉ 1, 2 và 3 tương ứng cho thép và sản phẩm thép.

CHÚ THÍCH 2: Tài liệu kiểm tra EN 10204 loại 2.1, 2.2 và 3.1 là các ví dụ về loại chứng chỉ 1, 2 và 3 tương ứng cho tất cả các vật liệu kim loại.

Các yêu cầu đối với chứng chỉ thử nghiệm vật liệu phụ thuộc vào loại van, được định nghĩa trong Phụ lục H và chức năng của vật liệu trong van.

Chứng chỉ loại 1 trở lên là bắt buộc đối với các vật liệu được sử dụng trong:

- Van và ống nối dài của loại nhỏ hơn I, và
- Đối với các bộ phận không chịu áp lực.

Chứng chỉ loại 2 trở lên là bắt buộc đối với các vật liệu được sử dụng trong:

- Các bộ phận chịu áp lực của van loại I và đường ống nối dài, và
- Đai ốc, bu lông và vít của van từ loại II đến loại IV, trừ khi hư hỏng của nó sẽ dẫn đến giải phóng đột ngột năng lượng do áp lực.

Chứng chỉ loại 3 là bắt buộc đối với các vật liệu được sử dụng trong các bộ phận chịu áp lực chính của van loại II, III và IV và ống nối dài, và đối với đai ốc, bu lông và ốc vít khi hỏng hóc sẽ dẫn đến xả năng lượng áp suất đột ngột. Các chứng chỉ này phải được xác nhận bởi tổ chức có thẩm quyền, hoặc việc sản xuất phải được tổ chức có thẩm quyền phê duyệt để thực hiện việc kiểm tra xác nhận này.

CHÚ THÍCH 1: Đai ốc, bu lông và vít thường được sử dụng theo cách mà sự cố của một đai ốc, bu lông hoặc vít đơn lẻ sẽ dẫn đến rò rỉ, nhưng không dẫn đến giải phóng đột ngột năng lượng do áp lực.

CHÚ THÍCH 2: Chỉ thị về thiết bị áp suất của Châu Âu 2014/68/EU cho phép "phần đính kèm" của van loại 1 sử dụng loại kiểm tra 2.1 và đối với các loại cao hơn sử dụng loại 2.2. Để đơn giản, các yêu cầu trong tiêu chuẩn này cao hơn một chút.

## 6.12 Đo năng lượng va đập KV trên các mẫu thử có kích thước nhỏ

Nếu không thể tách mẫu Charpy kích thước đầy đủ khỏi các thành phần và mối hàn, thì các mẫu thử có kích thước nhỏ phải được thử nghiệm. Các phép thử va đập phải được thực hiện trên chiều dày lớn nhất có thể được lấy ra từ bộ phận đang được xem xét.

Năng lượng phá vỡ do va đập yêu cầu đối với các mẫu thử có kích thước nhỏ hơn được cho trong Bảng 2. Để thể hiện hoạt động của mẫu có chiều dày đầy đủ, phải áp dụng nhiệt độ thử va đập thấp hơn. Sự thay đổi nhiệt độ phải phù hợp với Bảng 2.

**Bảng 2 – Yêu cầu về năng lượng va đập khi các mẫu thử có kích thước nhỏ được cắt từ các phần dày hơn**

Năng lượng va đập yêu cầu	Hình học mặt cắt ngang của mẫu	Yêu cầu mẫu có kích thước nhỏ		
		KV [J]	Hình học mặt cắt ngang của mẫu [mm x mm]	Nhiệt độ thử va đập
27	10 x 10	20	7,5 x 10	T <sub>KV</sub> – 5 K
27	10 x 10	14	5 x 10	T <sub>KV</sub> – 20 K
40	10 x 10	30	7,5 x 10	T <sub>KV</sub> – 5 K
40	10 x 10	24	5 x 10	T <sub>KV</sub> – 20 K
20	7,5 x 10	14	5 x 10	T <sub>KV</sub> – 15 K
30	7,5 x 10	20	5 x 10	T <sub>KV</sub> – 15 K
14	5 x 10	-	-	-
20	5 x 10	-	-	-

## 7 Thiết kế

### 7.1 Quy định chung

Kết cấu của van hoặc cụm van phải phù hợp để sử dụng van hoặc cụm van ở áp suất và nhiệt độ do nhà sản xuất quy định.

Các yêu cầu thiết kế ở đây bao gồm các bộ phận chịu áp lực được xây dựng bằng vật liệu được xác định trong Điều 6.

Đặc biệt phải chú ý đến các chuyển tiếp lõm tròn của các mặt cắt ngang của thiết kế thân van, vì các đầu nhọn có khả năng làm tăng ứng suất và có thể trực tiếp dẫn đến gãy hoặc nứt do ăn mòn do ứng suất (xem Phụ lục L).

Vỏ chịu áp lực sử dụng vật liệu là thủy tinh phải phù hợp với các yêu cầu của Phụ lục J.

Thiết kế van phải sao cho mọi chất lỏng bị mắc kẹt bên trong phải được giải phóng hoặc chứa một cách an toàn.

## **TCVN 13856:2023**

### **7.2 Áp suất lớn nhất cho phép**

Áp suất lớn nhất cho phép PS phải do nhà sản xuất xác định và độ bền của van hoặc cụm van phải được kiểm tra có tính đến PS.

CHÚ THÍCH: TCVN 6104-2:2 (ISO 5149-2) không cho phép hệ thống vượt quá áp suất lớn nhất cho phép PS ngoại trừ trong khoảng thời gian ngắn cần thiết để thiết bị giảm áp hoạt động với giá trị lớn nhất là 1,1 lần PS.

Van hoặc cụm van có thể có PS phụ thuộc vào nhiệt độ vận hành. Xem Bảng 6.

### **7.3 Thiết kế độ bền của van và cụm van**

Thiết kế van và cụm van phải được kiểm tra xác nhận về độ bền trong toàn bộ phạm vi hoạt động.

Có hai phương pháp kiểm tra xác nhận van:

- a) Bằng cách tính toán theo Phụ lục A, C và D, hoặc
- b) Bằng phương pháp thực nghiệm theo Phụ lục B, C và D.

Các phụ lục A và B dùng để kiểm tra xác nhận áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ môi trường  $PS_0$ . Phụ lục C được sử dụng để xác định  $PS_0$ , dựa trên áp suất lớn nhất cho phép PS ở nhiệt độ cao hơn và Phụ lục D được sử dụng để xác định  $PS_0$  dựa trên áp suất lớn nhất cho phép PS ở nhiệt độ thấp hơn. Phụ lục E cung cấp thông tin cơ bản về các phương pháp của Phụ lục D.

Việc kiểm tra xác nhận được yêu cầu tùy thuộc vào loại van, như được định nghĩa trong Phụ lục H. Đối với van từ loại I trở lên:

- Đối với van được phân loại theo kích thước danh nghĩa (DN) trong Phụ lục H: Trường hợp PS nhân với DN nhỏ hơn 3000 thì việc kiểm tra xác nhận phải được thực hiện bằng tính toán hoặc bằng phương pháp thực nghiệm. Trong trường hợp PS nhân với DN là 3000 hoặc lớn hơn, việc kiểm tra xác nhận phải được thực hiện bằng tính toán.

Đối với van được phân loại theo thể tích (V) trong Phụ lục H: Trường hợp PS nhân với V nhỏ hơn 6000 thì việc kiểm tra xác nhận phải được thực hiện bằng tính toán hoặc bằng phương pháp thực nghiệm. Trong trường hợp PS nhân với V bằng 6000 trở lên, việc kiểm tra xác nhận phải được thực hiện bằng tính toán.

Đối với van loại nhỏ hơn I, việc kiểm tra xác nhận phải được thực hiện bằng tính toán hoặc bằng phương pháp thực nghiệm.

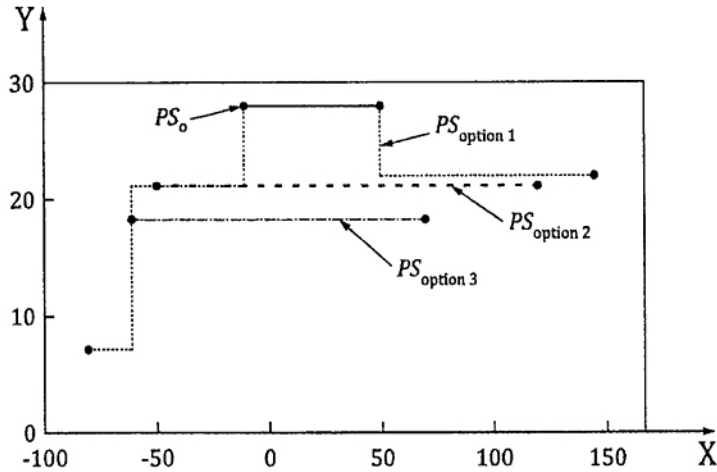
CHÚ THÍCH: Luật pháp quốc gia có thể đặt ra các yêu cầu bổ sung về phê duyệt thiết kế.

Đối với vật liệu van có độ dẻo giảm ở nhiệt độ thấp, ứng suất cho phép phải giảm theo Phụ lục D.

Ngoài việc kiểm tra xác nhận van được lắp trong cụm van, cụm van phải được kiểm tra độ bền theo Phụ lục G.

VÍ DỤ: Hình 1 minh họa mối quan hệ giữa  $PS_0$  và PS. Một giá trị  $PS_0$  bằng 28 bar đã được kiểm tra xác nhận trong phạm vi hoạt động  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  đến  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , áp suất lớn nhất cho phép ở  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  đã được kiểm tra xác nhận bằng cách sử dụng Phụ lục C và áp suất lớn nhất cho phép ở  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  và  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  đã được kiểm tra xác nhận bằng Phụ lục D.

Từ kiểm tra xác nhận này, nhà sản xuất có thể chọn để công bố PS là một hàm của nhiệt độ (ví dụ: PS tùy chọn 1 trong Hình 1) hoặc bất kỳ giá trị nào khác của PS (ví dụ: PS tùy chọn 2 hoặc 3 trong Hình 1), miễn là nó không vượt quá các giá trị đã được kiểm tra xác nhận.



Hình 1 – Ví dụ về mối quan hệ giữa  $PS_0$  và PS

#### 7.4 Thân van và nắp van

Việc thiết kế độ bền của thân và nắp van chịu áp lực phải được kiểm tra xác nhận bằng quy trình trong 7.3.

Các trục xoay và đệm kín không phải tuân theo các tính toán hoặc thử nghiệm này.

Nắp van có ren vít phải được kết cấu sao cho không thể vặn nắp ra khỏi thân van mà không tháo thiết bị khóa.

#### 7.5 Đai ốc, bu lông, vít, chốt và đệm kín

Dải nhiệt độ hoàn chỉnh (từ  $TS_{min}$  đến  $TS_{max}$ ) phải được xem xét trong thiết kế ốc vít, chốt và đệm kín.

Để tránh bị vỡ do nước đóng băng, không được để hơi ẩm xâm nhập vào đệm kín.

Khi sử dụng vật liệu mềm để làm đệm kín, vật liệu phải được cố định và hạn chế (trong không gian kín).

#### 7.6 Độ kín của đế van

##### 7.6.1 Quy định chung

Trong trường hợp độ kín bên trong của đế van là một đặc điểm thiết kế, độ kín của đế van phải được phân loại theo Bảng 3.

Bảng 3 – Yêu cầu thử nghiệm đối với độ kín của đế van

Cấp độ kín của đế van	Thử kiểu <sup>a</sup>
A	Không có bong bóng hoặc tương đương được đo trong một phút
B	Không có bong bóng hoặc tương đương được đo trong một phút
C	0,1 % của $K_{vs}$
D	0,25 % của $K_{vs}$
E	0,5 % của $K_{vs}$
F	1 % của $K_{vs}$
G	- <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Đối với thử nghiệm kiểu, nhà sản xuất phải đo sự rò rỉ ở nhiệt độ môi trường xung quanh bao phủ toàn bộ dải áp suất chênh lệch. Đối với van tay, xem Bảng 4 để biết các giới hạn trên được đề xuất đối với chênh lệch áp suất lớn nhất.

<sup>b</sup> Đối với van an toàn, nhà sản xuất phải đo độ rò rỉ lên đến 0,85 x áp suất đặt của van.

<sup>c</sup> Đối với độ kín của đế van ở cấp G, phải tiến hành thử nghiệm để kiểm tra xác nhận độ kín của đế van được quy định trong tài liệu kỹ thuật.

Cấp độ kín của đế van yêu cầu phụ thuộc vào ứng dụng dự kiến của van:

- Các van dẫn vào khí quyển một cách lâu dài phải là loại có độ kín của đế van cấp A.
- Các van dẫn vào khí quyển trong quá trình làm việc phải là loại A hoặc B.
- Đối với các loại van khác, cho phép các cấp độ kín của đế van có yêu cầu thấp hơn.

Các bộ phận với nhiều đế van, có thể có nhiều cấp độ kín của đế van.

CHÚ THÍCH: Van an toàn là van ví dụ có yêu cầu cấp độ kín của đế van là A, trong khi hầu hết các van chặn sẽ yêu cầu loại độ kín của đế van ở mức A hoặc B.

Đối với van đóng bằng tay, khi thử độ kín của đế, đế van phải được đóng trước khi thử với lực đóng theo quy định.

Đối với các van thuộc loại đế kép như van kiểu cổng, van chặn và van bi, áp suất thử nghiệm phải được áp dụng liên tiếp cho từng đầu của van đóng và kiểm tra độ kín của đầu đối diện.

Như các phương pháp thay thế cho van có đế đôi độc lập (chẳng hạn như van đĩa kép hoặc van cổng hình nêm chia đôi), theo tùy chọn của nhà sản xuất, áp suất có thể được áp dụng bên trong nắp (hoặc thân) của van đóng và mỗi đế van được kiểm tra độ kín. Tại các cổng van, hoặc áp suất có thể được áp dụng cho các cổng van và tổng độ rò rỉ của đế van được đo ở nắp (hoặc thân) van. Các phương pháp thay thế này có thể được sử dụng theo tùy chọn của nhà sản xuất đối với van có đĩa đơn (chẳng hạn như van cổng hình nêm đặc hoặc linh hoạt) với điều kiện phải thực hiện thử nghiệm bộ phận đóng bổ sung trên đĩa.

Đối với các loại van khác, áp suất thử nghiệm phải được đặt trên bộ phận đóng theo hướng tạo ra điều kiện chỗ ngồi bất lợi nhất. Ví dụ, van cầu phải được thử với áp suất dưới đĩa. Van một chiều, hoặc loại van khác được thiết kế, bán và đánh dấu là van một chiều, chỉ yêu cầu thử nghiệm đóng theo hướng thích hợp. Van một chiều dùng yêu cầu cả hai thử nghiệm.

### 7.6.2 Độ kín của đế van: Thử kiểu

Tốc độ rò rỉ L được quy định dưới dạng phần trăm của giá trị  $K_{VS}$  trong các hướng dòng chảy mà van được thiết kế để ngắt dòng chảy.

Nhà sản xuất phải đo độ rò rỉ trên toàn bộ dải chênh lệch áp suất mà van được thiết kế bằng khí (ví dụ không khí hoặc nitơ). Tốc độ rò rỉ L không được vượt quá giới hạn cho trong Bảng 3 đối với thử kiểu.

Đối với độ kín của đế van ở mức G, tốc độ rò rỉ L phải được quy định trong tài liệu kỹ thuật.

Van hai chiều phải được đo theo cả hai chiều. Giá trị lớn nhất đo được dùng để tính L bằng công thức (1) hoặc (2).

Khi đo tốc độ rò rỉ của đế van, đế van phải được đóng lại trước khi thử nghiệm với lực đóng theo quy định.

Tốc độ rò rỉ L có thể được xác định bằng:

$$L = 100 \% \times (Q_M / p_2) / K_{VS} \quad (1)$$

hoặc

$$L = 100 \% \times (Q_V / K_{VS}) \quad (2)$$

Trong đó:

$Q_M$  là lưu lượng khối lượng tính bằng kilôgam trên giờ của không khí rò rỉ;

$Q_V$  là lưu lượng thể tích sau van tính bằng mét khối trên giờ của không khí rò rỉ;

$K_{VS}$  là tốc độ dòng chảy của nước lượng bằng mét khối trên giờ đối với áp suất chênh lệch  $\Delta p$  là 1 bar ở mức mở hoàn toàn;

$p_2$  là khối lượng riêng dòng chảy ở đầu ra tính bằng kilôgam trên mét khối.

CHÚ THÍCH: Việc tính toán tốc độ rò rỉ chấp nhận được độc lập với áp suất được sử dụng khi đo.

VÍ DỤ 1: Một van có  $K_{VS}$  bằng 4,6 m<sup>3</sup>/h và độ rò rỉ của đế van lớn nhất  $Q_V$  đo được ở sau van là 15 mm<sup>3</sup> không khí mỗi phút được đo, tức là  $Q_V = 0,0009$  m<sup>3</sup>/h. L có thể được tính:  $L = 100 \% \times 0,0009/4,6 = 0,02 \%$ .

VÍ DỤ 2: Một van có  $K_{VS}$  bằng 300 m<sup>3</sup>/h và độ rò rỉ của đế lớn nhất  $Q_V$  được đo ở sau van 1000 mm<sup>3</sup> (1 cm<sup>3</sup>) không khí mỗi phút được đo tức là  $Q_V = 0,06$  m<sup>3</sup>/h. L có thể được tính:  $L = 100 \% \times 0,06/300 = 0,02 \%$ .

Các van có đế ở phía sau phải được kiểm tra để chắc chắn rằng đế van sau đủ chặt để cho phép thay đổi cách đóng van mà không gây nguy hiểm cho người làm việc.



## **TCVN 13856:2023**

### **7.7 Trục xoay và trục xoay có vít**

Các trục xoay và trục phải được bảo đảm để chống lại việc tháo xoắn không chủ ý.

Trục xoay của van phải được thiết kế để tránh ứng suất bổ sung bên trong van, do đó không có rủi ro nếu trục xoay bị hỏng dưới mômen xoắn quá mức.

Các trục xoay của van phải được thiết kế để tránh chà sát giữa trục xoay, nắp van và phần ren, nếu có. Điều này có thể đạt được bằng cách chọn vật liệu tương thích về ma sát thấp.

Trục van phải được sản xuất từ các vật liệu này, có khả năng chống ăn mòn do môi chất lạnh và dầu bôi trơn cũng như các điều kiện xung quanh (xem Phụ lục E).

### **7.8 Thiết kế cụm đệm**

Không thể để bất kỳ bộ phận nào của cụm đệm hoặc toàn bộ cụm đệm không được vắn ren và do đó bị đẩy ra bởi áp suất bên trong. Một phương pháp để đạt được điều này là sử dụng ren vít có bước ren khác, theo đó ren vít của đai ốc có bước nhỏ.

Các tính năng thiết kế đặc biệt được yêu cầu trong trường hợp nhiệt độ dưới  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  để đảm bảo hoạt động bình thường trong toàn bộ phạm vi nhiệt độ cho phép. Một phương pháp để đạt được điều này là cung cấp phần mở rộng được làm nóng hoặc cách nhiệt của nắp van.

Nhiệt độ tăng cao yêu cầu các tính năng thiết kế đặc biệt để đảm bảo chức năng thích hợp của van.

### **7.9 Đế van**

Các van có đường kính của đế van trên 25 mm phải được thiết kế để ngăn ngừa ma sát trượt xảy ra giữa tấm van và bộ trong thân, ví dụ: bằng cách cung cấp một trục xoay có khả năng quay so với một tấm van không quay. Điều này không áp dụng cho van bi.

Trong trường hợp vật liệu mềm được sử dụng cho đế và tấm van, vật liệu phải được cố định và hạn chế.

### **7.10 Mũ van**

Mũ đóng vai trò như đệm kín phải được thiết kế để có đủ độ bền.

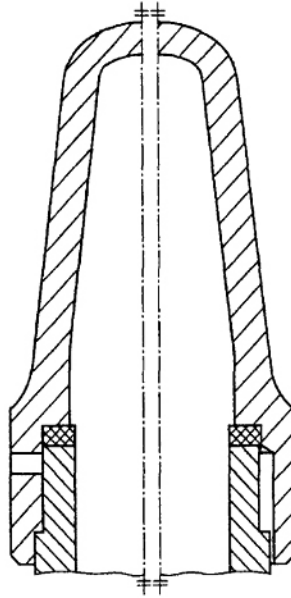
Thân hoặc nắp van có thể được cung cấp một nắp bịt kín nơi trục xoay đi qua ống đệm. Các nắp vắn được dùng để đóng vai trò như một vòng đệm phải giữ chặt chẽ ở áp suất cho phép PS và phải được thiết kế sao cho áp suất bên trong giảm khi mở trước khi ren vít không còn khả năng chịu tải.

Các phương pháp đạt được điều này bao gồm một lỗ khoan hoặc khe hở ở nắp hoặc thân van (xem Hình 2).

Trong các trường hợp bình thường, các mũ van không được sử dụng phải có dây bịt và đệm kín để chỉ những người có thẩm quyền mới được phép làm việc.

Các ren vít trên mũ van phải thuận tay phải.

Các van được thiết kế để làm việc bằng tay trong các hoạt động bảo dưỡng không thường xuyên phải được lắp với nắp làm kín ngoài việc bịt kín bình thường của van trừ khi van có thể được yêu cầu trong trường hợp khẩn cấp.



Hình 2 – Ví dụ lỗ khoan (trái) và khe hở (phải)

### 7.11 Van làm việc bằng tay

Cần Chú thích đến sự cân bằng của áp suất chênh lệch, nếu kích thước danh nghĩa của van và chênh lệch áp suất đủ cao để yêu cầu điều đó. Cân bằng có thể bằng cách bypass bên ngoài hoặc bên trong. Xem Bảng 4 để biết thông tin về chênh lệch áp suất lớn nhất khi đóng bằng tay. Các van có DN nhỏ hơn 50 có thể được làm việc bằng tay với chênh lệch áp suất lên đến 90 bar.

Các lực bằng tay và kích thước của phần tử làm việc (bánh xe hoặc đòn bẩy) phải theo Phụ lục M.

Bảng 4 – Van làm việc bằng tay – Độ chênh áp suất lớn nhất khi đóng bằng tay

DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
Độ chênh áp suất lớn nhất (bar) <sup>a</sup>	90	70	60	44	33	21	14	9	6	4,5	3,5
<sup>a</sup> 1 bar = 0,1 MPa.											

Các van được sử dụng để kiểm tra độ bền của bình chịu áp lực, các đoạn đường ống, hoặc làm van cho các phần mở rộng trong tương lai, phải kín rò rỉ theo cả hai hướng. Nếu áp suất chênh lệch lớn hơn cho trong Bảng 4, nhà sản xuất phải công bố các mômen đóng yêu cầu.

Đặc điểm mở của van điều chỉnh làm việc bằng tay phải được thiết kế sao cho việc mở của yên bắt đầu ở khoảng hai lần quay hoàn toàn của trục xoay (ví dụ bằng cách cung cấp một đế trụ trên hình nón) và tiết diện dòng chảy mở tăng dần.

## **TCVN 13856:2023**

Đối với van làm việc bằng tay được sử dụng ở nhiệt độ khắc nghiệt, các quy định phải được thực hiện để tránh người làm việc bị bỏng do nhiệt độ quá cao.

### **7.12 Bảo vệ chống ăn mòn**

Trừ khi van và cụm van được làm bằng vật liệu không ăn mòn, các bề mặt tiếp xúc với ăn mòn, ví dụ như bề mặt bích, ren vít hoặc bên trong, phải được cung cấp chất chống ăn mòn hoặc được bảo vệ bằng cách khác để bảo quản khô ở nhiệt độ môi trường; sự bảo vệ này sẽ vẫn có hiệu lực trong ít nhất một năm trong điều kiện bảo quản khô ráo.

Việc sơn, phủ, hoàn thiện bề mặt và màu sắc phải do nhà sản xuất quyết định, trừ khi người mua đã yêu cầu các phương pháp xử lý đó.

Ghi nhãn, như được quy định trong Điều 10, phải duy trì rõ ràng lâu dài.

## **8 Quy trình sản xuất thích hợp**

Không được có khuyết tật làm ảnh hưởng đến an toàn, chức năng thích hợp hoặc việc lắp đặt van hoặc cụm van. Điều này đặc biệt áp dụng cho các bề mặt nổi.

Các mặt tiếp xúc trên thân và nắp van, trên đệm và trên đầu van và trên đế van phải đủ mịn để đảm bảo độ kín.

Tất cả các bề mặt bên trong và các bộ phận có khả năng tiếp xúc với môi chất lạnh không được có bất kỳ tạp chất lạ nào, chẳng hạn như rỉ sét, cặn, bụi bẩn, vụn và những thứ tương tự. Sau khi hoàn thành chế tạo và thử nghiệm, van không được chứa chất lỏng, ngoại trừ chất lỏng cần thiết để bảo vệ chống ăn mòn, bất kỳ chất lỏng nào như vậy không có ảnh hưởng xấu đến chu trình của môi chất lạnh.

## **9 Thử trong sản xuất**

### **9.1 Thử bền áp suất**

Sau khi sản xuất mỗi van và/hoặc cụm van phải được thử nghiệm ở áp suất  $p'$  không nhỏ hơn giá trị lớn hơn của 1,5 lần  $PS$  và 1,25 lần  $PS_0$ . Điều này cũng áp dụng cho các thành phần van được thử nghiệm riêng biệt.

Đối với các van được sản xuất loạt từ loại I trở xuống và các cụm van được sản xuất loạt có đất thuộc loại ít hơn, như được định nghĩa trong Phụ lục H, thử bền áp suất trong sản xuất có thể được thực hiện trên cơ sở thống kê. Phương pháp thống kê phải được lập tài liệu.

CHÚ THÍCH: Luật Châu Âu về thiết bị chịu áp lực cho phép các thử nghiệm áp suất bền sản xuất trên cơ sở thống kê cho loại I, nhưng không nên sử dụng điều này cho loại I.

VÍ DỤ 1: Van được thiết kế với  $PS$  là 21 bar, nhiệt độ vận hành nhỏ nhất  $TS_{min} - 30$  °C và  $PS_0$  là 28 bar. Áp suất thử là giá trị lớn hơn của:

-  $1,5 \times 21 \text{ bar} = 31,5 \text{ bar}$  và

-  $1,25 \times 28 \text{ bar} = 35 \text{ bar}$ .

Tức là áp suất thử nghiệm để thử nghiệm sản xuất ở nhiệt độ môi trường ít nhất là 35 bar.

VÍ DỤ 2: Một van được thiết kế với PS tùy thuộc vào nhiệt độ vận hành (xem Bảng 6) và giá trị lớn nhất của PS là 28 bar. Giá trị của  $PS_0$  cũng là 28 bar. Áp suất thử là giá trị lớn hơn của:

-  $1,5 \times 28 \text{ bar} = 42 \text{ bar}$  và

-  $1,25 \times 28 \text{ bar} = 35 \text{ bar}$ .

Nghĩa là áp suất thử nghiệm để thử nghiệm sản xuất ở nhiệt độ môi trường ít nhất là 42 bar.

Khi thử nghiệm van hoặc cụm van được lắp với các bộ phận nhạy với áp suất, thử nghiệm có thể được thực hiện ở 1,1 lần áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ môi trường  $PS_0$ , với điều kiện là các thử nghiệm theo B.1.4 được thực hiện trên cơ sở thống kê.

Thử bền áp suất có thể được thực hiện mà không có các bộ phận bên trong không chịu được áp suất thử nghiệm.

Dưới áp suất thử nghiệm, được duy trì trong thời gian đủ để cho kết quả đáng tin cậy, mẫu thử không được có khuyết tật nhìn thấy được.

Nếu thử bền áp suất được thực hiện bằng khí (ví dụ không khí hoặc nitơ) thì phải có các điều khoản để tránh rủi ro khi van nổ. Ví dụ, tiến hành thử nghiệm trong một buồng đặc biệt đủ mạnh để chứa va đập của van nổ hoặc dưới nước trong bể được trang bị các phương tiện để ngăn chặn sự bắn ra các mảnh vỡ hoặc sử dụng các thiết bị bảo vệ thích hợp khác.

Nếu thử nghiệm áp suất bền được thực hiện bằng chất lỏng, van phải được làm khô hoàn toàn sau khi hoàn thành thử nghiệm hoặc ít nhất là xả nước nếu điều này đáp ứng đầy đủ các yêu cầu nêu trong Điều 8.

## 9.2 Thử độ kín

Thử nghiệm độ kín phải được tiến hành, nhưng chỉ sau khi van hoặc cụm van đã được kiểm tra về độ bền áp suất.

Nếu tiến hành thử nghiệm áp suất bền thì thử nghiệm độ kín phải tuân theo thử nghiệm áp suất bền. Tuy nhiên, thử nghiệm độ kín có thể được kết hợp với thử bền áp suất được mô tả trong 9.1.

Thử nghiệm phải được thực hiện bằng khí (ví dụ: không khí hoặc nitơ), áp suất thử nghiệm bằng áp suất lớn nhất cho phép PS ở nhiệt độ môi trường.

Trong quá trình thử nghiệm, không được tạo bọt khí trong thời gian ít nhất một phút khi mẫu thử được ngâm trong nước có sức căng bề mặt thấp.

Thử nghiệm phải được thực hiện với van mở một phần hoặc với áp suất tác dụng lên cả hai phía đồng thời.

Cho phép các thử nghiệm tương đương, ví dụ thử nghiệm phát hiện rò rỉ heli. Nếu có bất kỳ thay đổi nào đối với quy trình thử nghiệm như đã mô tả ở trên (ví dụ: trong trường hợp thử nghiệm phát hiện rò rỉ heli) thì thử nghiệm phải được thực hiện theo cách đảm bảo đánh giá đáng tin cậy. Phải ghi lại rằng thử

## TCVN 13856:2023

nghiệm độ kín ít nhất phải đạt được hiệu suất tương tự như thử nghiệm bong bóng.

Vì lý do an toàn và môi trường, nitơ, heli và CO<sub>2</sub> là môi trường thử nghiệm được ưu tiên. Chất đánh dấu phóng xạ có thể được thêm vào khí thử nghiệm. Nên tránh dùng hỗn hợp không khí và các khí khác, vì một số hỗn hợp có thể gây nguy hiểm. Có thể sử dụng không khí nếu loại bỏ nguy cơ bắt lửa và đảm bảo an toàn cho người lao động. Oxy không được sử dụng cho các thử nghiệm độ kín.

Sau khi thử nghiệm, phải cẩn thận để đảm bảo rằng phương tiện thử nghiệm được hạ xuống một cách an toàn.

### 9.3 Khả năng làm kín đế van

Trong trường hợp độ kín bên trong của đế van là một đặc điểm thiết kế, thì các điều sau được áp dụng.

Đối với cấp độ kín của đế van từ A đến F như định nghĩa trong 7.6.1, mỗi van phải được thử nghiệm.

Không được phát hiện rò rỉ khi thử nghiệm ở áp suất chênh lệch,  $\Delta p$ , cho trong Bảng 5 với thiết bị đo có thể phát hiện rò rỉ cho trong Bảng 5.

Nếu có bất kỳ thay đổi nào đối với quy trình thử nghiệm như đã mô tả ở trên (ví dụ: trong trường hợp thử nghiệm phát hiện rò rỉ heli) thì thử nghiệm phải được thực hiện theo cách đảm bảo đánh giá đáng tin cậy.

**Bảng 5 – Yêu cầu thử nghiệm sản xuất đối với độ kín của đế van**

Cấp độ kín của đế van	Áp suất thử thấp nhất	Khả năng phát hiện rò rỉ
A	Độ chênh lệch áp suất lớn nhất <sup>a,b</sup>	Không có bong bóng hoặc tương đương được đo trong một phút
B	Độ chênh lệch áp suất lớn nhất <sup>a</sup>	0,02 % của $K_{vs}$
C	5,5 bar	0,1 % của $K_{vs}$
D	5,5 bar	0,25 % của $K_{vs}$
E	5,5 bar	0,5 % của $K_{vs}$
F	5,5 bar	1 % của $K_{vs}$
G <sup>c</sup>	-	-

<sup>a</sup> Đối với van tay, xem Bảng 4 để biết các giới hạn trên được đề xuất đối với chênh lệch áp suất lớn nhất.  
<sup>b</sup> Đối với van an toàn, chênh lệch áp suất lớn nhất phải là 0,85 x áp suất đặt của van.  
<sup>c</sup> Đối với cấp độ kín của đế van loại G, cần tiến hành thử nghiệm để kiểm tra xác nhận độ kín của đế được quy định trong tài liệu kỹ thuật. Ví dụ, bằng phương pháp thống kê.

### 9.4 Mũ van

Các mũ van đóng vai trò như vòng đệm phải được kiểm tra xem có bố trí giảm áp hay không.

## 10 Ghi nhãn và thông tin bổ sung

### 10.1 Quy định chung

Việc ghi nhãn van hoặc cụm van từ loại I trở lên, như được định nghĩa trong Phụ lục H, phải bao gồm ít

nhất thông tin được quy định trong 10.2 và 10.4.

Việc ghi nhãn van hoặc cụm van thuộc loại thấp hơn I phải bao gồm ít nhất thông tin a), b), g) và h) quy định trong 10.2.

Nhãn phải được ghi rõ ràng trên thân hoặc mặt bích hoặc phải được gắn trên tấm hoặc ống thí nghiệm gắn cố định vào van hoặc cụm van.

Các cụm van phải được ghi nhãn theo loại của cụm van. Các van được kết hợp trong một cụm van không cần phải được ghi nhãn.

### 10.2 Ghi nhãn

- a) Nhãn hiệu thương mại của nhà sản xuất;
- b) Nhận dạng kiểu loại;
- c) Năm sản xuất;
- d) Áp suất lớn nhất cho phép (PS) tính bằng bar và dải nhiệt độ tương ứng ( $TS_{min}$  và  $TS_{max}$ ). Nếu áp suất lớn nhất cho phép PS là một hàm của nhiệt độ, thì mối quan hệ phải được ghi nhãn;
- e) Kích thước danh nghĩa DN, cùng với áp suất danh nghĩa PN nếu thích hợp;
- f) Thể tích (tính bằng lit) nếu được sử dụng để phân loại theo Phụ lục H;
- g) Chỉ dẫn loại van hoặc kết nối cụm van;
- h) Mũi tên chỉ hướng dòng chảy, nếu có.

### 10.3 Ví dụ về cách đánh dấu giới hạn cho phép của áp suất và nhiệt độ

Bảng 6 đưa ra một ví dụ về cách cho áp suất dưới dạng hàm của nhiệt độ.

**Bảng 6 – Áp suất lớn nhất cho phép như một hàm của nhiệt độ vận hành (ví dụ)**

PS bar	TS °C
22	50,1 đến 150
28	- 10,0 đến 50,0
21	- 10,1 đến - 60,0
7	- 60,1 đến - 85

### 10.4 Van điều chỉnh hoạt động bằng tay

Các van điều chỉnh làm việc bằng tay cũng phải được ghi nhãn bằng:

- a) chữ 'R' (biểu thị van điều chỉnh) trên mặt bích trên thân, hoặc
- b) một tấm hoặc nhãn có dòng chữ 'van điều chỉnh' dưới đai ốc tay quay.

## **TCVN 13856:2023**

### **10.5 Mũ van**

Các nắp có thể tích tĩnh tự do bên trong từ 1 lít trở lên đóng vai trò như một vòng đệm phải được đánh dấu bằng áp suất lớn nhất cho phép PS.

CHÚ THÍCH: Các nắp này thường là loại I hoặc lớn hơn, theo Phụ lục H, khi thể tích thực tự do bên trong được coi là bình chịu áp lực.

## **11 Tài liệu**

### **11.1 Quy định chung**

Đối với van từ loại I trở lên, như được định nghĩa trong Phụ lục H, nhà chế tạo phải có thể cung cấp tài liệu quy định trong 11.2.

Đối với van loại nhỏ hơn I, như được định nghĩa trong Phụ lục H, nhà sản xuất ít nhất phải có khả năng cung cấp tài liệu quy định trong 11.2 a), b), c), e), f), g), h), i), j), l), và m).

Đối với các cụm van, nhà sản xuất phải có thể cung cấp tài liệu quy định trong 11.3, ngoài tài liệu cho van như quy định ở trên.

### **11.2 Tài liệu cho van**

Đối với van từ loại I trở lên, như được định nghĩa trong Phụ lục H, nhà chế tạo phải có thể cung cấp tài liệu sau chứa thông tin liên quan đến an toàn:

- a) Hướng dẫn lắp ráp và cài đặt;
- b) Hướng dẫn sử dụng đầy đủ;
- c) Mục đích sử dụng của thiết bị;
- d) Hướng dẫn bảo trì và kiểm tra người sử dụng;
- e) Thông tin được yêu cầu trong Điều 10;
- f) Các bản vẽ và sơ đồ cần thiết để hiểu các chỉ dẫn;
- g) Cảnh báo về những nguy hiểm có thể xảy ra do sử dụng sai van;
- h) Viện dẫn tiêu chuẩn này, nghĩa là TCVN 13856 (ISO 21922);
- i) Môi chất lạnh mà thiết bị phù hợp;
- j) Giá trị  $K_{VS}$  khi thích hợp;
- k) Ký hiệu vật liệu đối với các phần chịu áp lực;
- l) Áp suất lớn nhất cho phép (PS), có thể được biểu thị như một hàm của nhiệt độ;
- m) Nhiệt độ vận hành thấp nhất ( $TS_{min}$ ) và nhiệt độ vận hành cao nhất ( $TS_{max}$ );
- n) Thông tin chi tiết về kiểu kết nối van.

Chứng chỉ vật liệu có thể được kiểm tra tại cơ sở của nhà sản xuất van (xem 6.11).

CHÚ THÍCH: Đối với một số ứng dụng nhất định, người định giá cần một bản sao của các chứng chỉ vật liệu.

### **11.3 Tài liệu bổ sung cho cụm van**

Nhà sản xuất phải có thể cung cấp tài liệu sau đây chứa thông tin liên quan đến an toàn:

a) Thông tin chi tiết về kiểu kết nối cụm van;

b) Đối với cụm van từ loại I trở lên, ký hiệu vật liệu của ống nối dài.

Đối với các cụm van có loại nhỏ hơn I, có thể bỏ qua thông tin chi tiết về loại kết nối van đối với van kết hợp. Không thể bỏ qua kiểu kết nối cụm van.

Chứng chỉ vật liệu có thể được kiểm tra tại cơ sở của nhà sản xuất van (xem 6.11).



## Phụ lục A

(Quy định)

### Quy trình thiết kế van bằng tính toán

#### A.1 Phương pháp tính toán

##### A.1.1 Tổng quan

Phụ lục này xác định giá trị ứng suất thiết kế cho phép  $\sigma_{cor}$  được sử dụng để tính toán độ bền ở áp suất lớn nhất cho phép PS. Phương pháp tính bao gồm thiết kế theo công thức (DBF) để chịu tải do áp suất tĩnh bên trong và tính toán thiết kế bằng phân tích (DBA) bằng một phương pháp phức tạp hơn dựa trên cơ học đứt gãy hay phương pháp phần tử hữu hạn.

Phương pháp tính toán này phải kết hợp với các hệ số an toàn thích hợp bằng cách sử dụng bằng cách kết hợp các giới hạn an toàn thích hợp với tất cả các chế độ hư hỏng liên quan một cách nhất quán.

Phương pháp tính được mô tả trong các tiêu chuẩn sau được coi là phù hợp:

- EN 12516-2;
- EN 13445-3.

Ngoài ra, có thể sử dụng các phương pháp khác đã được công nhận như ASME Phần VIII, Div.1 và ASME B 31.5, với các hệ số an toàn thích hợp và có giá trị tương đương.

Các lực hoặc momen phản lực khác có liên quan đến độ bền, cũng như sự suy yếu của van do các ảnh hưởng khác (ví dụ: ăn mòn) cũng phải được xem xét.

Phụ lục này cũng đưa ra các hệ số an toàn để sử dụng với phương pháp thiết kế thực nghiệm của Phụ lục B.

##### A.1.2 Giá trị độ bền cho tính toán thiết kế

Các giá trị độ bền (0,2 % độ bền thử  $R_p$ , độ bền kéo  $R_m$ ) để tính toán thiết kế có thể được lấy từ các tiêu chuẩn vật liệu. Trong Phụ lục E, các tiêu chuẩn tương ứng với các vật liệu liệt kê được đưa ra. Nếu các giá trị độ bền không được lấy từ các tiêu chuẩn vật liệu thì các giá trị này phải được kiểm tra xác nhận bằng các chứng chỉ vật liệu phù hợp với 6.11.

##### A.1.3 Tài liệu

Các giá trị độ bền được sử dụng để tính toán, ví dụ: đối với độ bền kéo hoặc độ bền chống thấm, cũng như việc xem xét ứng suất bổ sung hoặc các ảnh hưởng khác (ví dụ: ăn mòn), phải được ghi lại trong các tài liệu thiết kế.

## A.2 Ứng suất thiết kế được sử dụng để tính toán

### A.2.1 Ứng suất thiết kế cho các bộ phận chịu áp lực chính

Giá trị ứng suất thiết kế cho phép sử dụng để tính toán phải được xác định như sau:

$$\sigma_{corr} = \sigma_{con} / (S_c \times Z \times C_Q) \quad (A.1)$$

Trong đó:

$\sigma_{corr}$  là giá trị ứng suất cho phép lấy từ  $\sigma_{con}$

$\sigma_{con}$  là ứng suất thiết kế ban đầu

$S_c$  là hệ số bù ảnh hưởng của ăn mòn;

$Z$  là hệ số bù cho chất lượng của mối nối (ví dụ: mối hàn) (chỉ theo Bảng A.2 đối với vật liệu có số từ 1 đến 8 ở Bảng A.1 (nếu không thì  $Z = 1,0$ );

$C_Q$  là hệ số bù cho chất lượng vật đúc (chỉ theo Bảng A.3) đối với vật liệu có số 9 ở Bảng A.1 (nếu không thì  $C_Q = 1,0$ ).

**Bảng A.1 – Ứng suất thiết kế  $\sigma_{con}$  là thương số của giá trị độ bền đặc tính và giá trị số được chỉ thị (hệ số an toàn  $S_{con}$ )**

Số	Vật liệu <sup>a</sup>	$\sigma_{con}$		$S_{con}$	$S_{\sigma}$
		Giới hạn chảy <sup>b,c</sup>	Độ bền kéo <sup>b,d</sup>		
1 <sup>e</sup>	Thép nhóm 1.1 và 1.2	Min $\{R_{p0,2}/1,5; R_m/2,4\}$ $R_{p0,2}/1,5$	$R_m/2,4$	2,4	1,43
2	Thép nhóm 8.1 khi $A_5 \geq 30\%$	$R_{p1,0}/1,5$	$R_m/(0,5 + R_m/R_{p1,0})$	$0,5 + R_m/R_{p1,0}$	1,43
3	khi $A_5 \geq 35\%$	MAX{MIN[ $R_m/3$ ; $R_{p1,0}/1,2$ ]; $R_{p1,0}/1,5$ }		3,0	1,43
4 <sup>e</sup>	thép đúc nhóm 1.1 và 1.2	MIN $\{R_{p0,2}/1,9; R_m/3\}$ $R_{p0,2}/1,9$	$R_m/3,0$	3,0	1,43
5	Nhôm nhóm 21	$R_{eH}/1,5$	$R_m/(0,5 + R_m/R_{eH})$	$0,5 + R_m/R_{eH}$	1,43
6 <sup>e</sup>	Nhôm từ nhóm 22 đến 26	MIN $\{R_{p0,2}/1,5; R_m/2,4\}$ $R_{p0,2}/1,5$	$R_m/2,4$	2,4	1,43
7 <sup>e</sup>	Đồng từ nhóm 31 đến 38	MIN $\{R_{p0,2}/1,5; R_m/3,5\}$ $R_{p0,2}/1,5$	$R_m/3,5$	3,5	1,57
8	Ống Titan nhóm 51	-	$R_m/3,0$	3,0	1,35
9	Gang graphit hình cầu nhóm 72.2	$R_{p0,2}/2,4$	$R_m/3,8$	3,8	1,80
10	Thép cắt tự do	$R_{p0,2}/2,5$	$R_m/4,0$	4,0	1,80

<sup>a</sup> Việc phân loại thành các nhóm vật liệu phải được thực hiện theo ISO/TR 15608. Vật liệu từ các nhóm này được nêu trong Phụ lục E.

<sup>b</sup> Phải sử dụng các giá trị ứng suất ở nhiệt độ 20 °C hoặc 25 °C. Khi sai lệch, các giá trị ứng suất trong phạm vi nhiệt độ từ - 10 °C đến + 50 °C có thể được sử dụng. Các giá trị ứng suất ở các nhiệt độ khác có thể không được sử dụng liên quan đến hệ số an toàn này

<sup>c</sup> Đối với thép (Ferit và Austenit, cũng như thép đúc),  $R_{p0,2}$  có thể được ước lượng bằng cách giảm  $R_{p1,0}$  đi 25 MPa.

<sup>d</sup> Các giá trị và số hạng của mẫu số được sử dụng để xác định  $S_{con}$

<sup>e</sup> Đối với  $\sigma_{con}$ , dòng trên sẽ được sử dụng nếu có cả  $R_{p0,2}$  và  $R_m$ . Nếu cả hai đều không có sẵn thì các dòng thấp hơn sẽ được sử dụng.

**Bảng A.2 – Hệ số bù cho chất lượng của mối nối**

Phạm vi kiểm tra hoặc thử nghiệm	Hệ số Z
Không có hàn, hoặc các thử nghiệm phá hủy và không phá hủy. Xác nhận rằng toàn bộ loạt khớp hiển thị. Không hư hại đáng kể	1,0
Kiểm tra phá hủy hoặc không phá hủy ngẫu nhiên (1/0,85)	1,18
Kiểm tra trực quan (1/0,70)	1,43

**Bảng A.3 – Hệ số bù cho chất lượng đúc (gang graphit hình cầu)**

Phạm vi kiểm tra hoặc thử nghiệm	Hệ số C <sub>Q</sub>
Không đúc hoặc 100 % thử không phá hủy	1,0
Kiểm tra trực quan và kiểm tra không phá hủy ngẫu nhiên	1,1
Kiểm tra trực quan	1,25

**A.2.2 Tính toán thiết kế vít, chốt, đai ốc và bu lông**

Vít, chốt, đai ốc và bu lông phải có kích thước với ứng suất thiết kế không lớn hơn ứng suất cho phép của Bảng A.4 (sử dụng 100 %).

Các thay đổi về chiều dài do chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ thấp nhất và cao nhất của dải nhiệt độ dự định phải được xem xét trong quá trình thiết kế vít, chốt, đai ốc và vòng đệm.

**Bảng A.4 – Ứng suất cho phép để tính toán thiết kế hoặc thử nghiệm ở áp suất thử của vít và chốt**

Vật liệu	Ứng suất cho phép ở áp suất cho phép lớn nhất PS	Ứng suất cho phép ở áp suất thử thiết kế PF
Thép non-austenitic	$\text{MIN}\{R_{mt} / 4,0; R_{p\ 0,2t} / 3,0\}$	$\text{MIN}\{R_{mt} / 2,67; R_{p\ 0,2t} / 2,0\}$
Thép austenitic	$R_{mt} / 4,0$	$R_{mt} / 2,67$

Chỉ số t: Giá trị độ bền vật liệu nhỏ nhất và nhiệt độ vận hành lớn nhất sẽ được sử dụng. Ứng suất cho phép không được vượt quá trong phạm vi nhiệt độ vận hành.

## Phụ lục B

(Quy định)

### Phương pháp thiết kế thực nghiệm cho van

#### B.1 Phương pháp thiết kế thực nghiệm

##### B.1.1 Quy định chung

Với phương pháp thiết kế thực nghiệm, khả năng chống lại áp suất bên trong của van mẫu liên quan đến sự lựa chọn vật liệu nhất định được xác định; các lực hoặc momen phản lực khác (ví dụ: qua trục xoay ở đế van hoặc lực làm kín được truyền bởi trục xoay trong đế van hoặc cách lắp trục xoay, lực làm kín trên miếng đệm mặt bích hoặc lực giữ của thiết bị truyền động) cũng như sự suy yếu hoặc mất mát của vật liệu do các ảnh hưởng khác (ăn mòn) cũng phải được tính đến.

##### B.1.2 Lựa chọn và kiểm tra xác nhận các đặc tính của vật liệu

Phải chứng minh được rằng van được thử nghiệm trải qua cùng một quy trình sản xuất liên quan đến các đặc tính của vật liệu (ví dụ: xử lý nhiệt) như được sử dụng cho sản xuất hàng loạt

##### B.1.3 Quy trình cho phương pháp thiết kế thực nghiệm

Việc kiểm tra thiết kế cũng như kiểm tra độ bền của van được thực hiện ở nhiệt độ môi trường ( $20 \pm 5$ ) °C. Áp suất tương ứng được áp dụng cho mục đích thử nghiệm phải được duy trì trong 15 min.

Bằng cách thử nghiệm với  $P_F$  và  $P_{Test}$ , ít nhất ba mẫu phải được sử dụng. Kết quả là các phép thử kém hơn phải được ghi lại. Hai lần thử sau phải đạt.

a) Thử nghiệm thành phần ban đầu trong điều kiện được lắp ráp hoàn chỉnh ở áp suất thử nghiệm  $P_F$  theo các định nghĩa trong B.2 và

b) Thử nghiệm van ở áp suất thử nghiệm  $P_{Test}$  theo định nghĩa của B.3. Áp suất này gần với áp suất có hiệu lực khi van xảy ra sự cố.

##### B.1.4 Thử nghiệm ở áp suất thử nghiệm thiết kế lớn nhất cho phép $P_F$

Thử nghiệm này được thực hiện trên một bộ phận ban đầu trong tình trạng được lắp ráp hoàn chỉnh, tuy nhiên được phép tháo rời hoặc thay thế các bộ phận nhạy với áp suất, miễn là chúng không phải là bộ phận chịu áp lực.

Để kiểm tra xác nhận độ bền và độ kín bên ngoài ở áp suất bằng áp suất thử thiết kế lớn nhất cho phép  $P_F$ , áp suất trong van được va đập bởi khí (ví dụ: nito, khí nén), theo đó van mở trong quá trình thử nghiệm sao cho áp suất trước và sau đế van bằng nhau. Cách khác, áp suất này phải được tác dụng

đồng thời cả hai bên. Áp suất này được tăng dần lên đến áp suất thử nghiệm thiết kế cho phép lớn nhất  $P_F$ . Áp suất phải được giữ ở 10 min ở áp suất thử nghiệm thiết kế lớn nhất cho phép  $P_F$ .

Mặc dù nhìn chung ở mức áp suất này, đế van có thể không bị vỡ, nhưng theo 9.1 của tiêu chuẩn này vẫn phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa đặc biệt khi thử áp suất sử dụng khí.

Cho đến khi đạt đến áp suất thử nghiệm  $P_F$  và trong thời gian làm việc với áp suất này, không được có biến dạng dẻo của các bộ phận chịu áp lực. Tuy nhiên, đối với các bộ phận nhạy với áp suất được phép biến dạng dẻo, miễn là chúng không bị rò rỉ.

Để kiểm tra biến dạng dẻo, áp suất được hạ xuống hoàn toàn và kiểm tra thân van xem có bị biến dạng không tại một số vị trí đủ trên van là vị trí đại diện cho thân van.

#### **B.1.5 Thử nghiệm ở áp suất thử nhỏ nhất $P_{Test}$**

Để kiểm tra việc xác định kích thước thích hợp của van ở áp suất bằng với áp suất thử nhỏ nhất,  $P_{Test}$ , áp suất trong van được tạo bằng nước. Phải cẩn thận để thoát hết khí ra khỏi van.

Áp suất được tăng dần lên đến áp suất thử nhỏ yêu cầu  $P_{Test}$ . Áp suất phải được giữ ở 10 min ở áp suất thử nhỏ  $P_{Test}$ .

Nếu trong quá trình tăng áp suất lên đến áp suất thử nhỏ nhất  $P_{Test}$  xảy ra rò rỉ trước khi đạt đến mức này, thì phải bù lại cho đến khi đạt được áp suất dự định (ví dụ: tăng thể tích dòng chảy) hoặc lực làm kín được tăng lên bằng các biện pháp xây dựng thêm. Không được thực hiện những thay đổi có va đập làm tăng hoặc giảm độ bền của các bộ phận chịu áp lực khi áp dụng thử nghiệm nhỏ so với thiết kế không thay đổi; các thay đổi để cải thiện độ kín có thể được thực hiện: Không nhất thiết van phải được lắp với tất cả các bộ phận ban đầu (ví dụ: vít, bu lông, bộ phận làm kín) cho thử nghiệm này. Các bộ phận không được lắp trong suốt phép thử này phải được kiểm tra xác nhận độ bền sử dụng các phương pháp khác xem 7.3. Các bộ phận nhạy với áp suất không chịu được áp dụng của áp suất thử nhỏ nhất  $P_{Test}$  có thể được tháo rời hoặc thay thế trước khi thử nghiệm.

Các bộ phận của van có thể được thử nghiệm riêng biệt với áp suất tùy theo vật liệu và quy trình được sử dụng.

#### **B.1.6 Tài liệu**

Việc tính toán áp suất thử nghiệm thiết kế lớn nhất cho phép  $P_F$  và áp suất thử nghiệm nhỏ nhất  $P_{Test}$  phải được soạn thảo thành văn bản

Một báo cáo phải được lập về thử nghiệm, bao gồm các chi tiết của van, quy trình thử nghiệm, cụm thử nghiệm bao gồm những thay đổi có thể xảy ra đối với van, dụng cụ đo hoặc phương pháp đo được sử dụng và công bố về độ chính xác của các đại lượng riêng lẻ được đo.

Khi kết thúc một loạt thử nghiệm, việc đạt được trạng thái ban đầu của hệ thống đo phải được kiểm tra và lập thành văn bản.

Các quá trình trong quá trình sản xuất có liên quan đến độ bền (ví dụ: kéo sâu, xử lý nhiệt) phải được

## TCVN 13856:2023

ghi lại như một phần của tiêu chuẩn này.

### B.2 Xác định áp suất thử nghiệm thiết kế lớn nhất cho phép $P_F$

Điều kiện tiên quyết để xác định áp suất thử nghiệm thiết kế lớn nhất cho phép  $P_F$  là áp suất lớn nhất cho phép  $PS$  đáp ứng các điều kiện thiết kế theo Bảng A.1, liên quan đến việc xác định kích thước của nó.

Áp suất thử nghiệm thiết kế lớn nhất cho phép  $P_F$  được tính từ áp suất lớn nhất cho phép dự kiến ở nhiệt độ môi trường xung quanh  $PS_0$ .  $P_F$  sẽ được chọn là một trong các giá trị sau đây:

$$P_F = PS_0 \times S_\sigma \times X \text{ hoặc } P_F = 1,25 \times PS_0 \times X \times Y \text{ nhưng không nhỏ hơn } P_F = 1,5 \times PS \times X \times Y \quad (\text{B.1})$$

Trong đó:

$P_F$  Là áp suất thử thiết kế lớn nhất cho phép

$PS$  Là áp suất lớn nhất cho phép

$PS_0$  Là áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ môi trường (-10 °C đến 50 °C) theo thiết kế độ bền (không hiệu chỉnh nhiệt độ):

$S_\sigma$  Là hệ số an toàn

$X$  Là hiệu chỉnh chiều dày thành thực tế so với chiều dày thành thiết kế:

$Y$  Là hiệu chỉnh trên cơ sở các giá trị độ bền hiện tại của mẫu thử so với các thông số độ bền thiết kế van:  $Y = R_{m,act}/R_{m,con}$

Nếu biểu thức của  $Y$  không thể xác định được đối với thiết kế của van loại nhỏ hơn I (xem phụ lục H), thì  $Y = 1,05$ .

Đối với hệ số  $S_\sigma$ , các giá trị liệt kê trong Bảng A.1 sẽ được sử dụng cho nhóm vật liệu tương ứng.

### B.3 Xác định áp suất thử nhỏ nhất $P_{Test}$

Áp suất thử nhỏ nhất  $P_{Test}$  phải được duy trì trong quá trình thử nghiệm áp suất:

$$P_{Test} \geq 1,1 \times PS_0 \times S_{con} \times X \times Y \times Z \times C_Q \quad (\text{B.2})$$

Trong đó:

$P_{Test}$  Áp suất thử nhỏ nhất;

$PS_0$  Áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ môi trường (-10 °C đến 50 °C) theo thiết kế độ bền (không hiệu chỉnh nhiệt độ);

$S_{con}$  Hệ số tính toán áp suất thử nhỏ có tính đến độ bền kéo theo Bảng A.1;

$X$  Hiệu chỉnh chiều dày thành thực tế so với chiều dày thành thiết kế (xem B.4);

$Y$  Hiệu chỉnh trên cơ sở các giá trị độ bền hiện tại của mẫu thử so với các thông số độ bền thiết kế

van:  $Y = R_{m,act}/R_{m,con}$

Z: Hệ số bù cho chất lượng của mối nối (ví dụ mối nối hàn);

$C_Q$ : Hệ số bù cho chất lượng của vật đúc.

Nếu biểu thức của Y không thể xác định được đối với thiết kế của van loại nhỏ hơn I (xem Phụ lục H), thì  $Y = 1,05$ .

Z: Hệ số bù chất lượng của mối ghép theo Bảng A.2 đối với vật liệu có số hiệu từ 1 đến 8 theo Bảng A.1 (nếu không thì  $Z = 1,0$ ).

$C_Q$  là hệ số bù chất lượng của vật đúc theo Bảng A.3 đối với vật liệu có số 9 theo Bảng A.1 (nếu không thì  $C_Q = 1,0$ ).

Phép thử là đạt nếu không có sự cố do gãy thân van ở áp suất này.

#### B.4 Hiệu chỉnh chiều dày thân van thực tế

Cần phải tính đến độ chênh giữa chiều dày thân thực tế và chiều dày thân trong thiết kế, sử dụng hệ số hiệu chỉnh. Ngoài ra, có thể cho phép giảm chiều dày thân van do ăn mòn trong quá trình thiết kế bằng hệ số hiệu chỉnh này.

CHÚ THÍCH: EN 14276-1:2020,6.2 có thêm thông tin về cách tính đến sự ăn mòn.

Kinh nghiệm của nhà sản xuất có thể được xem xét hoặc hệ số bù cho sự ăn mòn phải được tính như sau:

$$X = e_{act}/(e_{con} - \delta_e - e_c) \quad (B.3)$$

Trong đó:

$e_{act}$ : Chiều dày thành thực tế tại các điểm đo đã cho của van cần thử nghiệm;

$e_{con}$ : Chiều dày thành cấu kiện theo quy định trong bản vẽ thiết kế;

$\delta$ : Dung sai âm chiều dày thân van;

$e_c$ : Sự giảm chiều dày của thân do tác dụng của ăn mòn.

Nếu biểu thức của X không thể xác định được cho thiết kế của van với  $DN \leq 80$ , thì  $X = 1,05$ .

Đối với  $DN > 80$ , giá trị lớn nhất của X sẽ là 1,25.

Ví dụ: Việc giảm chiều dày thân van do va đập bởi ăn mòn e, khi chiều dày thành dự kiến giảm với một lượng không đổi mỗi năm, có thể được tính như sau:

$$e_c = \delta \times a \quad (B.4)$$

Trong đó:

$\delta$ : độ giảm chiều dày của thân mỗi năm;

a: tuổi thọ tính bằng năm; đối với van thường là 20 năm.

Nếu việc giảm chiều dày do thân van bị ăn mòn không được coi là thiết kế theo hệ số hiệu chỉnh thì X phải được tính với  $e_c = 0,0$  để tính áp suất thử nổ.



**Phụ lục C**

(Quy định)

**Xác định áp suất cho phép ở nhiệt độ vận hành lớn nhất****C.1 Mỗi liên hệ giữa áp suất cho phép và các nhiệt độ cao hơn****C.1.1 Quy định chung**

Đối với nhiệt độ vận hành lớn nhất lớn hơn 50 °C áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ môi trường (-10 °C đến +50 °C),  $PS_0$ , dựa trên áp suất lớn nhất cho phép  $PS$  và phải được hiệu chỉnh dựa trên áp suất lớn nhất cho phép  $PS_{TSmax}$  ở nhiệt độ vận hành lớn nhất  $TS_{max}$ .

**C.1.2 Tài liệu**

Việc giảm áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ vận hành cao hơn phải được lập thành văn bản.

**C.2 Xác định áp suất lớn nhất cho phép ở các nhiệt độ cao hơn**

Áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ môi trường (- 10 °C đến + 50 °C),  $PS_0$  được tính từ áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ vận hành lớn nhất,  $PS_{TSmax}$ :

$$PS_0 = PS_{TSmax} / S_{TSmax}$$

Trong đó:

Nếu thiết kế dựa trên  $R_{p0,2}$  thì

$$S_{TSmax} = R_{p0,2} TS_{max} / R_{p0,2};$$

Nếu thiết kế dựa trên  $R_{p1,0}$  thì:

$$S_{TSmax} = R_{p1,0} TS_{max} / R_{p1,0};$$

Nếu thiết kế dựa trên  $R_{eH}$  thì:

$$S_{TSmax} = R_{eH} TS_{max} / R_{eH};$$

Nếu thiết kế dựa trên  $R_m$  thì:

$$S_{TSmax} = R_m TS_{max} / R_m$$

## Phụ lục D

(Quy định)

### Xác định áp suất cho phép ở nhiệt độ vận hành nhỏ nhất – Yêu cầu để tránh gãy giòn

#### D.1 Mỗi liên hệ giữa áp suất cho phép và nhiệt độ thấp hơn

##### D.1.1 Quy định chung

Ở nhiệt độ vận hành thấp hoặc khi năng lượng phá vỡ do va đập nhỏ hơn các giá trị cho dưới đây, áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ môi trường ( $-10\text{ °C}$  đến  $+50\text{ °C}$ ), PS, dựa trên áp suất lớn nhất cho phép, PS, và được hiệu chỉnh dựa trên áp suất lớn nhất cho phép,  $PS_{TS_{min}}$  ở nhiệt độ vận hành nhỏ nhất  $TS_{min}$ .

Các hệ số an toàn của Bảng A.1 có tính đến các giá trị KV nhỏ nhất ở nhiệt độ môi trường đối với các nhóm vật liệu:

- a) Đối với thép, 27 J;
- b) Đối với vật liệu gang hình cầu RT, 17 J hoặc 14 J (xem Bảng E.6);
- c) Đối với vật liệu gang hình cầu LT, 12 J.

Trên đây là các giá trị  $KV_0$  được sử dụng trong phụ lục này.  $PS_0$ , được hiệu chỉnh khi nhiệt độ vận hành nhỏ nhất  $TS_{min}$  nhỏ hơn  $-10\text{ °C}$  hoặc năng lượng phá vỡ do va đập KV nhỏ hơn  $KV_0$ .

Ví dụ: Vật liệu EN-GJS-350-22-RT và EN-GJS-400-18-RT là gang cầu, nếu năng lượng phá vỡ do va đập vượt quá 14J và phạm vi hoạt động nhiệt độ là  $-10\text{ °C}$  đến  $+50\text{ °C}$ , khi đó không cần hiệu chỉnh.

Chú thích: Ví dụ về vật liệu và giới hạn ứng dụng của chúng được nêu trong Phụ lục E.

##### D.1.2 Yêu cầu của vật liệu và dẫn chứng về các đặc tính của vật liệu

Nếu năng lượng phá vỡ do va đập nhỏ nhất KV được cung cấp cho nhiệt độ môi trường xung quanh hoặc  $0\text{ °C}$  thì không cần bố trí cụ thể nào để sử dụng vật liệu ở nhiệt độ xuống  $-10\text{ °C}$ .

Nhôm hoặc hợp kim nhôm, nhóm 21 đến 26, ngoài trừ hợp kim nhôm-magie có hàm lượng magie trên 6 %, đồng hoặc hợp kim đồng, nhóm 31 đến 38, và cả titan không dễ bị gãy giòn và không cần có các bố trí cụ thể cho việc sử dụng chúng ở nhiệt độ xuống tới  $-196\text{ °C}$  được yêu cầu.

Chỉ nên sử dụng hợp kim nhôm-magie có hàm lượng magie lớn hơn 6 % ở nhiệt độ xuống đến  $-100\text{ °C}$ .

CHÚ THÍCH: Mạng tinh thể (mạng tinh thể hướng tâm) của nhôm và hợp kim nhôm, nhóm 21 đến 26, và đồng và hợp kim đồng, nhóm 31 đến 38, theo ISO/ TR 15608, khác so với thép, nhóm 1.1 và 1.2 (mạng tinh thể hướng tâm). Do đó, các vật liệu này (nhóm 1,1 và 1,2) có xu hướng biến dạng nhiều hơn ở nhiệt độ thấp.

## TCVN 13856:2023

### D.1.3 Tài liệu

Năng lượng phá vỡ do va đập phải được khẳng định bằng các chứng nhận (xem 6.11).

Việc giảm áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ vận hành cao hơn phải được lập thành tài liệu.

Phương pháp đã chọn, theo D.3 hoặc D.4 sẽ được công bố.

### D.2 Xác định áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ vận hành nhỏ nhất

Áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ môi trường (- 10 °C đến + 50 °C),  $PS_0$ , được tính từ áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ vận hành nhỏ nhất,  $PS_{TSmin}$  là:

$$PS_0 = PS_{TSmin} / S_{TSmin}$$

$S_{TSmin}$  được lấy như đã nêu trong D.3. Đối với ứng dụng thiết kế độ bền, cả 2 phương pháp đều tương đương nhau (xem Phụ lục E).

Phương pháp của Điều D.4 có thể được sử dụng cho C, CMn, thép hạt mịn, thép hợp kim Ni với không quá 1,5 % Ni với giới hạn chảy nhỏ nhất quy định  $\leq 500$  MPa và thép austenite-ferit với giới hạn chảy nhỏ nhất quy định  $\leq 550$  MPa. Nếu phương pháp của Điều D.4 được sử dụng, thì  $S_{TSmin}$  bằng 1.

### D.3 Xác định áp suất lớn nhất cho phép ở nhiệt độ vận hành nhỏ nhất trên cơ sở phương pháp thực nghiệm (phương pháp $t_{min}$ )

#### D.3.1 Quy định chung

Với phương pháp này, việc ngăn ngừa gãy giòn được xem xét bằng các hệ số giảm phụ thuộc vào việc nhiệt độ vận hành nhỏ nhất ( $T_{Smin}$ ) có cao hơn một trong ba nhiệt độ trường hợp tải  $t_{min 100}$ ,  $t_{min 75}$  và  $t_{min 25}$ . Quy trình được mô tả dựa trên kinh nghiệm sử dụng van ở nhiệt độ thấp của hệ thống lạnh trong thời gian dài.

Giá trị KV phải được lấy từ các tiêu chuẩn vật liệu (xem Phụ lục E).

#### D.3.2 Xác định $t_{min 100}$ , $t_{min 75}$ và $t_{min 25}$

Nếu năng lượng phá vỡ do va đập nhỏ nhất KV được cung cấp cho nhiệt độ môi trường xung quanh là 0°C thì  $t_{min 100}$  không nhỏ hơn -10 °C

Các trường hợp tải trọng sau đây áp dụng cho thép và thép đúc (nhóm 1.1 và 1.2), trong đó  $t_{min 100}$  là ở nhiệt độ  $> -20$  °C và  $\leq -10$  °C:

a)  $t_{min 75}$  bằng  $t_{min 100} - 50$  K và

b)  $t_{min 25}$  bằng  $t_{min 100} - 75$  K

Các trường hợp tải sau đây áp dụng cho thép và thép đúc (nhóm 1.1 và 1.2), trong đó  $t_{min 100}$  ở nhiệt độ  $\leq -20$  °C, cần xác định rằng năng lượng phá vỡ do va đập KV<sub>0</sub> hay nhiều hơn được cho ở  $\leq -20$  °C. Áp dụng các trường hợp tải sau:

c)  $t_{\min 75}$  bằng  $t_{\min 100} - 50$  K

d)  $t_{\min 75}$  bằng  $t_{\min 100} - 80$  K

Thép austenit theo nhóm 8.1 với  $A_5 \geq 35$  %, có thể được sử dụng ở nhiệt độ  $t_{\min 100}$  của  $-196$  °C

Nhôm hoặc hợp kim nhôm (nhóm 21 đến 26), ngoại trừ hợp kim nhôm-magie, với hàm lượng magie trên 6 % cũng như titan (nhóm 51), đồng hoặc hợp kim đồng (nhóm 31 đến 38). Theo ISO/TR 15608 có thể được sử dụng ở nhiệt độ vận hành  $t_{\min 100}$  của  $-196$  °C. Việc sử dụng bán thành phẩm và vật đúc được cho phép.

Chỉ nên sử dụng hợp kim nhôm-magie với hàm lượng magie nhiều hơn 6 % ở nhiệt độ vận hành  $t_{\min 100} - 100$  K.

Dựa trên kinh nghiệm thực tế trong quá trình làm việc, van đến DN 10 hoặc nắp van và các bộ phận hộp nhồi DN 40 được làm từ thép cast tự do (xem Bảng E.7) có thể được sử dụng trong các trường hợp tải  $t_{\min 75}$  xuống  $-40$  °C và trong các trường hợp tải  $t_{\min 25}$  xuống  $-60$  °C.

Các giá trị cho  $t_{\min 75}$  trong Bảng E.6 cho EN-GJS-450-22LT và EN-GJS-400-18-LT dựa trên kinh nghiệm thực tế và không nên sử dụng những vật liệu này dưới  $t_{\min 75}$ .

### D.3.3 Kết cấu hàn

Các quy tắc tương tự áp dụng cho các mối hàn đối với vật liệu cơ bản với điều kiện là nhiệt độ thấp nhất ở tải trọng 100 % ( $t_{\min 100}$ ) của đường hàn được ghi lại thông qua thử nghiệm năng lượng phá vỡ do va đập.

Đối với nhiệt độ ứng dụng dưới  $t_{\min 100}$ , cần phải giảm ứng suất bằng cách xử lý nhiệt cho các kết cấu hàn.

Đối với vật liệu thuộc nhóm 1.1 và 1.2, không yêu cầu giảm ứng suất bằng xử lý nhiệt với điều kiện chiều dày của vật liệu hàn nhỏ hơn 10mm.

Ví dụ: Xem Bảng D.1 để biết xác định  $t_{\min 75}$  và  $t_{\min 25}$  đối với đường hàn có  $t_{\min 100}$  của  $-10$  °C.

**Bảng D.1 – Ví dụ về xác định nhiệt độ ứng dụng thấp nhất cho thép đúc**

Nhiệt độ thử của đường hàn °C	$t_{\min 100}$ °C	Chênh nhiệt độ nhiệt độ thử (xem D.3.2) K	$t_{\min 75}$ °C	Chênh nhiệt độ nhiệt độ thử (xem D.3.2) K	$t_{\min 25}$ °C
- 10	- 10	50	- 60	75	- 85
+ 20	- 10	50	- 30	75	- 55

### D.3.4 Xác định hệ số an toàn

Có tính đến các điều kiện tiên quyết nêu trên, hệ số an toàn  $S_{T_{\min}}$  được tính theo phương pháp này như sau:

$$S_{TS_{min}} = \begin{cases} 1,0 & \text{nếu } TS_{min} \geq t_{min 100} \\ 0,75 & \text{nếu } t_{min 75} \leq TS_{min} \leq t_{min 100} \\ 0,25 & \text{nếu } t_{min 25} < TS_{min} \leq t_{min 75} \end{cases}$$

Nếu giá trị cho nhiệt độ vận hành thấp dự kiến  $TS_{min}$  dưới  $t_{min 25}$ , thì phương pháp này không cho phép thiết kế bộ phận.

### D.3.5 Thử vật liệu và tài liệu

Thử nghiệm năng lượng đứt khi và chạm phải được thực hiện ở  $t_{min 100}$  phù hợp với các điều kiện của tiêu chuẩn vật liệu và kết quả phải được lập thành văn bản.

## D.4 Xác định nhiệt độ vận hành nhỏ nhất $TS_{min}$ dựa trên chiều dày tham chiếu $e_B$

### D.4.1 Quy định chung

Phương pháp này có thể được áp dụng cho thép hạt mịn C, CMn, thép hợp kim Ni với không quá 1,5 % Ni với giới hạn chảy nhỏ nhất quy định  $\leq 500$ MPa và thép austenit-ferit có giới hạn chảy nhỏ nhất quy định  $\leq 550$  MPa.

Phương pháp này, dựa trên cơ học đứt gãy, có thể được sử dụng để xác định các yêu cầu để tránh đứt gãy giòn trong các loại thép này và có thể được sử dụng khi nhiệt độ vận hành thấp nhất  $TS_{min}$  không bằng nhiệt độ thử va đập  $T_{KV}$ . Biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa  $TS_{min}$  và  $T_{KV}$  tùy thuộc vào chiều dày tham chiếu và cấp độ bền. Sự khác biệt được thực hiện cho điều kiện khi hàn (AW) và xử lý nhiệt sau hàn (PWHT).

Phương pháp này không áp dụng cho thép cán nhiệt dày hơn 35 mm.

Chiều dày tham chiếu  $e_B$  đối với các chi tiết cấu tạo là chiều dày vật liệu nhỏ nhất cần thiết để tạo độ bền thích hợp cho các bộ phận chịu áp lực. Chiều dày tham chiếu có thể được chọn là một số cao hơn nếu chiều dày vật liệu nhỏ nhất cần thiết là không xác định. Vật liệu gốc, mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ) phải đáp ứng năng lượng va đập yêu cầu KV được quy định trong Bảng D.3 hoặc D.4 ở nhiệt độ thử va đập  $T_{KV}$ .

CHÚ THÍCH: Phương pháp này dựa trên EN 13445-2.

### D.4.2 Điều chỉnh nhiệt độ

Nhiệt độ tham chiếu thiết kế  $T_R$ , nhiệt độ được sử dụng để xác định các yêu cầu về năng lượng va đập được xác định bằng cách cộng thêm điều chỉnh nhiệt độ  $T_S$  vào nhiệt độ vận hành thấp nhất  $TS_{min}$ :

$$T_R = TS_{min} + T_S$$

Trong đó  $T_S$  là 0 K hoặc theo Bảng D.2.

Bảng D.2 – Điều chỉnh nhiệt độ Ts

Điều kiện	Tỷ lệ của màng chính gây ra áp suất ứng suất và ứng suất thiết kế lớn nhất cho phép			Ứng suất màng <sup>b</sup>
	> 75 %	> 50 % ≤ 75 %	≤ 50 %	
Không hàn hoặc xử lý nhiệt sau hàn (PWHT) <sup>a</sup>	0 K	+ 10 K	+ 25 K	+ 50 K
Hàn hoặc chiều dày tham chiếu ≤ 35 mm	0 K	0 K	0 K	+ 40 K

<sup>a</sup> Cũng có thể áp dụng cho thiết bị mà tất cả các vòi phun và các phụ kiện hàn không tạm thời được hàn trước với các thành phần của tàu và các cụm phụ này được xử lý nhiệt sau hàn trước khi lắp ráp trong thiết bị qua hàn đối đầu, nhưng các đường nối chính sau đó không được xử lý nhiệt sau hàn

<sup>b</sup> Ứng suất của màng phải tính đến áp suất bên trong và bên ngoài và trọng lượng chết. Đối với thành và ống của bộ trao đổi nhiệt, việc hạn chế dịch chuyển đầu tự do của các ống bộ trao đổi nhiệt cũng phải được tính đến.

#### D.4.3 Xác định nhiệt độ tham chiếu thiết kế T<sub>R</sub>

Bảng D.3 và D.4 chỉ ra hình nào sẽ được sử dụng để xác định nhiệt độ thử và đập T<sub>KV</sub> hoặc nhiệt độ tham chiếu thiết kế T<sub>R</sub>. Điều kiện "không hàn" phải được coi là điều kiện PWHT.

Nếu sử dụng yêu cầu năng lượng và đập KV là 40 J thay vì 27 J, thì nhiệt độ thử và đập T<sub>KV</sub> có thể tăng lên 10 K hoặc T<sub>R</sub> có thể giảm 10 K.

Cho phép nội suy tuyến tính giữa các mức độ bền và chiều dày trong các hình D.1 đến D.11.

Ngoài ra, có thể sử dụng cấp độ bền hoặc chiều dày thân cao hơn tiếp theo. Nhiệt độ thử nghiệm thấp hơn T<sub>KV</sub> được chấp nhận cho các yêu cầu tương tự.

Các đường đứt nét trong Hình D.1 và Hình D.3 áp dụng cho chiều dày của thân lên đến và bao gồm cả 110 mm khi các giá trị va đập KV 40 J đạt được tại T<sub>KV</sub>

Không được phép ngoại suy cho phạm vi nhiệt độ vượt quá phạm vi nhiệt độ như trong hình vẽ.

Đối với chiều dày thành < 10 mm, phải sử dụng đường cong 10 mm.

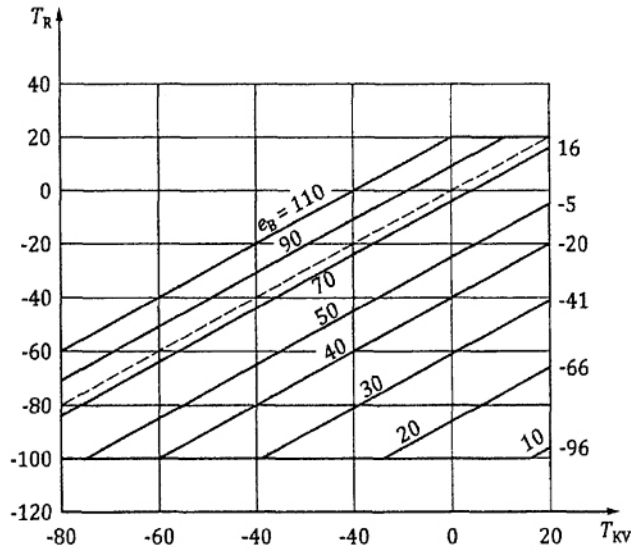
**Bảng D.3 – Yêu cầu về năng lượng và đập đối với thép hạt mịn C, CMn, thép hợp kim Ni không nhiều hơn 1,5 % Ni**

Giới hạn chảy nhỏ nhất quy định của vật liệu cơ bản	Năng lượng phá vỡ do va đập cần thiết KV (trên mẫu thử 10 mm x 10 mm)	Hình vẽ xác định $T_{KV}$ yêu cầu	
		Không hàn hoặc xử lý nhiệt sau hàn	Hàn
MPa	J		
$R_e \leq 265$	27	Hình D.1	Hình D.2
$R_e \leq 355$	27	Hình D.3	Hình D.4
$R_e \leq 460$	40	Hình D.5	Hình D.6
$R_e \leq 500$	40	Hình D.7	Hình D.8

Các đường đứt nét trong các Hình D.1 và D.3 sẽ chỉ được sử dụng cho KV  $\geq$  40J.

**Bảng D.4 – Điều chỉnh nhiệt độ  $T_s$**

Giới hạn chảy nhỏ nhất quy định của vật liệu cơ bản	Năng lượng va đập cần thiết KV (trên mẫu thử 10mm x 10mm)	Hình vẽ xác định $T_{KV}$ yêu cầu
MPa	J	
$R_e \leq 385$	40	Hình D.9
$R_e \leq 465$	40	Hình D.10
$R_e \leq 550$	40	Hình D.11



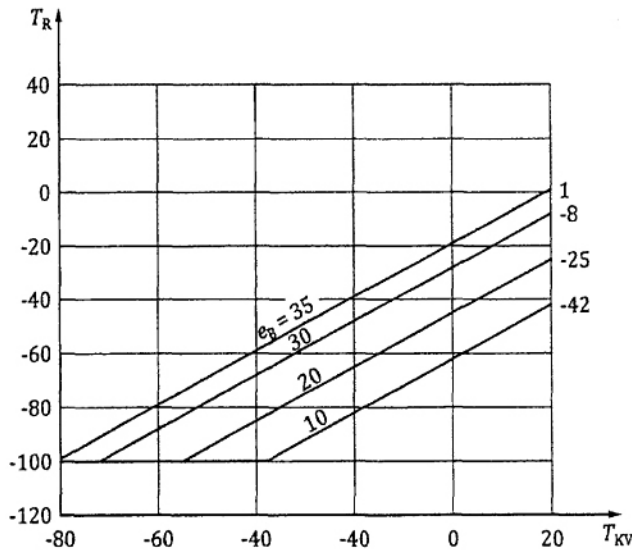
## CHÚ DẪN:

$T_R$ : Nhiệt độ tham chiếu thiết kế

$e_b$ : Chiều dày tham chiếu

$T_{KV}$ : Nhiệt độ thử nghiệm và đập vật liệu

**Hình D.1 – Nhiệt độ tham chiếu thiết kế và nhiệt độ thử va đập, điều kiện xử lý nhiệt sau hàn (PWHT), đối với  $R_e \leq 265$  MPa và  $KV \geq 27$  J. Đường đứt nét chỉ được sử dụng cho  $KV \geq 40$  J và cho chiều dày từ 75 mm đến và bao gồm cả 110 mm**



## CHÚ DẪN:

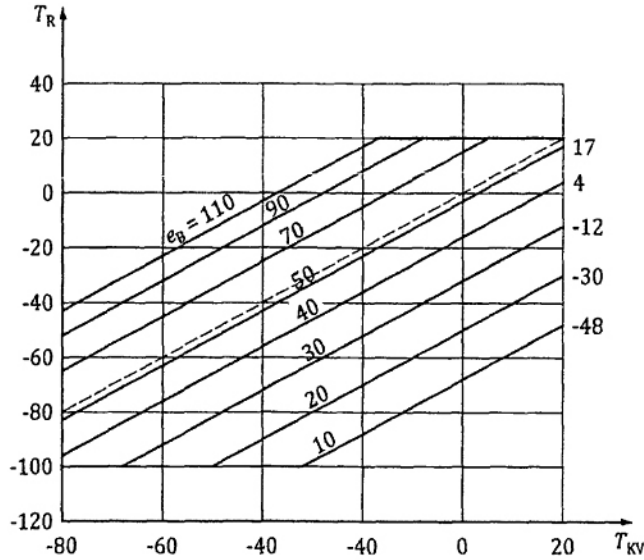
$T_R$ : Nhiệt độ tham chiếu thiết kế

$e_b$ : Chiều dày tham chiếu

$T_{KV}$ : Nhiệt độ thử nghiệm và đập vật liệu

**Hình D.2 – Nhiệt độ tham chiếu thiết kế và nhiệt độ thử va đập, điều kiện hàn (AW), đối với  $R_e \leq 265$  MPa và  $KV \geq 27$  J**





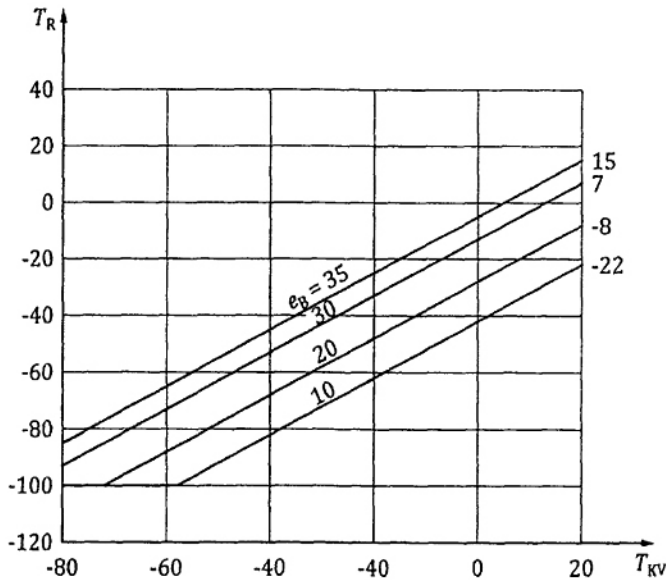
CHÚ DẪN:

$T_R$ : Nhiệt độ tham chiếu thiết kế

$e_b$ : Chiều dày tham chiếu

$T_{KV}$ : Nhiệt độ thử nghiệm và đập vật liệu

**Hình D.3 – Nhiệt độ tham chiếu thiết kế và nhiệt độ thử và đập, điều kiện xử lý nhiệt sau hàn (PWHT), đối với  $R_e \leq 355$  MPa và  $KV \geq 27J$ . Đường nét đứt chỉ được sử dụng cho  $KV \geq 40J$  và cho chiều dày từ 55 mm đến và bao gồm cả 110 mm**



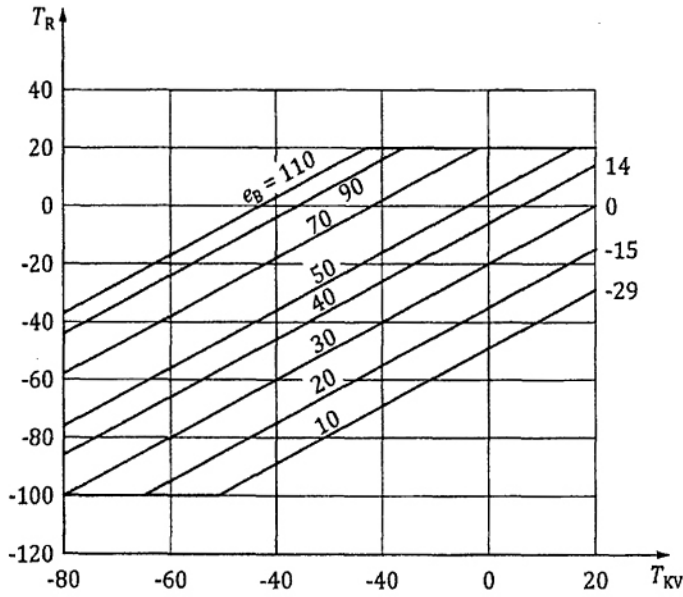
CHÚ DẪN:

$T_R$ : Nhiệt độ tham chiếu thiết kế

$e_b$ : Chiều dày tham chiếu

$T_{KV}$ : Nhiệt độ thử nghiệm và đập vật liệu

**Hình D.4 – Nhiệt độ tham chiếu thiết kế và nhiệt độ thử nghiệm và đập, điều kiện hàn (AW), đối với  $R_e \leq 355$  MPa và  $KV \geq 27J$**



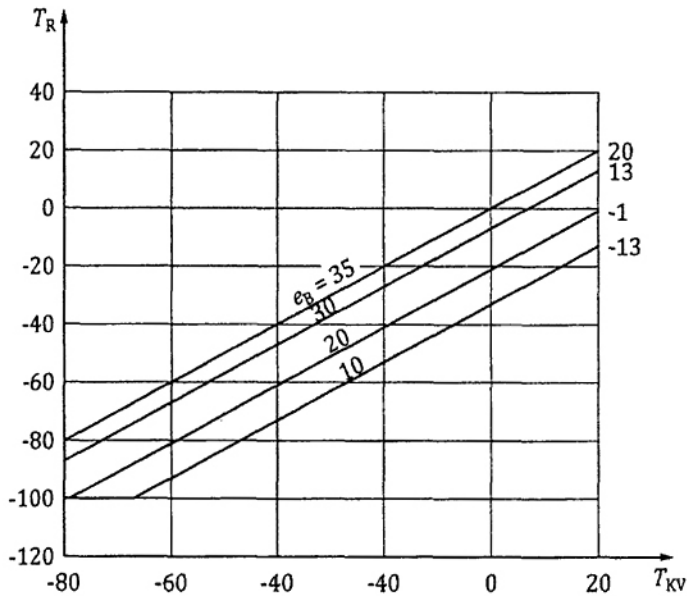
**CHÚ DẪN:**

$T_R$ : Nhiệt độ tham chiếu thiết kế

$e_s$ : Chiều dày tham chiếu

$T_{KV}$ : Nhiệt độ thử nghiệm và đập vật liệu

**Hình D.5 – Nhiệt độ tham chiếu thiết kế và nhiệt độ thử nghiệm và đập, điều kiện xử lý nhiệt sau hàn (PWHT), đối với  $R_e \leq 460$  MPa và  $KV \geq 40$  J**



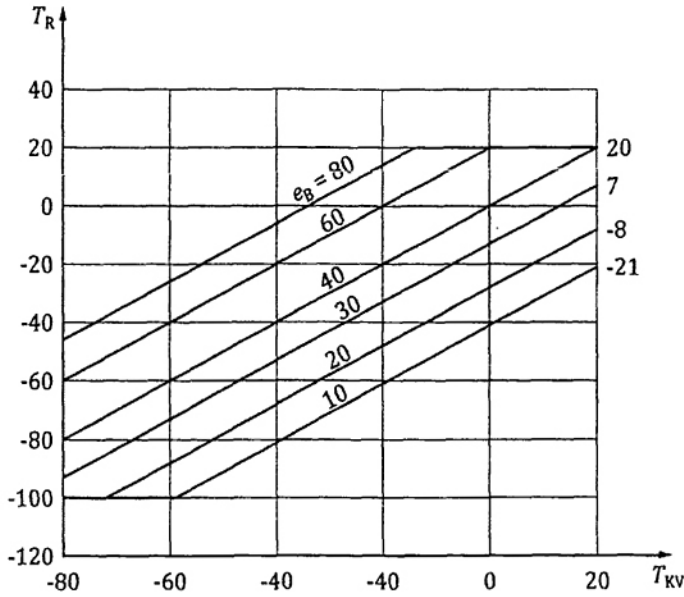
**CHÚ DẪN:**

$T_R$ : Nhiệt độ tham chiếu thiết kế

$e_s$ : Chiều dày tham chiếu

$T_{KV}$ : Nhiệt độ thử nghiệm và đập vật liệu

**Hình D.6 – Nhiệt độ tham chiếu thiết kế và nhiệt độ thử nghiệm và đập, điều kiện hàn (AW), đối với  $R_e \leq 460$  MPa và  $KV \geq 40$  J**



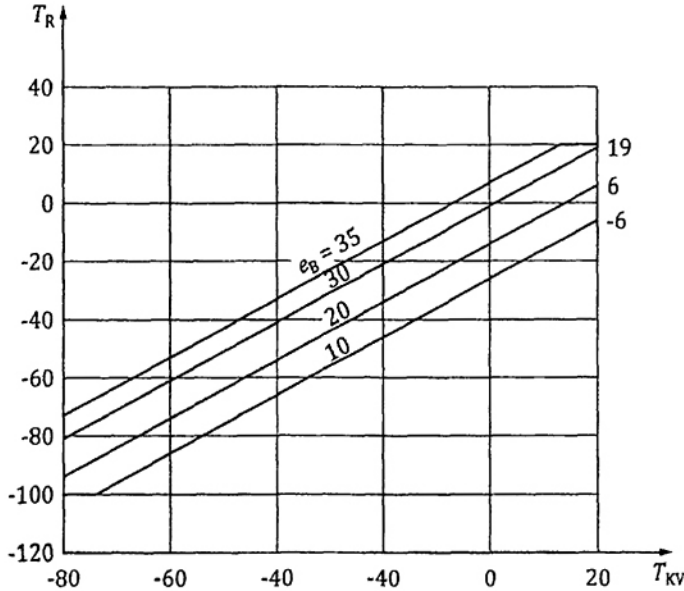
CHÚ DẪN:

$T_R$ : Nhiệt độ tham chiếu thiết kế

$e_B$ : Chiều dày tham chiếu

$T_{KV}$ : Nhiệt độ thử nghiệm va đập vật liệu

**Hình D.7 – Nhiệt độ tham chiếu thiết kế và nhiệt độ thử nghiệm va đập, điều kiện xử lý nhiệt sau hàn (PWHT), đối với  $R_e \leq 500$  MPa và  $KV \geq 40$  J**



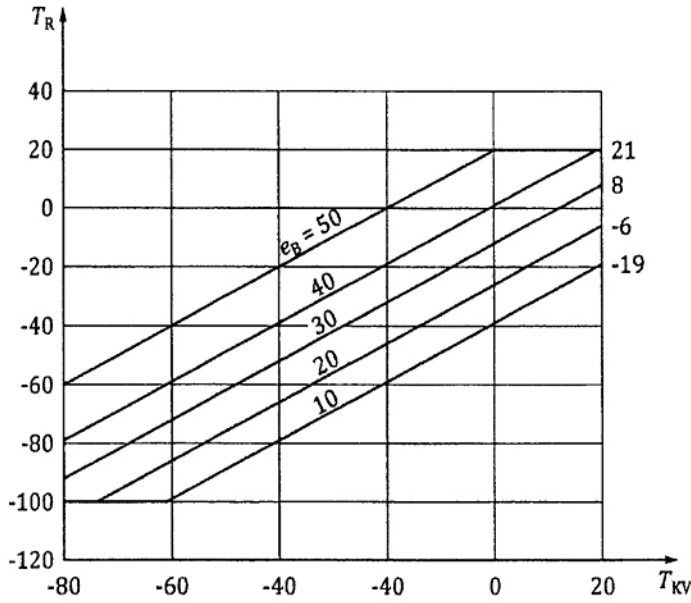
CHÚ DẪN:

$T_R$ : Nhiệt độ tham chiếu thiết kế

$e_B$ : Chiều dày tham chiếu

$T_{KV}$ : Nhiệt độ thử nghiệm va đập vật liệu

**Hình D.8 – Nhiệt độ tham chiếu thiết kế và nhiệt độ thử nghiệm va đập, điều kiện hàn (AW), đối với  $R_e \leq 500$  MPa và  $KV \geq 40$  J**



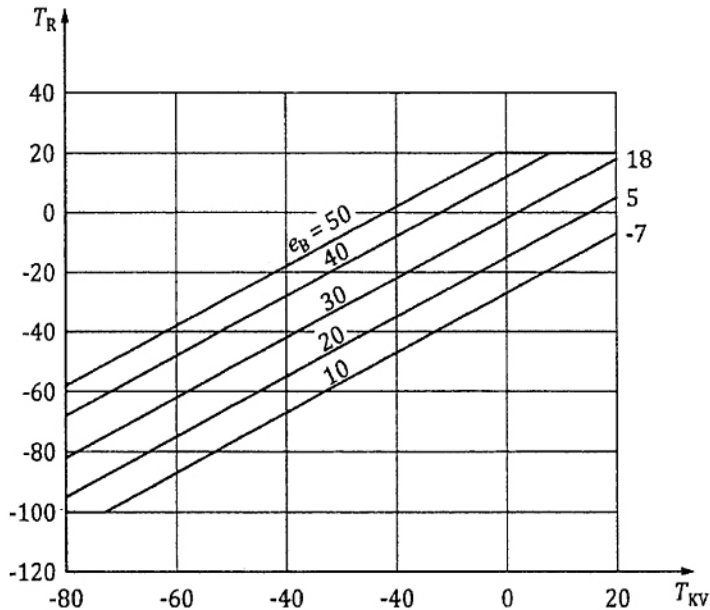
CHÚ DẪN:

$T_R$ : Nhiệt độ tham chiếu thiết kế

$e_B$ : Chiều dày tham chiếu

$T_{KV}$ : Nhiệt độ thử nghiệm va đập vật liệu

**Hình D.9 – Nhiệt độ tham chiếu thiết kế và nhiệt độ thử nghiệm va đập thép austenite-ferit, điều kiện hàn (AW), đối với  $R_e \leq 385$  MPa và  $KV \geq 40$  J**



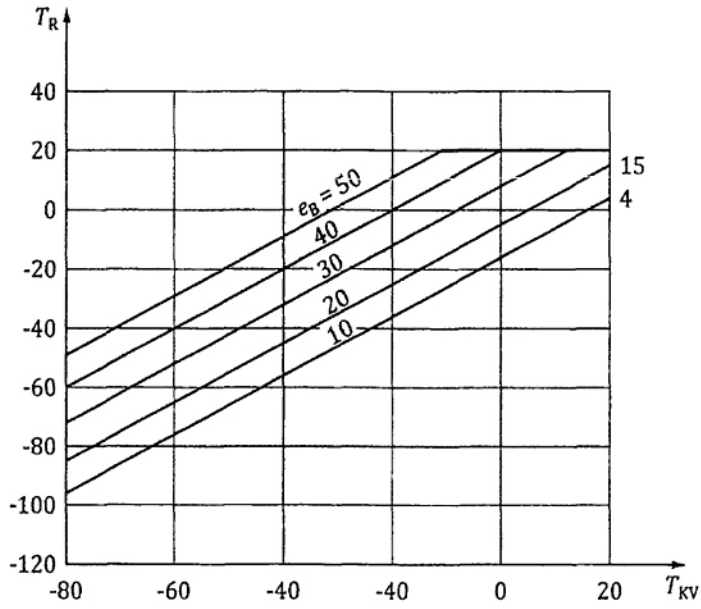
CHÚ DẪN:

$T_R$ : Nhiệt độ tham chiếu thiết kế

$e_B$ : Chiều dày tham chiếu

$T_{KV}$ : Nhiệt độ thử nghiệm va đập vật liệu

**Hình D.10 – Nhiệt độ tham chiếu thiết kế và nhiệt độ thử nghiệm va đập thép austenite-ferit, điều kiện hàn (AW), đối với  $R_e \leq 465$  MPa và  $KV \geq 40$  J**



CHÚ DẪN:

$T_R$ : Nhiệt độ tham chiếu thiết kế

$e_B$ : Chiều dày tham chiếu

$T_{KV}$ : Nhiệt độ thử nghiệm va đập vật liệu

**Hình D.11 – Nhiệt độ tham chiếu thiết kế và nhiệt độ thử nghiệm va đập thép austenite-ferit, điều kiện hàn (AW), đối với  $R_e \leq 550$  MPa và  $KV \geq 40$  J**

**Phụ lục E**

(Tham khảo)

**Đặc tính vật liệu của các vật liệu được sử dụng thường xuyên**

Các đặc tính vật liệu của vật liệu được sử dụng thường xuyên, được sắp xếp theo nhóm vật liệu (xem Bảng A.1), được liệt kê trong Bảng E.1 đến Bảng E.9.

CHÚ THÍCH 1: Đối với tính toán thiết kế, các giá trị độ bền của thân, nắp, mặt bích, vít, bu lông và đai ốc theo các Phụ lục A đến D của tiêu chuẩn này áp dụng các đặc tính vật liệu nêu trong Bảng E.1 đến E.3 làm ví dụ. Các giá trị của phiên bản mới nhất của tiêu chuẩn vật liệu được ưu tiên hơn các giá trị của Phụ lục này.

CHÚ THÍCH 2: Các giá trị từ một tiêu chuẩn được chỉ ra như một ví dụ trong trường hợp có nhiều hơn một tiêu chuẩn được áp dụng cho một hàng nhất định.

CHÚ THÍCH 3: Vật liệu thường được sử dụng cho đế van, tấm van và vòng đệm là kim loại, kim loại mềm và polyme.

Bảng E.1 – Thép không hợp kim (nhóm 1.1 và 1.2)

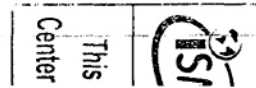
Vật liệu		Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>		Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ			
Ký hiệu	Số		Điều kiện	R <sub>002</sub> <sup>a</sup> [MPa]		R <sub>m</sub> [MPa]	A <sub>5</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min</sub> 25	t <sub>min</sub> 75	t <sub>min</sub> 100	max	Tiêu chuẩn ASTM
P235GH	1.0345	EN 10028-2 EN 10273 EN 10216-2 EN 10217-2	N	235 480	25	27	0	L		x	x	x	x	x	-85	-60	-10	400	A.42/414/ 515/516	55/C/65
P265GH	1.0425	EN 10028-2 EN 10273 EN 10216-2 EN 10217-2	N	265 530	23	27	0	L		x	x	x	x	x	-85	-60	-10	400	A285/414/ 442/515/ 516	B/C/60/55
P295GH	1.0481	EN 10028-2 EN 10273	N	295 580	22	27	0	L		x				x	-85	-60	-10	400	A106/414/ 516	C/70/F,G
P355GH	1.0473	EN 10028-2 EN 10273	N	355 650	21	27	0	L		x				x	-85	-60	-10	400	A414/573	G/Nhóm 1
P245GH	1.0352	EN 10222-2	NT QT	220 530	25	27	0	q	x						-85	-60	-10	400		
P280GH	1.0426	EN 10222-2	N,NT,QT	255 580	23	27	0	q	x						-85	-60	-10	400		
P235S	1.0112	EN 10207	N	235 480	20	28	-20	L		x				x	-100	-70	-20	300		
P265S	1.0130	EN 10207	N	265 530	17	28	-20	L		x				x	-100	-70	-20	300		
P275SL	1.1100	EN 10207	N	275 510	19	28	-50	L		x				x	-130	-100	-50	300		
S235J2	1.0117	EN 10025	N	235 470	26	27	-20	L						x	-100	-70	-20			
S275J2	1.0145	EN 10025	N	275 560	22	27	-20	L						x	-100	-70	-20			

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cũng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rén; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-đng; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn này.

Bảng E.1 (tiếp theo)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ đo va đập KV <sub>0</sub>			Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ	
Ký hiệu	Số	Nhóm	Điều kiện		R <sub>p0.2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]	A <sub>5</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min</sub> 25	t <sub>min</sub> 75	t <sub>min</sub> 100	max	Tiêu chuẩn ASTM	Cấp
S355J2	1.0577	1.1	N	EN 10025	355	490 630	22	27	-20	L			x		x	-100	-70	-20			
P275NL1	1.0488	1.1	N	EN 10028-3 EN 10216-3 EN 10217-3	275	390 510	24	27	-20	q				x x	x	-100	-70	-20	400	A662	A
P275NL2	1.1104	1.1	N	EN 10028-3 EN 10216-3 EN 10217-3	275	390 510	24	27	-50	q				x x	x	-130	-100	-50	400		
P355NL1	1.0566	1.2	N	EN 10028-3 EN 10216-3 EN 10217-3	355	490 630	22	27	-20	q				x x	x	-100	-70	-20	400		
P355NL2	1.1106	1.2	N	EN 10028-3 EN 10216-3 EN 10217-3	355	490 630	22	27	-50	q				x x	x	-130	-100	-50	400		
P255QL	1.0452	1.1	QT	EN 10216-4	255	360 490	23	27	-50	q				x		-130	-100	-50	400		
P265NL	1.0453	1.1	N	EN 10216-4 EN 10217-4	265	410 570	24	27	-40	q				x x		-120	-90	-40	400		
P285QH	1.0478	1.2	+QT	EN 10222-4	245	370 510	22	34	-40	L	x					-120	-90	-40			
P355QH1	1.0571	1.2	+QT	EN 10222-4	315	470 630	21	34	-40	L	x					-120	-90	-40			
P285NH	1.0477	1.2	N	EN 10222-4	285	390 510	24	28	-40	L	x					-120	-90	-40	400		

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn này.





Bảng E.1 (kết thúc)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>		Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ		
					R <sub>p0,2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]		A <sub>5</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min</sub> 25	t <sub>min</sub> 75	t <sub>min</sub> 100	max	Tiêu chuẩn ASTM
P355NH	1.057	1.2	N	EN 10222-4 EN 10273 EN 10216-3 EN 10028-3	355	490 630	23	28	-40	L	x	x	x x	x		-120	-90	-40	400		
DC04	1.034	1.1	RR	EN 10130	140 210	270 350	38	—	—	—	—					x	-85	-60	-10		

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn này.

Bảng E.2 – Thép (nhóm 8.1)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền			Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>		Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ	
					R <sub>p0,2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]	A <sub>5</sub> [%]		[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min</sub> 25	t <sub>min</sub> 75	t <sub>min</sub> 100	max	Tiêu chuẩn ASTM
X5CrNi 18-10	1.4301	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10216 EN 10217-7 EN 10222-5 EN 10272	230	540 750	45	60	-196	q	x		x	x	x			-196	550	A213/A240/ A276/A312/ A403	TP304/304/ WP304
X2CrNi 19-11	1.4306	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10216-5 EN 10217-7 EN 10272	220	520 670	45	60	-196	q			x	x	x			-196	550	A213/A240/ A276/A312/ A403	TP304L/ 304L/WP304L
X2CrNi 18-9	1.4307	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10216-5 EN 10217-7 EN 10222-5 EN 10272	220	520 670	45	60	-196	q	x		x		x			-196	550		
X2CrNiN 18-10	1.4311	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10216-5 EN 10217-7 EN 10222-5 EN 10272	290	550 750	40	60	-196	q	x		x	x	x			-196	550	A312	TP304NL
X5CrNiN 19-9	1.4315	8.1	+AT	EN 10028-7	270	550 750	40								x			-196	550		

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong EN 13480-2, EN 13445-2.

Bảng E.2 (tiếp theo)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>e</sub>			Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ	
Ký hiệu	Số	Nhóm	Điều kiện		R <sub>p0,2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]		A <sub>s</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min 25</sub>	t <sub>min 75</sub>	t <sub>min 100</sub>	max	Tiêu chuẩn ASTM
X5CrNiMo 17-12-2	1.4401	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10222-5 EN 10216-5 EN 10217-7 EN 10272	220	530 680	40	60	-196	q	x		x	x x	x			-196	550	A276/A312/ A403	316/WP316
X2CrNiMo 17-12-2	1.4404	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10216-5 EN 10217-7 EN 10272 EN 10222-5	220	530 680	40	60	-196	q	x		x	x x	x			-196	550	A213/A276/ A312/A403/ A240	TP316L/ TP316LN 316L/WP316L
X2CrNiMo 17-11-2	1.4406	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10222-5 EN 10272	300	580 780	40	60	-196	q	x		x		x			-196	550	A276	316L
X2CrNiMoN 17-13-3	1.4429	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10216-5 EN 10217-7 EN 10222-5 EN 10272	300	580 780	35	60	-196	q	x		x	x x	x			-196	550	A213/A240/ A276	TP316LN/ 316L
X2CrNiMo 17-12-3	1.4432	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10217-7 EN 10222-5 EN 10272	240	550 700	40	60	-196	q	x			x	x			-196	550		

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cũng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
\* Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong EN 13480-2, EN 13445-2.

Bảng E.2 (tiếp theo)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>		Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ		
					Ký hiệu	Số		Nhóm	Điều kiện	R <sub>p0,2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]	A <sub>s</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min</sub> 25
X5CrNiMo 18-14-3	1.4435	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10216-5 EN 10217-7 EN 10222-5 EN 10272	240	550 700	40	60	-196	q	x		x	x	x			-196	400	A240	317L
X3CrNiMo 17-13-3	1.4436	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10216-5 EN 10217-7 EN 10222-5 EN 10272	205	510 710	45	60	-196	q	x		x	x	x			-196		A213/A240	TP316/317
X2CrNiMo 17-13-5	1.4439	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10216-5 EN 10217-7 EN 10272	290	580 780	35	60	-196	q	x		x	x	x			-196	400		
X3CrNiMo 18-12-3	1.4449	8.1	+AT	EN 10222-5	220	520 720	45	60	-196	q	x							-196			
X6CrNiTi 17-10	1.4541	8.1	+AT	EN 10222-5 EN 10028-7 EN 10216-5 EN 10217-7 EN 10272	220	520 720	40	60	-196	q	x		x	x	x			-196	550	A213/A240/ A276/A312/ A403/A479	TP321/321 /TP311/ WP321

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong EN 13480-2, EN 13445-2.

Bảng E.2 (kết thúc)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy A <sub>5</sub> [%]	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>			Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ	
Ký hiệu	Số	Nhóm	Điều kiện		R <sub>p0.2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]		[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min</sub> 25	t <sub>min</sub> 75	t <sub>min</sub> 100	max	Tiêu chuẩn ASTM	Cấp
X6CrNiMoTi 17-12-2	1.4571	8.1	+AT	EN 10222-5 EN 10028-7 EN 10216-5 EN 10217-7 EN 10272	240	540 690	40	60	-196	q	x		x	x x	x			-196	550	A213/A240/ A276/A312/ A403/A479	TP316L/ 316Ti /TP316Ti /WP316Ti
X6CrNiMoNb 17-12-2	1.458	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10272 EN 10216-5	215	510 740		60					x	x	x					A276	316CB
X6CrNi 18-10	1.4948	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10216-5 EN 10222-5	185	500 700	40	60	20		x			x	x	-85	-60	-10			
X8CrNiNb 16-13	1.4961	8.1	+AT	EN 10028-7 EN 10216-5	205	510 690	35	60	20					x	x	-85	-60	-10	600		

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong EN 13480-2, EN 13445-2.

Bảng E.3 – Thép đúc (nhóm 1.1, 1.2 và 8.1)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>		Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ		
Ký hiệu	Số	Nhóm	Điều kiện		R <sub>p0,2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]		A <sub>5</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min 25</sub>	t <sub>min 75</sub>	t <sub>min 100</sub>	max	Tiêu chuẩn ASTM
GP240GH	1.0619	1.1	N	EN 10213	240	420 600	22	27	20	L		x				-85	-60	-10	450	A216	WCA, WCB, WCC
GP240GH	1.0619	1.1	QT	EN 10213	240	420 600	22	40	20	L		x				-85	-60	-10	450	A216	WCA, WCB, WCC
GP280GH	1.0625	1.2	N	EN 10213	280	480 640	22	27	20	L		x				-85	-60	-10	450		
GP280GH	1.0625	1.2	QT	EN 10213	280	480 640	22	27	20	L		x				-85	-60	-10	450		
G20Mo5	1.5419	1.2	QT	EN 10213	245	440 590	22	27	20	L		x				-85	-60	-10	450	A217	WC1
G17Mn5	1.1131	1.1	QT	EN 10213	240	450 600	24	27	-40	L		x				-120	-90	-40	300		
G20Mn5	1.622	1.2	N	EN 10213	300	480 620	20	27	-30	L		x				-110	-80	-30	300		
G20Mn5	1.622	1.2	QT	EN 10213	300	500 650	22	27	-40	L		x				-120	-90	-40	300		
G18Mo5	1.5422	1.2	QT	EN 10213	240	440 790	23	27	-45	L		x				-125	-95	-45	300		
GX2CrNi 19-11	1.4309	8.1	+AT	EN 10213	210	440 640	30	70	-196	L		x				-	-	-196	350		
GX5CrNi 19-10	1.4308	8.1	+AT	EN 10213	200	440 640	30	60	-196	L		x				-	-	-196	300	A743/A744	CF8
GX2CrNiMo 19-11-2	1.4409	8.1	+AT	EN 10213	220	440 640	30	70	-196	L		x				-	-	-196	300		

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn này.

Bảng E.3 (kết thúc)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>			Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ	
Ký hiệu	Số	Nhóm	Điều kiện		R <sub>p0,2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]		A <sub>5</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min</sub> 25	t <sub>min</sub> 75	t <sub>min</sub> 100	max	Tiêu chuẩn ASTM
GX5CrNiMo 19-11-2	1.4408	8.1	+AT	EN 10213	210	440 640	30	60	-196	L/q		x				-	-	-196	300	A351/A744	CF8M

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cũng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
a Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn này.

Bảng E.4 – Nhôm và hợp kim nhôm (nhóm 21 đến 26)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>			Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ	
Ký hiệu	Số	Nhóm	Điều kiện		R <sub>p0.2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]		A <sub>s</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min</sub> 25	t <sub>min</sub> 75	t <sub>min</sub> 100	max	Tiêu chuẩn ASTM
EN AW-AI 99,8 (A)	EN AW -1080A	21	H12 H22	EN 573-3 EN 12392	55	80								x			-196	200			
EN AW-AI 99,7	EN AW -1070A	21	H12 H22	EN 573-3 EN 12392	55	80								x			-196	200			
EN AW-AI 99,5	EN AW -1050A	21	H12 H22	EN 573-3 EN 12392	65	85						x	x	x			-196	200			
EN AW-AI Mn1Cu	EN AW -3003	22.1	H12 H22	EN 573-3 EN 12392	90	120						x	x	x			-196	250			
EN AW-AI Mn1	EN AW -3103	22.1	H12 H22	EN 573-3 EN 12392	85	115						x	x	x			-196	250			
EN AW-AI Mn0,5Mg0,5	EN AW -3105	22.1	H12 H22	EN 573-3 EN 12392	105	130								x			-196	200			
EN AW-AI Mg1(B)	EN AW -5005	22.1	H12 H32	EN 573-3 EN 12392	95	125						x	x	x			-196	200			
EN AW-AI Mg1.5(C)	EN AW -5050	22.1	H12 H32	EN 573-3 EN 12392	130	155								x			-196	200			
EN AW-AI Mg2	EN AW -5251	22.1	H12 H32	EN 573-3 EN 12392	150	190						x	x	x			-196	200			
EN AW-AI Mg2.5	EN AW -5052	22.1	H12 H32	EN 573-3 EN 12392	160	210						x	x	x			-196	200			
EN AW-AI Mg3Mn	EN AW -5454	22.3	H12 H32	EN 573-3 EN 12392	190	250						x	x	x			-196	200			

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cứng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn này.  
<sup>b</sup> Đúc cát.  
<sup>c</sup> Đúc khuôn kim loại.  
<sup>d</sup> Đúc khuôn áp lực.



Bảng E.4 (tiếp theo)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>			Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ	
					R <sub>p0,2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]		A <sub>5</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min 25</sub>	t <sub>min 75</sub>	t <sub>min 100</sub>	max	Tiêu chuẩn ASTM
EN AC-AI Mg3(b)	EN AC-51000	22.3	F	EN 1706	70	140							x <sup>b</sup>						-196		
EN AC-AI Mg3(a)	EN AC-51100	22.3	F	EN 1706	70	140							x <sup>b</sup>						-196		
EN AC-AI Mg5	EN AC-51300	22.3	F	EN 1706	90	160							x <sup>b</sup>						-196		
EN AC-AI Mg3(b)	EN AC-51000	22.3	F	EN 1706	70	150							x <sup>c</sup>						-196		
EN AC-AI Mg3(a)	EN AC-51100	22.3	F	EN 1706	70	150							x <sup>c</sup>						-196		
EN AC-AI Mg5	EN AC-51300	22.5	F	EN 1706	100	180							x <sup>c</sup>						-196		
EN AC-AI Mg9	EN AC-51200	22.5	F	EN 1706	130	200							x <sup>d</sup>						-196		
EN AW-AI Mg3,5A	EN AW-5154A	22.3	H12 H32	EN 573-3 EN 12392	190	250								x	x	x			-196	100	
EN AW-AI Mg3	EN AW-5754	22.3	H12 H32	EN 573-3 EN 12392	170	220					x			x	x	x			-196	100	
EN AW-AI Mg4,5Mn0,7	EN AW-5083	22.5	H116	EN 573-3 EN 12392	215	305					x			x	x	x			-196	65	
EN AW-AI Mg4	EN AW-5086	22.5	H116	EN 573-3 EN 12392	195	275								x	x	x			-196	65	
EN AI Si7Mg	EN AC-42000	23.1	T6	EN 1706	180	220								x <sup>b</sup>					-196		
EN AC-AI Si7Mg0,3	EN AC-42100	23.1	T6	EN 1706	190	230								x <sup>b</sup>					-196		

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.

<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn này.

<sup>b</sup> Đúc cát.

<sup>c</sup> Đúc khuôn kim loại.

<sup>d</sup> Đúc khuôn áp lực.

Bảng E.4 (kết thúc)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>			Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ	
Ký hiệu	Số	Nhóm	Điều kiện		R <sub>p0,2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]		A <sub>5</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min</sub> 25	t <sub>min</sub> 75	t <sub>min</sub> 100	max	Tiêu chuẩn ASTM
EN AC-AI Si7Mg0,6	EN AC-42200	23.1	T6	EN 1706	210	250						x <sup>b</sup>						-196			
EN AC-AI Si10Mg(a)	EN AC-43000	23.1	T6	EN 1706	180	220						x <sup>b</sup>						-196			
EN AC-AI Si10Mg(b)	EN AC-43100	23.1	T6	EN 1706	180	220						x <sup>b</sup>						-196			
EN AC-AI Si9Mg	EN AC-43300	23.1	T6	EN 1706	190	230						x <sup>b</sup>						-196			
EN AC-AI Si7Mg	EN AC-42000	23.1	T64	EN 1706	200	240						x <sup>d</sup>						-196			
EN AC-AI Si7Mg0,3	EN AC-42100	23.1	T64	EN 1706	180	250						x <sup>d</sup>						-196			
EN AC-AI Si7Mg0,6	EN AC-42200	23.1	T64	EN 1706	210	290						x <sup>d</sup>						-196			
EN AC-AI Si10Mg(a)	EN AC-43000	23.1	T64	EN 1706	200	240						x <sup>d</sup>						-196			
EN AC-AI Si10Mg(b)	EN AC-43100	23.1	T64	EN 1706	200	240						x <sup>d</sup>						-196			
EN AC-AI Si9Mg	EN AC-43300	23.1	T64	EN 1706	180	250						x <sup>d</sup>						-196			

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn này.  
<sup>b</sup> Đúc cát.  
<sup>c</sup> Đúc khuôn kim loại.  
<sup>d</sup> Đúc khuôn áp lực.

Bảng E.5 – Đồng và hợp kim đồng (nhóm 31 đến 38)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>			Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ					
Ký hiệu	Số CW...	Nhóm	Điều kiện		R <sub>p0,2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]		A <sub>5</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min</sub> 25	t <sub>min</sub> 75	t <sub>min</sub> 100	max	Tiêu chuẩn ASTM	Cấp			
CuZn10	501L	32.1	R240 H050	EN 12449	140	240 290								x	x			-196	150						
Cu-DHP	024A	31	R200	EN 12449	40 <sup>c</sup>	200	40				x				x				-196	150					
			R250		-	-	-			x				x		x									
			R290		150	250	30									x									
			R240		250	290	3																		
			-		120	240	-																		
			-		-	-	-																		
CuFe2P	107C	31	R300 R420	EN 12449	250 320	300 420	25 5											-196	150						
CuZn36 Pb2As	602N	32.2	R280	EN 12164 EN 12165 EN 12420	200 <sup>c</sup>	280	30				x								-196	150					
			R320		-	-	-																		
			R400		200	320	20																		
			-		250	400	8																		
			-		-	-	-																		
			-		120 <sup>d</sup>	280 <sup>d</sup>	20 <sup>d</sup>																		

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn này.  
<sup>c</sup> Giá trị lớn nhất.  
<sup>d</sup> Thông tin chỉ mang tính tham khảo, giá trị thực tế có thể khác.

Bảng E.5 (kết thúc)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>			Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ			
Ký hiệu	Số CW...	Nhóm	Điều kiện		R <sub>p0,2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]		A <sub>5</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min 25</sub>	t <sub>min 75</sub>	t <sub>min 100</sub>	max	Tiêu chuẩn ASTM	Cấp	
CuZn38Pb2	608N	32.2	R360	EN 12164	300 <sup>c</sup>	360	20				x		x					-196	150				
			R410	EN 12165	-	-	-							x									
			R500	EN 12420	230	410	12								x								
			-	-	-	-	-								x								
			-	-	-	-	-	-	-														
			140 <sup>d</sup>	350 <sup>d</sup>	15 <sup>d</sup>																		
CuZn39 Pb2Sn	613N	32.2	-	EN 12165 EN 12420	- 140 <sup>d</sup>	- 350 <sup>d</sup>	- 15 <sup>d</sup>				x		x										
CuZn39Pb3/ CuZn40Pb2	614N/617N	32.2	R360	EN 12164	320 <sup>c</sup>	360	20				x		x					-196	150				
			R410	EN 12165	-	-	-							x									
			R500	EN 12420	220	430	10								x								
			-	-	-	-	-								x								
			-	-	-	-	-	-	-														
			140 <sup>d</sup>	350 <sup>d</sup>	15 <sup>d</sup>																		

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn này.  
<sup>c</sup> Giá trị lớn nhất.  
<sup>d</sup> Thông tin chỉ mang tính tham khảo, giá trị thực tế có thể khác.

Bảng E.6 – Gang đúc (nhóm 72.2)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>			Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ		
					R <sub>p0.2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]		A <sub>5</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min</sub> 25	t <sub>min</sub> 75	t <sub>min</sub> 100	max	Tiêu chuẩn ASTM	Cấp
EN-GJS-350-22-RT	EN-JS 1014			EN 1563	220	350	22	17	20			x					-	-	-10	300		
EN-GJS-400-18-RT	EN-JS 1024			EN 1563	250	400	18	14	20			x					-	-	-10	300		
EN-GJS-350-22U-RT	EN-JS 1029			EN 1563	220	350	22	17	20			x					-	-	-10	300		
EN-GJS-400-18U-RT	EN-JS 1059			EN 1563	250	400	18	14	20			x					-	-	-10	300		
EN-GJS-400-18-LT	EN-JS 1025			EN 1563	240	400	18	12	-20			x					-60	-60	-20	300		
EN-GJS-400-18U-LT	EN-JS 1049			EN 1563	240	400	18	12	-20			x					-60	-60	-20	300		
EN-GJS-350-22-LT	EN-JS 1015			EN 1563	220	350	22	12	-40			x					-70	-70	-40	300		
EN-GJS-350-22U-LT	EN-JS 1019			EN 1563	220	350	22	12	-40			x					-70	-70	-40	300		

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn vật liệu.

Bảng E.7 – Thép không hợp kim (thép cắt tự do)

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ đo va đập KV <sub>0</sub>			Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ	
Ký hiệu	Số	Nhóm	Điều kiện		R <sub>p0,2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]		A <sub>5</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min</sub> 25	t <sub>min</sub> 75	t <sub>min</sub> 100	max	Tiêu chuẩn ASTM
11SMn30	1.0715		a	ISO 683-4		380 570						x				-60	-40	-10	300		
11SMnPb30	1.0718		a	ISO 683-4		380 570						x				-60	-40	-10	300		
11SMn37	1.0736		a	ISO 683-4		370 570						x				-60	-40	-10	300		
11SMnPb37	1.0737		a	ISO 683-4		370 570						x				-60	-40	-10	300		

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn này.  
<sup>b</sup> Không định chất lượng đối với hàn.

Bảng E.8 – Vật liệu cho trục xoay

Vật liệu				Tiêu chuẩn	Giá trị độ bền		Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>			Dạng sản phẩm					Nhiệt độ vận hành [°C]				Danh pháp theo Mỹ	
Ký hiệu	Số	Nhóm	Điều kiện		R <sub>p0,2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]		A <sub>5</sub> [%]	[J]	ở [°C]	L/q	1	2	3	4	5	t <sub>min</sub> 25	t <sub>min</sub> 75	t <sub>min</sub> 100	max	Tiêu chuẩn ASTM
X20Cr13	1.4021			EN 10088-3								x					-10	400			
X5CrNi18-10	1.4301	8.1		EN 10088-3	230	540 750	45	60	-196	q		x					-196	300			
X8CrNiS18-9	1.4305			EN 10088-3	190	500 750	35	-	-	L		x					20	300			
X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	10.1		EN 10088-3	460	660 840	25	40	-40	q		x					-40	300			
X6CrNiTi18-10	1.4541	8.1		EN 10088-3	220	520 720	40	60	-196	q		x					-196	300			
CuAl10Ni5Fe4	CW307G	35	R590	EN 1653	230	590	14	-	-			x					-196	250			
			R620		250	620															
X12CrS13	1.4005	-		EN 10088-3	450	650 850	- 12	60	-			x					-50	300			
X3CrNiMo13-4	1.4313	7.2		EN 10088-3	520	650 830	15	60	-60	q		x					-100	300			

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong EN 13480-2, EN 13445-2.

Bảng E.9 – Thép cho bu lông, vít, đai ốc và các loại chi tiết lắp xiết khác

Vật liệu			Đai ốc			Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>			Giá trị độ bền	Nhóm Mat.	Cấp PN lên đến	Ghi nhãn sản phẩm	Nhiệt độ vận hành [°C]			
Bu lông					As [%]		[J]	ở [°C]	L/q					R <sub>0,2</sub> <sup>a</sup> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]	t <sub>min</sub> 25	t <sub>min</sub> 75
Ký hiệu	Số	Tiêu chuẩn EN	Ký hiệu	Số	Tiêu chuẩn												
C-St-5.6		ISO 898-1 EN 1515-1										40 300	5.6			-10	300
			C-St-5		EN 20898-2 EN 1515-1							40 300	5			-10	300
C-St-8.8		ISO 898-1 EN 1515-1										40 300	8.8			-10	300
			C-St-8		EN 20898-2 EN 1515-1							40 300	8			-10	300
25CrMo4	1.7218	10269 1515-1										Tất cả				-10	450
			C 35 E C-St elev.temp	1.118	EN 10269 EN 1515-1							Tất cả				-10	450
42CrMo4	1.7225	10269 1515-1										Tất cả				-10	450
			C 45 E C-St elev.temp	1.119	EN 10269 EN 1515-1							Tất cả				-10	450
25CrMo4	1.7218	10269 1515-1										Tất cả				-60	400
			A2-50 A2-70		EN 1515-1 ISO 3506-2							Tất cả	A2-50 A2-70			-200	400
42CrMo4	1.7225	10269 1515-1										Tất cả				-100	450
			42CrMo4	1.723	EN 10269 EN 1515-1							Tất cả				-100	450

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn này.



Bảng E.9 (kết thúc)

Vật liệu			Đai ốc			Độ giãn dài sau đứt gãy	Năng lượng phá vỡ do va đập KV <sub>0</sub>		L/q	Giá trị độ bền		Nhóm Mat.	Cấp PN lên đến	Ghi nhãn sản phẩm	Nhiệt độ vận hành [°C]			
Ký hiệu	Số	Tiêu chuẩn EN	Ký hiệu	Số	Tiêu chuẩn		A <sub>s</sub> [%]	[J]		ở [°C]	R <sub>p0.2</sub> <sup>a</sup> [MPa]				R <sub>m</sub> [MPa]	t <sub>min 25</sub>	t <sub>min 75</sub>	t <sub>min 100</sub>
19MnB4	1.5523	10269											Tất cả				-60	300
			42CrMo4	1.7225	EN 10269 EN 1515-1								Tất cả				-100	300
20Mn5	1.1133	10269											Tất cả				-50	300
			25CrMo4	1.7218	EN 10269 EN 1515-1								Tất cả				-60	300
30CrNi Mo8	1.658	10269 1515-1											Tất cả				-40	300
			42CrMo4	1.7225	EN 10269 EN 1515-1								Tất cả				-40	300
A4-50		15151 ISO 3506-1											40 300	A4-50			-200	400
			A4-50		EN 1515-1 ISO 3506-2								40 300	A4-50			-200	400
A4-70		15151 ISO 3506-1											100 600	A4-70			-200	400
			A4-70		EN 1515-1 ISO 3506-2								100 600	A4-70			-200	400
A2-50		15151 ISO 3506-1											40 300	A2-50			-200	400
			A2-50		EN 1515-1 ISO 3506-2								40 300	A2-50			-200	400
A2-70		15151 ISO 3506-1											100 600	A2-70			-200	400
			A2-70		EN 1515-1 ISO 3506-2								100 600	A2-70			-200	400

CHÚ THÍCH: Điều kiện đo: L cùng phương với phương cán, q vuông góc với phương cán. Các dạng sản phẩm: 1-rèn; 2-đúc; 3-thanh cán; 4-ống; 5-tấm.  
<sup>a</sup> Giá trị danh nghĩa lên đến chiều dày xác định như chú thích trong tiêu chuẩn này.

## Phụ lục F

(Tham khảo)

### Chứng minh các phương pháp riêng lẻ

#### F.1 Xác định mức áp suất trong các điều kiện thử nghiệm

Kết cấu chính xác liên quan đến độ kín và độ bền được chứng minh bằng thực nghiệm với hai mức áp suất thử nghiệm, áp suất thử nghiệm thiết kế lớn nhất cho phép và áp suất thử nghiệm nhỏ nhất.

Xác định áp suất thử nghiệm thiết kế cho phép lớn nhất  $P_F$  sao cho ứng suất thiết kế của vật liệu thân van gần đạt được bằng tải trọng áp suất tĩnh. Thử nghiệm với áp suất thử nghiệm thiết kế lớn nhất cho phép để kiểm tra xác nhận rằng giới hạn chảy không bị vượt quá. Đồng thời, trong quá trình thử nghiệm áp suất này, kiểm tra độ kín của các bộ phận làm kín được sử dụng (xem Phụ lục B).

Để kiểm tra xem độ dẻo của vật liệu thân van có đủ hay không, áp suất thử nghiệm nhỏ nhất  $P_{Test}$  được xác định để đảm bảo rằng độ bền kéo không bị vượt quá với giới hạn an toàn đủ (xem Phụ lục B).

#### F.2 Hiệu chỉnh áp suất cho phép đối với ứng dụng ở nhiệt độ vận hành lớn nhất hoặc nhỏ nhất

Việc sử dụng van ở nhiệt độ vận hành cao hơn được xem xét đến việc giảm ứng suất thiết kế (xem Phụ lục C). Đây là một quy trình được công nhận chung.

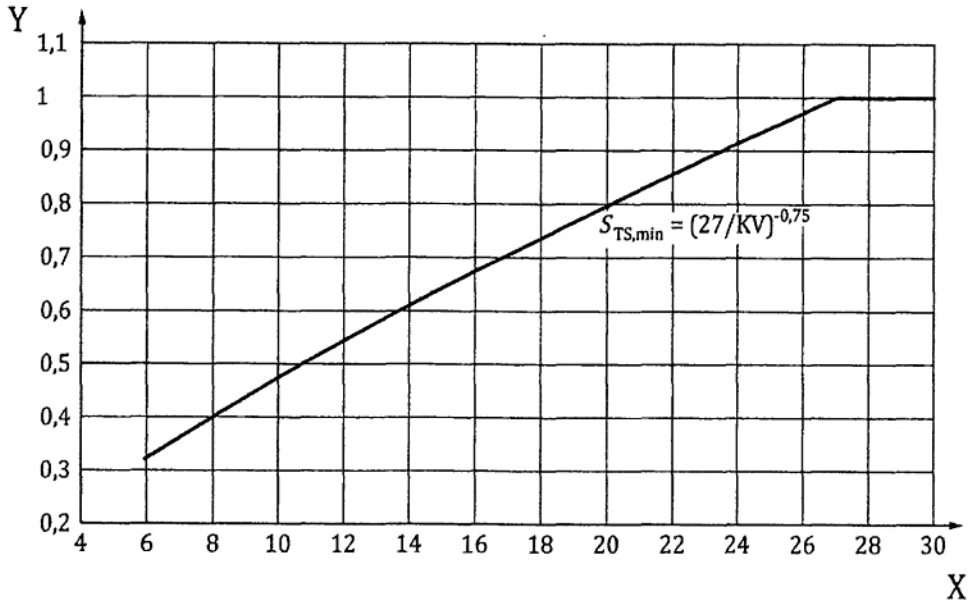
Ở nhiệt độ vận hành thấp hơn, hư hỏng do gãy giòn khi năng lượng đứt do va đập giảm được xem xét, bằng lý thuyết cơ học đứt gãy (Phương pháp KV) hoặc bằng phương pháp thực nghiệm thu được từ kinh nghiệm thực tế (Phương pháp  $t_{min}$ ). Phương pháp KV có nguồn gốc từ công trình của R.Sandström [79] (xem Phụ lục D).

Cả hai phương pháp đều tính đến nguy cơ hỏng hóc do gãy giòn (cân bằng ứng suất hạn chế ở nhiệt độ thấp hơn do giảm độ dẻo) do giảm tải trọng trên vật liệu van.

Phương pháp KV có thể được áp dụng như một phương pháp tương đối trong đó hệ số an toàn là một hàm của năng lượng phá vỡ do va đập (xem Hình F.1). Sự phụ thuộc của năng lượng đứt gãy do va đập khía vào nhiệt độ của tính toán thiết kế cụ thể cho vật liệu được sử dụng cũng có thể được lấy làm cơ sở.

Các kết quả đạt được của Phương pháp KV, ở mức độ cao, phù hợp với những kết quả đạt được của Phương pháp  $t_{min}$ . Dưới đây, một số ví dụ được đưa ra, trong đó cả hai quy trình được so sánh với nhau (xem các Hình F.2 đến F.4).

Các kết quả nhất quán trong khung của sự phân tán chấp nhận được về mặt kỹ thuật, do đó có thể sử dụng cả hai quy trình để hiệu chỉnh áp suất làm việc để áp dụng ở nhiệt độ vận hành thấp.

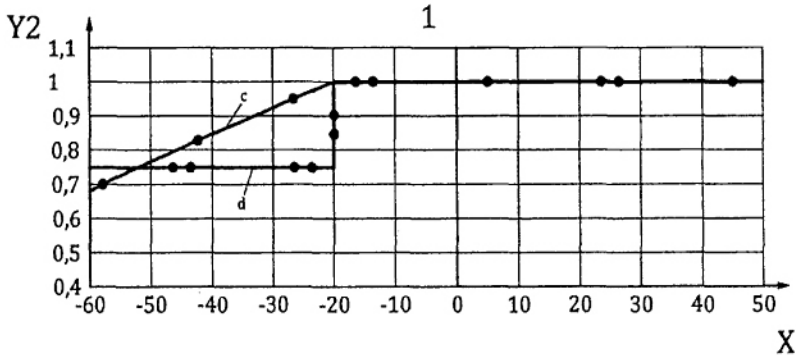
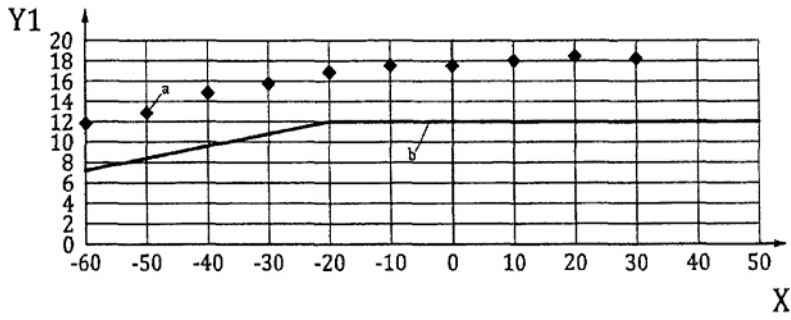


CHÚ DẪN:

X Năng lượng phá vỡ do va đập KV [J]

Y Hệ số giảm độ bền  $S_{TS,min}$  [-]

Hình F.1 – Hệ số giảm độ bền là một hàm của năng lượng va đập đối với vật liệu có độ bền đứt gãy do va đập rãnh giảm ở nhiệt độ thấp thích hợp ( $KV_0 = 27 J$ )



EN-GJS-400-18-LT (GGG 40.3)			
Nhiệt độ	Phương pháp cơ học đứt gãy		Phương pháp $t_{min}$
	KV	Với KV < 12,0 J $S_{TS\ min} = (12,0/KV)^{0,75}$	$PS_{Sts\ min} / PS$
[°C]	[J]	$S_{TS\ min}$	$S_{TS\ min}$
50	12,0	1,00	1,0
30	12,0	1,00	1,0
10	12,0	1,00	1,0
-10	12,0	1,00	1,0
-20	12,0	1,00	1,0
-20	12,0	1,00	0,75
-30	10,8	0,92	0,75
-40	9,6	0,85	0,75
-50	8,4	0,77	0,75
-60	7,2	0,68	0,75

CHÚ DẪN:

Y1 Năng lượng phá vỡ do va đập [J]

Y2  $PS_{Sts\ min}/PS$

X Nhiệt độ [°C]

1 Hệ số giảm

a Sandström [79]

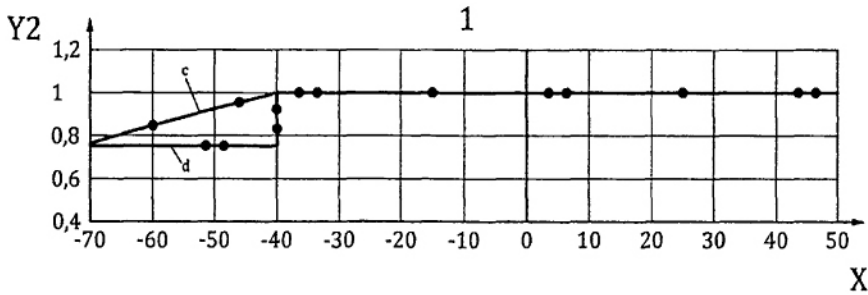
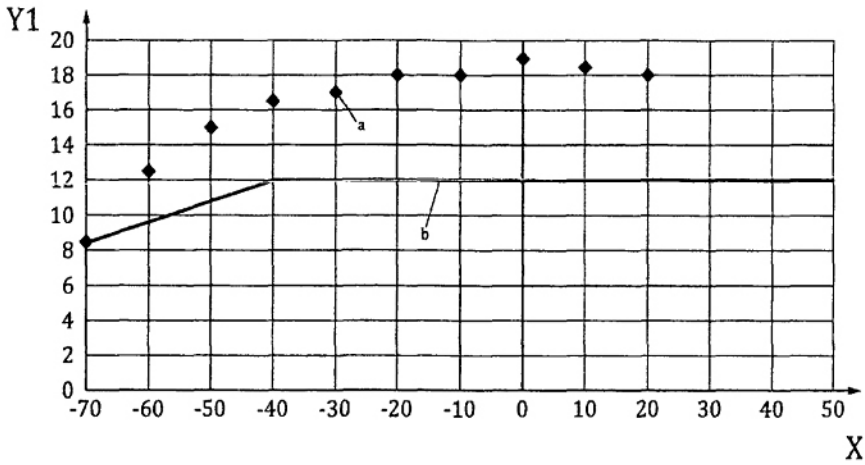
b Giá trị KV ước lượng từ  $S_{TS\ min}$

c Phương pháp cơ học đứt gãy

d Phương pháp  $t_{min}$

Hình F.2 – So sánh phương pháp KV (ở đây  $KV_0 = KV_0^!$ ) với phương pháp  $t_{min}$  bằng vật liệu

EN-GJS-400-18-LT (GGG 40.3)



EN-GJS-400-18-LT (GGG 35.5)			
Nhiệt độ	Phương pháp cơ học đứt gãy		Phương pháp $t_{min}$
	KV	Với KV < 12 J $STS_{min} = (12,0/KV)^{0,75}$	$PS_{TS_{min}} / PS$
[°C]	[J]	$STS_{min}$	$STS_{min}$
50	12,0	1,00	1,0
30	12,0	1,00	1,0
10	12,0	1,00	1,0
-10	12,0	1,00	1,0
-20	12,0	1,00	1,0
-30	12,0	1,00	1,0
-40	12,0	1,00	0,75
-50	10,8	0,92	0,75
-60	9,6	0,85	0,75
-70	8,4	0,77	0,75

CHÚ DẪN:

Y1 Năng lượng phá vỡ do va đập [J]

Y2  $PS_{TS_{min}}/PS$

X Nhiệt độ [°C]

1 Hệ số giảm

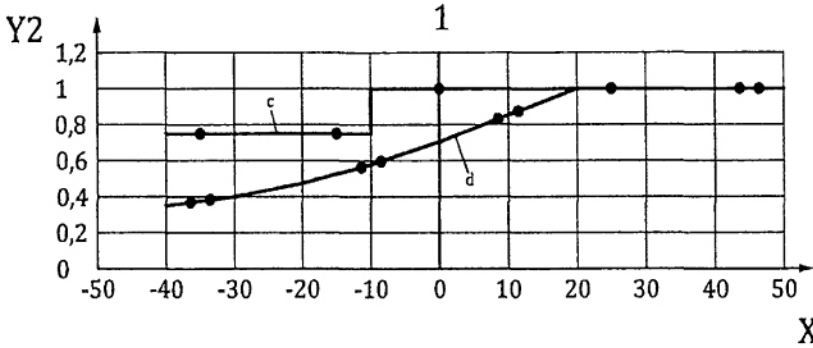
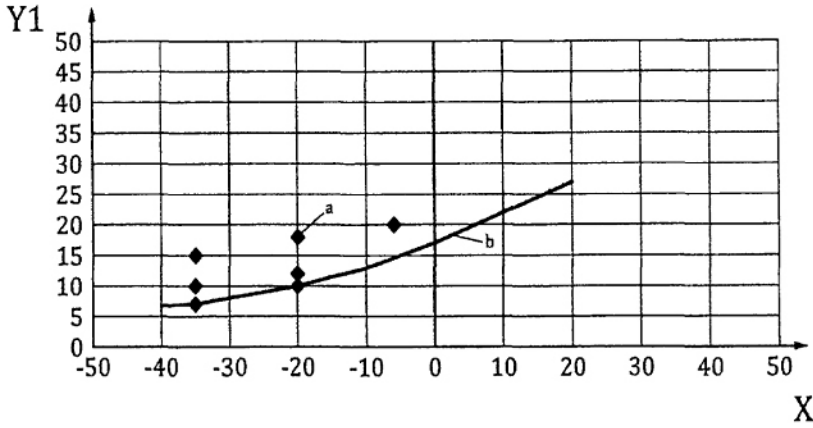
a Sandström [79]

b Giá trị KV ước lượng từ  $STS_{min}$

c Phương pháp cơ học đứt gãy

d Phương pháp  $t_{min}$

Hình F.3 – So sánh phương pháp KV (ở đây  $KV_0 = KV_0'$ ) với phương pháp  $t_{min}$  bằng vật liệu EN-GJS-350-22-LT (GGG 35.3)



S235JRG2			
Nhiệt độ [°C]	Phương pháp cơ học đứt gãy		Phương pháp $t_{min}$ $PS_{TSmin} / PS$
	KV	Với $KV < 27,0 J$ $STS_{min} = (27,0/KV)^{0,75}$	$STS_{min}$
50	>>27	1,00	1,0
30	>>27	1,00	1,0
20	27	1,00	1,0
10	22	0,86	1,0
0	17	0,71	1,0
-10	13	0,58	1,0
-20	13	0,58	0,75
-20	10	0,47	0,75
-30	8	0,40	0,75
-40	6,7	0,35	0,75

CHÚ DẪN:

Y1 Năng lượng phá vỡ do va đập [J]

Y2  $PS_{TSmin}/PS$

X Nhiệt độ [°C]

1 Hệ số giảm

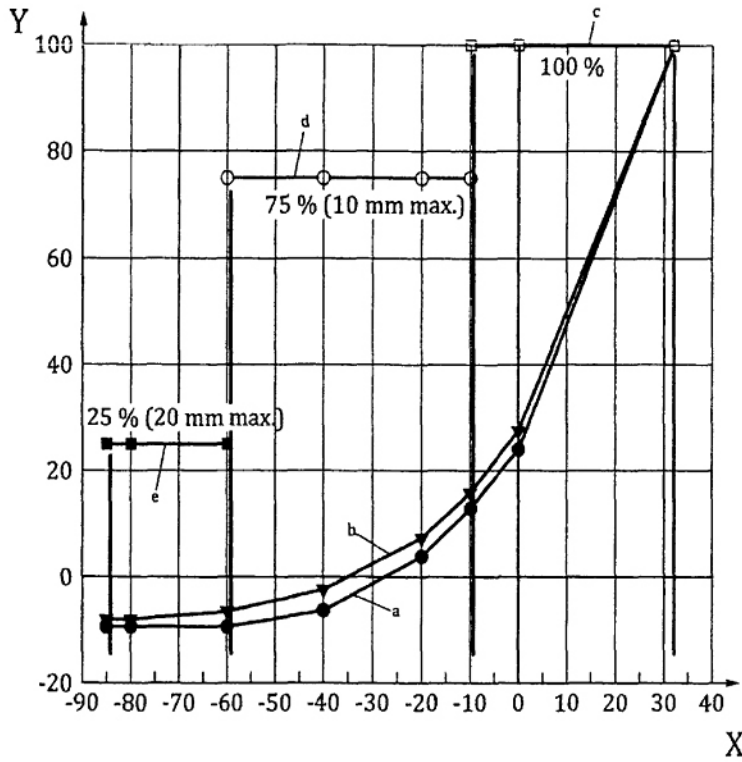
a Sandström [79]

b Giá trị KV ước lượng từ  $STS_{min}$

c Phương pháp cơ học đứt gãy

d Phương pháp  $t_{min}$

Hình F.4 – So sánh phương pháp KV (ở đây  $KV_0 = KV_0'$ ) với phương pháp  $t_{min}$  bằng vật liệu S235JRG2



CHÚ DẪN:

X Nhiệt độ [°C]

Y Độ giảm áp suất [%]

- a Áp suất hóa hơi của R-134a
- b Áp suất hóa hơi của R717 (NH<sub>3</sub>)
- c Trường hợp ứng suất  $t_{min 100}$
- d Trường hợp ứng suất  $t_{min 75}$
- e Trường hợp ứng suất  $t_{min 25}$

**Hình F.5 – Áp suất hóa hơi của môi chất lạnh thông thường (ở đây là R134a và R717) so với áp suất thiết kế (áp suất giảm) ở 32 °C và các trường hợp ứng suất cho thép và thép đúc nhóm 1.1 và 1.2**

## Phụ lục G

(Quy định)

### Kiểm tra xác nhận độ bền áp suất của cụm van

#### G.1 Quy định chung

Để kiểm tra xác nhận thiết kế độ bền của cụm van bao gồm các ống nối dài và các mối nối giữa các ống nối dài và van, cụm van (hoàn chỉnh) phải đạt thử nghiệm của G.2.

Các ống nối dài từ loại II trở lên, được xác định bởi Phụ lục H phải tuân theo EN 14276-2.

Các mối nối từ loại II trở lên, như được xác định bởi Phụ lục H, giữa các ống nối dài và van cũng phải tuân theo EN 14276-2.

Các ống nối dài bằng vật liệu không phải là vật liệu sau (xem thêm Bảng A.1) phải tuân theo EN 14276-2:

- Thép nhóm 1.1, 1.2 và 8.1;
- Nhôm nhóm 21 và 22;
- Đồng các nhóm 31, 32, 33, 34, và 35.

#### G.2 Thử áp suất của cụm van

Cụm van chịu áp suất không nhỏ hơn 3 lần PS mà không bị nứt vỡ.

Nhiệt độ thử nghiệm không nhỏ hơn 20 °C trừ trường hợp nhiệt độ thiết kế vượt quá 125 °C đối với đường ống bằng đồng hoặc nhôm, trong trường hợp đó, nhiệt độ thử nghiệm ít nhất phải là 200 °C.

CHÚ THÍCH: Điều này dựa trên EN 14276-2.



**Phụ lục H**

(Quy định)

**Xác định loại van**

**H.1 Quy định chung**

Để xác định chủng loại cho các bộ phận và cụm hệ thống lạnh, các bước cần thiết phải được thực hiện như chỉ dẫn dưới đây.

CHÚ THÍCH: Loại trong phụ lục này tương ứng với loại của TCVN 6104-2:2015 (ISO 5149-2:2014) Phụ lục C.

**H.2 Phân loại môi chất lạnh**

Môi chất lạnh được phân thành một trong các nhóm sau:

a) Nhóm 1: môi chất dễ cháy và độc, được phân loại là A2L, A2, A3, B1, B2L, B2 và B3 trong TCVN 6739 (ISO 817), ngoại trừ R-123, R-245fa và R-1234ze (E);

b) Nhóm 2: Các môi chất không thuộc nhóm 1.

CHÚ THÍCH: R-123, R-245fa và R-1234ze (E) nằm trong nhóm 2 do cấp mối nguy thấp hơn trong Hệ thống phân loại và ghi nhãn hóa chất hài hòa trên toàn cầu (GHS) và cấp mối nguy thấp hơn theo chỉ thị về thiết bị áp suất của EU 2014/68 / EU.

**H.3 Xác định trạng thái (lỏng hoặc khí) của môi chất lạnh**

Nếu áp suất hơi ở nhiệt độ lớn nhất cho phép (tại điểm bong bóng) lớn hơn 0,5 bar (0,05 MPa) so với áp suất khí quyển bình thường, thì lưu chất này được coi là chất khí, nếu không lưu chất được coi là chất lỏng.

**H.4 Xác định loại van**

Loại van ít nhất phải là loại cho trong Bảng H.1 và Bảng H.2.

Loại được xác định dựa trên thể tích bên trong (như một bình chịu áp lực) hoặc kích thước kết nối danh nghĩa (như một đường ống), tùy theo kích thước gần nhất giống với hình dạng bên trong của van:

a) Xác định chủng loại dựa trên thể tích bên trong được cho trong Bảng H.1.

b) Xác định danh mục dựa trên kích thước kết nối danh nghĩa được cho trong Bảng H.2.

Loại van an toàn phải được xác định là loại IV. Bằng cách ngoại lệ, van an toàn được sản xuất cho thiết bị áp suất cụ thể có thể được phân loại cùng loại với thiết bị áp lực mà chúng bảo vệ.

Bảng H.1 – Xác định loại bình chịu áp lực

Lưu chất	Thể	PS (bar) <sup>a</sup>	V (l)	PS x V (bar x l)	Loại
Nếu	và	và	và	và	khí đó
Nhóm 1	Khí	≤ 0,5	-	-	0a <sup>b</sup>
		> 0,5 và ≤ 200	≤ 1	-	0b <sup>b</sup>
			> 1	≤ 25	0b <sup>b</sup>
				>25 và ≤ 50	I
		>50 và ≤ 200	II		
		> 200 và ≤ 1000	≤ 1	-	III
		> 0,5 và ≤ 1000	> 1	>200 và ≤ 1000	III
	> 1000			IV	
	Lỏng <sup>c</sup>	≤ 0,5	-	-	0a <sup>b</sup>
		> 0,5 và ≤ 500	≤ 1	-	0b <sup>b</sup>
		> 0,5 và ≤ 200	> 1	≤ 200	0b <sup>b</sup>
				I	
		> 10 và ≤ 500	> 200	II	
		> 500	< 1	-	II
> 1	-		III		
Nhóm 2	Khí	≤ 0,5	-	-	0a <sup>b</sup>
		>0,5 và ≤ 1000	≤ 1	-	0b <sup>b</sup>
		> 1000 và ≤ 3000		-	III
		> 0,5 và ≤ 1000		> 1	≤ 50
			> 50 và ≤ 200		I
			> 200 và ≤ 1000		II
		> 0,5 và ≤ 3000	> 1000 và ≤ 3000	III	
		> 0,5 và ≤ 4	> 750	> 3000	III
	> 4	> 1	> 3000	IV	
	> 3000	-	-	IV	
	Lỏng <sup>c</sup>	≤ 0,5	-	-	0a <sup>b</sup>
		> 0,5 và ≤ 10	-	-	0b <sup>b</sup>
		> 10 và ≤ 1000	-	≤ 10000	0b <sup>b</sup>
		> 10 và ≤ 500	> 20	> 10000	I
> 1000		< 10	-	I	
> 500		> 10	> 10000	II	

CHÚ THÍCH: Các phân loại trong Bảng này tương đương với các phân loại trong Chỉ thị thiết bị áp suất 2014/68 / EU.

0a = không tuân theo Chỉ thị thiết bị áp suất 2014/68 / EU

0b = Điều 4.3 của Chỉ thị thiết bị áp suất 2014/68 / EU

<sup>a</sup> 1 bar = 0,1 MPa.

<sup>b</sup> Đối với mục đích của tiêu chuẩn này, loại này được coi là nhỏ hơn loại I.

<sup>c</sup> Lưu chất là tất cả các chất lỏng có áp suất bay hơi (ở nhiệt độ lớn nhất cho phép) không quá 0,5 bar so với áp suất khí quyển bình thường (1013 mbar).

Bảng H.2 – Xác định loại ống

Lưu chất	Thể	PS (bar) <sup>a</sup>	DN	PS x DN (bar) <sup>a</sup>	Loại
Nếu	và	và	và	và	khi đó
NHÓM 1	KHÍ	≤ 0,5	-	-	0a <sup>b</sup>
		> 0,5	≤ 25	-	0b <sup>b</sup>
			> 25 và ≤ 100	≤ 1000	I
				> 1000	II
			> 100 và ≤ 350	≤ 3500	II
				> 3500	III
	LỎNG <sup>c</sup>	≤ 0,5	-	-	0a <sup>b</sup>
		> 0,5	≤ 25	-	0b <sup>b</sup>
			> 25	≤ 2000	0b <sup>b</sup>
		> 0,5 và ≤ 10	> 200	> 2000	I
> 10 và ≤ 500		> 25	II		
> 500	> 25	-	III		
NHÓM 2	KHÍ	≤ 0,5	-	-	0a <sup>b</sup>
		> 0,5	≤ 32	-	0b <sup>b</sup>
			> 32	≤ 1000	0b <sup>b</sup>
			> 32 và ≤ 100	> 1000	I
			> 100	> 1000 và ≤ 3500	I
			> 100 và ≤ 250	> 3500	II
			> 250	> 3500 và ≤ 5000	II
	> 5000	III			
	LỎNG <sup>c</sup>	≤ 0,5	-	-	0a <sup>b</sup>
		> 0,5 và ≤ 10	-	-	0b <sup>b</sup>
		> 10	≤ 200	-	0b <sup>b</sup>
			> 200	≤ 5000	0b <sup>b</sup>
		> 10 và ≤ 500	> 200	> 5000	I
> 500		> 200	-	II	

CHÚ THÍCH: Các phân loại trong Bảng này tương đương với các phân loại trong Chỉ thị thiết bị áp suất 2014/68 / EU.

0a = không tuân theo Chỉ thị thiết bị áp suất 2014/68 / EU

0b = Điều 4.3 của Chỉ thị thiết bị áp suất 2014/68 / EU

<sup>a</sup> 1 bar = 0,1 MPa.

<sup>b</sup> Đối với mục đích của tiêu chuẩn này, loại này được coi là nhỏ hơn loại I.

<sup>c</sup> Lưu chất là tất cả các chất lỏng có áp suất bay hơi (ở nhiệt độ lớn nhất cho phép) không quá 0,5 bar so với áp suất khí quyển bình thường (1013 mbar).

## H.5 Xác định chủng loại của cụm van

Khi sử dụng ống nối dài, DN để xác định loại phải là DN của đầu nối lớn nhất của ống nối dài.

Loại của cụm van phải lớn hơn loại của các bộ phận của cụm.

Loại mối nối giữa van và ống nối dài phải được xác định bởi DN của đầu nối.

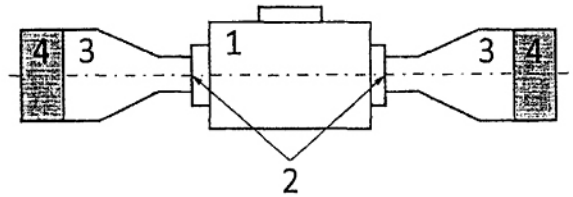
## H.6 Các ví dụ về xác định chủng loại

Điều này đưa ra các ví dụ về xác định chủng loại.

VÍ DỤ 1: Xem Hình H.1 để biết ví dụ về van:

- Các ống thuộc loại II;
- Thân van là loại số 0b;
- Các kết nối giữa van và các ống nối dài là loại 0b;

Van là loại II do loại ống và tất cả các bộ phận chịu áp lực đều yêu cầu chứng chỉ loại 3.



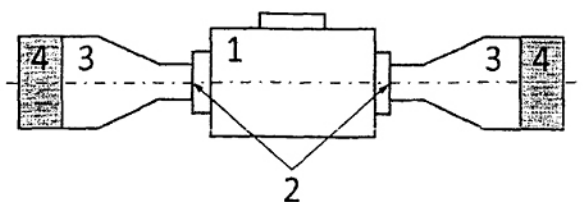
CHÚ DẪN:

- 1 thân van, DN 22 và thể tích <11, loại 0b theo cả Bảng H.1 và Bảng H.2
- 2 mối nối, DN 22, loại 0b theo Bảng H.2
- 3 ống, DN 22 đến DN 40, loại II theo Bảng H.2 sử dụng DN 40
- 4 mối nối do người dùng cuối thực hiện khi kết nối van với đường ống, DN 40

**Hình H.1 – Ví dụ về van cho môi chất lạnh Nhóm 1 trong đó PS là 30 bar (van là loại II được xác định là loại cao nhất trong các bộ phận)**

VÍ DỤ 2 · Xem Hình H.2 để biết ví dụ về cụm van. Cấu trúc vật lý giống như trong Hình H.1, nhưng nhà sản xuất đã chọn khai báo các đường ống là đường ống nối dài. Điều này có ưu điểm là thử nghiệm áp suất nổ của các đường ống nối dài không cần tính đến các hệ số an toàn cho các mối nối trên thân van:

- Ống nối dài là loại II và cần chứng chỉ loại 3;
- Van thuộc loại 0b và cần chứng chỉ loại 1 và tài liệu theo 11.1;
- Các kết nối giữa van và các đường ống nối dài là loại 0b;
- Việc lắp ráp van kết hợp với các ống nối dài là loại II.



CHÚ DẪN:

- 1 van, DN 22 và thể tích < 1l, loại 0b theo cả Bảng H.1 và Bảng H.2
- 2 mối nối, DN 22, loại 0b theo Bảng H.2
- 3 ống nối dài, DN 22 đến DN 40, loại II theo Bảng H.2 sử dụng DN 40
- 4 mối nối do người dùng cuối thực hiện khi kết nối cụm van với đường ống, DN 40, không phải thành phần của cụm van

**Hình H.2 – Ví dụ về cụm van cho môi chất lạnh Nhóm 1 bao gồm một van và các ống nối dài, trong đó PS là 30 bar (cụm van là loại II được xác định là loại van cao nhất của van và các đường ống nối dài)**

## Phụ lục I

(Tham khảo)

### Hệ thống DN

Mục đích của phụ lục này là hỗ trợ việc tìm kiếm giá trị DN như được định nghĩa trong ISO 6708 cho ống khi tiêu chuẩn vật liệu không đưa ra giá trị này.

Nếu không có DN trong tiêu chuẩn bán thành phẩm hoặc trong Bảng dưới đây, thì DN phải được lấy tương ứng với đường kính trong tính bằng mm đối với sản phẩm hình tròn hoặc với tiết diện chảy tương đương của sản phẩm không tròn.

Ví dụ về cách tìm giá trị DN cho ống thép hệ Anh, và ống đồng hệ mét và hệ Anh, được đưa ra trong Bảng I.1, I.2 và I.3 tương ứng.

Mối quan hệ giữa DN và đường kính ngoài lớn nhất của ống được cho trong Bảng I.4.

**Bảng I.1 – Ví dụ: ống thép theo hệ Anh, mối hàn giáp mép**

NPS [inch]	D <sub>out</sub> [mm]	D <sub>in</sub> [mm]	Chiều dày [mm]	DN
1/4	13,7	7,7	3,0	8
3/8	17,1	10,7	3,2	10
1/2	21,3	13,8	3,8	15
3/4	26,7	18,9	3,9	20
1	33,4	24,3	4,6	25
1 1/4	42,2	32,5	4,9	32
1 1/2	48,3	38,1	5,1	40
2	60,3	52,5	3,9	50
2 1/2	73,0	62,7	5,2	65
3	88,9	77,9	5,5	80
4	114,3	102,3	6,0	100
5	141,3	128,2	6,6	125
6	168,3	154,1	7,1	150
8	219,1	202,7	8,2	200
10	273,0	254,4	9,3	250
12	323,8	303,2	10,3	300
14	355,6	333,3	11,2	350
16	406,4	381,0	12,7	400

CHÚ THÍCH 1: 1/4 inch đến 2 1/2 inch là danh mục 80 trong khi 3 inch đến 16 inch là danh mục 40.

CHÚ THÍCH 2: Các kích thước này tương đương với ANSI B36.10.

**Bảng I.2 – Ví dụ: Ống đồng theo hệ Anh, hàn vảy mềm**

ODF [inch]	D <sub>out</sub> [mm]	D <sub>in</sub> [mm]	Chiều dày [mm]	DN
1/4	6,35	4,8	0,78	5
3/8	9,53	7,9	0,81	8
1/2	12,70	10,2	1,25	10
5/8	15,88	13,4	1,24	12
3/4	19,05	16,6	1,25	15
7/8	22,23	18,9	1,66	20
1 1/8	28,58	25,3	1,64	25
1 3/8	34,93	31,6	1,66	32
1 5/8	41,28	37,6	1,84	40
2 1/8	53,98	49,8	2,09	50
2 5/8	66,68	61,8	2,44	65
3 1/8	79,38	73,8	2,79	80
3 5/8	92,08	86,0	3,04	90

CHÚ THÍCH: Các kích thước này tương đương với ANSI – B16.22.

**Bảng I.3 – Ví dụ: Ống đồng hệ mét, hàn vảy mềm**

ODF [mm]	D <sub>out</sub> [mm]	D <sub>in</sub> [mm]	Chiều dày [mm]	DN
6	6	4	1	4
8	8	6	1	6
10	10	8	1	8
12	12	10	1	10
15	15	13	1	12
18	18	16	1	15
22	22	20	1	20
28	28	25	1,5	25
35	35	32	1,5	32
42	42	39	1,5	40
54	54	50	2	50
64	64	60	2	65
76,1	76,1	72,1	2	65
88,9	88,9	84,9	2	80

CHÚ THÍCH: Các kích thước này tương đương với EN 1254-1.

Bảng I.4 – Mối quan hệ giữa DN và đường kính ngoài của ống tròn

DN	Đường kính ngoài danh nghĩa lớn nhất của ống		DN	Đường kính ngoài danh nghĩa lớn nhất của ống	
	Thép [mm]	Đồng và nhôm [mm]		Thép [mm]	Đồng và nhôm [mm]
6			350	355,6	368,0
8	13,5		400	406,4	406,4
10	17,2	18,0	450	457,0	457,0
12			500	508,0	508,0
15	21,3		550	559,0	559,0
20	26,9	26,7	600	610,0	610,0
25	33,7	33,4	650	660,0	660,0
32	42,4	42,1	700	711,0	711,0
40	48,3	48,3	750	762,0	762,0
50	60,3	60,3	800	813,0	813,0
65	76,1	76,1	850	864,0	864,0
80	88,9	88,9	900	914,0	914,0
90	101,6	101,6	950	965,0	965,0
100	114,3	108,0	1000	1016,0	1016,0
125	139,7	141,3	1025	1067,0	1067,0
150	168,3	168,3	1050	1118,0	1118,0
200	219,1	219,1	1100	1168,0	1168,0
250	273,0	267,0	1200	1219,0	1219,0
300	323,9	323,9			

CHÚ THÍCH: Các kích thước tương đương này với EN 14276-1:2020, Bảng J.1.



**Phụ lục J**

(Quy định)

**Yêu cầu bổ sung – Mắt ga và ống thủy****J.1 Quy định chung**

Phụ lục này bao gồm các yêu cầu đối với việc sử dụng thủy tinh cho chất thủy và các ứng dụng tương tự.

Đối với thủy tinh có nung chảy kim loại, điểm yếu có thể là liên kết thủy tinh với kim loại. Độ bền của liên kết này phải được kiểm tra xác nhận bằng phương pháp thiết kế thực nghiệm.

Các ống thủy tinh mức chất lỏng không được đề cập trong Phụ lục này.

CHÚ THÍCH: Các yêu cầu của Phụ lục này dựa trên EN 12178: 2016.

**J.2 Thiết kế****J.2.1 Quy định chung**

Khi tấm kính được sử dụng, có thể sử dụng các công thức sau để tính chiều dày nhỏ nhất:

$$\text{đối với tấm tròn:} \quad d \geq 0,55 \times D_m \sqrt{\frac{PS \times S}{\alpha_m}} \quad (\text{J.1})$$

$$\text{đối với tấm hình thuôn dài:} \quad d \geq \alpha \times B_m \sqrt{\frac{PS \times S}{\alpha_m}} \quad (\text{J.2})$$

Trong đó:

$d$  là chiều dày, tính bằng milimét;

$D_m$  là  $(D_1 + D_2) / 2$ , đường kính đệm kín trung bình tính bằng milimét;

$D_1$  là đường kính ngoài đệm kín và kính tính bằng milimét, xem Hình J.1;

$D_2$  là đường kính trong đệm kín và kính tính bằng milimét, xem Hình J.1;

$B_m$  là  $(B_1 + B_2) / 2$ , chiều rộng đệm kín trung bình tính bằng milimét;

$B_1$  là chiều rộng bên ngoài đệm kín và kính tính bằng milimét, xem Hình J.2;

$B_2$  là chiều rộng trong đệm kín và kính tính bằng milimét, xem Hình J.2;

$L_m$  là  $(L_1 + L_2) / 2$ , chiều dài đệm kín trung bình tính bằng milimét;

$L_1$  là chiều dài ngoài đệm kín và kính tính bằng milimét, xem Hình J.2;

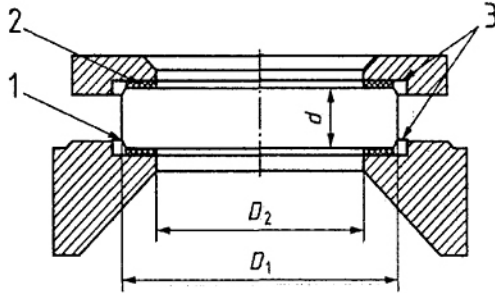
$L_2$  là chiều dài trong đệm kín và kính tính bằng milimét, xem Hình J.2;

PS là áp suất lớn nhất cho phép tính bằng bar;

S là hệ số an toàn, đối với tấm hình chóp  $S = 5$ , đối với tấm hình thuôn dài  $S = 8$ ;

$\alpha_m$  độ bền kéo uốn, tính bằng Newton trên milimét vuông (các giá trị điển hình: thủy tinh ủ: 40 N/mm<sup>2</sup> đến 60 N/mm<sup>2</sup>; thủy tinh gia cường nhiệt: 100 N/mm<sup>2</sup> đến 150 N/mm<sup>2</sup>);

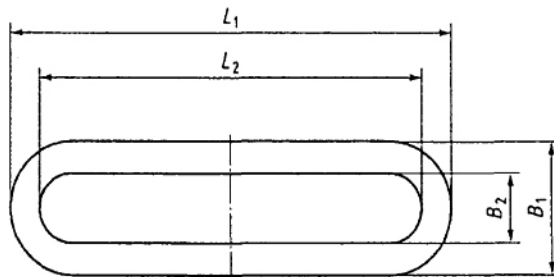
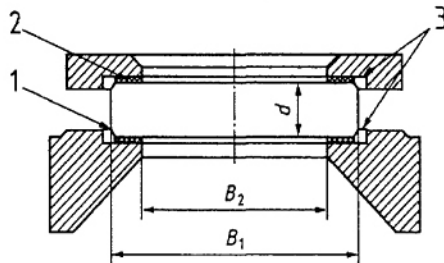
$\alpha$  Hệ số phụ thuộc vào tỷ lệ giữa chiều dài và chiều rộng của kính  $L_m / B_m$ , theo Bảng J.1.



CHÚ DẪN:

- 1 Cạnh mắt ga
- 2 Đệm kín
- 3 Cạnh vát côn

Hình J.1 – Xác định  $D_1$  và  $D_2$



CHÚ DẪN:

- 1 Cạnh mắt ga
- 2 Đệm kín
- 3 Cạnh vát côn

Hình J.2 – Xác định  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $L_1$  và  $L_2$

Bảng J.1 – Hệ số  $\alpha$

$L_n/B_m$	2,0	3,0	4,0	5,0	> 5,0
$\alpha$	0,780	0,854	0,860	0,864	0,865

**J.2.2 Kiểm tra xác nhận thực nghiệm thiết kế độ bền**

Áp suất thử nhỏ nhất  $P_{Test}$  phải ít nhất là

$$P_{Test} \geq PS \times S \tag{J.3}$$

Trong đó:

PS là áp suất lớn nhất cho phép tính bằng bar;

S là hệ số an toàn, đối với tấm tròn  $S = 5$ , đối với tấm thuôn dài  $S = 8$ .

## Phụ lục K

(Quy định)

### Thử khả năng tương thích

#### K.1 Quy định chung

Khi các mối nối sử dụng vật liệu làm kín, dù là rắn hoặc lỏng, thì phải kiểm tra tính tương thích của vật liệu làm kín với môi chất lạnh, dầu bôi trơn, v.v. được sử dụng. Trường hợp nhà sản xuất có thể lập hồ sơ phương pháp cho thấy kết quả tương đương thì phương pháp đó có thể được chấp nhận. Thử nghiệm sàng lọc này mô tả phương pháp đánh giá độ bền của đệm cao su và nhựa nhiệt dẻo đối với va đập của môi chất lạnh và chất bôi trơn bằng cách đo các đặc tính của đệm trước và sau khi tiếp xúc với các hệ thống chất bôi trơn - môi chất lạnh được chọn.

#### K.2 Lưu chất thử nghiệm

Các thành phần vật liệu đệm kín phải được thử nghiệm để cho thấy sự tương thích với lưu chất mà nhà sản xuất đã phê duyệt thành phần đó.

Mô hình được sử dụng trong điều này giả định rằng ảnh hưởng của môi chất lạnh lên chất đàn hồi là gần tuyến tính với nồng độ và có thể được cộng lại với nhau cho các thành phần của hỗn hợp.

Các thông số của Bảng K.1 phải được xác định bởi một trong các cách:

- thử nghiệm với lưu chất cụ thể theo Điều K.4 và K.5, hoặc
- bằng cách tính toán dựa trên thử nghiệm các thành phần nếu lưu chất theo Điều K.4 và K.5.

Đối với các thiết kế đệm kín dành cho hoạt động với dầu, phải tính đến dầu (5 wt. % dầu).

Tính toán bằng trung bình có trọng số của các kết quả của các thành phần, nếu thử nghiệm với 5 wt. % dầu hoặc nếu thiết kế không được sử dụng với dầu:

$$D_{blend} = \sum_{k=1}^n f_{component\ k} D_{component\ k} \quad (K.1)$$

Hoặc:

$$D_{blend} = f_{oil} \times D_{oil} + \sum_{k=1}^n f_{component\ k} D_{component\ k} \quad (K.2)$$

Trong đó:

$D_{blend}$ : thông số của Bảng K.1 được đề cập;

$f_{oil}$ : Mặc định là 0,05 (đại diện cho 5 wt. % dầu), nhưng các giá trị cao hơn có thể được chọn cho các ứng dụng có phân đoạn dầu cao hơn.

## TCVN 13856:2023

$D_{oil}$ : là kết quả thử nghiệm đối với thông số của Bảng K.1 được đề cập với 100 % dầu;

$f_{component\ k}$ : phần (từ 0 đến 1) của thành phần thứ k trong hỗn hợp;

$D_{component\ k}$ : kết quả của thử nghiệm đối với thông số của Bảng K.1 được đề cập với thành phần thứ k của hỗn hợp là lưu chất tinh khiết;

Các thành phần có  $D_{component\ k}$  bé hơn 0,05 có thể được bỏ qua bằng cách đặt  $D_{component\ k}$  bằng 0.

VÍ DỤ: Sự thay đổi độ cứng ở trạng thái ướt của đệm kín cao su được tìm thấy đối với hỗn hợp với 25 % R-1234yf, 25 % R-32, 30 % R-125 và 20% R143a và một loại dầu POE cụ thể. Thay đổi độ cứng ở trạng thái ướt đối với các bộ phận được tìm thấy bằng cách thử nghiệm theo Điều K.4 và K.5 tương ứng là -5 IRHD, + 30 IRHD, +25 IRHD, và + 5 IRHD và -10 IRHD đối với dầu. Thay đổi độ cứng ở trạng thái ướt của một đệm kín cao su khi đó được ước lượng là:  $0,05x(-10) + (0,25x(-5) + 0,25x30 + 0,30x25 + 0,20x5) = 14,25$ .

### K.3 Mẫu thử

Các điều kiện thử nghiệm sau đây phải được đáp ứng:

- nhỏ nhất ba mẫu thử được sử dụng để thử nghiệm;
- tốt nhất là các mẫu thử phải giống với hình dạng đệm kín, cách khác có thể sử dụng các mẫu từ các tấm hoặc các mẫu tương tự;
- các Quy định chung đối với các hạng mục thử nghiệm phải phù hợp với vật liệu đệm kín bằng cao su của ISO 1817 và ISO 175 đối với vật liệu làm kín bằng nhựa nhiệt dẻo. Các phép đo độ cứng, trọng lượng, thể tích, chiều dày và độ nén có thể được thực hiện trên ba mẫu thử giống nhau.

### K.4 Các thông số thiết lập thử nghiệm

Các điều kiện sau phải được đáp ứng:

- sự tiếp xúc phải được thực hiện trong một thiết lập thử nghiệm thích hợp để xử lý an toàn môi chất lạnh dưới áp suất cao, cho phép giãn nở chất lỏng dưới nhiệt độ thử nghiệm cao;
- các mẫu phải được tiếp xúc với pha lỏng của môi chất lạnh, pha này có thể chứa dầu;
- việc tiếp xúc với nhiệt độ cao được thực hiện bằng cách đặt buồng thử vào tủ sấy hoặc bằng cách đốt nóng trực tiếp buồng thử.

Nhiệt độ thử nghiệm không được thấp hơn giá trị thấp hơn của:

- 70 °C,
- Nhiệt độ tới hạn trừ đi 5 K (tức là  $t_{tới\ hạn} - 5\text{ K}$ ), nếu nhiệt độ tới hạn của môi chất lạnh thực tế là dưới 75 °C,
- nhiệt độ lớn nhất cho phép đối với vật liệu đệm kín, và

g) nhiệt độ lớn nhất cho phép đối với bộ phận sử dụng đệm kín. Đây là mức cao hơn của nhiệt độ môi trường lớn nhất và nhiệt độ lưu chất lớn nhất.

Khoảng thời gian tiếp xúc nhỏ nhất là:

h) 14 ngày (hai tuần) đối với vật liệu đệm kín bằng cao su;

i) 42 ngày (sáu tuần) đối với vật liệu đệm kín bằng nhựa nhiệt dẻo.

### K.5 Quy trình thử

Đối với tính tương thích hóa học, các biện pháp quan trọng để đánh giá tính phù hợp có thể có của vật liệu thử nghiệm được đưa vào thành phần là đo độ cứng, thể tích và trọng lượng và quan sát bằng mắt (rộp và rách).

Quy trình sau sẽ được áp dụng (xem Hình K.1):

- a) độ cứng, trọng lượng, thể tích, chiều dày và độ nén ban đầu của các mẫu thử "nhận được" được đo và ghi lại là phù hợp;
- b) các mẫu thử được đặt trong buồng thử sao cho các mẫu thử không tiếp xúc với nhau hoặc với thành buồng thử. Bề mặt của các mẫu thử phải ngập hoàn toàn vào pha lỏng của môi chất lạnh;
- c) nếu dầu được đưa vào thử nghiệm thì lượng dầu bôi trơn thích hợp được đưa vào buồng thử nghiệm;
- d) buồng thử được đóng lại và lượng lưu chất môi chất lạnh thích hợp được đưa vào khoang thử;
- e) Sau đó, buồng thử nghiệm được làm nóng đến nhiệt độ thử nghiệm tiếp xúc và các điều kiện thử nghiệm được duy trì;
- f) sau khoảng thời gian tiếp xúc, buồng thử nghiệm được để nguội đến nhiệt độ môi trường xung quanh và các mẫu thử được lấy ra khỏi buồng thử nghiệm;
- g) phần còn lại của chất bôi trơn phải được loại bỏ cẩn thận khỏi bề mặt của mỗi mẫu thử;
- h) trạng thái ướt: độ cứng, trọng lượng và thể tích của các mẫu thử được xác định trong vòng 30 min kể từ khi lấy ra khỏi buồng thử;
- i) trạng thái khô: các mẫu thử sau đó được khử khí trong tủ sấy được duy trì ở 50 °C cho đến khi đạt được khối lượng không đổi, và xác định được độ cứng, trọng lượng và thể tích.

CHÚ THÍCH 1: Bộ nén của các mẫu tiếp xúc là một tham số có thể cung cấp thông tin về tính phù hợp của vật liệu đối với các thiết kế trong cấu trúc cụ thể.

CHÚ THÍCH 2: Để thu hồi, tái sử dụng và thải bỏ môi chất lạnh, xem TCVN 6104-4 (ISO 5149-4).

### K.6 Tiêu chí đạt cho các chi tiết đệm kín

Đệm kín phải đáp ứng các thay đổi lớn nhất sau khi tiếp xúc được nêu trong Bảng K.1. Bất kỳ thay đổi nào trong các thuộc tính phải được đánh giá cho điều kiện ứng dụng (bao gồm cả việc nó là tĩnh hay động) và cấu trúc trong thiết kế.

**TCVN 13856:2023**

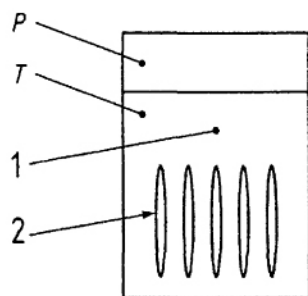
Các giá trị trong Bảng K.1 được lấy từ các phương pháp thực hành tốt nhất hiện nay về thiết kế đệm kín. Cần thận trọng khi thực hiện bất kỳ sai lệch nào so với các phương pháp thực hành tốt nhất hiện tại.

Chất đàn hồi được thử nghiệm với CO<sub>2</sub>, có thể tích lũy một lượng CO<sub>2</sub> đáng kể. CO<sub>2</sub> không thể thoát ra ngay lập tức khi các vật thử tiếp xúc với áp suất khí quyển (khử khí). Do đó, nó có thể tạo ra sự thay đổi âm lượng ngay lập tức lớn hơn 25 %. Với điều kiện không làm hư hỏng bề mặt, sự thay đổi thể tích trên 25 % được chấp nhận đối với CO<sub>2</sub>.

Nếu vượt quá những thay đổi lớn nhất sau khi tiếp xúc nêu trong Bảng K.1, thì việc đánh giá kết cấu trong thiết kế và điều kiện ứng dụng (tĩnh hoặc động) sẽ được thực hiện.

**Bảng K.1 – Giới hạn lớn nhất có thể chấp nhận được theo thử nghiệm**

Thử	Giới hạn lớn nhất có thể chấp nhận được cho cao su	Giới hạn lớn nhất có thể chấp nhận được cho nhựa nhiệt dẻo	Giới hạn lớn nhất có thể chấp nhận được cho miếng đệm phẳng
Thay đổi độ cứng (IRHD)		N/A	N/A
Ướt <sup>a</sup>	± 15 IRHD		
Khô <sup>b</sup>	± 10 IRHD		
Thay đổi thể tích (%)		- 5 % đến + 10 %	
Ướt	- 5 % đến + 25 %		- 5 % đến + 10 %
Khô	± 10 %		- 5 % đến + 10 %
Khối lượng (%)		± 5 %	
Ướt	± 12 %		± 5 %
Khô	± 7 %		± 5 %
Chiều dày		± 5 %	
Ướt			± 5 % (độ cao)
Khô			± 5 % (độ cao)
Bộ nén	0 % đến 80 %	N/A	N/A
<sup>a</sup> Thử nghiệm phải được thực hiện trong vòng 30 min sau khi lấy ra khỏi bình tiếp xúc. <sup>b</sup> Vật liệu phải được thoát khí/nung nóng (50 °C) đến trọng lượng không đổi trước khi thử nghiệm.			



**CHÚ DẪN:**

- 1 môi chất lạnh lỏng
- 2 đối tượng thử
- P áp suất
- T nhiệt độ

**Hình K.1 – Ví dụ về thiết bị thử**



## Phụ lục L

(Tham khảo)

### Nứt do ăn mòn ứng suất

#### L.1 Quy định chung

Ăn mòn ứng suất là một hiện tượng hóa trị ảnh hưởng đến một loạt các kim loại bao gồm đồng, đồng thau, titan, thép cacbon và thép không gỉ. Nó có nhiều khả năng xảy ra khi các thành phần kim loại nhất định phải chịu ứng suất vừa phải trong khi tiếp xúc với một môi trường cụ thể và nó được đặc trưng bởi sự xuất hiện của các vết nứt siêu nhỏ chạy vuông góc với trục ứng suất chính và có thể là giữa các hạt hoặc xuyên hạt (nghĩa là có thể chạy giữa hạt trong cấu trúc kim loại hoặc dù chúng). Đầu vết nứt thường có hình lông chim (chứa nhiều nhánh mịn) cho thấy đây không phải là một vết nứt vỡ do năng suất hoặc mỏi đơn giản.

Các hư hỏng do ăn mòn do ứng suất đã được báo cáo trong đường ống đồng của hệ thống làm lạnh fluorocarbon và trong các bình chịu áp lực bằng thép và đường ống trong hệ thống amoniac. Phần lớn các trường hợp hỏng hóc do ăn mòn do ứng suất trong thiết bị amoniac là ở máy thu áp suất cao, mặc dù sự ăn mòn do ứng suất được biết là đã ảnh hưởng đến vỏ của thiết bị bay hơi làm lạnh nước, bình thu hồi dầu và đường ống đầu hút. Không có trường hợp nào được báo cáo về sự cố do ăn mòn do ứng suất của các tàu thép trong nhà máy fluorocarbon, mặc dù có thể các điều kiện có lợi cho việc hình thành các vết nứt do ăn mòn do ứng suất có thể phát sinh trong trường hợp axit hóa môi chất lạnh. Không có trường hợp nào được biết đến về sự ăn mòn do ứng suất làm nứt thép không gỉ hoặc titan trong hệ thống lạnh.

#### L.2 Ăn mòn ứng suất trong đồng

Sự ăn mòn do ứng suất đã được báo cáo trong các ống đồng dùng cho hệ thống lạnh fluorocarbon, thường tiến triển từ bên ngoài ống vào bên trong và thường do các hóa chất trong hợp chất kết dính cách nhiệt gây ra khi tiếp xúc với môi trường ẩm ướt, ví dụ như khi các đường ống cách nhiệt bị ngập nước trong quá trình lắp đặt. Ứng suất phát sinh từ tải trọng áp suất của đường ống và do đó các vết nứt kéo dài theo chiều dọc. Sau khi bị lỗi do ăn mòn do ứng suất, bên trong đường ống sẽ có hoa văn màu xanh đồng đặc trưng.

Một khi sự ăn mòn ứng suất đã được hình thành, nó thường dẫn đến nhiều lỗ rò rỉ kim, đòi hỏi phải thay thế hệ thống đường ống bị ảnh hưởng. Sự ăn mòn do ứng suất sẽ không lan đến các đoạn ống không chịu các điều kiện môi trường ăn mòn.

#### L.3 Ăn mòn ứng suất trong thép

Ăn mòn do ứng suất cũng liên quan đến sự cố không nghiêm trọng của các bình chịu áp lực bằng thép cacbon trong hệ thống amoniac. Người ta đã xác định được rằng các vết nứt nhỏ ở bề mặt bên trong

của bình chịu áp lực không phải là hiếm. Với điều kiện các vết nứt này không vượt quá giới hạn ăn mòn của bình và không ảnh hưởng đến độ bền cơ học của vỏ chịu áp lực, chúng sẽ không gây ra vấn đề. Thông thường các vết nứt nhỏ thâm nhập vào độ sâu khoảng 1 mm nhưng không tiến triển xa hơn. Tuy nhiên, thỉnh thoảng một vết nứt do ăn mòn ứng suất sẽ tiếp tục lan truyền.

#### L.4 Các yếu tố ảnh hưởng đến nứt ăn mòn do ứng suất

##### L.4.1 Quy định chung

Các phần tiếp theo tập trung vào hệ thống làm lạnh amoniac sử dụng thiết bị chứa áp lực thép cacbon. Cần đưa ra các khuyến nghị để ngăn ngừa nứt ăn mòn ứng suất

##### L.4.2 Giới hạn chảy

Hiện tượng nứt do ăn mòn do ứng suất dễ xảy ra hơn đối với thép có giới hạn chảy cao vì bề mặt giòn hơn. Đã xác định rằng vết nứt khó xảy ra nếu vật liệu gốc có giới hạn chảy nhỏ hơn 350 MN/m<sup>2</sup>. Khuyến nghị rằng vật liệu có giới hạn chảy nhỏ nhất là 265 MN/m<sup>2</sup> được chỉ định cho vỏ bình chịu áp lực và nắp cuối, nhưng cần lưu ý rằng giới hạn chảy thực tế của vật liệu có thể cao hơn mức nhỏ nhất quy định.

CHÚ THÍCH: "Giới hạn chảy nhỏ nhất" là một thuật ngữ thường được sử dụng trong ngành công nghiệp thép để cập đến giới hạn chảy cho phép thấp nhất của vật liệu. Độ bền năng suất của vật liệu thực tế được sử dụng trong chế tạo van có thể vượt quá mức nhỏ nhất tới 50 %.

##### L.4.3 Nhiệt độ

Nứt ứng suất ăn mòn dễ xảy ra ở nhiệt độ cao. Nếu nhiệt độ vận hành bình thường của van trên -5 °C, hoặc nếu nhiệt độ của van trong quá trình tắt hệ thống dự kiến trên 5 °C thì van phải được giảm ứng suất sau hàn. Theo truyền thống, điều này đã được áp dụng cho bộ thu áp suất cao, nhưng bộ ngưng tụ dạng ống và vỏ làm mát bằng nước, bộ tiết kiệm và bộ làm mát giữa có thể hoạt động trong phạm vi nhiệt độ này, cũng như các bộ bay hơi cho thiết bị làm lạnh nước. Nồi thu hồi dầu cũng có thể chịu nhiệt độ cao hơn trong thời gian dài và cần được giảm căng thẳng.

##### L.4.4 Hàm lượng oxy

Quá trình nứt ăn mòn do ứng suất có nhiều khả năng xảy ra ở những nơi có mức oxy tăng lên trong hệ thống. Máy thu áp suất cao, nơi các khí không ngưng tụ, bao gồm cả oxy, có thể tích tụ đặc biệt nguy hiểm. Phần lớn các trường hợp được báo cáo về nứt ăn mòn do ứng suất là trong các thiết bị thu áp suất cao, mặc dù các trường hợp trong các bình áp suất trung gian và áp suất thấp không phải là không rõ.

Quá trình nứt ăn mòn do ứng suất có thể bắt đầu nếu mức oxy vượt quá  $5 \times 10^{-7}$  (0,5 ppm). Việc duy trì hàm lượng oxy dưới 0,5 ppm trong hệ thống liên tục là không khả thi, nhưng cần Chú thích đảm bảo rằng hệ thống được lọc sạch khí không ngưng tụ khi làm việc thử và thường xuyên trong quá trình làm việc.

## **TCVN 13856:2023**

### **L.4.5 Hàm lượng nước**

Theo báo cáo, hiện tượng nứt do ăn mòn do ứng suất ít có khả năng xảy ra nếu có lượng nước vừa phải trong amoniac. Khi hàm lượng nước trong amoniac tăng lên, lượng oxy cần thiết để bắt đầu ăn mòn ứng suất cũng tăng lên, lên đến giới hạn  $2 \times 10^{-3}$  (2000 ppm) nước sẽ ức chế sự bắt đầu của sự nứt ăn mòn do ứng suất cung cấp mức oxy dưới  $1 \times 10^{-4}$  (100 ppm).

### **L.4.6 Tuổi của thiết bị**

Rò rỉ do nứt ăn mòn ứng suất có nhiều khả năng xảy ra trong vài tháng đầu hoạt động, cho thấy rằng các vết nứt nhỏ hình thành gần như ngay lập tức khi có tất cả các điều kiện tiên quyết và chỉ cần thời gian để vết nứt truyền qua vật liệu đó là Biến đổi. Đây là một hàm của chiều dày của vật liệu, ứng suất tác dụng lên vật liệu và các đặc tính của vật liệu.

### **L.4.7 Tránh nứt ăn mòn do ứng suất**

Đảm bảo rằng giới hạn chảy của kim loại mẹ đủ thấp là biện pháp hiệu quả nhất để tránh SCC, vì vết nứt bề mặt ban đầu liên quan đến vật liệu có giới hạn chảy cao. Tất cả các phụ kiện như nắp cuối phải được tạo hình nóng hoặc giảm căng thẳng sau khi tạo hình nguội. Vật liệu làm vỏ phải được chỉ định với giới hạn chảy nhỏ nhất là 265 MN / m<sup>2</sup>. Các van phải được giảm ứng suất sau khi sản xuất nếu có thể. Nếu bình chứa các bộ phận bên trong mỏng manh như ống lót cao su thì việc xử lý nhiệt sau hàn có thể không thực hiện được.

Đối với các bình có nhiệt độ thấp (ví dụ như bộ tích tụ, trống tăng áp và bẫy hút) xử lý nhiệt sau hàn ít quan trọng hơn, nhưng được khuyến nghị nếu có thể. Đối với các bình có nhiệt độ cao như bộ thu áp suất cao, bộ làm lạnh nước, bộ làm mát trung gian và bộ tiết kiệm nhiệt sau khi xử lý mỗi hàn được khuyến khích.

Các tài liệu dựa trên các ngành công nghiệp sản xuất amoniac và phân bón khuyến nghị hàm lượng nước nhỏ nhất là  $2 \times 10^{-3}$  (2000 ppm) trong hệ thống amoniac để ngăn ngừa ăn mòn do ứng suất với hàm lượng oxy lên đến  $1 \times 10^{-4}$  (100 ppm). Trong các hệ thống lạnh, điều này có thể có lợi cho các thiết bị bay hơi, ví dụ như thiết bị làm lạnh nước, nhưng nó không có khả năng ảnh hưởng nhiều đến bộ thu áp suất cao và bộ làm mát trung gian.

### **L.4.8 Kết luận**

Chú thích đến chi tiết trong đặc tính kỹ thuật vật liệu, sản xuất, thử nghiệm và lắp đặt hệ thống sẽ đảm bảo tránh được sự ăn mòn do ứng suất. Khi vết nứt do ăn mòn do ứng suất gây ra rò rỉ, bộ phận bị hỏng phải được thay thế cho dù đó là ống đồng trong hệ thống fluorocarbon hay bình chịu áp lực bằng thép trong hệ thống amoniac. Trong trường hợp các vết nứt do ăn mòn ứng suất được xác định, nhưng không lan truyền, thì bình phải được giám sát làm cơ sở để xác định khi nào có thể bảo hành việc thay thế.

## TCVN 13856:2023

Lực  $F$  là lực bằng tay giả định mà một người có thể tác dụng lên bộ phận làm việc trong các điều kiện sau:

- a) người làm việc ở vị trí đứng;
- b) phần tử vận hành ở mức xấp xỉ lưng chừng;
- c) không hạn chế về không gian;
- d) chân vững chắc;
- e) thời gian vận hành không quá 5 min.

Lực  $F_s$  là lực tác dụng trực tiếp giả định mà một người có thể tác dụng lên bộ phận hoạt động trong cùng điều kiện với lực  $F$  ngoại trừ khoảng thời gian ngắn.

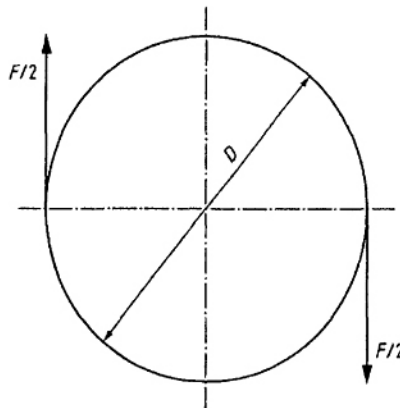
Nếu các điều kiện khác áp dụng các giá trị  $F$  và  $F_s$ , việc sử dụng phải tuân theo thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.

### M.3 Định kích thước của bộ phận hoạt động

Kích thước của phần tử vận hành (xem Hình M.1 và M.2) phải được tính toán để phù hợp với các điều kiện sau:

- a) tay quay:  $D$  phải bằng hoặc lớn hơn  $(2000 \times \tau)/F$  và  $(2000 \times \tau_s)/F_s$ ;
- b) đòn bẩy hoặc tay quay:  $l$  phải bằng hoặc lớn hơn  $(1000 \times \tau)/F$  và  $(1000 \times \tau_s)/F_s$ .

Mômen xoắn cực đại  $\tau_s$ , là mômen lớn hơn  $\tau$  và được tác dụng trong thời gian ngắn. Khi được khách hàng quy định, nhà sản xuất phải định lượng thời gian ngắn này theo phần trăm hành trình của van.



Hình M.1 – Tay quay

**Phụ lục M**

(Quy định)

**Phương pháp xác định kích thước bộ phận của van làm việc bằng tay****M.1 Quy định chung**

Các lực bằng tay mà một người có thể tác dụng lên bộ phận làm việc (tay quay hoặc cần gạt) về cơ bản không phụ thuộc vào loại van và phụ thuộc vào người làm việc van, vị trí của họ đối với bộ phận làm việc, v.v.

Phụ lục này dựa trên EN 12570 và quy định các lực bằng tay và phương pháp tính toán được sử dụng để xác định kích thước phần tử vận hành cho tất cả các loại van công nghiệp.

Phụ lục này áp dụng cho các phần tử vận hành bằng tay có kích thước từ 100 mm đến 1000 mm:

- a) được lắp trực tiếp trên van;
- b) lắp trên các hộp giảm tốc van;
- c) được sử dụng để làm việc bằng tay các van truyền động bằng công suất.

Phụ lục này không áp dụng cho:

- d) tay quay của bộ va đập;
- e) Các phím chữ T;
- f) bánh xích.

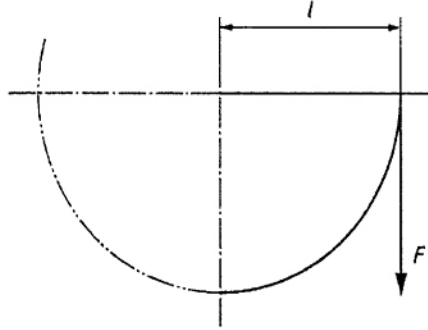
**M.2 Lực bằng tay**

Giá trị của lực bằng tay làm việc  $F$  và lực bằng tay lớn nhất  $F_s$ , được sử dụng để tính toán kích thước của phần tử vận hành được cho trong Bảng M.1.

**Bảng M.1 – Lực bằng tay**

	D hoặc l (mm)											
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	720	800	1000
$F(N)$	250	300	300	350	400	400	400	400	400	400	400	400
$F_s(N)$	500	600	009	700	800	800	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Đối với các giá trị trung gian của  $D$  và  $l$ , các giá trị áp dụng của  $F$  và  $F_s$  phải được tính bằng nội suy tuyến tính của các giá trị được lập Bảng này.



Hình M.2 – Cần gạt hoặc tay quay có cán quay

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 12142-4 (ISO 683-4), *Thép nhiệt luyện, thép hợp kim và thép dễ cắt — Phần 4: Thép dễ cắt*
- [2] ISO 898-1, *Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread*
- [3] ISO 898-2, *Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 2: Nuts with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread*
- [4] TCVN 10865-1 (ISO 3506-1), *Cơ tính của các chi tiết lắp xiết bằng thép không gỉ chịu ăn mòn - Phần 1: Bulông, vít và vít cấy*
- [5] TCVN 10865-2 (ISO 3506-2), *Cơ tính của các chi tiết lắp xiết bằng thép không gỉ chịu ăn mòn - Phần 2: đai ốc*
- [6] TCVN 5120 (ISO 4287), *Đặc tính hình học của sản phẩm (GPS) - Nhám bề mặt: Phương pháp Profin. Thuật ngữ, định nghĩa và các thông số nhám bề mặt*
- [7] TCVN 7472 (ISO 5817), *Hàn – 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*
- [8] TCVN 6104-2 (ISO 5149-2), *Hệ thống lạnh và bơm nhiệt – Yêu cầu về an toàn và môi trường – Phần 2: Thiết kế, xây dựng, thử nghiệm, ghi nhãn và lập tài liệu*
- [9] TCVN 6104-3 (ISO 5149-3), *Hệ thống lạnh và bơm nhiệt - Yêu cầu về an toàn và môi trường - Phần 3: Địa điểm lắp đặt*
- [10] TCVN 6104-4 (ISO 5149-4), *Hệ thống lạnh và bơm nhiệt - Yêu cầu về an toàn và môi trường - Phần 4: Vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa và phục hồi*
- [11] ISO 6708, *Pipework components — Definition and selection of DN (nominal size)*
- [12] ISO 7268:1983/Amd.1:1984, *Pipe components — Definition of nominal pressure*
- [13] TCVN 6700-2 (ISO 9606-2), *Kiểm tra chấp nhận thợ hàn - Hàn nóng chảy - Phần 2: Nhôm và hợp kim nhôm*
- [14] TCVN 11236 (ISO 10474), *Thép và sản phẩm thép - Tài liệu kiểm tra*
- [15] TCVN 11277 (ISO 14903), *Hệ thống lạnh và bơm nhiệt – Đánh giá độ kín của các bộ phận và mối nối*
- [16] TCVN 8985 (ISO 15607), *Đặc tính kỹ thuật và sự chấp nhận các quy trình hàn kim loại - Quy tắc chung*
- [17] IEC 60534-2-1, *Industrial-process control valves — Part 2-1: Industrial-process control valves — Part 2-1: Flow capacity — Sizing equations for fluid flow under installed conditions*

- [18] EN 573-3, *Aluminium and aluminium alloys — Chemical composition and form of wrought products — Part 3: Chemical composition*
- [19] EN 764-1, *Pressure equipment — Part 1: Vocabulary*
- [20] EN 764-4, *Pressure equipment — Part 4: Establishment of technical delivery conditions for metallic materials*
- [21] EN 764-5, *Pressure equipment — Part 5: Inspection documentation of metallic materials and compliance with the material specification*
- [22] EN 1173, *Copper and copper alloys — Material condition designation*
- [23] EN 1254-1, *Copper and copper alloys - Plumbing fittings — Part 1: Fittings with ends for capillary soldering or capillary brazing to copper tubes*
- [24] EN 1515-1, *Flanges and their joints — Bolting — Part 1: Selection of bolting*
- [25] EN 1563, *Founding — Spheroidal graphite cast irons*
- [26] EN 1652, *Copper and copper alloys — Plate, sheet, strip and circles for general purposes*
- [27] EN 1653, *Copper and copper alloys — Plate, sheet and circles for boilers, pressure vessels and hot water storage units*
- [28] EN 1706, *Aluminium and aluminium alloys — Castings — Chemical composition and mechanical properties*
- [29] TCVN 6700-1 (ISO 9606-1), *Kiểm tra chấp nhận thợ hàn – Hàn nóng chảy – Phần 1: Thép*
- [30] EN 10025-1, *Hot rolled products of non-alloy structural steels — Technical delivery conditions*
- [31] EN 10027-2, *Designation system for steels — Part 2: Numerical system*
- [32] EN 10028-2, *Flat products made of steels for pressure purposes — Part 2: Non-alloy and alloy steels with specified elevated temperature properties*
- [33] EN 10028-3, *Flat products made of steels for pressure purposes — Part 3: Weldable fine grain steels, normalized*
- [34] EN 10028-7, *Flat products made of steels for pressure purposes — Part 7: Stainless steels*
- [35] EN 10088-3, *Stainless steels — Part 3: Technical delivery conditions for semi-finished products, bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for general purposes*
- [36] EN 10130, *Cold rolled low carbon steel flat products for cold forming — Technical delivery conditions*
- [37] EN 10204, *Metallic products — Types of inspection documents*
- [38] EN 10207, *Steels for simple pressure vessels — Technical delivery requirements for plates, strips and bars*



## **TCVN 13856:2023**

- [39] EN 10213, *Steel castings for pressure purposes*
- [40] 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*
- [41] EN 10216-3, *Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 3: Alloy fine grain steel tubes*
- [42] 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*
- [43] EN 10216-5, *Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 5: Stainless steel tubes*
- [44] EN 10222-2, *Steel forgings for pressure purposes — Part 2: Ferritic and martensitic steels with specified elevated temperature properties*
- [45] EN 10222-3, *Steel forgings for pressure purposes — Part 3: Nickel steels with specified low temperature properties*
- [46] EN 10222-4, *Steel forgings for pressure purposes — Part 4: Weldable fine grain steels with high proof strength*
- [47] EN 10222-5, *Steel forgings for pressure purposes — Part 5: Martensitic, austenitic and austeniticferritic stainless steels*
- [48] EN 10269, *Steels and nickel alloys for fasteners with specified elevated and/or low temperature properties*
- [49] EN 10272, *Stainless steel bars for pressure purposes*
- [50] EN 10273, *Hot rolled weldable steel bars for pressure purposes with specified elevated temperature properties*
- [51] EN 12178, *Refrigerating systems and heat pumps. Liquid level indicating devices. Requirements, testing and marking*
- [52] EN 12392, *Aluminium and aluminium alloys — Wrought products and cast products — Special requirements for products intended for the production of pressure equipment*
- [53] EN 12420, *Copper and copper alloys — Forgings*
- [54] EN 12449, *Copper and copper alloys — Seamless, round tubes for general purposes*
- [55] EN 12570, *Industrial valves — Method for sizing the operating element*
- [56] EN 13445-2, *Unfired pressure vessels — Part 2: Materials*
- [57] EN 13480-2, *Metallic industrial piping — Part 2: Materials*
- [58] EN 14276-1, *Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps — Part 1: Vessels — General requirements*

- [59] ANSI/ASHRAE Standard 15-2019, *Safety Standard for Refrigeration Systems*
- [60] ASME BPVC-VIII-1, 2019, *Section VIII — Rules for Construction of Pressure Vessels Division 1*
- [61] ASME/ANSI B 1.20.1-2013, *Pipe Threads, General Purpose, Inch*
- [62] ASME/ANSI B 31.5-2016, *Refrigeration Piping and Heat Transfer Components*
- [63] ASME/ANSI B36.10 - 2018, *Welded and Seamless Wrought Steel Pipe*
- [64] ASME/ANSI B36.19 - 2004, *Stainless Steel Pipe*
- [65] DIRECTIVE, 2014/68/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 May 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of pressure equipment
- [66] *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)* Seventh revised edition, United Nations, 2017, available from: [https://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_rev07/07files\\_e.html](https://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev07/07files_e.html)
- [67] Aluminium-pocketbook edition, *Fundamentals and materials*, section 5.1.5, strength behaviour at deep temperatures, pages 164-169, Aluminium-Verlag Düsseldorf, Vol. 1, edition 1998
- [68] Information of Deutsches Kupferinstitut *Copper,2*) Vol. i.4
- [69] Information of Deutsches Kupferinstitut *Brass 3*), Vol. i.5
- [70] Information of Deutsches Kupferinstitut *Copper-zinc wrought alloy 4*), Vol. i.15
- [71] Information of Deutsches Kupferinstitut *Copper-zinc cast alloy 5*), Vol. i.25
- [72] Information of Deutsches Kupferinstitut *Copper-nickel alloys 6*), Vol. i.14
- [73] Information of Deutsches Kupferinstitut *Copper-aluminium alloys 7*), Vol. i.6
- [74] Information of Deutsches Kupferinstitut *Nickel-silver,8*) Vol. i.13
- [75] Information of Deutsches Kupferinstitut *Low-alloy-copper materials 9*), Vol. i.8
- [76] Information of Deutsches Kupferinstitut *Copper materials in the car industry,10*) Vol. i.9
- [77] Reed P. P., Mikesell R. P Low Temperature (295 to 4 K) Mechanical Properties of Selected Copper alloys, *Journal of Materials* (1967) 6, Vol. 2, No 2
- [78] Reed P.R., Mikesell R.P Low Temperature Mechanical Properties of Copper and Selected Copper alloys, NSB Monograph 101
- [79] Sandström R. Minimum usage temperatures for ferritic steels, *Scand. Metallurgy* 16 (1987)
- [80] Simon N. J., Drexler E. S., Reed R. P Properties of Copper and Selected Copper Alloys at Cryogenic Temperatures, NIST Monograph 177