

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 11277:2023**

**ISO 14903:2017**

Xuất bản lần 2

**HỆ THỐNG LẠNH VÀ BƠM NHIỆT –  
ĐÁNH GIÁ ĐỘ KÍN CỦA CÁC BỘ PHẬN VÀ MỐI NỐI**

*Refrigerating systems and heat pumps –  
Qualification of tightness of components and joints*

**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 Ký hiệu .....	10
5 Yêu cầu thử nghiệm .....	10
6 Yêu cầu cho các hệ thống hàn kín .....	14
7 Quy trình thử .....	14
8 Báo cáo thử .....	33
9 Thông tin cho người sử dụng .....	33
Phụ lục A (Tham khảo) Các mức kiểm soát độ kín tương đương .....	34
Phụ lục B (Quy định) Bố trí thử nghiệm .....	40
Thư mục tài liệu tham khảo .....	42

## Lời nói đầu

TCVN 11277:2023 thay thế cho TCVN 11277:2015.

TCVN 11277:2023 hoàn toàn tương đương với ISO 14903:2017.

TCVN 11277:2023 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 – Đánh giá độ kín của các bộ phận và mối nối

*Refrigerating systems and heat pumps – Qualification of tightness of components and joints*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này cung cấp quy trình đánh giá chất lượng để phê duyệt kiểu về độ kín của các bộ phận, mối nối và bộ phận kín và hàn kín được sử dụng trong các hệ thống lạnh và bơm nhiệt như được mô tả trong các phần liên quan của bộ TCVN 6104 (ISO 5149). Các bộ phận kín và hàn kín, các mối nối và các bộ phận có liên quan, đặc biệt là các khớp nối, đĩa nổ, mặt bích hoặc các bộ phận lắp ráp. Độ kín của đường ống mềm làm từ vật liệu phi kim loại được xử lý theo TCVN 11276 (ISO 13971). Đường ống mềm bằng kim loại được đề cập trong tiêu chuẩn này.

Các yêu cầu của tiêu chuẩn này áp dụng cho các mối nối có cỡ kích thước lớn nhất DN 50 và các bộ phận có dung tích lớn nhất 5 L và khối lượng lớn nhất 50 kg.

Tiêu chuẩn này mô tả đặc tính độ kín của mối nối và các ứng suất phát sinh trong vận hành, theo sau quy trình lắp do nhà sản xuất quy định và quy định danh mục thông tin tối thiểu cần thiết mà nhà cung cấp bộ phận phải cung cấp cho người chịu trách nhiệm thực hiện quy trình này.

Tiêu chuẩn này quy định mức độ kín của bộ phận và cụm lắp ráp của nó như đã được quy định bởi nhà sản xuất.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các bộ phận kín hoặc hàn kín, các mối nối và các chi tiết được sử dụng trong các thiết bị lạnh, bao gồm cả các bộ phận, chi tiết có các vòng bit, bất kể vật liệu và kết cấu thiết kế của chúng là gì.

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu bổ sung cho các mối nối cơ khí có thể được công nhận là các mối nối bit kín.

### 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 11277:2023

TCVN 2752 (ISO 1817), *Cao su lưu hoá hoặc nhiệt dẻo - Xác định sự tác động của chất lỏng*;

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*;

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*;

TCVN 7699-2-64 (IEC 60068-2-64), *Thử nghiệm môi trường - Phần 2-64: Các thử nghiệm - Thử nghiệm Fh: Rung, ngẫu nhiên dải tần rộng (điều khiển số) và hướng dẫn*;

TCVN 9847 (ISO 175), *Chất dẻo - Xác định ảnh hưởng khi ngâm trong hóa chất lỏng*;

TCVN 11276 (ISO 13971), *Hệ thống lạnh và bơm nhiệt - Chi tiết ống mềm, bộ chống rung, mối nối giãn nở và ống phi kim loại - Yêu cầu và phân loại*;

EN 1593, *Non-destructive testing – Leak testing – Bubble emission techniques (Thử không phá hủy – Thử rò rỉ - Kỹ thuật phát ra bong bóng)*;

EN 13185:2001, *Non-destructive testing – Leak testing – Tracer gas method (Thử không phá hủy – Thử rò rỉ - Phương pháp khí đánh dấu)*.

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa được cho trong TCVN 6104-1 (ISO 5149-1) và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

#### 3.1

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

$Q_m$

Giá trị của lưu lượng khối lượng rò rỉ ở bất kỳ điểm nào của bộ phận, chi tiết.

CHÚ THÍCH: Lưu lượng khối lượng này được biểu thị bằng gam (g) trên năm.

#### 3.2

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

$Q$

Giá trị của lưu lượng thể tích rò rỉ ở bất kỳ điểm nào của bộ phận, chi tiết.

CHÚ THÍCH: Lưu lượng này được biểu thị bằng pascal nhân mét khối trên giây ( $\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ ).

#### 3.3

**Hệ thống hàn kín** (hermetically sealed system)

Hệ thống trong đó tất cả các bộ phận, chi tiết chứa môi chất lạnh được chế tạo đảm bảo độ kín bằng hàn, hàn vảy cứng, hoặc mối ghép không tháo được tương tự có thể bao gồm các van có nắp và các

cửa dịch vụ có nắp cho phép sửa chữa hoặc thay thế và có mức kiểm tra thử độ kín nhỏ hơn 3 g trong một năm ở áp suất tối thiểu là bằng một phần tư áp suất lớn nhất cho phép.

CHÚ THÍCH: Các hệ thống kín như đã định nghĩa trong TCVN 6104-1 (ISO 5149-1) là tương tự như các hệ thống hàn kín.

### 3.4

#### **Họ sản phẩm** (product family)

Nhóm các sản phẩm có cùng một chức năng, cùng một công nghệ chế tạo và cùng một vật liệu cho mỗi bộ phận chức năng và các vật liệu bit kín.

### 3.5

#### **Mối nối kín** (closed joints)

Mối nối nhưng khác với mối nối hàn kín. Ở đây không có chuyển động giữa các bề mặt được làm kín nhưng có thể tháo ra để sửa chữa, bảo dưỡng.

VÍ DỤ: Mối nối (mặt) bích.

### 3.6

#### **Bộ phận kín** (closed component)

Bộ phận, hoặc chi tiết nối khác với mối nối hàn kín. Ở đây không có chuyển động giữa các bề mặt được làm kín nhưng có thể tháo ra để sửa chữa, bảo dưỡng.

VÍ DỤ: Van chặn, các cửa dịch vụ, van an toàn.

### 3.7 Mối nối hàn kín

 (hermetically- sealed joint)

Mối nối được thực hiện bằng hàn điện, hàn đồng hoặc kiểu hàn vĩnh cửu tương tự.

### 3.8 Bộ phận hàn kín

 (hermetically- sealed component)

Bộ phận được thực hiện bằng hàn điện, hàn đồng hoặc kiểu hàn vĩnh cửu tương tự.

### 3.9

#### **Mối nối vĩnh cửu** (permanent joints)

Mối nối không thể tháo ra được nếu không dùng các phương pháp phá hủy.

[Nguồn: Pressure Equipment Directive 2014/68/EU, modified]

### 3.10

#### **Mối nối tái sử dụng** (reusable joint)

Mối nối được thực hiện mà không thay thế vật liệu bit kín theo quy trình chung.

CHÚ THÍCH: Trong một số trường hợp, ống được sử dụng như vật liệu bit kín (ví dụ, mối nối ống loe).

## 3.11

**Vật liệu cơ bản giống nhau (same base material)**

Vật liệu thuộc cùng một nhóm.

Ví DỤ: Nhóm thép, nhóm nhôm, nhóm hợp kim nhôm hoặc nhóm đồng.

CHÚ THÍCH: Các phân nhóm (nhóm con) của các nhóm vật liệu này được xem là các vật liệu cơ bản giống nhau (xem EN 14276-2).

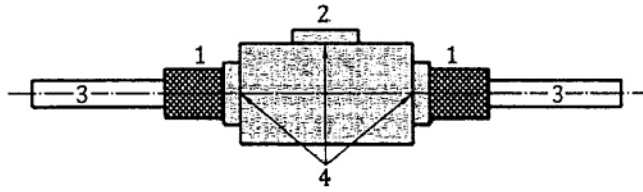
**4 Ký hiệu**

Ký hiệu	Mô tả	Đơn vị
$D_K$	Sai lệch theo tỷ lệ phần trăm của momen xoắn nhỏ nhất và lớn nhất so với giá trị trung bình của momen xoắn nhỏ nhất và lớn nhất $(K_{max} - K_{min}) / (K_{min} + K_{max})$	-
$f$	Tần số rung	Hz
$K_{ave}$	Các momen xoắn trung bình của tiêu chuẩn mỗi nối tương ứng	Nm
$K_{max}$	Các momen xoắn lớn nhất yêu cầu của tiêu chuẩn mỗi nối tương ứng, nếu được quy định. Nếu không, các giá trị lớn nhất của momen xoắn do nhà sản xuất cung cấp	Nm
$K_{min}$	Các momen xoắn nhỏ nhất yêu cầu của tiêu chuẩn mỗi nối tương ứng, nếu được quy định. Nếu không, các giá trị lớn nhất của momen xoắn do nhà sản xuất cung cấp	Nm
$L$	Chiều dài của ống	mm
$n$	Số chu kỳ nhiệt độ và áp suất (phương pháp 1)	-
$n_1$	Số chu kỳ nhiệt độ và áp suất (phương pháp 2)	-
$n_2$	Số chu kỳ áp suất	-
$n_3$	Số chu kỳ rung	-
$n_{total}$	Tổng số chu kỳ nhiệt độ và áp suất	-
$N$	Số mẫu thử	-
$P$	Áp suất thử độ kín	bar
$P_{max}$	Áp suất lớn nhất của chu kỳ	bar
$P_{min}$	Áp suất nhỏ nhất của chu kỳ	bar
$PS$	Áp suất lớn nhất cho phép	bar
$P_{set}$	Áp suất đặt danh nghĩa của thiết bị	bar
$Q$	Lưu lượng thể tích rò rỉ	mbarl/s
$Q_m$	Lưu lượng khối lượng rò rỉ	g/a (g/năm)
$s$	Độ dịch chuyển rung (giá trị đỉnh tới đỉnh)	mm
$t_{max}$	Nhiệt độ lớn nhất của chu kỳ	°C
$t_{min}$	Nhiệt độ nhỏ nhất của chu kỳ	°C

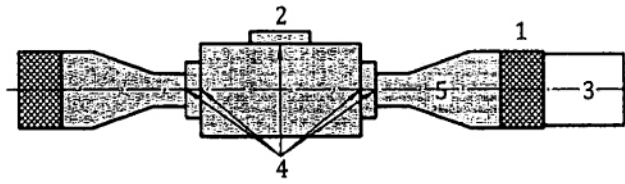
**5 Yêu cầu thử nghiệm**

Các phép thử yêu cầu được áp dụng cho thân của bộ phận, cơ cấu và cho mỗi nối được sử dụng trong các hệ thống lạnh và bơm nhiệt được cho trong các Bảng 1 và 2.

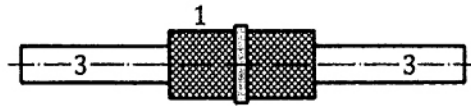
Hình 1 minh họa nguyên tắc của một bộ phận và một mối nối và các yêu cầu tương ứng phải tuân theo Bảng 1 hoặc Bảng 2.



a) Theo Bảng 1



b) Theo Bảng 1



c) Theo Bảng 2

**CHÚ DẪN:**

- 1 Mối nối
- 2 Thân bộ phận
- 3 Ống
- 4 Mối nối thân bộ phận
- 5 Ống kéo dài

**Hình 1 - Nguyên tắc: thân bộ phận - mối nối**

Phải thử nghiệm tất cả các kiểu bộ phận và các kiểu mối nối.

Khi một bộ phận được đấu nối với các kiểu mối nối khác nhau, một trong các mối nối này phải được thử với bộ phận theo Bảng 1. Các kiểu mối nối khác phải được thử độc lập theo Bảng 2.



Bảng 1 - Yêu cầu đối với thân bộ phận

Mô tả các bộ phận (bao gồm cả các van)	Các phép thử được thực hiện							
	Thử độ kín	Thử PTV (áp suất- nhiệt độ- rung)	Mô phỏng sự vận hành	Thử đông lạnh	Tính tương thích hóa học với vật liệu	Thử chân không	Thử bổ sung cho các mối nối bít kín	
							Thử áp suất	Thử mới
<b>Điều</b>	7.4	7.6	7.7	7.8	7.11	7.10	7.9	7.12
Thân các bộ phận chỉ có các mối nối vĩnh cửu: hàn đồng, hàn bạc vảy cứng và hàn điện Các vật liệu cơ bản giống nhau	Có	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không
Các bộ phận có các mối nối thân vĩnh cửu: hàn đồng hàn vảy cứng và hàn điện Các vật liệu cơ bản khác nhau	Có	Có <sup>a</sup>	Không	Không	Không	Không	Không	Không
Thân bộ phận có các mối nối thân khác vĩnh cửu, (ví dụ: dán bằng keo, lắp ép cố định, mối nối giãn nở)	Có	Có	Không	Có nếu nhiệt độ vận hành dưới 0 °C	Có nếu các chi tiết phi kim loại	Có	Có	Có
Thân bộ phận có các mối nối thân không vĩnh cửu	Có	Có	Có nếu có các vòng bít kín cho trục, ti van hoặc các chi tiết tháo được hoặc thay thế được	Có nếu nhiệt độ vận hành dưới 0 °C	Có nếu các chi tiết phi kim loại	Có	Không áp dụng được	Không áp dụng được
Các van có nắp và các cửa dịch vụ có nắp dùng cho các hệ thống hàn kín	Có	Có	Có	Có nếu nhiệt độ vận hành dưới 0 °C	Có nếu các chi tiết phi kim loại	Có	Có	Có
Các van an toàn	Có	Có	Không	Không	Có nếu các chi tiết phi kim loại	Không áp dụng được	Không áp dụng được	Không áp dụng được
Đường ống mềm	Thử theo TCVN 11276 (ISO 13971)							
Ngoại lệ, các máy nén tuân theo các yêu cầu của EN 12693 hoặc TCVN 5699-2-34 (IEC 60335-2-34) chỉ cần được thử như sau: - Các mối nối liên kết các phần khác của các hệ thống lạnh; - Thử tính tương thích hóa học cho tất cả các đệm kín (kính kiểm tra, v.v...).								
<sup>a</sup> Không yêu cầu các phép thử áp suất, nhiệt độ, rung (PTV) nếu đã thực hiện các phép thử phá hủy và không phá hủy trong EN 13134.								
<b>CHÚ THÍCH:</b> Sự đánh giá thêm về tính tương thích hóa học được thực hiện theo tiêu chuẩn khác là tương đương.								

Bảng 2 - Yêu cầu cho nối các bộ phận

Mô tả các mối nối và các chi tiết	Các yêu cầu							
	Thờ độ kín	Thờ PTV (áp suất-nhiệt độ-rung)	Mô phỏng sự vận hành	Thờ đông lạnh	Tính tương thích hóa học với vật liệu	Thờ chân không	Thờ bổ sung cho các mối nối bít kín	
							Thờ áp suất	Thờ môi
<b>Điều</b>	7.4	7.6	7.7	7.8	7.11	7.10	7.9	7.12
Các mối nối vĩnh cửu của đường ống: hàn vẩy cứng và hàn điện Các vật liệu cơ bản giống nhau	Có	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không
Các mối nối vĩnh cửu của đường ống: hàn vẩy cứng và hàn điện Các vật liệu cơ bản khác nhau	Có	Có	Không	Không	Không	Không	Không	Không
Các mối nối vĩnh cửu khác của đường ống, ví dụ, dán bằng keo, lắp ép cố định,					Có	Có	Có	Có
mối nối giãn nở	Có	Có	Không	Có				
Các mối nối không vĩnh cửu của đường ống	Có	Có	Có	Có	Có, nếu vật liệu bít kín	Có	Không áp dụng được	Không áp dụng được
Các vòng bít và sự bít kín	Không	Không	Không	Không	Có	Không	Không áp dụng được	Không áp dụng được

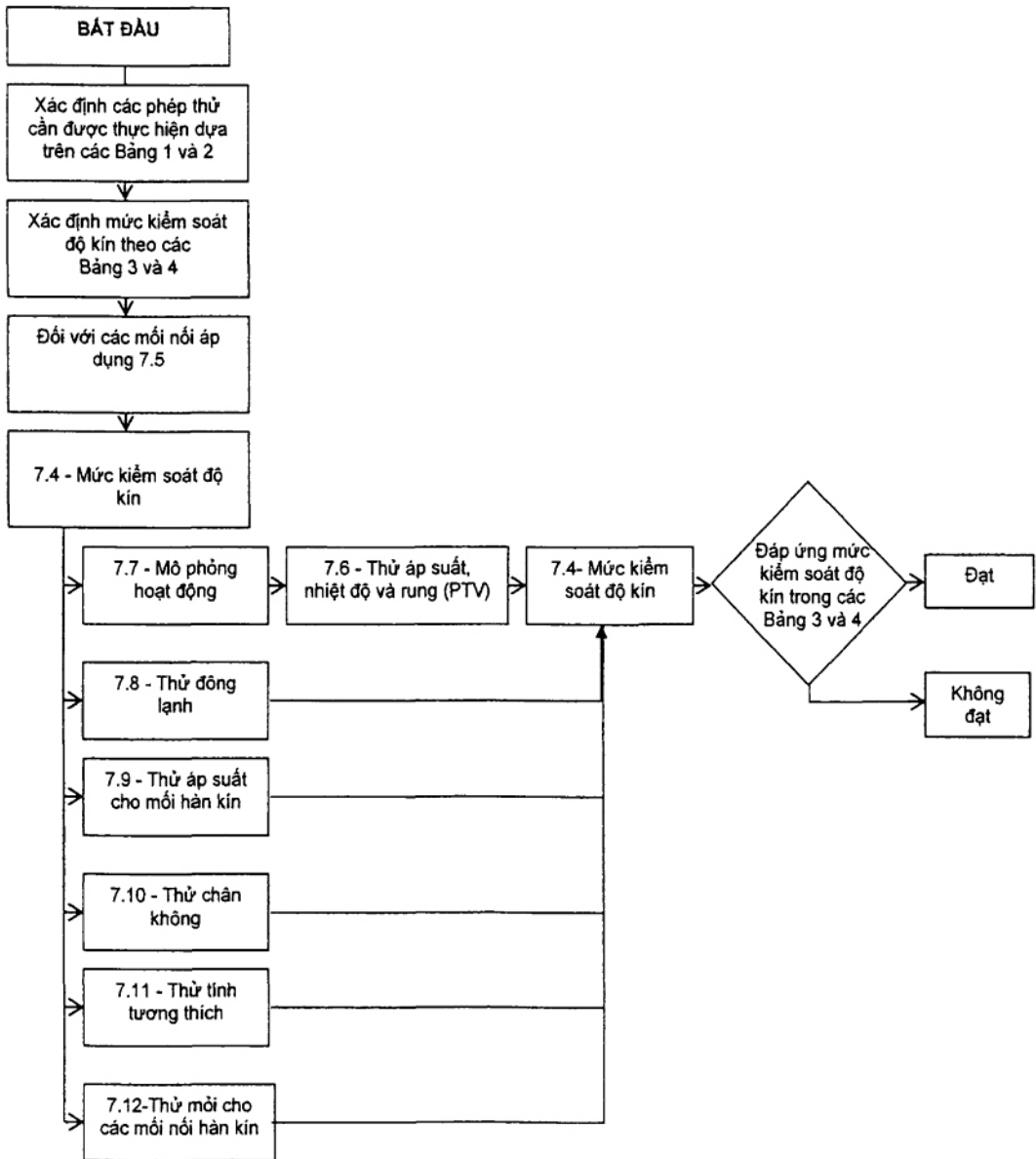
## 6 Yêu cầu cho các hệ thống hàn kín

Các hệ thống hàn kín phải được thiết kế có các bộ phận có mức kiểm soát độ kín được đánh giá là A1 hoặc A2 theo Bảng 3 hoặc Bảng 4. Các bộ phận và mối nối này phải được thử theo các phép thử có liên quan như đã quy định trong các Bảng 1 và 2.

## 7 Quy trình thử

### 7.1 Quy định chung

Các đặc tính của phép thử được áp dụng cho các bộ phận, các mối nối và các chi tiết phải vượt qua phép thử đánh giá để chấp nhận kiểu độ kín. Quy trình thử được thể hiện trên Hình 2.



Hình 2 - Quy trình thử

## 7.2 Lấy mẫu

Các mẫu thử ngẫu nhiên lớn nhất, nhỏ nhất và bất kỳ ở giữa nhóm sản phẩm phải được đưa vào thử như đã yêu cầu trong Bảng 1 hoặc Bảng 2. Các mẫu thử được sử dụng cho thử áp suất, nhiệt độ, rung (7.6) và thử mô phỏng sự vận hành (7.7) phải như nhau. Đối với từng các phép thử khác (7.8, 7.9, 7.10, 7.11, 7.12) có thể sử dụng các mẫu thử khác nhau.

## 7.3 Nhiệt độ thử

Nhiệt độ (môi trường và khí) cho thử nghiệm phải ở giữa 15 °C và 35 °C trừ khi có quy định khác trong các điều kiện thử.

## 7.4 Thử độ kín

### 7.4.1 Quy định chung

Phải thử độ kín của các bộ phận và các mối nối.

Đối với các cơ cấu giảm áp:  $P = 0,9 \times P_{\text{set}} (-2) \%$ ;

Đối với tất cả các bộ phận và mối nối khác, áp suất thử được định nghĩa là:

$$P = PS (2) \% (PS = \text{áp suất lớn nhất cho phép});$$

$$Q \leq \text{các yêu cầu cho mức kiểm soát độ kín thực tế A1 - A2 (các bộ phận hàn kín) hoặc B1 - B2 cho tất cả các bộ phận khác.}$$

Các mức kiểm soát độ kín lớn nhất yêu cầu được quy định cho heli ở 10 bar và + 20 °C là mức chuẩn.

Các mức kiểm soát độ kín thực tế có thể được tính toán (ví dụ, các chất lỏng thử hoặc các áp suất thử khác) bằng cách sử dụng các công thức tính toán đã công bố (xem Phụ lục A).

Mức kiểm soát độ kín lớn nhất phụ thuộc vào cỡ kích thước của bộ phận hoặc mối nối được thử. Các mức kiểm soát độ kín được quy định phù hợp với các mối nối sử dụng trong Bảng 3. Đó là các mức cho mỗi mối nối riêng.

**Bảng 3 - Mức kiểm soát độ kín theo đường kính danh nghĩa của các mối nối**

Mối nối	Đường kính danh nghĩa (DN)	Mức kiểm soát độ kín
Các mối nối hàn kín	≤ 50	A1
Các mối nối kín	≤ 50	B1

Các mức kiểm soát độ kín được quy định phù hợp với các bộ phận được sử dụng trong Bảng 4. Các mức này là các mức cho mỗi bộ phận riêng.

**Bảng 4 - Mức kiểm soát độ kín theo dung tích của các bộ phận**

Bộ phận	Dung tích của bộ phận /	Mức kiểm soát độ kín
Bộ phận hàn kín	0 tới 1,0	A1
	> 1,0	A2
Bộ phận kín	0 tới 2,0	B1
	> 2,0 tới 5,0	B2

Nhà sản xuất có thể lựa chọn một mức kiểm soát độ kín nghiêm ngặt hơn, nếu thích hợp.

**Bảng 5 - Sự tương đương của dòng khí thử theo các mức kiểm soát độ kín**

Kiểu bộ phận	Mức kiểm soát độ kín ở +20 °C, 10 bar	Độ rò rỉ heli chuẩn $Q_{he-ref}$ Pa·m <sup>3</sup> /s	Độ rò rỉ không khí tương đương $Q_{air-ref}$ Pa·m <sup>3</sup> /s	Độ rò rỉ iso-butan tương đương $mR-600a$ g/a
Hàn kín	A1	$\leq 7,5 \times 10^{-7}$	$\leq 8 \times 10^{-7}$	$\leq 1,5$
	A2	$\leq 1 \times 10^{-6}$	$\leq 11 \times 10^{-7}$	$\leq 2,0$
Kín	B1	$\leq 1 \times 10^{-6}$	$\leq 11 \times 10^{-7}$	$\leq 2,0$
	B2	$\leq 2 \times 10^{-6}$	$\leq 2,1 \times 10^{-6}$	$\leq 4,0$

CHÚ THÍCH: Độ rò rỉ iso-butan tương đương được tính toán như khí. Iso-butan ở + 20 °C và 10 bar là pha lỏng. Xem R600a trong Bảng A1.

**7.4.2 Kiểm soát mức độ kín**

**7.4.2.1 Phương pháp thử**

CHÚ THÍCH: EN 1779 đưa ra hướng dẫn về tiêu chí để lựa chọn phương pháp và kỹ thuật.

Mức kiểm soát độ kín của các mối nối và bộ phận được thể hiện trong Bảng 3 và Bảng 4 phải được đo bằng kỹ thuật buồng chân không, nghĩa là tổng của tất cả các rò rỉ.

Tốt hơn nên sử dụng phương pháp khí đánh dấu như định nghĩa trong EN 13185:2001, Điều 10.

Bộ phận cần thử được bơm áp lực bằng khí đánh dấu và được đặt trong buồng chân không, trong đó tổng rò rỉ của tất cả các bộ phận được đo.

Phải thực hiện quy trình sau để đo mức kiểm soát độ kín:

- Đấu nối buồng chân không với đầu cảm biến rò rỉ;
- Đấu nối bộ phận với bộ tăng áp bằng khí đánh dấu (trong buồng chân không); (xem Hình 3);
- Đóng kín hộp chân không và khởi động đầu cảm biến rò rỉ (và nếu cần thiết, có thể bổ sung một bơm

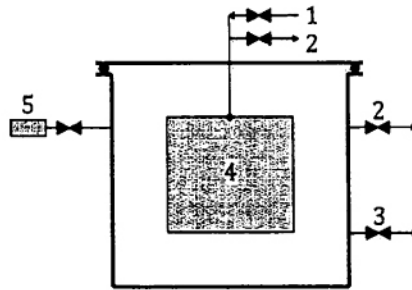
chân không);

- Hiệu chuẩn và điều chỉnh đầu cảm biến rò rỉ phù hợp với EN 13185:2001, 9.1.1;
- Đo tín hiệu nền trong hộp chân không và bộ phận không có áp suất heli;
- Điều chỉnh áp suất thử trong bộ phận;
- Đo tín hiệu rò rỉ của bộ phận;

CHÚ THÍCH: Tín hiệu này là tổng lưu lượng của khí đánh dấu từ bộ phận được đo bằng đầu cảm biến rò rỉ.

- Tính toán tổng mức rò rỉ theo công thức cho trong EN 13185:2001, 9.2.6;

Nếu các mối nối và/hoặc các bộ phận được thử cùng nhau, thì mức tổng phải đáp ứng mức kiểm soát độ kín nghiêm ngặt nhất của mối nối hoặc bộ phận riêng biệt.



CHÚ DẪN:

- 1 Khí đánh dấu (P)
- 2 Chân không
- 3 Đầu cảm biến rò rỉ trực phổ khối
- 4 Mẫu thử
- 5 Độ rò rỉ đã hiệu chuẩn

**Hình 3 - Nguyên lý kiểm soát độ kín - Khí đánh dấu**

#### 7.4.2.2 Các phương pháp thử khác

Có thể áp dụng hai phương pháp thử khác.

- Phương pháp 1:

Kiểm tra bằng kỹ thuật nén, bằng cách tích tụ áp suất, theo EN 13185:2001, 10.4.1, có thể là một phương pháp đo tốc độ rò rỉ của bộ phận.

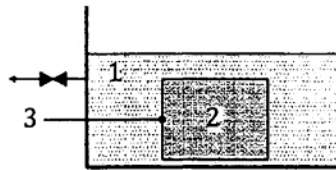
- Phương pháp 2:

Phương pháp thử bọt khí giới thiệu trên Hình 4 có thể chấp nhận được chỉ đối với mức kiểm soát độ kín B, với điều kiện là phương pháp có khả năng đo tốc độ rò rỉ thực tế. Phương pháp thử bọt khí này được thực hiện theo EN 1593. Độ chính xác của phương pháp lựa chọn phải được kiểm tra và tuân theo các

## TCVN 11277:2023

yêu cầu về mức kiểm soát độ kín thực tế. Nếu sử dụng phương pháp này, phải áp dụng các yêu cầu sau:

- 1) Mẫu thử phải chịu được áp suất không khí bên trong = PS (áp suất lớn nhất cho phép); không cho phép giảm áp suất;
- 2) Mẫu thử phải được nhúng chìm hoàn toàn trong nước;
- 3) Mẫu thử phải được phơi ra ngoài áp suất khí quyển;
- 4) Phép thử phải được thực hiện ở nhiệt độ môi trường xung quanh bình thường;
- 5) Khoảng thời gian giữa các bọt khí rời khỏi đối tượng thử phải lớn hơn 60 s.



CHÚ DẪN:

- 1 Nước
- 2 Mẫu thử
- 3 Áp suất không khí (PS)

Hình 4 - Nguyên lý kiểm soát độ kín - Phương pháp bọt khí

### 7.5 Yêu cầu cho các mối nối

#### 7.5.1 Mẫu thử

Tất cả các mối nối cần thử phải được thử ở dạng sản phẩm cuối cùng mà khách hàng nhận được.

Tất cả các mối nối phải được thử như đã chỉ dẫn trong Bảng 2.

#### 7.5.2 Momen xoắn

Tất cả các mối nối phải được thử ở cả momen xoắn nhỏ nhất  $K_{min}$  và momen xoắn lớn nhất  $K_{max}$  đã quy định trong Bảng 6.

Bảng 6 - Momen xoắn cho thử,  $K_{min}$  và  $K_{max}$

Sai lệch của momen xoắn	$K_{min}$	$K_{max}$
Nếu $D_K \geq 20\%$	$K_{min}$	$K_{max}$
Nếu $D_K < 20\%$	$0,8 \times K_{ave}$	$1,2 \times K_{ave}$

#### 7.5.3 Mối nối tái sử dụng

Nếu các mối nối cần thử là các mối nối tái sử dụng, phải thực hiện các bước sau trước khi thử:

- a) Lắp các mối nối vào các ống được đầu nối và siết chặt các mối nối tới momen xoắn lớn nhất,  $K_{max}$ , được quy định trong Bảng 6,
- b) Tháo lỏng các mối nối và tháo các ống ra hoàn toàn,
- c) Lắp lại các bước a) và b) trên bốn lần.

#### 7.5.4 Yêu cầu cho các mối nối hàn kín

Mối nối không thể mở ra nếu không sử dụng các dụng cụ chuyên dùng.

CHÚ THÍCH: Các dụng cụ chuyên dùng là các dụng cụ khác với chìa vặn vít, chìa vặn, dụng cụ kẹp đơn giản v.v...

Không tái sử dụng được mối nối nếu không thay thế vật liệu bit kín trong sử dụng bình thường. Trong trường hợp vật liệu bit kín là ống và ống bị biến dạng trong quá trình bit kín thì phần bị biến dạng của ống không được sử dụng lại cho mục đích bit kín.

### 7.6 Thử áp suất, nhiệt độ, rung (PTV)

#### 7.6.1 Quy định chung

Đối với các phép thử áp suất, nhiệt độ, rung, phương pháp 1 hoặc phương pháp 2, phải áp dụng như đã mô tả sau đây.

Các bộ phận hoặc mối nối phải tuân theo một trong hai phương pháp được mô tả trong 7.6.4 và 7.6.5 cho thử nghiệm chu kỳ kết hợp để xác định mức kiểm soát độ kín.

#### 7.6.2 Mẫu thử

Đối với phép thử kết hợp theo chu kỳ, số lượng các mẫu thử được xác định dựa trên mức kiểm soát độ kín theo Bảng 7.

**Bảng 7 - Các thông số thử**

Mức kiểm soát độ kín	Số lượng mẫu thử
A1, B1	3
A2, B2	2

#### 7.6.3 Phương pháp thử

##### 7.6.3.1 Thiết bị

Thiết bị thử phải gồm có:

- a) Một buồng quy định cho các phép thử môi trường, có khả năng duy trì các nhiệt độ thay đổi thường xuyên giữa  $t_{min}$  và  $t_{max}$ ;
- b) Một thiết bị tạo áp lực được nối với các mối nối có khả năng tạo ra các áp suất thay đổi giữa  $P_{min}$  và  $P_{max}$ ;



## TCVN 11277:2023

- c) Một bộ tạo rung với tần số và biên độ quy định;
- d) Một hệ thống điều chỉnh áp suất có khả năng điều chỉnh áp suất với độ chính xác  $\pm 5\%$ ;
- e) Một hệ thống điều chỉnh nhiệt độ có khả năng điều chỉnh nhiệt độ bên trong buồng thử với độ chính xác  $\pm 5\text{ K}$ ;
- f) Một cặp nhiệt điện có khả năng giám sát nhiệt độ ( $t_{\max}$ ,  $t_{\min}$ ) của bộ phận hoặc mối nối được thử.  
Cảm biến nhiệt độ phải được gắn vào bề mặt của mẫu trên chi tiết có trọng lượng tập trung lớn nhất của bộ phận chịu áp suất để bảo đảm cho mẫu thử đạt tới các giá trị nhiệt độ quy định. Khi chi tiết chịu áp lực được chế tạo bằng các vật liệu kim loại và phi kim loại, bộ cảm biến phải được gắn cố định trên vật liệu phi kim loại.  
Cảm biến cũng có thể được cố định vào mẫu thử bằng hàn chảy hoặc dán bằng keo, lựa chọn phương pháp thích hợp hơn tùy thuộc vào vật liệu của mẫu thử.  
Có thể áp dụng phương pháp khác có cùng một đặc tính như cặp nhiệt điện;
- g) Một bộ đếm chu kỳ nhiệt độ và áp suất;
- h) Thiết bị thử dùng để thực hiện phép thử độ kín chiếu theo 7.4.

### 7.6.3.2 Gá đặt cho thử nghiệm

Các mẫu thử phải được lắp đặt như đã chỉ dẫn trong Phụ lục B phù hợp với số lượng các mối nối được thử và kích thước của buồng khí hậu trong đó thực hiện các phép thử.

Đoạn ống phải có đường kính và dung sai kích thước theo như quy định của nhà sản xuất mối nối.

Việc lắp ráp các mối nối trên ống phải được thực hiện theo hướng dẫn lắp ráp của nhà sản xuất.

Đối với các phép thử áp suất, một đầu nút của ống phải được đấu nối vào thiết bị tạo áp lực, đầu nút kia phải được bịt kín.

### 7.6.4 Phương pháp 1: Thử chu kỳ nhiệt độ áp suất kết hợp với thử rung tích hợp

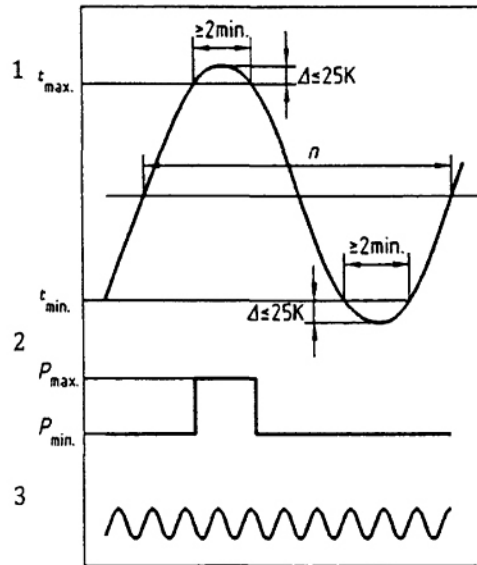
#### 7.6.4.1 Quy định chung

Các mẫu thử (các mối nối được lắp trên một ống) phải được thử với số lượng  $n$  chu kỳ nhiệt độ và áp suất xác định giữa các giá trị ( $t_{\max}$ ,  $P_{\max}$ ) và các giá trị ( $t_{\min}$ ,  $P_{\min}$ ).

Các đặc tính thử nghiệm phải được áp dụng cho các bộ phận theo Bảng 9.

Chu kỳ nhiệt độ áp suất điển hình được cho trên Hình 5.

## Nguyên lý: Thử PTV - Phương pháp 1



## CHÚ DẪN:

- 1 Nhiệt độ
- 2 Áp suất
- 3 Rung

Hình 5 - Thử chu kỳ nhiệt độ áp suất

Bảng 8 - Các thông số thử

Thông số	Giá trị
$n$	160
$n_{total}$	$5 \times n$
$t_{min}$	Nhiệt độ nhỏ nhất do nhà sản xuất quy định hoặc $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ nếu không được quy định
$t_{max}$	Nhiệt độ lớn nhất do nhà sản xuất quy định $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hoặc $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ nếu không được quy định
$P_{min}$	Áp suất khí quyển
$P_{max}$	Đối với các van an toàn: $P_{max} = 0,9 \times P_{set}$
	Đối với các bộ phận khác: $1,0 \times PS^a$
$f$	200 Hz
$s$	0,012 mm
$L$	200 mm

<sup>a</sup> Được đề nghị là  $1,0 \times PS$  vì vấn đề an toàn cho các phép thử trên các bộ phận lớn

Lưu chất thử không phải là một chất lỏng.

## 7.6.4.2 Quy trình

## 7.6.4.2.1 Lắp các mẫu thử trên đồ gá thử phù hợp với hướng dẫn của nhà sản xuất.

## TCVN 11277:2023

7.6.4.2.2 Cố định các thông số thử ( $n$ ,  $t_{max}$ ,  $t_{min}$ ,  $P_{max}$ ,  $P_{min}$ ,  $f$ ,  $s$ ) phù hợp với Bảng 8.

7.6.4.2.3 Đưa các mẫu thử vào thử với áp suất thử theo Bảng 8.

7.6.4.2.4 Kiểm tra độ kín của các mối nối bằng cách hít khí gas để phát hiện các chỗ rò rỉ trước khi thử.

7.6.4.2.5 Siết chặt lại các mối nối có rò rỉ theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

7.6.4.2.6 Đặt các mẫu thử trong buồng khí hậu và tiến hành thử  $n$  chu kỳ nhiệt độ và áp suất phù hợp với Hình 5 và Bảng 8. Đồng thời đưa cụm bộ phận lắp ráp đi thử độ rung với tần số rung  $f$  và độ dịch chuyển rung  $s$ .

7.6.4.2.7 Trước khi thử  $n$  chu kỳ nhiệt độ, áp suất và thử rung, các mối nối có thể được thử chu kỳ vận hành nếu cần thiết theo Bảng 1 hoặc Bảng 2, như đã mô tả trong 7.7.

7.6.4.2.8 Lặp lại quy trình trong 7.6.4.2.6 và 7.6.4.2.7 với tổng số 5 lần.

7.6.4.2.9 Các mối nối cần được thử độ kín như đã quy định trong 7.4. Các chuẩn đạt yêu cầu/không đạt yêu cầu phải là các mức điều chỉnh độ kín theo khí thử được cho trong Bảng 5.

### 7.6.5 Phương pháp 2: Thử chu kỳ nhiệt độ áp suất kết hợp còn thử rung riêng biệt

#### 7.6.5.1 Quy định chung

Thử chu kỳ nhiệt độ áp suất kết hợp phải được thực hiện riêng biệt với thử rung.

#### 7.6.5.2 Yêu cầu đối với thử chu kỳ nhiệt độ áp suất kết hợp

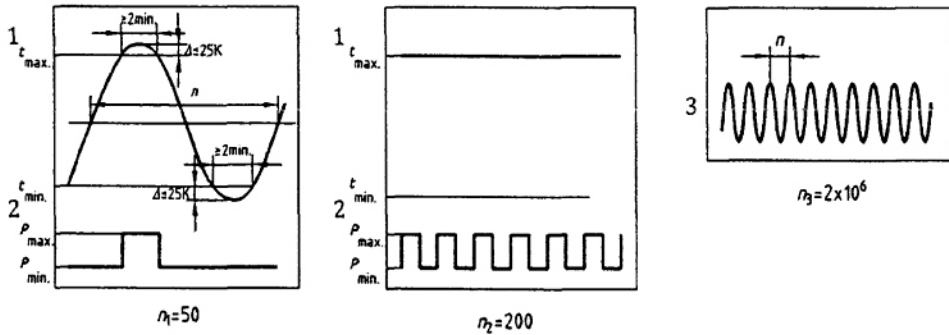
Các mẫu thử phải được thử với số lượng xác định  $n_1$  các chu kỳ nhiệt độ và áp suất giữa các giá trị lớn nhất ( $t_{max}$ ,  $P_{max}$ ) và các giá trị nhỏ nhất ( $t_{min}$ ,  $P_{min}$ ) và số lượng  $n_2$  các chu kỳ áp suất giữa giá trị lớn nhất ( $P_{max}$ ) và giá trị nhỏ nhất ( $P_{min}$ ) với giá trị nhiệt độ cố định ( $t_{max}$ ).

Các đặc tính thử phải áp dụng cho các bộ phận theo định nghĩa trong Bảng 9.

Một chu kỳ nhiệt độ áp suất điển được hình giới thiệu trên Hình 6.

CHÚ THÍCH Hình dạng của đường cong là lý thuyết.

## Nguyên lý: Thử PTV, phương pháp 2



## CHÚ DẪN:

- 1 Nhiệt độ
- 2 Áp suất
- 3 Rung

Hình 6 - Thử chu kỳ nhiệt độ áp suất điện hình với phép thử rung riêng biệt

Bảng 9 - Các thông số thử

Thông số	Giá trị
$n_1$	50
$n_2$	200
$n_3$	$2 \times 10^6$
$t_{\min}$	Nhiệt độ nhỏ nhất do nhà sản xuất quy định hoặc $-40\text{ }^\circ\text{C}$ nếu không được quy định
$t_{\max}$	Nhiệt độ lớn nhất do nhà sản xuất quy định $+10\text{ }^\circ\text{C}$ hoặc $140\text{ }^\circ\text{C}$ nếu không quy định
$P_{\min}$	Áp suất khí quyển
$P_{\max}$	Đối với các van an toàn $P_{\max} = 0,9 \times P_{\text{set}}$
	Đối với các bộ phận khác $1,0 \times P_S^a$
<sup>a</sup> Được đề nghị là $1,0 \times P_S$ vì vấn đề an toàn cho các phép thử trên các bộ phận lớn. Trong phương pháp 2, số chu kỳ và mức rung được dùng để bù cho áp suất giảm.	

Lưu chất thử không phải là một chất lỏng.

## 7.6.5.3 Quy trình

7.6.5.3.1 Lắp các mẫu thử trên một giá thử phù hợp với hướng dẫn của nhà sản xuất.

7.6.5.3.2 Cố định các thông số thử ( $n$ ,  $t_{\max}$ ,  $t_{\min}$ ,  $P_{\max}$ ,  $P_{\min}$ ,  $f$ ,  $s$ ) phù hợp với Bảng 9.

7.6.5.3.3 Đưa các mẫu thử vào thử với áp suất thử theo Bảng 9.

7.6.5.3.4 Kiểm tra độ kín của các mối nối bằng cách hít gas để phát hiện các chỗ rò rỉ trước khi thử.

7.6.5.3.5 Siết chặt lại các mối nối có rò rỉ theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

7.6.5.3.6 Thực hiện sự mô phỏng vận hành theo 7.7.

## TCVN 11277:2023

7.6.5.3.7 Đặt các mẫu thử trong buồng khí hậu và tiến hành thử  $n_1$  và  $n_2$  chu kỳ áp suất và nhiệt độ phù hợp với Hình 6 và Bảng 9.

### 7.6.5.4 Thử rung

#### 7.6.5.4.1 Quy định chung

Bộ phận và các mối nối phải được đưa vào thử rung  $n_3$ . Phép thử này được thực hiện như một phép thử đứng riêng rẽ một mình.

#### 7.6.5.4.2 Thông số kỹ thuật của thử rung

Các mẫu thử của mối nối phải được thử với các thông số kỹ thuật được cho trong Bảng 10.

Các mẫu thử của bộ phận phải được thử với các thông số kỹ thuật được cho trong Bảng 11 và Bảng 13.

#### 7.6.5.4.3 Thử mối nối

Các mẫu thử phải được lắp đặt như chỉ dẫn trong Phụ lục B phù hợp với số lượng mối nối cần thử và kích thước của buồng khí hậu trong đó thực hiện các phép thử.

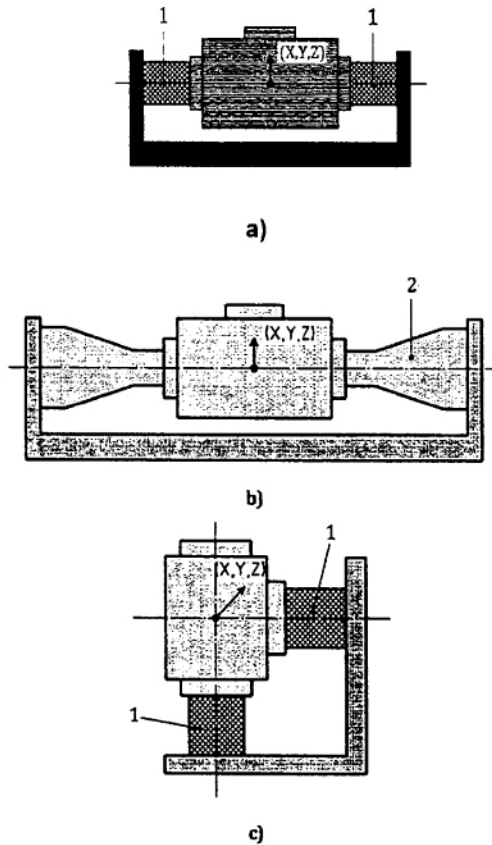
Phép đo tần số phải được thực hiện trên bộ phận.

**Bảng 10 - Các thông số thử cho các mối nối**

Đường kính ống $DN$	Chiều dài $L$ mm	Độ dịch chuyển $s$ mm	Tần số Hz	Số lần kích thích
$0 \leq DN < 10$	200	0,30	$\leq 200$	2 000 000
$10 \leq DN < 20$		0,25		2 000 000
$20 \leq DN < 30$		0,20		2 000 000
$30 \leq DN \leq 50$		0,15		2 000 000

#### 7.6.5.4.4 Các ví dụ về bộ phận

Các ví dụ về lắp ráp cho thử rung một bộ phận giới thiệu trên Hình 7.



CHÚ DẪN:

- 1 Mối nối
- 2 Ống kéo dài

Hình 7 - Lắp ráp cho thử rung cho các bộ phận

#### 7.6.5.4.5 Thử bộ phận

##### a) Phép thử bộ phận 1

Thử nghiệm hình sin dựa trên các yêu cầu phù hợp với IEC 60068-2-6.

Các bộ phận phải được thử theo các điều kiện kỹ thuật được cho trong Bảng 11.

Bảng 11 - Các thông số thử cho các bộ phận

Thông số	Giá trị
Dải tần số	10 Hz - 200 Hz
Độ dịch chuyển (đỉnh tới đỉnh)	10 Hz = 3,48 mm – 200 Hz = 0,0087 mm
Gia tốc	0,7 g
Tốc độ quét	1 octave/min
Số hướng kích thích rung <sup>a</sup>	3 (x - y - z)
Khoảng thời gian	2 h cho mỗi hướng (x - y - z)

<sup>a</sup> Số hướng kích thích có thể giảm đi còn hai trên các bộ phận hình đối xứng.

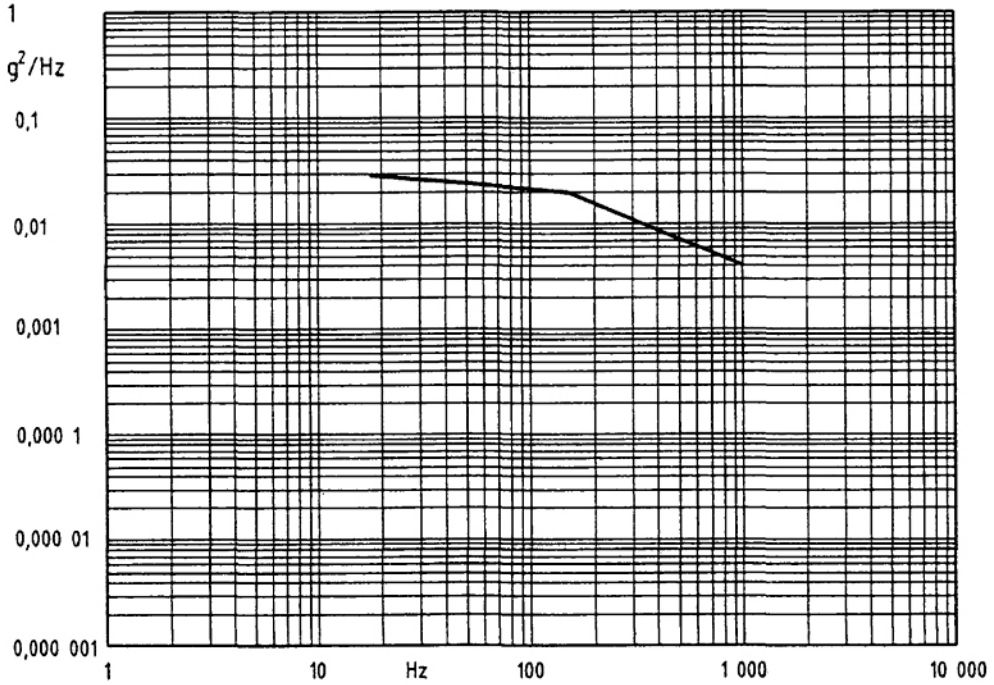
**TCVN 11277:2023**

b) Phép thử bộ phận 2

Yêu cầu thử nghiệm ngẫu nhiên bao gồm lắp đặt gần nguồn rung động.

Rung ngẫu nhiên tối thiểu phải có giá trị mật độ phổ năng lượng (PSD) trong Bảng 12 và các giá trị nội suy tuyến tính như đã chỉ dẫn trên Hình 8.

Các thông số thử của các bộ phận được cho trong Bảng 13.



**Hình 8 - Mật độ phổ năng lượng**

**Bảng 12 - Các giá trị mật độ phổ năng lượng (PSD)**

<b>Mật độ phổ năng lượng (PSD)</b>	
Hz	g²/Hz
18	0,03
150	0,02
1000	0,004

**Bảng 13 - Các thông số thử cho các bộ phận thử 2**

<b>Thông số</b>	<b>Giá trị</b>
Độ dịch chuyển (max)	2,4 mm đỉnh tới đỉnh
Gia tốc (RMS)	3,1 g

Phải thực hiện phép thử phù hợp với TCVN 7699-2-64 (IEC 60068-2-64).

#### 7.6.5.4.6 Quy trình

7.6.5.4.6.1 Trước khi thử nghiệm, thực hiện hoạt động mô phỏng theo 7.7.

7.6.5.4.6.2 Lắp các mẫu thử trên giá thử phù hợp với hướng dẫn của nhà sản xuất.

7.6.5.4.6.3 Cố định các thông số thử cho các mối nối phù hợp với Bảng 11 và Bảng 13.

7.6.5.4.6.4 Đưa các mối nối và các bộ phận đi thử độ rung theo số lần thử được chỉ định trong các bảng tương ứng.

7.6.5.4.6.5 Khi kết thúc phép thử rung, đưa các mối nối và bộ phận vào thử độ kín theo quy định trong 7.4. Các chuẩn đạt yêu cầu/không đạt yêu cầu phải là các mức kiểm soát độ kín theo khí thử được chỉ dẫn trong Bảng 5.

### 7.7 Mô phỏng hoạt động

Hoạt động bảo dưỡng và vận hành phải được thực hiện theo Bảng 14.

**Bảng 15 - Danh mục các hoạt động**

Các bộ phận	Các hoạt động		Bảo dưỡng và vận hành
	Phương pháp 1	Phương pháp 2	
Các bộ phận có các mối nối thân không vĩnh cửu (ví dụ, các van)	5 lần trước mỗi chu kỳ n, tổng số 25 thao tác (mở và đóng)	10 lần trước n <sub>1</sub> , 10 lần trước n <sub>2</sub> và 5 lần trước n <sub>3</sub> , tổng số 25 thao tác (mở và đóng)	Tháo ra/lắp lại nắp, nếu có
Các mối nối đường ống không vĩnh cửu (ví dụ, các phụ tùng nối ống)	5 lần trước mỗi chu kỳ n, tổng số 25 thao tác (tháo ra/lắp lại)	10 lần trước n <sub>1</sub> , 10 lần trước n <sub>2</sub> và 5 lần trước n <sub>3</sub> , tổng số 25 thao tác (tháo ra/lắp lại)	Thay đệm kín

Khi kết thúc phép thử này, phải đo giá trị  $Q_{max}$  và giá trị này không được vượt quá giá trị yêu cầu trong 7.4.

### 7.8 Thử đông lạnh

Phép thử này được áp dụng cho các mối nối được sử dụng dưới 0 °C.

Phép thử phải được thực hiện trên ba mẫu.

Mối nối phải được lắp ráp theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

Cả hai đầu nút ống phải được hàn kín để ngăn ngừa nước chảy vào các ống.

Cần phải bảo đảm rằng mối nối là kín trước thử nghiệm.

Thực hiện phép thử theo quy trình sau (xem Hình 9):



**TCVN 11277:2023**

a) Đặt mẫu thử vào một buồng thử chân không:

- 1) Điền đầy nước vào buồng thử sao cho tất cả các chi tiết của mối nối được nhúng chìm trong nước;
- 2) Giảm áp suất trong buồng thử tới - 500 (- 100) mbar và duy trì áp suất này trong thời gian ít nhất là 10 min;
- 3) Tăng áp suất trong buồng thử tới áp suất khí quyển, điền đầy nước vào các khe hở trong mối nối.

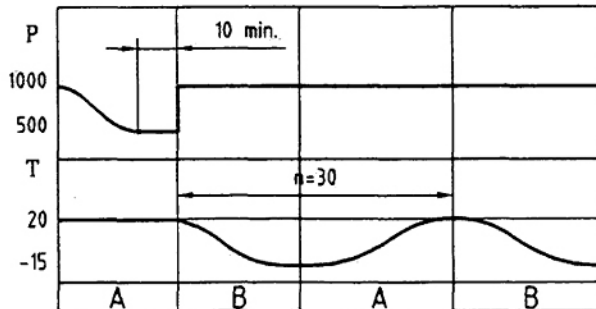
b) Tháo nước ra khỏi buồng thử.

c) Giảm nhiệt độ tới khi nhiệt độ của bộ phận đã đạt tới -15 °C hoặc thấp hơn và duy trì nhiệt độ của buồng thử trong thời gian ít nhất là 30 min. Các mẫu thử phải được đặt theo hướng bất lợi nhất sao cho chứa được nước phun vào.

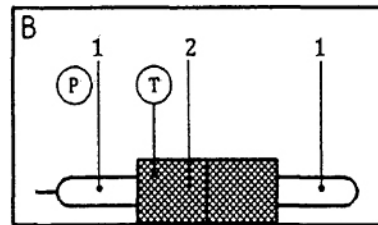
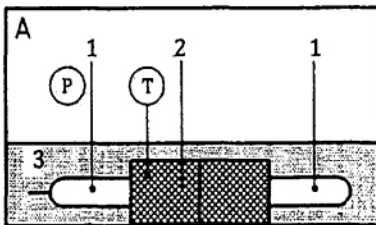
d) Nhúng chìm mẫu thử trong nước ở nhiệt độ môi trường xung quanh trong thời gian ít nhất 5 min sao cho nước đá trong các khe hở tan chảy ra.

Lặp lại b), c) và d) 30 lần.

Sau phép thử này, các mẫu thử phải thỏa mãn phép thử theo 7.4.



a)



b)

CHÚ DẪN:

- 1 Ống
- 2 Mối nối
- 3 Nước
- P Áp suất
- T Nhiệt độ

**Hình 9 - Thử đông lạnh**

### 7.9 Thử áp suất bổ sung cho các mối nối hàn kín

Phải sử dụng áp suất cho ít nhất là ba mối nối đã lắp với các ống. Các ống phải có chiều dày theo tiêu chuẩn thích hợp để chịu được tối thiểu là 5 lần áp suất thiết kế. Áp suất phải được tăng lên tới khi đạt được 5 lần áp suất thiết kế. Áp suất phải được tăng lên dần dần, độ tăng có thể nhanh lúc ban đầu nhưng giảm trong phạm vi áp suất phù hợp sao cho có thể đạt được áp suất mục tiêu một cách rõ ràng. Cụm lắp cho thử nghiệm cần phải chịu được tối thiểu là 5 lần áp suất thiết kế trong 1 min.

Đối với phép thử trên các mối nối khi không thể sử dụng ống cứng hơn vì ống là một phần thiết yếu của mối nối, thì áp suất thử phải là áp suất cường độ của ống.

Lưu chất được sử dụng cho phép thử này phải là chất lỏng như dầu, nước, v.v. Chất lỏng phải được loại bỏ hoàn toàn trước khi thử độ kín.

Các mối nối khác phải thỏa mãn các yêu cầu của TCVN 6104-2 (ISO 5149-2).

### 7.10 Thử chân không

Tiến hành thử hai mẫu thử để xác nhận là nó có khả năng chịu được chân không với áp suất tuyệt đối 6,5 kPa trong 1 h mà không có rò rỉ. Rò rỉ cần phải kiểm tra bằng giám sát áp suất và khẳng định rằng độ tăng áp suất sau 1 h nhỏ hơn 0,2 kPa. Ảnh hưởng của sự thay đổi nhiệt độ trên các mối nối cần được tính đến.

CHÚ THÍCH: Nhiệt độ thay đổi có thể làm cho áp suất thay đổi.

### 7.11 Phép thử sàng lọc tương thích

#### 7.11.1 Quy định chung

Khi các mối nối sử dụng vật liệu bit kín, chất rắn hoặc lỏng, phải kiểm tra tính tương thích của vật liệu bit kín với môi chất lạnh, chất bôi trơn... được sử dụng. Khi nhà sản xuất có thể chứng minh bằng tài liệu một phương pháp chỉ ra các kết quả tương đương thì phương pháp này có thể được chấp nhận. Phép thử sàng lọc này mô tả phương pháp đánh giá độ bền của các vòng bit cao su và nhựa nhiệt dẻo đối với tác động của môi chất lạnh và các chất bôi trơn bằng cách đo các tính chất của các vòng bit trước và sau khi tiếp xúc với các hệ thống chất bôi trơn - môi chất lạnh được lựa chọn.

#### 7.11.2 Lưu chất thử

Các vật liệu bit kín dùng cho các bộ phận có nhiều mục đích phải được thử với các lưu chất do nhà sản xuất khuyến nghị (các môi chất lạnh và dầu). Tính tương thích của vật liệu với các hỗn hợp môi chất lạnh/hỗn hợp dầu phải được đánh giá trên cơ sở các bộ phận riêng hoặc các hỗn hợp xác định.

Dầu: Khi sử dụng các kết cấu bit kín làm việc với dầu, dầu phải được bổ sung vào lưu chất thử (5 % dầu theo khối lượng):

Đối với các môi chất lạnh, hàm lượng của các thành phần môi chất lạnh khác nhau phải đáp ứng các yêu cầu được cho trong Bảng 15.

Bảng 15 - Thành phần của lưu chất thử

Lưu chất thực tế	Lưu chất thử
$C^a \leq 5$	C - thực tế - 0 / +10
$5 < C \leq 10$	C - thực tế - 0 / +15
$10 < C \leq 20$	C - thực tế - 5 / +20
$20 < C \leq 40$	C - thực tế - 10 / +25
$40 < C \leq 60$	C - thực tế - 15 / +30
$60 < C \leq 100$	C - thực tế - 20 / +40
<sup>a</sup> C là thành phần khối lượng thực tế, %.	

### 7.11.3 Mẫu thử

Cần đáp ứng các điều kiện thử sau:

- Tối thiểu phải có năm phiê mẫu thử dùng cho thử nghiệm;
- Các yêu cầu chung cho các mẫu thử phải tuân theo TCVN 2752 (ISO 1817) vật liệu cao su bít kín và TCVN 9847 (ISO 175) cho vật liệu nhựa nhiệt dẻo.

### 7.11.4 Các thông số thử được xác lập

Phải đáp ứng các điều kiện sau:

- Việc phơi hay tiếp xúc (giữa mẫu thử và hỗn hợp dầu với môi chất lạnh) phải được thực hiện trong buồng thử (nồi hấp) phù hợp để xử lý an toàn chất làm lạnh dưới áp suất cao;
- Buồng thử phải được chứa đầy tới tối đa là 75 % dung tích với hỗn hợp lưu chất môi chất lạnh - chất bôi trơn, khi cho phép lưu chất giãn nở ở nhiệt độ thử nâng cao;
- Quá trình phơi phải thực hiện ở nhiệt độ 50 °C bằng cách đặt buồng thử trong một lò nung hoặc bằng cách gia nhiệt trực tiếp cho buồng thử.

Nếu nhiệt độ tới hạn cho môi chất lạnh thực tế dưới 45 °C thì nhiệt độ thử có thể chọn thấp hơn nhiệt độ tới hạn 5 °C.

Khoảng thời gian phơi tối thiểu là:

- 14 ngày (hai tuần lễ) đối với các vật liệu bít kín bằng cao su;
- 42 ngày (sáu tuần lễ) đối với các vật liệu bít kín bằng nhựa nhiệt dẻo.

### 7.11.5 Quy trình thử

Về tính tương thích hóa học, các số đo quan trọng của tính tương thích của vật liệu thử được đưa vào bộ phận là các số đo độ cứng, thể tích và khối lượng, ngoài ra, là các quan sát bằng mắt (ví dụ, các chỗ rỗ, chỗ rách v.v).

Phải áp dụng quy trình sau (xem Hình 10):

- Đo và ghi lại độ cứng, khối lượng và thể tích ban đầu của cao su của các phôi mẫu thử " như đã nhận";
- Đặt các phôi mẫu thử trong buồng thử sao cho các phôi mẫu thử không tiếp xúc với nhau hoặc với thành buồng thử. Bề mặt của các phôi mẫu thử phải được nhúng chìm hoàn toàn trong pha lỏng của môi chất lạnh;
- Đưa một lượng dầu bôi trơn thích hợp vào buồng thử;
- Đóng kín buồng thử lại và dẫn một lượng môi chất lạnh thích hợp vào buồng thử;
- Buồng thử sau đó được làm nóng lên tới nhiệt độ thử và duy trì các điều kiện thử;
- Sau khoảng thời gian thử, buồng thử được làm nguội tới nhiệt độ phòng thí nghiệm tiêu chuẩn và lấy các phôi mẫu thử ra khỏi buồng thử;
- Chất bôi trơn còn lại nên được làm sạch khỏi các bề mặt của phôi mẫu thử;
- Trạng thái ướt: xác định độ cứng, khối lượng và thể tích của các phôi mẫu thử trong phạm vi 30 min sau khi lấy ra khỏi buồng thử;

CHÚ THÍCH: Các chất đàn hồi được thử với CO<sub>2</sub> có thể tích tụ một lượng đáng kể CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> có thể thoát ra ngay lập tức khi phơi các mẫu thử ra áp suất khí quyển (khử khí). Vì vậy, có thể tạo ra sự thay đổi thể tích ngay lập tức đến trên 25 %. Với điều kiện là bề mặt không bị hư hại, thì thay đổi thể tích trên 25% đối với CO<sub>2</sub> là chấp nhận được.

- Trạng thái khô: các phôi mẫu thử được khử khí trong một lò sấy duy trì ở 50 °C tới khi đạt được khối lượng không đổi, sau đó xác định độ cứng, khối lượng và thể tích.

#### 7.11.6 Tiêu chí đạt yêu cầu/không đạt yêu cầu cho các đệm kín

Đệm kín phải đáp ứng các thay đổi lớn nhất sau khi phơi thử như sau. Đối với thay đổi thể tích, phải bao gồm điều kiện áp dụng (tĩnh hoặc động lực học).

Phải đáp ứng các giới hạn chấp nhận lớn nhất được cho trong Bảng 16.

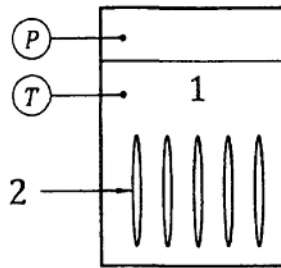
Bảng 16 - Giới hạn chấp nhận lớn nhất theo phép thử

Phép thử	Giới hạn chấp nhận lớn nhất
Thay đổi độ cứng (IRHD)	
Ướt <sup>a</sup>	± 15 IRHD
Khô <sup>b</sup>	± 10 IRHD
Thay đổi thể tích (%)	
Ướt <sup>c</sup>	- 5 % đến + 25 %
Khô	± 10 %
Khối lượng (%)	
Ướt	± 12 %
Khô	± 7 %

<sup>a</sup> Phải thực hiện phép thử trong phạm vi 30 min sau khi lấy ra khỏi bình phơi

<sup>b</sup> Vật liệu phải được khử khí / được đốt nóng (50 °C) tới khối lượng không đổi trước khi thử

CHÚ THÍCH: Các giới hạn trên cho các thay đổi của đặc tính vật liệu do phơi ra trước các lưu chất thử là các giá trị lớn nhất. Đối với các thiết kế riêng, ví dụ, làm việc động, có thể yêu cầu các giá trị thấp hơn.



## CHÚ DẪN:

- 1 Môi chất lạnh lỏng
- 2 Các mẫu thử
- P Áp suất
- T Nhiệt độ

Hình 10 - Ví dụ về thiết bị thử

## 7.12 Thử môi cho các mối nối hàn kín

Phải cung cấp ít nhất là năm mẫu thử cho phép thử này.

Mối nối phải được lắp ráp theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

Độ kín của mối nối phải được bảo đảm bằng thử nghiệm.

Các mẫu thử phải được thử chu kỳ áp suất giữa áp suất khí quyển và áp suất tối đa cho phép PS. Phải

duy trì các áp suất cao và thấp trong thời gian ít nhất là 0,1 s.

Chu kỳ áp suất phải từ 20 chu kỳ/min đến 60 chu kỳ/min. Tổng số các chu kỳ áp suất phải là 250 000 lần hoặc lớn hơn.

Sau thử mỗi, mỗi nối phải thỏa mãn phép thử theo 7.4.

Môi trường thử là nước. Trước phép thử kín, nước phải được loại bỏ hoàn toàn.

## 8 Báo cáo thử

Báo cáo thử phải bao gồm các thông tin sau:

- a) Số hiệu tiêu chuẩn này, TCVN 11277 (ISO 14903);
- b) Nhận dạng bộ phận/mối nối;
- c) Các thông số thử;
- d) Số lượng các bộ phận/mối nối được thử;
- e) Bản chất, khía cạnh và đánh giá các rò rỉ được ghi lại tại mỗi giai đoạn của thử nghiệm;
- f) Báo cáo đưa ra các kết quả thử, ngày thử, tên của phòng thử nghiệm và tên của bên ký kết thực hiện các phép thử.

## 9 Thông tin cho người sử dụng

Nhà sản xuất các bộ phận/mối nối phải quy định các điều kiện vận hành cho người sử dụng, đặc biệt là:

- a) Sự thích hợp hoặc không thích hợp của các lưu chất hoặc các loại lưu chất đối với bộ phận/mối nối;
- b) Áp suất lớn nhất cho phép;
- c) Phạm vi nhiệt độ nhỏ nhất/lớn nhất;
- d) Quy trình và các hướng dẫn về lắp và điều chỉnh.

Phải cung cấp báo cáo được nêu trong 8 f) theo yêu cầu của người mua mối nối và/hoặc bộ phận.

**Phụ lục A**

(Tham khảo)

**Các mức kiểm soát độ kín tương đương****A.1 Mô hình tính toán**

Việc chuyển đổi chính xác bằng tính toán mức kiểm soát độ kín là không khả thi. Các mẫu tính toán sau dựa trên các giả thiết đơn giản hóa:

- Lưu chất rò rỉ phải ở trạng thái khí;

- Nhiệt độ phải xấp xỉ 20 °C (nhiệt độ bình thường của môi trường);

Dòng chảy phải ở chế độ dòng chảy tầng nhất ít nhất là có giá trị đối với các lượng rò rỉ trong phạm vi  $1 \times 10^{-6}$  mbar.l/s đến  $1 \times 10^{-4}$  mbar.l/s;

- Phải áp dụng phương trình của khí lý tưởng;

- Phương trình Poiseuille [cho trong công thức (A.1)] cho dòng khí trong một ống dài có mặt cắt ngang tròn được sử dụng làm mẫu là:

$$Q = \frac{\pi d^4}{256 \eta l} \times (p_1^2 - p_2^2) \times 10 \quad (\text{A.1})$$

Trong đó:

Q là tốc độ rò rỉ, được tính bằng mbar l/s;

d là đường kính của lỗ, được tính bằng mét (m);

$\eta$  là độ nhớt động lực học, được tính bằng Pa·s;

l là chiều dài của lỗ, được tính bằng mét (m);

$p_1$  là áp suất ở đầu vào, được tính bằng pascal (Pa);

$p_2$  là áp suất ở đầu ra, được tính bằng pascal (Pa);

256 là hệ số hình học gắn liền với phương trình Poiseuille;

10 là hệ số chuyển đổi đơn vị:  $1 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s} = 10 \text{ mbar} \cdot \text{l}/\text{s}$ .

Đối với dạng hình học cố định, công thức (A.1) có dạng đơn giản:

$$Q = K \times \frac{p_1^2 - p_2^2}{\eta} \quad (\text{A.2})$$

Trong đó:

$$K = \frac{\pi d^4 \times 10}{256 l} \quad (\text{A.3})$$

Có thể tính toán mức kiểm soát độ kín tương đương tại dạng hình học cố định đối với thay đổi độ nhớt (khi sử dụng khí khác) hoặc thay đổi của một hoặc cả hai áp suất bằng công thức (A.4) dựa trên công thức (A.2):

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\eta_2}{\eta_1} \times \frac{(p_1)_1^2 - (p_1)_2^2}{(p_2)_1^2 - (p_2)_2^2} \quad (\text{A.4})$$

Khi chỉ xem xét đến thay đổi độ nhớt, công thức (A.4) đơn giản hóa thành công thức (A.5):

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\eta_2}{\eta_1} \quad (\text{A.5})$$

Trong đó:

$Q_1$  là tốc độ rò rỉ của khí thứ nhất, được tính bằng milibar lit trên giây (mbar-l/s);

$Q_2$  là tốc độ rò rỉ của khí thứ hai, được tính bằng milibar lit trên giây (mbar-l/s);

$\eta_1$  là độ nhớt của khí thứ nhất, được tính bằng pascal giây (Pa·s);

$\eta_2$  là độ nhớt của khí thứ hai, được tính bằng pascal giây (Pa·s).

Khi chỉ xem xét đến thay đổi về áp suất, công thức (A.4) đơn giản hóa thành công thức (A.6):

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{(p_1)_1^2 - (p_1)_2^2}{(p_2)_1^2 - (p_2)_2^2} \quad (\text{A.6})$$

Trong đó:

$(p_1)_1$  là áp suất đầu vào của khí thứ nhất, được tính bằng pascal (Pa);

$(p_1)_2$  là áp suất đầu ra của khí thứ nhất, được tính bằng pascal (Pa);

$(p_2)_1$  là áp suất đầu vào của khí thứ hai, được tính bằng pascal (Pa);

$(p_2)_2$  là áp suất đầu ra của khí thứ hai, được tính bằng pascal (Pa).

**CHÚ THÍCH:** Trong các công thức (A.3), (A.4) và (A.6), sự thay đổi thứ nguyên của tất cả các đại lượng  $Q_s$  (chẳng hạn từ mbar-l/s thành Pa·m<sup>3</sup>/s) không gây ra thay đổi cho kết quả tính bằng số. Tương tự như vậy, sự thay đổi thứ nguyên của tất cả các đại lượng  $ps$  (chẳng hạn như, từ Pa thành bar) cũng không gây ra thay đổi gì.

## A.2 Từ lưu lượng thể tích đến lưu lượng khối lượng

Lưu lượng thể tích có thể có thứ nguyên m<sup>3</sup>/s và thứ nguyên này có ý nghĩa nếu dòng lưu chất ở trạng thái lỏng (không nén được). Đối với các khí (nén được) lưu lượng thể tích không có ý nghĩa trừ khi áp suất và nhiệt độ cũng được công bố kèm theo. Lưu lượng khí có các đơn vị, chẳng hạn như Pa·m<sup>3</sup>/s chứa các thông tin về áp suất, và nếu không có gì khác được nêu, thì nhiệt độ môi trường xung quanh được công nhận. Đối với lưu lượng khí có thứ nguyên, chẳng hạn như l/s thì thông tin về áp suất và nhiệt độ thường được hiểu là ở trạng thái bình thường, nghĩa là 1,013 bar và 0 °C.

Các lưu lượng của khí được tính toán theo các công thức (A.1) đến (A.6) có thể được chuyển đổi thành lưu lượng khối lượng bằng phương trình của khí lý tưởng (A.7):



**TCVN 11277:2023**

$$p \times V = n \times R \times T \quad (\text{A.7})$$

Trong đó:

- $p$  là áp suất được tính bằng pascal (Pa);  
 $V$  là thể tích, được tính bằng mét khối ( $\text{m}^3$ );  
 $n$  là lượng chất, được tính bằng mol;  
 $R$  là 8,314 J/(mol·K) (hằng số của khí phổ biến);  
 $T$  là nhiệt độ, được tính bằng Kelvin (K).

Khi chia cả hai vế của công thức (A.7) cho thời gian và chuyển đổi mol thành khối lượng:

$$\frac{p \times V}{t} = \frac{m}{t} \times \frac{R \times T}{M} \quad (\text{A.8})$$

Trong đó:

- $t$  là thời gian, được tính bằng giây (s);  
 $m$  là khối lượng, được tính bằng kilogam (kg);  
 $M$  là khối lượng mol, được tính bằng kilogam trên mol (kg/mol);

Vì  $\frac{Q}{10} = \frac{p \times V}{t}$  = lưu lượng (tốc độ rò rỉ) Pa  $\text{m}^3/\text{s}$  và  $\theta = \frac{m}{t}$  = lưu lượng (tốc độ rò rỉ) kg/s, Công thức (A.8)

có thể được biến đổi thành:

$$\theta = \frac{Q}{10} \times \frac{M}{R \times T} \times 31,536 \times 10^9 \quad (\text{A.9})$$

Trong đó

$\theta$  là lưu lượng khối lượng (tốc độ rò rỉ) được tính bằng gam trên năm (g/a);

$31,536 \times 10^9$  là hệ số chuyển đổi đơn vị: 1 kg/s =  $31,536 \times 10^9$  g/a.

Các giá trị của độ nhớt động lực học và khối lượng mol cho một số khí được giới thiệu trong Bảng A.1 dưới đây. Cần lưu ý rằng độ nhớt là một hàm mạnh của nhiệt độ (độ nhớt của khí tăng khi nhiệt độ tăng). Độ nhớt của khí là một hàm yếu của áp suất (ở các áp suất lớn hơn áp suất khí quyển).

Bảng A.1 - Độ nhớt động lực học và khối lượng mol

Khí	Độ nhớt động lực học ở 20 °C và áp suất khí quyển	Khối lượng mol
	$10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s}$	$10^{-3} \text{ kg/mol}$
Nitơ	17,4	28,0
Heli	19,3	4,0
Không khí	18,0	29,0
R22	12,0	86,5
R134a	11,1	102,0
R404A	11,9	97,6
R407A	12,3	86,2
R407C	12,0	86,17
R410A	13,2	72,6
R290	7,9	44,1
R507	11,95	98,86
R600a	7,4	58,1
R717	9,7	17,0
R744	14,9	44,0

CHÚ THÍCH Đối với R22, xem Quy định quốc gia.

### A.3 Mức kiểm soát độ kín được công bố là các bọt không khí trong một đơn vị thời gian

Không được có sự xuất hiện của bọt khí trong khoảng thời gian 1 min ở áp suất tương tự như PS.

Để tính toán tốc độ rò rỉ theo đơn vị thể tích hoặc khối lượng, cần có các giả thiết sau:

- Mẫu thử được nhúng chìm trong nước;
- Mẫu thử chịu tác động của áp suất không khí bên trong PS (áp suất làm việc lớn nhất);
- Mẫu thử chịu tác động của áp suất khí quyển bình thường trên mặt bên ngoài;

CHÚ THÍCH 1: Áp suất thủy tĩnh do cột nước được bỏ qua.

- Phép thử được thực hiện ở nhiệt độ môi trường thông thường;
- Khoảng thời gian nhỏ nhất giữa các bọt khí rời khỏi mẫu thử là 1 min;
- Thể tích của mỗi bọt khí được giả thiết là  $1 \text{ mm}^3$  ("bọt khí tiêu chuẩn").

Lưu lượng thể tích lớn nhất cho phép của không khí có thể được tính toán từ công thức (A.10):

$$Q = \frac{p \times V}{t} \times 10 = \frac{1,013 \times 10^5 \times 1 \times 10^{-9}}{60} \times 10 = 1,68 \times 10^{-5} \text{ mbar l/s} \quad (\text{A.10})$$

CHÚ THÍCH 2: Bằng tính toán mô hình có thể chỉ ra rằng rò rỉ  $1,68 \times 10^{-5} \text{ mbar l/s}$  có thể tạo ra các bọt khí nhỏ hơn

## TCVN 11277:2023

1 mm<sup>3</sup> gắn liền với khoảng thời gian nhỏ hơn 1 min giữa các bọt khí. Kinh nghiệm đã chỉ ra rằng trừ khi sử dụng các quy trình rất nghiêm ngặt, các phép thử bọt khí với không khí và một thùng nước không thể sử dụng được để phát hiện rò rỉ nhỏ hơn khoảng  $1 \times 10^{-4}$  mbar-l/s.

VÍ DỤ - Xem Hình A.1.

Một van có PS (áp suất làm việc lớn nhất) bằng 40 bar và độ rò rỉ không khí lớn nhất  $1,68 \times 10^{-5}$  mbar-l/s ở áp suất bên trong 40 bar. Có thể chọn phép thử độ kín bằng một đầu cảm biến rò rỉ heli ở áp suất bên trong van 10 bar. Tính toán mức kiểm soát độ kín tương đương.

Rò rỉ không khí tối đa là  $1,68 \times 10^{-5}$  mbar l/s ở áp suất bên trong 40 bar.

Khi sắp xếp lại một chút, công thức (A.3) có dạng:

$$Q_1 = Q_2 \times \frac{\eta_2 (p_1)_1^2 - (p_1)_2^2}{\eta_1 (p_2)_1^2 - (p_2)_2^2} \quad (\text{A.11})$$

Trong đó:

$Q_2$  là bằng  $1,68 \times 10^{-5}$  mbar-l/s (không khí);

$Q_1$  là mức điều chỉnh độ kín tương đương (heli);

$\eta_1$  là độ nhớt của heli, được tính bằng pascal giây (Pa·s);

$\eta_2$  là độ nhớt của không khí, được tính bằng pascal giây (Pa·s);

$(p_1)_1$  là áp suất của heli trong van, được tính bằng bar;

$(p_1)_2$  là áp suất của heli ở bên ngoài van, được tính bằng bar;

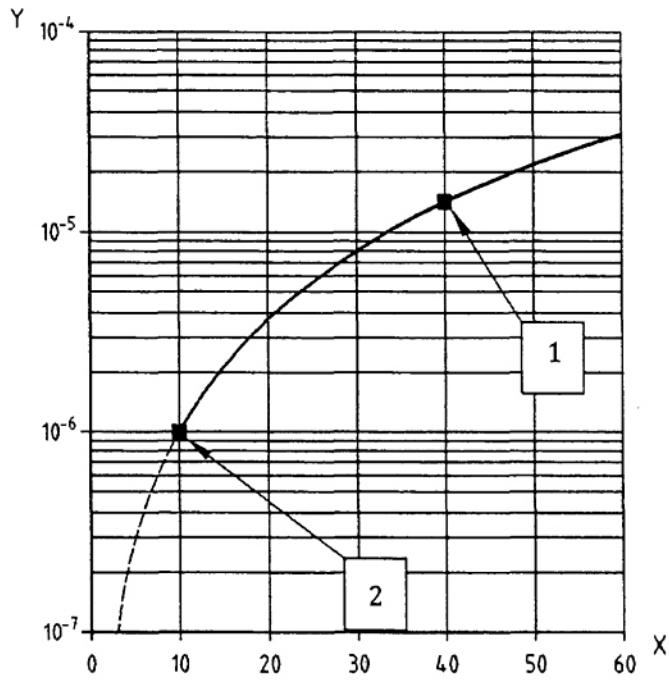
$(p_2)_1$  là áp suất của không khí trong van, được tính bằng bar;

$(p_2)_2$  là áp suất của không khí ở bên ngoài van, được tính bằng bar.

Đặt  $(p_1)_2 = (p_2)_2 = 0$  và đưa vào công thức (A.11).  $Q_1$  có thể được tính toán theo công thức (A.12):

$$Q_1 = 1,68 \times 10^{-5} \times \frac{18 \times 10^{-6}}{19,3 \times 10^{-6}} \times \frac{10^2}{40^2} = 0,98 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-8} \text{ mbar-l/s} \quad (\text{A.12})$$

Trong đó  $Q_1$  là mức kiểm soát độ kín tương đương (heli).



CHÚ DẪN:

- 1 Áp suất thử thực tế - mức kiểm soát độ kín
- 2 Mức kiểm soát độ kín chuẩn (10 bar)
- X Áp suất tính bằng bar
- Y Mức kiểm soát độ kín

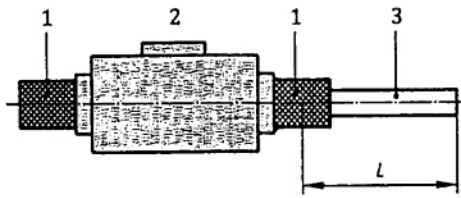
**Hình A.1 - Mức kiểm soát độ kín tương đương**

**Phụ lục B**

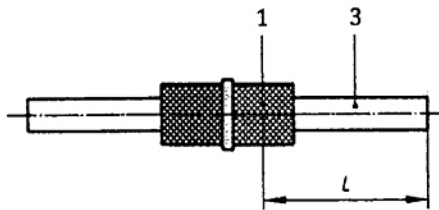
(Quy định)

**Bố trí thử nghiệm**

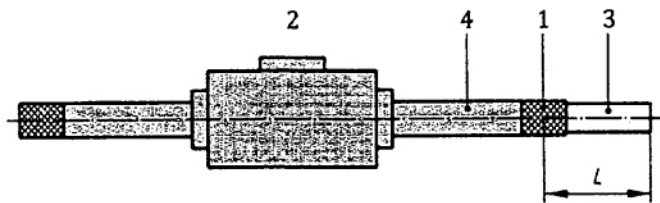
Các mẫu thử được cố định theo hướng dẫn của nhà sản xuất. Nếu không, thân chính của mẫu thử nên được cố định càng gần với mối nối càng tốt.



**a) Bộ phận (ví dụ, van)**



**b) Mối nối hàn đồng**

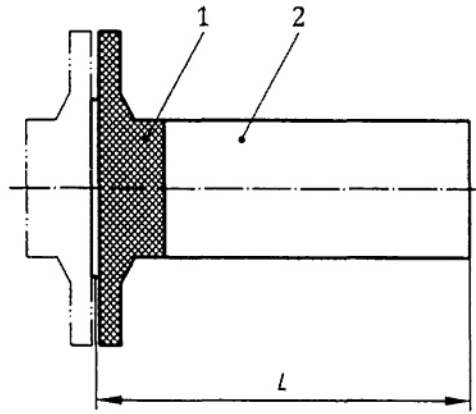


**c) Bộ phận (ví dụ, van)**

**CHÚ DẪN:**

- 1 Mối nối
- 2 Bộ phận
- 3 Ống
- 4 Ống kéo dài
- L Chiều dài

**Hình B.1 - Bố trí thử bộ phận - mối nối**



d) Mặt bích

Hình B.1 (kết thúc)

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 9810 (ISO 48), *Cao su lưu hóa hặc nhiệt dẻo - Xác định độ cứng (Độ cứng từ 10 IRHD đến 100 IRHD)*
- [2] 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*
- [3] 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*
- [4] TCVN 1595-1 (ISO 7619-1), *Cao su lưu hóa hoặc nhiệt dẻo - Xác định độ cứng ấn lõm - Phần 1: Phương pháp sử dụng thiết kế đo độ cứng (độ cứng Shore)*
- [5] TCVN 10229 (ISO 18517), *Cao su lưu hóa hoặc nhiệt dẻo - Thử nghiệm độ cứng - Giới thiệu và hướng dẫn*
- [6] TCVN 7699-2-6 (IEC 60068-2-6), *Thử nghiệm môi trường - Phần 2-6: Các thử nghiệm - Thử nghiệm Fc: Rung (Hình Sin)*
- [7] TCVN 5699-2-34 (IEC 60335-2-34), *Thiết bị điện gia dụng và thiết bị điện tương tự - An toàn - Phần 2-34: Yêu cầu cụ thể đối với động cơ-máy nén*
- [8] EN 378 (all parts), *Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements*
- [9] EN 1779, *Non-destructive testing — Leak testing — Criteria for method and technique selection*
- [10] EN 12263, *Refrigerating systems and heat pumps — Safety switching devices for limiting the pressure — Requirements and tests*
- [11] EN 12693, *Refrigerating systems and heat pumps — Safety and environmental requirements — Positive displacement refrigerant compressors*
- [12] EN 13134, *Brazing — Procedure approval*
- [13] EN 14276-1, *Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps — Part 1: Vessels — General requirements*
- [14] EN 14276-2, *Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps — Part 2: Piping — General requirements*
- [15] 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
-