

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 11277:2015**

**ISO 14903:2012**

Xuất bản lần 1

**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 - 2015**

**Lời nói đầu**

TCVN 11277:2015 hoàn toàn tương đương với ISO 14903:2012.

TCVN 11277:2015 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 86 *Máy lạnh và điều hòa không khí* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, 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

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 quy trình đánh giá để chấp nhận kiểu về độ kín của các bộ phận, các mối nối và các chi tiết được sử dụng trong các hệ thống lạnh và bơm nhiệt như mô tả trong bộ TCVN 6104 (ISO 5149). Tiêu chuẩn này mô tả đặc điểm 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 và được bít 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 bít, bất kể vật liệu và kết cấu của chúng.

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

### 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có 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.

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;*

TCVN 6104-1:2015 (ISO 5149-1:2014), *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 11277:2015**

TCVN 6104-2:2015 (ISO 5149-2:2014), *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 11276:2015 (ISO 13971:2012), *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 13134, *Brazing - Procedure approval (Hàn vẩy cứng - Chấp nhận quy trình);*

EN 12693, *Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Positive displacement refrigerant compressors (Hệ thống lạnh và bơm nhiệt - Yêu cầu về an toàn và môi trường - Máy nén lạnh thể tích);*

ISO 175, *Plastics - Methods of test for the determination of the effects of immersion in liquid chemicals (Chất dẻo - Phương pháp thử để xác định ảnh hưởng của việc ngâm trong các hóa chất lỏng).*

### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa được cho trong TCVN 6104-1:2015 (ISO 5149-1:2014) và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

#### **3.1**

**Lưu lượng khối lượng trong một năm** (mass flow per year)

$q_m$

Giá trị của lưu lượng khối lượng rò rỉ.

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

#### **3.2**

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

$Q$

Giá trị của lưu lượng thể tích rò rỉ.

CHÚ THÍCH: Lưu lượng này được biểu thị bằng pascal mét khối trên giây.

#### **3.3**

**Hệ thống bít 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 vẩy cứng, hoặc mối ghép không tháo được tương tự có thể bao gồm các van có nắp và các lỗ (cửa) phục vụ có nắp cho phép sửa chữa thích hợp hoặc loại bỏ và có mức kiểm tra thử độ kín nhỏ hơn 3 gam 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 6104-1:2015 (ISO 5149-1:2014) - là tương tự như

các hệ thống bít kín.

### 3.4

#### **Họ sản phẩm (product family)**

Nhóm của 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 bít kín, được chế tạo theo cùng một điều kiện kỹ thuật nhưng có cỡ kích thước khác nhau.

### 3.5

#### **Mối nối cố định (permanent joints)**

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

### 3.6

#### **Mối nối sử dụng lại được (reusable joint)**

Mối nối khác với mối nối cố định có thể tháo ra được mà không phải dùng đến các phương pháp phá hủy.

CHÚ THÍCH: Trong một số trường hợp, ống được sử dụng như vật liệu bít kín (ví dụ, mối nối ống lỏ). Bộ phận bít kín có thể được thay thế).

### 3.7 Vật liệu cơ bản giống nhau (same base material)

Vật liệu thuộc cùng một nhóm như sau:

- Nhóm thép
- Nhóm nhôm và hợp kim nhôm, và
- 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 và đơn vị

Các ký hiệu và đơn vị được sử dụng trong tiêu chuẩn này được cho trong Bảng 1.

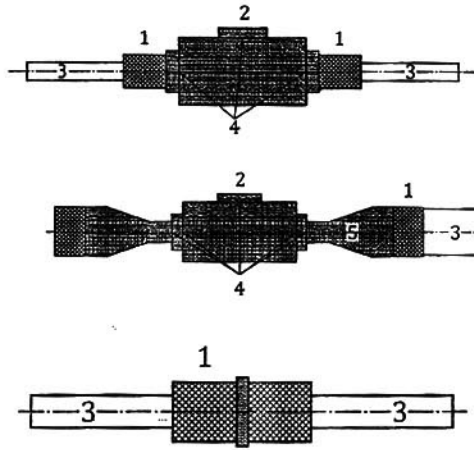
Bảng 1 - Ký hiệu và đơn vị

Ký hiệu	Mô tả	Đơn vị
$DK_{rel}$	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 $(K_{o,max} - K_{o,min}) / (K_{o,min} + K_{o,max})$	
$f$	Tần số rung	Hz
$K_{o,ave}$	Các momen xoắn trung bình của tiêu chuẩn mỗi nối tương ứng	
$K_{o,max}$	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	
$K_{o,min}$	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	
$L$	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	Pa m <sup>3</sup> /s
$q_m$	Lưu lượng khối lượng một năm	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
$\theta$	Lưu lượng khối lượng	kg/s

## 5 Yêu cầu thử nghiệm

Các phép thử yêu cầu được áp dụng cho thân của bộ phận và cho mỗi nối được sử dụng trong các hệ thống lạnh và bơm nhiệt được cho trong các Bảng 2 và 3.

Hình 1 minh họa nguyên tắc của một bộ phận và một mối nối và các yêu cầu tương ứng phải tuân theo Bảng 2 và Bảng 3.



Theo Bảng 2

Theo Bảng 2

Theo Bảng 3

**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 2. Các kiểu mối nối khác phải được thử độc lập theo Bảng 3.

Bảng 2 - 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 7.4	Thử PTV (áp suất nhiệt độ rung) 7.6	Mô phỏng sự vận hành 7.7	Thử đông lạnh 7.8	Tính tương thích hóa học với vật liệu 7.11	Thử chân không 7.10	Thử bổ sung cho các mối nối bít kín	
							Thử áp suất 7.9	Thử môi 7.12
Các thân bộ phận chỉ có các mối nối thân cố định: hàn vẩy cứng và hàn các vật liệu cơ bản giống nhau	Có	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không
Các bộ phận có các mối nối thân cố định: hàn vẩy cứng và hàn các vật liệu cơ bản khác nhau	Có	Có <sup>a</sup>	Không	Không	Không	Không	Không	Không
Các thân bộ phận có các mối nối thân cố định khác, 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
Các thân bộ phận có các mối nối thân không cố định	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 <sup>1</sup>	Không áp dụng được	Không áp dụng được
Các van có nắp và các lỗ phục vụ có nắp dùng cho các hệ thống bít 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 11276:2015 (ISO 13971:2012)							
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...).								
CHÚ THÍCH: Sự đánh giá thêm về tính tương thích hóa học được thực hiện theo tiêu chuẩn khác là tương đương								
<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.								



**Bảng 3 - Yêu cầu cho nối các bộ phận**

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

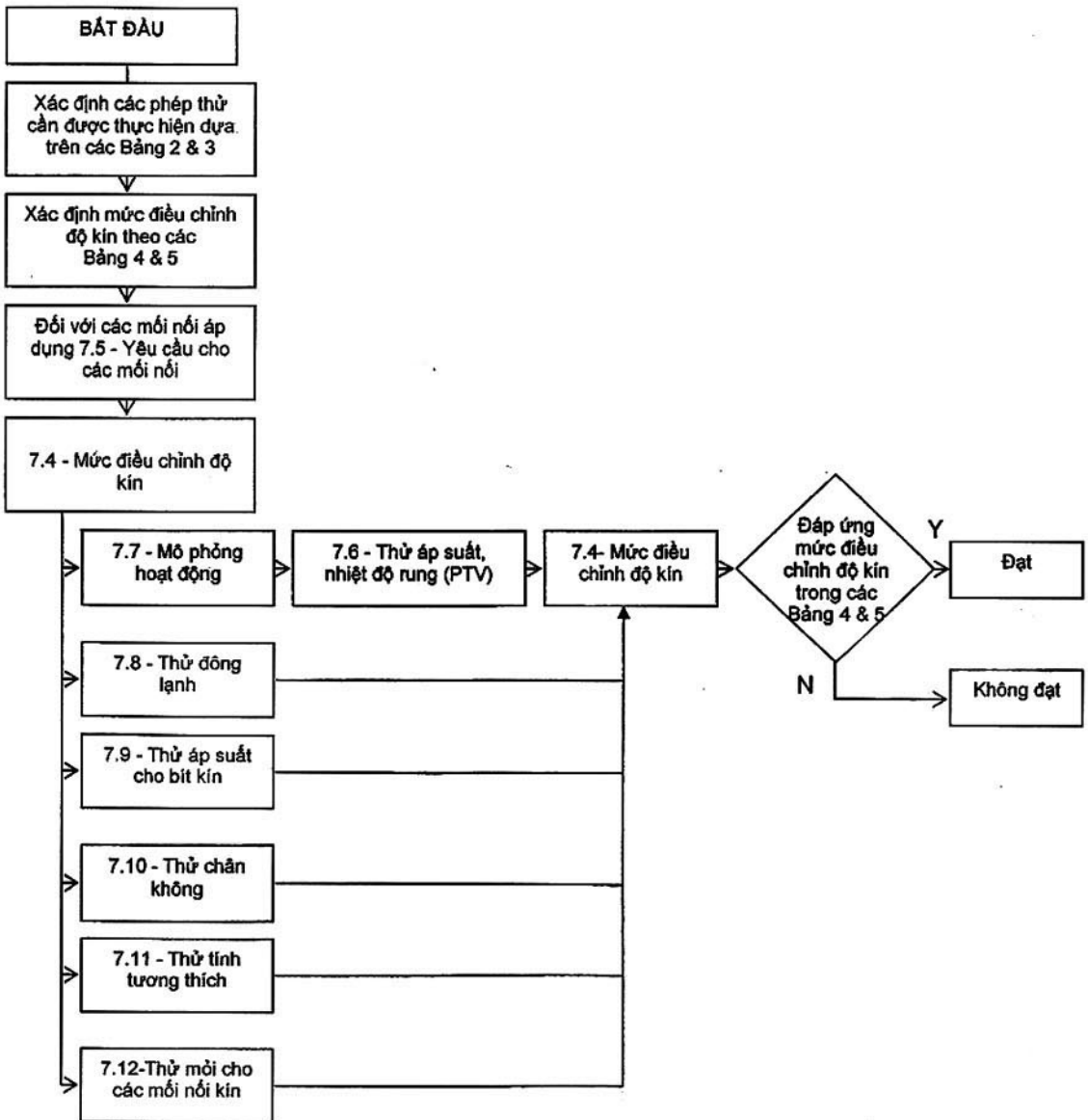
### 6 Yêu cầu cho các hệ thống bít kín

Các hệ thống bít kín phải được thiết kế có các bộ phận có mức điều chỉnh độ kín được đánh giá theo A.1 hoặc A.2 hoặc tuân theo Bảng 3. Các bộ phận và mối nối này phải được thử theo các phép thử có liên quan như đã quy định trong các Bảng 2 và 3.

### 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 2 hoặc Bảng 3. 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 mỗi phép thử được mô tả trong 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:  $P = 0,9 \times P_{set} + 0/-2 \%$ .

Đối với tất cả các bộ phận và mối nối  $P = PS + 0/-2 \%$  (PS = áp suất lớn nhất cho phép)

$Q \leq$  các yêu cầu cho mức điều chỉnh độ kín thực tế A1 - A2 (các bộ phận bít kín) hoặc B1 - B2 cho tất cả các bộ phận khác

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

Các mức điều chỉnh 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 điều chỉnh độ kín lớn nhất phụ thuộc vào cỡ kích thước của bộ phận hoặc mối nối được thử. Các mức điều chỉnh độ kín được quy định phù hợp với các mối nối sử dụng trong Bảng 4. Đó là các mức cho mỗi mối nối riêng.

**Bảng 4 - Mức điều chỉnh độ kín theo đường kính danh nghĩa của các mối nối**

Mối nối	Đường kính danh nghĩa (DN)	Mức điều chỉnh độ kín
Các mối nối bít kín	$\leq 50$	A1
Các mối nối kín	$\leq 50$	B1

Các mức điều chỉnh độ kín được quy định phù hợp với các bộ phận được sử dụng trong Bảng 5. Các mức này là các mức cho mỗi bộ phận riêng.

**Bảng 5 - Mức điều chỉnh độ kín theo dung tích của các bộ phận**

Bộ phận	Dung tích của bộ phận <i>l</i>	Mức điều chỉnh độ kín
Bộ phận bít kín	0 tới 1,0	A1
	> 1,0	A2
Bộ phận kín	0 tới 2,0	B1
	> 2,0 tới 5,0	B2

Mức điều chỉnh độ kín yêu cầu được công bố trong Bảng 6. Nhà sản xuất có thể lựa chọn một mức điều chỉnh độ kín nghiêm ngặt hơn, nếu thích hợp.

**Bảng 6 - Sự tương đương của dòng khí thử theo các mức điều chỉnh độ kín**

Kiểu bộ phận	Mức điều chỉnh độ kín	Độ rò rỉ heli chuẩn ( $Q_{He-ref}$ ) +20 °C, 10 bar	Độ rò rỉ không khí tương đương ( $Q_{air-ref}$ ) +20 °C, 10 bar	Độ rò rỉ iso-butan tương đương ( $q_{mR600a}$ ) +20 °C, 10 bar
		Pa.m <sup>3</sup> /s	Pa.m <sup>3</sup> /s	g/năm
Bít 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 Mức điều chỉnh độ kín

CHÚ THÍCH: EN 1779 đưa ra hướng dẫn về các chuẩn cho lựa chọn phương pháp và kỹ thuật.

##### 7.4.2.1 Phương pháp thử

Mức điều chỉnh độ kín của các mối nối và bộ phận được chỉ dẫn trên Hình 3 phải được đo bằng phương pháp đo tích hợp, nghĩa là tổng số của tất cả các độ rò rỉ.

Nên ưu tiên sử dụng phương pháp khí đánh dấu.

CHÚ THÍCH 1: Để biết thêm chi tiết về phương pháp thử khí đánh dấu, xem EN 13185 : 2001, Điều 10.

Khí đánh dấu được dẫn vào dung tích bên trong của vật thể và được thu gom, thử nghiệm trong một buồng chân không.

Phải thực hiện quy trình sau để đo mức điều chỉnh độ kín:

- Đấu nối buồng chân không với đầu cảm biến rò rỉ;

- Đấu nối bộ phận với bộ tăng áp khí đánh dấu (trong buồng chân không); Xem Hình 3, bên dưới;
- 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 hướng dẫn của nhà sản xuất khi sử dụng độ rò rỉ hiệu chuẩn (nếu có yêu cầu, độ rò rỉ phải là "tiêu chuẩn");
- 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;
- Tạo chân không cho không khí từ bên trong bộ phận bằng một bơm chân không;
- Nạp khí đánh dấu vào bộ phận và điều chỉnh áp suất thử;

CHÚ THÍCH 2: 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 là:

$$q_G = \frac{q_{CL} \times (S_L - R_L)}{S_{CL} - R_{CL}} \times \frac{1}{c} \times \frac{101325}{p}$$

trong đó

$q_G$  là tổng mức rò rỉ, tính bằng pascal mét khối trên giây;

$q_{CL}$  là mức rò rỉ của độ rò rỉ hiệu chuẩn, tính bằng pascal mét khối trên giây (khí đánh dấu nguyên chất);

$S_L$  là tín hiệu rò rỉ;

$S_{CL}$  là tín hiệu được tạo ra bởi độ rò rỉ hiệu chuẩn;

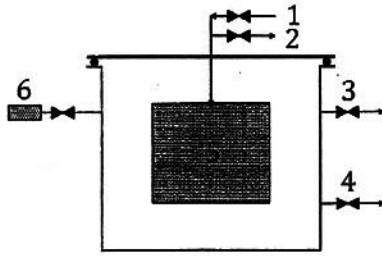
$R_L, R_{CL}$  là tín hiệu nền liên kết với tín hiệu  $S_L$  và  $S_{CL}$ ;

$c$  là tỷ phần thể tích của khí đánh dấu trong hỗn hợp khí;

$p$  là tổng áp suất trong buồng phụ, tính bằng pascal.

CHÚ THÍCH 3: Tính toán được chi tiết hóa trong EN 13185:2001, 9.2.6.

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



**CHÚ DẪN:**

- 1 Khí đánh dấu (PS)
- 2 Chân không
- 3 Chân không
- 4 Dầu cảm biến rò rỉ trác phổ khối
- 5 Mẫu thử
- 6 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 soát bằng kỹ thuật ép, do sự tích tụ có thể là một phương pháp đo tốc độ rò rỉ của bộ phận.

CHÚ THÍCH 1: Về các chi tiết của kỹ thuật ép bằng tích tụ, xem EN 13185 : 2011, 10.4.1.

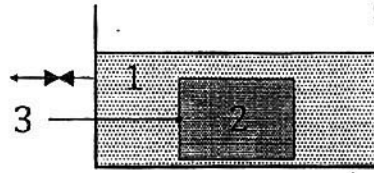
**- Phương pháp 2:**

Phương pháp thử bọt khí được chỉ dẫn trên Hình 4 có thể chấp nhận được chỉ đối với mức điều chỉnh độ kín B, với điều kiện là phương pháp có khả năng đo tốc độ rò rỉ thực tế.

CHÚ THÍCH 2: Phương pháp thử bọt khí này được chi tiết hóa trong EN 1593.

Độ chính xác của phương pháp lựa chọn phải được kiểm tra và tuân theo các yêu cầu về mức điều chỉnh độ kín thực tế. Nếu sử dụng phương pháp này, phải áp dụng các yêu cầu sau:

- Mẫu thử phải chịu được áp suất không khí bên trong = PS (áp suất lớn nhất cho phép); không cho phép giảm áp suất,
- Mẫu thử phải được nhúng chìm hoàn toàn trong nước ở nhiệt độ tối thiểu là 35 °C,
- Mẫu thử phải được phơi ra trước áp suất khí quyển,
- Phép thử phải được thực hiện ở nhiệt độ môi trường xung quanh bình thường,
- Khoảng thời gian giữa lúc các bọt khí rời khỏi mẫu 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 bột khí

## 7.5 Yêu cầu cho các mối nối

## 7.5.1 Điều kiện chung

## 7.5.1.1 Mẫu thử

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

Tất cả các mối nối phải trải qua các phép thử như đã chỉ dẫn trong Bảng 3.

## 7.5.1.2 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 7.

Bảng 7 - Momen xoắn cho thử,  $K_{min}$  và  $K_{max}$ 

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

## 7.5.1.3 Mối nối sử dụng lại được

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

- Lắp các mối nối vào các ống được đấu nối và siết chặt các mối nối tới momen xoắn lớn nhất  $K_{max}$  được quy định trong Bảng 7,
- Tháo lỏng các mối nối và tháo các ống ra hoàn toàn,
- Lặp lại các bước a) và b) trên bốn lần.

## TCVN 11277:2015

### 7.5.1.4 - Yêu cầu cho các mối nối bít 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 được sử dụng lại mối nối nếu không thay thế vật liệu bít kín trong sử dụng bình thường. Trong trường hợp vật liệu bít kín là ống và ống được biến dạng trong quá trình bít kín thì phần bị biến dạng của ống không được sử dụng lại cho mục đích bít 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, phải áp dụng 7.6.4 hoặc 7.6.5.

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 điều chỉnh 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 điều chỉnh độ kín theo Bảng 8.

**Bảng 8 - Các thông số thử**

Mức điều chỉnh 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:

- Một buồng điều chỉnh được cho các phép thử môi trường, có khả năng duy trì các nhiệt độ thay đổi đều giữa  $T_{\min}$  và  $T_{\max}$ ;
- 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  $P_{\max}$ ;
- Một bộ tạo rung với tần số và biên độ quy định;
- Một hệ thống điều chỉnh áp suất có khả năng điều chỉnh áp suất với độ chính xác  $\pm 5\%$ ;
- 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.

Bộ cảm biến nhiệt độ phải được gắn vào bề mặt của mẫu thử trên vị trí có sự tập trung khối lượng lớn nhất của chi tiết chịu áp lực để đảm bảo cho mẫu thử đã 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 đặt cố định trên vật liệu phi kim loại.

Bộ cảm biến cũng có thể được cố định vào mẫu thử bằng hàn vảy mềm 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 để thực hiện phép thử độ kín theo 7.4.

### 7.6.3.2 Giá 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 mút của ống phải được đấu nối vào thiết bị tạo áp lực, đầu mút 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

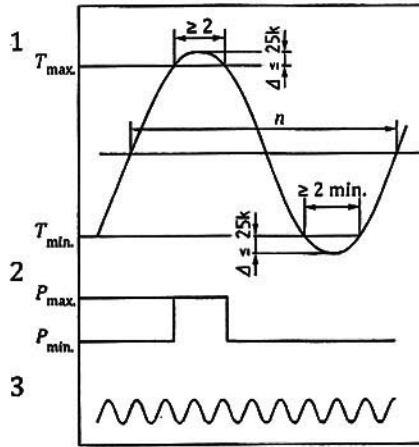
### 7.6.4.1 Quy định chung

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 ( $T_{min}$ ,  $P_{min}$ ).

Phải áp dụng các đặc tính của phép thử 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 9 - 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.

7.6.4.2.2 Cố định các thông số thử phù hợp với Bảng 9.

7.6.4.2.3 Các mẫu thử được đưa vào thử với áp suất thử theo Bảng 9.

7.6.4.2.4 Kiểm tra độ kín của các mối nối bằng khí hít vào 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 9 và đồng thời tiến hành thử rung cho lắp ráp bộ phận 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 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 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 6.

## 7.6.5 Phương pháp 2 - Thử chu kỳ nhiệt độ áp suất kết hợp với thử rung một cách 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.

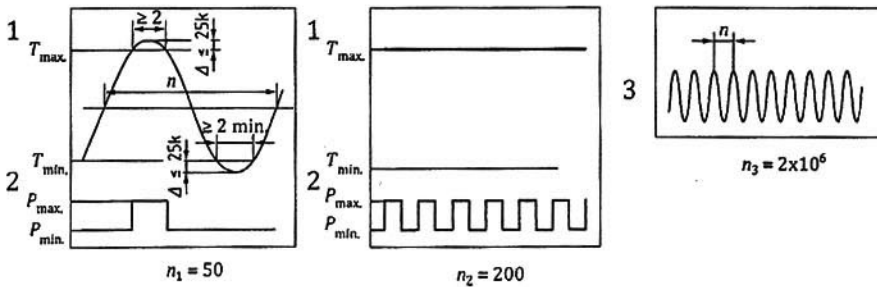
### 7.6.5.2 Yêu cầu đối với thử chu kỳ nhiệt độ áp suất kết hợp

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 ( $T_{max}$ ).

Phải áp dụng các đặc tính của thử nghiệm cho các bộ phận theo Bảng 10.

Hình 6 giới thiệu một chu kỳ nhiệt độ áp suất điển hình.

### 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 điển hình với phép thử rung riêng biệt

Bảng 10 - 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 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 $1,0 \times PS^a$

<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. 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 phù hợp với Bảng 10.

7.6.5.3.3 Các mẫu thử được đưa vào thử với áp suất thử theo Bảng 10.

7.6.5.3.4 Kiểm tra độ kín của các mối nối bằng khí hít vào 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 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 10.

7.6.5.3.7 Thực hiện sự mô phỏng vận hành theo 7.7.

### 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 11.

Các mẫu thử của bộ phận phải được thử với các thông số kỹ thuật được cho trong Bảng 12 và Bảng 14.

#### 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 được thử và

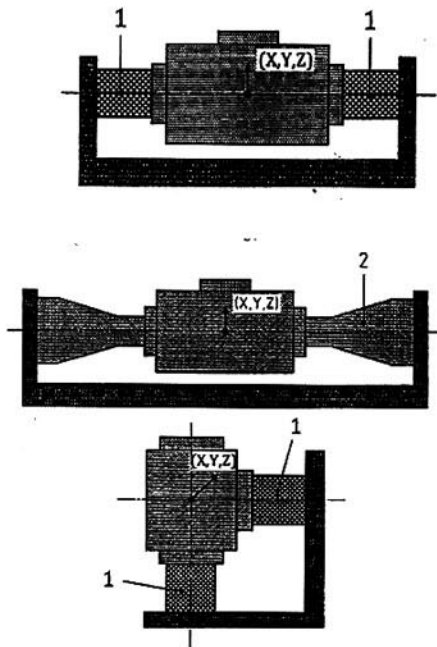
kích thước của buồng khí hậu trong đó thực hiện các phép thử.

**Bảng 11 - 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 lượng kích thích
< 10	200	0,30	≤ 200	2 000 000
≥ 10 và < 20		0,25		2 000 000
≥ 20 và < 30		0,20		2 000 000
≥ 30 và ≤ 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 được cho trên Hình 7.



CHÚ DẪN:

- 1 Mối nối
- 2 Ống kéo dài

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

TCVN 11277:2015

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 60068-2-6:1995.

Các bộ phận phải được thử theo các điều kiện kỹ thuật được cho trong Bảng 12.

**Bảng 12 - Các thông số thử cho các bộ phận**

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

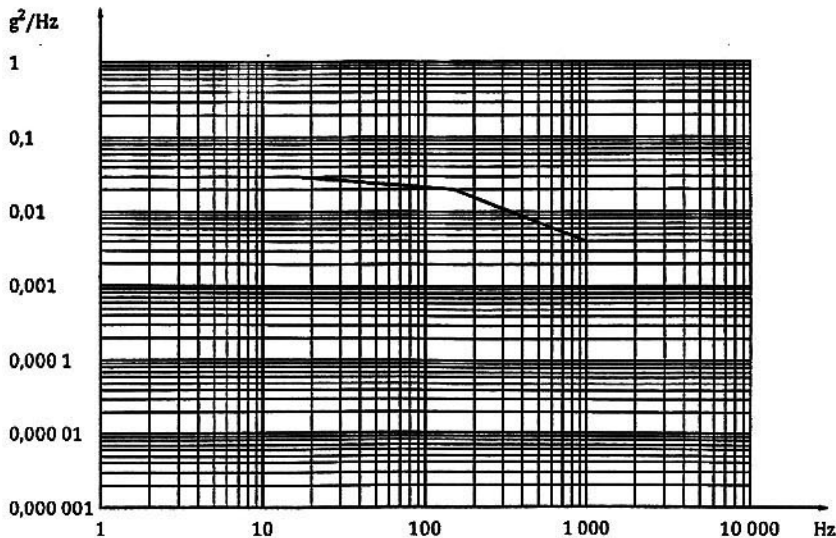
<sup>a</sup> Số hướng kích thích có thể giảm đi tới hai trên các kết cấu đối xứng quay.

b) Phép thử bộ phận 2

Yêu cầu về thử nghiệm ngẫu nhiên bao hàm lắp đặt các bộ phận để thử rung với gia tốc vượt quá 0,5 g, ví dụ các bộ phận được lắp đặt trên các máy nén.

Rung ngẫu nhiên tối thiểu phải có giá trị mật độ phổ năng lượng (PSD) trong Bảng 13 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 14.



**Hình 8 - Mật độ phổ năng lượng**

**Bảng 13 - Các giá trị mật độ phổ năng lượng (PSD)**

<b>Mật độ phổ năng lượng (PSD)</b>	
Hz	$g^2/Hz$
18	0,03
150	0,02
1000	0,004

**Bảng 14 - Các thông số thử cho các bộ phận**

<b>Thông số</b>	<b>Giá trị</b>
Độ dịch chuyển (max)	2,4 mm đỉnh tới đỉnh
Gia tốc (RMS)	3,1 g
Khoảng thời gian	90 min trong mỗi hướng (x - y - z)
Số hướng kích thích rung <sup>a</sup>	3 (x - y - z)
<sup>a</sup> Số hướng kích thích rung có thể giảm tới hai trên các kết cấu đối xứng quay.	

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

7.6.5.4.6.2 Cố định các thông số thử cho các mối nối phù hợp với Bảng 11.

7.6.5.4.6.3 Cố định các thông số thử cho các bộ phận phù hợp với phép thử bộ phận 1 và phép thử bộ phận 2 như quy định ở 7.6.5.4.5.

7.6.5.4.6.4 Đưa các mối nối và bộ phận vào thử rung theo số các phép thử được quy định trong các bảng tương ứng.

7.6.5.4.6.5 Tại lúc kết thúc phép thử rung, đưa các mối nối và bộ phận vào thử độ kín được 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 chỉ dẫn trong Bảng 6.

#### 7.7 Mô phỏng hoạt động

Hoạt động bảo dưỡng và vận hành phải được thực hiện theo Bảng 15.

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 cố định (ví dụ, các van)	5 lần trước mỗi chu kỳ n, tổng số 25 thao tác (mở và đóng)	10 lần trước $n_1$ , 10 lần trước $n_2$ và 5 lần trước $n_3$ , tổng số 25 thao tác (mở và đóng)	Tháo ra/lắp lại nắp, nếu có
Các mối nối đường ống không cố định (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 $n_1$ , 10 lần trước $n_2$ và 5 lần trước $n_3$ , tổng số 25 thao tác (tháo ra/lắp lại)	Thay đệm kín

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

### 7.8 Thử đông lạnh

Phải áp dụng phép thử đông lạnh cho các mối nối được quy định cho sử dụng dưới 0 °C.

Phép thử đông lạnh phải được thực hiện trên năm mẫu thử đã được tẩy dầu mỡ để ngăn ngừa khả năng có bọt không khí.

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

Nên bảo đảm rằng mối nối là kín trước thử nghiệm.

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

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

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

- Chứa đầy nước có nhiệt độ lớn nhất 5 °C vào buồng thử sao cho tất cả các khí của mối nối được nhúng chìm dưới nước;

Giảm áp suất trong buồng thử tới  $-500_{-100}^0$  mbar và duy trì áp suất này trong thời gian ít nhất là 10 min;

- Tăng áp suất trong buồng thử tới áp suất khí quyển, chứa đầy nước vào các khe hở trong mối nối.

b) Tháo nước ra khỏi buồng thử.

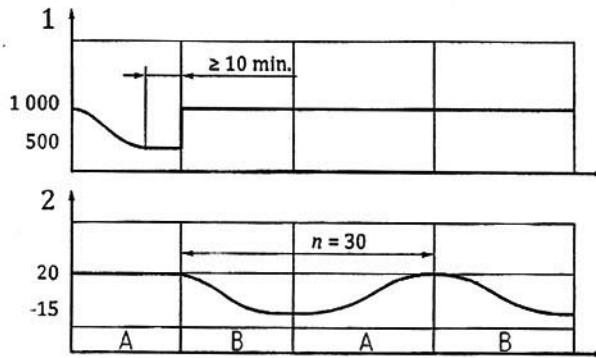
c) Giảm nhiệt độ tới khi nhiệt độ của bộ phận đã đạt tới -15 °C hoặc thấp hơn và duy trì nhiệt độ của buồng thử trong thời gian ít nhất là 30 min. Các mẫu thử phải được đặt theo hướng bất lợi nhất sao cho chứa được nước phun ra.

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

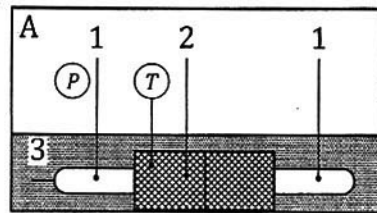
Sau khi thử đông lạnh, các mẫu thử phải thỏa mãn phép thử theo 7.4.



CHÚ DẪN:

- 1 Áp suất
- 2 Nhiệt độ

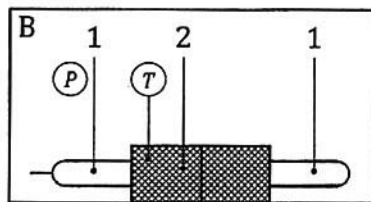
Hình 9a - Các ví dụ về lắp ráp cho thử đông lạnh



CHÚ DẪN:

- 1 Ống
- 2 Mối nối
- 3 Nước

Hình 9b - Các ví dụ về lắp ráp cho thử đông lạnh



CHÚ DẪN:

- 1 Ống
- 2 Mối nối

Hình 9c - Các ví dụ về lắp ráp cho thử đông lạnh

## **TCVN 11277:2015**

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

Phải cho ít nhất là ba mối nối đã lắp với các ống chịu tác dụng của áp lực. Các ống phải có chiều dày theo tiêu chuẩn thích hợp để chịu được tối thiểu là 6 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, ví dụ, với tốc độ tăng nhỏ hơn 10 bar trong một phút. Cụm lắp cho thử nghiệm phải chịu được tối thiểu là sáu lần áp suất thiết kế trong 1 min.

Lưu chất được sử dụng cho phép thử này phải là chất lỏng như dầu, nước, v.v.

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 được xác nhận là có khả năng chịu được chân không có áp suất tuyệt đối 6,5 kPa trong 1 h mà không có rò rỉ. Phải kiểm tra rò rỉ bằng giám sát áp suất và khẳng định rằng đã tăng áp suất sau 1 h nhỏ hơn 0,02 kPa. Phải tính đến sự thay đổi nhiệt độ trên các mối nối.

CHÚ THÍCH 1: Trước khi áp dụng các thông số thử, tất cả các bộ phận phải được xả hết khí và không có hơi ẩm, ví dụ bằng tác dụng của chân không sâu.

CHÚ THÍCH 2: Các thay đổi về nhiệt độ có thể làm cho áp suất thay đổi.

### **7.11 Thử lựa chọn tính tương thích**

#### **7.11.1 Quy định chung**

Khi các mối nối sử dụng vật liệu bít kín, chất rắn hoặc lỏng, phải kiểm tra tính tương thích của vật liệu bít 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 lựa chọn này mô tả phương pháp đánh giá độ bền của các vòng bít cao su và nhựa dẻo nóng đối với tác động của môi chất lạnh và các chất bôi trơn bằng cách đo các tính chất của các vòng bít 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 bít 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 bít kín dùng cho 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 16.

Bảng 16 - 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 khối lượng của thành phần thực tế, %.

### 7.11.3 Mẫu thử

Cầu đáp ứng của điều kiện thử sau:

- Tối thiểu phải có năm phiê mẫu thử cho thử nghiệm;
- Các yêu cầu chung cho các mẫu thử phải tuân theo ISO 175.

### 7.11.4 Các thông số thử được xác lập

Phải đáp ứng các điều kiện sau:

- Phải thực hiện sự phơi ra trong buồng thử (nồi hấp) thích hợp cho xử lý an toàn các môi chất lạnh cố 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;
- Phải thực hiện quá trình phơi ở nhiệt độ 50 °C bằng cách đặt buồng thử trong một lò nung hoặc bằng cách đối xứng trực tiếp buồng thử.

CHÚ THÍCH: Nếu nhiệt độ tới hạn cho môi chất lạnh thực tế dưới 45 °C thì nhiệt độ thử có thể được chọn theo  $T_{\text{tới hạn}} - 5$  °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 dẻo nóng.

### 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 rỉ, chỗ rách v.v).

## TCVN 11277:2015

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 "đã được chấp 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 phơi và duy trì các điều kiện thử;
- Sau khoảng thời gian phơi, 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 lấy đi khỏi các bề mặt của phôi mẫu thử;
- Ở 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 elastome 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 ngay lập tức của thể tích lớn hơn 25 %.

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

### 7.11.6 Chuẩn đạt yêu cầu/không đạt yêu cầu cho các chi tiết bít kín

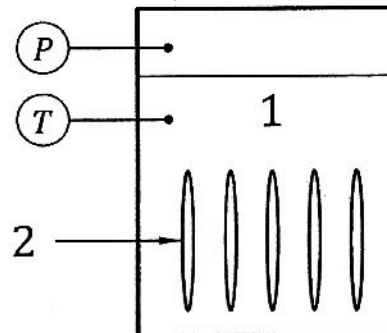
Chi tiết bít kín phải đáp ứng các thay đổi lớn nhất sau khi phơi. Đối với thay đổi thể tích, phải bao gồm điều kiện áp dụng (tĩnh hoặc động lực học). Phải lựa chọn các chuẩn chấp nhận trước khi bắt đầu phép thử hóa già. Đối với quan sát bằng mắt, vật liệu không được có các dấu hiệu hòa tan, tạo thành vết nứt, lỗ rỗng hoặc biến dạng vật lý.

Phải đáp ứng các giới hạn chấp nhận lớn nhất được cho trong Bảng 17.

Bảng 17 - 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 không chứa khí / được đốt nóng (50 °C) tới khối lượng không đổi trước khi thử <sup>c</sup> Với điều kiện là không có hư hỏng bề mặt, được phép thay đổi thể tích lớn hơn 25% đối với CO <sub>2</sub> <b>CHÚ THÍCH:</b> 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, vận hành động, có thể cần đến các giá trị thấp hơn.	

Kết cấu thực tế có lắp đặt vật liệu bít kín phải được thử theo 7.4 trước và sau khi đã được tiếp xúc với lưu chất thử.



## 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

## **TCVN 11277:2015**

### **7.12 Thử môi cho các mối nối bít 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 thiết kế PS. Phải duy trì các áp suất cao và thấp trong thời gian ít nhất là 0,1 s.

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

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

### **8 Báo cáo thử**

Báo cáo thử phải bao gồm các thông tin sau:

- a) Số hiệu tiêu chuẩn này;
- b) Nhận dạng bộ phận/mối nối;
- c) Các thông số thử;
- d) Số lượng các bộ phận/mối nối được thử;
- e) Tính chất, dạng bên ngoài 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 thí nghiệm và tên của bên ký kết thực hiện các phép thử.

### **9 Thông tin cho người sử dụng**

Nhà sản xuất bộ phận/mối nối phải quy định các điều kiện vận hành bộ phận của mình 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 sử dụng;
- c) Phạm vi của các 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.

**CHÚ THÍCH:** Người sử dụng có thể là người lắp đặt, nhà sản xuất, người bảo dưỡng và người sử dụng cùng.

## Phụ lục A

(Quy định)

## Các mức điều chỉnh độ kín tương đương

## A.1 Mô hình tính toán

Không thể thực hiện được việc chuyển đổi bằng tính toán các mức điều chỉnh độ kín. Các tính toán mẫu 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 nhớt ít nhất là có giá trị đối với các lượng rò rỉ trong phạm vi  $1 \cdot 10^{-9}$  mbar.l/s đến  $1 \cdot 10^{-4}$  mbar.l/s;

- Phải áp dụng phương trình của khí lý tưởng;
- Phương trình Poiseuille cho dòng khí trong một ống dài có mặt cắt ngang tròn được sử dụng làm mẫu là:

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

Trong đó:

- Q là tốc độ rò rỉ, được biểu thị bằng mbar l/s;
- d là đường kính của lỗ, được biểu thị bằng mét (m);
- $\eta$  là độ nhớt động lực học, được biểu thị bằng Pa.s;
- $\ell$  là chiều dài của lỗ, được biểu thị bằng mét (m);
- $p_1$  là áp suất ở đầu vào, được biểu thị bằng pascal (Pa);
- $p_2$  là áp suất ở đầu ra, được biểu thị bằng pascal (Pa);
- 256 là hệ số hình học gắn liền với phương trình Poiseuille;
- 10 là hệ số chuyển đổi đơn vị:  $1 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s} = 10 \text{ mbar} \cdot \text{l/s}$ .

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

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

Trong đó:

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

Có thể tính toán mức điều chỉnh độ kín tương đương tại dạng hình học cố định (các thông số hình học) đối với thay đổi độ nhớt (khi sử dụng khí khác) hoặc thay đổi của một hoặc cả hai áp suất bằng phương trình tỷ lệ sau dựa trên phương trình (A.2):

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

Khi chỉ xem xét đến thay đổi độ nhớt, phương trình (A.3) được đơn giản hóa thành:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\eta_2}{\eta_1}$$

Trong đó:

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

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

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

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

Khi chỉ xem xét đến thay đổi về áp suất, phương trình (A.3) được đơn giản hóa thành:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{(p_1)_1^2 - (p_1)_2^2}{(p_2)_1^2 - (p_2)_2^2} \quad (\text{A.5})$$

Trong đó:

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

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

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

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

**CHÚ THÍCH:** Trong các phương trình (A.3), (A.4) và (A.5), sự thay đổi các kích thước của tất cả các đại lượng Q (chẳng hạn từ mbar.l/s thành Pa.m<sup>3</sup>/s) không gây ra hậu quả cho kết quả tính bằng số. Tương tự như vậy, sự thay đổi các kích thước của tất cả các đại lượng p (chẳng hạn như từ Pa thành bar) cũng không gây ra hậu quả cho các kết quả tính bằng số.

## 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. 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 cách nào khác thì nhiệt độ môi trường xung quanh được công bố



của nó được thừa 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 biểu thị là ở trạng thái bình thường, nghĩa là 1,013 bar và 0 °C.

Các lưu lượng của khí được tính toán theo các phương trình (A.1) đến (A.5) có thể được chuyển đổi thành lưu lượng khối lượng bằng phương trình của khí lý tưởng.

Phương trình của khí lý tưởng:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (\text{A.6})$$

Trong đó:

- p là áp suất được biểu thị bằng pascal (Pa);
- V là thể tích, được biểu thị bằng mét khối (m<sup>3</sup>);
- n là số lượng của chất, được biểu thị bằng mol;
- R là 8,314 J.mol/K (hằng số của khí phổ biến);
- T là nhiệt độ, được biểu thị bằng Kelvin (K).

Khi chia cả hai vế của phương trình (A.6) cho thời gian và chuyển đổi số lượng chất thành khối lượng:

$$\frac{p \cdot V}{t} = \frac{m}{t} \cdot \frac{R \cdot T}{M} \quad (\text{A.7})$$

Trong đó:

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

Vì  $\frac{Q}{10} = \frac{p \cdot V}{t}$  = lưu lượng (tốc độ rò rỉ) Pa.m<sup>3</sup>/s và  $\theta = \frac{m}{t}$  = lưu lượng (tốc độ rò rỉ) kg/s, phương trình

(A.7) có thể được biến đổi thành:

$$q_m = \frac{Q}{10} \cdot \frac{M}{R \cdot T} \cdot 31,536 \cdot 10^9 \quad (\text{A.8})$$

Trong đó

$q_m$  Là lưu lượng khối lượng (tốc độ rò rỉ) được biểu thị bằng gam trên năm (g/năm);

31,536.10<sup>9</sup> là hệ số chuyển đổi đơn vị: 1 kg/s = 31,536.10<sup>9</sup> g/năm.

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 10 <sup>6</sup> Pa.s	Khối lượng mol 10 <sup>-3</sup> 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

### A.3 Mức điều chỉnh 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 các đơn vị thể tích và khối lượng phải 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 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 mm<sup>3</sup> ("bọt khí tiêu chuẩn"). Lưu lượng thể tích lớn nhất cho phép của không khí có thể được tính toán từ:

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

CHÚ THÍCH 2: Bằng các tính toán mô hình có thể chỉ ra rằng rò rỉ 1,68.10<sup>-5</sup> mbar.l/s có thể tạo ra các bọt khí nh

hơn  $1 \text{ mm}^3$  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  $1.10^{-4} \text{ mbar.l/s}$ .

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  $1,68.10^{-5} \text{ mbar.l/s}$  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 điều chỉnh độ kín tương đương.

Bằng sự sắp xếp lại, phương trình (A.3) có dạng:

$$Q_1 = Q_2 \frac{\eta_2 (p_1)_1^2 - (p_1)_2^2}{\eta_1 (p_2)_1^2 - (p_2)_2^2} \quad (\text{A.10})$$

Trong đó:

$Q_2$  là bằng  $1,68.10^{-5} \text{ mbar.l/s}$  (không khí);

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

$\eta_1$  là độ nhớt của heli, được biểu thị bằng pascal giây (Pa.s);

$\eta_2$  là độ nhớt của không khí, được biểu thị bằng pascal giây (Pa.s);

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

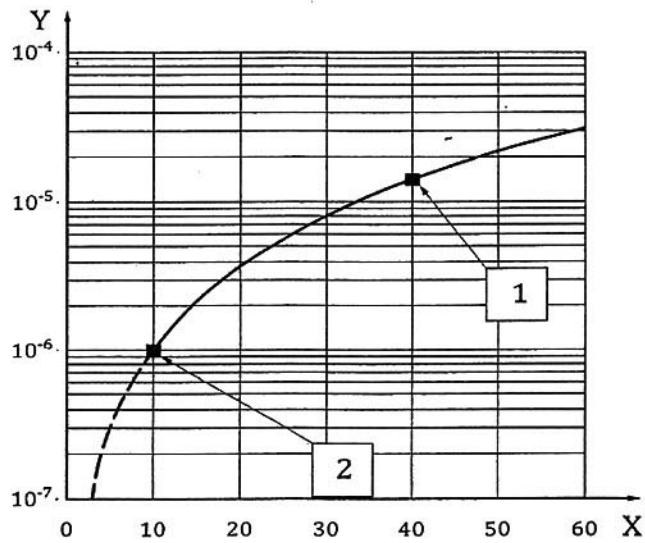
$(p_1)_2$  là áp suất của heli ở bên ngoài van, được biểu thị bằng bar;

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

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

Đặt  $(p_1)_2 = (p_2)_2 = 0$  và đưa vào phương trình (A.10).  $Q_1$  có thể được tính toán:

$$Q_1 = 1,68.10^{-5} \frac{18.10^{-6}}{19,3.10^{-6}} \frac{10^2}{40^2} = 0,98.10^{-7} \sim 1.10^{-6} \text{ mbar.l/s (mức điều chỉnh độ kín tương đương)} \quad (\text{A.11})$$



CHÚ DẪN:

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

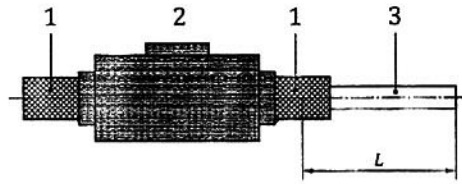
Hình A.1 - Mức điều chỉnh độ kín tương đương

## Phụ lục B

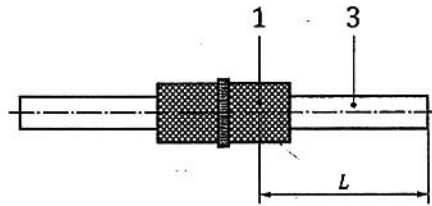
(Tham khảo)

## Bố trí thử nghiệm

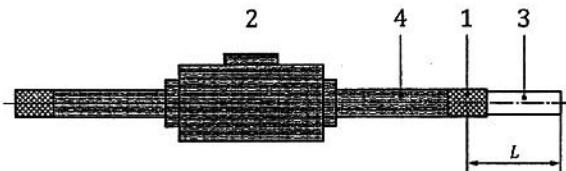
Các mẫu thử được cố định theo hướng dẫn của nhà sản xuất. Nếu không, thân chính của mẫu thử nên được cố định càng gần với mối nối càng tốt.



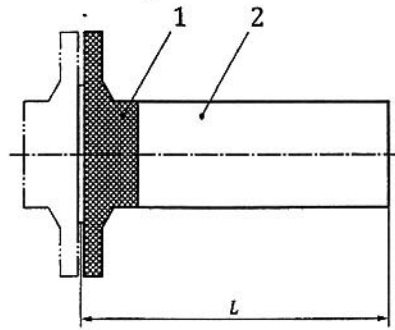
a) Bộ phận (ví dụ, van)



b) Mối nối được hàn vảy cứng



c) Bộ phận (ví dụ, van)



d) Mặt bích

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

### Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ISO 48, *Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of hardness (hardness between 10IRHD và 100IRHD)* (Cao su được lưu hóa có nhựa dẻo nóng - Xác định độ cứng (độ cứng giữa 10IRHD và 100IRHD))
- [2] ISO 1817, *Rubber, vulcanized - Determination of the affect of liquid (cao su lưu hóa - Xác định ảnh hưởng của chất lỏng)*
- [3] TCVN 6104 (ISO 5149), *Hệ thống lạnh và bơm nhiệt - Yêu cầu về an toàn và môi trường*
- [4] ISO 7619-1 : 2004, *Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of indentation hardness - Parts 1: Durometer method (shore hardness)* (Cao su lưu hóa hoặc nhựa dẻo nóng - Xác định độ cứng theo vết ấn lõm - Phần 1: Phương pháp dùng dụng cụ đo độ cứng (độ cứng shore))
- [5] ISO 18517 : 2005, *Rubber, vulcanized or thermoplastic - Hard ness testing - Introduction and guide* (Cao su lưu hóa hoặc nhựa dẻo nóng - Thử độ cứng - Giới thiệu và hướng dẫn)
- [6] EN 1330-8, *Non destructive testing - Terminology - Part 8: Terms used in leak tightness testing* (Thử không phá hủy - Thuật ngữ - Phần 8: Thuật ngữ được sử dụng trong thử độ kín chống rò rỉ)
- [7] EN 1593, *Non-destructive testing - Leak testing - Bubble emission techniques* (Thử không phá hủy - Thử rò rỉ - Kỹ thuật phát ra bọt khí)
- [8] EN 1779, *Non-destructive testing - Leak testing - Criteria for method and technique selection* (Thử không phá hủy - Thử rò rỉ - Tiêu chí cho phương pháp và lựa chọn kỹ thuật)
- [9] EN 12263, *Refrigerating systems and heat pumps - Safety switching devices for limiting the pressure - Requirements and test* (Hệ thống lạnh và bơm nhiệt - cơ cấu an toàn chuyển mạch để giới hạn áp suất - Yêu cầu và thử nghiệm)
- [10] EN 12284, *Refrigerating systems and heat pumps - Valves - Requirements testing and marking* (Hệ thống lạnh và bơm nhiệt - Van - Yêu cầu, thử nghiệm và ghi nhãn)
- [11] EN 13185 : 2001, *Non-destructive testing - Leak testing - Tracer gas method* (Thử không phá hủy - Thử rò rỉ - Phương pháp khí đánh dấu)
- [12] EN 14276-1, *Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps - Part 1: Vessels - General Requirements* (Thiết bị chịu áp lực dùng cho hệ thống lạnh và bơm nhiệt - Phần 1: Bình chứa - Yêu cầu chung)
- [13] EN 14276-2, *Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps - Part 2: Piping - General requirements* (Thiết bị chịu áp lực dùng cho hệ thống lạnh và bơm nhiệt - Phần 2: Đường ống - Yêu cầu chung)
- [14] IEC 60068-2-6 : 1995, *Environmental testing - Part 2: Tests - Test Fc: Vibration (sinusoidal)* Thử nghiệm môi trường - Phần 2-6: Các phép thử - Phép thử Fc: Rung (hình sin))