

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 6739:2015

ISO 817:2014

MÔI CHẤT LẠNH - KÝ HIỆU VÀ PHÂN LOẠI AN TOÀN

Refrigerants - Designation and safety classification

Lời nói đầu

TCVN 6739:2015 thay thế cho TCVN 6739:2008.

TCVN 6739:2015 hoàn toàn tương đương với ISO 817:2014 với các thay đổi cho phép.

TCVN 6739:2015 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.

Lời giới thiệu

Phiên bản này bổ sung các ký hiệu môi chất lạnh mới và một hệ thống phân loại an toàn trên cơ sở dữ liệu tính độc và khả năng cháy.

Các phân loại an toàn trong tiêu chuẩn này không xem xét các sản phẩm phân hủy hoặc các sản phẩm cháy. Các tiêu chuẩn sản phẩm và an toàn hệ thống (như TCVN 6104 (ISO 5149), IEC 60335-2-24, IEC 60335-2-34, IEC 60335-2-40 và IEC 60335-2-89) nêu rõ sự phòng ngừa cháy nổ môi chất lạnh trên cơ sở các tính chất được cho trong tiêu chuẩn này.

MÔI CHẤT LẠNH - KÝ HIỆU VÀ PHÂN LOẠI AN TOÀN

Refrigerants - Designation and safety classification

1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định một hệ thống ký hiệu rõ ràng cho các môi chất lạnh. Tiêu chuẩn này cũng xác lập một hệ thống phân loại về an toàn cho các môi chất lạnh, dựa trên tính độc hại và các dữ liệu về khả năng cháy và cung cấp phương tiện xác định giới hạn nồng độ của môi chất lạnh. Các bảng liệt kê các ký hiệu của môi chất lạnh, sự phân loại về an toàn và các giới hạn nồng độ của môi chất lạnh được xây dựng dựa trên các dữ liệu sẵn có cho sử dụng.

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 tiêu chuẩn viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi.

ANSI/ASHRAE Standard 34, *Designation and safety classification of refrigerants (Ký hiệu và phân loại an toàn cho các môi chất lạnh)*;

ASTM E681, *Standard test method for concentration limits of flammability of chemicals (vapours and gases) (Phương pháp thử tiêu chuẩn cho các giới hạn nồng độ của khả năng cháy của các hóa chất (hơi và khí))*

3. Thuật ngữ, định nghĩa, các thuật ngữ viết tắt và ký hiệu

3.1. Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1.1. Tính độc hại mạnh (acute toxicity)

Các tác động có hại đến sức khỏe chỉ do phơi nhiễm trong thời gian ngắn.

3.1.2. Giới hạn phơi nhiễm độc hại mạnh (acute-toxicity exposure limit)

ATEL

Nồng độ khuyến nghị lớn nhất của môi chất lạnh được xác định phù hợp với các hệ thống đã thiết lập và được dùng để giảm rủi ro của các mối nguy hiểm độc hại mạnh đến con người trong trường hợp môi chất lạnh thoát ra.

CHÚ THÍCH: Các hệ thống được quy định trong tiêu chuẩn này.

3.1.3. Tác động gây mê (anaesthetic effect)

Sự làm suy yếu khả năng cảm nhận đau đớn và sự kích thích của các giác quan khác.

3.1.4. Nồng độ xấp xỉ gây chết (approximate lethal concentration) b

ALC

Nồng độ của một môi chất lạnh gây chết cho chỉ một động vật thử nhưng gây chết cho ít hơn 50 % các động vật thuộc nhóm này khi được thử với cùng các điều kiện như đối với một phép thử LC₅₀.

3.1.5. Hỗn hợp đồng sôi (azeotrope)

Hỗn hợp của hai hoặc nhiều môi chất lạnh mà các thành phần cân bằng của pha hơi và pha lỏng của chúng tại một áp suất đã cho là như nhau, tuy nhiên có thể khác nhau tại các điều kiện khác.

3.1.6. Hỗn hợp (blend)

Phối liệu gồm có hai hoặc nhiều môi chất lạnh.

3.1.7. Tốc độ cháy (burning velocity),

S_u

Tốc độ có liên quan đến khí không bị cháy, tại đó một lớp lửa mỏng lan truyền theo hướng vuông góc với mặt trước của ngọn lửa, ở nồng độ của môi chất lạnh với không khí tạo ra tốc độ lớn nhất.

CHÚ THÍCH: Giá trị này được biểu thị bằng centimét trên giây.

3.1.8. Ảnh hưởng đến hệ thần kinh trung ương (Central nervous system effect)

CNS

Sự phiền muộn, xao lãng, kích thích hoặc sự thay đổi về ứng xử khác liên quan đến điều trị đạt tới mức có thể dẫn đến sự suy giảm khả năng thoát khỏi mối nguy hiểm.

3.1.9. Tính độc hại lâu dài (chronic toxicity)

Các tác động có hại đến sức khỏe do sự phơi nhiễm lặp lại trong thời gian dài.

3.1.10. Sự cháy (combustion)

Phản ứng phát nhiệt giữa một thành phần chất oxy hóa (chất cháy) và một chất khử (nhiên liệu cháy).

3.1.11. Hợp chất (compound)

Chất gồm có hai hoặc nhiều nguyên tử được liên kết hóa học với nhau theo các tỷ lệ xác định.

3.1.12. Điểm tới hạn (critical point)

Điểm có các điều kiện trên đó không tồn tại các pha lỏng và khí riêng biệt

3.1.13. Hợp chất mạch vòng (cyclic compound)

Hợp chất hữu cơ có cấu trúc được đặc trưng bởi một vòng khép kín của các nguyên tử

3.1.14. Nồng độ hiệu dụng 50 % (effective concentration 50 %)

EC₅₀

Nồng độ của một môi chất lạnh gây ra hiệu ứng sinh học tới 50 % của các động vật bị phơi nhiễm trong phép thử tác động gây mê hoặc các tác động khác.

CHÚ THÍCH: Giá trị này thường là một giá trị tính toán từ các dữ liệu thực nghiệm

3.1.15. Giới hạn nhiệt độ nâng cao của ngọn lửa (elevated temperature flame limit)

ETFL

Nồng độ nhỏ nhất theo tỷ lệ thể tích (phần trăm thể tích) của môi chất lạnh có khả năng lan truyền một ngọn lửa qua một hỗn hợp đồng nhất của môi chất lạnh và không khí trong các điều kiện thử quy định tại 60,0 °C và 101,3 kPa.

CHÚ THÍCH: Các điều kiện thử được quy định trong 6.1.3.

3.1.16. Tỷ số đương lượng (equivalence ratio)

Phần chất đốt trong hỗn hợp chia cho phần chất đốt ở các điều kiện hệ số tỷ lượng

CHÚ THÍCH 1: Tỷ số đương lượng có thể được viết là (phần chất đốt)/(phần chất đốt)_{st}.

CHÚ THÍCH 2: Tỷ số đương lượng được sử dụng trong xác định tốc độ cháy.

CHÚ THÍCH 3: Các hỗn hợp nghèo có tỷ số đương lượng nhỏ hơn một và các hỗn hợp giàu có tỷ số đương lượng lớn hơn một.

3.1.17. Ngọn lửa (flame)

Sự tập hợp các khí của quá trình cháy nhanh, thường nhìn thấy được do sự phát ra ánh sáng.

3.1.18. Sự lan truyền ngọn lửa (flame propagation)

Sự cháy tạo ra một ngọn lửa liên tục di chuyển hướng lên trên và ra phía ngoài từ một điểm cháy mà không có sự trợ giúp từ nguồn cháy.

CHÚ THÍCH: Sự lan truyền ngọn lửa như đã áp dụng trong phương pháp thử để xác định giới hạn dưới của khả năng cháy (LFL) và phân loại khả năng cháy được quy định trong B.1.7. Sự lan truyền ngọn lửa như đã áp dụng trong phương pháp thử xác định tốc độ cháy được mô tả trong Phụ lục C.

3.1.19. Cháy được (flammable)

Tính chất của một hỗn hợp trong đó ngọn lửa có khả năng tự lan truyền ra một khoảng cách xác định.

3.1.20. Sự cất phân đoạn (fractionation)

Sự thay đổi thành phần của một hỗn hợp bằng sự bay hơi trước của các thành phần dễ bay hơi hơn hoặc sự ngưng tụ của các thành phần bay hơi kém hơn.

3.1.21. Nhiệt trị (heat of combustion)

HOC

Nhiệt thoát ra từ một phản ứng quy định của một chất với oxygen.

CHÚ THÍCH 1: Nhiệt trị được xác định phù hợp với 6.1.3.7.

CHÚ THÍCH 2: Theo tiêu chuẩn này, nhiệt trị được biểu thị là một giá trị dương đối với các phản ứng phát nhiệt, tính bằng năng lượng trên một đơn vị khối lượng (kJ/kg).

3.1.22. Chất đồng phân (isomers)

Hai hoặc nhiều hợp chất có cùng một thành phần hóa học với các cấu hình phân tử khác nhau

3.1.23. Nồng độ gây chết 50 % (lethal concentration 50 %)

LC₅₀

Nồng độ gây ra cái chết đến 50 % các động vật thử nghiệm.

3.1.24. Giới hạn dưới của khả năng cháy (lower flammability limit)

LFL

Nồng độ nhỏ nhất của môi chất lạnh có khả năng làm lan truyền một ngọn lửa qua một hỗn hợp đồng nhất của môi chất lạnh và không khí trong các điều kiện thử quy định ở 23,0 °C và 101,3 kPa.

CHÚ THÍCH 1: Các điều kiện thử được quy định trong 6.1.3.

CHÚ THÍCH 2: LFL được biểu thị bằng phần trăm của môi chất lạnh theo thể tích.

3.1.25. Mức ảnh hưởng có hại thấp nhất quan sát được (lowest observed adverse effect level)

LOAEL

Nồng độ thấp nhất của một môi chất lạnh gây ra bất cứ ảnh hưởng có hại nào quan sát được trong một hoặc nhiều động vật thử nghiệm.

3.1.26. Mức ảnh hưởng có hại không quan sát được (no observed adverse effect level)

NOAEL

Nồng độ cao nhất của một môi chất lạnh tại đó không quan sát được ảnh hưởng có hại trong bất cứ quần thể động vật nào bị phơi nhiễm.

3.1.27. Thành phần danh nghĩa (nominal composition)

Công thức danh nghĩa (nominal formulation)

Thành phần theo thiết kế như đã công bố trong đăng ký hỗn hợp môi chất lạnh, ngoại trừ bất cứ dung sai nào.

CHÚ THÍCH 1: Thành phần của các hỗn hợp môi chất lạnh phải theo liệt kê trong các Bảng 6 và 7, cột 2.

CHÚ THÍCH 2: Khi một bình chứa có chứa chất lỏng với thành phần danh nghĩa của nó là 80 % hoặc lớn hơn thì thành phần của chất lỏng có thể được xem là thành phần danh nghĩa.

3.1.28. Giới hạn phơi nhiễm nghề nghiệp (occupational exposure limit)

Nồng độ trung bình theo thời gian cho một ngày làm việc tám giờ bình thường và một tuần làm việc 40 h trong đó gần như tất cả các công nhân có thể bị phơi nhiễm lặp lại mà không bị ảnh hưởng có hại.

CHÚ THÍCH: Giới hạn phơi nhiễm nghề nghiệp dựa trên các quy định của quốc gia như OSHA PEL, ACGIH TLV - TWA, TERA WEEL hoặc MAK.

3.1.29. Olefin (Olefin)

Hợp chất hóa học không bão hòa chứa ít nhất là một liên kết kép carbon-carbon.

3.1.30. Hợp chất hữu cơ bão hòa (organic compound, saturated)

Hợp chất chứa carbon chỉ có các liên kết đơn giữa các nguyên tử carbon.

3.1.31. Hợp chất hữu cơ không bão hòa (organic compound, unsaturated)

Hợp chất chứa carbon có chứa ít nhất là một liên kết kép hoặc liên kết ba giữa các nguyên tử carbon.

3.1.32. Giới hạn thiếu oxy (oxygen deprivation limit)

ODL

Nồng độ của một môi chất lạnh hoặc khí khác có thể dẫn đến không có đủ oxy cho thở bình thường.

3.1.33. Tốc độ lan truyền ngọn lửa (propagation velocity of flame)

Tốc độ tại đó một ngọn lửa lan truyền trong một không gian.

3.1.34. Sự dập tắt (quenching)

Ảnh hưởng của sự tắt ngọn lửa khi nó tiếp cận một bề mặt do các mất mát của độ dẫn nhiệt, sự hấp thụ của các loại hóa chất hoạt tính và các ảnh hưởng của độ nhớt trên bề mặt.

3.1.35. Môi chất lạnh (refrigerant)

Lưu chất dùng để tải nhiệt trong một hệ thống lạnh, thu nhiệt ở nhiệt độ thấp và áp suất thấp và thải nhiệt ở một nhiệt độ cao hơn và một áp suất cao hơn, thường đi kèm với các thay đổi pha của lưu chất.

3.1.36. Giới hạn nồng độ của môi chất lạnh (refrigerant concentration limit)

RCL

Nồng độ lớn nhất của môi chất lạnh trong không khí, được xác định và được thiết lập để giảm các rủi ro của tính độc hại mạnh, các mối nguy hiểm của sự ngạt thở và khả năng cháy.

CHÚ THÍCH: RCL được xác định phù hợp với tiêu chuẩn này.

3.1.37. Khối lượng mol tương đối (relative molar mass)

Khối lượng có trị số bằng khối lượng phân tử được biểu thị bằng gam trên mol, ngoại trừ không có thứ nguyên.

3.1.38. Nồng độ tỷ lượng cho cháy (stoichiometric concentration for combustion)

C_{st}

Nồng độ của một nhiên liệu trong một hỗn hợp nhiên liệu - không khí chứa lượng không khí chính xác (21 % O_2 /79 % N_2 theo thể tích) cần thiết cho hoàn thành quá trình oxy hóa của tất cả các hợp chất hiện diện.

3.1.39. Giá trị trung bình theo thời gian của giới hạn ngưỡng (threshold limit value-time weighted average)

TLV-TWA

Nồng độ trung bình theo thời gian cho một ngày làm việc bình thường 8 h và một tuần làm việc 40 h trong đó gần như tất cả các công nhân có thể bị phơi nhiễm lặp lại, từ ngày này sang ngày khác, mà không bị ảnh hưởng có hại.

3.1.40. Giới hạn phơi nhiễm trong môi trường làm việc (work place environmental exposure limit)

WEEL

Giới hạn phơi nhiễm nghề nghiệp được đặt ra bởi TERA (Tổ chức nghiên cứu về chất độc để đánh giá rủi ro (Toxicology Excellence for Risk Assessment)).

3.1.41. Công thức cho trường hợp xấu nhất (worst-case formulation)

WCF

Thành phần do áp dụng các dung sai cho thành phần danh nghĩa dẫn đến việc lập công thức cho trường hợp độc hại nhất hoặc có khả năng cháy nhất.

3.1.42. Công thức cho cất phân đoạn cho trường hợp xấu nhất (worst case fractionated formulation)

WCFF

Thành phần được tạo ra trong quá trình cất phân đoạn của công thức cho trường hợp xấu nhất dẫn đến việc lập công thức cho trường hợp độc hại nhất hoặc có khả năng cháy nhất.

3.1.43. Hỗn hợp không đồng sôi (zeotrope)

Hỗn hợp gồm có hai hoặc nhiều môi chất lạnh mà các thành phần của pha hơi và pha lỏng cân bằng của chúng không giống nhau tại bất cứ áp suất nào dưới áp suất tới hạn.

3.2. Thuật ngữ viết tắt

ALC Nồng độ xấp xỉ gây chết

ATEL Giới hạn phơi nhiễm độc hại mạnh

CNS Ảnh hưởng đến hệ thần kinh trung ương

EC₅₀ Nồng độ hiệu dụng 50 %

ETFL Giới hạn nhiệt độ nâng cao của ngọn lửa

HOC Nhiệt trị

LC₅₀ Nồng độ gây chết 50 %

LFL Giới hạn dưới của khả năng cháy

LOAEL Mức ảnh hưởng có hại thấp nhất quan sát được

MAK Nồng độ lớn nhất tại địa điểm làm việc do tổ chức tài trợ nghiên cứu của Đức đặt ra

NOAEL Mức ảnh hưởng có hại không quan sát được

ODL Giới hạn thiếu oxy

PEL Giới hạn phơi nhiễm cho phép

RCL Giới hạn nồng độ của môi chất lạnh

RCL_M RCL được tính bằng gam trên mét khối

RCL_{ppm} CCL được tính bằng phần triệu theo thể tích

TCP Hệ số nồng độ độc hại

TLV-TWA Giá trị trung bình theo thời gian của giới hạn ngưỡng

WCF Công thức cho trường hợp xấu nhất

WCFF Công thức của cát phân đoạn cho trường hợp xấu nhất

WEEL Giới hạn phơi nhiễm trong môi trường làm việc

3.3. Ký hiệu

a_{blend} Chỉ số gây chết đối với một hỗn hợp môi chất lạnh

a_n Chỉ số gây chết đối với thành phần n trong một hỗn hợp môi chất lạnh

a_f Diện tích mặt cắt ngang của đáy ngọn lửa

A_f Diện tích bề mặt ngọn lửa

b_n Chỉ số nhạy cảm với bệnh tim đối với thành phần n trong một hỗn hợp môi chất lạnh

b_{blend} Chỉ số nhạy cảm với bệnh tim của một hỗn hợp môi chất lạnh

c_n Chỉ số có ảnh hưởng gây mê đối với thành phần n trong một hỗn hợp môi chất lạnh

c_{blend} Chỉ số có ảnh hưởng gây mê của một hỗn hợp môi chất lạnh

C_{blend} Hệ số nồng độ độc hại của một hỗn hợp môi chất lạnh

C_n Hệ số nồng độ độc hại đối với thành phần n

C_{st} Nồng độ tỷ lượng cho cháy

S_s Tốc độ lan truyền ngọn lửa, được biểu thị bằng centimet trên giây

S_u Tốc độ cháy, được biểu thị bằng centimet trên giây

x_n Thành phần mol các thành phần n của một hợp chất môi chất lạnh

φ_{max} Tỷ số đương lượng ở tốc độ cháy lớn nhất

4. Đánh số môi chất lạnh

4.1. Phải ấn định cho mỗi môi chất lạnh một số hiệu nhận dạng. Các số hiệu được ấn định cho các môi chất lạnh và sự phân loại an toàn được giới thiệu trong các Bảng 5, 6 và 7. Các Bảng E.4, E.5 và E.6 cung cấp các ký hiệu cho các môi chất lạnh chưa có đủ dữ liệu cho phân loại an toàn hoặc xác định giá trị của một ATEL hoặc RCL.

4.2. Các số liệu nhận dạng được ấn định cho hydrocarbon, halocarbon và các môi chất lạnh khác của

methane, ethane, ethene, propane, propene và dãy cyclobutance sao cho có thể xác định rõ ràng thành phần hóa học của các hợp chất từ các số liệu của môi chất lạnh và ngược lại, mà không có sự nhầm lẫn. Có thể xác định một cách tương tự cấu trúc phân tử đối với methane, ethane, ethene và phần lớn các dãy propane và propene chỉ từ số liệu nhận dạng.

- 4.2.1.** Chữ số thứ nhất ở bên phải là số lượng các nguyên tử fluorine (F) trong hợp chất
- 4.2.2.** Chữ số thứ hai từ bên phải là số lượng các nguyên tử hydrogen (H) trong hợp chất cộng thêm 1
- 4.2.3.** Chữ số thứ ba từ bên phải là số lượng các nguyên tử carbon (C) trong hợp chất trừ đi 1. Khi chữ số này bằng 0 thì nó được loại bỏ đi khỏi số liệu.
- 4.2.4.** Chữ số thứ tư từ bên phải bằng số lượng các liên kết kép carbon-carbon trong hợp chất. Khi chữ số này bằng 0 thì nó được loại bỏ đi khỏi số liệu.
- 4.2.5.** Trong trường hợp có sự hiện diện của bromine (Br) và iodine (I) thì cũng áp dụng quy tắc tương tự, ngoại trừ chữ hoa B hoặc I đặt sau ký hiệu được xác định theo 4.2.1 đến 4.2.4 chỉ ra sự hiện diện của bromine và iodine. Số theo sau chữ B hoặc I chỉ ra số lượng các nguyên tử bromine hoặc iodine hiện diện.
- 4.2.6.** Số lượng các nguyên tử chlorine (Cl) trong hợp chất bằng hiệu số giữa tổng số các nguyên tử có thể liên kết với các nguyên tử carbon (C) và tổng số các nguyên tử fluorine (F), bromine (Br), iodine (I), và hydrogen (H). Đối với các hợp chất hữu cơ bão hòa, số lượng này là $2n + 2$ trong đó n là số lượng các nguyên tử carbon. Số lượng là $2n$ đối với các hợp chất có một liên kết kép và các hợp chất mạch vòng bão hòa.
- 4.2.7.** Các nguyên tử carbon phải được đánh số với số 1 được ấn định cho nguyên tử carbon cuối cùng với số lượng lớn nhất của các nguyên tử halogen, và các nguyên tử carbon theo sau được đánh số theo trình tự như khi chúng xuất hiện trên một mạch thẳng. Trong trường hợp cả hai nguyên tử carbon cuối cùng chứa cùng một số lượng các nguyên tử halogen (khác nhau) trừ số 1 được ấn định cho nguyên tử carbon cuối cùng có số lượng lớn nhất các nguyên tử bromine, rồi đến chlorine, fluorine và iodine. Nếu hợp chất là một olefin thì nguyên tử carbon cuối cùng gần nhất với liên kết kép sẽ được ấn định là số 1, vì sự hiện diện của một liên kết kép trong xương sống của phân tử được quyền ưu tiên trước các nhóm thay thế trên phân tử.
- 4.2.8.** Đối với các hợp chất mạch vòng, chữ C được sử dụng trước các số nhận dạng môi chất lạnh (ví dụ R-C318, PFC-C318).
- 4.2.9.** Trong trường hợp các chất đồng phân trong dãy ethane thì các chất đồng phân phải có cùng một số hiệu với chất đồng phân đối xứng nhất được chỉ thị bởi chỉ một số hiệu. Vì các chất đồng phân ngày càng trở nên mất đối xứng cho nên phải thêm vào các chữ cái thường liên tiếp (nghĩa là a, b hoặc c). Tính đối xứng được xác định trước tiên bằng việc cộng khối lượng nguyên tử của các nguyên tử halogen và hydrogen được gắn vào mỗi nguyên tử carbon. Xác định hiệu số giữa các tổng số này, và hiệu số có giá trị tuyệt đối càng nhỏ thì tính đối xứng của chất đồng phân càng cao.
- 4.2.10.** Trong trường hợp các chất đồng phân trong dãy propane, các chất đồng phân phải có cùng một số hiệu và được phân biệt bởi hai chữ cái thường bổ sung thêm. Chữ cái bổ sung thứ nhất chỉ sự thay thế đối với nguyên tử carbon trung tâm (C2) như đã chỉ dẫn trong Bảng 1.

Bảng 1 - Các chữ cái bổ sung cho các chất đồng phân propane

Chất đồng phân	Chữ cái bổ sung
CCL ₂	a
CCIF	b
CF ₂	c
CHCl	d
CHF	e
CH ₂	f

Đối với các chất dẫn xuất halogen của cyclopropane, nguyên tử carbon có tổng lớn nhất của các khối lượng nguyên tử liên kết phải được xem là nguyên tử carbon trung tâm; đối với các hợp chất này thì chữ cái được bổ sung thêm đầu tiên được bỏ qua. Chữ cái bổ sung thứ hai chỉ ra tính đối xứng tương đối của các chất thay thế đối với các nguyên tử carbon cuối cùng (C1 và C3). Tính đối xứng được xác định trước tiên bằng cách cộng các khối lượng nguyên tử của các nguyên tử halogen và hydrogen liên kết với các nguyên tử carbon C1 và C3. Xác định hiệu số giữa các tổng này và hiệu số có giá trị tuyệt đối càng nhỏ thì tính đối xứng của chất đồng phân càng cao. Khác với dãy ethane, tuy nhiên, chất đồng phân đối xứng nhất có một chữ cái bổ sung thứ hai a (trái với chữ cái bổ sung cho các chất đồng phân ethane); các chất đồng phân có tính không đối xứng tăng lên được ấn định bởi các chữ cái liên tiếp. Bỏ qua các chữ cái bổ sung khi không có chất đồng phân nào được chấp nhận có tính đối xứng và chỉ có số liệu biểu thị rõ ràng cấu trúc của phân tử; ví dụ CF₃CF₂CF₃ được ký hiệu là R-218 mà không

phải là R218ca. Một ví dụ về hệ thống này được cho trong Phụ lục A. Các chất đồng phân dãy propane chứa bromine không được bổ sung thêm các chữ cái được cho trong 4.2.11 và Bảng 2.

4.2.11. Trong trường hợp các chất đồng phân trong dãy propane thì các chất đồng phân có cùng một số hiệu và được phân biệt bởi hai chữ cái thường bổ sung - chữ cái bổ sung thứ nhất chỉ ra một nguyên tử liên kết với nguyên tử carbon trọng tâm và phải là x, y hoặc z đối với Cl, F và H tương ứng. Chữ cái thứ hai chỉ ra sự thay thế bằng methylene carbon cuối như đã chỉ dẫn trong Bảng 2.

Bảng 2 - Các chữ cái bổ sung cho chất đồng phân propene

Chất đồng phân	Chữ cái bổ sung
CCl ₂	a
CCIF	b
CF ₂	c
CHCl	d
CHF	e
CH ₂	f

Trong trường hợp khi các chất đồng phân lập thể có thể xuất hiện, chất đồng phân đối lập (Entgegen) sẽ được nhận dạng bằng tiếp vị ngữ (E) và chất đồng phân cùng phía (Zusammen) sẽ được nhận dạng bằng tiếp vị ngữ (Z).

4.3. Các môi chất lạnh gốc ether phải được ký hiệu với tiền tố: "E" (để chỉ "ether") đặt ngay trước số hiệu. Áp dụng 4.2, trừ các sự khác biệt sau:

4.3.1. Các ether dimethyl hai carbon (ví dụ R-E125, CHF₂-O-CF₃) không cần đến các tiếp vị ngữ khác ngoài các tiếp vị ngữ được quy định trong 4.2.9 vì sự hiện diện của tiền tố "E" đã đưa ra sự mô tả rất rõ ràng.

4.3.2. Đối với mạch thẳng, các ether ba carbon, các nguyên tử carbon phải được đánh số với số 1 được ấn định cho carbon cuối cùng với số lượng các nguyên tử halogen lớn nhất, và các nguyên tử carbon theo sau được đánh số theo trình tự khi chúng xuất hiện trên mạch thẳng. Trong trường hợp khi cả hai carbon cuối cùng chứa cùng một số lượng các nguyên tử halogen (khác nhau) thì số 1 phải được ấn định cho nguyên tử carbon cuối cùng có số lượng lớn nhất của các nguyên tử bromine, rồi đến chlorine, fluorine và iodine. Đối với các ethers có nhiều hơn ba nguyên tử carbon, hợp chất phải được gán cho một số hiệu trong dãy 600, các hợp chất hữu cơ khác như đã mô tả trong 4.5.

4.3.2.1. Phải bổ sung thêm vào sau các chữ tiếp vị ngữ một số nguyên nhận dạng nguyên tử carbon thứ nhất được liên kết với oxygen ethers (ví dụ, R-E236ea2, CHF₂-O-CHF-CF₃).

4.3.2.2. Trong trường hợp các cấu trúc hydrocarbon đối xứng khác thì oxygen ethers phải được ấn định cho nguyên tử carbon có vị trí chính trong công thức.

4.3.2.3. Trong trường hợp chỉ có duy nhất một chất đồng phân đối với hydrocarbon của cấu trúc ether như CF₃-O-CF₂-CF₃ thì các chữ cái tiếp vị ngữ đã quy định trong 4.2.9, 4.2.10 và 4.2.11 phải được bỏ đi. Trong ví dụ này, ký hiệu đúng phải là R-E218.

4.3.2.4. Các cấu trúc chứa hai nguyên tử oxy, di-ethers phải được ký hiệu với hai số nguyên tiếp vị ngữ để chỉ vị trí của các nguyên tử oxy ether.

4.3.3. Đối với các ethers mạch vòng mang cả hai tiền tố "C" và "E" thì phải đặt C trước E như "CE" để ký hiệu cho "ethers mạch vòng". Đối với các ethers mạch vòng có bốn thành phần bao gồm các ba nguyên tử carbon và một nguyên tử oxy ether thì các ký hiệu số cơ bản cho các nguyên tử hydrocarbon phải được cấu trúc theo tiêu chuẩn hiện hành đối với danh mục hydrocarbon như đã mô tả trong 3.2.

4.4. Các hỗn hợp được ấn định cho một số hiệu môi chất lạnh trong dãy 400 hoặc 500

4.4.1. Các hỗn hợp không đồng sôi phải được ấn định cho từng số hiệu nhận dạng trong dãy 400. Để phân biệt giữa các hỗn hợp đồng sôi khác nhau có cùng các thành phần nhưng với các tỷ lệ khác nhau, cần bổ sung thêm vào sau số hiệu một chữ cái hoa (A, B, C,...).

4.4.2. Các hỗn hợp đồng sôi phải được ấn định cho từng số hiệu nhận dạng trong dãy 500. Để phân biệt giữa các hỗn hợp đồng sôi khác nhau có cùng các thành phần nhưng với các tỷ lệ khác nhau, cần bổ sung thêm vào sau số hiệu một chữ hoa (A, B, C...).

4.4.3. Các hỗn hợp phải có các dung sai được quy định cho các bộ phận riêng. Các dung sai này phải được quy định tới phần khối lượng gần nhất 0,1 %. Dung sai trên hoặc dưới giá trị danh nghĩa không được vượt quá phần khối lượng 2,0 %. Dung sai trên và dưới giá trị danh nghĩa không được nhỏ hơn phần khối lượng 0,1 %. Độ chênh lệch giữa các dung sai lớn nhất và nhỏ nhất không được vượt quá một nửa tỷ lệ thành phần danh nghĩa của thành phần trong hỗn hợp.

4.5. Các hợp chất hữu cơ khác phải được ấn định các số liệu trong dãy 600 trong các nhóm mười như đã nêu trong Bảng E.4 cho từng ký hiệu trong phạm vi các nhóm. Đối với các hydrocarbons bão hòa có 4 đến 8 nguyên tử carbon, số liệu được ấn định phải là 600 cộng với số lượng các nguyên tử trừ đi 4. Ví dụ, butane là R-600, pentane là R-601, hexane là R-602, heptane là R-603 và octane là R-604. Hydrocarbon mạch thẳng hoặc “tiêu chuẩn” không có tiếp vị ngữ. Đối với các chất đồng phân của hydrocarbons có 4 đến 8 nguyên tử carbon, các chữ cái thường “a”, “b”, “c” v.v... được bổ sung cho các chất đồng phân theo các nhóm được liên kết với mạch carbon dài nhất như đã chỉ dẫn trong Bảng 3. Ví dụ, R-601a được ấn định cho 2 methylbutane (isopentane) và R-601b có thể được ấn định cho 2,2-dimethyl propane (neopentane). Các chất đồng phân hỗn hợp trong đó nồng độ của một chất đồng phân lớn hơn hoặc bằng 4 % phải được ấn định một số liệu trong dãy 400 hoặc 500.

Bảng 3 - Các tiếp vị ngữ của các hợp chất hữu cơ khác

Nhóm liên kết	Tiếp vị ngữ
Không (mạch thẳng)	Không có tiếp vị ngữ
2 - methyl	a
2,2 - dimethyl	b
3 - methyl	c
2,3 - dimethyl	d
3,3 - dimethyl	e
2,4 - dimethyl	f
2,2,3-trimethyl	g
3 - ethyl	h
4 - methyl	i
2,5 - dimethyl	j
3,4 - dimethyl	k
2,2,4 - trimethyl	l
2,3,3 - trimethyl	m
2,3,4 - trimethyl	n
2,2,3,3 - tetramethyl	o
3 - ethyl - 2 - methyl	p
3 - ethyl - 3 - methyl	q

4.6. Các hợp chất vô cơ phải được ấn định các số hiệu nhận dạng trong dãy 700 và dãy 7000

4.6.1. Đối với các hợp chất có các khối lượng mol tương đối nhỏ hơn 100 thì số hiệu phải bằng tổng số của 700 và khối lượng mol tương đối được làm tròn tới số nguyên gần nhất.

4.6.2. Đối với các hợp chất có các khối lượng mol bằng hoặc lớn hơn 100 thì số hiệu nhận dạng phải bằng tổng số của 7000 và khối lượng mol tương đối được làm tròn tới số nguyên gần nhất.

4.6.3. Khi hai hoặc nhiều môi chất lạnh vô cơ có cùng khối lượng phân tử thì phải bổ sung thêm vào các chữ hoa (nghĩa là A, B, C v.v...) cho từng ký hiệu để phân biệt chúng với nhau bắt đầu với chữ A cho môi chất lạnh vô cơ được nhận dạng thứ hai có khối lượng mol đã cho.

5. Tiền tố của ký hiệu

5.1. Tiền tố chung

Số hiệu nhận dạng, như đã xác định theo Điều 4 phải được đặt trước bởi chữ R hoặc từ Môi chất lạnh trừ khi sử dụng các tiền tố ký hiệu thành phần như đã mô tả trong 5.2. Giữa chữ R hoặc từ môi chất lạnh và số ký hiệu không có ký tự trống, có một ký tự trống hoặc sử dụng một dấu gạch ngang.

Các ví dụ bao gồm: R134a, Môi chất lạnh 134a, R 134a và R-134a.

5.2. Tiền tố ký hiệu thành phần

Đối với các họ fluorocarbon và hydrocarbon, phải đặt trước số hiệu nhận dạng như đã xác định trong Điều 4, một chuỗi các chữ cái ký hiệu các nguyên tố cấu thành hợp chất. Tiền tố ký hiệu thành phần phải bao gồm chữ cái đầu tiên của các nguyên tố chứa trong hợp chất. Nguyên tố đầu tiên được liệt kê phải là H đối với hydrogen nếu có và nguyên tố cuối cùng phải là C đối với carbon. Các chữ cái trung gian phải biểu thị các halogen được liệt kê theo thứ tự sau: I đối với iodine, B đối với bromine, C đối với chlorine và F đối với fluorine.

CHÚ THÍCH 1: Các hợp chất có halogen chứa hydrogen có tiềm năng phân hủy tầng trước khi đạt tới tầng bình lưu.

Các tiền tố ký hiệu thành phần đối với các ethers phải được thay thế "C" bằng "E" như HFE, HCFE và CFE với các tên gọi tương ứng là hydrofluoroether, hydrochlorofluoroether và chlorofluoroether. E trong số nhận dạng phải được bỏ đi khi sử dụng các tiền tố ký hiệu thành phần. Các tiền tố ký hiệu thành phần đối với các olefins có halogen phải là CFC, HCFC hoặc HFC với các tên gọi tương ứng là chlorofluorocarbon, hydrochlorofluorocarbon hoặc hydrofluorocarbon, hoặc các sự thay thế O cho carbon C như CFO, HCFO hoặc HFO với các tên gọi tương ứng cho chlorofluoro-olefin, hydrochlorofluoro olefin hoặc hydrofluoro-olefin.

CHÚ THÍCH 2: Các olefins có halogen là một tập hợp con của các hợp chất hữu cơ halogen (hoặc chứa carbon) có tuổi thọ trong khí quyển ngắn hơn nhiều so với các bản sao bão hòa của chúng.

Ngoài ra, khi một hợp chất môi chất lạnh được fluorinated hóa hoàn toàn thì sử dụng ký hiệu PFC. Các ví dụ được chỉ dẫn trong Bảng 4.

Bảng 4 - Các ví dụ của các tiền tố ký hiệu thành phần

Môi chất lạnh	Thành phần	Tiền tố và ký hiệu
Chlorofluorocarbon 12	CCl_2F_2	CFC-12
Hydrochlorofluorocarbon 22	CHClF_2	HCFC-22
Hydrofluorocarbon 134a	CH_2FCF_3	HFC-134a
Perfluorocarbon 116	CF_3CF_3	PFC-116
Hydrocarbon 600a	$(\text{CH}_3)_2\text{CH CH}_3$	HC-600a
Perfluorocarbon C318	$-(\text{CF}_2)_4-$	PFC-C318
Hydrofluoroether E125	CHF_2OCF_3	HFE-125
Hydrofluoro-olefin 1234yf	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$	HFO-1234yf

Có thể nhận dạng các hỗn hợp có các số liệu đã ấn định bằng sự liên kết các tiền tố ký hiệu thành phần thích hợp của các thành phần riêng (ví dụ R-500 [CFC-12/HFC-152a]). Các thành phần của hỗn hợp phải được liệt kê theo thứ tự tăng lên của điểm sôi bình thường. Có thể nhận dạng các hỗn hợp không có các số liệu đã ấn định khi sử dụng các tiền tố ký hiệu thành phần cho mỗi thành phần (ví dụ, HCFC-22/HFC-152a/CFC-114 [36,0/24,0/40,0]. Ở đây [36,0/24,0/40,0] biểu thị thành phần khối lượng của mỗi thành phần được tính theo phần trăm.

6. Phân loại an toàn

6.1. Quy định chung

6.1.1. Phân loại an toàn - Thành phần

Phân loại an toàn phải gồm có hai ký tự chữ và số (ví dụ A2 hoặc B1) với một ký tự thứ ba L ký hiệu cho tốc độ cháy thấp; chữ cái hoa chỉ thị tính độc hại như đã xác định trong 6.1.2; chữ số Ả rập mô tả khả năng cháy như đã xác định trong 6.1.3. Các hỗn hợp phải được ấn định là sự phân loại nhóm an toàn kép với hai sự phân loại được tách biệt bởi dấu gạch chéo (/). Sự phân loại thứ nhất đã liệt kê phải là sự phân loại tính toán theo công thức cho trường hợp xấu nhất (WCF) của hỗn hợp. Sự phân loại thứ hai đã liệt kê phải là sự phân loại tính toán theo công thức cắt phân đoạn cho trường hợp xấu nhất (WCFF).

6.1.2. Phân loại tính độc hại

Các môi chất lạnh phải được phân loại theo một trong hai cấp A hoặc B, dựa trên sự phơi nhiễm cho phép.

- Cấp A (tính độc hại lâu dài thấp) có nghĩa là các môi chất lạnh có giới hạn phơi nhiễm nghề nghiệp 400 ppm¹ hoặc lớn hơn;

- Cấp B (tính độc hại lâu dài cao) có nghĩa là các môi chất lạnh có giới hạn phơi nhiễm nghề nghiệp nhỏ hơn 400 ppm.

CHÚ THÍCH: Giới hạn phơi nhiễm nghề nghiệp dựa trên OSHA PEL, ACGIH TLV-TWA, TERA WEEL hoặc MAK.

6.1.3. Phân loại khả năng cháy - Phân loại chung

6.1.3.1. Phân loại khả năng cháy

¹ 0,01 % thể tích (phần theo phần trăm thể tích) tương đương với 100 ppm, ppm là đơn vị không được ISO tán thành.

Các môi chất lạnh phải được phân loại là một trong bốn cấp (1, 2L, 2 hoặc 3) dựa trên thử nghiệm giới hạn dưới của khả năng cháy được tiến hành phù hợp với ASTM E681 như đã quy định trong Phụ lục B, phép đo tốc độ cháy lớn nhất được tiến hành theo phương pháp như đã mô tả dưới đây và nhiệt trị được xác định phù hợp với 6.1.37. Phải tiến hành cả hai phép thử giới hạn dưới của khả năng cháy và tốc độ cháy ở các nhiệt độ được quy định bên dưới.

Phải tiến hành phép đo tốc độ cháy theo Phụ lục C hoặc phương pháp tin cậy khác. Phương pháp được lựa chọn phải phù hợp với các phương pháp đã xác lập để xác định tốc độ cháy bằng cách chứng minh sự phù hợp với TCVN 6739 (ISO 817). Các kết quả đo tốc độ cháy của cơ quan duy trì (MA) ($6,7 \pm 0,7$) cm/s đối với R-32 và ($23,0 \pm 2,3$) cm/s đối với R-152a, hoặc có bằng chứng hiển nhiên biểu thị độ chính xác của phương pháp. Phép đo phải được tiến hành bắt đầu từ LFL tới ít nhất là 125 % nồng độ tỷ lượng. Phải thực hiện phép đo có các độ tăng hầu hết là 10 % nồng độ tỷ lượng và mỗi phép đo phải được lặp lại ít nhất là 2 lần. Tốc độ cháy lớn nhất là giá trị lớn nhất thu được từ sự lựa chọn đoạn đường cong thích hợp nhất cho các điểm đo. Hỗn hợp khí phải được tạo ra bằng bất cứ phương pháp nào chế tạo ra một hỗn hợp không khí/môi chất lạnh có độ chính xác tới $\pm 0,1$ % trong buồng thử. Phải sử dụng không khí khô được tái tạo ra (nhỏ hơn 0,00015 g, hơi nước trên gam không khí khô) có chứa $21,0 \pm 0,1$ % O₂ làm chất oxy hóa. Khí cháy được phải có độ tinh khiết nhỏ nhất là 99,5 % theo khối lượng.

CHÚ THÍCH 1: Các phương pháp dùng cho xác định tốc độ cháy bao gồm phương pháp ống thẳng đứng và phương pháp bình chứa kín [14].

CHÚ THÍCH 2: Các phương pháp đã được sử dụng cho hòa trộn bao gồm a) sự hòa trộn có nén được thực hiện khi sử dụng áp suất riêng phần, hoặc b) các phương pháp lưu lượng định lượng có thể là dụng cụ đo lưu lượng thể tích và các bộ điều khiển lưu lượng khối lượng để cố định tỷ lệ của không khí và môi chất lạnh.

6.1.3.2. Cấp 1 (không có sự lan truyền ngọn lửa)

Các môi chất lạnh hỗn hợp đơn hoặc các hỗn hợp môi chất lạnh WCF và WCFF không biểu lộ sự lan truyền ngọn lửa khi được thử trong không khí ở 60 °C và 101,3 kPa.

6.1.3.3. Cấp 2L (khả năng cháy thấp)

Các môi chất lạnh hỗn hợp đơn hoặc các hỗn hợp môi chất lạnh (WCF và WCFF) đáp ứng tất cả các điều kiện sau:

- Biểu hiện có sự lan truyền ngọn lửa khi được thử ở 60 °C và 101,3 kPa,
- Có LFL > 3,5 % theo thể tích (xem 6.1.3.6 nếu môi chất lạnh không có LFL ở 23 °C và 101,3 kPa),
- Có nhiệt trị < 19000 kJ/kg (xem 6.1.3.7), và,
- Có tốc độ cháy lớn nhất ≤ 10 cm/s khi được thử ở 23 °C và 101,3 kPa.

6.1.3.4. Cấp 2 (cháy được)

Các môi chất lạnh hỗn hợp đơn hoặc các hỗn hợp môi chất lạnh (WCF và WCFF) đáp ứng tất cả các điều kiện sau:

- Biểu hiện có sự lan truyền ngọn lửa khi được thử ở 60 °C và 101,3 kPa,
- Có LFL > 3,5 % theo thể tích (xem 6.1.3.6 nếu môi chất lạnh không có LFL ở 23 °C và 101,3 kPa),
- Có nhiệt trị < 19 000 kJ/kg (xem 6.1.3.7)

6.1.3.5. Cấp 3 (khả năng cháy cao)

Các môi chất lạnh hợp chất đơn hoặc các hỗn hợp môi chất lạnh WCF và WCFF đáp ứng các điều kiện sau:

- Biểu hiện có sự lan truyền ngọn lửa khi được thử ở 60 °C và 101,3 kPa và
- Có LFL $\leq 3,5$ % theo thể tích (xem 6.1.3.6 nếu môi chất lạnh không có LFL tại 23 °C và 101,3 kPa); hoặc có nhiệt trị ≥ 19000 kJ/kg.

6.1.3.6. LFL hoặc ETFL

Đối với các môi chất lạnh hoặc các hỗn hợp môi chất lạnh cấp 2L, 2 hoặc cấp 3, phải xác định LFL. Đối với các môi chất lạnh hoặc các hỗn hợp môi chất lạnh cấp 2L, 2 hoặc cấp 3 không có sự lan truyền ngọn lửa khi được thử ở 23 °C và 101,3 kPa (nghĩa là không có LFL), giới hạn nhiệt độ nâng cao của ngọn lửa (ETFL) phải được sử dụng thay cho LFL để xác định sự phân loại khả năng cháy của chúng.

6.1.3.7. Nhiệt trị

Phải xác định nhiệt trị ở 25 °C và 101,3 kPa như sau:

6.1.3.7.1. Đối với các môi chất lạnh hỗn hợp đơn phải tính toán nhiệt trị các giá trị của nhiệt tạo thành được lập thành bảng trong một sổ sổ tay và các dữ liệu cơ bản về các tính chất hóa học và vật lý.

Nhiệt trị (các giá trị dương và phát nhiệt), là enthalpy của sự tạo thành các chất phản ứng (thuốc thử) (môi chất lạnh và oxygen) trừ đi enthalpy của sự tạo thành các sản phẩm của phản ứng. Các giá trị tính toán phải là cơ sở cho sự cháy hoàn toàn của một mole môi chất lạnh có đủ oxygen cho một phản ứng tỷ lệ. Các chất phản ứng và các sản phẩm cháy phải được giả thiết là ở pha khí. Các sản phẩm cháy phải là HF, CO₂ (N₂, SO₂, nếu nitrogen hoặc sulfur là một phần của cấu trúc phân tử của môi chất lạnh) và HCl nếu có đủ hydrogen trong phân tử. Vượt quá H phải được giả thiết để chuyển đổi thành H₂O. Nếu không có đủ hydrogen cho sự tạo thành HF và HCl nhưng đủ để tạo thành HF thì sự tạo thành HF được ưu tiên hơn so với sự tạo thành HCl. Nếu có đủ hydrogen cho sự tạo thành HF thì F còn lại được ưu tiên tạo ra COF₂ so với sự tạo thành CO₂, Cl còn lại tạo ra Cl₂.

6.1.3.7.2. Đối với các hỗn hợp môi chất lạnh, phải tính toán nhiệt trị có thành phần danh nghĩa từ phương trình cân bằng tỷ lệ của tất cả các môi chất lạnh thành phần trong đó tổng số các mole của môi chất lạnh phải bằng 1.

CHÚ THÍCH: Có thể thấy rằng vì sự phân chia các phân tử môi chất lạnh thành các nguyên tử cấu thành của chúng và sự tạo ra một phân tử dựa trên giả thuyết có cùng một tỷ số mole của tổng carbons, hydrogens, fluorines v.v... như trong hỗn hợp gốc. Phân tử dựa trên giả thuyết có thể được xử lý sau đó như một môi chất lạnh tinh khiết như trong 6.1.3.7.1. Nhiệt tạo thành đối với phân tử dựa trên giả thuyết này là giá trị mole trung bình của các nhiệt tạo thành đối với các phân tử của hỗn hợp gốc.

6.2. Sơ đồ ma trận của hệ thống phân loại nhóm an toàn

Các phân loại về tính độc hại và khả năng cháy được mô tả trong 6.1.2 và 6.1.3 tạo ra tám sự phân loại an toàn riêng biệt (A1, A2L, A2, A3, B1, B2L, B2 và B3) cho các môi chất lạnh. Các phân loại này được trình bày bằng ma trận thể hiện trên Hình 1.

	Nhóm an toàn	
Khả năng cháy cao	A3	B3
Cháy được	A2	B2
Khả năng cháy thấp	A2L	B2L
Không có sự lan truyền ngọn lửa	A1	B1
	Tính độc hại thấp	Tính độc hại cao

Hình 1 - Các nhóm an toàn như đã xác định bằng khả năng cháy và tính độc hại

7. Phân loại môi chất lạnh

Các môi chất lạnh được ấn định là các loại được chỉ dẫn trong các Bảng 5, 6 và 7.

8. Giới hạn của nồng độ môi chất lạnh (RCL)

8.1. Quy định chung

Việc xác định RCL phải dựa trên giả thiết sự bay hơi hoàn toàn và sự hòa trộn đồng đều; không còn cặn khi hòa tan, phản ứng hoặc sự phân hủy trong dung tích chứa. Các hệ số an toàn được tính đến trong khi cân nhắc các nồng độ cục bộ tạm thời hoặc các độ không đảm bảo trong các dữ liệu thử.

RCL đối với mỗi môi chất lạnh phải là đại lượng thấp nhất của các đại lượng được tính toán phù hợp với 8.1.1.1, 8.1.2 và 8.1.3 khi sử dụng các dữ liệu như đã chỉ dẫn trong 8.2 và được điều chỉnh phù hợp với 8.4 trừ khi có lập luận khoa học hỗ trợ cho một giá trị khác.

8.1.1. Yêu cầu chung

8.1.1.1. Giới hạn phơi nhiễm độc hại mạnh (ATEL)

ATEL là hệ số nồng độ độc hại (TCF) thấp nhất trong các hệ số nồng độ độc hại 8.1.1.2, 8.1.1.3, 8.1.1.4 và 8.1.1.5. Đối với các hỗn hợp, các giá trị của thông số riêng trong 8.1.1.1 đến 8.1.1.5 phải được tính toán theo công thức sau:

$$\frac{1}{C_{\text{blend}}} \approx \frac{x_1}{C_1} + \frac{x_2}{C_2} + \dots + \frac{x_n}{C_n}$$

Trong đó:

x_n là tỉ phần mol của thành phần n của hỗn hợp;

C_n là TCF đối với thành phần n phù hợp với ISO 10298.

CHÚ THÍCH - Về một tính toán mẫu của ATEL, xem Phụ lục D và về danh mục các giá trị liên quan đến tính toán ATEL và RCL, xem Phụ lục E.

8.1.1.2. Sự chết (tử vong)

Giá trị phải được lựa chọn theo các ưu tiên sau:

Ưu tiên thứ nhất: 28,3 % của 4-h LC₅₀ đối với chuột

Ưu tiên thứ hai: 28,3 % của 4-h ALC đối với chuột với điều kiện là không gây ra sự chết cho nhiều hơn một nửa động vật bị phơi nhiễm.

CHÚ THÍCH: 28,3 % là giá trị dựa trên tính toán lại LC₅₀ trong thời gian 30 min với một hệ số an toàn bằng 10. Thời gian 30 min là thời gian yêu cầu để thoát ra từ một khu vực có rò rỉ môi chất lạnh một lượng $0,283 = (4/0,5)^{1/2}/10$.

Ưu tiên thứ ba: Nếu không xác định được giá trị nào, 0 ppm¹⁾

Phải sử dụng các công thức (1) và (2) để điều chỉnh các giá trị LC₅₀ hoặc ALC đã được xác định với các phép thử 15 min đến 8 h cho các môi chất lạnh không có sẵn các dữ liệu 4-h:

$$LC_{50(t_1)} = LC_{50(t_2)} \times (t_2 / t_1)^{1/2} \quad (1)$$

và

$$ALC_{t_1} = ALC_{t_2} \times (t_2 / t_1)^{1/2} \quad (2)$$

Trong đó:

t₁ là 4h;

t₂ là khoảng thời gian thử, được tính bằng giờ, áp dụng cho 0,25 h đến 8 h.

8.1.1.3. Sự nhạy cảm hóa của tim

Không yêu cầu phải nghiên cứu sự nhạy cảm hóa của tim trong xác định ATEL nếu 4-h LC₅₀ hoặc 4-h ALC trong 8.1.1.3 nhỏ hơn 10 000 ppm theo thể tích hoặc nếu môi chất lạnh tim thấy bằng xem xét tính độc hại không gây ra sự nhạy cảm hóa của tim.

CHÚ THÍCH 1: Sự nhạy cảm hóa của tim là một phần của chức năng đạt được một mức máu nhất định của chất. Nếu chất quá độc hại thì có thể thấy các biểu lộ khác của tính độc hại hoặc gây chết người trước khi phát triển chứng loạn nhịp tim. Không có các hydrocarbon hoặc hydrohalocarbon nào có LC₅₀ thấp đã gây ra chứng loạn nhịp tim. [13]

Giá trị phải được lựa chọn theo ưu tiên sau:

Ưu tiên thứ nhất: 100 % NOAEL đối với sự nhạy cảm hóa của tim trong các liều lượng gây mê. Nếu trong quá trình của phép thử sự nhạy cảm hóa của tim, các ảnh hưởng khác làm giảm sự nghiên cứu trước khi xác định một ngưỡng cho sự nhạy cảm hóa của tim, mức phơi nhiễm cao nhất được thử với các dữ liệu đã được thu thập cho ít nhất là một nửa các động vật được thử có thể được sử dụng làm NOAEL đánh giá đối với điểm nhạy cảm hóa cuối cùng của tim. Các điều kiện ở đó vấn đề nêu trên có thể xảy ra là sự quan sát các dấu hiệu lâm sàng của các ảnh hưởng của hệ thần kinh trung ương hoặc các dấu hiệu ghi được của độ độc hại ảnh hưởng đến cơ thể. Trong các tình huống này, NOAEL cho các dấu hiệu này sẽ thấp hơn mức phơi nhiễm dẫn đến sự rút ngắn nghiên cứu sự nhạy cảm hóa của tim. Vì vậy, yêu cầu cho xác định việc đánh giá sự nhạy cảm hóa của tim nên được xem là được đáp ứng. Giá trị của NOAEL này nên được xem xét cùng với các kết quả từ các nghiên cứu thích hợp khác để xác định ATEL.

CHÚ THÍCH 2: Phương pháp này được chấp nhận vì sự nổi lên của các ảnh hưởng khác (ví dụ rung mình hoặc mê) ngăn cản khả năng xác định sự nhạy cảm hóa của tim.

Ưu tiên thứ hai: 80 % LOAEL với điều kiện là LOAEL không tạo ra sự nhạy cảm hóa lớn hơn một nửa các động vật bị phơi nhiễm.

Ưu tiên thứ ba: Nếu không xác định được giá trị, có thể phải xem xét đến các dữ liệu về sự nhạy cảm hóa của tim từ các hợp chất tương tự khác với điều kiện là có sự biện minh khoa học đúng. Nếu không xác định được các dữ liệu về sự nhạy cảm hóa của tim từ NOAEL được ấn định một giá trị 1000 ppm.

8.1.1.4. Các ảnh hưởng của gây mê hoặc của hệ thần kinh trung ương (CNS)

Giá trị phải được lựa chọn theo ưu tiên sau:

Ưu tiên thứ nhất: 50 % của EC₅₀ trong 10 min cho các con chuột để mất khả năng hoạt động trong một thiết bị quay.

Ưu tiên thứ hai: 100 % của NOAEL cho các con chuột để mất khả năng hoạt động trong một thiết bị quay.

Ưu tiên thứ ba: 50 % của LOAEL cho các dấu hiệu của bất cứ hiện tượng mê nào hoặc ảnh hưởng của CNS cho các con chuột trong nghiên cứu tính độc hại mạnh với điều kiện là LOAEL không tạo ra ảnh hưởng gây mê cho nhiều hơn một nửa các động vật bị phơi nhiễm.

Ưu tiên thứ tư: 80 % của NOAEL cho các dấu hiệu của hiện tượng mê hoặc ảnh hưởng CNS cho các con chuột trong quá trình nghiên cứu tính độc hại mạnh cận lâm sàng hoặc lâm sàng trong đó các

dấu hiệu lâm sàng được lập thành tài liệu.

8.1.1.5. Các triệu chứng bệnh làm suy giảm sự khỏi bệnh và thương tích vĩnh viễn

80 % nồng độ thấp nhất cho phơi nhiễm của con người trong 30 min có thể làm suy giảm khả năng khỏi bệnh của cá nhân hoặc gây ra các ảnh hưởng không thể đảo ngược được có hại cho sức khỏe. Nguồn của giá trị phải được chứng minh bằng tài liệu.

8.1.2. Giới hạn thiếu oxygen (ODL)

ODL phải là 140000 ppm theo thể tích của môi chất lạnh trong không khí (18 % O₂) đối với các vị trí có độ cao so với mực nước biển đến và bằng 1000 m. Ở các vị trí cao hơn 1000 m nhưng thấp hơn hoặc bằng 1500 m trên mực nước biển, ODL phải là 112.000 ppm và ở độ cao lớn hơn 1500 m trên mực nước biển ODL phải là 69100 ppm theo thể tích (19,5 % O₂).

8.1.3. Giới hạn của nồng độ cháy được (FCL)

FCL phải được biểu thị bằng các phần triệu và được tính toán bằng 20 % của LFL, được biểu thị bằng ppm và được xác định phù hợp với Phụ lục B.

8.2. Dữ liệu cho tính toán

8.2.1. Nguồn dữ liệu

8.2.1.1. Các dữ liệu cho tính toán: Các dữ liệu được sử dụng cho tính toán RCL phải được lấy từ các ấn phẩm khoa học đã được xem xét lại kỹ, các đánh giá về an toàn đã được các cơ quan nhà nước công bố hoặc các bảng của các chuyên gia hoặc các công trình nghiên cứu khoa học và kỹ thuật. Các ứng dụng tuân theo các công trình nghiên cứu khoa học và kỹ thuật trong Phụ lục E về các dữ liệu tính độc hại phải chỉ ra mức độ tuân theo các quy trình kỹ thuật tốt trong phòng thí nghiệm (GLP) còn hiệu lực khi các công trình nghiên cứu đã được thực hiện, ví dụ, tài liệu tham khảo [6]. Phải cung cấp thông tin bằng tiếng Anh. Các bản đệ trình phải bao gồm mô tả các phương pháp thực nghiệm và phân tích được sử dụng và tóm tắt các khả năng của người hoặc những người cung cấp sự đánh giá.

8.2.1.2. Các dữ liệu khác của tính độc hại: Các dữ liệu từ các công trình nghiên cứu chưa được công bố, từ các công trình nghiên cứu chưa được xem xét lại kỹ hoặc từ các công trình nghiên cứu liên quan đến các loài khác các loài được chỉ dẫn trong 8.1.1.1, 8.1.1.2, 8.1.1.3 và 8.1.1.4 hoặc liên quan đến các chất hóa học tương tự có thể được đệ trình cho cơ quan quản lý (xem Phụ lục F), Các dữ liệu không được xử lý như các dữ liệu tin cậy. Các bản đệ trình phải bao gồm sự mô tả các phương pháp thực nghiệm và phân tích được sử dụng, đánh giá các dữ liệu từ các nguồn khác và phạm vi tìm kiếm các dữ liệu. Các bản đệ trình phải tóm tắt khả năng của người hoặc những người đã tiến hành việc đánh giá.

8.2.1.3. Các giá trị đa dữ liệu: Khi các giá trị đa dữ liệu đã được công bố và được đệ trình cho MA thì MA phải thực hiện việc đánh giá về các giá trị xuất hiện có độ chính xác cao nhất và thực sự thỏa đáng.

MA phải giữ hồ sơ về tính logic của quyết định.

Ngoại lệ: Đối với sự nhạy cảm hóa của tim và NOAEL đến sự gây mê trong 8.1.1.3 và 8.1.1.4 phải sử dụng NOAEL được công bố cao nhất, không vượt quá LOAEL được công bố, đối với bất cứ phần đồng vật nào được thử.

8.2.1.4. Các dữ liệu về khả năng cháy khác: Các dữ liệu từ các công trình nghiên cứu chưa được công bố hoặc từ những công trình nghiên cứu chưa được xem xét lại kỹ phải được đệ trình cho cơ quan vận hành để xem xét của TCVN 6739 (ISO 817). Các bản đệ trình phải bao gồm sự mô tả các phương pháp thực nghiệm và phân tích được sử dụng và sự đánh giá các dữ liệu từ các nguồn khác và phạm vi tìm kiếm dữ liệu. Các bản đệ trình phải tóm tắt khả năng của người hoặc những người đã tiến hành đánh giá. Các giá trị được sử dụng phải là các giá trị dẫn đến LFL thấp nhất hoặc tốc độ cháy cao nhất khi được tiến hành theo phương pháp được mô tả trong Điều 6.

8.2.2. Các biện pháp thích hợp

Sử dụng các dữ liệu được xác định bởi MA được tạo ra theo cách phù hợp với các biện pháp được sử dụng để thu được các dữ liệu trong 8.1.1.2, 8.1.1.3, 8.1.1.4 và 8.1.1.5 là cho phép đối với các thông số được xác định trong 8.1.

8.3. Các chất nhiễm bẩn và tạp chất

Cần nhận dạng các chất nhiễm bẩn và các tạp chất bao gồm các tạp chất đồng phân và các tạp chất phân hủy từ quá trình chế tạo, vận chuyển và bảo quản, các chất này làm tăng khả năng cháy hoặc tính độc hại trong phạm vi độ chính xác của RCL. Cũng cần xác định các giới hạn cho các tạp chất này. Xem tiêu chuẩn AHRI 700.

8.4. Chuyển đổi đơn vị và điều chỉnh độ cao

Phải sử dụng công thức (3) để chuyển đổi RCL từ một tỷ số thể tích (ppm theo thể tích) thành khối lượng thể tích (g/m³).

$$RCL_M = RCL_{ppm} \times a \times M \times 10^{-6} \quad (3)$$

Trong đó

RCL_M là RCL (g/m^3);

RCL_{ppm} là RCL (ppm theo thể tích);

M là khối lượng mol tương đối của môi chất lạnh (g/mol).

$$a = P/RT$$

Trong đó

T là nhiệt độ tính bằng Kelvin và bằng 298 trong tính toán tiêu chuẩn;

P là áp suất, tính bằng Pascal (áp suất phải được điều chỉnh theo độ cao khi lớn hơn 1500 m so với mực nước biển theo công thức sau: $P = 1,01325 \times 10^5 - 10,001 \times h$, trong đó h là chiều cao, tính bằng mét);

R bằng 8,314 J/mol K.

Bảng 5 - Ký hiệu môi chất lạnh

Số hiệu môi chất lạnh	Tiền tố ký hiệu thành phần	Tên hóa học ^b	Công thức hóa học	Khối lượng mol tương đối g/mol	Điểm sôi chuẩn ^a °C	Nhóm an toàn ^d	LFL (ppm theo thể tích)	ATEL (ppm theo thể tích)	RCL (ppm theo thể tích)
		Dãy methane							
R-11	CFC	trichlorofluoromethane	CCl ₃ F	137,4	24	A1		1100	1100
R-12	CFC	dichlorodifluoromethane	CCl ₂ F ₂	120,9	-30	A1		18 000	18 000
R-14	PFC	tetrafluoromethane (carbon tetrafluoride)	CF ₄	88,0	-128	A1		110 000	110 000
R-22	HCFC	chlorodifluoromethane	CHClF ₂	86,5	-41	A1		59 000	59 000
R-23	HFC	trifluoromethane	CHF ₃	70,0	-82	A1		51 000	51 000
R-32	HFC	difluoromethane (methylene fluoride)	CH ₂ F ₂	52,0	-52	A2L	144000	220 000	29 000
		Dãy ethane							
R-113	CFC	1,1,2-trichloro-1,1,2-trifluoroethane	CCl ₂ FCF ₂	187,4	48	A1		2 600	2 600
R-114	CFC	1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroethane	CClF ₂ CCF ₂	170,9	4	A1		20 000	20 000
R-115	CFC	chloropentafluoroethane	CCF ₂ CF ₃	154,5	-39	A1		120 000	120 000
R-116	PFC	hexafluoroethane	CF ₃ CF ₃	138,0	-78	A1		120 000	120 000
R-123	HCFC	2,2-dichloro-1,1,1-trifluoroethane	CHCl ₂ CF ₃	153,0	27	B1		9 100	9 100
R-124	HCFC	2-chloro-1,1,1,2-tetrafluoroethane	CHClCF ₃	136,5	-12	A1		10 000	10 000
R-125	HFC	pentafluoroethane	CHF ₂ CF ₃	120,0	-49	A1		75 000	75 000
R-134a	HFC	1,1,1,2-tetrafluoroethane	CH ₂ FCF ₃	102,0	-26	A1		50 000	50 000
R-142b	HCFC	1-chloro-1,1-difluoroethane	CH ₃ CClF ₂	100,5	-10	A2	80 000	25000	16 000
R-143a	HFC	1,1,1-trifluoroethane	CH ₃ CF ₃	84,0	-47	A2L	82 000	170 000	16 000
R-152a	HFC	1,1-difluoroethane	CH ₃ CHF ₂	66,0	-25	A2	48 000	50 000	9 600
R-170	HC	ethane	CH ₃ CH ₃	30,0	-89	A3	31 000	7 000	6 200
R-E170		methoxymethane (dimethyl ether)	CH ₃ OCH ₃	46,1	-25	A3	34 000	42 000	6 800
		Dãy propane							
R-218	PFC	octafluoropropane	CF ₃ CF ₂ CF ₃	188,0	-37	A1		110 000	110 000
R-227ea	HFC	1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropane	CF ₃ CHFCF ₃	170,0	-16	A1		90 000	90 000
R-236fa	HFC	1,1,1,3,3,3-hexafluoropropane	CF ₃ CH ₂ CF ₃	152,0	-1	A1		55 000	55 000

R-245fa	HFC	1,1,1,3,3-pentafluoropropane	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	134,0	15	B1		34 000	34 000
R-290	HC	propane	CH ₃ CH ₂ CH ₃	44,0	-42	A3	21 000	50 000	4 200
		Hợp chất hữu cơ mạch vòng							
R-C318	PFC	octafluorocyclobutane	CF ₂ CF ₂ CF ₂ CF ₂	200,0	-6	A1		80 000	80 000
		Các hợp chất hữu cơ khác hydrocarbon							
R-600	HC	butane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	58,1	0	A3	16 000	1 000	1 000
R-600a	HC	2-methylpropane (isobutane)	(CH ₃) ₂ CHCH ₃	58,1	-12	A3	18 000	25 000	3 600
R-601	HC	pentane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	72,2	36	A3	12 000	1 000	1 000
R-601a	HC	2-methylbutane (isopentane)	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₃	72,2	27	A3	10 000	1 000	1 000
		Hợp chất vô cơ							
R-702		hydrogen	H ₂	2,0	-253	A3	40 000		
R-704		helium	He	4,0	-269	A1			
R-717		ammonia	NH ₃	17,0	-33	B2L	167000	320	320
R-744		carbon dioxide	CO ₂	44,0	-78 ^c	A1		40 000	40 000
		Dãy propene							
R-1234yf	HFO	2,3,3,3-tetrafluoro-1-propene	CF ₃ CF=CH ₂	114,0	-29,4	A2L	62 000	100 000	12 000
R-1234ze(E)	HFO	trans-1,3,3,3 tetrafluoro-1-propene	CF ₃ CH=CHF	114,0	-19,0	A2L	65 000	59 000	13 000
R-1270	HC	propene (propylene)	CH ₃ CH=CH ₂	42,1	-48	A3	27 000	1 000	1 000

^a Khối lượng mol tương đối và điểm sôi chuẩn không phải là một phần của tiêu chuẩn này. Điểm sôi chuẩn là nhiệt độ tại đó một chất lỏng sôi ở áp suất khí quyển tiêu chuẩn (101,3 kPa).

^b Tên hóa học được ưa dùng được kèm theo sau bởi tên thông dụng trong ngoặc đơn. Tên hóa học được ưa dùng và các công thức phù hợp với tài liệu tham khảo [2] hoặc tài liệu tham khảo [4].

^c Thăng hoa.

^d Bảng E.4 cung cấp các ký hiệu cho các môi chất lạnh hỗn hợp đơn chưa có đủ các dữ liệu cho phân loại an toàn hoặc xác định giá trị ATEL hoặc RCL.

Bảng 6 - Ký hiệu môi chất lạnh của hỗn hợp R400

Số hiệu môi chất lạnh	Thành phần danh nghĩa ^c % khối lượng	Dung sai của thành phần, %	Điểm bọt/điểm sương tại 101,3 kPa °C ^a	Nhóm an toàn ^d	LFL (ppm theo thể tích)	ATEL (ppm theo thể tích)	RCL (ppm theo thể tích)
R-401A	R-22/152a/124 (53,0/13,0/34,0)	±2,0/+0,5-1,5/±1,0	-34,4/-28,8	A1/A1		27 000	27 000
R-401B	R-22/152a/124 (61,0/11,0/28,0)	±2,0/+0,5-1,5/±1,0	-35,7/-30,8	A1/A1		30 000	30 000

R-401 C	R-22/152a/124 (33,0/15,0/52,0)	$\pm 2,0/+0,5-1,5/\pm 1,0$	-30,5/-23,8	A1/A 1		20 000	20 000
R-402 A	R-125/290/22 (60,0/2,0/38,0)	$\pm 2,0/+0,1-1,0/\pm 2,0$	-49,2/-47,0	A1/A 1		66 000	66 000
R-402 B	R-125/290/22 (38,0/2,0/60,0)	$\pm 2,0/+0,1-1,0/\pm 2,0$	-47,2/-44,9	A1/A 1		63 000	63 000
R-403 A	R-290/22/218 (5,0/75,0/20,0)	$+0,2-2,0/\pm 2,0/\pm 2,0$	-44,0/-42,3	A1/A 2	130 000	63 000	26 000
R-403 B	R-290/22/218 (5,0/56,0/39,0)	$+0,2-2,0/\pm 2,0/\pm 2,0$	-43,8/-42,3	A1/A 1		68000	68 000
R-404 A	R-125/143a/134a (44,0/52,0/4,0)	$\pm 2,0/\pm 1,0/\pm 2,0$	-46,6/-45,8	A1/A 1		13000 0	130 000
R-406 A	R-22/600a/142b (55,0/4,0/41,0)	$\pm 2,0/\pm 1,0/\pm 1,0$	-32,7/-23,5	A2/A 2	82 000	37000	16 000
R-407 A	R-32/125/134a (20,0/40,0/40,0)	$\pm 2,0/\pm 2,0/\pm 2,0$	-45,2/-38,7	A1/A 1		83 000	83 000
R-407 B	R-32/125/134a (10,0/70,0/20,0)	$\pm 2,0/\pm 2,0/\pm 2,0$	-46,8/-42,4	A1/A 1		79 000	79 000
R-407 C	R-32/125/134a (23,0/25,0/52,0)	$\pm 2,0/\pm 2,0/\pm 2,0$	-43,8/-36,7	A1/A 1		81 000	81 000
R-407 D	R-32/125/134a (15,0/15,0/70,0)	$\pm 2,0/\pm 2,0/\pm 2,0$	-39,4/-32,7	A1/A 1		68 000	68 000
R-407 E	R-32/125/134a (25,0/15,0/60,0)	$\pm 2,0/\pm 2,0/\pm 2,0$	-42,8/-35,6	A1/A 1		80 000	80 000
R-407 F	R-32/125/134a (30,0/30,0/40,0)	$\pm 2,0/\pm 2,0/\pm 2,0$	-46,1/-39,7	A1/A 1		95 000	95 000
R-408 A	R-125/143a/22 (7,0/46,0/47,0)	$\pm 2,0/\pm 1,0/\pm 2,0$	-45,5/-45,0	A1/A 1		94 000	94 000
R-409 A	R-22/124/142b (60,0/25,0/15,0)	$\pm 2,0/\pm 2,0/\pm 1,0$	-35,4/-27,5	A1/A 1		29 000	29 000
R-409 B	R-22/124/142b (65,0/25,0/10,0)	$\pm 2,0/\pm 2,0/\pm 1,0$	-36,5/-29,7	A1/A 1		30 000	30 000
R-410 A	R-32/125 (50,0/50,0)	$+0,5-1,5/+1,5-0,5$	-51,6/-51,5	A1/A 1		170 000	140 000
R-410 B	R-32/125 (45,0/55,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0$	-51,5/-51,4	A1/A 1		150 000	140 000
R-411 A	R-1270/22/152a (1,5/87,5/11,0)	$+0,0-1,0/+2,0-0,0/+0,0-1,0$	-39,7/-37,2	A1/A 2	55 000	22 000	11 000

R-411 B	R-1270/22/152a (3,0/94,0/3,0)	+0,0-1,0/+2,0-0,0/+0,0-1,0	-41,6/-41,3	A1/A2	70 000	13 000	13 000
R-412 A	R-22/218/142b (70,0/5,0/25,0)	±2,0/±2,0/±1,0	-36,4/-28,8	A1/A2	87 000	46 000	17 000
R-413 A	R-218/134a/600a (9,0/88,0/3,0)	±1,0/±2,0/+0,0-1,0	-29,3/-27,6	A1/A2	88 000	49 000	18 000
R-414 A	R-22/124/600a/142b (51,0/28,5/4,0/16,5)	±2,0/±2,0/±0,5/+0,5-1,0	-34,0/-25,8	A1/A1		26 000	26 000
R-414 B	R-22/124/600a/142b (50,0/39,0/1,5/9,5)	±2,0/±2,0/±0,5/+0,5-1,0	-34,4/-26,1	A1/A1		23 000	23 000
R-415 A	R-22/152a (82,0/18,0)	±1,0/±1,0	-37,5/-34,7	A1/A2	56 000	57 000	1100 0
R-415 B	R-22/152a (25,0/75,0)	±1,0/±1,0	-23,4/-21,8	A2/A2	47 000	52 000	9 400
R-416 A	R-134a/124/600 (59,0/39,5/1,5)	+0,5-1,0/+1,0-0,5/+0,1-0,2	-23,4/-21,8	A1/A1		14 000	14 000
R-417 A	R-125/134a/600 (46,6/50,0/3,4)	±1,1/±1,0/+0,1-0,4	-38,0/-32,9	A1/A1		13 000	13 000
R-417 B	R-125/134a/600 (79,0/18,3/2,7)	±1,0/±1,0/+0,1-0,5	-44,9/-41,5	A1/A1		15 000	15 000
R-418 A	R-290/22/152a (1,5/96,0/2,5)	±0,5/±1,0/±0,5	-41,2/-40,1	A1/A2	89 000	59 000	18 000
R-419 A	R-125/134a/E170 (77,0/19,0/4,0)	±1,0/±1,0/±1,0	-42,6/-36,0	A1/A2	60 000	70 000	12 000
R-420 A	R-134a/142b (88,0/12,0)	+1,0-0,0/+0,0-1,0	-25,0/-24,2	A1/A1		45 000	45 000
R-421 A	R-125/134a (58,0/42,0)	±1,0/±1,0	-40,8/-35,5	A1/A1		61 000	61 000
R-421 B	R-125/134a (85,0/15,0)	±1,0/±1,0	-45,7/-42,6	A1/A1		69 000	69 000
R-422 A	R-125/134a/600a (85,1/11,5/3,4)	±1,0/±1,0/+0,1-0,4	-46,5/-44,1	A1/A1		63 000	63 000
R-422 B	R-125/134a/600a (55,0/42,0/3,0)	±1,0/±1,0/+0,1-0,5	-40,5/-35,6	A1/A1		56 000	56 000
R-422 C	R-125/134a/600a (82,0/15,0/3,0)	±1,0/±1,0/+0,1-0,5	-45,3/-42,3	A1/A1		62 000	62 000
R-422 D	R-125/134a/600a (65,1/31,5/3,4)	+0,9 -1,1/±1,0/+0,1-0,4	-43,2/-38,4	A1/A1		58 000	58 000

R-423 A	R-134a/227ea (52,5/47,5)	$\pm 1,0/\pm 1,0$	-24,2/-23,5	A1/A 1		59 000	59 000
R-424 A	R-125/134a/600a/600/601a (50,5/47,0/0,9/1,0/0,6)	$\pm 1,0/\pm 1,0/+0,1-0,2/+0,1-0,2/+0,1-0,2$	-39,1/-33,3	A1/A 1		23 000	23 000
R-425 A	R-32/134a/227ea (18,5/69,5/12,0)	$\pm 0,5/\pm 0,5/\pm 0,5$	-38,1/-31,3	A1/A 1		72 000	72 000
R-426 A	R-125/134a/600/601a (5,1/93,0/1,3/0,6)	$\pm 1,0/\pm 1,0/+0,1-0,2/+0,1-0,2$	-28,5/-26,7	A1/A 1		20 000	20 000
R-427 A	R-32/125/143a/134a (15,0/25,0/10,0/50,0)	$\pm 2,0/\pm 2,0/\pm 2,0/\pm 2,0$	-43,0/-36,3	A1/A 1		79 000	79 000
R-428 A	R-125/143a/290/600a (77,5/20,0/0,6/1,9)	$\pm 1,0/\pm 1,0/+0,1-0,2/+0,1-0,2$	-48,3/-47,5	A1/A 1		83 000	83 000
R-429 A	R-E170/152a/600a (60,0/10,0/30,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0/\pm 1,0$	-26,0/-25,6	A3/A 3	25 000	47 000	5 000
R-430 A	R-152a/600a (76,0/24,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0$	-27,6/-27,4	A3/A 3	32 000	40 000	6 400
R-431 A	R-290/152a (71,0/29,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0$	-43,1/-43,1	A3/A 3	22 000	50 000	4 400
R-432 A	R-1270/E170 (80,0/20,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0$	-46,6/-45,6	A3/A 3	22 000	1 200	1 200
R-433 A	R-1270/290 (30,0/70,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0$	-44,6/-44,2	A3/A 3	20 000	3 100	3 100
R-433 B	R-1270/290 (5,0/95,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0$	-42,7/-42,5	A3/A 3	18 000	14 000	3 600
R-433 C	R-1270/290 (25,0/75,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0$	-44,3/-43,9	A3/A 3	18 000	3 600	3 600
R-434 A	R-125/143a/134a/600a (63,2/18,0/16,0/2,8)	$\pm 1,0/\pm 1,0/\pm 1,0/+0,1-0,2$	-45,0/-42,3	A1/A 1		73 000	73 000
R-435 A	R-E170/152a (80,0/20,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0$	-26,1/-25,9	A3/A 3	34 000	45 000	6 800
R-436 A	R-290/600a (56,0/44,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0$	-34,3/-26,2	A3/A 3	16 000	36 000	3 200
R-436 B	R-290/600a (52,0/48,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0$	-33,4/-25,0	A3/A 3	16 000	35 000	3 200
R-437 A	R-125/134a/600/601 (19,5/78,5/1,4/0,6)	$+0,5-1,8/+1,5-0,7/+0,1-0,2/+0,1-0,2$	-32,9/-29,2	A1/A 1		19 000	19 000
R-438 A	R-32/125/134a/600/601a (8,5/45,0/44,2/1,7/0,6)	$+0,5-1,5/\pm 1,5/\pm 1,5/+0,1-0,2/+0,1-0,2$	-43,0/-36,4	A1/A 1		19 000	19 000

R-439A	R-32/125/600a (50,0/47,0/3,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0/\pm 0,5$	-52,0/-51,8	A2/A2	104 000	140 000	21 000
R-440A	R-290/134a/152a (0,6/1,6/97,8)	$\pm 0,1/\pm 0,6/\pm 0,5$	-25,5/-24,3	A2/A2	46 000	50 000	9 200
R-441A	R-170/290/600a/600 (3,1/54,8/6,0/36,1)	$\pm 0,3/\pm 2,0/\pm 0,6/\pm 2,0$	-41,9/-20,4	A3/A3	16 000	3 200	3 200
R-442A	R-32/125/134a/152a/227ea(31,0/31,0/30,0/3,0/5,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0/\pm 1,0/\pm 0,5/\pm 1,0$	-46,5/-52,7	A1/A1		100 000	100 000

^a Các nhiệt độ của “điểm bọt” và “điểm sương” không phải là một phần của tiêu chuẩn này; các nhiệt độ này được cung cấp chỉ để tham khảo. “Điểm bọt” được định nghĩa là nhiệt độ bão hòa của chất lỏng của một môi chất lạnh; nhiệt độ tại đó môi chất lạnh lỏng bắt đầu sôi lần đầu tiên. “Điểm sương”, được định nghĩa là nhiệt độ bão hòa của hơi của một môi chất lạnh; nhiệt độ tại đó giọt cuối cùng của môi chất lạnh lỏng sôi. Điểm sương của một hỗn hợp môi chất lạnh không đồng sôi ở áp suất không đổi cao hơn điểm bọt.

^b Các dung sai thành phần đối với tổng của R152a và R142b là (+0/-2).

^c Các thành phần của hỗn hợp được liệt kê theo quy ước theo thứ tự tăng lên của điểm sôi chuẩn.

^d Bảng E.5 cung cấp các ký hiệu cho các hỗn hợp môi chất lạnh R400 không có đủ dữ liệu cho phân loại an toàn hoặc xác định một giá trị của ATEL hoặc RCL.

Bảng 7 - Ký hiệu môi chất lạnh của hỗn hợp R500

Số hiệu môi chất lạnh	Thành phần danh nghĩa ^a (% khối lượng)	Dung sai của thành phần %	Nhiệt độ đồng sôi °C ^d	Điểm bọt/điểm sương tại 101,3 kPa °C ^{a,b}	Nhóm an toàn ^f	LFL (ppm theo thể tích)	ATEL (ppm theo thể tích)	RCL (ppm theo thể tích)
R-500	R-12/152a (73,8/26,2)	+1,0-0,0/+0,0-1,0	0	-33,6/-33,6	A1/A1		30 000	30 000
R-501	R-22/12 (75,0/25,0) ^c		-41	-40,5/-40,3	A1/A1		54 000	54 000
R-502	R-22/115 (48,8/51,2)		19	-45,3/-45,0	A1/A1		73 000	73 000
R-507A	R-125/143a (50,0/50,0)	+1,5-0,5/+0,5-1,5	-40	-47,1/-47,1	A1/A1		130 000	130 000
R-508A	R-23/116 (39,0/61,0)	$\pm 2,0/\pm 2,0$	-86	-87,4/-87,4	A1/A1		69 000	69 000
R-508B	R-23/116 (46,0/54,0)	$\pm 2,0/\pm 2,0$	-46	-87,4/-87,0	A1/A1		65 000	65 000
R-509A	R-22/218 (44,0/56,0)	$\pm 2,0/\pm 2,0$	0	-40,4/-40,4	A1/A1		75 000	75 000
R-510A	R-E170/600a (88,0/12,0)	$\pm 0,5/\pm 0,5$	-25,2	-25,2/-25,2	A3/A3	29 000	45 000	5 800
R-511A	R-290/E170 (95,0/5,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0$	-20 đến 40	-42,18/-42,1	A3/A3	21 000	51 000	4 200
R-512A	R-134a/152a (5,0/95,0)	$\pm 1,0/\pm 1,0$	-20 đến 40	-24,0/-24,0	A2/A2	45 000	50 000	9 000

^a Các nhiệt độ của “điểm bọt” và “điểm sương” không phải là một phần của tiêu chuẩn này; các nhiệt độ này được cung cấp chỉ để tham khảo. “Điểm bọt” được định nghĩa là nhiệt độ bão hòa của chất lỏng của một môi chất lạnh; nhiệt độ tại đó một môi chất lạnh lỏng bắt đầu sôi lần đầu tiên. “Điểm sương”, được định nghĩa là nhiệt độ bão hòa của hơi của một môi chất lạnh; nhiệt độ tại đó giọt cuối cùng của môi chất lạnh lỏng sôi. Điểm sương của một hỗn hợp môi chất lạnh không đồng sôi ở áp suất không đổi cao hơn điểm bọt.

^b Các môi chất lạnh đồng sôi biểu lộ sự chia tách của các thành phần ở các điều kiện nhiệt độ và áp

suất khác các điều kiện tại đó chúng được tạo thành. Mức độ chia tách phụ thuộc vào hỗn hợp đồng sôi riêng biệt và cấu hình của hệ thống cứng.

^c Thành phần chính xác của hỗn hợp đồng sôi này đang được xem xét và cần đến các công trình nghiên cứu thực nghiệm bổ sung.

^d Trong các điều kiện cân bằng hơi-lỏng.

^e Các thành phần của hỗn hợp được liệt kê theo thứ tự tăng lên của điểm sôi.

^f Bảng E.6 cung cấp các ký hiệu cho các hỗn hợp môi chất lạnh R500 không có đủ dữ liệu cho phân loại an toàn hoặc xác định giá trị của ATEL hoặc RCL

PHỤ LỤC A

(Tham khảo)

CÁC VÍ DỤ VỀ KÝ HIỆU CỦA CHẤT ĐỒNG PHẦN

A.1. Chất đồng phân dãy ethane

Bảng A.1 minh họa ký hiệu của các chất đồng phân cho dãy ethane có ba chất đồng phân dichlorotrifluoroethane.

Bảng A.1 - Các chất đồng phân dãy ethane

Chất đồng phân	Công thức hóa học	M ₁ ^a	M ₂	M ₁ -M ₂
R-123	CHCl ₂ CF ₃	57,0	71,9	14,9
R-123a	CHClFCClF ₂	73,4	55,5	17,9
R-123b	CHF ₂ CCl ₂ F	89,9	39,0	50,9

^a M_i là tổng khối lượng nguyên tử các halogen và hydrogen liên kết với nguyên tử carbon i (C₁ được ấn định cho carbon ở xa nhất phía bên phải)

A.2. Chất đồng phân dãy propane

Bảng A.2 minh họa ký hiệu của các chất đồng phân cho dãy propane có chín chất đồng phân dichloropentafluoropropane.

Bảng A.2 - Các chất đồng phân dãy propane

Chất đồng phân	Công thức hóa học	Nhóm C ₂ ^a	M ₁ ^b	M ₃	M ₁ -M ₃
R-225aa	CHF ₂ CCl ₂ CF ₃	CCl ₂	57,0	39,0	18,0
R-225ba	CHClFCClF ₂ CF ₃	CClF	57,0	55,5	1,5
R-225bb	CHF ₂ CClFCClF ₂	CClF	73,4	39,0	34,4
R-225ca	CHCl ₂ CF ₂ CF ₃	CF ₂	57,0	71,9	14,9
R-225cb	CHClF ₂ CClF ₂	CF ₂	73,4	55,5	17,9
R-225cc	CHF ₂ CF ₂ CCl ₂ F	CF ₂	89,9	39,0	50,9
R-225da	CF ₃ CHClCClF ₂	CHCl	73,4	57,0	16,4
R-225ea	CClF ₂ CHFCClF ₂	CHF	73,4	73,4	0,0
R-225eb	CF ₃ CHFCCl ₂ F	CHF	89,9	57,0	32,9

^a C₂ là nguyên tử carbon trung tâm (thứ hai).

^b M_i là tổng khối lượng nguyên tử các halogen và hydrogen liên kết với nguyên tử carbon i (C₁ được ấn định cho carbon ở xa nhất phía bên phải).

A.3. Chất đồng phân dãy propene

Bảng A.3 minh họa ký hiệu của các chất đồng phân của dãy propene có dãy chất đồng phân tetrafluoro-1-propene.

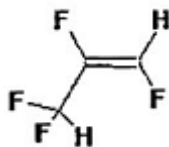
Bảng A.3 - Các chất đồng phân dãy propene

Chất đồng phân	Công thức hóa học	Chất đồng phân tập thể
R-1234yc	CH ₂ F-CF = CF ₂	
R-1234zc	CHF ₂ -CH = CF ₂	
R-1234ye (E)	CHF ₂ -CF = CHF	Entgegen (đối lập)
R-1234ye (Z)	CHF ₂ -CF = CHF	Zusammen (cùng phía)
R-1234ze (E)	CF ₃ -CH = CHF	Entgegen (đối lập)
R-1234ze (Z)	CF ₃ -CH = CHF	Zusammen (cùng phía)
R-1234yf	CF ₃ -CF = CH ₂	

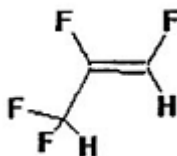
A.4. Ví dụ về các chất đồng phân lập thể

Cấu hình của các nguyên tử xung quanh liên kết kép được quy định bởi các quy tắc danh pháp hữu cơ "E" hoặc "Z". Các chữ cái "E" hoặc "Z" được bổ sung thêm vào cuối số liệu của mỗi chất lạnh để chỉ ra quyền ưu tiên của các nguyên tử hoặc nhóm được liên kết với các nguyên tử carbon tại một

đầu mút của liên kết kép; xem các Hình A.1 và A.2. “E” đối với Entgegen tương tự với trans, ở đó các nguyên tử hoặc nhóm ưu tiên đối xứng lẫn nhau qua liên kết kép. “Z” đối với Zusammen tương tự với cis, nghĩa là các nguyên tử hoặc nhóm ưu tiên ở cùng một phía của liên kết kép. Thứ tự liên kết của các nguyên tử được liên kết với cả hai carbon không bão hòa được xác định bởi các quy tắc CIP (carbon-ingold- prelog) tiêu chuẩn của danh pháp hữu cơ. Về cơ bản, các nguyên tử liên kết có số hiệu cao hơn thì có quyền ưu tiên cao hơn. Vì vậy, theo thứ tự ưu tiên, $I > Br > Cl > F > O > C > H$. Trong trường hợp mỗi liên kết ưu tiên, cần xem xét các nguyên tử liên kết tiếp sau hoặc các nguyên tử thay thế cho nguyên tử carbon liên kết tiếp sau quyền ưu tiên được xác định. Trong trường hợp các môi chất lạnh thì sử dụng khối lượng nguyên tử tốt hơn là các số nguyên tử của các nguyên tử. Vì vậy tổng số của các số nguyên tử của các nguyên tử thay thế trên CHF_2 và CH_2Cl là như nhau, trong khi các khối lượng nguyên tử được tính tổng số khác nhau.



Hình A.1 - 1-(E)-1,2,3,3-tetrafluoroprop-1-ene hoặc HFO-1234ye(E)



Hình A.2 - 1-(Z)-1,2,3,3-tetrafluoroprop-1-ene hoặc HFO-1234ye(Z)

PHỤ LỤC B

(Quy định)

CÁC CHI TIẾT VỀ THỬ NGHIỆM KHẢ NĂNG CHÁY VÀ PHÉP PHÂN TÍCH CẮT PHẦN ĐOẠN

B.1. Thử nghiệm khả năng cháy

Các phép thử khả năng cháy phải được tiến hành phù hợp với ASTM E681. Giả thử cần thử nghiệm một vật liệu có khoảng cách đập tắt lớn, có thể có khó khăn cho cháy thì cỡ bình chứa cho thử nghiệm phải là một bình thủy tinh hình cầu có dung tích danh nghĩa 12 l như đã chỉ dẫn trên Hình B.1 của tiêu chuẩn ANSI/ASHRAE 34-2013. Nếu thử nghiệm một vật liệu không khó cháy, cần tham khảo tiêu chuẩn ASTM về mô tả bình chứa thử. Nguồn cháy phải là một tia lửa từ một máy biến áp có điện áp thứ cấp danh định 15 kV và dòng điện xoay chiều (a.c) 30 mA như đã mô tả trong ASTM E681 với khoảng thời gian của tia lửa 0,4 s. Các điện cực phải là các điện cực dây vonfram 1 mm có dạng chữ L có khoảng cách 6,4 mm, kéo dài ra ngoài mặt phẳng của giá đỡ điện cực. Nguồn cháy phải được đặt ở độ cao bằng 1/3 đường kính của bình chứa thử tính từ đáy của bình chứa. Phải sử dụng không khí khô được khôi phục lại (độ ẩm nhỏ hơn 0,00015 g hơi nước trên gam không khí khô) có chứa $(21,0 \pm 0,1) \% O_2$ làm chất oxygen hóa. Độ ẩm tuyệt đối của không khí phải nhỏ hơn 0,00015g gam hơi nước trên gam không khí khô hoặc $(0,0088 \pm 0,0005) g$ hơi nước trên gam không khí khô, tương đương độ ẩm tương đối 50 % tại 23,0 °C và 101,3 kPa, lấy giá trị cho LFL thấp nhất. Cung được trưng thể hiện trên Hình B.1 của tiêu chuẩn ANSI/ASHRAE 34-2013 biểu thị sự thông gió 90° cho xác định LFL và ETFL. Phải lắp đặt một máy khuấy trong bình chứa để bảo đảm hòa trộn hơi trước khi cháy. Nếu vẫn còn quan sát thấy sự lan truyền của ngọn lửa trong khi tia lửa còn tác động (nghĩa là tia lửa đang hoạt động mạnh trong bình thử thì phép thử phải được lặp lại khi sử dụng khoảng thời gian của tia lửa nhỏ hơn 0,4 s nhưng ít nhất là 0,2 s.

CHÚ THÍCH: Đối với các nguyên tử fluorocarbon có tỷ số fluorine/hydrogen cao hơn 1 thì khả năng cháy của chúng tăng lên vì hơi nước tăng. Phương pháp thử như đã mô tả trong tiêu chuẩn này cần đến hai mức độ ẩm, một nguồn năng lượng cháy và một hỗn hợp đồng đều.

Nồng độ ban đầu của môi chất lạnh cho các phép thử LFL phải nhỏ hơn một nửa nồng độ tỷ lượng cho cháy. Các độ gia tăng của nồng độ phải xấp xỉ bằng 10 % tương ứng 2 %, 2,2 % và 2,4 %. Nếu phép thử dẫn đến sự lan truyền ngọn lửa thì các nồng độ thử tiếp sau phải ở điểm giữa của các phép thử lan truyền và không lan truyền. Các phép thử phải được tiếp tục tới khi bước nồng độ nhỏ hơn 0,1 % nồng độ tuyệt đối hoặc nhỏ hơn 5 % nồng độ tương đối (tương ứng là 10 % và 10,5 %) lấy giá trị lớn hơn. Nếu sự lan truyền ngọn lửa không tái hiện lại hoặc mức độ lan truyền ngọn lửa không rõ ràng thì các kết quả của 2 ngoài 3 phép thử phù hợp cho cháy hoặc không cháy được xem là các kết quả cho nồng độ này. LFL phải được xác định là điểm giữa của các phép thử lan truyền và không lan truyền.

Nếu sự lan truyền ngọn lửa là rõ ràng thì phải tiến hành thử tới khi ít nhất là đã đạt được ba độ gia tăng nồng độ liên tiếp vượt quá nồng độ tỷ lượng và vượt ra ngoài điểm mà sự cháy xung quanh tia

lửa đã giảm bớt.

Tính toán hệ số tỷ lệ lượng của một hỗn hợp môi chất lạnh cho các phép thử cháy phải được tiến hành theo giả thiết bảo thủ nhất. Điểm bắt đầu của phép thử LFL phải dựa trên cơ sở phép tính hệ số tỷ lệ lượng của phản ứng hoàn toàn bao gồm các thành phần cháy và không cháy được.

Điểm cuối cùng phải dựa trên tính toán với giả thiết rằng các thành phần không cháy được không tham gia phản ứng nhưng hiện diện như các chất pha loãng.

CHÚ THÍCH: Trong nhiều trường hợp các thành phần không cháy được của một hỗn hợp phân hủy do nhiệt trị của một thành phần cháy được.

Cảnh báo - Các quy trình thử khả năng cháy được quy định trong tiêu chuẩn này là các quy trình cải tiến của phép thử ASTM sử dụng một bình thủy tinh làm bình chứa thử. Cần đặc biệt chú ý tới việc sử dụng các phương tiện thử để bảo đảm an toàn tránh gây thương tích cho người và hư hỏng thiết bị. Các bình chứa có thể nổ trong quá trình thử. Các môi chất lạnh bị cháy có thể tạo ra các sản phẩm độc hại và ăn mòn cao. Nên có sự đề phòng bảo đảm an toàn cho các phương tiện thử đã được nêu trong phần 8 của ASTM E681, và vận hành các phép thử phù hợp với các quy định có liên quan.

B.1.1. Điều kiện thử

a) Đối với các môi chất lạnh hỗn hợp đơn, phải tiến hành các phép thử khả năng cháy ở 60 °C và 101,3 kPa.

b) Đối với các hỗn hợp môi chất lạnh, phải tiến hành các phép thử khả năng cháy trên WCF và WCFF ở 60 °C và 101,3 kPa. WCFF phải được xác định bằng phương pháp quy định trong B.2. Khi sử dụng các dung sai thành phần theo công thức danh nghĩa sẽ tạo ra một số các trường hợp xấu nhất. Người áp dụng phải tiến hành thử nghiệm trên tất cả các tính toán lập công thức cho các trường hợp xấu nhất có thể xảy ra hoặc có biện luận thích hợp để loại bỏ một hoặc nhiều công thức cho trường hợp xấu nhất.

c) Đối với các môi chất có sự lan truyền ngọn lửa phù hợp với bước a) hoặc b) cũng phải tiến hành phép thử khả năng cháy ở 23 °C và 101,3 kPa để xác định LFL. Đối với các hỗn hợp môi chất lạnh, các phép thử này phải được tiến hành trên WCF và WCFR.

B.1.2. Khi biết LFL của các thành phần cháy được, phải bắt đầu phép thử cho LFL của môi chất lạnh tại 1 % theo thể tích, thấp hơn LFL thấp nhất của thành phần. Khi không biết LFL của thành phần, phép thử phải bắt đầu tại môi chất lạnh 1 % theo thể tích. Nếu phép thử của nồng độ ban đầu dẫn đến sự lan truyền ngọn lửa thì các nồng độ tiếp theo phải được giảm đi trong các độ gia tăng thể tích 1 % tới khi xác định được LFL của môi chất lạnh.

B.1.3. Công thức cho thành phần khối lượng của hỗn hợp được thử phải được kiểm tra qua phương pháp sắc ký khí tới dung sai của thành phần khối lượng $\pm 0,5$ % hoặc một phần tư của phạm vi dung sai thành phần, lấy giá trị nhỏ hơn.

B.1.4. Các mẫu thử phải được dẫn vào một thiết bị thử khả năng cháy, ở pha hơi phù hợp với ASTM E681. Các mẫu thử chất lỏng của môi chất lạnh hoặc thành phần của hỗn hợp được thử phải được giãn nở trong một bình chứa chân không thích hợp sao cho chỉ có sự hiện diện của hơi có áp. Sau đó các hơi được dẫn vào thiết bị thử khả năng cháy và bổ sung không khí cho thiết bị thử. Phép đo nồng độ môi chất lạnh - không khí phải bằng áp suất riêng phần. Môi chất lạnh và không khí phải được hòa trộn trong buồng thử trong thời gian ít nhất là 5 min. Phải kích hoạt nguồn cháy sau 60 s khi máy khuấy ngừng hoạt động.

B.1.5. Nếu quan sát được sự lan truyền ngọn lửa trong khi tia lửa còn hoạt động (nghĩa là tia lửa đang hoạt động mạnh trong bình chứa thử) thì phép thử phải được lặp lại với thời gian ngắn hơn của tia lửa, nhưng ít nhất phải là 0,2 s.

B.1.6. Tất cả các phép thử khả năng cháy phải được ghi lại bằng máy ghi hình. Phải sẵn có một thiết bị phát lại có khả năng dừng ảnh và diễn tiến từng ảnh một trong quá trình thử. Phải đệ trình một bản sao ghi hình ở dạng số như DVD hoặc MPEG.

B.1.7. Chuẩn cho xác định sự lan truyền ngọn lửa

Một nồng độ của môi chất lạnh/không khí phải được xem là cháy được đối với phân loại khả năng cháy theo tiêu chuẩn này chỉ nếu sự lan truyền ngọn lửa xảy ra trong ít nhất là hai trong ba phép thử khả năng cháy trên nồng độ của môi chất lạnh/không khí này. Sự lan truyền ngọn lửa là sự cháy bất kỳ di chuyển lên phía trên và ra phía ngoài tính từ điểm cháy tới thành bình, liên tục dọc theo một cung lớn hơn cung nằm đối diện một góc bằng 90°, khi được đo từ điểm cháy tới các thành của bình chứa thử.

B.1.8. Các dữ liệu thử khả năng cháy yêu cầu

Các ứng dụng phải gồm các kết quả thử cho a) đến h) dưới đây. Các ứng dụng phải được kiểm soát tới các độ chính xác được nêu trong a) đến h) dưới đây. Các ứng dụng phải bao gồm các dữ liệu thử khả năng cháy được lập thành bảng cho mỗi môi chất lạnh hoặc mỗi thành phần của hỗn hợp môi

chất lạnh được thử. Các dữ liệu này phải bao gồm và không bị giới hạn cho các yêu cầu sau:

- a) Môi chất lạnh hoặc thành phần của hỗn hợp môi chất lạnh được thử: $\pm 0,1$ % thành phần khối lượng.
- b) Nhiệt độ thử khả năng cháy: $\pm 0,5$ K
- c) Nhiệt độ thử cắt phân đoạn hoặc thử rò rỉ: $\pm 0,1$ K
- d) Áp suất thử: $\pm 0,7$ kPa
- e) Độ ẩm: $\pm 0,0005$ g hơi nước trên gam không khí khô
- f) Nồng độ của môi chất lạnh/không khí: $+0,2$ % phân số thể tích
- g) Khoảng thời gian của tia lửa: $\pm 0,05$ s
- h) Góc lan truyền ngọn lửa được đo từ điểm cháy tới các thành bình chứa thử: $\pm 0,087$ rad [$\pm 5,0^\circ$ (độ)]

B.2. Phân tích sự cắt phân đoạn

B.2.1. Người đăng ký phải báo cáo các kết quả phân tích sự cắt phân đoạn được tiến hành để xác định các thành phần của pha hơi và pha lỏng của các hỗn hợp môi chất lạnh trong các điều kiện rò rỉ (xem B.2.4). Sự phân tích phải được đánh giá thông qua thực nghiệm. Có thể sử dụng một mẫu phân tích để nhận dạng WCFF. Nếu sử dụng một mẫu thì người đăng ký phải nhận dạng mẫu được sử dụng và phải đệ trình các dữ liệu thực nghiệm đầy đủ cho hợp thức hóa mẫu đối với môi chất lạnh được đánh giá ở các điều kiện dùng để dự đoán WCFF.

B.2.2. Tất cả các phân tích sự cắt phân đoạn phải sử dụng WCF làm một điểm khởi đầu. Khi áp dụng các dung sai thành phần cho tính toán lập công thức danh nghĩa tạo ra một số tính toán lập công thức trong trường hợp xấu nhất có thể có, người đăng ký phải xác định WCFF cho mỗi WCF và có biện luận thích hợp cho loại bỏ một hoặc nhiều công thức cho trường hợp xấu nhất có thể có.

B.2.3. Công thức cho thành phần khối lượng của hỗn hợp được thử phải được kiểm tra thông qua phương pháp sắc ký khí tới dung sai $\pm 0,5$ % thành phần khối lượng hoặc một phần tư dung sai thành phần, lấy giá trị nhỏ hơn.

B.2.4. Thử rò rỉ: Các hỗn hợp môi chất lạnh chứa các thành phần cháy được phải được đánh giá để xác định các công thức cho cắt phân đoạn trong trường hợp xấu nhất của chúng trong quá trình bảo quản/chuyên chở hoặc sử dụng. Phải tiến hành các phép thử bằng thực nghiệm hoặc lập mô hình phân tích để mô phỏng rò rỉ từ:

a) Một bình chứa trong các điều kiện bảo quản/chuyên chở, và

b) Một bình chứa dùng cho điều hòa không khí và thiết bị lạnh trong quá trình vận hành bình thường, trong các điều kiện dự phòng và chuyên chở. Các bình chứa được sử dụng cho các phép thử này phải được đánh giá cho xử lý áp suất hơi tạo thành thường gặp ở nhiệt độ cao nhất.

B.2.4.1. Rò rỉ trong các điều kiện bảo quản/chuyên chở: Để mô phỏng rò rỉ trong các điều kiện bảo quản/chuyên chở, bình chứa phải được nạp đầy ở nhiệt độ môi trường xung quanh với WCF tới 90 % khối lượng có thể dẫn đến chứa đầy 100 % chất lỏng ở 60°C và sau đó hơi được rò rỉ ở tốc độ duy trì nhiệt độ của chất lỏng không đổi trong phạm vi $0,5^\circ\text{C}$ và ngăn ngừa bất cứ chất lỏng nào thoát ra. Phải tiến hành các phép thử ở các nhiệt độ sau.

a) 60°C

b) -40°C hoặc điểm bọt ở áp suất khí quyển cộng với 10°C , lấy giá trị cao hơn. Phải tiến hành các phép thử ở điểm bọt cộng với 10°C nếu điểm bọt $> -50^\circ\text{C}$.

c) Nhiệt độ dẫn đến WCFF giữa a) và b) nếu WCFF không xuất hiện tại a) hoặc b). Nếu không có nhiệt độ giữa a) và b) dẫn đến công thức hóa sự cắt phân đoạn cho trường hợp xấu nhất (WCFF) thì phép thử cắt phân đoạn phải được tiến hành ở 23°C . Người đăng ký phải đưa ra lý lẽ và chứng minh bằng tài liệu xác định nhiệt độ tại đó xảy ra công thức của cắt phân đoạn cho trường hợp xấu nhất.

Trong thực nghiệm về cắt phân đoạn phải xác định thành phần của khí ở không gian trên đỉnh và chất lỏng còn lại bằng phân tích hóa học. Phải thực hiện các phân tích bắt đầu sau khi 2 % tổng lượng nạp đã rò rỉ tiếp đến là ở tổn thất 10 % của khối lượng ban đầu, rồi ở các khoảng tổn thất khối lượng 10% của khối lượng ban đầu tới khi đạt được áp suất khí quyển trong bình chứa hoặc không còn chất lỏng. Nếu còn chất lỏng sau khi 90 % khối lượng ban đầu đã tổn thất và chưa đạt được áp suất khí quyển thì phải thực hiện phép phân tích cuối cùng đối với khí ở không gian trên đỉnh và chất lỏng còn lại tại tổn thất khối lượng 95 %.

B.2.4.2. Rò rỉ từ thiết bị: Để mô phỏng rò rỉ từ thiết bị được nạp đầy với WCF ở nhiệt độ môi trường xung quanh đến 15 % khối lượng có thể dẫn đến 100 % lỏng ở 60°C và sau đó là hơi bị rò rỉ ở các nhiệt độ môi trường xung quanh:

a) 60°C

b) $-40,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ hoặc điểm bọt ở áp suất khí quyển cộng với $10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, lấy giá trị nóng hơn. Phải tiến hành các phép thử ở điểm bọt cộng với $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ nếu điểm bọt $> -50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

c) Nhiệt độ dẫn đến WCFF giữa a) và b) nếu WCFF không xuất hiện tại a) hoặc b). Nếu không có nhiệt độ nào giữa a) và b) dẫn đến công thức sự cất phân đoạn cho trường hợp xấu nhất (WCFF) thì để thay vào, phép thử sự cất phân đoạn phải được tiến hành ở $23\text{ }^{\circ}\text{C}$. Người đăng ký phải có lý lẽ và chứng minh bằng tư liệu sự cấu thành nhiệt độ tại đó công thức hóa sự cất phân đoạn cho trường hợp xấu nhất đã xảy ra.

Trong thực nghiệm về sự cất phân đoạn phải xác định thành phần của khí ở không gian trên đỉnh và chất lỏng còn lại bằng phân tích. Phải thực hiện các phân tích lúc ban đầu sau khi 2 % tổng lượng nạp đã rò rỉ, tiếp đến là ở 10 % tổn thất của khối lượng ban đầu, rồi ở các khoảng tổn thất khối lượng 10 % của khối lượng ban đầu tới khi đạt được áp suất khí quyển trong bình chứa hoặc không còn chất lỏng. Nếu còn chất lỏng sau khi 90 % khối lượng ban đầu đã tổn thất và chưa đạt được áp suất khí quyển thì phải thực hiện phép phân tích tiếp sau và cuối cùng khí ở không gian trên đỉnh và chất lỏng còn lại tại tổn thất khối lượng 95 %.

B.2.5. Dữ liệu yêu cầu của sự cất phân đoạn: Người đăng ký phải đệ trình kịch bản cho mỗi sự cất phân đoạn:

a) Nhiệt độ thử cất phân đoạn hoặc rò rỉ: $(\pm 0,10\text{ K})$;

b) Các thành phần của chất lỏng và hơi được lập thành bảng tại mỗi độ gia tăng rò rỉ $(\pm 0,1\text{ } \%$ thành phần khối lượng)

c) Đối với phép phân tích bằng mô hình, độ chính xác của mẫu tại các điều kiện dự đoán sự công thức cho cất phân đoạn trong trường hợp xấu nhất (WCFF).

Người đăng ký cũng phải cung cấp bản mô tả thiết bị thử và các quy trình được sử dụng. Nếu người đăng ký sử dụng một máy tính hoặc mô hình toán học để xác định WCFF thì người đăng ký phải xác định mô hình được sử dụng và đệ trình các dữ liệu hỗ trợ cho kiểm tra độ chính xác của mô hình dựa vào các phép đo thực nghiệm ở các điều kiện dự đoán WCFF.

PHỤ LỤC C

(Tham khảo)

PHƯƠNG PHÁP THỬ ĐỂ ĐO TỐC ĐỘ CHÁY CỦA CÁC KHÍ CHÁY ĐƯỢC

C.1. Quy định chung

Phương pháp thử dựa trên:

a) Sự bắt đầu cháy khí hoặc hỗn hợp của các khí, trong một hỗn hợp đồng nhất với không khí được chứa trong một ống hình trụ thẳng đứng,

b) Quan sát và ghi lại sự lan truyền ngọn lửa.

Tốc độ cháy là một hàm số của nồng độ khí cháy được trong một tổng hỗn hợp với không khí. Tốc độ cháy đạt tới giá trị lớn nhất trong vùng lân cận của nồng độ tỷ lượng.

Phương pháp thử này liên quan đến việc sử dụng các chất nguy hiểm và do đó, để xử lý và thử nghiệm an toàn cần có sự hiểu biết các thông số an toàn và các biện pháp phòng ngừa. Các biện pháp này phải là trách nhiệm của người sử dụng. Tuy nhiên, các biện pháp phòng ngừa về an toàn chung được cho trong C.6.

C.2. Nguyên lý của phương pháp thử

Phương pháp thử gồm có sự bắt đầu cháy một hỗn hợp đồng nhất của một khí cháy được (hoặc một hỗn hợp của các khí cháy được) và không khí, được chứa trong một ống thẳng đứng được để hở tại đầu mút cháy bên dưới và ngọn lửa được lan truyền lên phía trên tới đầu mút kín ở phía trên; xem Hình C.1. Trong các giai đoạn đầu tiên của sự lan truyền này có một pha di chuyển đồng đều trong đó hình dạng và cỡ kích thước của ngọn lửa không thay đổi.

Khi tính đến khối lượng và sự cân bằng các loại qua mặt trước của ngọn lửa, tốc độ cháy. S_u được tính toán từ sự hiểu biết của tốc độ lan truyền ngọn lửa, S_s trong ống và tỷ số giữa diện tích mặt trước của ngọn lửa và diện tích mặt cắt ngang của đáy ngọn lửa.

Thể tích của khí được cháy trên giây và trên đơn vị diện tích, hoặc tốc độ cháy S_u thu được bằng cách chia thể tích của hỗn hợp được giả thiết trên giây tại nhiệt độ và áp suất thử cho diện tích bề mặt của ngọn lửa A_f (chỉ số phụ "f" biểu thị ngọn lửa). Thể tích tiêu thụ của hỗn hợp trên giây là thể tích được quét bởi diện tích mặt cắt ngang của đáy ngọn lửa, a_f , với tốc độ bằng tốc độ lan truyền ngọn lửa S_s . Công thức C.1 được dùng để xác định thể tích tiêu thụ.

$$S_u = S_s \times \frac{a_f}{A_f} \quad (\text{C.1})$$

Trong đó

a_f là diện tích mặt cắt ngang của đáy ngọn lửa;

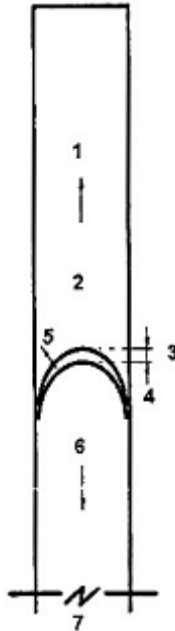
A_f là diện tích bề mặt ngọn lửa;

S_s là tốc độ lan truyền ngọn lửa;

S_u là tốc độ cháy.

CHÚ THÍCH: Diện tích mặt cắt ngang của đáy ngọn lửa bằng diện tích mặt cắt ngang của ống trừ đi vùng dập tắt (vùng ở giữa cạnh của ngọn lửa và thành ống).

Ở một nhiệt độ và áp suất đã cho, tốc độ cháy chỉ là một hàm số của loại chất cháy được và nồng độ của nó với chất oxygen hóa và phụ thuộc vào mức độ được giới hạn của thiết bị thực nghiệm.



CHÚ DẪN.

1 Hướng lan truyền ngọn lửa

2 Hỗn hợp không bị cháy

3 Độ dịch chuyển của mặt trước ngọn lửa

4 dx

5 S_u

6 Khí cháy

7 Đánh lửa

Hình C.1 - Sơ đồ lan truyền ngọn lửa trong một ống thẳng đứng

C.3. Phép đo

C.3.1. Quy định chung

Phép đo tốc độ cháy cần có sự hiểu biết ba thông số sau của công thức C.1:

- Tốc độ lan truyền ngọn lửa;
- Diện tích mặt trước của ngọn lửa;
- Diện tích mặt cắt ngang của đáy ngọn lửa.

C.3.2. Tốc độ lan truyền ngọn lửa

Tốc độ lan truyền ngọn lửa trong ống được yêu cầu cho phép đo tốc độ cháy. Điều kiện đối với công thức gốc C.1 là chỉ xem xét các phần lan truyền đồng đều của ngọn lửa trong các phép đo (S_s không đổi).

Tốc độ lan truyền tuyến tính của ngọn lửa thu được từ phép đo trực tiếp độ dịch chuyển mặt trước của ngọn lửa được xác định bởi hai ảnh liên tiếp với khoảng thời gian đã biết (30 Hz đến 50 Hz) của tần số thu hình của camera. Phải sử dụng nhiều hơn một chuỗi hình ảnh để kiểm tra bảo đảm cho sự lan truyền ngọn lửa là đồng đều. Nên có sự xử lý ảnh thích hợp để nâng cao hình dạng mặt trước của ngọn lửa và để định vị trên cả hai hình ảnh một điểm sáng giống nhau (các điểm ảnh có mức độ sáng bằng nhau) tương đương với cùng một vị trí trên mặt trước và suy ra độ dịch chuyển của mặt trước

ngọn lửa. Quy trình này tỏ ra cần thiết với các ngọn lửa có độ sáng thấp vì bất cứ độ không đảm bảo nào trong độ dịch chuyển của mặt trước ngọn lửa đều dẫn đến độ không đảm bảo của tốc độ lan truyền ngọn lửa cũng như tốc độ cháy.

C.3.3. Diện tích mặt trước của ngọn lửa

Hình dạng của mặt trước ngọn lửa không thể được tạo ra bởi chuyển động quay của một parabol hoặc gần đúng của elipsoit mặc dù trong nhiều trường hợp hình dạng này là đối xứng. Cần thiết phải có một phương pháp chính xác để tính toán diện tích mặt trước của ngọn lửa A_f . Đối với sự lan truyền lên phía trên, ngọn lửa thường biểu lộ là một bề mặt trước đối xứng có liên quan tới đường trục của ống. Đối với sự lan truyền đồng đều, hình dạng của mặt trước ngọn lửa giữ không thay đổi. Các ngọn lửa di chuyển nhanh hầu như có hình dạng bán cầu, các ngọn lửa di chuyển chậm hơn có hình dạng hơi kéo dài. Điều C.7 mô tả một mô hình toán học và hình học để tính toán diện tích mặt trước ngọn lửa. Nói một cách ngắn gọn, profin của mặt trước ngọn lửa được đánh dấu với các điểm thích hợp (20 đến 40 điểm thích hợp) rồi được chia thành hai hoặc nhiều phần nằm ngang. Các điểm thích hợp phải được lựa chọn trên mép của vùng sáng nhất trên mặt trước của ngọn lửa (lớp ngoài về phía khí không bị cháy). Đối với mỗi đoạn, một phương trình đa thức có bậc thích hợp được tạo ra để vẽ đường cong thích hợp nhất cho phép có sai lệch nhỏ nhất của đường cong điều chỉnh cho các điểm thực nghiệm thích hợp. Diện tích của mỗi phần được tính toán riêng sau đó bằng cách chia thành nhiều phần cơ bản nhỏ. Diện tích của mỗi phần cơ bản được tính toán từ giả thiết của một mô hình quay.

C.3.4. Diện tích mặt cắt ngang của đáy ngọn lửa

Diện tích mặt cắt ngang a_f của đáy ngọn lửa phải được tính toán từ đường kính đã biết d được đo ở đáy ngọn lửa như đã minh họa trong C.7. Trong trường hợp này sử dụng công thức (C.2):

$$a_f = \frac{pd^2}{4} \quad (C.2)$$

C.4. Phương pháp thử và mô tả thiết bị

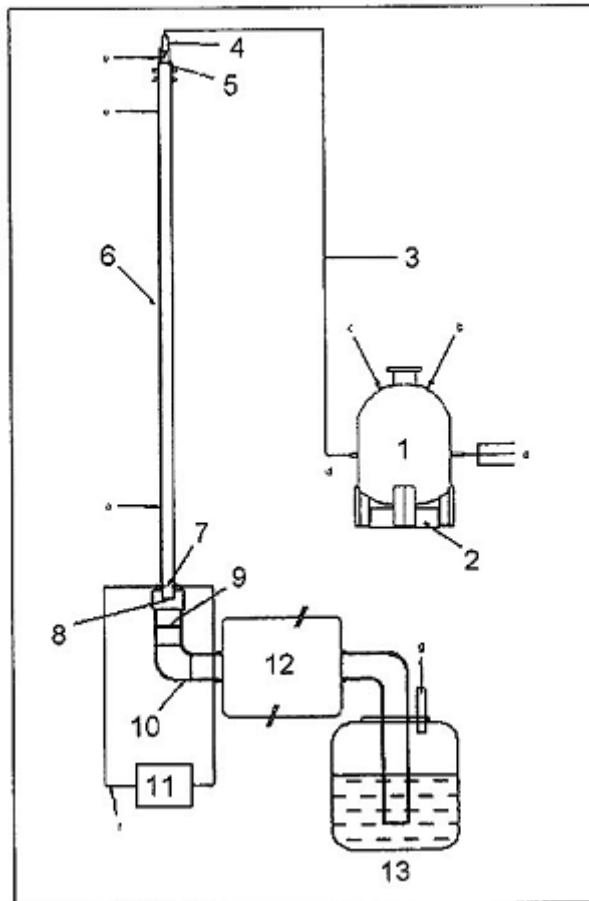
Đo tốc độ cháy trong một ống gồm có:

- Lan truyền một ngọn lửa trong một ống trong suốt thẳng đứng có đầu mút bên dưới được để hở cho cháy và đầu mút phía trên được che kín và hỗn hợp cháy được chứa đầy trong ống,
- Đo tốc độ lan truyền ngọn lửa dọc theo ống, và
- Ghi lại diện tích mặt trước của ngọn lửa bằng một camera.

Các phép đo được thực hiện ở áp suất khí quyển.

Bố trí giá thử được chỉ dẫn trên Hình C.2. Các chi tiết chính của giá thử là

- Ống thử;
- Bình hòa trộn;
- Hệ thống đánh lửa;
- Camera;
- Bộ điều chỉnh nhiệt độ thử, và
- Hệ thống xử lý khí.



CHÚ DẪN:

- | | |
|----------------------------|--|
| 1 Bình hòa trộn | 8 Lỗ ống nối |
| 2 Máy khuấy từ tính | 9 Lưới dập tắt |
| 3 Đường ống khí sạch | 10 Ống poly (vinyl chloride) |
| 4 Đầu vào ống | 11 Bộ đánh lửa |
| 5 Lưới dập tắt và san bằng | 12 Bình chứa khí giãn nở |
| 6 Ống thử | 13 Bình thu gom có dung dịch trung hòa |
| 7 Các điện cực | e Đo nhiệt độ |
| a Từ bình chứa cấp khí | f Cấp năng lượng cháy |
| b Đo áp suất | g Trích vào mũ chụp |
| c Tới bơm chân không | |
| d Tới ống vào | |

Hình C.2 - Sơ đồ của giá thử

C.4.1. Xử lý khí và chuẩn bị các hỗn hợp

Việc chuẩn bị hỗn hợp khí được mô tả trong 6.1.3. Nếu được sử dụng, hệ thống lọc khí được mô tả trong C.4.5 nên được tháo ra sao cho thể tích giãn nở không bị nạp đầy với một nồng độ cháy được. Sau đó, tạo ra dòng chảy của hỗn hợp có thành phần không đổi qua ống tới khi hỗn hợp khí dịch chuyển ít nhất là bốn lần thể tích không khí trong ống. Cần chú ý bảo đảm cho hỗn hợp khí đi ra đáy ống được thông hơi thỏa đáng. Một khi đã đạt được hỗn hợp yêu cầu trong ống, bình hòa trộn phải được tách ly khỏi ống trước khi cháy để ngăn ngừa cháy khí trong bình chứa. Quy trình kỹ thuật thích hợp trong phòng thí nghiệm để đo nồng độ của hỗn hợp khí trong ống sẽ bảo đảm cho các phương pháp được sử dụng đủ đáp ứng được mục tiêu này. Máy phân tích oxy thuận từ sẽ phù hợp cho việc xác định này.

Tất cả các bộ phận, mối nối và chi tiết của giá thử phải chịu được các khí ăn mòn như ammonia và đồng hoặc các phản ứng oxy hóa khác cũng có thể sử dụng thép không gỉ hoặc vật liệu khác được xác định là thích hợp cho sử dụng với các chất dùng cho thử nghiệm.

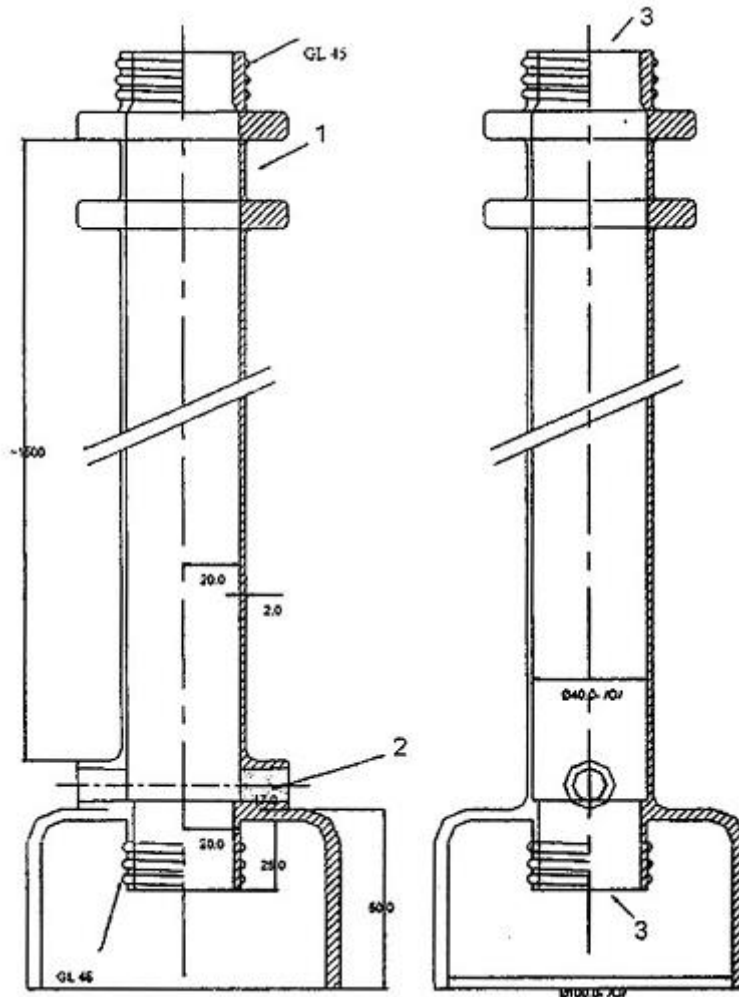
C.4.2. Ống thử

Ống thử phải được thiết kế để tạo điều kiện dễ dàng cho lan truyền ngọn lửa với sự nhiễu loạn là ít

nhất tới mức có thể, đặc biệt là ở các mức cháy và giai đoạn đầu tiên của sự lan truyền ngọn lửa; xem hình C.3. Việc thiết kế ống thử nên quan tâm đến các điểm sau:

- a) Hệ thống đánh lửa, lưới dập tắt và lỗ giảm chấn nên được thiết kế càng gần với đầu ra của ống càng tốt;
- b) Đầu ra của ống (ở đầu mút bên dưới) nên được thiết kế để dễ dàng đấu nối nó với các hệ thống trích khí và xử lý khí;
- c) Ống nên được cố định trên giá đỡ thẳng đứng và ở mức bên dưới hệ thống đánh lửa để ngăn ngừa giá đỡ cố định không gây nhiễu loạn cho sự lan truyền ngọn lửa (làm nguội quá mức) hoặc cản trở việc chụp ảnh ngọn lửa;
- d) Cũng nên quan tâm đến giới hạn kỹ thuật cho thiết kế và gia công thủy tinh.

Kích thước tính bằng milimét



CHÚ DẪN:

- 1 Thân cố định
- 2 Thân RIN10/19 cho các điện cực
- 3 Đầu mút của ống đầu vào

Hình C.3 - Kết cấu của ống thử và các kích thước chính

C.4.2.1. Kích thước

Ống được làm bằng thủy tinh có chiều dài 1,2 m với đường kính trong 40 mm. Đường kính đã được lựa chọn để có sự phù hợp giữa các ống hẹp hơn để tăng hiệu quả dập tắt nhưng cho phép chế độ lan truyền ngọn lửa ổn định và các ống rộng hơn trong đó các tổn thất cho các thành ống nhỏ hơn gắn liền với sự tăng tính ổn định [20], [21]. Sự lựa chọn đường kính 40 mm như đã chỉ dẫn [22] là phù hợp nhất cho phép đo các tốc độ cháy dưới 40 cm/s. Ống chịu được áp suất 100 kPa ở trên áp suất khí quyển mặc dù sự quá áp suất hạn chế, đầu mút ở dưới đáy của ống là đầu mút hở.

CHÚ THÍCH - Các chế độ không đảm bảo thường xuyên có sự lan truyền nhanh các ngọn lửa; xem C.7.3. Chiều dài ống dựa trên các kích thước từ các công trình nghiên cứu trước đây. Chiều dài này có thể tin cậy được, tuy nhiên bất cứ sự thay đổi lớn nào về chiều dài ảnh hưởng đến các chế độ lan truyền ngọn lửa và tính ổn định của nó chỉ khi làm việc với các hợp chất có tốc độ cháy cao.

C.4.2.2. Vị trí lắp đặt ống

Ống được đặt ở vị trí thẳng đứng để giảm sự biến dạng có thể có của mặt trước ngọn lửa do ảnh hưởng của đối lưu và bảo đảm cho hình dạng ngọn lửa đối xứng hơn. Ở vị trí này, ngọn lửa lan truyền lên phía trên, sự đánh lửa ra ở đầu mút bên dưới của ống.

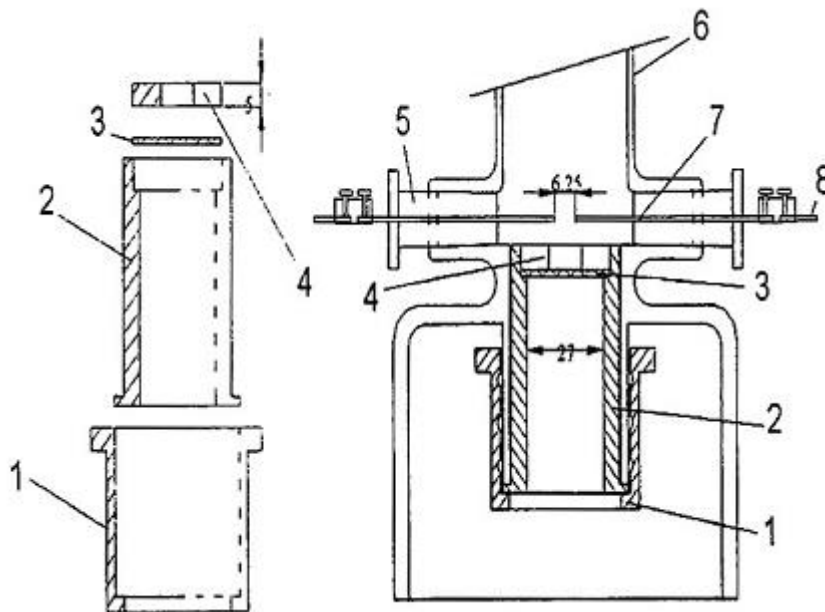
C.4.2.3. Đầu mút ống

Đầu mút dưới đáy ống được để hở thông ra khí quyển. Tại đầu mút này có bố trí hệ thống đánh lửa và các lỗ giảm chấn. Có thể sử dụng một nắp GL45 để duy trì hệ thống ở đúng vị trí yêu cầu (xem các Hình C.4 và C.5). Đối với các thành phần độc hại hiện diện trong các sản phẩm của quá trình cháy (chất độc hại hoặc ăn mòn, ví dụ HF, HCl, NH₃), đầu mút bên dưới được đấu nối với một hệ thống xử lý khí sau (xem C.4.6). Kết cấu này không cho phép tạo ra áp suất quá mức và các sản phẩm của quá trình cháy có thể tự do thoát ra khỏi ống hoặc giãn nở vào một thùng chứa 125 l nếu sử dụng hệ thống xử lý khí.

Đầu mút phía trên của ống được đấu nối vào một bình hòa trộn. Ngoài bình hòa trộn, hỗn hợp chảy vào ống và đi ra từ đầu mút ở đáy ống. Có thể sử dụng một nắp GL45 để cố định hệ thống ở đầu vào. Đầu mút này phải được đóng kín trước khi cháy và tới khi có sự lan truyền ngọn lửa.

C.4.2.4. Các vòi giảm chấn có tính lắp lẫn

Tốc độ lan truyền ngọn lửa và hình dạng của ngọn lửa thay đổi theo loại chất cháy được và thành phần của hỗn hợp chất cháy được với chất oxy hóa. Khi điều chỉnh đường kính lối ra tại đầu mút hở bên dưới bằng cách lắp các vòi có lỗ định cỡ có thể tạo ra sự ổn định hình dạng, mặt trước của ngọn lửa bằng cách giảm độ không đảm bảo và giảm các tác động của âm thanh [23], [24], [25], [26] và do đó tạo ra hình dạng tốt hơn của mặt trước ngọn lửa. Đường kính của các vòi giảm chấn dùng cho ống có đường kính trong 40 mm thay đổi từ 9 mm đến 11 mm (về tính toán chi tiết, xem tài liệu tham khảo [26]). Các vòi giảm chấn chỉ cần thiết đối với các tốc độ cháy tương đối cao (nghĩa là cao hơn 25 cm/s) và thường gắn liền với các hỗn hợp có nồng độ đậm đặc.



CHÚ DẪN:

- 1 Nắp dùng cho đầu GL45
- 2 Thân polytetrafluoroethylene (PTFE)
- 3 Lưới dập tắt
- 4 Lỗ vòi điều chỉnh polytetrafluoroethylene (PTFE)
- 5 Nút RIN 10/19 polytetrafluoroethylene (PTFE)
- 6 Ống thử
- 7 Điện cực đường kính 1 mm
- 8 Đầu nối cấp điện (năng lượng)

Hình C.4 - Bản vẽ đầu mút bên dưới của ống thể hiện các điện cực đánh lửa và vòi giảm chấn (điều chỉnh)

C.4.2.5. Dập tắt ngọn lửa

Lưới dập tắt ngọn lửa được lắp đặt ở cả hai đầu mút của ống có độ bền chịu được phản ứng với HF

và NH₃, để ngăn ngừa bất cứ mối nguy hiểm nào cho môi trường xung quanh. Lưới dập tắt phải có cỡ mắt lưới 1^{+0,5}_{-0,1} mm (các HC có khoảng cách dập tắt từ mọi phía 2 mm, khoảng cách này tăng lên khi tốc độ cháy giảm đi).

C.4.2.6. Loại thủy tinh của ống

Phổ quát xa của phần lớn các ngọn lửa được giả thiết là trong dải từ 250 nm đến 600 nm. Để ngăn ngừa sự tổn thất quá mức, điều quan trọng là phải so sánh các profin truyền ánh sáng của thủy tinh trước khi lựa chọn loại thủy tinh (ví dụ, thủy tinh silica, thủy tinh borosilicate).

C.4.2.7. Làm sạch ống bằng hỗn hợp thử

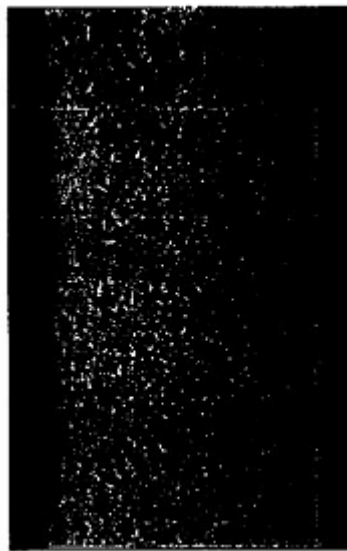
Ống thử phải được làm sạch bằng hỗn hợp thử với dòng chảy liên tục từ bình hòa trộn có lưu lượng thể tích tương đương với ít nhất là 13 lần dung tích bên trong của ống. Hỗn hợp khí phải đi vào đầu mút phía trên của ống và đi ra từ đầu mút phía dưới của ống. Đầu mút phía dưới của ống có thể được đóng kín lại sau khi làm sạch để tránh bất cứ sự thay đổi nào có thể có của nồng độ do sự pha loãng trong vùng lân cận của các điện cực. Đầu mút này chỉ được mở ra ngay trước khi cháy.

C.4.2.8. Sự ăn mòn ống

Sự hiện diện của các chất như hydrogen fluoride (HF) hoặc hydrogen chloride (HCl) cùng với nước còn lại trong các sản phẩm cháy HFC hoặc HCFC dẫn đến sự ăn mòn ống và sau nhiều phép thử (30 đến 50 tùy thuộc vào quá trình làm sạch) ống bị mờ đục với màu sắc hàu như là màu trắng (xem Hình C.5).

Vì lý do này, ống nên được làm sạch ngay sau khi kết thúc sự lan truyền ngọn lửa với một dòng nitrogen khô và sau đó đưa khăn lau ướt vào bên trong ống để làm sạch tất cả các cạnh trên thành bên trong. Dòng nitrogen khô có thể được đưa trở lại vào bên trong ống để làm sạch nước còn đọng lại từ khăn lau.

Với kỹ thuật làm sạch này có thể sử dụng cùng một ống cho một số lượng lớn các phép thử trước khi tác động ăn mòn trở nên rõ rệt.



Hình C.5 - Sự ăn mòn ống do hydrogen fluoride

C.4.3. Đánh lửa

Nguồn đánh lửa có thể ảnh hưởng đến các kết quả của giới hạn khả năng cháy hoặc ngay cả chế độ lan truyền ngọn lửa. Nhiều nhà nghiên cứu (tài liệu tham khảo [27] đưa ra sự nghiên cứu tổng quát) đã thực hiện các phân tích về sự cháy bằng tia lửa với sự bố trí các điện cực, kiểu điện cực (chẳng hạn như các điện cực kiểu mặt bích), vật liệu và cỡ kích thước điện cực, khe hở để đánh lửa, khoảng thời gian của tia lửa và điện áp đánh thủng cũng như ảnh hưởng của các yếu tố này đến năng lượng cháy tối thiểu.

Hệ thống đánh lửa được mô tả trong phương pháp thử này có cùng một đặc tính như hệ thống đánh lửa được sử dụng trong phương pháp thử tách cháy được của ASTM E681 về mặt các kích thước của điện cực, khoảng hở cho cháy, thời gian đánh lửa và nguồn cấp điện. Sự tương tự này dẫn đến sự phù hợp của thử nghiệm khả năng cháy bằng phương pháp ống với thử nghiệm khả năng cháy bằng phương pháp của ASTM.

CHÚ THÍCH - Các thông số kỹ thuật cho đánh lửa này cũng hoàn toàn tương tự với các thông số kỹ thuật được quy định trong DIN 51649-1 (tiêu chuẩn về các giới hạn của khả năng cháy)[28].

C.4.3.1. Kiểu đánh lửa

Hỗn hợp được đánh lửa bằng một tia lửa điện được tạo ra bởi hai điện cực.

C.4.3.2. Xác định vị trí

Sự đánh lửa xảy ra tại đầu mút dưới đáy của ống. Các điện cực được cố định đối diện nhau theo chiều đường kính ống, đồng trục với nhau và được định vị phía trên bề mặt trên của các lỗ vòi có tính lắp lẫn một khoảng 5 mm đến 10 mm. Các điện cực được kẹp chặt trong các nút RIN 10/19 bằng PTFE được lắp vào thân chuyên dùng cho RIN 10/19 (xem Hình C.4).

C.4.3.3. Điện cực

Các điện cực được chế tạo bằng vonfram có đường kính 1 mm. Khe hở giữa các điện cực là 6,4 mm. Khi cần thiết, có thể lắp một trục hiệu chuẩn chuyên dùng hình trụ vào trong ống và giữa các điện cực để kiểm tra vị trí của chúng so với đường tâm ống và bảo đảm khoảng hở chính xác cho cháy.

Để bảo đảm các điều kiện cho cháy tốt, đặc biệt là ở gần các giới hạn trên và dưới của sự lan truyền ngọn lửa, các điện cực phải được làm sạch lại đối với bất cứ chất đóng cặn nào.

C.4.3.4. Nguồn cấp điện

Điện năng dùng cho các điện cực phải được cung cấp bởi cuộn dây thứ cấp của một máy biến áp có công suất ra 15 kV, 30 mA. Thường không có yêu cầu đối với điện áp cao này ngoại trừ các hợp chất có tiềm năng hư hỏng cao. Hệ thống cấp điện được đấu nối thích hợp với các điện cực để tránh ngắn mạch và sự quá nhiệt tại các điểm nối không tiếp xúc tốt.

C.4.3.5. Thời gian đánh lửa

Thời gian đánh lửa phải được đặt ở $(0,3 \pm 0,05)$ s bằng cách điều chỉnh khoảng thời gian của tia lửa với một bộ định thời. Khoảng thời gian này đã được chứng minh là thích hợp nhất cho các phép đo các giới hạn của khả năng cháy [9].

Không nên tiến hành đánh lửa ngay sau khi nạp hỗn hợp tương ứng vào ống mà phải sau 5 s đến 10 s để dòng chảy rồi trong ống dừng lại.

CHÚ THÍCH: Sự giải phóng năng lượng quá mức từ hệ thống đánh lửa này có thể gây ra các sóng bao gồm sự cháy rồi ở mặt trước ngọn lửa và của hỗn hợp ở phía trước ngọn lửa.

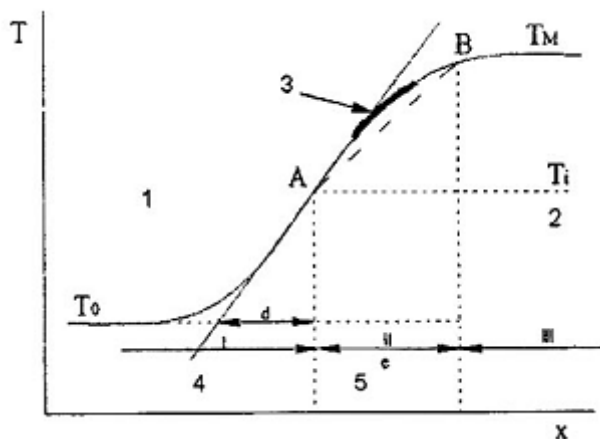
C.4.4. Hình ảnh mặt trước của ngọn lửa

Sử dụng phương pháp chụp ảnh trực tiếp để ghi lại hình ảnh mặt trước của ngọn lửa. Các hình ảnh này được sử dụng để tính toán tốc độ lan truyền ngọn lửa cũng như diện tích bề mặt của ngọn lửa.

C.4.4.1. Vùng sáng chói và phương pháp chụp ảnh trực tiếp

Công thức xác định tốc độ cháy (C.1) dựa trên tính toán diện tích mặt trước ngọn lửa tại lớp của vùng đốt nóng trước. Với phương pháp chụp ảnh trực tiếp, các vùng sáng chói của ngọn lửa được bộc lộ ra. Vì thế, bất cứ phép đo nào được thực hiện với kỹ thuật chụp ảnh này phải dựa trên vùng của ngọn lửa có sự chiếu sáng với cường độ lớn nhất. Vùng này tương đương với vùng của ngọn lửa giữa điểm có nhiệt độ bằng nhiệt độ đánh lửa và điểm cuối kết thúc phản ứng (xem Hình C.6). Độ không đảm bảo tương đối của tốc độ cháy được đánh giá bằng tính toán diện tích mặt trước của ngọn lửa dựa trên các profin của ngọn lửa từ phương pháp chụp ảnh trực tiếp là 6,5 %.

CHÚ THÍCH: Độ không đảm bảo tương đối 6,5 % có thể được giảm đi và vị trí chính xác của bề mặt có thể gần đạt được nếu profile của mép ngoài của vùng sáng chói dịch chuyển ra phía ngoài với một khoảng dịch chuyển tương đương với chiều rộng của vùng sáng chói.



CHÚ DẪN:

1 Khí không được cháy

2 Khí được cháy

- 3 Vùng sáng chói
- 4 Vùng đốt nóng trước
- 5 Vùng phản ứng

Hình C.6 - Profile nhiệt độ dọc theo một ngọn lửa cháy và vùng sáng chói

C.4.4.2. Quang phổ phát xạ của ngọn lửa

Các đỉnh quang phổ do cháy phụ thuộc vào loại chất được cháy và các gốc được tạo thành như OH, HCO, CH, C₂ và C₃. Theo quan điểm định tính, có thể công bố là các đỉnh điển hình cho phát xạ tối đa và đôi khi ngay cả trong một môi trường liên tục ở mức cao là dải 250 nm đến 600 nm đối với các ngọn lửa HC và HFC.

C.4.4.3. Camera thu hình

Nên sử dụng một camera kỹ thuật số để ghi hình sự lan truyền ngọn lửa. Hình ảnh mặt trước này của ngọn lửa nên được ghi lại và thu gom cho xử lý thêm nữa (đo tốc độ lan truyền ngọn lửa và tính toán diện tích mặt trước của ngọn lửa).

Khi vận hành camera cho các phép thử, nên lựa chọn các đặc tính của thời gian phơi sáng và tốc độ ghi hình như một hàm số của phạm vi tốc độ được đo. Với các ngọn lửa cháy rất nhanh, cần có tốc độ ghi hình cao và thời gian phơi sáng nhỏ (nghĩa là < 1 ms). Đường đặc trưng quang phổ của camera cũng phải được tính đến và hiệu suất cao hơn của đường cong hiệu suất lượng tử phải bao hàm phạm vi bước sóng điển hình của ngọn lửa được ghi hình.

CHÚ THÍCH: Một tập hợp các điều chỉnh và các chế độ vận hành khác nhau như độ phân giải, sự nâng cao hình ảnh, tốc độ ảnh, thời gian lộ sáng, số lượng ảnh trong quá trình ghi, sự mở máy trước/sau và các thông số cho năng suất ảnh, được thực hiện thông qua một giao diện thích hợp, có thể giúp cho việc sửa lại các hình ảnh cho phù hợp với loại mặt trước ngọn lửa được ghi hình. Cũng có thể sử dụng một bộ các ống kính để quét nhanh và điều tiêu ảnh chụp tối ưu.

C.4.4.4. Thời gian lộ sáng

Cần thiết phải chỉnh đặt thời gian lộ sáng trước khi bắt đầu chụp ảnh sự lan truyền ngọn lửa để sao lại một cách tốt nhất hình dạng của mặt trước ngọn lửa và tăng độ chính xác của phép đo diện tích mặt trước của ngọn lửa.

Vì không có mối quan hệ xác định giữa tốc độ lan truyền ngọn lửa và dạng phát sáng nhiều hoặc ít, đối với các ngọn lửa sáng chói nhanh và thấp, người thử phải tìm ra sự thỏa hiệp cho chỉnh đặt thời gian lộ sáng. Thời gian lộ sáng dài hơn sẽ bù cho độ sáng thấp nhưng dẫn đến hình dạng không chính xác của mặt trước ngọn lửa do sự dịch chuyển của ngọn lửa trong quá trình của thời gian lộ sáng.

Đối với các phép đo cho tính toán hệ số tỷ lệ lượng, thời gian lộ sáng được khuyến nghị là 1 ms hoặc ít hơn. Giá trị này được xác định bằng kinh nghiệm thực tế và phụ thuộc vào camera.

C.4.4.5. Xác định vị trí

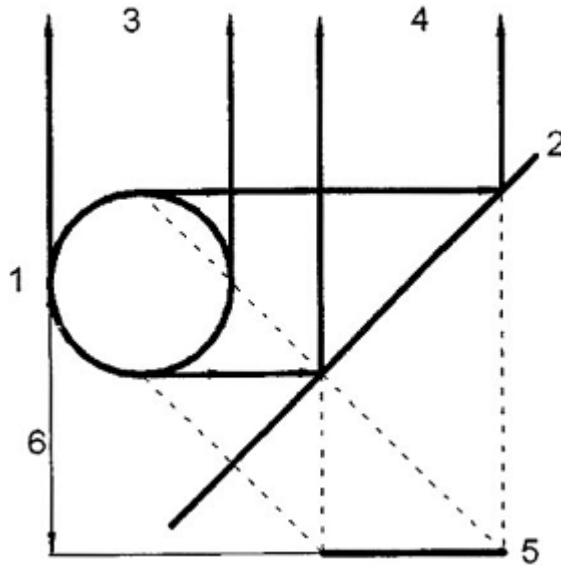
Trường ghi hình của camera phải được điều chỉnh vào vị trí và chiều cao thích hợp của ống trong đó sự di chuyển của ngọn lửa được xem là đồng đều. Chỉ các hình ảnh được lấy ở cùng một mức trực ống kính mới được sử dụng để tính toán diện tích mặt trước ngọn lửa và giảm độ không chính xác cho các kích thước mặt trước ngọn lửa.

C.4.4.6. Xác định tỷ xích và sự méo quang

Xác định tỷ xích của các hình ảnh ngọn lửa so với các kích thước thực của mặt trước ngọn lửa có thể đạt được bằng cách chụp ảnh một thước chia độ được đặt dọc theo ống sao cho các độ chia trùng với một lớp đi qua tâm ống và vuông góc với trục của camera.

CHÚ THÍCH: Sự méo (biến dạng) quang do hình học của thành ống được bỏ qua.

Đặt một gương với góc đặt 45° bên cạnh ống để nhận dạng độ không phẳng của bề mặt mặt trước ngọn lửa và tăng độ chính xác của các phép thử bằng cách bảo đảm có giả thiết đúng cho tính toán diện tích của mặt trước ngọn lửa. Với camera đối diện với cả ống và gương, các hình ảnh ghi được đã cho cả hình chiếu đứng và hình chiếu cạnh của mặt trước ngọn lửa (xem hình C.7). Lưu ý rằng, hình chiếu bằng trong đó có bố trí ảnh của gương được đặt sau ảnh chụp trực tiếp. Nếu được sử dụng để tính toán các ảnh này phải có tỷ xích tương tự như lớp thẳng đứng đi qua tâm ống và vuông góc với trục camera.



CHÚ DẪN:

- 1 Ống
- 2 Gương
- 3 Ảnh chiếu trên hình chiếu đứng
- 4 Ảnh chiếu trên hình chiếu cạnh
- 5 Vị trí của ảnh thực trên hình chiếu cạnh
- 6 Độ dịch chuyển

Hình C.7 - Sơ đồ của ảnh trên hình chiếu đứng và hình chiếu cạnh do camera thu nhận được

C.4.4.7. Độ phân giải của các ảnh ngọn lửa

Độ không đảm bảo chủ yếu trong phép đo tốc độ cháy bằng phương pháp ống có liên quan đến độ phân giải của hình ảnh cho tốc độ lan truyền ngọn lửa, hệ số thay tỷ lệ và diện tích của mặt trước ngọn lửa. Độ phân giải tăng lên sẽ đạt được các kết quả chính xác hơn, nhưng đối với mức độ ở đó các điểm điều chỉnh trên ảnh mặt trước ngọn lửa sẽ không phụ thuộc vào các điểm ảnh của các kích thước nhỏ.

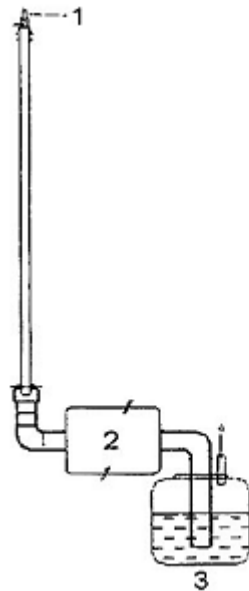
C.4.5. Các hệ thống làm sạch, xả và xử lý khí

Thiết bị thử phải được làm sạch một cách cẩn thận sau mỗi phép thử để loại bỏ đi các sản phẩm cháy còn lại và các chất phế thải từ phép thử trước đây và bảo đảm rằng các sản phẩm cháy không gây nguy hại cho người hoặc phá hoại môi trường. Một quá trình xử lý thích hợp các sản phẩm cháy, đặc biệt là các khí có thành phần fluorine phải được đưa ra: sự sang chiết các sản phẩm phải được thực hiện nhanh lúc kết thúc phép thử để trung hòa HF hoặc HCl, các chất này trong một số trường hợp cấu thành lớn hơn 30 % các sản phẩm cháy, và giảm sự ăn mòn ống thử (một lượng nhỏ hơi ẩm làm cho ống bị ăn mòn đáng kể). Để đáp ứng yêu cầu này, phải thiết kế và lắp đặt một hệ thống xử lý đặc biệt và làm sạch khí xả ở đầu ra của thiết bị thử cho phép loại bỏ các chất ăn mòn bằng cách phun khí xả vào một dung dịch nước basic (ví dụ NaOH). Hệ thống xử lý cũng bao gồm một bình giãn nở được đấu nối giữa hệ thống xử lý khí và đầu bên dưới của ống để mô phỏng trạng thái giãn nở có áp suất không thay đổi (xem Hình C.8). Một quạt chiết rút các sản phẩm cháy ra khỏi ống qua bình giãn nở và dung dịch nước và sau đó khí sạch được dẫn tới mũ chụp.

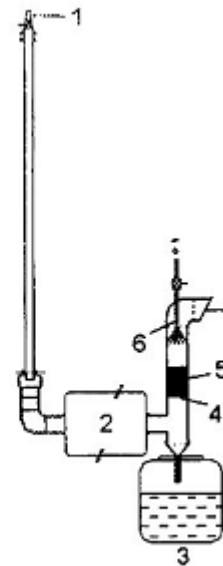
Nếu cần thiết, có thể sử dụng một hệ thống rửa khí bằng nước thay cho hệ thống phun. Trong trường hợp này, có thể sử dụng, ví dụ một vòi phun hình côn để phun nước lên dòng khí xả hướng lên. Nước acid được thu gom ở đáy và được thải vào một bình lớn hơn chứa dung dịch nước basic để trung hòa nước acid.

Bình chứa dung dịch nước nên được tháo cạn thường xuyên và kiểm tra độ acid của nước để bảo đảm xử lý an toàn.

CHÚ THÍCH: Nếu cần thiết, có thể lắp đặt hai hệ thống xử lý nối tiếp nhau để đạt được sự loại bỏ hoàn toàn các chất ăn mòn



a) Hệ thống phun



b) Hệ thống rửa khí

CHÚ DẪN:

- 1 Đầu vào của ống
- 2 Bình giãn nở khí
- 3 Bình thu gom có dung dịch trung hòa
- 4 Lưới đỡ
- 5 Tháp lọc khí
- 6 Vòi phun
 - a Trích vào mũ chụp
 - b Cung cấp nước

Hình C.8 - Hệ thống xử lý khí

C.4.6. Đặt nhiệt độ thử

Nhiệt độ thử 23 °C đạt được một cách đơn giản bằng điều chỉnh nhiệt độ trong phòng thử. Vì sự lan truyền ngọn lửa nhạy cảm với nhiệt độ cho nên gradient nhiệt độ dọc theo ống nên là tối thiểu, ví dụ nhỏ hơn 1 °C. Yêu cầu này có thể đạt được bằng sự luân chuyển thích hợp và điều khiển một dòng không khí có nhiệt độ điều chỉnh được.

C.4.7. Biên bản thực nghiệm

Biên bản sau áp dụng cho vận hành các phép thử khi sử dụng kỹ thuật áp suất riêng phần để chuẩn bị các hỗn hợp.

a) Phải kiểm tra các yêu cầu sau trước khi bắt đầu phép thử mới:

- 1) Ghi lại tỷ xích chuẩn của camera so với tỷ xích của kích thước thực của ngọn lửa (các điểm ảnh (pixel)/m hoặc tương đương);
- 2) Làm sạch ống bằng thổi khí khô (không khí hoặc nitrogen);
- 3) Kiểm tra khoảng hở của các điện cực và độ đồng trục của các điện cực;
- 4) Lựa chọn đường kính lỗ ra thích hợp.

b) Bình hòa trộn và tất cả các ống và chi tiết dạng ống nối trước tiên phải được hút chân không tới áp suất 10 Pa tuyệt đối hoặc nhỏ hơn.

c) Bình hòa trộn sau đó phải được nạp các thành phần hỗn hợp khác nhau, mỗi thành phần có áp suất riêng phần tương ứng. Mỗi lần dẫn khí mới vào bình hòa trộn, các đầu nối phải được hút chân không. Nên bật máy khuấy từ tính tại lúc bắt đầu của quá trình và ít nhất là 5 min sau khi kết thúc quá trình nạp.

d) Tiếp sau hỗn hợp có thể được phép rời khỏi bình hòa trộn, luân chuyển qua ống, ra khỏi đầu ra bên dưới của ống và chiết vào mũ chụp. Một thể tích tương đương với ít nhất là 13 lần dung tích bên trong của ống được luân chuyển.

e) Đầu mút bên trên trước tiên phải kín và ngay sau đó là đầu mút bên dưới để ngăn ngừa bất cứ sự

pha loãng hoặc thay đổi nồng độ nào có thể có trong phạm vi của vùng điện cực.

f) Nên cho phép có thời gian 5 s đến 10 s để hỗn hợp bên trong ống trở nên yên lặng.

g) Đầu mút bên dưới phải được mở ra một cách nhẹ nhàng để tránh bất cứ sự nhiễu loạn hoặc thay đổi nồng độ nào xung quanh vùng cháy và sau đó tiến hành việc cháy. Ngay trước khi cháy nên cho camera hoạt động và ghi lại các hình ảnh.

h) Sau khi kết thúc sự lan truyền ngọn lửa, các sản phẩm cháy đã dập tắt ở đầu mút phía trên của ống được dẫn ra bằng dòng nitrogen hoặc không khí được luân chuyển trong ống. Trong trường hợp các sản phẩm cháy có hại thì phải lắp đặt và sử dụng hệ thống xử lý khí đặc biệt.

C.5. Đánh giá và biểu thị các kết quả

$$S_u = S_{u,max} - a(\phi - \phi_{max})^2 \quad (C.4)$$

Trong đó

$S_{u,max}$ là tốc độ cháy lớn nhất rút ra từ đa thức bậc hai thích hợp cho các điểm thực nghiệm;

ϕ_{max} là tỷ số đương lượng tại tốc độ cháy lớn nhất;

a là hằng số điều chỉnh.

Trong một ít trường hợp, công thức (C.4) không đạt được sự điều chỉnh tốt nhất cho các kết quả thực nghiệm về tốc độ cháy. Khi đó nên thảo luận kỹ về các phương trình điều chỉnh khác. Các điểm thực nghiệm cũng có thể được tách ra thành hai phần và đối với mỗi phần cũng có thể sử dụng một phương trình điều chỉnh riêng.

CHÚ THÍCH: Thông thường, tốc độ cháy lớn nhất được đáp ứng ở một tỷ số đương lượng giữa 1,00 và 1,15.

C.5.1. Độ không đảm bảo

C.5.1.1. Độ không đảm bảo trong tốc độ cháy

Độ không đảm bảo tương đối tổng của các phép đo tốc độ cháy như đã mô tả trong tiêu chuẩn này được ước lượng giữa 7 % và 10 % và thích hợp cho

- Chủ yếu là các độ không đảm bảo trong tính toán diện tích của mặt trước ngọn lửa (65 % độ không đảm bảo tổng), và
- Phép đo tốc độ lan truyền ngọn lửa (35 % độ không đảm bảo tổng).

C.5.1.2. Ước lượng độ không đảm bảo của các nồng độ

Các nồng độ của các hỗn hợp được chuẩn bị với phương pháp áp suất riêng phần đều phải chịu độ không đảm bảo phát sinh chủ yếu do:

- Phép đo của bộ chuyển đổi áp suất;
- Định luật khí lý tưởng được sử dụng để thu được các mật độ từ áp suất và nhiệt độ. Với không khí là thành phần chính trong hỗn hợp, trạng thái của hỗn hợp ở các áp suất tuyệt đối giữa 300 kPa và 400 kPa không thay đổi chút nào so với trạng thái lý tưởng. Trong trường hợp này độ không đảm bảo tương đối trong mật độ được ước lượng tới 2 % trong khi nó có thể được bỏ qua đối với các áp suất tuyệt đối dưới 100 kPa.

CHÚ THÍCH: Phần lớn độ không đảm bảo phát sinh do thừa nhận định luật khí lý tưởng. Đối với các nồng độ cao tới 30 % thành phần thể tích, độ không đảm bảo tuyệt đối có thể được ước lượng ở 0,6 % phần thể tích hoặc 2 % đối với độ không đảm bảo tương đối. Đối với các nồng độ thấp tới 2 % thành phần thể tích, độ không đảm bảo tuyệt đối có thể được ước lượng tại 0,08 % thành phần thể tích và độ không đảm bảo tương đối là 4 %.

Các độ không đảm bảo trong các phép đo tốc độ cháy và các nồng độ của hỗn hợp phải được xác định riêng cho mỗi bàn thử.

C.6. Đề phòng đảm bảo an toàn

C.6.1. Các kiến nghị về an toàn được thực hiện đối với tỷ lệ oxygen trong không khí không cao hơn 21 % phần thể tích.

C.6.2. Đối với các tốc độ cháy cao (> 30 cm/s), nên tiến hành các phép thử bắt đầu từ LFL thấp nhất của các thành phần và tăng dần dần nồng độ. Điều kiện này thích hợp cho phòng tránh nổ với sự lan truyền nhanh ngọn lửa ở các nồng độ, gần với nồng độ cho xác định hệ số tỷ lượng. Phải tránh sự hạn chế quá mức của đầu mút ra với các lỗ có tính đối lẫn.

C.6.3. Người sử dụng bàn thử phải sử dụng các trang bị bảo vệ thích hợp (ví dụ, găng tay, trang bị bảo vệ mắt và đầu).

C.6.4. Hệ thống xử lý khí đặc biệt phải có sự đề phòng khi vận hành bằng tay vì có chứa các chất ăn mòn. Hệ thống xử lý phải kín và nên sử dụng quạt để chiết tách khí tránh hít phải các sản phẩm cháy.

C.6.5. Hệ thống đánh lửa cao áp, các đầu nối và các điện cực nên được bọc đỡ vận chuyển cẩn thận và bảo vệ tránh bất cứ sự tiếp xúc nào. Vì lý do an toàn, nên tránh sử dụng các nguồn cháy, có tiềm năng khác với nguồn được dự định dùng cho thử nghiệm (ví dụ các công tắc, các tiếp điểm điện).

C.6.6. Các lưới dập tắt phải được lắp đặt trên cả hai đầu mút của ống thử. Phải đặt một lưới dập tắt bổ sung ở lõi vào thể tích giãn nở để ngăn ngừa bất cứ sự cố cháy nào trong phạm vi thể tích này.

C.7. Mô tả tóm tắt về hình dạng, chế độ lan truyền và tính ổn định của ngọn lửa

C.7.1. Hình dạng ngọn lửa

Khi xem xét sự lan truyền sóng của quá trình cháy từ đầu mút hở đến đầu mút kín của ống, khí không được cháy ở phía trước sóng được chứa bởi thành ống sao cho tạo thành một cột tĩnh tại. Sự giãn nở nhiệt trong phạm vi sóng tạo ra một dòng liên tục của khí không bị cháy đi về phía đầu mút hở. Các thông số chính đóng góp vào việc xác định hình dạng mặt trước của ngọn lửa là:

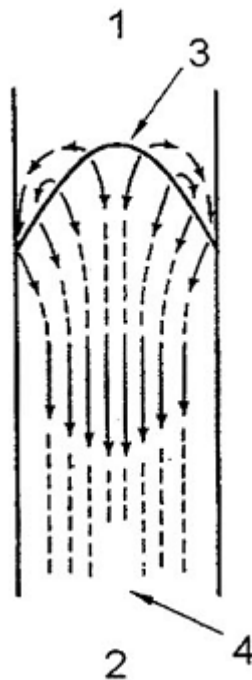
a) Lực cản nhớt làm cho dòng chảy chậm lại ở thành ống và tăng tốc cho dòng chảy ở tâm ống (lực ép ở tâm cao hơn ở gần thành ống);

b) Dòng khí không được cháy đi ra xa khỏi mặt trước ngọn lửa ở tâm và hướng dòng khí này ra các mép (khí không được cháy phía trước ngọn lửa được đẩy về phía đầu mút kín);

c) Ảnh hưởng đối lưu của khí được cháy dẫn đến mặt trước ngọn lửa bị kéo dài và sự lan truyền các ngọn lửa chậm hơn trong khi mặt trước ngọn lửa có hình dạng hầu như là mặt cầu với sự lan truyền nhanh của các ngọn lửa;

d) Tốc độ cháy không thay đổi theo hướng vuông góc với mặt trước ngọn lửa,

Vì thế dường như sự cân bằng giữa tất cả các ảnh hưởng nêu trên tạo điều kiện để duy trì sự không thay đổi về tính ổn định của mặt trước ngọn lửa trong quá trình di chuyển đồng đều (xem Hình C.9).



CHÚ DẪN:

1 Đầu mút kín của ống

2 Đầu mút hở của ống

3 Khí chưa được đốt cháy

4 Khí được cháy

Hình C.9 - Hướng của dòng chảy và tốc độ hạt cho sự lan truyền sóng cháy cháy tầng từ đầu mút hở tới đầu mút kín của ống

C.7.2. Chế độ lan truyền ngọn lửa

Với các tốc độ cháy cao, sự lan truyền thường phát triển theo ba giai đoạn hoặc chế độ khác nhau với hai loại di chuyển có thể có. Ba giai đoạn có thể được phân biệt bằng cấu trúc của ngọn lửa hoặc biên độ của áp suất và các dao động của ngọn lửa.

Sự di chuyển của ngọn lửa gồm có một trong hai di chuyển sau:

a) Di chuyển đồng đều;

b) Di chuyển có dao động.

Chế độ lan truyền ngọn lửa có thể phát triển thành các giai đoạn tương ứng sau:

- Sau khi cháy ngọn lửa lan truyền êm dịu qua phần thứ nhất (giai đoạn thứ nhất) của ống tại một tốc độ đồng đều phụ thuộc vào hỗn hợp và chiều dài ống.
- Chuyển động có dao động của ngọn lửa có thể chùng lên sau giai đoạn thứ nhất. Các dao động này bắt đầu với dạng bên ngoài có cấu trúc tế bào ở mặt trước ngọn lửa. Sự bắt đầu của dao động và rung trong quá trình lan truyền là kết quả của sự kết nối giữa các dao động của ngọn lửa và của áp suất trong khí.
- Do sự phát triển của ngọn lửa, ống thử ngày càng chứa đầy các sản phẩm cháy nóng và vì thế tần số cơ bản của dao động tăng lên. Mặt trước của ngọn lửa có thể phải chịu tác động của các chuyển động qua lại rất mạnh và có thể tăng tốc một cách ổn định tới khi xuất hiện chế độ lan truyền với dòng chảy rối, làm cho mức không ổn định gia tăng và mức này tồn tại tới khi kết thúc quá trình cháy.

Sự kết thúc của di chuyển đồng đều bằng chuyển động có dao động của ngọn lửa thường xảy ra khi thực hiện việc cháy ở đầu mút hở của ống, ngoại trừ các hỗn hợp cháy chậm, trong đó có thể tiến hành cháy ở một tốc độ đồng đều trên phần lớn chiều dài ống.

CHÚ THÍCH 1: Các phép đo trong một ống 40 mm có các tốc độ cháy dưới 23 cm/s [26] đã cho thấy hầu như không có gia tốc của ngọn lửa. Các hợp chất có các tốc độ cháy dưới 10 cm/s đã được chứng kiến có các tốc độ lan truyền ngọn lửa không vượt quá 25 cm/s.

CHÚ THÍCH 2: Dạng tế bào của các ngọn lửa gắn liền với các ngọn lửa có tốc độ lan truyền cao - các tốc độ cháy cao - và các hỗn hợp giàu. Không thể đo được diện tích mặt trước của ngọn lửa đối với ngọn lửa dạng tế bào với độ chính xác chấp nhận được. Vì lý do này, phương pháp ống thử được giới hạn cho các phép đo tốc độ cháy tương đối thấp.

C.7.3. Độ ổn định của ngọn lửa trong ống

Các lý do chính và có thể có đứng sau sự phát sinh dòng chảy rối nên được xác định để hiểu được tính chất riêng của sự lan truyền ngọn lửa. Nói chung sự chảy rối của một ngọn lửa xáo trộn sơ bộ có thể thuộc vào một trong các lý do sau:

- a) Sự chảy rối của dòng khí ban đầu trong hỗn hợp cháy được có thể tạo ra sự nhiễu loạn trong hình dạng và trạng thái của mặt trước ngọn lửa;
- b) Tính không đồng đều của nồng độ hỗn hợp cháy được, áp suất và nhiệt độ. Trong trường hợp này, ngọn lửa lan truyền trong một hỗn hợp trong đó các điều kiện đang thay đổi và như vậy sự lan truyền của ngọn lửa cũng bị ảnh hưởng;
- c) Sự chảy rối của dòng khí trong hỗn hợp cháy được ở vùng dòng chảy bị cắt giữa thành ống hoặc các vật cản và dòng khí được tạo ra bởi sự lan truyền ngọn lửa;
- d) Trong trường hợp dòng khí tăng tốc, sự chảy rối của dòng khí được tạo ra gần mặt trước của ngọn lửa;
- e) Các nhiễu loạn của mặt trước ngọn lửa gây ra bởi các cơ chế khuếch tán nhiệt và khối lượng;
- f) Sự tương tác của mặt trước ngọn lửa với các sóng âm thanh phát ra từ sự lan truyền ngọn lửa.

Giai đoạn di chuyển đồng đều của ngọn lửa có thể bắt đầu khi các nhiễu loạn trong hỗn hợp không được cháy được dập tắt và ngọn lửa lan truyền trong một môi trường ở trạng thái tĩnh.

Nên có sự chú ý đặc biệt tới độ không đảm bảo của âm thanh được nhận dạng cùng với sự lan truyền nhanh của các ngọn lửa. Do nguồn phát ra nhiễu loạn có tiềm năng cho nên độ không đảm bảo của âm thanh rất khó có thể loại bỏ được, nhưng có thể được kiểm soát bằng thiết kế thích hợp. Có thể đạt được sự dập tắt các dao động âm thanh bằng cách tạo ra lực cản dòng khí cháy để tăng áp suất tương ứng vượt quá một mức xác định [8]. Yêu cầu này có thể được thực hiện bằng cách giảm đầu mút hở của ống đi một lỗ. Biện pháp giảm này sẽ làm tăng sự di chuyển đồng đều của ngọn lửa.

Độ không ổn định âm thanh có thể vì thế mà giảm đi bằng cách giảm đầu mút hở của ống đi một lỗ có đường kính được xác định theo công thức (C.5):

$$\frac{d}{d_e} = \left(1 + \frac{C_b}{(E-1)S_s} \right)^{1/4} \quad (C.5)$$

Trong đó

d là đường kính trong của ống (m);

d_e là đường kính của lỗ (vòi) (m);

C_b là tốc độ âm thanh trong khí cháy (m/s);

E là tỷ số giãn nở (nghĩa là tỷ số giữa mật độ của khí không được cháy và mật độ của khí được cháy);

S_s là tốc độ lan truyền ngọn lửa trong ống (m/s).

Phép tính này chỉ cần thiết với sự lan truyền ngọn lửa nhanh theo kinh nghiệm trong quá trình các phép thử thực nghiệm và các tốc độ cháy cao. Tuy nhiên, sự giảm âm thanh có thể là không đủ để loại bỏ các nhiễu loạn của ngọn lửa cháy nhanh trong pha lan truyền ban đầu của nó. Các nhiễu loạn trong hỗn hợp không được cháy phía trước ngọn lửa cũng phải được ngăn ngừa. Yêu cầu này có thể đạt được bằng cách đặt các lớp đệm sợi thủy tinh ở khoảng cách gần cuối dòng của đầu mút ống kín.

C.7.4. Quan sát ngọn lửa trong ống

a) Các ngọn lửa nhanh nhất mất đi chuyển động đồng đều của chúng sau một khoảng cách nào đó và các ngọn lửa chậm hơn di chuyển qua một khoảng cách dài hơn trước khi mất trước ngọn lửa mất đi hình dạng cân đối của nó. Chuyển động trở nên không đồng đều do một chuyển động dao động, chuyển động này đôi khi khá dữ dội trong các hỗn hợp cháy chậm hơn khiến cho ngọn lửa bị dập tắt.

b) Các ngọn lửa nhanh hơn giữ được vị trí đứng thẳng tới khi có chuyển động không đồng đều. Các ngọn lửa chậm hơn đôi khi bị nghiêng đi trong quá trình chuyển động đồng đều. Các ngọn lửa có tốc độ trung gian (đặc biệt là ở phía có nồng độ dồi dào) có thể có dạng đứng thẳng hoặc nghiêng. Thời điểm tại đó, xảy ra sự thay đổi này có thể là hoàn toàn tùy tiện, và một số ngọn lửa có thể chấp nhận dạng nghiêng nhưng vẫn giữ vị trí đứng thẳng tới khi chuyển động không đồng đều ập tới. Dạng nghiêng có vẻ như ổn định hơn bởi vì không bao giờ có sự thay đổi theo chiều ngược lại. Cả hai dạng chuyển động có vẻ như hoàn toàn đồng đều với kết quả là trước tiên ngọn lửa có tốc độ chậm đồng đều, sau đó là tốc độ nhanh đồng đều trước khi bắt đầu có chuyển động không đồng đều.

c) Một số ngọn lửa có thể có hình thái khác biệt so với tất cả các hỗn hợp tương ứng khác. Các ngọn lửa này tiến tới nhanh, đứng thẳng và phát ra nhiều ánh sáng một cách đáng kể hơn các ngọn lửa được quan sát khác trong khi được mong đợi có tốc độ chậm hơn và có thể chấp nhận dạng nghiêng. Hiện tượng không bình thường này có thể có liên quan theo một cách nào đó đến sự thay đổi trong cơ chế phản ứng đối với một số thành phần nào đó của hỗn hợp. Cấu trúc phổ biến của ngọn lửa cũng có thể xuất hiện khác nhau trong một số các trường hợp này. Không có sự giải thích cho các ngọn lửa ngoại lệ và ngọn lửa này được xem như một trong các trường hợp có thể gây ra bởi sự thay đổi được ghi nhận trong tốc độ ngọn lửa và có lẽ cả trong chế độ lan truyền ngọn lửa trong ống.

C.7.5. Dập tắt ngọn lửa trong ống tròn (có tiết diện tròn)

Khi một ngọn lửa đang lan truyền gần một bề mặt thì không thể bỏ qua các ảnh hưởng đến cấu hình của ngọn lửa. Ngọn lửa xuất hiện được dập tắt và được dừng lại cách thành ống một khoảng vài milimet. Khoảng cách này được gọi là khoảng cách dập tắt. Hiện tượng dập tắt này được chi phối bởi ba cơ chế khác nhau có thể được tóm tắt như sau:

a) Sự dẫn nhiệt từ ngọn lửa tới thành ống làm giảm năng lượng có thể sử dụng được để đốt nóng trước khí phía trước ngọn lửa;

b) Sự hấp thụ bởi thành của các loại hóa chất có hoạt tính rất quan trọng trong dây chuyền các phản ứng hóa học để tạo ra sự lan truyền liên tục;

c) Ảnh hưởng của độ nhớt thành ống.

Trong hầu hết các trường hợp, cơ chế thứ nhất dường như có tầm quan trọng nhất. Ảnh hưởng không tránh được này của sự làm nguội ngọn lửa bởi thành ống đã hạ thấp tốc độ cháy biểu kiến thu được bằng phương pháp này xuống dưới giá trị của nó trong không gian tự do.

Sự mất mát nhiệt cho thành ống không thể loại bỏ được một cách hoàn toàn nhưng nó bị hạn chế cho vùng phía sau ngọn lửa ở đó các nhiệt độ cao, các tốc độ cao của khí và sự phá vỡ lớp biên trên các thành ống bởi ngọn lửa đi qua đáp ứng được cho tăng tốc độ truyền nhiệt giữa thành ống và các sản phẩm được cháy. Nếu ống là ống kín ở cả hai đầu mút, sự mất mát nhiệt có thể được nhận biết bởi sự giảm áp suất, nhưng trong các phép đo hiện nay, áp suất được duy trì bởi môi trường xung quanh, và vì thế việc làm nguội các sản phẩm được cháy không có ảnh hưởng đến sự tiến triển của ngọn lửa.

Một ảnh hưởng của lớp khí không được cháy này đến bề mặt thành ống là giảm diện tích mặt cắt ngang hiệu dụng của ống. Sự giảm này phải được tính đến cho phép đo chính xác tốc độ cháy, nếu không sẽ dẫn đến sai số. Mức độ sai số tỷ lệ với tỷ số giữa đường kính ống và diện tích ngọn lửa như đã suy ra từ công thức (C.1). Vì vậy, nên sử dụng ống có diện tích mặt cắt ngang càng lớn càng tốt. Nhưng trong thực tế đã tồn tại một cỡ kích thước tới hạn của ống mà với cỡ lớn hơn cỡ tới hạn này, bề mặt của ngọn lửa bị biến dạng bởi các ảnh hưởng của đối lưu trong các sản phẩm được cháy. Do đó, đối với các phép đo tốc độ cao, đường kính ống không nên lớn hơn đường kính tới hạn để tránh mặt trước của ngọn lửa bị nhiễu loạn. Đối với các hỗn hợp cháy chậm, đường kính ống không nên nhỏ hơn đường kính tới hạn để tránh các ảnh hưởng quá mức đến bề mặt. Đường kính trong 40 mm có thể đạt được sự thỏa hiệp này (xem C.4.3.1).

C.7.6. Tốc độ lan truyền ngọn lửa và đường kính ống

Tốc độ lan truyền đồng đều của ngọn lửa trong ống tăng lên cùng với việc tăng đường kính ống

Dựa trên các kết quả thực nghiệm [22], phương trình thu được để đánh giá tốc độ lan truyền ngọn lửa ở mức tốc độ cháy dưới 50 m/s được đo trong ống có đường kính d giữa 25 mm và 60 mm như sau:

$$S_s = 1,66S_u + 0,18d + 3,31 \quad (C.6)$$

Trong đó:

S_s là tốc độ lan truyền ngọn lửa (cm/s);

S_u là tốc độ cháy (cm/s);

d là đường kính trong của ống (mm).

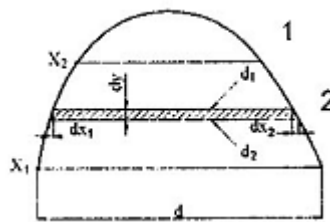
C.7.7. Tính toán diện tích của ngọn lửa

Cần có phương pháp chính xác để tính toán diện tích mặt trước của ngọn lửa, A_f . Mặc dù trong nhiều trường hợp, hình dạng của mặt trước ngọn lửa là đối xứng, nhưng hình dạng này không thể được tạo ra bởi chuyển động quay của một điểm parabol hoặc một đường xấp xỉ một đoạn elipsoit. Đối với sự lan truyền lên phía trên, ngọn lửa biểu lộ một bề mặt trước đối xứng đối với đường tâm ống. Đối với sự lan truyền đồng đều, hình dạng của bề mặt trước ngọn lửa giữ không thay đổi. Các ngọn lửa di chuyển nhanh hầu hết đều có dạng hình bán cầu, và các ngọn lửa chậm hơn có hình dạng kéo dài ra một chút.

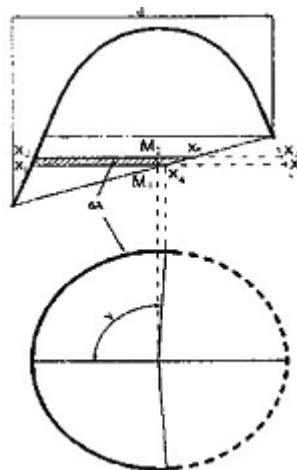
Để đo A_f , profin mặt trước của ngọn lửa phải được ghi dấu với các điểm thích hợp (20 đến 40 điểm thích hợp) sau đó chia thành hai hoặc nhiều đoạn nằm ngang. Các điểm thích hợp phải được lựa chọn trên mép của vùng sáng chói nhất trên mặt trước của ngọn lửa (lớp ngoài hướng về khí không được cháy; xem C.4.4.1). Đối với mỗi đoạn, một phương trình đa thức có bậc thích hợp được xác lập để vẽ đường cong thích hợp nhất cho các điểm được lựa chọn trên đoạn này. Sự điều chỉnh thích hợp nhất cho phép có sự sai lệch nhỏ nhất của đường cong điều chỉnh cho các điểm thích hợp. Các phương trình đa thức thường có bậc 6^0 và thấp hơn là đủ để đạt được sự điều chỉnh chính xác. Diện tích của mỗi đoạn sau đó được tính toán riêng bằng cách chia thành một số lượng lớn các vùng nhỏ cơ bản. Sau đó tính toán diện tích của mỗi đoạn nhỏ cơ bản từ giả thiết của một hình dạng quay (xem minh họa trên Hình C.10a).

CHÚ THÍCH: Vì một vùng có thể biểu lộ một trục quay khác với các vùng khác cho nên không thể sử dụng công thức tích phân Simpson hoặc Tchebitcheff thay vì sự phân chia thành các phần nhỏ.

Vi các mép (cạnh) bên dưới của mặt trước ngọn lửa không cần thiết phải ở cùng một mức, trường hợp của các ngọn lửa có đầu (chóp), cần sử dụng phương pháp toán học và hình học chuyên dùng có tính đến độ chênh lệch về mức giữa hai mép để đánh giá diện tích của phần mặt trước ngọn lửa này (xem hình minh họa C.10b). Không nên sử dụng các phép thử với các ngọn lửa có đầu rất nhọn trong phép đo diện tích ngọn lửa. Các ngọn lửa có đầu thường xuất hiện nhiều nhất ở phía có nồng độ đậm đặc và hiếm khi ở xung quanh tốc độ cháy tỷ lệ hoặc ngay cả ở tốc độ cháy lớn nhất. Trong trường hợp này cần lặp lại nhiều hơn một phép đo để có giá trị đo chính xác hơn không nên xem xét đến các phép đo có độ chênh lệch của các kết quả đo lớn hơn 5 % đến 10 % so với giá trị trung bình.



a) Không có đầu



b) Có đầu

CHÚ DẪN:

1 Vùng 1

2 Vùng 2

Hình C.10 - Vùng không có đầu và có đầu cơ bản trong tính toán diện tích của mặt trước ngọn lửa

A_f thu được bằng cách cộng tất cả các diện tích bề mặt của các vùng:

$$A_f = \sum_{\text{vùng}} A_i \quad (C.7)$$

Đối với một vùng không có đầu, A_i được cho bởi [xem Hình C.10a)] công thức (C.8):

$$A_i = \sum_{x_1}^{x_2} \left[\pi \left(\frac{d_1 + d_2}{4} \right) \left(\sqrt{(dx_1)^2 + (dy)^2} + \sqrt{(dx_2)^2 + (dy)^2} \right) \right] \quad (C.8)$$

Đối với một vùng có đầu, A_i có thể được đánh giá bằng [xem Hình C.10b)] công thức (C.9)

$$A_i = \sum \left[\left(\arccos \left(\frac{M_1 - x_4}{x_1 - M_1} \right) (x_1 - M_1) + \arccos \left(\frac{M_2 - x_5}{x_3 - M_2} \right) (x_3 - M_2) \right) \left(\sqrt{(x_2 - x_0)^2 + (dy)^2} \right) \right] \quad (C.9)$$

Trong đó M_i là các điểm giữa của vùng.

PHỤ LỤC D

(Quy định)

TÍNH TOÁN RCL VÀ ATEL CHO CÁC HỖN HỢP

D.1. Tính toán RCL và ATEL cho các hỗn hợp

Đối với một hỗn hợp môi chất lạnh, ATEL phải được điều chỉnh là giá trị thấp nhất của các hệ số nồng độ độc hại mạnh (TCF) của hỗn hợp. Theo yêu cầu của phụ lục này, TCF a) liên quan đến 8.1.1.2, CTF b) liên quan đến 8.1.1.3, TCF c) liên quan đến 8.1.1.4 và TCF d) liên quan đến 8.1.1.5. Mỗi đại lượng của hệ số nồng độ độc hại mạnh của hỗn hợp được tính toán từ các giá trị hệ số nồng độ độc hại mạnh của các thành phần riêng của hỗn hợp, theo sau phương pháp cộng tính cho các hỗn hợp (xem tài liệu tham khảo [34]). Phương pháp cộng tính, chuyên áp dụng cho các vật liệu có các tính chất hóa học tương tự, ví dụ hydrocarbon hoặc halogenated hydrocarbon hóa.

Phải tính toán độ độc hại mạnh của hỗn hợp theo công thức (D.1):

$$a_{\text{blend}} = \frac{1}{\frac{x_1}{a_1} + \frac{x_2}{a_2} + \dots + \frac{x_n}{a_n}} \quad (D.1)$$

Trong đó:

a_{blend} là chỉ số gây chết của hỗn hợp;

a_n là chỉ số gây chết cho thành phần n trong hỗn hợp (nghĩa là 4-h LC₅₀);

x_n là thành phần mol của thành phần n.

Trong một dạng tương tự, chỉ số nhạy cảm với bệnh tim của hỗn hợp a_{blend} có thể được tính toán từ $1/\sum x_n/b_n$ trong đó b_n là chỉ số nhạy cảm với bệnh tim của thành phần n trong hỗn hợp (nghĩa là 100 % của NOAEL, hoặc nếu không được xác định, 80 % của LOAEL), và từ thành phần mol của thành phần n và cũng như đối với TCF nghiêm trọng a) đến d). Mỗi TCF nghiêm trọng cho một hỗn hợp có thể được biểu thị là các phần triệu của chất trong không khí tính theo thể tích (ppm) nếu các TCF nghiêm trọng cho mỗi thành phần n được biểu thị bằng các phần triệu và x_n được biểu thị là thành phần mol của thành phần n trong hỗn hợp. (TCF của mỗi thành phần phải được xác định theo các ưu tiên được chỉ dẫn trong Điều 7. Như vậy, phương pháp xác định cho mỗi thành phần có thể là không cố định, như là 100 % của NOAEL của thành phần A và 80 % LOAEL của thành phần B).

D.2. Chuyển đổi các phần triệu [ppm¹] thành miligam trên mét khối (mg/m³) cho mỗi thành phần n ở 25 °C

a_n tính bằng mg/m³ = [a_n tính bằng ppm][khối lượng mol tương đối của thành phần n]/[24,5]

D.3. Chuyển đổi miligam trên mét khối (mg/m³) thành các phần triệu (ppm) cho mỗi thành phần n ở 25 °C

a_n tính bằng ppm = [a_n tính bằng mg/m³][24,5]/[khối lượng mol tương đối của thành phần n]

D.4. Ví dụ: Tính toán ATEL cho R-410A (50% thành phần khối lượng R32/50% thành phần khối

lượng R-125)

Thành phần R-410A được tính bằng thành phần mol là (0,698 thành phần mol R32/0,302 thành phần mol R-125):

$$a_{\text{blend R-410A}} = \frac{1}{\frac{0,698}{215000} + \frac{0,302}{218000}} \quad (\text{D.2})$$

Trong đó

$a_{\text{R-32}}$ là LC_{50} của R-32 hoặc 760000 ppm x 0,283 = 215000 ppm;

$a_{\text{R-125}}$ là LC_{50} của R-125 hoặc 769000 ppm x 0,283 = 218000 ppm;

$a_{\text{R-410A}}$ là 216000 ppm là chỉ số gây chết của R-410A

$$b_{\text{blend R-410A}} = \frac{1}{\frac{0,698}{200000} + \frac{0,302}{75000}} \quad (\text{D.3})$$

Hiệu chỉnh phương trình thành

$$\frac{1}{\frac{0,698}{350000} + \frac{0,302}{75000}}$$

Trong đó

$b_{\text{R-32}}$ là NOAEL của chỉ số nhạy cảm với bệnh tim của R-32 hoặc 350000 ppm;

$b_{\text{R-125}}$ là NOAEL của chỉ số nhạy cảm với bệnh tim của R-125 hoặc 75000 ppm (NOAEL);

$b_{\text{R-410A}}$ là 166000 ppm, là chỉ số nhạy cảm với bệnh tim của R-410A.

$$c_{\text{blend R-410A}} = \frac{1}{\frac{0,698}{200000} + \frac{0,302}{567000}} \quad (\text{D.4})$$

Trong đó

$C_{\text{R-32}}$ là NOAEL của chỉ số có ảnh hưởng gây mê của R-32 hoặc 250000 ppm x 0,8 = 200000 ppm;

$C_{\text{R-125}}$ là NOAEL của chỉ số có ảnh hưởng gây mê của R-125 hoặc 709000 ppm x 0,8 = 567000 ppm;

$C_{\text{R-410A}}$ là 249000 ppm, là chỉ số gây mê của R-410A.

CHÚ THÍCH: EC_{50} không được sử dụng vì không có giá trị đối với R-32 hoặc R-125, và LOAEL không được sử dụng vì các giá trị đối với R-32 và R-125 đã ảnh hưởng trên một nửa (10/10 và > 5/10) các động vật. Đã có các giá trị hợp pháp EC_{50} , LOAEL hoặc NOAEL, đã có thể sử dụng EC_{50} cho một thành phần hỗn hợp, một LOAEL cho thành phần thứ hai và một NOAEL cho thành phần thứ ba, v.v...

Không có chỉ số ảnh hưởng làm suy giảm sự khởi bệnh thích hợp hoặc chỉ số ảnh hưởng gây thương tích vĩnh viễn d) đối với R-410A. Giá trị thấp nhất của các TCF mạnh a) tới c) cho hỗn hợp được điều chỉnh trên ảnh hưởng nhạy cảm với bệnh tim b), 166000 ppm. Khi làm tròn tới hai chữ số có nghĩa thu được 170000 ppm là ATEL của R-410A.

D.5. RCL cho R-410A

RCL phải là giá trị thấp nhất của các đại lượng được tính toán phù hợp với ATEL (xem 8.1.1.1), ODL (xem 8.1.2) hoặc FCL (xem 8.1.3). Vì hỗn hợp R-410A không cháy được và ATEL là 170000 ppm lớn hơn ODL có giá trị bằng 140000 ppm cho nên RCL là 140000 ppm.

PHỤ LỤC E

(Tham khảo)

DỮ LIỆU DÙNG ĐỂ XÁC ĐỊNH SỰ PHÂN LOẠI AN TOÀN VÀ CÁC GIÁ TRỊ RCL VÀ CÁC DỮ LIỆU CHO CÁC MÔI CHẤT LẠNH KHÔNG ĐƯỢC PHÂN LOẠI

Về các dữ liệu dùng để xác định sự phân loại an toàn và các giá trị RCL, xem các Bảng E.1 đến E.3.

Về các dữ liệu cho các môi chất lạnh không được phân loại, xem các Bảng E.4 đến E.6.

Bảng E.1 - Các giá trị ATEL, ODL và RCL của các môi chất lạnh hỗn hợp đơn^a (ppm theo thể tích)

Môi chất lạnh ^b	Tên hóa học	LC ₅₀ ^c	Nhạy cảm với bệnh tim		Mất cảm giác			Khả c ⁱ	ATE L	OD L	FC L	RC L	Nguồn ATEL	Ngu ờn RCL
			LOAE L ^e	NOAE L ^e	EC ₅ ^o	LOAE L ^g	NOAE L ^h							
R-11	trichloromethane	26 200	5000	1 100	35 000	ND	12 500	ND	1 100	140 000	NA	1 100	100% NOAEL với tim	ATEL
R-12	dichlorodifluoromethane	>80 000	50 000	40 000	250 000	ND	200 000	22 700	18 000	140 000	NA	18 000	80% nguồn khác	ATEL
R-14	tetrafluoromethane	>39 000	ND	200 000	ND	ND	226 000	ND	110 000	140 000	NA	11 000	28,8% LC ₅₀	ATEL
R-22	chlorodifluoromethane	220 000	ND	59 300 ^k	140 000	50 000	ND	ND	59 000	140 000	NA	59 000	100% NOAEL với tim	ATEL
R-23	trifluoromethane	>66 3 000	ND	800 000	ND	ND	51 000	ND	51 000	140 000	NA	51 000	80% NOAEL với mất cảm giác	ATEL
R-32	difluoromethane (meth-ylene fluoride)	>76 000	250 000	200 000	ND	ND	250 000	ND	220 000	140 000	29 000	29 000	100% NOAEL với tim	20% LFL
R-113	1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane	52 500	4 850	2 600	28 000	ND	25 000	ND	2 600	140 000	NA	2 600	100% NOAEL với tim	ATEL
R-114	1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroethane	255 000 ^j	25 000	ND	250 000	ND	100 000	ND	20 000	140 000	NA	20 000	80% LOAEL với tim	ATEL
R-115	chloropentafluoroethane	>80 000	150 000	ND	ND	ND	800 000	ND	120 000	140 000	NA	12 000	80% LOAEL với tim	ATEL
R-116	Hexafluoroethane	>80 000	ND	200 000	ND	ND	121 000	ND	120 000	140 000	NA	12 000	80% NOAEL với mất cảm giác	ATEL
R-123	2,2-dichloro-1,1,1-trifluoroethane	32 000	ND	10 300	27 000	ND	2 500	ND	910 0	140 000	NA	9 100	28,8% LC ₅₀	ATEL
R-124	2-chloro-1,1,1,2-tetrafluoroethane	263 000	25 000	10 100	150 000	ND	48 000	ND	10 000	140 000	NA	10 000	100% NOAEL với tim	ATEL
R-125	pentafluoroethane	>76 9 000	100 000	75 000	ND	ND	709 000	ND	75 000	140 000	NA	75 000	100% NOAEL với tim	ATEL
R-134a	1,1,1,2-tetrafluoroethane	>35 9 000 ^l	75 200	49 800	270 000	ND	81 000	ND	50 000	140 000	NA	50 000	100% NOAEL với tim	ATEL
R-141b	1,1-dichloro-1-fluoro-ethane	61 600	5 200	2 600	25 000	29 000	20 000	ND	2 600	140 000	15 000	2 600	100% NOAEL với tim	ATEL
R-142b	1-chloro-1,1 -difluoro-ethane	106 000 ^d	50 000	25 000	250 000	ND	591 000	ND	25 000	140 000	16 000	16 000	100% NOAEL	20 % LFL

											0	0	với tim	
R-143a	1,1,1-trifluoroethane	>59 1 000	300 000	250 000	500 000	ND	24 800	ND	170 000	140 000	16 000	16 000	28,3% LC ₅₀	20 % LFL
R-152a	1,1-difluoroethane	400 000 ^d	150 000	50 000	ND	ND	100 000	500 000	50 000	140 000	9 600	9 600	100% NOAEL với tim	20 % LFL
R-170	Ethane	>24 800	100 000	ND	ND	ND	ND	ND	7 000	140 000	6 200	6 200	28,3% LC ₅₀	ATEL
R-E170	dimethyl ether	164 000	200 000	100 000	ND	84 000	ND	ND	42 000	140 000	6 800	6 800	50% LOAEL với mắt cảm giác	20% LFL
R-218	octa fluoro propane	>40 0 000 ^d ,n	400 000	300 000	ND	ND	113 000	ND	110 000	140 000	NA	11 000	80% NOAEL với mắt cảm giác	ATEL
R-227ea	1,1,1,2,3,3,3-hepta-fluoropropane	>78 8 696	105 000	90 000	ND	ND	105 000	ND	90 000	140 000	NA	90 000	80% NOAEL gây mê	ATEL
R-236fa	1,1,1,1,3,3,3-hexa-fluoropropane	>45 7 000	150 000	100 000	110 000	ND	20 000	ND	55 000	140 000	NA	55 000	80% EC ₅₀ với mắt cảm giác	ATEL
R-245fa	1,1,1,1,3,3-penta-fluoropropane	>20 3 000	44 000	34 100	ND	ND	50 600	ND	34 000	140 000	NA	34 000	100% NOAEL với tim	ATEL
R-290	Propane	> 200 000 ⁿ	100 000	50 000	280 000	ND	ND	ND	50 000	140 000	4 200	4 200	100% NOAEL với tim	20% LFL
R-C318	octafluoro cyclobutane	>80 0 000	100 000	ND	>80 0 000	ND	800 000	ND	80 000	140 000	NA	80 000	80% LOAEL với tim	ATEL
R-600	butane	272 000	ND	ND	ND	ND	130 000	10 000	1 000	140 000	4 000	1 000	Xem 8.1.1.3	ATEL
R-600a	isobutane	143 000 ^o	50 000	25 000	200 000	10 000	ND	ND	25 000	140 000	3 200	3 600	100% NOAEL với tim	20% LFL
R-601	pentane	434 000	ND	ND	ND	16 000	32 000	ND	1 000	140 000	2 400	1 000	Xem 8.1.1.3	ATEL
R-601a	isopentane	434 000	ND	ND	ND	120 000	ND	ND	1 000	140 000	2 600	1 000	Xem 8.1.1.3	ATEL
R-717	ammonia	3 300 ^q	ND	p	ND	p	38 900	400	320 000	140 000	33 000	32 000	Nguồn khác	ATEL
R-744	carbon dioxide	s	ND	p	ND	p	ND	50 000 ^r	40 000	140 000	NA	40 000	NIOSHID LH	ATEL
R-1334yf	2,3,3,3-tetra-fluoro-1-propene	>40 6 000	ND	> 120 000	ND	201 000	ND	ND	100 000	140 000	12 000	12 000	50% LOAEL với mắt cảm giác	20 % LFL
R-1234ze	trans-1,3,3,3-tetra-fluoro-1-propene	>20 7	ND	> 120 000	ND	ND	>207 000	ND	59 000	140 000	13 000	13 000	28,3% LC ₅₀	20 % LFL

E)		000									0	0		
R-1270	prooene (propylene)	>49 0 000 ^t	ND	ND	ND	ND	10 000	7 200	1 000	140 000	5 40 0	1 00 0	Xem 8.1.1.3	ATEL

ND: Không được xác định hoặc không được quy định đầy đủ theo các tiêu chí của tiêu chuẩn này.

NA: Không áp dụng được.

^a Tài liệu tham khảo [33]

^b Từ tiêu chuẩn ANSI/ASHRAE 34-1997 bao gồm cả các ấn phẩm tiếp sau và phụ lục

^c Chỉ số gây chết được sử dụng cho chuột 4-h LC₅₀

^d Chỉ số gây chết được sử dụng cho chuột 4-h ALC; LC₅₀ không được xác định.

^e Chó được tiêm epinephrine.

^f Chuột với EC₅₀ trong 10 min.

^g LOAEL đối với gây mê thấp nhất/CNS của chuột trong quá trình nghiên cứu ALC, LC₅₀ hoặc tính độc hại mạnh khác

^h NOAEL đối với gây mê cao nhất/CNS của chuột trong bất cứ nghiên cứu tính độc hại nào không vượt quá LOAEL nghiêm trọng

ⁱ Các ảnh hưởng khác làm suy giảm sự khởi bệnh hoặc gây thương tích vĩnh viễn, bao gồm cả sự kích thích giác quan do phơi nhiễm trong thời gian ngắn

^j LC₅₀ chuột trong 30 min với R-114-720000 ppm theo thể tích, LC₅₀ chuột trong 2-h > 600000 ppm theo thể tích

^k Xem tài liệu tham khảo []

^l LC₅₀ của R-134a được thay cho ALC; > 50 % động vật bị chết ở ALC bằng 566700 ppm theo thể tích

^m ALC chuột trong 1-h với R-218 > 800000ppm theo thể tích

ⁿ LC₅₀ chuột trong 15 min với R290 > 800000 ppm theo thể tích

^o LC₅₀ chuột trong 15 min với R-600a = 570000 ppm theo thể tích; giá trị gây mê/CNS là EC₅₀ đối với chuột trong 17 min

^p Không có dữ liệu nhưng tin rằng sẽ vượt quá LC₅₀ và ALC

^q Các giá trị LC₅₀ được công bố - 6586-19671ppm theo thể tích trong 1h và 2000-4067 trong 4h; sự chuyển đổi LC₅₀ chuột thấp nhất trong 1h thành 4h sinh ra 3300, gần đúng với điểm giữa của các giá trị 4h

^r Xem các tài liệu của NIOSH IDLH cho các ảnh hưởng khác

^s R-744 được xử lý như hơi ngạt đơn giản; LCL₀ trong 5 min đối với người = 90000 ppm theo thể tích

^t ALC trong 6-h với R-1270 > 400000 ppm theo thể tích; sự nhạy cảm với bệnh tim của hai trong hai con chó ở 100000 ppm: tốc độ thở giảm đi một nửa ở các động vật được thử tại 7200 ppm theo thể tích.

Bảng E.2 - LFL, ETFL, S_u và HOC cho các môi chất lạnh cháy được

Ký hiệu môi chất lạnh	Công thức hóa học	LFL % v/v	ETFL ₆₀ % v/v	S _u cm/s	HOC MJ/kg
R-30	CH ₂ Cl ₂		14,1		5,7
R-32	CH ₂ F ₂	14,4		6,7	9,5
R-40	CH ₃ Cl	10,7			12,8
R-41	CH ₃ F	7,1		28	19,6
R-50	CH ₄	5,0		40	50,0
R-141b	CH ₃ CCl ₂ F	7,6			8,0
R-142b	CH ₃ CClF ₂	8,0			8,9
R-143a	CH ₃ CF ₃	8,2		7,1	10,3
R-152a	CH ₃ CHF ₂	4,8		23	16,3
R-170	CH ₃ CH ₃	3,1		47	47,5
R-E170	CH ₃ OCH ₃	3,4		54	28,8
R-290	CH ₃ CH ₂ CH ₃	2,1		46	46,3
R-600	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	1,6		45	45,7
R-600a	CH(CH ₃) ₂ CH ₃	1,8		41	45,6
R-610	CH ₃ CH ₂ OCH ₂ CH ₃	1,9		47	34,1
R-611	HCOOCH ₃	5,0			15,3
R-630	CH ₃ NH ₂	4,9		25	31,4
R-631	CH ₃ CH ₂ NH ₂	3,5		27	35,2
R-702	H ₂	4,0		317	120,0
R-717	NH ₃	16,7		7,2	18,6
R-744A	N ₂ O	NF			1,9
R-1132a	CH ₂ = CF ₂	4,7			15,7
R-1150	CH ₂ = CH ₂	3,1		80	47,2
R-1234yf	CF ₃ CF=CH ₂	6,2		1,5	10,7
R-1234ze(E)	CF ₃ CH = CHF	6,5		1,2	10,1
R-1270	CH ₃ CH = CH ₂	2,7			45,8

Bảng E.3 - LFL, ETFL₆₀, S_u và HOC cho các hỗn hợp môi chất lạnh cháy được

Ký hiệu môi chất lạnh	LFL			ETFL ₆₀			S _u			HOC		
	chuẩn	WCF	WCFE	chuẩn	WCF	WCFE	chuẩn	WCF	WCFE	chuẩn	WCF	WCFE
R-406A			8,2							7,7	8,2	10,1
R-411A		-				5,5				5,7	6,3	14,1
R-411B						7				5,3	5,3	12,0
R-412A						8,7				5,0	5,0	8,9

R-413A					8,8				7,6	11,2	8,6	
R-415A			5,6									
R-415B		4,7										
R-418A			8,9									
R-419A			6,0									
R-429A		2,5										
R-430A		3,2										
R-431A		2,2										
R-432A		2,2										
R-433A		2,0										
R-433B		1,8										
R-433C		1,8										
R-435A		3,4										
R-436A		1,6										
R-436B		1,6										
R-439A		10,4							9,5			
R-440A		4,6 (100C)							18,5			
R-441A		1,6							46,0			
R-511A		2,1							45,5			
R-512A			4,5						16,0			

Bảng E.4 - Ký hiệu môi chất lạnh của các môi chất lạnh hỗn hợp đơn không được phân loại

Ký hiệu môi chất lạnh	Tiền tố ký hiệu thành phần	Tên gọi hóa học ^b	Công thức hóa học	Khối lượng mol tương đối ^a g/mol	Điểm sôi chuẩn °C	LFL (ppm theo thể tích)	ATEL (ppm theo thể tích)	RCL (ppm theo thể tích)
		Dãy methane						
R-12B1	BCFC	bromochlorodifluoromethane	CBrClF ₂	165,4	-4			
R-13	CFC	chlorotrifluoromethane	CClF ₃	104,5	-81			
R-13B1	BFC	bromotrifluoromethane	CBrF ₃	148,9	-58			
R-21	HCFC	dichlorofluoromethane	CHCl ₂ F	102,9	9			
R-30	HCC	dichloromethane (methylene chloride)	CH ₂ Cl ₂	84,9	40			
R-31	HCFC	chlorofluoromethane	CH ₂ ClF	68,5	-9			
R-40	HCC	chloromethane (methyl chloride)	CH ₃ Cl	50,5	-24	107 000		
R-41	HFC	fluoromethane (methyl fluoride)	CH ₃ F	34,0	-78	71 000		
R-405A		±2,0/±1,0/±1,0/±2,0 ^b	-32,9/-24,5			57 000	57 000	
R-50	HC	methane	CH ₄	16,0	-161	50 000		
		Dãy ethane						
R-141b	HCFC	1,1-dichloro-1-fluoroethane	CH ₃ CCl ₂ F	117,0	32	76 000	2 600	2 600
		Hợp chất oxygen						
R-610		ethoxyethane (diethyl ether)	CH ₃ CH ₂ OCH ₂ CH ₃	74,1	35	19 000		

R-611		methyl fomate	HCOOCH ₃	60,0	32	50 000		
		Hợp chất nitrogen						
R-630		methanamine (methyl amine)	CH ₃ NH ₂	31,1	-7	49 000		
R-631		ethanamine (ethyl amine)	CH ₃ CH ₂ NH ₂	45,1	17	35 000		
		Hợp chất sulfur						
R-620		Dành cho tương lai						
		Hợp chất vô cơ						
R-702		hydrogen	H ₂	2,0	-253	40 000		
R-704		helium	He	4,0	-269			
R-718		nước	H ₂ O	18,0	100			
R-720		neon	Ne	20,2	-246			
R-728		nitrogen	N ₂	28,1	-196			
R-732		oxygen	O ₂	32,0	-183			
R-740		argon	Ar	39,9	-186			
R-744A		Nitrous oxide	N ₂ O	44,0	-90			
R-764		sulfur dioxide	SO ₂	64,1	-10			
		Hợp chất hữu cơ không bão hòa						
R-1132a	HFO	1,1-difluoroethene (vinylidene fluoride)	CH ₂ =CF ₂	64,0	-82	47 000		
R-1150	HC	ethene (ethylene)	CH ₂ =CH ₂	28,1	-104	31 000		

^a Khối lượng mol tương đối và điểm sôi chuẩn không phải là bộ phận của tiêu chuẩn này. Điểm sôi chuẩn là nhiệt độ tại đó một chất lỏng sôi ở áp suất khí quyển tiêu chuẩn (101,3kPa).

^b Tên hóa học ưu tiên được kèm theo bằng tên ưa dùng trong ngoặc đơn. Tên ưu tiên và công thức hóa học phù hợp với các tài liệu tham khảo [3] hoặc [4].

^c Các môi chất lạnh không được phân loại biểu thị các dữ liệu không đủ cho phân loại hoặc không có yêu cầu chính thức cho phân loại.

Bảng E.5 - Ký hiệu môi chất lạnh của các hỗn hợp R-400 không được phân loại^c

Ký hiệu môi chất lạnh	Thành phần danh nghĩa ^a % khối lượng	Dung sai của thành phần %	Điểm bọt/điểm sương ở 101,3kPa °C ^b	LFL (ppm theo thể tích)	ATEL (ppm theo thể tích)	RCL (ppm theo thể tích)
R-400	R-12/114 (phải được quy định)					
	R-12/114 (50,0/50,0)					28 000
	R-12/114 (60,0/40,0)					30 000

^a Các thành phần của hỗn hợp được liệt kê theo thứ tự tăng của điểm sôi chuẩn.

^b Các nhiệt độ của “điểm bọt” và “điểm sương” không phải là bộ phận của tiêu chuẩn này; chúng được cung cấp chỉ để tham khảo. “Điểm bọt” được định nghĩa là nhiệt độ bão hòa của chất lỏng của một môi chất lạnh tại đó một môi chất lạnh lỏng bắt đầu sôi lần đầu tiên. “Điểm sương” được định nghĩa là nhiệt độ bão hòa của hơi một môi chất lạnh; nhiệt độ tại đó giọt cuối cùng của môi chất lạnh lỏng sôi.

^c Các môi chất lạnh không được phân loại biểu thị các dữ liệu không đủ cho phân loại hoặc không có yêu cầu chính thức cho phân loại.

Bảng E.6 - Ký hiệu của môi chất lạnh của các hỗn hợp R-500 không được phân loại^f

Ký hiệu môi chất	Thành phần danh nghĩa ^a	Dung sai của thành	Nhiệt độ	Điểm bọt/điểm	LFL (ppm	ATEL (ppm theo	RCL (ppm theo
------------------	------------------------------------	--------------------	----------	---------------	-------------	-------------------	------------------

lạnh	% khối lượng	phần %	đồng sôi °C ^d	sương ở 101,3kPa °C ^{ab}	theo thể tích)	thể tích)	thể tích)
R-503	R-23/13(40,1/59,9)		-88	-87,5/-87,5			
R-504	R-32/115(48,2/51,8)		17	-57,1/-56,2		220 000	140 000
R-505	R-12/31 (78,0/22,0) ^c	±2,0/±2,0	115	-30,0/ND			
R-506	R-31/114(55,1/44,9)	±2,0/±2,0	18	-12,0/ND			

^a Các nhiệt độ “điểm bọt” và “điểm sương” không phải là bộ phận của tiêu chuẩn này; chúng được cung cấp chỉ để tham khảo. “Điểm bọt” được định nghĩa là nhiệt độ bão hòa của chất lỏng của một môi chất lạnh; nhiệt độ tại đó môi chất lạnh bắt đầu sôi lần đầu tiên - “Điểm sương được định nghĩa là nhiệt độ bão hòa của hơi của một môi chất lạnh; nhiệt độ tại đó giọt cuối cùng của môi chất lạnh lỏng sôi. Điểm sương của một hỗn hợp môi chất lạnh đồng sôi ở áp suất không đổi cao hơn điểm bọt. ND biểu thị không được xác định.

^b Các môi chất lạnh đồng sôi biểu lộ sự chia tách nào đó của các thành phần ở các điều kiện, nhiệt độ và áp suất khác với các điều kiện tại đó chúng được công thức hóa. Mức độ chia tách phụ thuộc vào hỗn hợp đồng sôi riêng và cấu hình của hệ thống phần cứng.

^c Thành phần chính xác của hỗn hợp đồng sôi đang được xem xét và cần đến các công trình nghiên cứu thực nghiệm bổ sung.

^d Trong các điều kiện cân bằng hơi - lỏng.

^e Các thành phần của hỗn hợp được liệt kê theo thứ tự tăng của điểm sôi chuẩn.

^f Các môi chất lạnh không được phân loại biểu thị các dữ liệu không đủ cho phân loại hoặc không có yêu cầu chính thức cho phân loại.

PHỤ LỤC F

(Tham khảo)

HƯỚNG DẪN ĐĂNG KÝ

F.1. Quy định chung

Phụ lục này xác định các yêu cầu để đăng ký các ký hiệu, sự phân loại an toàn và các giá trị RCL cho các môi chất lạnh bao gồm cả các hỗn hợp, trong các phụ lục hoặc soát xét tiêu chuẩn này.

F.2. Sự thích hợp

F.2.1. Người đăng ký

Bất cứ bên nào có quan tâm có thể yêu cầu được cung cấp các ký hiệu và phân loại an toàn cho các môi chất lạnh. Người đăng ký có thể là các cá nhân, các tổ chức, các cơ sở kinh doanh hoặc các cơ quan quản lý. Mỗi tiếp xúc chủ yếu được xác định cho các nhóm cá nhân, các tổ chức, các cơ sở kinh doanh hoặc các hãng.

F.2.2. Lệ phí

Không có phí đăng ký, nhưng người đăng ký nên liên hệ với cơ quan quản lý (MA) để xác định xem có phải trả tiền chi phí hay không cho việc chuyên chở và/hoặc sao chép đơn đăng ký.

F.2.3. Định thời gian

Đơn đăng ký có thể được đệ trình tại bất cứ thời gian nào. Xem xét của ban kỹ thuật sẽ được tiến hành nếu các thành viên của ban kỹ thuật đã nhận được đơn không ít hơn 30 ngày theo lịch trước khi cuộc họp được đưa vào chương trình. Người đăng ký có thể liên lạc với ban thư ký (xem F.10.4) để xác định khi nào cuộc họp tiếp theo được đưa vào chương trình và thời gian chính được yêu cầu cho bổ sung. Việc xem xét cũng có thể được hoãn lại bằng sự bỏ phiếu của phần lớn các thành viên được bỏ phiếu có mặt nếu không có cơ hội thỏa đáng cho việc xem xét lại dựa trên số lượng hoặc độ phức tạp của các đơn đăng ký cho một cuộc họp.

F.2.4. Thủ tục

Các đơn đăng ký phải được ghi địa chỉ theo thứ tự nhận được. Sự đệ trình sớm sẽ có lợi trong trường hợp có quá nhiều đơn đăng ký nhận được.

F.2.5. Sự bổ sung, sửa đổi

Đơn đăng ký có thể được cơ quan quản lý MA chấp nhận, hoãn lại (treo) hoặc bác bỏ. Đơn đăng ký bị hoãn lại có thể được sửa đổi bởi người đăng ký. Các đơn đăng ký đang chờ giải quyết có thể được người đăng ký sửa đổi để duyệt lại hoặc bổ sung thông tin hoặc đáp lại yêu cầu về bổ sung thêm

thông tin. Các đơn đăng ký đã sửa đổi phải được sắp xếp lại theo thứ tự thời gian cho ngày nhận sửa đổi lần cuối cùng để xác định thứ tự xem xét đơn đăng ký. Các sửa đổi phải được tách thành các phần được chỉ dẫn trong F.3, khởi đầu của thông tin cho mỗi phần được thực hiện trên một trang mới để dễ dàng cho việc lồng vào đơn đăng ký ban đầu hoặc đơn đăng ký đã được sửa đổi trước đây. Các sửa đổi phải lập lại việc chứng nhận các dữ liệu được quy định trong F.5.2. Các đơn bị bác bỏ không thể được sửa đổi lại nhưng có thể được đệ trình lại dưới dạng các đơn yêu cầu hoàn toàn mới dựa trên các thông tin mới có thể có được.

Một đơn đăng ký sẽ bị bác bỏ nếu không đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này và người đăng ký không chỉ ra được sự tiến bộ hợp lý đối với việc sửa chữa các thiếu sót trong thời gian quy định (trong vòng 18 tháng hoặc sau 3 cuộc họp của MA - Xem hướng dẫn của MA).

F.2.6. Hỗn hợp

F.2.6.1. Các thành phần

Các thành phần của các hỗn hợp môi chất lạnh phải được phân loại riêng biệt cho từng thành phần trước khi ấn định phân loại an toàn cho các hỗn hợp có chứa các thành phần này. Do đó, các đơn đăng ký cho ký hiệu và phân loại của các hỗn hợp phải được kèm theo các đơn đăng ký cho tất cả các thành phần chưa được phân loại theo tiêu chuẩn này hoặc các đơn đăng ký này phải được đệ trình trước.

F.2.6.2. Đơn đăng ký duy nhất

Một ký hiệu, các dung sai cho lập công thức và các phân loại an toàn (cho cả công thức cho trường hợp xấu nhất và công thức cho cát phân đoạn trong trường hợp xấu nhất) phải được đưa vào trong một đơn đăng ký duy nhất cho các hỗn hợp. Không có sự ấn định riêng biệt cho các đối tượng này. Việc xem xét lại các đối tượng này có thể được yêu cầu riêng biệt.

F.2.7. Độ tin cậy

Thông tin về độ tin cậy không được đưa vào các đơn đăng ký. Tất cả thông tin được đưa vào đơn đăng ký và các sửa đổi của các thông tin này phải là các thông tin chung mặc dù đã được ghi nhận là có độ tin cậy hoặc đã được đăng ký độc quyền. Việc xử lý hạn chế các dữ liệu có thể gây cản trở quá mức cho sự cân nhắc kỹ và ấn định các ký hiệu và phân loại thông qua quá trình xem xét để có sự nhất trí.

F.3. Tổ chức và nội dung

Phải đệ trình các đơn đăng ký riêng biệt cho mỗi môi chất lạnh. Các đơn đăng ký phải được tổ chức thành các phần sau như đã xác định rõ thêm trong F.4 đến F.9.

- a) Tờ bìa;
- b) Thông tin về quản trị, hành chính;
- c) Thông tin về ký hiệu;
- d) Thông tin về tính độc hại;
- e) Thông tin về khả năng cháy;
- f) Thông tin khác về an toàn;
- g) Các phụ lục (nếu có).

F.4. Tờ bìa

Tờ bìa phải xác định người đăng ký, người cần tiếp xúc đầu tiên, môi chất lạnh phù hợp với F.6.1 và hoạt động yêu cầu. Các hoạt động yêu cầu có thể bao gồm việc ấn định hoặc xem xét lại một ký hiệu, sự phân loại an toàn, giá trị RCL, hoặc (đối với các hỗn hợp) dung sai cho lập công thức. Không được sử dụng các tên thương mại hoặc kinh doanh của các môi chất lạnh trên tờ bìa.

F.5. Thông tin về quản trị

F.5.1. Nhận biết người đăng ký

Phải có sự nhận biết về người đăng ký, người cần tiếp xúc đầu tiên, và những người khác được phép giới thiệu người đăng ký. Phải cung cấp tên, chức danh, địa chỉ, và số điện thoại của người cần tiếp xúc đầu tiên và các đại diện khác. Cũng có thể cung cấp số Fax và địa chỉ thư điện tử để dễ dàng cho liên lạc. Phải công bố vấn đề mà người đăng ký quan tâm đối với môi chất lạnh.

F.5.2. Chứng nhận các dữ liệu

Một đơn đăng ký phải bao gồm các công bố sau được ký tên bởi các cá nhân hoặc đối với các tổ chức và cơ sở kinh doanh là cả nhân viên công ty và người cần tiếp xúc đầu tiên:

Tôi/chúng tôi chứng nhận rằng thông tin được cung cấp trong đơn đăng ký này (bao gồm cả các phụ lục của đơn) là thực và chính xác đối với sự hiểu biết tốt nhất của tôi/chúng tôi. Tôi/chúng tôi chứng nhận thêm rằng tôi/chúng tôi đã xem xét lại TCVN 6739 (ISO 817) (bao gồm tất cả các phụ lục đã

được công bố của tiêu chuẩn này) và thông tin được cung cấp trong đơn đăng ký phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn này. Chúng tôi tin tưởng rằng các dữ liệu được đệ trình cho phép phân loại an toàn theo... (chọn một trong các cấp: A1, A2L, A2, A3, B1, B2L, B2, B3).

F.5.3. Ký hiệu và chứng nhận sự phân loại

Đơn đăng ký phải bao gồm công bố sau được ký tên bởi các cá nhân hoặc đối với các tổ chức và cơ sở kinh doanh là cả nhân viên công ty và người cần tiếp xúc đầu tiên:

Tôi/chúng tôi hiểu rằng các ký hiệu và phân loại an toàn được khuyến nghị cho (phê duyệt hoặc công bố việc xem xét lại chung) không được ấn định (cấp) và có thể được xét lại hoặc không được chấp nhận tới khi được công bố chính thức trên một phụ lục hoặc bản soát xét của TCVN 6739 (ISO 817).

F.6. Thông tin về ký hiệu

Đơn đăng ký các ký hiệu môi chất lạnh phải có các thông tin được xác định trong F.6.1 đến F.6.2

F.6.1. Nhận dạng môi chất lạnh

F.6.1.1. Các môi chất lạnh hợp chất đơn phải được nhận dạng phù hợp với Điều 3, ngoại trừ 4.4 áp dụng cho các hỗn hợp.

F.6.1.2. Các hỗn hợp phải được nhận dạng bởi danh sách các thành phần riêng theo thứ tự tăng lên của điểm sôi chuẩn theo sau là thành phần dưới dạng thành phần khối lượng (%). Ví dụ, một hỗn hợp các môi chất lạnh 12 và 22 có thành phần khối lượng (%) 10,0/90,0 phải được chỉ thị là R-22/12 (90,0/10,0). Người đăng ký phải chỉ ra hỗn hợp là đồng sôi hoặc không đồng sôi (bao gồm cả gần với đồng sôi) như đã định nghĩa trong Điều 2.

F.6.2. Các dữ liệu của môi chất lạnh

F.6.2.1. Các hợp chất riêng

Phải cung cấp các thông tin sau cho các môi chất lạnh hợp chất đơn hoặc cho mỗi thành phần của các hỗn hợp:

- a) Tên hóa học.
- b) Công thức hóa học.
- c) Số đăng ký của cơ quan quản lý.
- d) Khối lượng mol tương đối.
- e) Điểm đông đặc hoặc điểm ba thể.
- f) Điểm sôi chuẩn ở 101,3 kPa.
- g) Áp suất hơi bão hòa ở 20 °C và 60 °C.
- h) Nhiệt độ tại điểm tới hạn.
- i) Áp suất tại điểm tới hạn.
- j) Thể tích riêng tại điểm tới hạn.
- k) Các công dụng và các nhiệt độ áp dụng điển hình (nghĩa là các phạm vi bay hơi và ngưng tụ).
- l) Các tín hiệu nguy hiểm phù hợp với NFPA 704 hoặc tiêu chuẩn quốc gia hoặc quốc tế tương đương.

F.6.2.2. Các hỗn hợp đồng sôi

Phải cung cấp các thông tin sau cho các hỗn hợp đồng sôi:

- a) Nhiệt độ đồng sôi.
- b) Công thức hóa ở nhiệt độ đồng sôi.
- c) Khối lượng mol tương đối khi được công thức hóa.
- d) Khối lượng mol tương đối của hơi bão hòa ở 60 °C.
- e) Nhiệt độ điểm sôi chuẩn (nhiệt độ điểm bọt) ở 101,3 kPa khi được công thức hóa.
- f) Nhiệt độ điểm sương chuẩn ở 101,3 kPa khi được công thức hóa.
- g) Độ trượt lớn nhất của nhiệt độ tại điểm sôi chuẩn và tại 20 °C.
- h) Thành phần của hơi đối với thành phần lỏng bão hòa khi được công thức hóa tại điểm sôi chuẩn và tại 20 °C.
- i) Áp suất hơi bão hòa ở 20 °C và 60 °C khi được công thức hóa.
- j) Bảng chứng của sự đồng sôi, bao gồm cả mô tả chi tiết của phép thử và giản đồ cân bằng hơi lỏng (có thể cung cấp thông tin hỗ trợ tùy chọn dưới dạng một phụ lục).

- k) Nhiệt độ ở điểm tới hạn.
- l) Áp suất ở điểm tới hạn.
- m) Thể tích riêng ở điểm tới hạn.
- n) Các công dụng và các nhiệt độ ứng dụng điển hình (nghĩa là các phạm vi bay hơi và ngưng tụ).
- o) Các dung sai của thành phần được đề nghị cho phân loại.
- p) Công thức hóa cho trường hợp xấu nhất (WCF) của hỗn hợp.
- q) Công thức hóa cho sự cất phân đoạn trong trường hợp xấu nhất (WCFF) của hỗn hợp.
- r) Các tín hiệu nguy hiểm phù hợp với NFPA 704 hoặc tiêu chuẩn quốc gia hoặc quốc tế tương đương.

F.6.2.3. Các hỗn hợp không đồng sôi

Phải cung cấp các thông tin sau cho các hỗn hợp không đồng sôi (bao gồm cả gần với đồng sôi):

- a) Công thức hóa.
- b) Khối lượng mol tương đối khi được công thức hóa.
- c) Khối lượng mol tương đối của hơi ở 60 °C.
- d) Nhiệt độ điểm bọt ở 101,3 kPa.
- e) Nhiệt độ điểm sương ở 101,3 kPa.
- f) Độ trượt lớn nhất của nhiệt độ tại điểm sôi chuẩn ở 20 °C.
- g) Thành phần của hơi đối với thành phần lỏng bão hòa khi được công thức hóa tại điểm sôi chuẩn và tại 20 °C.
- h) Áp suất hơi điểm sương tại 20 °C và 60 °C.
- i) Nhiệt độ tại điểm tới hạn.
- j) Áp suất tại điểm tới hạn.
- k) Thể tích riêng tại điểm tới hạn.
- l) Các công dụng và các nhiệt độ ứng dụng điển hình (nghĩa là các phạm vi bay hơi và ngưng tụ).
- m) Các dung sai của thành phần được đề nghị cho phân loại.
- n) Công thức cho trường hợp xấu nhất (WCF) của hỗn hợp.
- o) Công thức cho cất phân đoạn trong trường hợp xấu nhất (WCFF) của hỗn hợp.
- p) Các tín hiệu nguy hiểm phù hợp với NFPA 704 hoặc tiêu chuẩn quốc gia hoặc quốc tế tương đương.

F.6.2.4. Các môi chất lạnh có nhiệt độ tới hạn thấp

Nếu nhiệt độ tới hạn nhỏ hơn một nhiệt độ tại đó có thể thay thế các dữ liệu được yêu cầu trong F.6.2.1, F.6.2.2 và F.6.2.3 như sau:

- a) Đối với các yêu cầu dữ liệu ở 20 °C, cung cấp các dữ liệu yêu cầu tại điểm sôi chuẩn hoặc 0 °C, chọn giá trị lớn hơn. Đối với các dữ liệu áp suất, cũng cung cấp áp suất ở 20 °C và mật độ tới hạn.
- b) Đối với các yêu cầu dữ liệu ở 60 °C, cung cấp dữ liệu yêu cầu tại một nhiệt độ được tính toán là điểm sôi chuẩn cộng với 80 % độ chênh lệch giữa nhiệt độ tới hạn và điểm sôi chuẩn. Đối với các dữ liệu áp suất, cũng cung cấp áp suất ở 60 °C và mật độ tới hạn.
- c) Chỉ thị nhiệt độ áp dụng được hoặc nhiệt độ và mật độ tới hạn tại đó cung cấp các dữ liệu thay thế.

F.6.2.5. Điểm tới hạn cho các hỗn hợp

Đối với các hỗn hợp môi chất lạnh, nhiệt độ và áp suất tới hạn phải được tính toán là giá trị trung bình trọng lượng theo các thành phần mol của các nhiệt độ và áp suất tới hạn tương ứng, của các thành phần hỗn hợp trong hợp phần khí được công thức hóa.

F.7. Thông tin về tính độc hại

Đơn đăng ký cho các môi chất lạnh hỗn hợp đơn phải bao gồm các dữ liệu được xác định trong F.7.1, F.7.2 và F.7.3. Đơn đăng ký cho các hỗn hợp môi chất lạnh phải bao gồm các dữ liệu được xác định trong F.7.3. Phải xác định các nguồn cho các dữ liệu này và người đăng ký phải cung cấp các bản sao, nếu có yêu cầu của MA. Về các thành phần của hỗn hợp, xem F.2.6.

F.7.1. Tính độc hại mạnh

Đơn đăng ký phải bao gồm các dữ liệu về tính độc hại trong thời gian ngắn sau với các nguồn được

xác định, đối với các môi chất lạnh hỗn hợp đơn hoặc đối với mỗi thành phần của các hỗn hợp:

- a) ACGIH TLV-C nếu được chỉ định,
- b) ACGIH TLV-STEL nếu được chỉ định,
- c) NIOSH IDLH nếu được chỉ định,
- d) LC₅₀ cho 4h đối với chuột
- e) LD₅₀ nếu có thể sử dụng,
- f) Ước đáp ứng sự nhạy cảm hóa với bệnh tim (EC₅₀ hoặc LOAEL hoặc NOAEL),
- g) Tác động gây mê (EC₅₀ hoặc LOAEL hoặc NOAEL),
- h) Thông tin liên quan đến các ảnh hưởng khác có thể gây ra triệu chứng bệnh làm suy giảm sự khỏi bệnh.

F.7.2. Tính độc hại lâu dài

Đối với các môi chất lạnh hỗn hợp đơn hoặc đối với mỗi thành phần của các hỗn hợp, đơn đăng ký ứng dụng phải bao gồm với các nguồn xác định:

- a) Các dữ liệu độc hại do phơi nhiễm lặp lại, nếu có thể sử dụng,
- b) ACGIH TLV-TWA hoặc TLV-C nếu được chỉ định,
- c) TERA WEEL, nếu được chỉ định,
- d) Giá trị giới hạn phơi nhiễm cho phép được khuyến nghị, được xác định trên cơ sở thích hợp với OSHA PEL (US) hoặc MAK (Đức) với sự giải thích về cách xác định.

F.7.3. Tờ dữ liệu an toàn của vật liệu (MSDS_s)

Đơn đăng ký đối với các môi chất lạnh hỗn hợp đơn phải bao gồm một tờ dữ liệu an toàn của vật liệu (MSDS), hoặc thông tin phù hợp với tờ dữ liệu này dưới dạng một phụ lục. Đơn đăng ký phải bao gồm các MSDS cho các hỗn hợp đã được công thức hóa và cho mỗi thành phần của hỗn hợp dưới dạng các phụ lục.

F.8. Thông tin về khả năng cháy

Đơn đăng ký đối với các môi chất lạnh hỗn hợp đơn và các hỗn hợp môi chất lạnh phải bao gồm các dữ liệu thử khả năng cháy được lập thành bảng và thông tin được xác định trong B.1.8. Đơn đăng ký đối với các hỗn hợp môi chất lạnh cũng phải bao gồm các dữ liệu cắt phân đoạn được lập thành bảng và thông tin được xác định trong B.2.5. Về các thành phần của hỗn hợp, xem F.2.6. Nếu môi chất lạnh có khả năng cháy, đơn đăng ký phải bao gồm giới hạn dưới của khả năng cháy. Nếu yêu cầu cấp phân loại A2L hoặc B2L, phải bao gồm tốc độ cháy lớn nhất, bản mô tả phương pháp thử được sử dụng, các kết quả thử đối với tiêu chuẩn được sử dụng để hợp thức hóa, phương pháp thử và thiết bị, tất cả các kết quả thử được xác định cho môi chất lạnh được xem xét và bất cứ các bằng chứng hỗ trợ nào khác.

F.9. Nhiệt độ tự cháy

Đơn đăng ký phải bao gồm các dữ liệu về nhiệt độ tự cháy. Phương pháp đo phải theo phương pháp đã công bố và được thừa nhận, ví dụ như UL 2182-2006.

F.10. Sự đệ trình

F.10.1. Ngôn ngữ

Đơn đăng ký phải được đệ trình bằng tiếng Anh.

F.10.2. Đơn vị

Đơn đăng ký phải được đệ trình theo hệ đơn vị SI (mét).

F.10.3. Dạng

Thông tin yêu cầu và bằng chứng phải được đệ trình ở cả dạng bản in cứng (ứng dụng xử lý word) và dạng điện tử [dạng tài liệu cầm tay (PDF)].

F.10.4. Người nhận

Đệ trình đơn đăng ký tới địa chỉ sau:

Secretariat, ISO TC 86/SC8

ASHRAE

1791 Tullie Cricle NE

Atlanta, GA 30329-2305 USA

F.10.5. Đơn đăng ký chi tiết

Không đưa ra các đề nghị chi tiết chứa trong các sách mỏng về người đăng ký, các dữ liệu đặc tính và các tư liệu khác không cần thiết cho thảo luận của văn phòng cung cấp (MA).

THƯ MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCVN 6104 (ISO 5149), *Hệ thống lạnh và bơm nhiệt - Yêu cầu về an toàn và môi trường*
- [2] ISO 10298, *Determination of toxicity of a gas or gas mixture (Xác định độ độc hại của một khí hoặc hỗn hợp khí)*
- [3] International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) Blue Book and Guide. Nomenclature of Organic Chemistry, "Blue Book", IUPAC, Pergamon Press, 1979. Edited by J. Rigaudy and S.P., Lkesney
- [4] Panico R., Powell W.H., Richer J.C. eds. *A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds. Blackwell Scientific Publications. References*, 1993
- [5] 1990-1991 Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, Ohio, USA, 1990
- [6] OECD Principles of Good Laboratory Practice. Annex 2 of Decision C(81)30(Final), Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris, France, 13 May 1981
- [7] Good Laboratory Practice for Nonclinical Laboratory Studies. Food and Drug Administration (FDA), 21 CFR Chapter 1 Part 58, Subparts A-K, Government Printing Office, Washington, DC, USA, 1996
- [8] Good Laboratory Practice Standards. *Environmental Protection Agency, 40 CFR Part 792, Subparts A-J*. Government Printing Office, Washington, 1996
- [9] GLP for Industrial Chemicals. Kikyoku [Basic Industries Bureau] Dispatch 85, Ministry of International Trade and Industry (MITI), and Kanpogyo [Planning and Coordination Bureau] Dispatch 39, Inrvionmental Agency, Tokyo, Japan, 31 March 1984
- [10] Ten Berge W.F., Zwart A., Appelman L.M. Concentration-time mortality response relationship of irritant and systemically acting vapours and gases. *J. Hazard. Mater.* 1986, 13 (3) pp.301-309
- [11] Brock W.J., Rusch G.R., Trochimowicz H.J. Cardiac sensitization: methodology and interpretation in risk assessment. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 2003, 38 pp.78-90
- [12] *The Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*. 2003 p.9, ACGIH, Cincinnati, Ohio
- [13] *Emergency Response Planning Guidelines and Workplace Environmental Exposure Level Guides Handbook*. American Industrial Hygiene Association, Fairfax, Virginia, 2005
- [14] Takizawa K., Takahashi A., Tokuhashi K., Kondo S., Sekiya A. 2005, Burning velocity measurement of fluorinated compounds by the spherical-vessel method. *Combust Flame*. 2005, 141 pp.298-307
- [15] Andrews G.E., & Bradely D. Determination of burning velocities: A critical review, *Combust. Flame*. 1972, 18 pp. 133-153
- [16] Linett J.W. Fourth Symposium on Combustion, The Combustion Institute, p.20-34.1953
- [17] Coward H.F. & Payman W. Problems in flame propagation. *Chem. Rev.* 1937, 21 pp.359-365
- [18] Coward H.F. Hartwell F.J. Studies in the mechanism of flame movement. *J. Chem. Soc.* 1932, pp. 1996-2004 and pp.2676-2684.
- [19] Lewis B. von Elbe G. *Combustion, Flames and Explosions of Gases*. Second Ed., Academic Press, New York, 1961
- [20] Jabbour T. Flammable Refrigerant Classification Based on the Burning Velocity, Thesis, Ecole des Mines de Paris, France, June 2004
- [21] Guénoche H. Laffitte P. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 222 (12 Juin), pp.1394-1396. p, 1946.
- [22] Guénoche H., Manson N., Monnot G. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 226 (5 Jan.), pp.69-71. 1948
- [23] Guénoche H., Manson N., Monnot G. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 226 (12 Jan.), pp. 163-164. 1948
- [24] Guénoche H. Non-steady flame propagation (Ed. G. H. Markstein), Chapter E. AGARD, Pergamon, 1964

- [25] Babrauskas V. *Ignition Handbook*. Fire Science Publishers, 2003
- [26] DIN 51649-1:1996, *Determination of explosion limits of gas mixtures (Xác định các giới hạn nổ của các hỗn hợp khí)*
- [27] Kondo S., Urano Y., Takahashi A., Tokuhashi K. Reinvestigation of flammability limits measurement of methane by the conventional vessel method with AC discharge ignition. *Combust. Sci. Technol* 1999, 145 pp.1-15
- [28] Barnett H.C. Hibbard R.R., Basic Considerations in the Combustion of Hydrocarbon Fuels with Air, National Advisory Committee for Aeronautics, Report 1300. 1957
- [29] Durox D., & Ducruix S. Concerning the location of the schlieren limit in premixed flames. *Combust. Flame*. 2000, 120 pp.595-598
- [30] AHRI standard 700, *Specifications for Fluorocarbon Refrigerants*
- [31] NFPA 704, Standard systems for the identification of the hazards of materials for emergency response, National fire Protection Association, USA.
- [32] UL 2182:2006, Refrigerants (*Môi chất lạnh*)
- [33] CALM J.M M. "ARTI Refrigerant Database", Air-Conditioning and Refrigeration Technology Institute (ARTI), Arlington, VA
- [34] American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents*
- [35] IEC 60335-2-24, *Household and similar electrical appliance - safety - Part 2-24: Particular requirements for refrigerating appliances, ice-cream appliances and ice makers (Thiết bị điện dùng trong gia đình và tương tự - An toàn - Phần 2-24: Yêu cầu riêng cho các thiết bị lạnh, các thiết bị làm kem và nước đá)*
- [36] IEC 60335-2-34, *Household and similar electrical appliances - Safety - Part 2-34: Particular requirements for motor - compressors (Thiết bị điện dùng trong gia đình và tương tự - An toàn: Phần 2-34: Yêu cầu riêng cho các máy nén)*
- [37] IEC 60335-2-40, *Household and similar electrical appliances - safety - Part 2-40: Particular requirement for electrical heat pumps, air-conditioners and dehumidifiers (Thiết bị điện dùng trong gia đình và tương tự - An toàn - Phần 2-40: Yêu cầu riêng cho các bản nhiệt chạy điện, máy điều hòa không khí và máy hút ẩm)*
- [38] IEC 60335-2-89, *Household and similar electrical appliances - Safety - Part 2-89: Particular requirements for commercial refrigerating appliances with an incorporated or remote refrigerant unit or compressor (Thiết bị điện dùng trong gia đình và tương tự - An toàn - Phần 2-89: Yêu cầu riêng cho các thiết bị lạnh thương nghiệp có một thiết bị lạnh hoặc máy nén tích hợp hoặc ở xa)*