



QUY TẮC THỰC HÀNH VỚI NITƠ TRIFLORUA

CODE OF PRACTICE NITROGEN TRIFLUORIDE

AIGA 029/18

Sửa đổi từ AIGA 029/10
Revision of AIGA 029/10

Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á
Asia Industrial Gases Association

No 2 Venture Drive, # 22-28 Vision Exchange, Singapore 608526

Tel: +65 67055642 Fax: +65 68633307

Internet: <http://www.asiaiga.org> | LinkedIn Profile:

<https://www.linkedin.com/company/asiaigaorg>



QUY TẮC THỰC HÀNH VỚI NITƠ TRIFLORUA

CODE OF PRACTICE NITROGEN TRIFLUORIDE

Là một phần của chương trình hài hòa các tiêu chuẩn công nghiệp, ấn phẩm AIGA 029, Quy tắc thực hành, Nitơ triflorua của Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á (AIGA), được sản xuất chung bởi các thành viên của Hội đồng Hài hòa Quốc tế và ban đầu được xuất bản bởi Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu (EIGA) dưới dạng Tài liệu 92, Nitrogen trifluoride.

As part of a programme of harmonization of industry standards, the Asia Industrial Gases Association (AIGA) publication, AIGA 029, Code of Practice, Nitrogen trifluoride, jointly produced by members of the International Harmonization Council and originally published by the European Industrial Gases Association (EIGA) as Doc 92, Nitrogen trifluoride.

Ấn phẩm này được dự định là một ấn phẩm hài hòa quốc tế để sử dụng và áp dụng trên toàn thế giới bởi tất cả các thành viên của Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á (AIGA), Hiệp hội Khí Nén (CGA), Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu (EIGA) và Hiệp hội Khí Công nghiệp và Y tế Nhật Bản (JIMGA). Nội dung kỹ thuật của mỗi hiệp hội là giống hệt nhau, ngoại trừ các yêu cầu quy định khu vực và những thay đổi nhỏ về định dạng và chính tả.

This publication is intended as an international harmonized publication for the worldwide use and application by all members of Asia Industrial Gases Association (AIGA), Compressed Gas Association (CGA), European Industrial Gases Association, (EIGA), and Japan Industrial and Medical Gases Association (JIMGA). Each association's technical content is identical, except for regional regulatory requirements and minor changes in formatting and spelling.

Tuyên bố miễn trừ trách nhiệm

Disclaimer

Tất cả các ấn phẩm của AIGA hoặc mang tên AIGA đều chứa thông tin, bao gồm Quy tắc Thực hành, quy trình an toàn và các thông tin kỹ thuật khác được thu thập từ các nguồn mà AIGA tin là đáng tin cậy và/hoặc dựa trên thông tin kỹ thuật và kinh nghiệm hiện có từ các thành viên của AIGA và những người khác tại thời điểm xuất bản. Do đó, chúng tôi không đưa ra bất kỳ tuyên bố hay bảo đảm nào cũng như không chấp nhận bất kỳ trách nhiệm pháp lý nào về tính chính xác, đầy đủ hoặc đúng đắn của thông tin có trong các ấn phẩm này.

All publications of AIGA or bearing AIGA's name contain information, including Codes of Practice, safety procedures and other technical information that were obtained from sources believed by AIGA to be reliable and/ or based on technical information and experience currently available from members of AIGA and others at the date of the publication. As such, we do not make any representation or warranty nor accept any liability as to the accuracy, completeness or correctness of the information contained in these publications.

Mặc dù AIGA khuyến nghị các thành viên của mình tham khảo hoặc sử dụng các ấn phẩm của mình, việc tham khảo hoặc sử dụng đó của các thành viên hoặc bên thứ ba hoàn toàn là tự nguyện và không mang tính ràng buộc.

While AIGA recommends that its members refer to or use its publications, such reference to or use thereof by its members or third parties is purely voluntary and not binding.

AIGA hoặc các thành viên của mình không đảm bảo về kết quả và không chịu bất kỳ trách nhiệm pháp lý hoặc trách nhiệm nào liên quan đến việc tham khảo hoặc sử dụng thông tin hoặc đề xuất có trong các ấn phẩm của AIGA bởi bất kỳ cá nhân hoặc tổ chức nào (bao gồm các thành viên AIGA) và AIGA từ chối rõ ràng mọi trách nhiệm pháp lý liên quan đến điều đó.

AIGA or its members make no guarantee of the results and assume no liability or responsibility in connection with the reference to or use of information or suggestions contained in AIGA's publications.

AIGA không có bất kỳ quyền kiểm soát nào đối với hiệu suất hoặc không hiệu suất, việc hiểu sai, sử dụng đúng hoặc không đúng bất kỳ thông tin hoặc đề xuất nào có trong các ấn phẩm của AIGA bởi bất kỳ cá nhân hoặc tổ chức nào (bao gồm các thành viên AIGA) và AIGA từ chối rõ ràng mọi trách nhiệm pháp lý liên quan đến điều đó.

AIGA has no control whatsoever as regards, performance or non performance, misinterpretation, proper or improper use of any information or suggestions contained in AIGA's publications by any person or entity (including AIGA members) and AIGA expressly disclaims any liability in connection thereto.

Các ấn phẩm của AIGA được xem xét định kỳ và người dùng được khuyến cáo nên lấy phiên bản mới nhất.

AIGA's publications are subject to periodic review and users are cautioned to obtain the latest edition.

© Được sao chép với sự cho phép của Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Âu
Reproduced with permission from European Industrial Gases Association

HIỆP HỘI KHÍ CÔNG NGHIỆP CHÂU Á
ASIA INDUSTRIAL GASES ASSOCIATION
No 2 Venture Drive, # 22-28 Vision Exchange, Singapore 608526
Tel: +65 67055642 Fax: +65 68633307
Internet : <http://www.asiaiga.org>

Mục lục Table of Contents

1. Giới thiệu / <i>Introduction</i>	6
2. Phạm vi và mục đích / <i>Scope and purpose</i>	6
3. Định nghĩa / <i>Definitions</i>	6
3.1. Thuật ngữ xuất bản / <i>Publication terminology</i>	6
3.1.1. Phải / <i>Shall</i>	6
3.1.2. Nên / <i>Should</i>	6
3.1.3. Có thể / <i>May</i>	6
3.1.4. Sẽ / <i>Will</i>	6
3.1.5. Có thể / <i>Can</i>	7
3.2. Định nghĩa kỹ thuật / <i>Technical definitions</i>	7
3.2.1. Nhiệt độ tự bốc cháy / <i>Auto-ignition temperature</i>	7
3.2.2. Bình / <i>Container</i>	7
3.2.3. Tỷ lệ nạp / <i>Filling ratio</i>	8
3.2.4. Khí / <i>Gas</i>	8
3.2.5. Tủ chứa khí / <i>Gas cabinet</i>	8
3.2.6. Tiềm năng oxy hóa / <i>Oxipotential</i>	9
3.2.7. Thụ động hóa / <i>Passivation</i>	9
3.2.8. Đánh giá rủi ro / <i>Risk assessment</i>	9
3.2.9. Mạt kim loại / <i>Swarf</i>	9
4. Tính chất của nitơ triflorua / <i>Properties of nitrogen trifluoride</i>	9
4.1. Nhận dạng và tính chất vật lý của nitơ triflorua / <i>Nitrogen trifluoride identification and physical properties</i>	9
4.2. Tính chất hóa học / <i>Chemical properties</i>	10
4.3. Độc học / <i>Toxicology</i>	11
4.4. Các vấn đề môi trường / <i>Environmental issues</i>	12
5. Nguy cơ oxy hóa và phản ứng / <i>Oxidizing and reactivity hazards</i>	13
5.1. Giới thiệu về nguy cơ cháy nổ / <i>Introduction to fire and explosion hazards</i>	13
5.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự cháy—Những cân nhắc về nitơ triflorua / <i>Factors influencing combustion—Nitrogen trifluoride considerations</i>	14
5.2.1. Áp suất nitơ triflorua / <i>Nitrogen trifluoride pressure</i>	14
5.2.2. Nhiệt độ phân hủy của nitơ triflorua / <i>Nitrogen trifluoride decomposition temperature</i>	14
5.2.3. Vận tốc nitơ triflorua trong đường ống / <i>Nitrogen trifluoride velocity in pipelines</i>	14
5.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự cháy—Các cân nhắc về vật liệu / <i>Factors influencing combustion—Material considerations</i>	15
5.3.1. Nhiệt độ tự bốc cháy của vật liệu / <i>Auto-ignition temperature of materials</i>	16
5.3.2. Kim loại / <i>Metals</i>	16
5.3.3. Phi kim loại / <i>Non-metals</i>	16
5.3.4. Tự lan truyền sự cháy của kim loại / <i>Self-propagation of ignition of metals</i>	16
5.3.5. Nhiệt dung riêng của vật liệu / <i>Specific heat of materials</i>	17
5.3.6. Độ dẫn nhiệt của vật liệu / <i>Thermal conductivity of materials</i>	17
5.3.7. Nhiệt cháy của vật liệu / <i>Heat of combustion of materials</i>	18
5.3.8. Kích thước và cấu hình của thiết bị / <i>Size and configuration of equipment</i>	18
5.3.9. Số lượng vật liệu / <i>Quantity of material</i>	18
5.3.10. Độ sạch của thiết bị / <i>Cleanliness of equipment</i>	19
5.4. Các yếu tố khác ảnh hưởng đến sự cháy—nguồn năng lượng / <i>Other factors influencing combustion—energy source</i>	19
5.4.1. Va đập của hạt / <i>Particle impacts</i>	19
5.4.2. Nén đoạn nhiệt / <i>Adiabatic compression</i>	19
5.4.3. Ma sát cơ học của các bộ phận chuyển động của thiết bị / <i>Mechanical friction of equipment moving parts</i>	19
6. Thiết bị thao tác nitơ triflorua—các cân nhắc chung / <i>Nitrogen trifluoride handling equipment—general considerations</i>	19
6.1. Nguyên tắc thiết kế / <i>Design principles</i>	20
6.2. Vật liệu chế tạo / <i>Materials of construction</i>	20
6.3. Vận tốc khí / <i>Gas velocities</i>	20

6.4. Làm sạch và thụ động hóa sau khi lắp đặt và bảo trì / <i>Cleaning and passivation after installation and maintenance</i>	21
6.5. Van / <i>Valves</i>	21
6.6. Bộ lọc / <i>Filters</i>	22
6.7. Quy trình vận hành và nhân sự / <i>Operating procedures and personnel</i>	22
6.8. Quy trình bảo trì / <i>Maintenance procedures</i>	22
6.9. Tách biệt khỏi các khí không tương thích / <i>Separation from incompatible gases</i>	22
6.10. Nén / <i>Compression</i>	22
7. Chiết nạp nitơ triflorua vào chai / <i>Nitrogen trifluoride cylinder filling</i>	23
7.1. Cân nhắc về cơ sở chiết nạp / <i>Filling facility considerations</i>	23
7.2. Bình nitơ triflorua và thiết bị liên quan / <i>Nitrogen trifluoride containers and associated equipment</i>	24
7.2.1. Bình / <i>Containers</i>	24
7.2.2. Van chai / <i>Cylinder valves</i>	24
7.2.3. Tỷ lệ nạp chai / <i>Cylinder filling ratios</i>	25
7.3. Thiết bị nạp chai / <i>Cylinder filling equipment</i>	25
7.3.1. Đường ống góp nạp / <i>Filling manifold</i>	25
7.3.2. Máy nén / <i>Compressors</i>	26
7.3.3. Bơm chân không / <i>Vacuum pumps</i>	27
7.3.4. Đồng hồ đo áp suất / <i>Pressure gauges</i>	27
8. Cung cấp đến điểm sử dụng / <i>Supply to point-of-use</i>	27
8.1. Cân nhắc về cơ sở / <i>Facility considerations</i>	27
8.2. Đường ống góp cung cấp khí / <i>Gas supply manifolds</i>	27
8.3. Quy trình vận hành và nhân sự / <i>Operating procedures and personnel</i>	28
9. Hệ thống giảm thiểu khí—Các nguyên tắc cơ bản của việc giảm thiểu / <i>Gas abatement systems—Basic principles of abatement</i>	29
10. Ứng phó khẩn cấp / <i>Emergency response</i>	29
11. Tài liệu tham khảo / <i>References</i>	30
Bảng / <i>Tables</i>	
Bảng 1 — Tính chất vật lý của nitơ triflorua 9	
<i>Table 1—Physical properties of nitrogen trifluoride</i>	
Bảng 2—Giới hạn phơi nhiễm đối với nitơ triflorua 11	
<i>Table 2—Exposure limits for nitrogen trifluoride</i>	
Hình / <i>Figures</i>	
Hình 1—Đường cong áp suất hơi (Đơn vị SI) 12	
<i>Figure 1—Vapour pressure curve (SI Units)</i>	
Hình 2—Đường cong áp suất hơi (Đơn vị Mỹ)..... 13	
<i>Figure 2—Vapour pressure curve (US Units)</i>	
Hình 3—Tam giác cháy 14	
<i>Figure 3—Fire triangle</i>	
Hình 4—Áp suất nạp so với tỷ lệ nạp (ở 20 °C) 25	
Phụ lục / <i>Appendix</i>	
Phụ lục A—Danh mục kiểm tra đánh giá..... 32	
<i>Appendix A—Audit checklist</i>	

Sửa đổi AIGA 029/10
Amendments to AIGA 029/10

Mục <i>Section</i>	Mô tả <i>Description</i>
3.1	Định nghĩa thuật ngữ ấn phẩm AIGA hài hòa đã được xem xét <i>Harmonised AIGA publication terminology definitions reviewed</i>
3.2	Đã thêm một số định nghĩa kỹ thuật <i>Several technical definitions added</i>
4	Bảng 1 và 2 được cập nhật với đơn vị Hoa Kỳ <i>Tables 1 and 2 updated with US units</i>
6.2	Đã thêm tham chiếu đến ISO 11114-1 <i>Reference to ISO 11114-1 added</i>
7.2.1	Đã thêm tham chiếu đến ISO 11114-1 <i>Reference to ISO 11114-1 added</i>
Các mục khác <i>Other sections</i>	Các sửa đổi biên tập không thay đổi nội dung kỹ thuật. <i>Editorial amendments without change of the technical content.</i>

Lưu ý: Các thay đổi kỹ thuật so với phiên bản trước được gạch dưới
Note: Technical changes from the previous edition are underlined

1. Giới thiệu / *Introduction*

- Nitơ triflorua là một loại khí nén có tính oxy hóa được sử dụng trong nhiều ứng dụng như một chất fluor hóa. Chính đặc tính này làm cho nó có giá trị như một nguồn fluor không phản ứng trong công đoạn khắc và làm sạch. Fluor hoạt tính chỉ được giải phóng nếu được cung cấp đủ năng lượng. Khi bắt đầu, phản ứng sẽ tự lan truyền và gây ra mối nguy cho các vật liệu không tương thích với fluor, ví dụ: khí dễ cháy và kim loại.

Nitrogen trifluoride is an oxidizing compressed gas that is used in a number of applications as a fluorinating agent. It is this property that makes it valuable as a nonreactive source of fluorine for etching and cleaning applications. The active fluorine is released only if sufficient energy is applied. Once initiated, the reaction is self-propagating and presents a hazard for materials that are incompatible with fluorine, for example, flammable gas and metals.

- Nitơ triflorua có thể được thao tác an toàn nếu thiết bị được thiết kế đúng cách và các biện pháp phòng ngừa trong thao tác được thực hiện.

Nitrogen trifluoride can be safely handled if equipment is properly designed and handling precautions are taken.

LƯU Ý: Ấn phẩm này phải được sử dụng cùng với AIGA 083 *Thải bỏ Khí*, AIGA 004, *Xử lý các trường hợp khẩn cấp về bình chứa khí* và AIGA 021, *Hệ thống đường ống dẫn oxy* [1, 2, 3]¹.

NOTE: This publication shall be used in conjunction with AIGA 083 Disposal of Gases, AIGA 004, Handling Gas Container Emergencies, and AIGA 021, Oxygen Pipeline and Piping Systems [1, 2, 3]¹.

2. Phạm vi và mục đích / *Scope and purpose*

- Do việc sử dụng rộng rãi và khả năng thao tác sai, ấn phẩm này được viết và dành cho các nhà cung cấp, nhà phân phối và người sử dụng Nitơ triflorua và thiết bị thao tác của nó. Ấn phẩm này cung cấp mô tả về các mối nguy tiềm ẩn liên quan đến thao tác Nitơ triflorua và các hướng dẫn cần tuân thủ để giảm thiểu rủi ro tiềm ẩn.

Because of its widespread use and its potential for mishandling, this publication has been written and is intended for suppliers, distributors, and users of nitrogen trifluoride and its handling equipment. This publication provides a description of the potential hazards involved in handling nitrogen trifluoride and the guidelines to be taken to minimise risk potential.

- Việc sản xuất, tinh chế và phân tích Nitơ triflorua nằm ngoài phạm vi của ấn phẩm này, mặc dù hướng dẫn chung được đưa ra cũng liên quan đến các quy trình này.

The manufacture, purification, and analysis of nitrogen trifluoride are beyond the scope of this publication, although the general guidance given is also relevant to these processes.

- Phụ lục A của ấn phẩm này là danh sách kiểm tra đánh giá.

Appendix A of this publication is an audit checklist.

3. Định nghĩa / *Definitions*

- Cho mục đích của ấn phẩm này, các định nghĩa sau được áp dụng.

For the purpose of this publication, the following definitions apply.

3.1. Thuật ngữ xuất bản / *Publication terminology*

3.1.1. Phải / *Shall*

- Chỉ ra rằng quy trình này là bắt buộc. Nó được sử dụng ở bất cứ nơi nào tiêu chí phù hợp với các khuyến nghị cụ thể không cho phép sai lệch.

Indicates that the procedure is mandatory. It is used wherever the criterion for conformance to specific recommendations allows no deviation.

3.1.2. Nên / *Should*

- Chỉ ra rằng một quy trình được khuyến nghị.

Indicates that a procedure is recommended.

3.1.3. Có thể / *May*

- Chỉ ra rằng quy trình này là tùy chọn.

Indicates that the procedure is optional.

3.1.4. Sẽ / *Will*

¹ Các tài liệu tham khảo được hiển thị bằng các số trong ngoặc và được liệt kê theo thứ tự xuất hiện trong phần tài liệu tham khảo.
References are shown by bracketed numbers and are listed in order of appearance in the reference section.

- Chỉ được sử dụng để chỉ tương lai, không phải mức độ yêu cầu.
Is used only to indicate the future, not a degree of requirement.

3.1.5. Có thể / *Can*

- Chỉ ra một khả năng hoặc khả năng.
Indicates a possibility or ability.

3.2. Định nghĩa kỹ thuật / *Technical definitions*

3.2.1. Nhiệt độ tự bốc cháy / *Auto-ignition temperature*

- Nhiệt độ mà tại đó một chất sẽ tự bốc cháy trong một chất oxy hóa cụ thể ở một áp suất nhất định.
Temperature at which a substance will spontaneously ignite in a specified oxidant at a given pressure.

3.2.2. Bình / *Container*

3.2.2.1 Nhóm chai / *Bundle of cylinders*

- Sự sắp xếp các chai thành một cụm, trong đó các chai được giới hạn trong một nhóm hoặc cách sắp xếp với hệ thống dây đai hoặc khung và các kết nối được thực hiện với một ống góp chung. Còn được gọi là cụm chai.
Arrangement of cylinders into a cluster where the cylinders are confined into a grouping or arrangement with a strapping or frame system and connections are made to a common manifold. Also known as cylinder packs.

3.2.2.2 Chai / *Cylinder*

- Bình chịu áp lực không hàn có dung tích nước danh nghĩa lên đến 50 L.
Seamless pressure vessel having a nominal water capacity up to 50 L.

3.2.2.3 Mô-đun theo Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế (ISO) / *International Organization for Standardization (ISO) module*

- Tổ hợp đa phương thức của các chai, ống hoặc nhóm chai được kết nối với nhau bằng một ống góp và được lắp ráp bên trong một khung.
Multi-modal assembly of cylinders, tubes, or bundles of cylinders that are interconnected by a manifold and assembled within a framework.

LƯU Ý Mô-đun ISO bao gồm thiết bị dịch vụ và thiết bị cấu trúc cần thiết cho việc vận chuyển khí. Khung của mô-đun ISO và các đúc góc của nó được thiết kế và định cỡ đặc biệt để sử dụng trong dịch vụ vận chuyển đa phương thức trên tàu container, hệ khung gầm đặc biệt cho đường cao tốc và thiết bị đường sắt container trên toa xe phẳng. Mô-đun ISO cũng có thể được gọi trong các quy định là bình chứa khí nhiều thành phần (MEGC) và tương đương của nó.

NOTE *The ISO module includes service equipment and structural equipment necessary for the transport of gases. The frame of an ISO module and its corner castings are specially designed and dimensioned for use in multi-modal transportation service on container ships, special highway chassis, and container-on-flatcar railroad equipment. An ISO module may also be referred to in regulations as a multiple-element gas container (MEGC) and its' equivalent.*

3.2.2.4 Bình chứa khí nhiều thành phần (MEGC) / *Multiple-element gas container (MEGC)*

- Tổ hợp các chai, ống hoặc nhóm chai được kết nối với nhau bằng một ống góp và được lắp ráp bên trong một khung.
Assembly of cylinders, tubes, or bundles of cylinders that are interconnected by a manifold and are assembled within a framework.

LƯU Ý Mô-đun MEGC bao gồm thiết bị dịch vụ và thiết bị cấu trúc cần thiết cho việc vận chuyển khí.

NOTE *The MEGC module includes service equipment and structural equipment necessary for the transport of gases.*

3.2.2.5 Các nhóm chai lớn hơn 50 L / *Packages greater than 50 L*

- Bất kỳ sự kết hợp riêng lẻ hoặc nhiều ống góp của (các) bình chịu áp lực không hàn có dung tích nước danh nghĩa tập thể lớn hơn 50 L.
Any individual or manifolded collection of seamless pressure vessel(s) having a collective nominal water capacity greater than 50 L.

LƯU Ý Chúng có thể bao gồm mô-đun ISO, MEGC, ống, rơ moóc chở ống, cụm chai, bồn chứa danh nghĩa 450 L (bồn chứa tấn), hoặc các gói khác theo quy định hoặc quy tắc.

NOTE *These can include an ISO module, MEGCs, tubes, tube trailers, cylinder packs, nominal 450 L (ton tank), or other packages as defined by regulations or codes.*

3.2.2.6 Bồn tấn / Ton tank

- Bình chịu áp lực không hàn có dung tích nước danh nghĩa là 450 L.
Seamless pressure vessel having a nominal water capacity of 450 L.

3.2.2.7 Ống / Tube

- Bình chịu áp lực không hàn có dung tích nước danh nghĩa trên 150 L nhưng không quá 3000 L.
Seamless pressure vessel having a nominal water capacity exceeding 150 L but not more than 3000 L.

3.2.2.8 Rơ moóc chở ống / Tube trailer

- Xe tải hoặc sơ mi rơ moóc trên đó một số ống đã được gắn và lắp vào một hệ thống đường ống chung.
Truck or semitrailer on which a number of tubes have been mounted and manifolded into a common piping system.

3.2.3. Tỷ lệ nạp / Filling ratio

- Tỷ lệ khối lượng khí được đưa vào bình so với khối lượng nước ở 15 °C (59° F) sẽ nạp đầy vào cùng một bình được trang bị sẵn để sử dụng. Nó còn được gọi là mật độ nạp, hệ số nạp, mức nạp tối đa hoặc áp suất nạp tối đa.
Ratio of the mass of a gas introduced in a container to the mass of water at 15 °C (59° F) that would fill the same container fitted ready for use. Also known as fill density, filling factor, maximum fill degree, or maximum fill pressure.

LƯU Ý Dung tích nước được đóng dấu trên chai có thể áp dụng cho dung tích nước tối thiểu được thiết kế không có phụ kiện bên trong, trong trường hợp đó dung tích nước thực phải được xác định.

NOTE *The water capacity stamped on the cylinder may apply to the minimum water capacity designed without internal fittings, in which case the net water capacity shall be determined.*

3.2.4. Khí / Gas

- Khí hoặc khí nén như được định nghĩa trong Khuyến nghị của Liên Hợp Quốc (UN) về Vận chuyển Hàng nguy hiểm, Quy định mẫu và trong Hệ thống hài hòa toàn cầu về phân loại và ghi nhãn hóa chất (GHS) [4, 5].
Gas or gas under pressure as defined in the United Nations (UN) Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulations and in Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) [4, 5].
- Khí là một chất mà (a) Ở 50 °C có áp suất hơi lớn hơn 300 kPa; hoặc (b) hoàn toàn ở thể khí ở 20 °C tại áp suất tiêu chuẩn 101.3 kPa.
A gas is a substance that (a) At 50 °C has a vapour pressure greater than 300 kPa; or (b) is completely gaseous at 20 °C at a standard pressure of 101.3 kPa.

3.2.5. Tủ chứa khí / Gas cabinet

- Là một vỏ bọc kín hoàn toàn, không cháy được sử dụng để tạo một môi trường cách ly cho các chai khí nén trong quá trình tồn chứa hoặc sử dụng.
Fully enclosed, non-combustible enclosure used to provide an isolated environment for compressed gas cylinders in storage or use.

LƯU Ý Cửa và cổng tiếp cận để thay chai và tiếp cận bộ điều áp được phép bao gồm.

NOTE *Doors and access ports for exchanging cylinders and accessing pressure*

regulating controls are allowed to be included.

3.2.6. Tiềm năng oxy hóa / *Oxipotential*

- Khả năng oxy hóa của một loại khí so với oxy được đưa ra dưới dạng một số không thứ nguyên trong đó oxy = 1. Xem ASTM STP 1395, *Khả năng cháy và độ nhạy của vật liệu trong môi trường giàu oxy* [6].

Oxidizing power of a gas compared to that of oxygen given as a dimensionless number where oxygen = 1. See ASTM STP 1395, Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres

3.2.7. Thụ động hóa / *Passivation*

- Phương pháp tiền xử lý để cho phép hình thành một lớp màng fluoride bảo vệ tự giới hạn trên bề mặt vật liệu theo cách thức có kiểm soát, giới hạn bất kỳ phản ứng fluorine bổ sung nào.

Pre-treatment method to allow the formation of a self-limiting protective fluoride film on the surface of the material in a controlled manner that limits any additional fluorine reaction.

3.2.8. Đánh giá rủi ro / *Risk assessment*

- Sự đánh giá có tài liệu về các rủi ro của một hoạt động cụ thể đối với nhân sự và môi trường. Quá trình này thường tính đến các biện pháp kiểm soát an toàn vốn có trong thiết bị, quy trình vận hành và thiết bị bảo hộ cá nhân (PPE) được cung cấp. Đôi khi, có thể cần thiết phải cải thiện các biện pháp kiểm soát an toàn vận hành sau khi thực hiện đánh giá rủi ro.

Documented assessment of the risks of a specific operation to personnel and the environment. This process usually takes into account safety controls inherent in equipment, operating procedures, and personal protective equipment (PPE) provided. Sometimes, it may be deemed necessary to improve operational safety controls after undertaking a risk assessment.

3.2.9. Mạt kim loại / *Swarf*

- Các dải hoặc hạt kim loại nhỏ có thể phát sinh từ các hoạt động gia công cơ khí.

Small strips or particles of metal that can arise from machining operations.

4. Tính chất của nitơ triflorua / *Properties of nitrogen trifluoride*

4.1. Nhận dạng và tính chất vật lý của nitơ triflorua / *Nitrogen trifluoride identification and physical properties*

- Bảng 1 thể hiện tính chất của nitơ triflorua.

Table 1 shows properties of nitrogen trifluoride.

Bảng 1 — Tính chất vật lý của nitơ triflorua
Table 1—Physical properties of nitrogen trifluoride

Tính chất <i>Property</i>	Đơn vị SI <i>SI Units</i>	Đơn vị Hoa Kỳ <i>U.S. Units</i>
Công thức hóa học <i>Chemical formula</i>	NF ₃	
Số CAS <i>CAS number</i>	7783-54-2	
Số EC <i>EC number</i>	232-007-1	
Số UN <i>UN number</i>	UN 2451	
Khối lượng phân tử <i>Molecular weight</i>	71	71
Điểm nóng chảy ở 1 atm <i>Melting point at 1 atm</i>	−206.8 °C	−340.2 °F
Nhiệt nóng chảy ẩn ở điểm nóng chảy <i>Latent heat of fusion at melting point</i>	1.34 cal/g	2.41 Btu/lb
Điểm sôi ở 1 atm <i>Boiling point at 1 atm</i>	−129.1 °C	−200.3 °F

Khối lượng riêng của chất lỏng ở điểm sôi <i>Density of the liquid at boiling point</i>	1538 kg/m ³	96.01 lb/ft ³
Khối lượng riêng của khí ở 21.1 °C (70 °F) và 1 atm (không khí = 1) <i>Density of the gas at 21.1 °C (70 °F) and 1 atm (air = 1)</i>	2.95 kg/m ³	0.1843 lb/ft ³
Tỷ trọng của khí ở 21.1 °C (70 °F) và 1 atm (không khí = 1) <i>Specific gravity of the gas at 21.1 °C (70 °F) and 1 atm (air = 1)</i>	2.46	2.46
Thể tích riêng của khí 21.1 °C (70 °F) và 1 atm (không khí = 1) <i>Specific volume of the gas 21.1 °C (70 °F) and 1 atm (air = 1)</i>	0.337 m ³ /kg	5.43 ft ³ /lb
Nhiệt hóa hơi ẩn ở điểm sôi <i>Latent heat of vapourization at boiling point</i>	162 kJ/kg	70.1 Btu/lb
Nhiệt độ tới hạn <i>Critical temperature</i>	-39.2 °C	-38.5 °F
Áp suất tới hạn <i>Critical pressure</i>	4460 kPa, tuyệt đối 4460 kPa, abs	646.9 psia
Khối lượng riêng tới hạn <i>Critical density</i>	562.3 kg/m ³	35.1 lb/ft ³
Nhiệt dung riêng ở 25 °C (77 °F) <i>Heat capacity at 25 °C (77 °F)</i>	0.1794 kcal/(kg • K)	0.0428 Btu/(lb • °F)
Entropy ở 25 °C (77 °F) và 1 atm <i>Entropy at 25 °C (77 °F) and 1 atm</i>	-0.877 kcal/(kg • K)	-0.471 Btu/(lbm • R)
Entanpi tại 25 °C (77 °F) và 1 atm <i>Enthalpy at 25 °C (77 °F) and 1 atm</i>	-29.8 kcal/mol	-800.39 Btu/lbm

4.2. Tính chất hóa học / *Chemical properties*

- Nitơ triflorua là một khí ổn định, hơi độc (xem 4.3), có tính oxy hóa. Nitơ triflorua là một khí không màu và về cơ bản không mùi. Ở độ tinh khiết thấp hơn của nitơ triflorua, có thể có mùi mốc.
Nitrogen trifluoride is a stable, slightly toxic (see 4.3), oxidizing gas. Nitrogen trifluoride is a colourless and essentially odourless gas. At lower purities of nitrogen trifluoride, there can be a mouldy smell.
- Tiềm năng oxy hóa: 1.6 [6].
Oxipotential: 1.6 [6].
- Nhiệt độ bắt lửa của một số kim loại trong nitơ triflorua ở 1 bar và 7 bar như sau:
Ignition temperatures of some metals in nitrogen trifluoride at 1 bar and 7 bar are as follows:

	Đồng <i>Copper</i>	Sắt <i>Iron</i>	Niken <i>Nickel</i>
1 bar	550 °C (1022 °F)	817 °C (1503 °F)	1187 °C (2168 °F)
7 bar	475 °C (887 °F)	612 °C (1133 °F)	967 °C (1772 °F)

LƯU Ý Ở Châu Âu, nitơ triflorua được phân loại theo Quy định về Phân loại, Ghi nhãn và Đóng gói (CLP) là Khí oxy hóa 1, H270; Khí nén (Lòng), H280; Độc cấp tính 4 (Hít phải: khí), H332; STOT RE 2, H373 (xem thêm Phụ lục 2) [7].

NOTE In Europe, nitrogen trifluoride is classified according to the Classification, Labelling and Packaging (CLP) Regulation as Ox. Gas 1, H270; Press. Gas (Liq.), H280; Acute Tox. 4 (Inhalation: gas), H332; STOT RE 2, H373 (see also Annex 2) [7].

LƯU Ý Để phân loại nitơ triflorua ở Hoa Kỳ, xem CGA C-7, Hướng dẫn phân loại và ghi nhãn khí nén [8].

NOTE For classification of nitrogen trifluoride in the U.S., see CGA C-7, Guide to Classification and Labeling of Compressed Gases [8].

4.3. Độc tính / *Toxicology*

- Mức độ phơi nhiễm nitơ triflorua đã được thiết lập thay đổi giữa các quốc gia và cơ quan. Tham khảo cơ quan quản lý tại quốc gia nơi nitơ triflorua đang được sử dụng. Xem Bảng 2 để biết các ví dụ về giới hạn tối đa đã được thiết lập về phơi nhiễm nitơ triflorua đối với nhân sự được sử dụng trong ngành khí công nghiệp.

Established levels of nitrogen trifluoride exposure vary between countries and agencies. Refer to the governing agency in the country where nitrogen trifluoride is being used. See Table 2 for examples of established maximum limits of nitrogen trifluoride exposure to personnel used in the industrial gas industry.

LƯU Ý Sự phân hủy nhiệt của nitơ triflorua có thể rất độc.

NOTE *Thermal decomposition of nitrogen trifluoride can be very toxic.*

Để biết thêm thông tin, xem phiếu dữ liệu an toàn (SDS) của nhà cung cấp khí [11].

For more information, see the gas supplier's safety data sheet (SDS) [11].

Bảng 2—Giới hạn phơi nhiễm đối với nitơ triflorua
Table 2—Exposure limits for nitrogen trifluoride

Cục Quản lý An toàn và Sức khỏe Nghề nghiệp (OSHA) Giá trị trung bình theo thời gian (TWA) — Giới hạn phơi nhiễm cho phép (PEL) [9] <i>Occupational Safety and Health Administration (OSHA) Time Weighted Average (TWA) — Permissible Exposure Limit (PEL) [9]</i>	10 ppm (29 mg/m ³)
Viện Quốc gia về An toàn và Sức khỏe Nghề nghiệp (NIOSH) giới hạn phơi nhiễm khuyến nghị (REL) – TWA [10] <i>National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) recommended exposure limit (REL) – TWA [10]</i>	10 ppm (29 mg/m ³)
NIOSH Nguy hiểm tức thì đến tính mạng và sức khỏe (IDLH) [10] <i>NIOSH Immediate danger to life and health (IDLH) [10]</i>	1000 ppm
LC50 (trên chuột trong 1 giờ) [12] <i>LC50 (1-hr rat) [12]</i>	6700 ppm
Mức phơi nhiễm khẩn cấp (EEL) [13] <i>Emergency Exposure Level (EEL) [13]</i>	≥ 22 500 ppm x phút ≥ 22 500 ppm x min
Mức hướng dẫn phơi nhiễm cấp tính (AEGLs) [14] <i>Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs) [14]</i> AEGL-1 (30 phút / minutes) AEGL-2 (30 phút / minutes) AEGL-3 (30 phút / minutes)	400 ppm 1100 ppm 1700 ppm

LƯU Ý / *NOTES*

- Giới hạn của OSHA là các giới hạn phơi nhiễm pháp lý được luật pháp Hoa Kỳ cho phép và có thể thi hành.
OSHA limits are the legal exposure limits allowed by U.S. law and are enforceable.
- Giới hạn của NIOSH là các giá trị khuyến nghị và không có giá trị thi hành theo luật pháp.
NIOSH limits are recommended values and are not enforceable by law.
- AEGL-1 là nồng độ trong không khí (được biểu thị bằng phần triệu hoặc miligam trên mét khối [ppm hoặc mg/m³]) của một chất mà trên mức đó, dự đoán rằng dân số nói chung, bao gồm cả những cá nhân nhạy cảm, có thể trải qua sự khó chịu đáng kể, kích ứng, hoặc một số tác động không triệu chứng, không cảm giác. Tuy nhiên, các tác động này không gây tàn tật và là tạm thời, có thể hồi phục khi ngừng phơi nhiễm.
AEGL-1 is the airborne concentration (expressed as parts per million or milligrams per cubic meter [ppm or mg/m³]) of a substance above which it is predicted that the general population, including susceptible individual, could experience notable discomfort, irritation, or certain asymptomatic, non-sensory effects. However, the effects are not disabling and are transient and reversible upon cessation of exposure.

AEGL-2 là nồng độ trong không khí (được biểu thị bằng ppm hoặc mg/m³) của một chất mà trên mức đó, dự đoán rằng dân số nói chung, bao gồm cả những cá nhân nhạy cảm, có thể trải qua các tác động sức khỏe bất lợi không thể đảo ngược hoặc nghiêm trọng khác, kéo dài hoặc khả năng thoát hiểm bị suy giảm.
AEGL-2 is the airborne concentration (expressed as ppm or mg/m³) of a substance above which it is predicted that the general population, including susceptible individual, could experience irreversible or other serious, long-lasting adverse health effects or an impaired ability to escape.

AEGL-3 là nồng độ trong không khí (được biểu thị bằng ppm hoặc mg/m³) của một chất mà trên mức đó, dự đoán rằng dân số nói chung, bao gồm cả những cá nhân nhạy cảm, có thể trải qua các tác động sức khỏe đe dọa tính mạng hoặc tử vong.

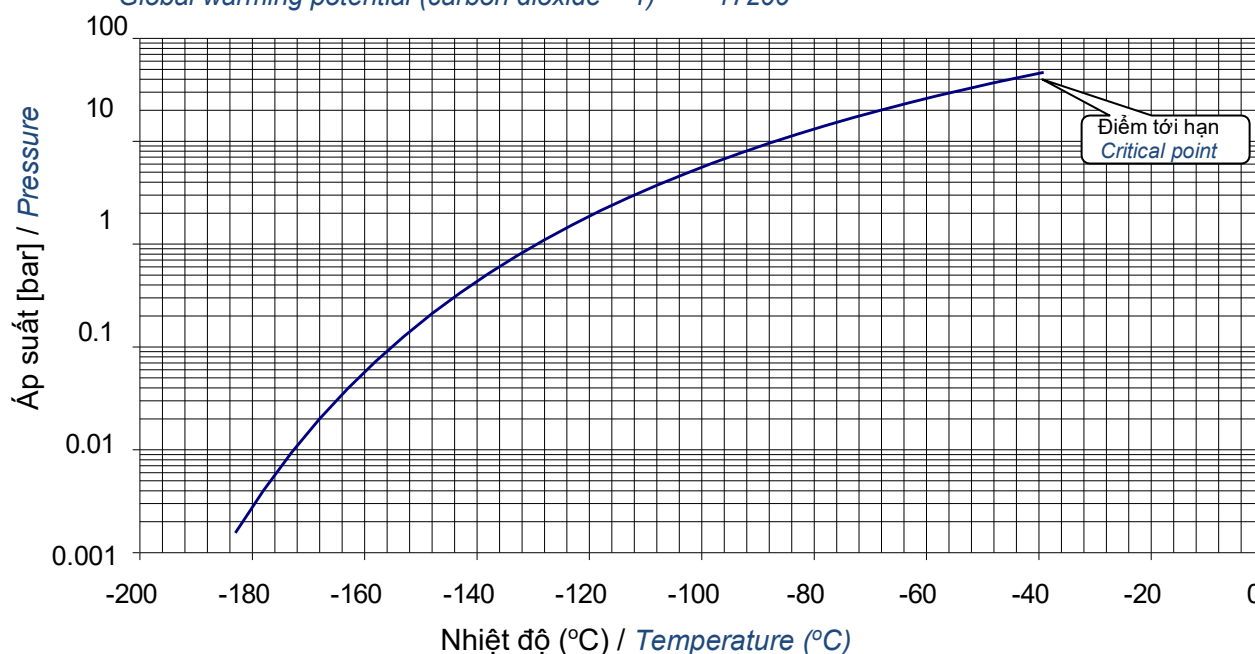
AEGL-3 is the airborne concentration (expressed as ppm or mg/m³) of a substance above which it is predicted that the general population, including susceptible individuals, could experience life threatening health effects or death.

- 4 Ở Châu Á, các bảng dữ liệu an toàn của nhà cung cấp (SDS) phải được tham khảo để có thông tin về các giới hạn phơi nhiễm đã được xác định theo quy định hiện hành ở các quốc gia Châu Á khác nhau.

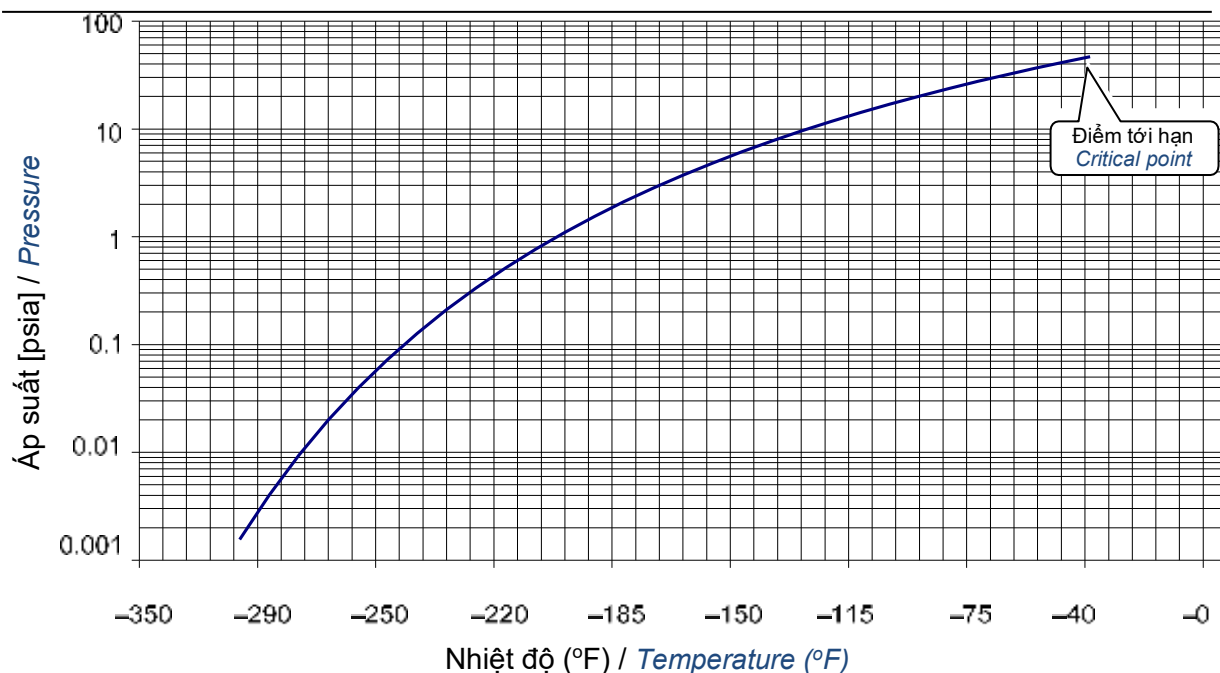
In Asia, supplier safety data sheets (SDS) shall be consulted to find the applicable regulatory exposure limits in the different Asian countries, where determined.

4.4. Các vấn đề môi trường / *Environmental issues*

- | | |
|--|-----------------------------|
| - Độ hòa tan trong nước ở 20 °C, 1 bara
<i>Solubility in water at 20 °C, 1 bara</i> | 61 mg/l
<i>61 mg/l</i> |
| - Thời gian tồn tại trong khí quyển
<i>Lifetime in atmosphere</i> | 740 năm
<i>740 years</i> |
| - Tiềm năng nóng lên toàn cầu (carbon dioxide = 1)
<i>Global warming potential (carbon dioxide = 1)</i> | 17200
<i>17200</i> |



Hình 1—Đường cong áp suất hơi (Đơn vị SI)
Figure 1—Vapour pressure curve (SI Units)



Hình 2—Đường cong áp suất hơi (Đơn vị Mỹ)
Figure 2—Vapour pressure curve (US Units)

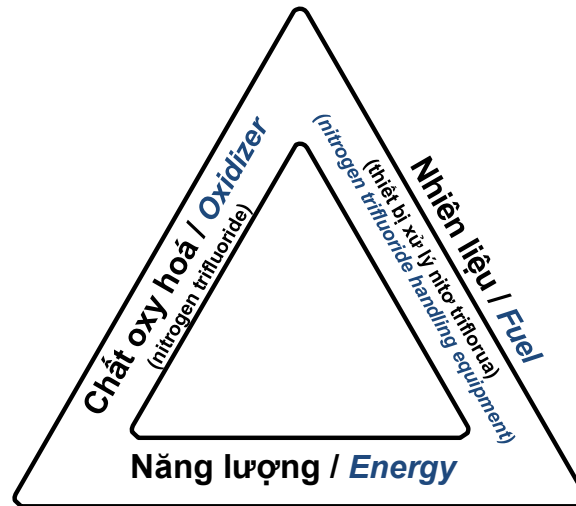
5. Nguy cơ oxy hóa và phản ứng / Oxidizing and reactivity hazards

5.1. Giới thiệu về nguy cơ cháy nổ / Introduction to fire and explosion hazards

- Một số vụ cháy đã xảy ra trong thiết bị chứa nitơ triflorua ở áp suất cao. Trong nhiều trường hợp, một vật liệu đàn hồi đã cháy, ví dụ, đế van, vòng đệm làm kín. Trong một số trường hợp, các bộ phận kim loại cũng bắt lửa. Do áp suất nitơ triflorua cao, các vật liệu cháy đã bị bắn ra khu vực xung quanh.

Several flash fires have occurred in equipment containing nitrogen trifluoride at elevated pressure. In many cases, an elastomeric material burnt, for example, valve seat, sealing washer. In some cases, the metallic parts also ignited. Due to the elevated nitrogen trifluoride pressure, the burning materials were projected in the surrounding area.

- Hình 3 minh họa rằng sự cháy đòi hỏi sự xuất hiện đồng thời của các yếu tố sau:
Figure 3 illustrates that combustion requires the simultaneous occurrence of the following elements:
 - sự hiện diện của chất oxy hóa (nitơ triflorua);
presence of an oxidizer (nitrogen trifluoride);
 - vật liệu dễ cháy tiếp xúc với chất oxy hóa; và
combustible material in contact with the oxidizer; and
 - nguồn năng lượng bắt lửa.
source of ignition energy.
- Đối với mỗi yếu tố này, một số yếu tố ảnh hưởng đến sự cháy phải được xem xét. Xem 5.2, 5.3 và 5.4.
For each of these elements, several factors influencing the combustion shall be considered. See 5.2, 5.3, and 5.4.



Hình 3—Tam giác cháy
Figure 3—Fire triangle

5.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự cháy—Những cân nhắc về nitơ triflorua / *Factors influencing combustion—Nitrogen trifluoride considerations*

- Các yếu tố sau đây ảnh hưởng đến sự cháy của vật liệu.
The following factors influence the combustion of materials.

5.2.1. Áp suất nitơ triflorua / *Nitrogen trifluoride pressure*

- Nitơ triflorua tương đối trơ ở áp suất khí quyển và nhiệt độ môi trường. Nhiệt độ bốc cháy của một số vật liệu dễ cháy trong nitơ triflorua có thể giảm khi áp suất nitơ triflorua tăng, làm cho vật liệu dễ bắt lửa hơn. Tương tự, vận hành ở áp suất cao làm tăng khả năng nén đoạn nhiệt (xem 5.4.2) tạo ra nhiệt độ cao (xem 5.2.2).
Nitrogen trifluoride is relatively inert at atmospheric pressure and ambient temperature. The auto-ignition temperature of some combustible materials in nitrogen trifluoride can decrease with increasing nitrogen trifluoride pressure, making the material more susceptible to ignition. Likewise, operating at high pressures increases the chance for adiabatic compression (see 5.4.2) to generate high temperature (see 5.2.2).

5.2.2. Nhiệt độ phân hủy của nitơ triflorua / *Nitrogen trifluoride decomposition temperature*

- Mối quan tâm chính đối với nitơ triflorua ở nhiệt độ cao hơn là sự phân ly của nitơ triflorua thành các loại fluorine dễ phản ứng có thể phản ứng với hầu hết các vật liệu. Các loại phản ứng này có thể dẫn đến các phản ứng không kiểm soát với vật liệu đàn hồi hoặc một số kim loại, giải phóng nhiệt gây ra sự phân ly thêm của nitơ triflorua. Do đó, phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa để ngăn chặn các điều kiện hoặc cơ chế có thể dẫn đến sự gia nhiệt không mong muốn của nitơ triflorua.
The primary concern with nitrogen trifluoride at higher temperatures is the dissociation of nitrogen trifluoride into reactive fluorine species that can react with most materials. These reactive species can lead to uncontrolled reactions with elastomers or certain metals, that liberates heat causing further dissociation of nitrogen trifluoride. Therefore, precautions shall be taken to prevent conditions or mechanisms that could lead to inadvertent heating of nitrogen trifluoride.
- Nhiệt độ tự cháy của vật liệu tiếp xúc với nitơ triflorua dễ đạt đến hơn khi nhiệt độ của nitơ triflorua tăng lên. Các hệ thống nitơ triflorua nên hoạt động ở nhiệt độ thấp nhất có thể.
The auto-ignition temperature of a material in contact with nitrogen trifluoride is more easily reached as the temperature of nitrogen trifluoride increases. Nitrogen trifluoride systems should operate at as low a temperature as is practicable.

5.2.3. Vận tốc nitơ triflorua trong đường ống / *Nitrogen trifluoride velocity in pipelines*

- Vận tốc nitơ triflorua sẽ tạo ra nhiệt do va chạm hạt, xem 5.4.1, trên vật liệu, đặc biệt ở những khu vực có các đoạn uốn khúc và/hoặc khe hở nhỏ. Sự tạo nhiệt này có thể khởi phát sự cháy cục bộ nếu đạt đến nhiệt độ tự bốc cháy của vật liệu tiếp xúc với

nitơ triflorua. Do đó, vận tốc nitơ triflorua phải được giới hạn để tránh nguy cơ đạt đến nhiệt độ này. Nguy cơ một hạt và năng lượng truyền vào do vận tốc cao trong môi trường oxy hóa có thể dẫn đến sự bốc cháy. Điều này nhấn mạnh sự cần thiết phải làm sạch các hệ thống nitơ triflorua cho dịch vụ oxy hóa.

Nitrogen trifluoride velocity will create heat by particle impacts, see 5.4.1, on the material, particularly in areas with tortuous passages and/or small crevices. This creation of heat can initiate a local combustion if the auto- ignition temperature of the material in contact with nitrogen trifluoride is reached. Therefore, nitrogen trifluoride velocity shall be limited to avoid the risk of this temperature being achieved. The risk of a particle and the resulting energy imparted by the high velocity in an oxidizing environment can lead to an ignition. This highlights the need to clean nitrogen trifluoride systems for oxidizing service.

- Khả năng oxy hóa của nitơ triflorua lớn hơn của oxy (1.6, trong đó oxy = 1) [6]. Tuy nhiên, trong trường hợp không có dữ liệu khác, các giới hạn vận tốc sau đây nên được áp dụng, xem Tài liệu EIGA 13 để biết giới hạn vận tốc trong oxy [3]:

The oxipotential of nitrogen trifluoride is greater than that of oxygen (1.6, where oxygen = 1) [6]. However, in the absence of other data, the following velocity limits should be applied, see EIGA Doc 13 for velocity limits in oxygen [3]:

- Đối với áp suất lớn hơn 15 bar, vận tốc nitơ triflorua tối đa trong đường ống phải được giới hạn sao cho tích của vận tốc và áp suất không vượt quá 450 bar m/s:
For pressures greater than 15 bar, the maximum nitrogen trifluoride velocity in pipelines shall be limited so that the product of velocity and pressure does not exceed 450 bar m/s:

PV nhỏ hơn hoặc bằng 450 bar m/s
PV less than or equal to 450 bar m/s

Trong đó:

Where:

V = vận tốc nitơ triflorua trong đường ống (m/s)

V = nitrogen trifluoride velocity in pipelines (m/s)

P = áp suất trong đường ống (bar)

P = pressure in the pipeline (bar)

- Đối với áp suất nhỏ hơn 15 bar, vận tốc tối đa trong đường ống ít đáng lo ngại hơn; tuy nhiên, khuyến nghị rằng mọi nỗ lực phải được thực hiện để kiểm soát vận tốc này xuống dưới 30 m/s.

For pressures less than 15 bar, the maximum velocity in pipelines is less of a concern; however, it is recommended that every effort be made to control this to less than 30 m/s.

- Đối với thiết bị khác ngoài đường ống, các khuyến nghị được nêu trong Mục 7.
For equipment other than pipelines, recommendations are contained in Section 7.

5.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự cháy—Các cân nhắc về vật liệu / *Factors influencing combustion—Material considerations*

- Các vật liệu tương thích với chất oxy hóa nhất nên được sử dụng với nitơ triflorua. Trong mọi trường hợp, vật liệu phải được làm sạch thật kỹ và không có dầu, mỡ, bụi bẩn và hạt. Ngay cả chất bôi trơn tương thích cũng phải được sử dụng một cách tiết kiệm.

The most oxidant compatible materials should be used with nitrogen trifluoride. In all cases, the materials shall be thoroughly cleaned and free from oils, grease, dirt and particles. Even compatible lubricants shall be used sparingly.

- Khi tiếp xúc với nitơ triflorua, các vật liệu đáng quan ngại bao gồm:
When in contact with nitrogen trifluoride, materials of concern include:

- các bộ phận của thiết bị thao tác nitơ triflorua như một số kim loại, chất đàn hồi, chất bôi trơn; và

parts of the nitrogen trifluoride handling equipment such as some metals, elastomers, lubricants; and

- chất gây ô nhiễm có trong thiết bị như hạt, mảnh kim loại, bụi bẩn, mỡ và côn trùng

contamination present in the equipment such as particles, swarf, dirt, grease and insects

- Các yếu tố ảnh hưởng đến sự cháy của các vật liệu này như sau.

Factors influencing the combustion of these materials are as follows.

5.3.1. Nhiệt độ tự cháy của vật liệu / *Auto-ignition temperature of materials*

- Nhiệt độ tự cháy là một yếu tố quan trọng cần được xem xét khi lựa chọn vật liệu để chống cháy trong nitơ triflorua. Nguy cơ cháy lớn hơn khi nhiệt độ tự bốc cháy thấp vì năng lượng cần thiết để đạt đến nhiệt độ này thấp hơn.

The auto-ignition temperature is an important factor that needs to be considered when choosing materials to resist combustion in nitrogen trifluoride. The risk of combustion is greater than when the auto-ignition temperature is low since the energy required to reach this temperature is lower.

- Các phương pháp xác định nhiệt độ tự bốc cháy của vật liệu trong oxy, như những phương pháp được mô tả trong ISO 11114-3 *Chai chứa khí di động—Khả năng tương thích của vật liệu chai và van với thành phần khí—Phần 3: Thử nghiệm tự bốc cháy trong môi trường oxy*, cũng có thể được sử dụng cho nitơ triflorua [15].

Methods to determine the auto-ignition temperatures of materials in oxygen, as those described in ISO 11114-3 Transportable gas cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents - Part 3: Autogeneous ignition test in oxygen atmosphere, can also be used for nitrogen trifluoride [15].

5.3.2. Kim loại / *Metals*

- Nhiệt độ tự cháy của ba kim loại trong nitơ triflorua ở 1 bar và 7 bar được nêu trong 4.2. Trong các sự cố được đề cập trong Mục 5, sự cháy ngẫu nhiên của kim loại được khởi phát bởi sự cháy của vật liệu khác có nhiệt độ tự cháy thấp hơn kim loại như chất đàn hồi, chất bôi trơn, hoặc chất gây ô nhiễm trong thiết bị thao tác nitơ triflorua (thường được gọi là hiệu ứng mồi lửa).

The auto-ignition temperatures of three metals in nitrogen trifluoride at 1 bar and 7 bar are given in 4.2. In the incidents mentioned in Section 5, the accidental combustion of a metal is initiated by the combustion of another material having a lower auto-ignition temperature than the metal such as elastomers, lubricants, or contaminants in the nitrogen trifluoride handling equipment (more commonly known as the kindling effect).

5.3.3. Phi kim loại / *Non-metals*

- Các thử nghiệm tự cháy của chất đàn hồi và chất bôi trơn đã được thực hiện với nitơ triflorua ở 70 bar (1000 psi). Các chất đàn hồi có độ flo hóa cao như polytetrafluoroethylene (PTFE), bao gồm các loại chứa sợi thủy tinh và đồng, Kalrez®, và polychlorotrifluoroethylene (PCTFE) là các vật liệu đàn hồi phổ biến được sử dụng cho các ứng dụng nitơ triflorua và thể hiện khả năng chống cháy cao ở nhiệt độ cao (> 400 °C [750 °F]). Các chất đàn hồi có độ flo hóa thấp hơn cho thấy xu hướng tự bốc cháy trong nitơ triflorua ở nhiệt độ dưới 400 °C (750 °F) với một số loại thấp tới 240 °C (460 °F) [16].

Auto-ignition tests of elastomers and lubricants have been conducted with nitrogen trifluoride at 70 bar (1000 psi). Highly fluorinated elastomers such as polytetrafluoroethylene (PTFE), including glass and bronze-filled types, Kalrez®, and polychlorotrifluoroethylene (PCTFE) are common elastomeric materials used for nitrogen trifluoride applications and exhibit a high resistance to ignition at high temperatures (> 400 °C [750 °F]). Less fluorinated elastomers demonstrate a tendency to auto-ignite in nitrogen trifluoride at temperatures less than 400 °C (750 °F) with some as low as 240 °C (460 °F) [16].

- Chất bôi trơn halocarbon hoặc perfluorinated được sử dụng cho nitơ triflorua và thể hiện khả năng chống cháy cao tương tự ở nhiệt độ lớn hơn 400 °C (750 °F). Một số mỡ halocarbon có thể hòa tan trong nitơ triflorua [16].

Halocarbon or perfluorinated lubricants are used for nitrogen trifluoride service and exhibit a similar high resistance to ignition at temperatures greater than 400 °C (750 °F). Some halocarbon greases can dissolve in nitrogen trifluoride [16].

5.3.4. Tự lan truyền sự cháy của kim loại / *Self-propagation of ignition of metals*

- Sự tự lan truyền của kim loại bị cháy trong nitơ triflorua cũng là một yếu tố quan trọng cần được xem xét khi lựa chọn các bộ phận thiết bị kim loại. Đặc biệt, khi kim loại tiếp xúc với vật liệu có nhiệt độ tự bốc cháy thấp hơn như chất đàn hồi. Hậu quả của sự tự bốc cháy của vật liệu nhạy cảm (ví dụ, polyme hoặc phi kim loại) trở nên trầm trọng hơn khi kim loại tự lan truyền từ sự cháy dưới áp suất nitơ triflorua. Mức độ tự lan truyền là một hàm của áp suất nitơ triflorua và vật liệu.

The self-propagation of metals ignited in nitrogen trifluoride is also an important factor that needs to be considered when selecting metal equipment components. In

particular, when metals are in contact with materials having a lower auto-ignition temperature such as elastomers. The consequences of the auto-ignition of sensitive materials (for example, polymers or non-metals) are aggravated when a metal self-propagates from ignition under nitrogen trifluoride pressure. The degree of self-propagation is a function of the nitrogen trifluoride pressure and material.

- Các thử nghiệm cháy được thực hiện gần đây của các thanh kim loại đã cho thấy Monel® 400, Nickel 200 và nhôm thể hiện tiềm năng tự lan truyền thấp nhất ở áp suất lớn hơn 70 bar (1000 psi). Hastelloy® C276 và Hastelloy® C22 đã thể hiện sự tự lan truyền ở áp suất từ 5 bar đến 50 bar, trong khi hầu hết các loại thép không gỉ và thép carbon có thể tự lan truyền ở áp suất dưới 5 bar. Tuy nhiên, giá trị của áp suất ngưỡng một mình không thể được sử dụng để xác định khả năng chống lan truyền của kim loại vì có một số tính chất cháy khác có thể ảnh hưởng đến việc lựa chọn kim loại cho các điều kiện dịch vụ nitơ triflorua cụ thể [16].

Recent promoted combustion tests of metal rods have shown Monel® 400, Nickel 200, and aluminium to exhibit the lowest potential to self-propagate at pressures greater of 70 bar (1000 psi). Hastelloy® C276 and Hastelloy® C22 have demonstrated self-propagation at pressures between 5 bar and 50 bar, while most of the stainless and carbon steels can self-propagate at pressures less than 5 bar. However, the value of threshold pressures alone cannot be used to determine a metal's resistance to propagation since there are several other combustion properties that can impact the selection of a metal for specific nitrogen trifluoride service conditions [16].

LƯU Ý Mặc dù nhôm có áp suất ngưỡng nitơ triflorua tương đối cao, nhưng không được khuyến nghị do nhiệt dung riêng cao của sự cháy (xem 5.3.5) và điểm nóng chảy thấp (xem 5.3.4).

NOTE Although aluminium has a relatively high nitrogen trifluoride threshold pressure, it is not recommended due to its high specific heat of combustion (see 5.3.5) and low melting point (see 5.3.4).

- Các bộ phận kim loại quan trọng tiếp xúc với các bộ phận đàn hồi hoặc được sử dụng trong điều kiện nitơ triflorua khắc nghiệt nên được lựa chọn để giảm thiểu sự tự lan truyền từ sự cháy dưới áp suất nitơ triflorua. Khi không thể lựa chọn vật liệu kim loại tốt nhất, phải thực hiện đánh giá rủi ro để xác định xem có cần các biện pháp phòng ngừa nào không, ví dụ, hàng rào chống cháy có khả năng tiếp cận từ xa để cách ly nhân viên hoặc việc sử dụng PPE chống cháy.

Critical metal components that are in contact with elastomeric parts of or used in severe nitrogen trifluoride conditions should be selected in order to minimize self-propagation from ignition under nitrogen trifluoride pressure. When it is impractical to select the best metal materials, a risk assessment shall be undertaken to determine if any preventive measures are required, for example, fire resistant barrier with remote access to isolate personnel or the use of fire resistant PPE.

5.3.5. Nhiệt dung riêng của vật liệu / *Specific heat of materials*

- Kim loại có nhiệt dung riêng cao hơn đáng kể so với phi kim và do đó hấp thụ nhiệt nhiều hơn đáng kể với mức tăng nhiệt độ thấp hơn. Do đó, kim loại là vật liệu được ưu tiên sử dụng với nitơ triflorua.

Metals have a significantly higher specific heat than non-metals and therefore absorb significantly more heat with a lower temperature increase. Hence, metals are the preferred materials for use with nitrogen trifluoride.

5.3.6. Độ dẫn nhiệt của vật liệu / *Thermal conductivity of materials*

- Vật liệu có độ dẫn nhiệt càng cao thì tốc độ tản nhiệt càng lớn, và nhiệt độ tại bất kỳ điểm nóng cục bộ nào cũng có thể thấp hơn.

The higher the thermal conductivity of a material, the greater the rate of heat dissipation, and the lower the temperature can be at any point of localised heating.

- Vì kim loại có độ dẫn nhiệt cao hơn phi kim, nên kim loại là vật liệu được ưu tiên sử dụng.

As metals have a higher thermal conductivity than non-metals, metals are the preferred materials.

- Đồng và các hợp kim của nó như đồng thau, niken và Monel® có độ dẫn nhiệt tốt hơn thép không gỉ và do đó có thể được ưu tiên cho các bộ phận quan trọng như giá đỡ đệm van và bộ lọc.

Copper and its alloys such as brass, nickel, and Monel® have a better thermal

conductivity than stainless steel and therefore may be preferred for critical components such as valve seat supports and filters.

LƯU Ý Có thể có các cân nhắc khác như khả năng phản ứng hóa học, nhiệt cháy, v.v. Ví dụ, nhôm và các hợp kim của nó, mặc dù có độ dẫn nhiệt tốt, nhưng không được khuyến nghị vì những lý do khác (xem 5.3.5).

NOTE There could be other considerations such as chemical reactivity, heat of combustion, etc. For example, aluminium and its alloys, which have good thermal conductivity, are not recommended for other reasons (see 5.3.5).

5.3.7. Nhiệt cháy của vật liệu / *Heat of combustion of materials*

- Đây là năng lượng được tạo ra do sự cháy của vật liệu khi tiếp xúc với nitơ triflorua. Nếu sự cháy của vật liệu đàn hồi hoặc chất gây ô nhiễm bên trong thiết bị thao tác nitơ triflorua xảy ra, nhiệt tạo ra có thể đủ để khởi đầu sự cháy của các vật liệu khác như kim loại.

This is the energy produced by the combustion of a material in contact with nitrogen trifluoride. If combustion of an elastomer or contaminant within the nitrogen trifluoride handling equipment should occur, the heat produced can be sufficient to initiate the combustion of other materials such as metals.

- Do đó, các vật liệu có nhiệt cháy riêng thấp phải được chọn bất cứ khi nào có thể.
Therefore, materials with a low specific heat of combustion should be chosen wherever practicable.
- Các vật liệu đàn hồi flo-cacbon như PTFE và PCTFE tạo ra ít năng lượng hơn các vật liệu đàn hồi hydrocacbon và do đó được ưu tiên.
Fluorocarbon elastomers such as PTFE and PCTFE produce less energy than hydrocarbon elastomers and consequently are preferred.
- Nhôm và các hợp kim của nó có nhiệt cháy riêng rất cao và điểm nóng chảy thấp hơn một số kim loại khác. Do đó, chúng không được khuyến nghị sử dụng trong các hệ thống thao tác nitơ triflorua, đặc biệt là các bộ phận nhỏ.

Aluminium and its alloys have a very high specific heat of combustion and a lower melting point than some other metals. Therefore, they are not recommended for use within nitrogen trifluoride handling systems especially small components.

5.3.8. Kích thước và cấu hình của thiết bị / *Size and configuration of equipment*

- Đối với một khối lượng vật liệu nhất định, nguy cơ bắt lửa tăng lên theo diện tích bề mặt tiếp xúc với nitơ triflorua. Do đó, việc lựa chọn vật liệu rất cẩn thận là cần thiết cho các bộ phận thiết bị có khối lượng thấp và diện tích bề mặt cao có thể tiếp xúc với sự bắt lửa khi tiếp xúc với nitơ triflorua, ví dụ như bộ lọc. Các chất gây ô nhiễm như kim loại cũng có tỷ lệ diện tích bề mặt trên khối lượng cao và phải được loại trừ.

For a given mass of material, the risk of ignition increases with the surface area exposed to nitrogen trifluoride. Therefore, very careful material selection is necessary for equipment components with a low mass and a high surface area that can be exposed to an ignition in contact with nitrogen trifluoride, for example, filters. Contaminants such as swarf also have a high surface area to mass ratio and shall be excluded.

- Về hình dạng, những thay đổi nhanh trong hướng dòng chảy, chẳng hạn như các khúc cua gấp trong đường ống hoặc chướng ngại vật trong đường dẫn dòng chảy, có thể dẫn đến sự tăng năng lượng cục bộ do sự va đập của các hạt đang chảy lên bề mặt. Những yếu tố này phải được tính đến khi thiết kế thiết bị dùng cho nitơ triflorua.

With regard to shape, rapid changes in direction of flow, such as sharp bends in pipes or obstacles in the flow path, can result in a localised energy increase due to impingement of flowing particles on the surface. These factors should be taken into account when designing nitrogen trifluoride handling equipment.

5.3.9. Số lượng vật liệu / *Quantity of material*

- Các vật liệu dễ cháy nhất thường có nhiệt cháy riêng cao (ví dụ, các vật liệu phi kim như vật liệu đàn hồi), có thể khởi đầu sự cháy của các vật liệu khác.

The most combustible materials generally have a high specific heat of combustion (for example, non-metallic materials such as elastomers), which can initiate the combustion of other materials.

- Khi sử dụng vật liệu phi kim, khối lượng của chúng phải được giữ ở mức tối thiểu có thể được và chúng phải tiếp xúc gần với giá đỡ kim loại. Giá đỡ kim loại phải chứa đủ vật liệu để tản nhiệt có thể được tạo ra do sự cháy của vật liệu phi kim loại.
Where non-metallic materials are used, their mass shall be kept to the minimum practicable and they should be in close contact with a metal support. The metal support should contain sufficient material to dissipate any heat that can be generated by the combustion of the non-metallic material.

5.3.10. Độ sạch của thiết bị / *Cleanliness of equipment*

- Các chất gây ô nhiễm bên trong thiết bị thao tác có thể bắt lửa khi tiếp xúc với nitơ triflorua (ví dụ: các hạt, mảnh kim loại, bụi bẩn, dầu mỡ). Các chất gây ô nhiễm đó phải được loại bỏ trước khi đưa nitơ triflorua vào. Việc làm sạch được mô tả chi tiết hơn trong 6.4.
Contaminants within the handling equipment can ignite in contact with nitrogen trifluoride (for example, particles, swarf, dirt, grease). Such contaminants shall be removed before the introduction of nitrogen trifluoride. Cleaning is described more extensively in 6.4.

5.4. Các yếu tố khác ảnh hưởng đến sự cháy—nguồn năng lượng / *Other factors influencing combustion—energy source*

5.4.1. Va đập của hạt / *Particle impacts*

- Các hạt rắn di chuyển với vận tốc cao trong dòng khí nitơ triflorua có thể khởi đầu sự bắt lửa của các vật liệu nhạy cảm khi va đập, ví dụ như vật liệu đàn hồi.
Solid particles travelling at high velocity in a nitrogen trifluoride gas stream can initiate the ignition of sensitive materials on impact, for example, elastomers.

5.4.2. Nén đoạn nhiệt / *Adiabatic compression*

- Sự tăng áp suất nitơ triflorua đột ngột hoặc thao tác nhanh các thiết bị kiểm soát dòng chảy nhất định có thể dẫn đến sự tăng nhiệt độ nhanh chóng. Với tốc độ tăng nhiệt độ rất cao, có thể không đủ thời gian để trao đổi nhiệt với các vật liệu tiếp xúc với nitơ triflorua nóng. Nhiệt độ cao như vậy có thể đủ để làm cho nitơ triflorua phân hủy thành các loài phản ứng hơn hoặc khởi đầu sự tự bắt lửa của vật liệu phi kim loại.
A sudden increase in the pressure of nitrogen trifluoride or rapid operation of certain flow control equipment can result in a rapid temperature increase. At very high rates of temperature increase, there can be insufficient time for heat exchange to take place with the materials in contact with the hot nitrogen trifluoride. Such a high temperature could be sufficient to cause the nitrogen trifluoride to decompose into more reactive species or initiate the auto-ignition of a non-metallic material.
- Ví dụ, nén đoạn nhiệt có thể xảy ra khi một van được mở và một hệ thống được nén áp suất nhanh chóng bằng nitơ triflorua. Giảm tốc độ mở van như vậy, để giảm tốc độ tăng áp suất trong hệ thống, có thể giảm nguy cơ bắt lửa.
For example, adiabatic compression can occur when a valve is opened and a system is rapidly pressurised with nitrogen trifluoride. Reducing the rate at which such a valve is opened, so as to reduce the rate of pressure increase in the system, can reduce the risk of an ignition.
- Sử dụng thiết bị được thiết kế để chống lại các tác động của nén đoạn nhiệt cũng là một cách để hạn chế nguy cơ bắt lửa.
Using equipment designed to resist the effects of adiabatic compression is also a way to limit the risk of ignition.

5.4.3. Ma sát cơ học của các bộ phận chuyển động của thiết bị / *Mechanical friction of equipment moving parts*

- Các điểm nóng cục bộ có thể xảy ra do sự cọ xát không chủ ý của hai vật liệu, ví dụ, thiết bị bị lỗi hoặc được chỉ định không chính xác. Thiết bị cơ khí phải được lựa chọn và bảo trì cẩn thận để tránh nguy cơ này.
Localised hot spots can occur from the inadvertent rubbing of two materials, for example, defective or incorrectly specified equipment. Mechanical equipment shall be carefully selected and maintained to avoid this risk.

6. Thiết bị thao tác nitơ triflorua—các cân nhắc chung / *Nitrogen trifluoride handling equipment—general considerations*

6.1. Nguyên tắc thiết kế / *Design principles*

- Thiết bị dùng để thao tác với nitor triflorua phải được thiết kế, chế tạo và thử nghiệm theo các yêu cầu quy định của quốc gia nơi thiết bị được vận hành. Thiết bị phải được thiết kế để chịu được áp suất và nhiệt độ tối đa mà nó sẽ được vận hành.

The equipment used to handle nitrogen trifluoride shall be designed, constructed, and tested in accordance with the regulatory requirements of the country in which the equipment is operated. The equipment shall be designed to withstand the maximum pressure and temperature at which it is to be operated.

- Nghiên cứu về mối nguy và khả năng vận hành (HAZOP) phải được thực hiện trên tất cả các hệ thống nitor triflorua.

A hazard and operability study (HAZOP) shall be carried out on all nitrogen trifluoride systems.

- Vì nitor triflorua là một chất oxy hóa, phải xem xét các vấn đề sau khi thiết kế hệ thống để thao tác với nitor triflorua:

As nitrogen trifluoride is an oxidizer, consideration shall be given to the following issues when designing systems to handle nitrogen trifluoride:

- vật liệu chế tạo và khả năng tương thích của chất bôi trơn và hợp chất làm kín;
materials of construction and compatibility of lubricants and sealing compounds;
- giảm thiểu các tác động của nén đoạn nhiệt;
minimisation of the effects of adiabatic compression;
- vận tốc khí;
gas velocities;
- độ sạch ban đầu và thụ động hóa;
initial cleanliness and passivation;
- các loại van;
valve types;
- vật liệu lọc;
filter materials;
- quy trình vận hành;
operating procedures;
- quy trình bảo trì;
maintenance procedures;
- tách nitor triflorua khỏi khí dễ cháy (xem thêm 6.9);
separation of nitrogen trifluoride from flammable gases (see also 6.9);
- tản nhiệt; và
heat dissipation; and
- nén.
compression.

6.2. Vật liệu chế tạo / *Materials of construction*

- Nếu một vật liệu không được liệt kê trong 5.3.1 được yêu cầu sử dụng trong môi trường nitor triflorua và không được tham chiếu là tương thích trong ISO 11114-1, *Chai khí—Khả năng tương thích của vật liệu chai và van với thành phần khí—Phần 1: Vật liệu kim loại*, thì nó phải được thử nghiệm để xác nhận sự phù hợp của nó để sử dụng trong các điều kiện nhiệt độ, áp suất và dòng chảy xác định [17].

If a material that is not listed in 5.3.1 is required to be used in nitrogen trifluoride service and is not referenced as compatible in ISO 11114-1, Gas cylinders—Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents—Part 1: Metallic materials, it should be tested to confirm its suitability for use under defined temperature pressure and flow conditions [17].

- Ngoài ra, cũng phải xem xét khả năng tương thích của chất bôi trơn, phốt làm kín và hợp chất làm kín có thể tiếp xúc với nitor triflorua trong điều kiện bình thường hoặc sự cố, xem 5.3.1.2.

Consideration shall also be given to the compatibility of lubricants, seals, and sealing compounds that can come into contact with nitrogen trifluoride under normal or failure conditions, see 5.3.1.2.

6.3. Vận tốc khí / *Gas velocities*

- Vận tốc của nitor triflorua trong đường ống phải tuân thủ 5.2.3. Đối với thiết bị khác ngoài đường ống, ví dụ, đối với van chai áp suất cao, thiết kế cụ thể phải xem xét hướng dẫn trong Mục 5 và 7.2.2.

The velocity of nitrogen trifluoride in pipelines shall be in accordance with 5.2.3. For equipment other than pipelines, for example, for high pressure cylinder valves, specific design shall consider guidance in Section 5 and 7.2.2.

6.4. Làm sạch và thụ động hóa sau khi lắp đặt và bảo trì / *Cleaning and passivation after installation and maintenance*

- Để đảm bảo rằng các bề mặt tiếp xúc với nitơ triflorua không chứa vật liệu dễ cháy và các hạt kim loại có thể được đưa vào hệ thống trong quá trình chế tạo, sản xuất hoặc sau khi bảo trì, tất cả thiết bị phải được:

To ensure that the surfaces that come into contact with nitrogen trifluoride are free from combustible materials and metallic particles that could be introduced into the system during its construction, fabrication, or after maintenance, all equipment shall be:

- được làm sạch để sử dụng với oxy (sử dụng chất tẩy rửa hoặc chất làm sạch không chứa hạt mịn và mảnh kim loại) [18, 19]; và
cleaned for oxygen use (using detergents or cleaning agents that are free from fine particles and metal chips) [18, 19]; and
- được làm khô, sử dụng khí trơ khô, không dầu.
dried, using a dry, oil-free inert gas.
- Ngoài ra, các hệ thống thao tác nitơ triflorua áp suất cao (áp suất lớn hơn 10 bar) có thể trải qua quá trình thụ động hóa. Mục đích của quá trình thụ động hóa là để đảm bảo rằng bất kỳ vị trí hoạt động nào trên bề mặt các bộ phận tiếp xúc với khí của hệ thống đều được oxy hóa hoàn toàn trong điều kiện kiểm soát trước khi đưa khí quy trình tinh khiết vào. Thông thường, quá trình thụ động hóa yêu cầu đưa hỗn hợp flo/khí trơ loãng vào hệ thống nitơ triflorua áp suất cao theo các bước tăng áp suất (ví dụ 10 bar) và giữ áp suất trong 15 phút ở mỗi giai đoạn cho đến khi đạt áp suất làm việc tối đa. Ở lần thụ động hóa đầu tiên, nồng độ flo trong hỗn hợp thường nằm trong khoảng từ 1% đến 3%. Việc sử dụng nồng độ thấp này ngăn ngừa sự tăng nhiệt độ nhanh chóng. Nếu nhiệt độ trở nên lớn hơn 40 °C (104 °F), hỗn hợp flo phải được thông thổi ra khỏi hệ thống bằng khí trơ. Trong quá trình thụ động hóa, các bộ phận chuyển động của hệ thống như van, bộ giảm áp và bơm, phải được vận hành trong một thời gian để đảm bảo rằng mỗi bề mặt hoạt động đều được thụ động hóa (ví dụ, mở-đóng-mở đối với van và bộ giảm áp và chạy-dừng-chạy đối với bơm).

In addition, systems handling high pressure nitrogen trifluoride (pressures greater than 10 bar) can undergo passivation. The purpose of passivation is to ensure that any active sites on the surface of gas wetted parts of a system are fully oxidised under controlled conditions before introducing the pure process gas. Typically, the passivation process requires the introduction of a dilute fluorine/inert gas mixture into the high-pressure nitrogen trifluoride system in steps of increasing pressure (for example, 10 bar) and holding the pressure for 15 min at each stage until the maximum working pressure is reached. At the first passivation, the concentration of fluorine in the mix is normally in the range of 1% to 3%. The use of this low concentration prevents a rapid temperature rise. If the temperature becomes greater than 40 °C (104 °F), the fluorine mixture should be purged out of the system with an inert gas. During passivation, the moving parts of the system such as valves, pressure reducers, and pumps, should be operated for some time to ensure that each active surface is passivated (for example, open-close-open for valves and pressure reducers and run-stop-run for pumps).

6.5. Van / *Valves*

- Van bi không được khuyến nghị sử dụng chung cho nitơ triflorua do tiềm năng nén đoạn nhiệt trong các hệ thống hạ lưu kín xảy ra do việc đóng mở nhanh loại van này. Việc sử dụng van bi phải được giới hạn chỉ cho các chức năng cách ly và giới hạn ở áp suất dưới 7 bar.

Ball valves are not recommended for general use in nitrogen trifluoride service due to the potential for adiabatic compression in closed downstream systems occurring as a result of the rapid opening of this type of valve. The use of ball valves should be restricted to isolation functions only and limited to pressures less than 7 bar.

- Khi có thể, van được chọn sao cho vận tốc qua van, khi mở hoàn toàn, không lớn hơn vận tốc thiết kế của hệ thống. Thiết kế phải sao cho van có thể được mở và đóng từ từ, ví dụ, van bi không được sử dụng.

Where possible, valves are selected so the velocity through the valves, when fully open, is no greater than the design velocity of the system. The design should be so the valves can be opened and closed slowly, for example, ball valves shall not be used.

- Van có thể chịu sự tăng áp nhanh phải chứa lượng vật liệu đàn hồi tối thiểu có thể thực hiện được.

Valves that could be subjected to rapid pressure rise should contain the minimum practicable quantity of elastomers.

- Đối với van chai, xem 7.2.2.
For cylinder valves, see 7.2.2.

6.6. Bộ lọc / *Filters*

- Phải cẩn thận khi chọn bộ lọc để sử dụng cho nitơ triflorua do tiềm năng oxy hóa cao của nó. Nên sử dụng các bộ lọc làm từ vật liệu có nhiệt độ tự bốc cháy cao và độ dẫn nhiệt cao. Khuyến nghị sử dụng các bộ lọc kim loại thiêu kết làm từ niken. Bộ lọc lưới và bộ lọc làm từ thép không gỉ không được khuyến nghị, vì chúng dễ cháy hơn trong nitơ triflorua.
Care shall be taken when selecting filters for use in nitrogen trifluoride service due to its high oxidising potential. Filters made from materials that have a high auto-ignition temperature and a high thermal conductivity should be used. Sintered metal filters made from nickel are recommended. Mesh filters and filters made from stainless steel are not recommended, as they are more likely to ignite in nitrogen trifluoride.

6.7. Quy trình vận hành và nhân sự / *Operating procedures and personnel*

- Cũng như bất kỳ hoạt động nào liên quan đến vật liệu nguy hiểm, các quy trình vận hành bằng văn bản và việc đánh giá năng lực phải được chuẩn bị để đảm bảo rằng người vận hành hiểu rằng thiết bị phải được vận hành trong các thông số thiết kế của nó, qua đó không gây ra mối nguy cho nhân sự hoặc hư hỏng cho thiết bị hoặc môi trường.
As with any operation associated with a hazardous material, written operating procedures and a competency assessment shall be prepared to ensure that operators understand that the equipment shall be operated within its design parameters, so as not to cause a hazard to personnel or damage to the equipment or environment.
- Cũng phải xem xét việc sử dụng PPE khi thao tác nitơ triflorua và giảm thiểu sự tiếp xúc của nhân sự khi nitơ triflorua đang được xử lý dưới áp suất cao (ví dụ, bằng cách sử dụng vận hành từ xa).
Consideration shall also be given to the use of PPE when handling nitrogen trifluoride and to minimizing personnel exposure when nitrogen trifluoride is being processed under high pressure (for example, by using remote operation).

6.8. Quy trình bảo trì / *Maintenance procedures*

- Một quy trình phải được biên soạn để bao gồm các hoạt động bảo trì. Phải đặc biệt xem xét để đảm bảo rằng độ sạch của hệ thống được duy trì và các bộ phận thay thế cũng như chất bôi trơn là tương thích với nitơ triflorua. Nhu cầu thụ động hóa thiết bị sau bất kỳ hoạt động bảo trì nào (trước khi đưa nitơ triflorua trở lại) phải được đánh giá.
A procedure shall be written to cover maintenance activities. Particular consideration shall be given to ensuring that the cleanliness of the system is maintained and that replacement parts and lubricants are compatible with nitrogen trifluoride. The need for passivation of equipment after any maintenance operation (before reintroduction of nitrogen trifluoride) shall be assessed.

6.9. Sự tách biệt khỏi các khí không tương thích / *Separation from incompatible gases*

- Để đảm bảo không có rủi ro vô ý trộn lẫn nitơ triflorua với các khí hoặc vật liệu không tương thích:
To ensure that there is no risk of inadvertent mixing of nitrogen trifluoride with incompatible gases or materials:
 - Thiết bị thao tác nitơ triflorua phải được dành riêng cho dịch vụ nitơ triflorua và không được sử dụng cho bất kỳ mục đích nào khác; và
Nitrogen trifluoride handling equipment shall be dedicated to nitrogen trifluoride service and shall not be used for any other purpose; and
 - Khi cần sử dụng khí thông thổi (ví dụ, nitơ), phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa để đảm bảo khí thông thổi không thể bị nhiễm bẩn bởi các vật liệu không tương thích (ví dụ, từ một quy trình khác) hoặc bởi nitơ triflorua.
Where it is necessary to use a purge gas (for example, nitrogen), precautions shall be taken to ensure the purge gas cannot be contaminated with incompatible materials (for example, from another process) or with nitrogen trifluoride.

6.10. Nén / *Compression*

- Trong quá trình nén, hai yếu tố chính tạo ra nhiệt:

During compression two main factors create heat:

- nén đoạn nhiệt; và
adiabatic compression; and
 - sự ma sát của các bộ phận chuyển động cơ học.
mechanical moving part friction.
- Do đó, sự tản nhiệt và tỷ số nén là những cân nhắc đặc biệt quan trọng khi nén nitơ triflorua.
Heat dissipation and compression ratio are therefore particularly important considerations when compressing nitrogen trifluoride.

7. Chiết nạp nitơ triflorua vào chai / *Nitrogen trifluoride cylinder filling*

7.1. Cân nhắc về cơ sở chiết nạp / *Filling facility considerations*

- Phải tuân thủ các quy định về phòng cháy chữa cháy và các quy định hiện hành khác của địa phương.
Local fire and other applicable regulations shall be met.
- Các chai, nhóm chai, ống, mô-đun ISO và hệ thống chiết nạp chứa nitơ triflorua phải được bảo vệ khỏi nguy cơ cháy. Điều này có thể đạt được bằng cách đặt các bình cách vật liệu dễ cháy ít nhất 5 m hoặc cách ly các bình bằng tường chống cháy.
Cylinders, cylinder bundles, tubes, ISO modules, and filling systems containing nitrogen trifluoride shall be protected against fire risk. This can be achieved by locating the containers at least 5 m away from flammable materials or by separating the containers using fire resistant walls.
- Các bình tồn chứa phải được đặt ở những khu vực thông gió tốt nơi nhiệt độ của bình không thể vượt quá mức tối đa do quy định địa phương đặt ra.
Storage containers shall be located in well ventilated areas where the temperature of the container cannot exceed the maximum set by local regulations.
- Các hoạt động chiết nạp nên được đặt bên trong các phòng có thông gió đầy đủ, ví dụ, ít nhất 6 lần thay đổi không khí mỗi giờ hoặc dưới các mái che bên ngoài có thông gió tự nhiên.
Filling operations should be located inside rooms with adequate ventilation, for example, at least 6 air changes per hour or under outside shelters with natural ventilation.
- Máy dò nitơ triflorua phải được đặt ở các khu vực như ống xả thông gió, gần các thiết bị nitơ triflorua áp suất cao quan trọng, ví dụ, máy nén, khu vực chiết nạp, để phát hiện rò rỉ càng sớm càng tốt. Nếu phát hiện rò rỉ nitơ triflorua, các van nguồn nitơ triflorua phải tự động đóng lại. Điều này phải bao gồm cả nguồn cung cấp nitơ triflorua và các chai nitơ triflorua đang được chiết nạp.
Nitrogen trifluoride detectors shall be placed in areas such as ventilation exhausts, near critical high pressure nitrogen trifluoride equipment, for example, compressor, filling areas, to detect a leak as soon as possible. If a nitrogen trifluoride leak is detected, the nitrogen trifluoride sources valves should close automatically. This should include both the nitrogen trifluoride supply and the nitrogen trifluoride cylinders being filled.
- Tùy thuộc vào vật liệu được chọn, phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa để bảo vệ người vận hành, ví dụ, hàng rào chống cháy có tiếp cận từ xa hoặc người vận hành đeo găng tay và bảo vệ mắt. Vận hành từ xa các hệ thống áp suất cao phải được thực hiện, bất cứ khi nào khả thi.
Depending on materials selected, preventive measures shall be taken to protect operators, for example, fire resistance barrier with remote access or operator wearing gloves and eye protection. Remote operation of high pressure systems shall be undertaken, wherever feasible
- Nhân sự vận hành hệ thống nitơ triflorua phải có hiểu biết tốt về các tính chất và mối nguy của nitơ triflorua, xem Mục 5. Họ cũng phải được đào tạo để hành động trong trường hợp khẩn cấp, xem Mục 10.
Personnel who operate nitrogen trifluoride systems shall have a good understanding of the properties and hazards of nitrogen trifluoride, see Section 5. They should also be trained to take action in the event of an emergency, see Section 10.
- Vật liệu được sử dụng cho nitơ triflorua phải được giữ sạch (không dầu, không bụi, v.v.) và tồn chứa trong môi trường sạch. Phải cẩn thận khi thay thế các bộ phận tiếp xúc với khí (ví dụ, vòng đệm gioăng đầu ra van chai) để tránh nhiễm bẩn từ dầu có thể dính trên tay người vận hành. Nên xem xét việc đeo găng tay phù hợp cho các thao tác như vậy.
Materials that are to be used in nitrogen trifluoride service shall be kept clean (free from oil, particles, etc.) and stored in a clean environment. Care shall be taken when changing gas

wetted components (for example, cylinder valve outlet gasket washers) to avoid contamination from oil that can be on the operator's hands. Consideration should be given to wearing suitable gloves for such operations.

7.2. Bình nitơ triflorua và thiết bị liên quan / *Nitrogen trifluoride containers and associated equipment*

7.2.1. Bình chứa / *Containers*

- Theo các yêu cầu quy định do cơ quan có thẩm quyền (AHJ) xác định, vật liệu chế tạo bình được sử dụng trong dịch vụ nitơ triflorua là thép carbon, niken và thép không gỉ. Xem thêm ISO 11114-1 [17]. Độ sạch bên trong của các bình là quan trọng. Có thể thực hiện làm sạch bổ sung để loại bỏ các chất gây ô nhiễm vết.
In accordance with regulatory requirements as defined by the authority having jurisdiction (AHJ), materials of construction for containers used in nitrogen trifluoride service are carbon steel, nickel, and stainless steel. See also ISO 11114-1 [17]. The internal cleanliness of the containers is important. Additional cleaning can be undertaken to remove trace contaminants.
- Khi cần thay đổi dịch vụ của bình từ dịch vụ sản phẩm khác sang nitơ triflorua, phải thực hiện làm sạch để đảm bảo an toàn khi đưa nitơ triflorua vào. Việc làm sạch này phải bao gồm việc loại bỏ bất kỳ vật liệu nào có khả năng phản ứng với nitơ triflorua và có thể bao gồm rửa dung môi, phun bi bên trong, nung chân không, v.v.
Where it is necessary to change the service of containers from a different product service into nitrogen trifluoride, cleaning shall be undertaken to ensure it is safe to introduce nitrogen trifluoride. This cleaning shall include the removal of any materials likely to react with nitrogen trifluoride and may include solvent washing, internal shot blasting, vacuum baking, etc.
- Khi các nhóm chai và mô-đun ống được sử dụng để vận chuyển và lưu trữ nitơ triflorua, các chai hoặc ống riêng lẻ trong nhóm chai và mô-đun tương ứng thường được nối chung vào một đường ống góp, và kết thúc bằng một điểm kết nối. Khuyến nghị rằng các van cách ly phải được lắp trên mỗi bình chứa riêng lẻ để giảm lượng sản phẩm có thể bị mất trong trường hợp rò rỉ trên thiết bị hạ nguồn. Các nhóm chai và mô-đun thường được trang bị van cách ly đường ống góp để cho phép toàn bộ hệ thống chứa khí được cách ly trong quá trình vận chuyển. Đối với việc sử dụng nitơ triflorua, mỗi chai phải được trang bị một van ngắt riêng lẻ. Hệ thống khung được phép đặt trên chân trượt hoặc bánh xe để cho phép di chuyển.
Where bundles and tube modules are used for transporting and storing nitrogen trifluoride, the individual cylinders or tubes in the bundle and module respectively are usually manifolded together, and terminate with one connection point. It is recommended that isolation valves are fitted on each individual receptacle to reduce the amount of product that could be lost in the event of a leak on the downstream equipment. Bundles and modules are normally fitted with manifold isolation valves to enable the complete gas containment package to be isolated during transport. For nitrogen trifluoride service, each cylinder shall be fitted with an individual shutoff valve. The frame system is allowed to be on skids or wheels to permit movement.
- Trong trường hợp rò rỉ, có thể khó tiếp cận hoặc tiếp cận được nhóm chai hoặc mô-đun để cách ly nguồn nitơ triflorua. Khuyến nghị rằng một van xả chính được điều khiển phải được lắp đặt trên hoặc kết nối với đường ống góp của nhóm chai hoặc mô-đun. Van này có thể được đóng từ xa bằng cách can thiệp thủ công hoặc bằng tín hiệu từ thiết bị phát hiện khí hoặc cháy trong trường hợp xảy ra sự cố. Bất cứ khi nào có thể thực hiện được, van này nên được sử dụng riêng cho việc ngừng khẩn cấp hệ thống.
In the event of a leak, it can be difficult to approach or get access to the bundle or module to enable isolation of the source of nitrogen trifluoride. It is recommended that a master actuated outlet valve be installed on or connected to the bundle or module manifold. This valve could be closed remotely by manual intervention or by a signal from a gas or fire detector in the event of an incident. Wherever practicable, this valve should be used exclusively for emergency shutdown of the system.

7.2.2. Van chai / *Cylinder valves*

- Van chai dùng cho nitơ triflorua phải được thiết kế có tính đến các yêu cầu trong Mục 5. Mặc dù thép không gỉ thường được sử dụng để chứa đệm PTCFE trong trục van,

nhưng phải xem xét việc sử dụng vật liệu đàn hồi có nhiệt độ tự bốc cháy lớn hơn 475°C (887 °F) trong vỏ niken (xem 5.3.1.1 và 5.3.1.2).

Cylinder valves for nitrogen trifluoride service shall be designed taking into account the requirements contained in Section 5. While stainless steel is normally used to house a PTFE seat in the valve stem, consideration shall be given to the use of elastomers with an auto-ignition temperature greater than 475 °C (887 °F) in a nickel housing (see 5.3.1.1 and 5.3.1.2).

- Do vận tốc nitơ triflorua bên trong các van được lắp vào chai và ống, các van phải được thiết kế để chịu được các điều kiện vận hành và phải được chế tạo từ vật liệu và chất bôi trơn tương thích với nitơ triflorua (xem Mục 6).

Due to the nitrogen trifluoride velocity inside valves that are fitted to cylinders and tubes, the valves shall be designed to withstand the service conditions and shall be constructed of materials and lubricants that are compatible with nitrogen trifluoride (see Section 6).

- Các loại van chai phải được kiểm tra trước khi được sử dụng cho nitơ triflorua. Các thử nghiệm như vậy có thể bao gồm kiểm tra đoạn nhiệt với oxy và kiểm tra độ bền [20]. Các van điều khiển bằng khí nén được thiết kế phù hợp đã được chứng minh là thỏa đáng trong việc sử dụng nitơ triflorua, mặc dù các van này phải được thiết kế để mở chậm nhằm tránh nén đoạn nhiệt.

Cylinder valve types should be tested before being used for nitrogen trifluoride service. Such tests can include adiabatic testing with oxygen and endurance testing [20]. Suitably designed pneumatically actuated valves have been found to be satisfactory in nitrogen trifluoride service, although these valves shall be designed to open slowly to avoid adiabatic compression.

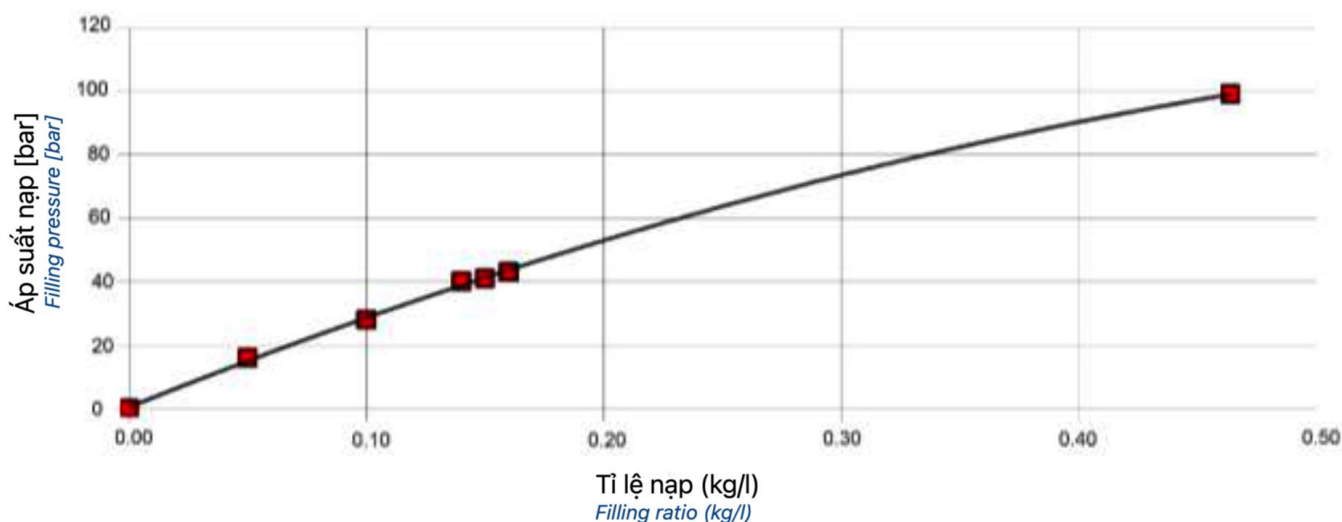
7.2.3. Tỷ lệ nạp chai / *Cylinder filling ratios*

- Các chai nitơ triflorua thường được nạp theo trọng lượng vì phép đo áp suất không thể dễ dàng tin cậy để xác định hàm lượng trong chai trong một dải nhiệt độ.

Nitrogen trifluoride cylinders are normally filled by weight because pressure measurement cannot be readily relied upon to determine cylinder content over a range of temperatures.

- Tỷ lệ nạp khuyến nghị là 0.5 kg/l, tương đương với áp suất nạp khoảng 100 bar ở 20 °C. Xem Hình 4.

The recommended filling ratio is 0.5 kg/l, which equates to a filling pressure of approximately 100 bar at 20 °C. See Figure 4.



Hình 4—Áp suất nạp so với tỷ lệ nạp (ở 20 °C)
Figure 4—Filling pressure versus filling ratio (at 20 °C)

7.3. Thiết bị nạp chai / *Cylinder filling equipment*

7.3.1. Đường ống góp nạp / *Filling manifold*

- Các thành phần đường ống tiếp xúc với nitơ triflorua khi nạp phải được thiết kế theo 5.2.3 và 6.3. Van chai và các thiết bị khác tạo ra vận tốc cao hơn do giảm áp suất phải được thiết kế và chế tạo theo các yêu cầu trong Mục 5. Phải đặc biệt chú ý đến vật liệu lọc và đệm van.

Pipeline components in contact with nitrogen trifluoride filling shall be designed in accordance with 5.2.3 and 6.3. Cylinder valves and other equipment creating a higher velocity due to pressure drop shall be designed and constructed according to the requirements contained in Section 5. Particular attention shall be paid to filters and valve seat materials.

- Khi không chịu áp suất nitơ triflorua, các đường ống góp nên được duy trì dòng khí trơ liên tục thông qua thông thổi, xả đến một vị trí an toàn và/hoặc bịt kín để đảm bảo loại trừ chất gây ô nhiễm.

When not under nitrogen trifluoride pressure, manifolds should be under constant inert gas flow through purge, vented to a safe location and/or plugged to ensure that any contaminants are excluded.

- Thiết kế ống mềm nối của đường ống góp nạp nên đảm bảo rằng vận tốc nitơ triflorua tuân thủ 5.2.3. Trong một số điều kiện nhất định, ví dụ, một chai đầy đang được thông hơi, có thể không thể tuân thủ 5.2.3; tuy nhiên, các hoạt động như vậy có thể được thực hiện an toàn bằng cách vận hành van từ xa và đảm bảo hệ thống sạch. Ống mềm xoắn bằng thép không gỉ hoặc ống (mềm) đường kính nhỏ hoặc ống thép không gỉ cũng có thể được sử dụng.

The design of filling manifold pigtails should ensure that nitrogen trifluoride velocities are in accordance with 5.2.3. Under certain conditions, for example, a full cylinder being vented, it may not be possible to comply with 5.2.3; however, such operations could be safely achieved by operating valves remotely and ensuring the system is clean. Convuluted stainless steel flexible hoses or small diameter (flexible) or stainless steel tube can also be used.

7.3.2. Máy nén / Compressors

- Nên xem xét vị trí của máy nén nitơ triflorua trong một khu vực riêng biệt được trang bị khả năng khởi động và ngừng từ xa.

Consideration should be given to the location of a nitrogen trifluoride compressor in a separate enclosure provided with remote start-up and shutdown capability.

- Máy nén nitơ triflorua phải được thiết kế đặc biệt cho việc sử dụng nitơ triflorua. Các bộ phận tiếp xúc nóng với nitơ triflorua (ví dụ, van) nên được làm bằng niken hoặc Monel®.

Nitrogen trifluoride compressors shall be specifically designed for nitrogen trifluoride service. Nitrogen trifluoride hot wetted parts (for example, valves) should be made of nickel or Monel®.

- Trong trường hợp hoàn toàn cần thiết phải sử dụng các thành phần phi kim, ví dụ, vòng đệm và đệm, chỉ PTFE hoặc PCTFE mới được phép sử dụng.

Where it is absolutely necessary to use non-metallic components, for example, washers and seats, only PTFE or PCTFE shall be used.

- Xem xét việc sử dụng chất bôi trơn perfluorinated, vốn tương thích hơn với nitơ triflorua, vì các chất bôi trơn này có thể tiếp xúc với nitơ triflorua trong trường hợp thiết bị hỏng hóc.

Consider the use of perfluorinated lubricants, which are more compatible with nitrogen trifluoride, as these lubricants could be exposed to nitrogen trifluoride in the event of equipment failure.

- Nhiệt sinh ra do nén nitơ triflorua phải được xem xét và thiết kế máy nén phải giảm thiểu nhiệt độ khí nitơ triflorua, xem 5.2.2. Điều này có thể đạt được bằng cách:

The heat generated by the compression of nitrogen trifluoride shall be considered and the compressor design shall minimise the nitrogen trifluoride gas temperature, see 5.2.2. This can be achieved by:

- Hạn chế tỷ số nén và thực hiện quá trình nén cần thiết qua nhiều giai đoạn, có thể làm mát khí giữa mỗi giai đoạn, nếu cần thiết;
Limiting the compression ratio and undertaking the required compression in several stages, possibly cooling the gas between each stage, if necessary;
- Chọn vật liệu có độ dẫn nhiệt cao cho các thành phần tiếp xúc với khí;

Choosing materials with high thermal conductivity for components that are in contact with the gas;

- Hạn chế tốc độ nén. Điều này có thể đặc biệt quan trọng khi sử dụng tỷ số nén cao, ví dụ, máy nén piston một cấp; hoặc

Limiting the rate at which the gas is compressed. This can be particularly important where high compression ratios are used, for example, single stage piston compressors; or

- Sử dụng một khóa liên động nhiệt độ cao để ngừng hệ thống trong trường hợp nhiệt độ quá cao.

Introducing a high temperature interlock to shut down the system in the event of excessive temperatures.

7.3.3. Bơm chân không / *Vacuum pumps*

- Bơm chân không tiếp xúc với nitơ triflorua phải là bơm khô hoặc bơm kín dầu sử dụng chất lỏng perfluorinated.

Vacuum pumps in contact with nitrogen trifluoride shall be either dry pumps or an oil sealed pump using a perfluorinated fluid.

7.3.4. Đồng hồ áp / *Pressure gauges*

- Trước khi sử dụng và lắp đặt, phải cẩn thận để đảm bảo rằng đồng hồ áp được làm sạch bên trong theo tiêu chuẩn tương đương với tiêu chuẩn sử dụng trong dịch vụ oxy. Phải cẩn thận để đảm bảo rằng các vật liệu làm sạch cũng được loại bỏ, ví dụ, dung môi.

Before use and installation, care shall be taken to ensure that pressure gauges are cleaned internally to a standard equivalent to that used in oxygen service. Care shall be taken to ensure that cleaning materials are also removed, for example, solvents.

- Nên xem xét việc bảo vệ người vận hành trong trường hợp đồng hồ đo áp suất bị hỏng.

Consideration should be given to the protection of the operator in the event of a pressure gauge failure.

8. Cung cấp đến điểm sử dụng / *Supply to point-of-use*

8.1. Cân nhắc về cơ sở / *Facility considerations*

- Các khu vực nơi chứa và sử dụng các bình chứa nitơ triflorua phải tuân thủ các quy định địa phương. Trong trường hợp không có quy định địa phương, khuyến nghị một khu vực thông gió tốt cách xa 5 m khỏi bất kỳ nguy cơ cháy nào hoặc được ngăn cách bằng một hàng rào chống cháy.

Areas where nitrogen trifluoride supply containers are stored and used shall be in accordance with local regulations. In the absence of local regulations, a well-ventilated area 5 m away from any fire risk or separated by a fire resistant barrier is recommended.

- Phải xem xét công tác chữa cháy và các sắp xếp để làm mát các bình chứa khí cung cấp trong trường hợp hỏa hoạn.

Consideration shall be given to firefighting and the arrangements to keep supply gas containers cooled in the event of a fire.

- Vật liệu được sử dụng trong dịch vụ nitơ triflorua phải được giữ sạch (không dính dầu, hạt, v.v.) và được lưu trữ trong môi trường sạch. Phải cẩn thận khi thay đổi các thành phần tiếp xúc với khí (ví dụ, vòng đệm gioăng đầu ra van chai) để tránh nhiễm bẩn từ dầu có thể dính trên tay người vận hành. Nên xem xét việc đeo găng tay tương thích như nitrile cho các hoạt động như vậy.

Materials that are to be used in nitrogen trifluoride service shall be kept clean (free from oil, particles, etc.) and stored in a clean environment. Care shall be taken when changing gas wetted components (for example, cylinder valve outlet gasket washers) to avoid contamination from oil that can be on the operator's hands. Consideration should be given to wearing compatible gloves such as nitrile for such operations.

8.2. Đường ống góp cung cấp khí / *Gas supply manifolds*

- Đường ống góp cung cấp khí phải được đặt trong một khu vực thông gió tốt. Khi đặt trong nhà, nên cung cấp thông gió đầy đủ (ít nhất 6 lần thay đổi không khí mỗi giờ). Tủ khí thường được sử dụng cho mục đích này.

Gas supply manifolds shall be located in a well-ventilated area. When located indoors,

adequate ventilation should be provided (at least 6 air changes per hour). Gas cabinets are often used for this purpose.

- Phải có các quy định để xử lý các trường hợp khẩn cấp như rò rỉ và phản ứng trong hệ thống cung cấp nitơ triflorua, xem Mục 10.
Provisions shall be made to deal with emergencies such as leaks and reactions within nitrogen trifluoride supply systems, see Section 10.
- Trước khi đưa nitơ triflorua vào sử dụng lần đầu tiên, tất cả các bộ phận của hệ thống cung cấp khí có khả năng tiếp xúc với nitơ triflorua ở áp suất lớn hơn 10 bar phải được làm sạch và thụ động hóa, xem 6.4.
Prior to introducing nitrogen trifluoride for the first time, all parts of the gas supply system that are likely to come into contact with nitrogen trifluoride at pressures greater than 10 bar should be cleaned and passivated, see 6.4.
- Phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa để đảm bảo nitơ triflorua không vô tình tiếp xúc với bất kỳ khí dễ cháy hoặc vật liệu không tương thích nào khác. Không được chỉ dựa vào van một chiều để bảo vệ khỏi việc làm nhiễm bẩn nguồn cung cấp nitơ triflorua do dòng chảy ngược của các khí khác trong hệ thống.
Precautions shall be taken to ensure that nitrogen trifluoride does not inadvertently come into contact with any flammable gas or other non-compatible material. Non-return valves shall not be relied upon alone to provide protection from contaminating the nitrogen trifluoride supply due to backflow of other gases in the system.
- Khí thông thổi thường được sử dụng để thông thổi các bộ phận của hệ thống nitơ triflorua sau khi thay chai cung cấp hoặc công việc bảo trì. Phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa để đảm bảo nguồn cung cấp khí thông thổi không bị nhiễm bẩn bởi nitơ triflorua. Khuyến nghị sử dụng một nguồn khí thông thổi chuyên dụng ví dụ, một nguồn cung cấp từ chai, được sử dụng để loại bỏ nguy cơ chảy ngược (qua hệ thống khí thông thổi) vào một hệ thống cung cấp khí quy trình khác.
A purge gas is often used to purge parts of the nitrogen trifluoride system after supply cylinder change over or maintenance work. Precautions shall be taken to ensure that the purge gas supply does not become contaminated with nitrogen trifluoride. It is recommended that a dedicated purge gas source, for example, a cylinder supply, is used that will eliminate the risk of backfeeding (via the purge gas system) into another process gas supply system.

8.3. Quy trình vận hành và nhân sự / *Operating procedures and personnel*

- Tất cả các hoạt động liên quan đến nitơ triflorua phải được quy định bằng các quy trình vận hành bằng văn bản.
All operations involving nitrogen trifluoride shall be covered by written operating procedures.
- Nên thực hiện đánh giá rủi ro đối với tất cả các hoạt động liên quan đến nitơ triflorua.
A risk assessment should be carried out on all operations involving nitrogen trifluoride.
- Các thành phần và vật liệu có thể được sử dụng trên hệ thống cung cấp nitơ triflorua, ví dụ, trong quá trình thay chai hoặc bảo trì thiết bị, phải được nhận diện rõ ràng, lưu trữ cẩn thận và thao tác để đảm bảo chúng không bị nhiễm bẩn. Khuyến nghị chỉ thao tác các miếng đệm kết nối đầu ra van chai khi đeo găng tay đã được phê duyệt. Điều này sẽ tránh nguy cơ nhiễm bẩn miếng đệm bởi các loại dầu tự nhiên trên da.
Components and materials that can be used on nitrogen trifluoride supply systems, for example, during cylinder change over or equipment maintenance, shall be clearly identified, carefully stored, and handled to ensure that they do not become contaminated. It is recommended that cylinder valve outlet connection gaskets are only handled while wearing approved gloves. This will avoid the risk of contamination of the gasket by the natural oils found on the skin.
- Tất cả nhân sự tham gia thao tác nitơ triflorua và vận hành hệ thống cung cấp nitơ triflorua phải được đào tạo. Khóa đào tạo này phải bao gồm tầm quan trọng của sự sạch sẽ và sự cần thiết phải sử dụng độc quyền các vật liệu và thành phần được chỉ định trên hệ thống thao tác khí nitơ triflorua.
All personnel involved in the handling of nitrogen trifluoride and the operation of nitrogen trifluoride supply systems shall be trained. This training shall include the importance of cleanliness and the need for exclusive use of specified materials and components on nitrogen trifluoride gas handling systems.

- Nhân sự vận hành các cụm phân phối khí hoặc thay đổi chai cung cấp phải hiểu rõ về các tính chất và nguy cơ cháy nổ của nitơ triflorua, xem Mục 5. Họ cũng nên được đào tạo để hành động trong trường hợp khẩn cấp, xem Mục 10.

Personnel who operate gas supply manifolds or change-over supply cylinders shall have an understanding of the properties and fire and explosion hazards of nitrogen trifluoride, see Section 5. They should also be trained to take action in the event of an emergency, see Section 10

- Khi không thể chọn vật liệu tốt nhất theo 5.3.1 và 5.3.2, phải xem xét các biện pháp phòng ngừa để bảo vệ người vận hành, ví dụ, rào chắn chống cháy, tủ khí có truy cập từ xa, hoặc người vận hành đeo găng tay và kính bảo hộ. Nên thực hiện vận hành từ xa các hệ thống áp suất cao, bất cứ khi nào khả thi.

When it is impracticable to select the best materials according to 5.3.1 and 5.3.2, preventive measures shall be considered to protect operators, for example, fire resistant barrier, gas cabinet with remote access, or operator wearing gloves and eye protection. Remote operation of high pressure systems should be undertaken, wherever practicable.

9. Hệ thống giảm thiểu khí—Các nguyên tắc cơ bản của việc giảm thiểu / *Gas abatement systems—Basic principles of abatement*

- Khi có thể, khuyến nghị tái chế hoặc thu hồi nitơ triflorua. Nitơ triflorua có thể được thải bỏ bằng nhiều phương pháp khác nhau, bao gồm:

Where possible, it is recommended that nitrogen trifluoride is recycled or recovered. Nitrogen trifluoride can be disposed of by a variety methods including:

- $2\text{NF}_3 + 2\text{AlCl}_3 \longrightarrow \text{N}_2 + 3\text{Cl}_2 + 2\text{AlF}_3$ ở 70 °C
- $2\text{NF}_3 + 3\text{H}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + 6\text{HF}$ (phản ứng rất mạnh / *very intensive reaction*)
- $2\text{NF}_3 + 2\text{Fe} \longrightarrow 2\text{FeF}_3 + \text{N}_2$ (300 ÷ 400 °C)
- $4\text{NF}_3 + 3\text{Si} \longrightarrow 3\text{SiF}_4 + 2\text{N}_2$ ở nhiệt độ lớn hơn 400 °C / *at greater than 400 °C*
- ion hóa nhiệt với các chất phản ứng;
thermal ionisation with reactants;
- ion hóa plasma với các chất phản ứng; và
plasma ionisation with reactants; and
- kết hợp với hệ thống thu hồi perfluorocarbon (PFC)
in combination with perfluorocarbon (PFC) recovery systems

- Để biết thêm thông tin về thải bỏ khí, xem EIGA Doc 30 [1].

For more information on disposal of gases, see EIGA Doc 30 [1].

- Sau khi sử dụng trong một quy trình, ví dụ, trong hệ thống khí thải, có thể có sự nhiễm bẩn và một hệ thống giảm thiểu hóa chất có thể cần thiết. Một hệ thống giảm thiểu như vậy cũng có thể xử lý các PFC khác có thể có trong hệ thống. Có một số hệ thống giảm thiểu trạng thái rắn quy mô nhỏ có sẵn trên thị trường.

After use in a process, for example, in an exhaust system, contamination could be present and a chemical abatement system could be necessary. Such an abatement system could also deal with other PFCs that could be present in the system. There are a number of small scale solid state abatement systems commercially available.

10. Ứng phó khẩn cấp / *Emergency response*

- Việc chuẩn bị cho tình huống khẩn cấp luôn rất quan trọng và thông tin sau nên được sử dụng làm hướng dẫn về các hành động cần thực hiện trong trường hợp khẩn cấp và những thông tin nào nên được đưa vào quy trình khẩn cấp. Cần có đào tạo đặc biệt cho ứng phó khẩn cấp. Xem AIGA 004 và Sổ tay Khí nén của CGA [2, 21].

It is always important to be prepared for an emergency situation and the following information should be used as a guide for what actions to take in the event of an emergency and what information should be included in an emergency procedure. Special training is necessary for emergency response. See AIGA 004 and CGA's Handbook of Compressed Gases [2, 21].

- Trong trường hợp rò rỉ liên quan đến nitơ triflorua, cô lập tất cả các nguồn nitơ triflorua nếu có thể bằng cách đóng các van trên chai, nhóm chai, mô-đun ống và bất kỳ chai nào có thể đang trong quá trình nạp.

In the event of a leak involving nitrogen trifluoride isolate all the sources of nitrogen trifluoride where possible by closing the valves on the cylinder, bundle, tube module, and any cylinders that could be in the process of being filled.

- Để giúp kiểm soát các đám cháy nhỏ, sử dụng bình chữa cháy carbon dioxide hoặc nước. Carbon dioxide có thể không dập tắt được phản ứng nhưng nó có thể giúp làm mát khu vực và hạn chế phản ứng. Không sử dụng Halon, amoni photphat khô hoặc bicarbonat cho các đám cháy nitơ triflorua vì chúng tạo ra các sản phẩm phụ độc hại. Nước có thể được sử dụng cho các đám cháy bao phủ một khu vực rộng lớn.
To help control small fires, use carbon dioxide or water extinguishers. Carbon dioxide might not extinguish a reaction but it could help to cool down the area and limit the reaction. Do not use Halons, dry ammonium phosphate, or bicarbonate on nitrogen trifluoride fires as they produce toxic by-products. Water can be used for fires covering a large area.
- Trước khi xử lý bất kỳ tình huống khẩn cấp nào, luôn đảm bảo rằng nhân sự đã được đào tạo và PPE được trang bị.
Before attempting to tackle any emergency situation, always ensure that personnel are trained and PPE is worn.

11. Tài liệu tham khảo / References

- [1] AIGA 083, Thải bỏ Khí, www.asiaiga.org
AIGA 083, Disposal of Gases, www.asiaiga.org
LƯU Ý Ấn phẩm này là một phần của chương trình hài hòa quốc tế về các tiêu chuẩn công nghiệp. Nội dung kỹ thuật của mỗi tài liệu khu vực là giống hệt nhau, ngoại trừ các yêu cầu quy định của khu vực. Xem lời nói đầu của tài liệu được tham chiếu để biết danh sách các tài liệu tham khảo khu vực đã được hài hòa.
NOTE This publication is part of an international harmonization program for industry standards. The technical content of each regional document is identical, except for regional regulatory requirements. See the referenced document preface for a list of harmonized regional references.
- [2] AIGA 004, Thao tác khẩn cấp bình khí, www.asiaiga.org
AIGA 004, Handling gas container emergencies, www.asiaiga.org
- [3] AIGA 021, Hệ thống đường ống và ống dẫn oxy, www.asiaiga.org
AIGA 021, Oxygen Pipeline and Piping Systems, www.asiaiga.org
LƯU Ý Ấn phẩm này là một phần của chương trình hài hòa quốc tế về các tiêu chuẩn công nghiệp. Nội dung kỹ thuật của mỗi tài liệu khu vực là giống hệt nhau, ngoại trừ các yêu cầu quy định của khu vực. Xem lời nói đầu của tài liệu được tham chiếu để biết danh sách các tài liệu tham khảo khu vực đã được hài hòa.
NOTE This publication is part of an international harmonization program for industry standards. The technical content of each regional document is identical, except for regional regulatory requirements. See the referenced document preface for a list of harmonized regional references.
- [4] Khuyến nghị về Vận chuyển Hàng hóa Nguy hiểm, Quy định Mẫu, Ủy ban Kinh tế Liên Hợp Quốc về Châu Âu, www.unece.org
Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulations, United Nations Economic Commission for Europe, www.unece.org
- [5] Hệ thống hài hòa toàn cầu về phân loại và ghi nhãn hóa chất (GHS), Ủy ban Kinh tế Liên Hợp Quốc về Châu Âu www.unece.org
Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), United Nations Economic Commission for Europe www.unece.org
- [6] ASTM STP 1395, Tính dễ cháy và độ nhạy của vật liệu trong môi trường giàu oxy, ASTM International, 100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428. www.astm.org
ASTM STP 1395, Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres, ASTM International, 100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428. www.astm.org
- [7] Quy định (EC) Số 1272/2008, Phân loại, Ghi nhãn và Đóng gói các chất và hỗn hợp. Ủy ban Châu Âu, www.ec.europa.eu
Regulation (EC) No. 1272/2008, Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures. European Commission, www.ec.europa.eu
- [8] CGA C-7, Hướng dẫn phân loại và ghi nhãn khí nén, Compressed Gas Association, Inc., www.cganet.com
CGA C-7, Guide to the Classification and Labeling of Compressed Gases, Compressed Gas Association, Inc., www.cganet.com
- [9] Nitơ Triflorua, Cơ quan Quản lý An toàn và Sức khỏe Nghề nghiệp (OSHA) tại trang web

- www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_257500.html
Nitrogen Trifluoride, Occupational Safety and Health Administration (OSHA) at website
www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_257500.html
- [10] Hướng dẫn bỏ túi về các mối nguy hóa chất của NIOSH, Viện Quốc gia về An toàn và Sức khỏe Nghề nghiệp (NIOSH), Trung tâm Kiểm soát và Phòng ngừa Dịch bệnh, 1600 Clifton Rd., Atlanta, GA 30333. www.cdc.gov/niosh
NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Centers for Disease Control and Prevention, 1600 Clifton Rd., Atlanta, GA 30333. www.cdc.gov/niosh
- [11] Phiếu dữ liệu an toàn của nhà cung cấp khí.
Gas supplier's safety data sheet.
- [12] Vernot, E.H., Haun, C.C., MacEwen, J.D., và Egan, G.F., “Độc tính hít cấp tính và giới hạn phơi nhiễm khẩn cấp đề xuất của Nitơ triflorua”, Tạp chí Độc học và Dược lý học Ứng dụng, Tháng 9 năm 1973, Tập 26, Số 1, 1-13. www.sciencedirect.com
Vernot, E.H., Haun, C.C., MacEwen, J.D., and Egan, G.F., “Acute Inhalation Toxicology and Proposed Emergency Exposure Limits of Nitrogen Trifluoride”, Journal of Toxicology and Applied Pharmacology, September 1973, Volume 26, Issue 1, 1-13. www.sciencedirect.com
- [13] Dinman, BD. “Khuyến nghị về giới hạn phơi nhiễm khẩn cấp sửa đổi đối với sự cố tràn NF3,” Tạp chí Độc học và Dược lý học Ứng dụng, Tháng 6 năm 1974, Tập 28, Số 3, 498-499. www.sciencedirect.com
Dinman, BD. “Recommendation for Revised Emergency Exposure Limits for Spills of NF3,” Journal of Toxicology and Applied Pharmacology, June 1974, Volume 28, Issue 3, 498-499. www.sciencedirect.com
- [14] Kết quả nitơ triflorua, Mức hướng dẫn phơi nhiễm cấp tính (AEGLs), Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ tại trang web www.epa.gov/aegl/nitrogen-trifluoride-results-aegl-program
Nitrogen trifluoride results, Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs), U.S. Environmental Protection Agency at website www.epa.gov/aegl/nitrogen-trifluoride-results-aegl-program
- [15] ISO 11114-3, Chai khí vận chuyển được—Khả năng tương thích của vật liệu chai và van với thành phần khí—Phần 3: Thử nghiệm tự bốc cháy trong môi trường oxy, www.iso.org
ISO 11114-3, Transportable gas cylinders—Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents—Part 3: Autogeneous ignition test in oxygen atmosphere, www.iso.org
- [16] Newton, B.E., và Chiffolleau, G. “Khả năng tương thích vật liệu với Nitơ triflorua (NF3)”, Tạp chí ASTM International, Tháng 5 năm 2006, Tập 3, Số 5, 1-16. ASTM International, 100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428. www.astm.org
Newton, B.E., and Chiffolleau, G. “Materials Compatibility with Nitrogen Trifluoride (NF3)”, Journal of ASTM International, May 2006, Volume 3, Issue 5, 1-16. ASTM International, 100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428. www.astm.org
- [17] ISO 11114-1, Chai khí—Khả năng tương thích của vật liệu chai và van với thành phần khí—Phần 1: Vật liệu kim loại, www.iso.org
ISO 11114-1, Gas cylinders—Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents—Part 1: Metallic materials, www.iso.org
- [18] AIGA 012, Làm sạch thiết bị cho dịch vụ oxy, www.asiaiga.org
AIGA 012, Cleaning of equipment for oxygen service, www.asiaiga.org
- [19] CGA G-4.1, Làm sạch thiết bị cho dịch vụ oxy, Compressed Gas Association, Inc., www.cganet.com
CGA G-4.1, Cleaning Equipment for Oxygen Service, Compressed Gas Association, Inc., www.cganet.com
- [20] ISO 10297, Chai khí—Van chai—Thông số kỹ thuật và thử nghiệm loại, www.iso.org
ISO 10297, Gas cylinders—Cylinder valves—Specification and type testing, www.iso.org
- [21] Sổ tay Khí nén, ấn bản thứ 5, Compressed Gas Association, Inc., www.cganet.com
Handbook of Compressed Gases, 5th edition, Compressed Gas Association, Inc., www.cganet.com

Phụ lục A—Danh mục kiểm tra đánh giá
Appendix A—Audit checklist

- Khuyến nghị các cơ sở thao tác nitơ triflorua thực hiện các cuộc đánh giá định kỳ để đánh giá sự tuân thủ của họ với ấn phẩm này và với các thực hành làm việc an toàn được công nhận khác. Bản chất và chi tiết của các cuộc đánh giá như vậy được xác định bởi loại công việc được thực hiện tại cơ sở, mức độ liên quan đến nitơ triflorua và sự tuân thủ các quy định địa phương.
It is recommended that facilities handling nitrogen trifluoride undergo periodic audits to assess their compliance with this publication and with other recognised safe working practices. The nature and detail of such audits are determined by the type of work undertaken at the facility, the level of involvement with nitrogen trifluoride, and compliance with local regulations.
- Danh mục kiểm tra được đưa ra trong các trang sau không đầy đủ cho tất cả các ứng dụng đánh giá cơ sở nitơ triflorua; tuy nhiên, nó cung cấp một điểm khởi đầu hữu ích. Có các phần danh mục kiểm tra riêng biệt đề cập đến việc nạp đầy chai nitơ triflorua và hệ thống cung cấp nitơ triflorua; tuy nhiên, các phần danh mục kiểm tra khác có thể áp dụng cho tất cả các cơ sở thao tác nitơ triflorua. Cột “Tham chiếu” cung cấp phần của ấn phẩm này nơi có thể tìm thấy thêm thông tin về mục danh mục kiểm tra.
The checklist given in the following pages is not exhaustive for all nitrogen trifluoride facility audit applications; however, it provides a helpful starting point. There are separate checklist sections that address nitrogen trifluoride cylinder filling and nitrogen trifluoride supply systems; however, the other checklist sections could be applicable to all nitrogen trifluoride handling facilities. The “Ref” column gives, the section of this publication where more information on the checklist item can be found.

STT No	MỤC DANH MỤC KIỂM TRA CHECKLIST ITEM	Tham chiếu Ref
1	Khu vực tồn chứa nitơ triflorua <i>Nitrogen trifluoride storage area</i>	
1.1	Các chai nitơ triflorua và các bình chứa khác có được tồn chứa trong khu vực thông gió tốt, cách vật liệu dễ cháy ít nhất 5 m hoặc được ngăn cách bằng tường chống cháy không? <i>Are nitrogen trifluoride cylinders and other containers stored in a well-ventilated area, at least 5 m away from flammable materials or separated by a fire-resistant wall?</i>	7.1, 8.1
1.2	Cơ sở tồn chứa nitơ triflorua có đáp ứng các quy định phòng cháy chữa cháy của địa phương (nếu có) không? <i>Does the nitrogen trifluoride storage facility meet local fire regulations (where applicable)?</i>	7.1, 8.1
1.3	Khu vực tồn chứa có được dán nhãn không? <i>Is the storage area labelled?</i>	—
1.4	Các chai trong khu vực tồn chứa có được cố định để tránh đổ không và nắp bảo vệ van của chúng có được lắp vào không? <i>Are cylinders in the storage area secured to prevent them falling over and are their valve protection caps fitted?</i>	—
2	Quy trình chiết nạp và thiết bị nitơ triflorua <i>Nitrogen trifluoride filling procedures and equipment</i>	
2.1	Thiết bị chiết nạp nitơ triflorua có được thiết kế bởi các kỹ sư có kinh nghiệm với các đặc tính của nitơ triflorua và các biện pháp phòng ngừa cũng như yêu cầu vật liệu cần thiết để thao tác an toàn (như đã nêu trong ấn phẩm này) không? <i>Has the nitrogen trifluoride filling equipment been designed by engineers who are familiar with the properties of nitrogen trifluoride and the precautionary measures and material requirements necessary for its safe handling (as set out in this publication)?</i>	TẤT CẢ ALL
2.2	Đã thực hiện HAZOP trên hệ thống chưa? <i>Has a HAZOP been carried out on the system?</i>	6.1
2.3	Đã thực hiện đánh giá rủi ro chưa? <i>Has a risk assessment been performed?</i>	8.3
2.4	Nếu có bất kỳ sự không chắc chắn nào liên quan đến các mục 2.1, 2.2 hoặc 2.3, các đánh giá chi tiết và có tài liệu về bản vẽ thiết bị quy trình, thiết kế hệ thống và tất cả các thông số kỹ thuật của linh kiện phải được thực hiện để xác nhận sự tuân thủ ấn phẩm này.	TẤT CẢ ALL

2	Quy trình chiết nạp và thiết bị nitơ triflorua <i>Nitrogen trifluoride filling procedures and equipment</i>	
	<i>If there is any uncertainty with respect to items 2.1, 2.2, or 2.3, detailed and documented reviews of the process equipment drawings, system design, and all component specifications should be carried out to confirm compliance with this publication.</i>	
2.5	Hệ thống chiết nạp chai nitơ triflorua và tất cả các bộ phận cấu thành của nó có được đặt trong các khu vực thông gió tốt, tránh xa nguy cơ cháy không? <i>Is the nitrogen trifluoride cylinder filling system and all its component parts located in well ventilated areas away from fire risk?</i>	7.1
2.6	Có các quy trình vận hành bằng văn bản cho thiết bị chiết nạp chai nitơ triflorua không? Các quy trình này có tính đến tất cả các biện pháp phòng ngừa vận hành được khuyến nghị đã nêu trong ấn phẩm này không? <i>Are there written operating procedures for nitrogen trifluoride cylinder filling equipment? Do these procedures take into account all the recommended operational precautions set out in this publication?</i>	6.7, 7
2.7	Thiết bị chiết nạp chai nitơ triflorua có được dành riêng cho dịch vụ nitơ triflorua không? <i>Is the nitrogen trifluoride cylinder filling equipment dedicated to nitrogen trifluoride service?</i>	6.9
2.8	Tất cả các khí dễ cháy có được tách biệt khỏi thiết bị chiết nạp chai nitơ triflorua không? <i>Are all flammable gases separated from the nitrogen trifluoride cylinder filling equipment?</i>	6.9
2.9	Có máy nén nitơ triflorua không? Nó có tuân thủ các khuyến nghị trong ấn phẩm này không? <i>Is there a nitrogen trifluoride compressor? Does it comply with the recommendations in this publication?</i>	7.3.2
2.10	Có khí thông thổi liên quan đến thiết bị chiết nạp chai nitơ triflorua không? Nếu có, đó có phải là nguồn cung cấp chuyên dụng không? Nếu không phải là nguồn cung cấp chuyên dụng (ví dụ, nguồn cung cấp của nhà máy), có thực hiện các biện pháp phòng ngừa để đảm bảo rằng khí thông thổi không bị nhiễm bẩn bởi vật liệu dễ cháy hoặc không thể bị nhiễm bẩn bởi nitơ triflorua không? <i>Is there a purge gas associated with the nitrogen trifluoride cylinder filling equipment? If so, is it a dedicated supply? If it is not a dedicated supply (for example, house supply), are precautions taken to ensure that the purge gas is not contaminated with flammable materials or cannot become contaminated with nitrogen trifluoride?</i>	6.9
2.11	Tất cả các chất bôi trơn có thể tiếp xúc với nitơ triflorua có tương thích với nitơ triflorua không (ví dụ, dầu bơm chân không và máy nén) không? <i>Are all lubricants that could come into contact with nitrogen trifluoride compatible with nitrogen trifluoride (for example, vacuum pump and compressor oils)?</i>	5.3, 6, 7.2
2.12	Các chai nitơ triflorua có được phê duyệt và dành riêng cho nitơ triflorua không? Nếu không, chúng có được chuẩn bị trước khi chiết nạp để đảm bảo chúng không bị nhiễm bẩn bởi bất kỳ vật liệu nào có thể phản ứng với nitơ triflorua không? <i>Are nitrogen trifluoride cylinders approved for and dedicated to nitrogen trifluoride service? If not, are they prepared prior to filling to ensure they are not contaminated with any materials that can react with nitrogen trifluoride?</i>	7.2.1
2.13	Các van chai nitơ triflorua có được phê duyệt cho nitơ triflorua bởi một chuyên gia được công nhận trong công ty khí đốt và/hoặc một cơ quan bên ngoài có thẩm quyền không? <i>Have the nitrogen trifluoride cylinder valves been approved for nitrogen trifluoride service by a recognized expert within the gas company and/or a competent external authority?</i>	7.2.2
2.14	Các van chai có được chuẩn bị trước khi sử dụng để đảm bảo chúng không bị nhiễm bẩn bởi bất kỳ vật liệu nào có thể phản ứng với nitơ triflorua không? <i>Are cylinder valves prepared prior to use to ensure they are not contaminated with any materials that can react with nitrogen trifluoride?</i>	7.2.2
2.15	Chỉ các miếng đệm tương thích đã được phê duyệt có được sử dụng để làm kín các kết nối đầu ra của van không? Các nhân viên vận hành có cẩn thận để đảm bảo chúng ở trong tình trạng tốt và sạch sẽ trước khi sử dụng không? <i>Are only approved compatible gaskets used for sealing valve outlet connections? Do operators take care to ensure that they are in good clean condition before use?</i>	6.2

2	Quy trình chiết nạp và thiết bị nitơ triflorua <i>Nitrogen trifluoride filling procedures and equipment</i>	
2.16	Có các kiểm tra để đảm bảo các chai nitơ triflorua không bị chiết nạp quá mức không? <i>Are there checks to ensure nitrogen trifluoride cylinders are not overfilled?</i>	7.3
2.17	Có các biện pháp kiểm tra và kiểm soát để ngăn chặn việc sửa đổi trái phép thiết bị và quy trình vận hành không? <i>Are there checks and controls in place to prevent unauthorised modification of equipment and operating procedures?</i>	—
2.18	Có các biện pháp phòng ngừa để ngăn ngừa ô nhiễm thiết bị, đặc biệt khi thiết bị không được sử dụng không? <i>Are precautions taken to prevent the contamination of equipment, particularly when it is not in use?</i>	8.2
2.19	Có các biện pháp phòng ngừa để phát hiện và xử lý cháy hoặc rò rỉ nitơ triflorua (ví dụ: lắp đặt thiết bị dò, van tự động ngắt, v.v.) không? <i>Are precautions taken to detect and act upon fire or nitrogen trifluoride leakage (for example, installation of detectors, automatic valve shutoff, etc.)?</i>	7.1
2.20	Hệ thống đã được làm sạch và kiểm tra trước khi vận hành chưa? <i>Has the system been cleaned and inspected prior to operating?</i>	—

3	Nguồn cung cấp nitơ triflorua và thiết bị cung cấp (để nạp hoặc sử dụng chai) <i>Nitrogen trifluoride supply and supply equipment (for cylinder filling or use)</i>	
3.1	Thiết bị đã được thiết kế và lắp đặt theo ấn phẩm này chưa? <i>Has the equipment been designed and installed in accordance with this publication?</i>	TẤT CẢ ALL
3.2	Nếu có bất kỳ sự không chắc chắn nào liên quan đến mục 3.1, cần thực hiện các đánh giá chi tiết và có tài liệu về bản vẽ thiết bị quy trình, thiết kế hệ thống và tất cả các thông số kỹ thuật của linh kiện để xác nhận sự tuân thủ ấn phẩm này. <i>If there is any uncertainty with respect to item 3.1, detailed and documented reviews of the process equipment drawings, system design, and all component specifications should be carried out to confirm compliance with this publication.</i>	TẤT CẢ ALL
3.3	Các chai cung cấp nitơ triflorua có được đặt ở khu vực thông gió tốt, tránh xa nguy cơ cháy không? <i>Are nitrogen trifluoride supply cylinders located in a well-ventilated area away from fire risk?</i>	8.1, 8.2
3.4	Có các quy trình vận hành bằng văn bản cho thiết bị cung cấp nitơ triflorua không? Các quy trình này có tính đến tất cả các biện pháp phòng ngừa vận hành được khuyến nghị nêu trong ấn phẩm này không? <i>Are there written operating procedures for nitrogen trifluoride supply equipment? Do these procedures take into account all the recommended operational precautions set out in this publication?</i>	6.7, 7, 8.3
3.5	Thiết bị cung cấp nitơ triflorua có được dành riêng cho dịch vụ nitơ triflorua không? <i>Is the nitrogen trifluoride supply equipment dedicated to nitrogen trifluoride service?</i>	6.9
3.6	Các chai được kết nối để sử dụng có được cố định để ngăn chúng đổ không? <i>Are cylinders connected for use secured to prevent them from falling over?</i>	—
3.7	Tất cả các khí dễ cháy có được tách biệt khỏi thiết bị cung cấp nitơ triflorua không? <i>Are all flammable gases separated from nitrogen trifluoride supply equipment?</i>	6.9, 8.2
3.8	Có khí thông thổi liên quan đến thiết bị cung cấp nitơ triflorua không? Nếu có, đó có phải là nguồn cung cấp chuyên dụng không? Nếu không phải là nguồn cung cấp chuyên dụng (ví dụ: nguồn cung cấp chung), có các biện pháp phòng ngừa nào để đảm bảo khí thông thổi không bị nhiễm bẩn bởi vật liệu dễ cháy hoặc không thể bị nhiễm bẩn bởi nitơ triflorua không? <i>Is there a purge gas associated with the nitrogen trifluoride supply equipment? If so, is it a dedicated supply? If it is not a dedicated supply (for example, house supply), are there precautions taken to ensure the purge gas is not contaminated with flammable materials or cannot become contaminated with nitrogen trifluoride?</i>	6.9, 8.2
3.9	Các chất bôi trơn có thể tiếp xúc với nitơ triflorua có tương thích với nitơ triflorua không (ví dụ: dầu bơm chân không)? <i>Are lubricants that could come into contact with nitrogen trifluoride compatible with nitrogen trifluoride (for example, vacuum pump oil)?</i>	6.8
3.10	Có sử dụng gioăng đệm tương thích để làm kín các kết nối đầu ra của van không và người vận hành có cần thận đảm bảo chúng ở trong tình trạng sạch sẽ tốt trước khi sử dụng không? <i>Are compatible gaskets used for sealing valve outlet connections and do operators take</i>	6.2

3	Nguồn cung cấp nitơ triflorua và thiết bị cung cấp (để nạp hoặc sử dụng chai) <i>Nitrogen trifluoride supply and supply equipment (for cylinder filling or use)</i>	
	<i>care to ensure they are in good clean condition before use?</i>	
3.11	Có các biện pháp kiểm tra và kiểm soát để ngăn chặn việc sửa đổi trái phép thiết bị và quy trình vận hành không? <i>Are there checks and controls to prevent unauthorised modification of equipment and operating procedures?</i>	—
3.12	Có các biện pháp phòng ngừa để ngăn ngừa ô nhiễm thiết bị, đặc biệt khi thiết bị không được sử dụng không? <i>Are precautions taken to prevent the contamination of equipment, particularly when it is not in use?</i>	8.2
4	Xử lý và thiết bị xử lý nitơ triflorua <i>Nitrogen trifluoride abatement and abatement equipment</i>	
4.1	Đã thực hiện đánh giá rủi ro để xác nhận rằng các sắp xếp để thải bỏ nitơ triflorua thải đảm bảo an toàn cho con người và giảm thiểu bất kỳ tác động nào đến môi trường chưa? <i>Has a risk assessment been performed to confirm that the arrangements for the disposal of waste nitrogen trifluoride ensure the safety of people and minimise any impact on the environment?</i>	9, 8.1
5	Quy trình bảo trì <i>Maintenance procedures</i>	
5.1	Có các quy trình được lập thành văn bản để bao gồm việc bảo trì thiết bị thao tác nitơ triflorua không? Các hồ sơ công việc đã thực hiện có được lưu giữ không? <i>Are there documented procedures to cover the maintenance of nitrogen trifluoride handling equipment? Are records of work carried out kept?</i>	6.8
5.2	Việc bảo trì thiết bị nitơ triflorua có được thực hiện theo quy trình cấp phép làm việc, khi thích hợp không? <i>Is nitrogen trifluoride equipment maintenance covered by a permit-to-work procedure, where appropriate?</i>	—
5.3	Các vật liệu và linh kiện có thể được sử dụng trong quá trình bảo trì thiết bị nitơ triflorua có được chỉ định/xác định rõ ràng không? <i>Are materials and components that can be used during the maintenance of nitrogen trifluoride equipment clearly specified/identified?</i>	—
5.4	Sau công việc bảo trì, có quy trình làm sạch và thông thổi (cộng với thụ động hóa khi thích hợp) cần được thực hiện trước khi thiết bị được đưa trở lại sử dụng cho nitơ triflorua không? <i>After maintenance work, is there a cleaning and purging (plus passivation where appropriate) procedure to be implemented before the equipment is returned to nitrogen trifluoride service?</i>	5.3.7, 6.4
6	Nhân sự <i>Personnel</i>	
6.1	Có chương trình đào tạo có tài liệu về thao tác khí cho tất cả nhân sự liên quan đến thao tác nitơ triflorua và bảo trì thiết bị nitơ triflorua không? <i>Is there a documented training programme on gas handling for all personnel involved in handling nitrogen trifluoride and maintaining nitrogen trifluoride equipment?</i>	—
6.2	Tất cả nhân sự liên quan đến nitơ triflorua có được đào tạo phù hợp với mức độ tham gia của họ không? <i>Are all personnel involved with nitrogen trifluoride trained to cover their degree of involvement?</i> LƯU Ý: Khuyến nghị phỏng vấn các mẫu đại diện của nhân sự vận hành trong quá trình kiểm toán để đánh giá sự hiểu biết của họ về các đặc tính của nitơ triflorua. <i>NOTE It is recommended that representative samples of operational personnel be interviewed during the audit to assess their understanding of the properties of nitrogen trifluoride.</i>	5, 6.7, 7.1, 8.3, 10
6.3	Nhân sự thao tác nitơ triflorua có quyền truy cập vào SDS của nitơ triflorua không? <i>Do personnel who handle nitrogen trifluoride have access to a nitrogen trifluoride SDS?</i>	—

6	Nhân sự <i>Personnel</i>	
6.4	Nhân sự thao tác nitơ triflorua có đeo/sử dụng PPE không? <i>Do personnel who handle nitrogen trifluoride wear/use PPE?</i>	8.3, 7.1

7	Ứng phó khẩn cấp <i>Emergency response</i>	
7.1	Có quy trình ứng phó khẩn cấp dành riêng cho nitơ triflorua sẵn có và nhân sự có được đào tạo về quy trình này không? <i>Is there an emergency response procedure specific to nitrogen trifluoride readily available and are personnel trained in this procedure?</i>	10
7.2	Có thiết bị chữa cháy và PPE sẵn có trong trường hợp nitơ triflorua gây cháy và hỏa hoạn sau đó không? <i>Is there firefighting and PPE readily available in the event of a nitrogen trifluoride ignition and subsequent fire?</i>	10
7.3	Sở cứu hỏa địa phương có biết về vị trí và các mối nguy phát sinh từ nitơ triflorua tại cơ sở không? <i>Is the local fire department aware of the location of and hazards arising from nitrogen trifluoride on site?</i>	—
7.4	Có thông tin sơ cứu sẵn có tại chỗ không? <i>Is there first aid information available on-site?</i>	—