



# **THỰC HÀNH AN TOÀN CHO TỒN CHỨA VÀ THAO TÁC OXIT NITƠ**

## ***SAFE PRACTICES FOR STORAGE AND HANDLING OF NITROUS OXIDE***

**AIGA 081/20**

Sửa đổi từ AIGA 081/16  
*Revision of AIGA 081/16*

***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>



# THỰC HÀNH AN TOÀN CHO TỒN CHỨA VÀ THAO TÁC OXIT NITƠ

## SAFE PRACTICES FOR STORAGE AND HANDLING OF NITROUS OXIDE

Là một phần của chương trình hài hòa hóa các tiêu chuẩn ngành, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á (AIGA) đã ban hành ấn phẩm số 081 này, *Thực hành An toàn cho việc Tồn chứa và Thao tác Khí Oxit nitơ*, được sản xuất chung bởi các thành viên của Hội đồng Điều hòa Quốc tế và được xuất bản lần đầu bởi Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu (EIGA) với tên gọi EIGA Doc 176, *Thực hành An toàn cho việc Tồn chứa và Thao tác Khí Oxit Nitơ*.

*As part of a programme of harmonization of industry standards, the Asia Industrial Gases Association (AIGA) has issued this publication 081, Safe Practices for the Storage and Handling of Nitrous Oxide, jointly produced by members of the International Harmonisation Council and originally published by the European Industrial Gases Association (EIGA) as EIGA Doc 176, Safe Practices for the Storage and Handling of Nitrous Oxide.*

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), EIGA và Hiệp hội Khí Y tế và Công nghiệp Nhật Bản (JIMGA). Nội dung kỹ thuật của mỗi hiệp hội là giống hệt nhau, ngoại trừ các yêu cầu pháp lý khu vực và các 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), 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 từ chối 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.

*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 từ Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu. Mọi quyền được bảo lưu.

© Reproduced with permission from the European Industrial Gases Association. All rights reserved.

**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> .....                                                                                                           | 5  |
| 2. Phạm vi / <i>Scope</i> .....                                                                                                                     | 5  |
| 3. Định nghĩa / <i>Definitions</i> .....                                                                                                            | 5  |
| 3.1. Thuật ngữ trong tài liệu / <i>Publication terminology</i> .....                                                                                | 5  |
| 3.2. Định nghĩa kỹ thuật / <i>Technical definitions</i> .....                                                                                       | 6  |
| 4. Tính chất và mối nguy / <i>Properties and hazards</i> .....                                                                                      | 7  |
| 4.1. Tính chất và mối nguy vật lý / <i>Physical properties and hazards</i> .....                                                                    | 8  |
| 4.2. Tính chất hóa học và mối nguy / <i>Chemical properties and hazards</i> .....                                                                   | 11 |
| 4.3. Phơi nhiễm nghề nghiệp / <i>Occupational exposure</i> .....                                                                                    | 16 |
| 4.4. Các vấn đề môi trường / <i>Environmental issues</i> .....                                                                                      | 18 |
| 4.5. An ninh / <i>Security</i> .....                                                                                                                | 18 |
| 5. Thiết bị và quy trình / <i>Equipment and procedures</i> .....                                                                                    | 19 |
| 5.1. Nguyên tắc / <i>Principles</i> .....                                                                                                           | 19 |
| 5.2. Khả năng tương thích của vật liệu với oxit nitơ / <i>Compatibility of materials with nitrous oxide</i> .....                                   | 19 |
| 5.3. Van / <i>Valves</i> .....                                                                                                                      | 20 |
| 5.4. Bộ lọc / <i>Filters</i> .....                                                                                                                  | 21 |
| 5.5. Làm sạch hệ thống lắp đặt / <i>Cleaning of installation</i> .....                                                                              | 21 |
| 5.6. Ngăn ngừa ô nhiễm / <i>Prevention of contamination</i> .....                                                                                   | 22 |
| 5.7. Tránh nhiệt độ cao / <i>Avoiding high temperatures</i> .....                                                                                   | 22 |
| 5.8. Hạn chế tốc độ dòng chảy / <i>Restriction of flow velocity</i> .....                                                                           | 24 |
| 5.9. Quy trình vận hành / <i>Operating procedures</i> .....                                                                                         | 24 |
| 5.10. Quy trình bảo trì / <i>Maintenance procedures</i> .....                                                                                       | 24 |
| 5.11. Cách ly khỏi khí dễ cháy / <i>Isolation from flammable gases</i> .....                                                                        | 24 |
| 5.12. Sử dụng thiết bị carbon dioxide / <i>Use of carbon dioxide equipment</i> .....                                                                | 25 |
| 6. Bồn chứa cố định / <i>Stationary tanks</i> .....                                                                                                 | 25 |
| 6.1. Thiết kế / <i>Design</i> .....                                                                                                                 | 25 |
| 6.2. Các bộ phận làm lạnh / <i>Refrigeration units</i> .....                                                                                        | 27 |
| 6.3. Bộ hóa hơi và bộ gia nhiệt / <i>Vaporizers and heaters</i> .....                                                                               | 28 |
| 6.4. Hệ thống đường ống, thiết bị đo và van / <i>Piping, instrumentation, and valves</i> .....                                                      | 29 |
| 6.5. Van giảm áp (van an toàn) / <i>Pressure relief valves</i> .....                                                                                | 31 |
| 6.6. Mức độ nạp hoặc tỷ lệ nạp / <i>Filling degree or filling ratio</i> .....                                                                       | 31 |
| 6.7. Nạp các bồn cố định áp suất thấp / <i>Filling of stationary low-pressure tanks</i> .....                                                       | 32 |
| 6.8. Thu hồi sản phẩm / <i>Product return</i> .....                                                                                                 | 32 |
| 7. Thiết bị cung cấp / <i>Supply equipment</i> .....                                                                                                | 32 |
| 7.1. Chai / <i>Cylinders</i> .....                                                                                                                  | 32 |
| 7.2. Nhóm chai / <i>Bundles</i> .....                                                                                                               | 33 |
| 7.3. Bồn vận chuyển / <i>Transport tanks</i> .....                                                                                                  | 34 |
| 7.4. Bơm / <i>Pumps</i> .....                                                                                                                       | 35 |
| 7.5. Ống mềm, phụ kiện và khớp nối (kết nối nạp) / <i>Hoses, accessories, and couplings (fill connections)</i> ....                                 | 37 |
| 8. Sang chiết sản phẩm / <i>Product transfer</i> .....                                                                                              | 38 |
| 8.1. Chai và nhóm chai / <i>Cylinders and bundles</i> .....                                                                                         | 38 |
| 8.2. Bồn vận chuyển / <i>Transport tanks</i> .....                                                                                                  | 40 |
| 9. Ứng phó khẩn cấp / <i>Emergency response</i> .....                                                                                               | 41 |
| 9.1. Các mối nguy / <i>Hazards</i> .....                                                                                                            | 41 |
| 9.2. Các quy trình xử lý rò rỉ hoặc tràn oxit nitơ lớn / <i>Procedures for large leaks or spills of nitrous oxide</i> ....                          | 41 |
| 9.3. Các quy trình trong tình huống hỏa hoạn / <i>Procedures at fire situations</i> .....                                                           | 42 |
| 9.4. Các quy trình tại một sự cố giao thông liên quan đến bồn vận chuyển / <i>Procedures at a traffic incident involving a transport tank</i> ..... | 43 |
| 9.5. Thiết bị bảo hộ cá nhân / <i>Personal protective equipment</i> .....                                                                           | 45 |
| 9.6. Sơ cứu / <i>First aid</i> .....                                                                                                                | 45 |
| 10. Tài liệu tham khảo / <i>References</i> .....                                                                                                    | 46 |

**Các bảng****Tables**

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bảng 1—Nhận dạng oxit nitơ .....                                                                              | 3  |
| <i>Table 1—Identification of nitrous oxide</i>                                                                |    |
| Bảng 2—Thuộc tính của oxit nitơ .....                                                                         | 4  |
| <i>Table 2—Properties of nitrous oxide</i>                                                                    |    |
| Bảng 3—Thuộc tính của oxit nitơ lỏng bão hòa [3, 4].....                                                      | 4  |
| <i>Table 3—Properties of saturated liquid nitrous oxide [3, 4]</i>                                            |    |
| Bảng 4— Oxit nitơ.....                                                                                        | 6  |
| <i>Table 4—Nitrous oxide</i>                                                                                  |    |
| Bảng 5—Giới hạn nổ đối với một số loại khí dễ cháy điển hình với oxit nitơ trong điều kiện khí quyển 6        |    |
| <i>Table 5—Explosion limits for some typical flammable gases with nitrous oxide at atmospheric conditions</i> |    |
| Bảng 6—Trích từ Hướng dẫn đóng gói P200 [2] .....                                                             | 26 |
| <i>Table 6—Extract from Packing Instruction P200 [2]</i>                                                      |    |

**Hình****Figures**

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Hình 1—Ngưỡng lan truyền của oxit nitơ [9] .....                                            | 8  |
| <i>Figure 1—Propagation threshold for nitrous oxide [9]</i>                                 |    |
| Hình 2—Sơ đồ P&I của một bồn chứa cố định cách nhiệt chân không oxit nitơ điển hình.....    | 20 |
| <i>Figure 2—P&amp;I diagram of a typical nitrous oxide vacuum-insulated stationary tank</i> |    |
| Hình 3—Thể tích nạp an toàn cho các bồn tồn chứa oxit nitơ 22 bar .....                     | 27 |
| <i>Figure 3—Safe filling volumes for 22 bar nitrous oxide storage tanks</i>                 |    |

**Sửa đổi cho 081/16**  
**Amendments to 081/16**

| <b>Mục</b><br><b>Section</b> | <b>Thay đổi</b><br><b>Change</b>                                                                                                                       |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.2                          | Thông tin bổ sung về khả năng tương thích của vật liệu với oxit nitơ<br><i>Additional information on compatibility of materials with nitrous oxide</i> |
| 5.5                          | Làm rõ về việc vệ sinh<br><i>Clarification on cleaning</i>                                                                                             |
| 5.7                          | Thông tin thêm về việc tránh nhiệt độ cao<br><i>Further information on avoiding high temperatures</i>                                                  |
| 7.4.3                        | Mục bảo vệ chạy khô được mở rộng<br><i>Dry running protection section expanded</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

- Oxit nitơ ( $N_2O$  / Dinito monoxit) đã được sản xuất và phân phối bởi ngành khí công nghiệp trong nhiều năm. Nó chủ yếu được sử dụng cho các mục đích y tế (gây mê), đóng gói thực phẩm và công nghiệp điện tử.  
*Nitrous oxide ( $N_2O$ ) has been produced and distributed by the industrial gases industry for many years. It is mainly used for medical purposes (anaesthesia), food packaging, and electronic industries.*
- Các sự cố như phân hủy mạnh oxit nitơ và nổ bồn oxit nitơ đã xảy ra tại các cơ sở sản xuất, tồn chứa và phân phối. Ngoài ra, khí oxit nitơ ở nồng độ cao có thể gây ra các ảnh hưởng đến sức khỏe của nhân viên, điều này phải được ngăn chặn.  
*Incidents such as violent decomposition of nitrous oxide and the rupture of nitrous oxide tanks have occurred at production, storage, and distribution facilities. In addition, nitrous oxide gas in elevated concentrations can cause health effects in personnel, which shall be prevented.*
- Ấn phẩm này mô tả các thuộc tính và mối nguy của oxit nitơ. Trên cơ sở này, các nguyên tắc và chi tiết liên quan đến tồn chứa và phân phối an toàn oxit nitơ được xem xét. Hầu hết các sự cố nghiêm trọng đã xảy ra do không hiểu đầy đủ các thuộc tính của oxit nitơ.  
*This publication describes the properties and hazards of nitrous oxide. On this basis, the principles and relevant details of safe storage and distribution of nitrous oxide are considered. Most severe incidents have been caused by insufficient understanding of the properties of nitrous oxide.*
- Các yêu cầu pháp lý cho các ứng dụng y tế cũng phải được tuân thủ.  
*Regulatory requirements for medical applications shall also be followed.*

## 2. Phạm vi / Scope

- Ấn phẩm này đề cập đến việc sử dụng an toàn trong ngành khí công nghiệp và y tế cho việc thiết kế, kỹ thuật, xây dựng và vận hành oxit nitơ (dinito monoxit), tồn chứa và lắp đặt cung cấp. Các yêu cầu và khuyến nghị về thiết kế và lắp đặt trong ấn phẩm này chỉ áp dụng cho các công trình bắt đầu sau ngày xuất bản. Một số yêu cầu thiết kế và lắp đặt phải được xem xét cho các công trình hiện có, nơi được chỉ định trong ấn phẩm này. Các yêu cầu này phải được hoàn thành trong vòng 2 năm kể từ ngày xuất bản tiêu chuẩn này.  
*This publication addresses the safe use in the industrial and medical gases industry for the design, engineering, construction, and operation of nitrous oxide, storage, and supply installations. The design and installation requirements and recommendations included in this publication apply only to installations begun after the publication date. Some design and installation requirements shall be considered for existing installations where specified in this publication. These requirements shall be completed within 2 years of publication of this standard.*
- Nên xem xét các yêu cầu và khuyến nghị về vận hành cho các công trình hiện có. Ấn phẩm này không bao gồm việc sản xuất oxit nitơ hoặc các quy trình kiểm soát và phân tích chất lượng. Tham khảo AIGA 080, Thực hành An toàn cho Sản xuất Oxit nitơ từ Amoni Nitrat [1].<sup>1</sup>  
*Operational requirements and recommendations should be considered for existing installations. This publication does not cover the manufacturing of nitrous oxide or quality control and analysis procedures. Refer to AIGA 080, Safe Practices for the Production of Nitrous Oxide from Ammonium Nitrate [1].<sup>1</sup>*

## 3. Định nghĩa / Definitions

- Cho các mục đích của ấn phẩm này, các định nghĩa sau được áp dụng.  
*For the purposes of this publication, the following definitions apply.*

### 3.1. Thuật ngữ trong tài liệu / Publication terminology

#### 3.1.1. Phải / Shall

- Chỉ ra rằng quy trình là bắt buộc. Thuật ngữ này được sử dụng ở bất cứ nơi nào tiêu chí tuân thủ 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 là tùy chọn.

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

*Indicates that the procedure is optional.*

### 3.1.4. **Sẽ / Will**

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

### 3.1.5. **Có thể / Can**

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

## 3.2. Định nghĩa kỹ thuật / **Technical definitions**

### 3.2.1. **Người có thẩm quyền / Authorized person**

- Người được đào tạo và đủ năng lực, được phê duyệt hoặc giao nhiệm vụ thực hiện các loại công việc cụ thể hoặc có mặt tại một địa điểm cụ thể.  
*Trained and qualified person approved or assigned to perform specific types of duties or to be at a specific location.*

### 3.2.2. **Nhóm chai / Bundle (of cylinders)**

- Tập hợp các chai được gắn chặt với nhau và được nối với nhau bằng một ống góp và được vận chuyển như một đơn vị.  
*Assembly of cylinders that are fastened together and are interconnected by a manifold and transported as a unit.*

### 3.2.3. **Bình chứa siêu lạnh / Cryogenic receptacle**

- Bình chịu áp lực cách nhiệt có thể vận chuyển được dùng cho khí hóa lỏng siêu lạnh có dung tích không quá 1000 L (264 gal).  
*Transportable thermally insulated pressure receptacle for refrigerated liquid gas of a capacity of not more than 1000 L (264 gal).*

### 3.2.4. **Chai / Cylinder**

- Bình chứa áp có thể vận chuyển được với dung tích nước không quá 150 L (40 gal).  
*Transportable pressure receptacle of a water capacity not exceeding 150 L (40 gal).*

### 3.2.5. **Phân hủy / Decomposition**

- Sự phân tách một hợp chất hóa học thành các nguyên tố nhỏ hơn. Oxit nitơ phân tách thành các thành phần trong một phản ứng tỏa nhiệt; phản ứng này có thể được tăng tốc bởi sự thay đổi áp suất, nhiệt độ, đầu vào năng lượng, sự hiện diện của chất xúc tác hoặc tạp chất.  
*Separation of a chemical compound into smaller elements. Nitrous oxide separates into components in an exothermic reaction that can be accelerated by changes in pressure, temperature, energy inputs, presence of catalyser, or impurities.*

### 3.2.6. **Mức độ nạp / Filling degree**

- Tỷ lệ phần trăm thể tích khí hóa lỏng so với thể tích nước ở 15 °C (59 °F) có thể lấp đầy hoàn toàn một bình chứa áp suất hoặc bồn.  
*Percentage of the volume of liquefied gas to the volume of water at 15 °C (59 °F) that would completely fill a pressure receptacle or tank.*

### 3.2.7. **Tỷ lệ nạp / Filling ratio**

- Tỷ lệ khối lượng khí so với khối lượng nước ở 15 °C (59 °F) có thể lấp đầy hoàn toàn một bình chứa áp suất hoặc bồn.  
*Ratio of the mass of gas to the mass of water at 15 °C (59 °F) that would completely fill a pressure receptacle or tank.*

### 3.2.8. **Khí hóa lỏng / Liquefied gas**

- Khí mà khi được chiết nạp dưới áp suất để vận chuyển thì ở trạng thái lỏng một phần tại nhiệt độ trên -50 °C (-58°F).  
*Gas that when packaged under pressure for carriage is partially liquid at temperatures above -50 °C (-58°F).*

### 3.2.9. **Áp suất làm việc tối đa cho phép (MAWP) / Maximum allowable working pressure (MAWP)**

- Áp suất đồng hồ đo hiệu dụng tối đa cho phép ở đỉnh vỏ bồn đã nạp đầy trong vị trí vận hành, bao gồm áp suất hiệu dụng cao nhất trong quá trình nạp và xả.

*Maximum effective gauge pressure permissible at the top of the shell of a loaded tank in its operating position including the highest effective pressure during filling and discharge.*

**3.2.10. Nhiệt độ kim loại thiết kế tối thiểu (MDMT) / Minimum design metal temperature (MDMT)**

- Nhiệt độ thấp nhất mà tại đó một bình chứa áp suất được thiết kế để vận hành an toàn ở áp suất làm việc tối đa cho phép (MAWP).  
*Lowest temperature at which a pressure receptacle is designed to safely operate at maximum allowable working pressure (MAWP).*

**3.2.11. Cột áp hút dương thực (NPSH) / Net positive suction head (NPSH)**

- Tổng cột áp chất lỏng tại đầu vào của bơm cao hơn cột áp cân bằng.  
*Total head of liquid at the inlet to a pump above the equilibrium pressure head.*

**3.2.12. Tiềm năng oxy hóa / Oxipotential**

- Con số không thứ nguyên cho biết khả năng oxy hóa của một loại khí so với oxy tinh khiết. Giá trị tiềm năng oxy hóa của 100% oxy là 1,0 và của không khí là 0,21.  
*Dimensionless number that indicates the oxidizing power of a gas compared to pure oxygen. The oxipotential value of 100% oxygen is 1.0 and air is 0.21.*

**3.2.13. Áp suất / Pressure**

- Bar (psi) phải chỉ áp suất đồng hồ đo trừ khi có ghi chú khác – tức là bar, abs (psia) cho áp suất tuyệt đối và bar, dif (psid) cho áp suất chênh lệch.  
*Bar (psi) shall indicate gauge pressure unless otherwise noted – i.e., bar, abs (psia) for absolute pressure and bar, dif (psid) for differential pressure.*

**3.2.14. Bình chịu áp lực / Pressure receptacle**

- Thuật ngữ chung bao gồm bình chứa siêu lạnh, chai và nhóm chai.  
*Collective term that includes cryogenic receptacles, cylinders, and bundles.*

**3.2.15. Kỹ thuật viên oxit nitơ có kiến thức chuyên môn / Knowledgeable nitrous oxide technician**

- Người có kiến thức chuyên môn do được đào tạo, huấn luyện và kinh nghiệm, người biết các tính chất của oxit nitơ; quen thuộc với thiết bị dùng để tồn chứa, chuyển giao và sử dụng oxit nitơ; và hiểu các biện pháp phòng ngừa cần thiết để sử dụng thiết bị oxit nitơ một cách an toàn.  
*Person by reason of education, training, and experience that knows the properties of nitrous oxide; is familiar with the equipment used to store, transfer, and use nitrous oxide; and understands the precautions necessary to safely use nitrous oxide equipment.*

**3.2.16. Khí hóa lỏng lạnh / Refrigerated liquid gas**

- Khí mà khi được nạp để vận chuyển thì ở trạng thái lỏng một phần do nhiệt độ thấp.  
*Gas that when packaged for carriage is made partially liquid because of its low temperature.*

**3.2.17. Bồn cố định / Stationary tank**

- Bồn cách nhiệt hoặc không cách nhiệt tại một vị trí cố định có thể được nạp khí hóa lỏng hoặc khí hóa lỏng lạnh dưới áp suất cho mục đích tồn chứa.  
*Thermally insulated or non-insulated tank at a stationary place that can be filled with liquefied gas or refrigerated liquid gas under pressure for storage purposes.*

**3.2.18. Bồn / Tank**

- Thuật ngữ chung bao gồm bồn cố định và bồn vận chuyển.  
*Collective term that includes stationary tanks and transport tanks.*

**3.2.19. Bồn vận chuyển / Transport tank**

- Bồn cách nhiệt có thể vận chuyển được dùng cho khí hóa lỏng làm lạnh có dung tích hơn 450 L (118 gal).  
*Transportable thermally insulated tank for refrigerated liquid gas having a capacity of more than 450 L (118 gal).*

**4. Tính chất và mối nguy / Properties and hazards**

- Để nhận dạng và biết các tính chất của nitrous oxide, xem Bảng 1, 2 và 3.  
*For nitrous oxide identification and properties, see Tables 1, 2, and 3.*

**Bảng 1—Nhận dạng nitrous oxide**

Table 1—Identification of nitrous oxide

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Công thức hóa học<br><i>Chemical formula</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | N <sub>2</sub> O                                                                                                                                                            |
| Đồng nghĩa<br><i>Synonyms</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Khí cười, đinitơ monoxit<br><i>Laughing gas, dinitrogen monoxide</i>                                                                                                        |
| Số đăng ký CAS<br><i>CAS registry number</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 10024-97-2                                                                                                                                                                  |
| Số EC<br><i>EC number</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 233-032-0                                                                                                                                                                   |
| Số UN và tên vận chuyển<br><i>UN number and shipping name</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | UN 1070, Oxit nitơ <sup>1)</sup><br><i>UN 1070, Nitrous oxide <sup>1)</sup></i><br>UN 2201, Oxit nitơ, chất lỏng lạnh<br><i>UN 2201, Nitrous oxide, refrigerated liquid</i> |
| <sup>1)</sup> UN 1070, Oxit nitơ là một loại khí hóa lỏng. Theo Quy định mẫu của Liên Hợp Quốc (UN) về Vận chuyển Hàng hóa Nguy hiểm, đây là khí hóa lỏng áp suất cao vì nhiệt độ tới hạn của nó nằm trong khoảng từ – 50 °C đến 65 °C (–58 °F đến 149 °F) [2].<br><sup>1)</sup> UN 1070, Nitrous oxide is a liquefied gas. According to the United Nations (UN) Model Regulations for the Transport of Dangerous Goods, it is a high pressure liquefied gas because its critical temperature is between –50 °C and 65 °C (–58 °F and 149 °F) [2]. |                                                                                                                                                                             |

4.1. Tính chất và mối nguy vật lý / *Physical properties and hazards*

Bảng 2—Tính chất của nitrous oxide

Table 2—Properties of nitrous oxide

|                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Màu sắc, mùi, và vị:<br><i>Colour, odour, and taste:</i>                                                                                                          | Không màu, mùi ngọt, không vị<br><i>Colourless, sweet odour, tasteless</i>                                                                                                                                                                                               |                                    |
| Đặc tính:<br><i>Characteristics:</i>                                                                                                                              | Không cháy<br><i>Non-flammable</i><br>Duy trì sự cháy<br><i>Supports combustion</i><br>Khí oxy hóa<br><i>Oxidizing gas</i><br>Gây mê<br><i>Anaesthetic</i><br>Không ăn mòn<br><i>Non-corrosive</i><br>Không tạo axit trong nước<br><i>Does not form an acid in water</i> |                                    |
|                                                                                                                                                                   | Đơn vị SI<br><i>SI units</i>                                                                                                                                                                                                                                             | Đơn vị Hoa Kỳ<br><i>U.S. units</i> |
| Khối lượng phân tử<br><i>Molecular weight</i>                                                                                                                     | 44.01                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |
| Khối lượng riêng của khí ở điều kiện tham chiếu<br><i>Density of gas at reference conditions</i>                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
| 21.1 °C (70 °F) và 101.325 kPa, tuyệt đối (14.696 psia)<br><i>21.1 °C (70 °F) and 101.325 kPa, abs (14.696 psia)</i>                                              | 1.947 kg/m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.1146 lb/ft <sup>3</sup>          |
| 15 °C (59 °F) và 14.696 psia (101.325 kPa, tuyệt đối)<br><i>15 °C (59 °F) and 14.696 psia (101.325 kPa, abs)</i>                                                  | 1.88 kg/m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.1172 lb/ft <sup>3</sup>          |
| Khối lượng riêng của khí, ở –0 °C (32 °F) và 14.696 psia, (101.325 kPa, tuyệt đối)<br><i>Density of gas, at –0 °C (32 °F) and 14.696 psia, (101.325 kPa, abs)</i> | 1.977 kg/m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.123 lb/ft <sup>3</sup>           |
| Tỷ trọng riêng của khí so với không khí<br><i>Specific gravity of gas compared to air</i>                                                                         | 1.53                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |
| Khối lượng riêng của pha lỏng, ở áp suất 1 atmosphere (101.325 kPa)<br><i>Density of liquid, at 1 atmosphere pressure (101.325 kPa)</i>                           | 1227 kg/m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                   | 76.6 lb/ft <sup>3</sup>            |
| Nhiệt độ tới hạn<br><i>Critical temperature</i>                                                                                                                   | 36.5 °C                                                                                                                                                                                                                                                                  | 97.7 °F                            |
| Áp suất tới hạn<br><i>Critical pressure</i>                                                                                                                       | 71.45 bar                                                                                                                                                                                                                                                                | 1039 psi                           |
| Điểm sôi ở áp suất 1 atmosphere (1.013 bar)<br><i>Boiling point at 1 atmosphere pressure (1.013 bar)</i>                                                          | –88.3 °C                                                                                                                                                                                                                                                                 | –127 °F                            |
| Điểm nóng chảy của pha rắn ở 1 atmosphere (1.013 bar)<br><i>Melting point of solid at 1 atmosphere (1.013 bar)</i>                                                | –90.8 °C                                                                                                                                                                                                                                                                 | –131.5 °F                          |
| Nhiệt nóng chảy ở điểm nóng chảy                                                                                                                                  | 148.9 kJ/kg                                                                                                                                                                                                                                                              | 64 Btu/lb                          |

|                                                                                                                                                   |                |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| <i>Heat of fusion at melting point</i>                                                                                                            |                |                 |
| Nhiệt hóa hơi ở điểm sôi thông thường<br><i>Heat of vaporization at normal boiling point</i>                                                      | 376.3 kJ/kg    | 161.8 Btu/lb    |
| Áp suất điểm ba thể<br><i>Triple point pressure</i>                                                                                               | 8.78 bar, abs  | 12.7 psia       |
| Nhiệt độ điểm ba thể<br><i>Triple point temperature</i>                                                                                           | −90.8 °C       | −131.5 °F       |
| Nhiệt dung riêng, Cp, của khí ở 59 °F (15 °C) và 1 atm (101.325 kPa)<br><i>Heat capacity, Cp, of gas at 59 °F (15 °C) and 1 atm (101.325 kPa)</i> | 0.866 kJ/kg °C | 0.207 Btu/lb °F |
| Nhiệt dung riêng, Cv, của khí ở 59 °F (15 °C) và 1 atm (101.325 kPa)<br><i>Heat capacity, Cv, of gas at 59 °F (15 °C) and 1 atm (101.325 kPa)</i> | 0.665 kJ/kg °C | 0.159 Btu/lb °F |
| Độ hòa tan trong nước ở 25 °C (77 °F) tại áp suất khí quyển<br><i>Solubility in water at 25 °C (77 °F) at atmospheric pressure</i>                | 0.59 v/v       |                 |

**Bảng 3—Tính chất của nitrous oxide lỏng bão hòa [3, 4]***Table 3—Properties of saturated liquid nitrous oxide [3, 4]*

| Nhiệt độ<br>Temperature<br>°F | Nhiệt độ<br>Temperature<br>°C | Áp suất hơi<br>Vapour pressure<br>psia | Áp suất hơi<br>Vapour pressure<br>bar, abs | Tỉ trọng lỏng<br>Liquid density<br>lb/gal | Tỉ trọng lỏng<br>Liquid density<br>kg/L |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| −131.5                        | −90.82                        | 12.73                                  | 0.878                                      |                                           |                                         |
| −127.2                        | −88.47                        | 14.69                                  | 1.013                                      | 10.20                                     | 1.2228                                  |
| −110                          | −78.89                        | 26                                     | 1.793                                      | 10.36                                     | 1.241                                   |
| −90                           | −67.78                        | 46                                     | 3.172                                      | 10.02                                     | 1.201                                   |
| −70                           | −56.67                        | 73.98                                  | 5.102                                      | 9.69                                      | 1.161                                   |
| −50                           | −45.56                        | 111.97                                 | 7.722                                      | 9.26                                      | 1.110                                   |
| −30                           | −34.44                        | 166.95                                 | 11.514                                     | 8.95                                      | 1.073                                   |
| −10                           | −23.33                        | 239.93                                 | 16.547                                     | 8.65                                      | 1.036                                   |
| 10                            | −12.22                        | 334.9                                  | 23.097                                     | 8.18                                      | 0.980                                   |
| 32                            | 0                             | 453.7                                  | 31.290                                     | 7.54                                      | 0.904                                   |
| 50                            | 10                            | 589.85                                 | 40.679                                     | 6.99                                      | 0.838                                   |
| 59                            | 15                            | 654.24                                 | 45.120                                     | 6.83                                      | 0.818                                   |
| 70                            | 21.11                         | 759.8                                  | 52.400                                     | 6.22                                      | 0.745                                   |
| 97.5                          | 36.41                         | 1050.5                                 | 72.450                                     | 3.86                                      | 0.452                                   |

**4.1.1. Các mối nguy cụ thể / Specific hazards**

- Nhân viên thao tác với oxit nitơ nên được đào tạo về các mối nguy liên quan đến sản phẩm này. Có một số điều kiện mà trong đó có thể tồn tại nguy hiểm cho nhân viên và thiết bị. Các tiểu mục sau đây mô tả các điều kiện này và đưa ra các quy trình và hướng dẫn để ngăn chặn các điều kiện nguy hiểm phát triển.

*Personnel handling nitrous oxide should be trained in the hazards associated with this product. There are several conditions in which danger to personnel and equipment can exist. The following subsections describe these conditions and offers procedures and guidelines to prevent dangerous conditions from developing.*

**4.1.1.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ thấp lên vật liệu / Low temperature effects on materials**

- Ảnh hưởng của nhiệt độ thấp của oxit nitơ lỏng và hơi lên vật liệu trong hệ thống có thể là một mối nguy. Ở áp suất khí quyển, nhiệt độ của oxit nitơ lỏng là −88 °C (−127 °F) và nhiều vật liệu được sử dụng trong hệ thống ống mềm và đường ống có thể trở nên giòn và hỏng nếu chịu ứng suất cao. Vật liệu được sử dụng trong việc xây dựng hệ thống cung cấp oxit nitơ phải tương thích với oxit nitơ và các điều kiện nhiệt độ và áp suất gặp phải.

*The low temperature effect of nitrous oxide liquid and vapour on the materials in the system can create a hazard. At atmospheric pressure, the temperature of liquid nitrous oxide is −88 °C (−127 °F) and many materials used in hose and piping systems can become brittle and fail if highly stressed. Materials used in the construction of nitrous oxide supply systems shall be compatible with nitrous oxide and the temperature and pressure conditions encountered.*

- Hệ thống đường ống chịu nhiệt độ vận hành thấp hơn nhiệt độ môi trường có thể co lại. Phải có các điều chỉnh trong hệ thống đường ống và hệ thống hỗ trợ để bù đắp

cho những thay đổi về kích thước này. Ống đồng, thường được sử dụng, co lại khoảng 2,5 cm trên mỗi 30,5 m cho mỗi 55,6 °C (1 inch trên mỗi 100 feet cho mỗi 100 °F) giảm nhiệt độ.

*Piping systems subject to operating temperatures less than ambient can contract. Allowances shall be made in piping and support systems to compensate for these changes in dimensions. Copper tubing, which is commonly used, shrinks approximately 2.5 cm per 30.5 m for every 55.6 °C (1 in per 100 ft for every 100 °F) reduction in temperature.*

- Khi tiếp xúc với oxit nitơ lạnh, các vật liệu như cao su hoặc nhựa có thể trở nên giòn và có khả năng nổ mà không có dấu hiệu cảnh báo nào.

*Upon contact with cold nitrous oxide, materials such as rubber or plastics can become brittle and are likely to break without warning.*

#### 4.1.1.2. Lồng bị kẹt / Trapped liquid

- Oxit nitơ lỏng bị buộc phải chiếm một thể tích cố định (chẳng hạn như giữa hai van đóng hoặc điểm ngắt hoàn toàn) sẽ tăng áp suất khi nó ấm lên và giãn nở. Miễn là có không gian hơi trong thể tích nơi chất lỏng bị kẹt, áp suất tăng khoảng 62 kPa trên mỗi °C (5 psi trên mỗi °F). Khi thể tích trở nên đầy lỏng, áp suất thủy tĩnh tăng với tốc độ 10 550 kPa trên mỗi °C (850 psi trên mỗi °F). Khi nhiệt độ tiếp tục tăng, áp suất của chất lỏng bị kẹt có thể vượt quá khả năng chịu đựng của đường ống và các bộ phận. Điều này có thể gây ra nổ đường ống hoặc các bộ phận với khả năng gây thương tích hoặc thiệt hại tài sản. Vì lý do này, một thiết bị giảm áp (PRD) phải được lắp đặt giữa các thiết bị ngắt hoàn toàn.

*Liquid nitrous oxide that is forced to occupy a fixed volume (such as between two closed valves or positive shutoff points) increases in pressure as it warms and expands. As long as there is a vapour space within the volume where the liquid is trapped, the pressure increases approximately 62 kPa per °C (5 psi per °F). When the volume becomes liquid full, the hydrostatic pressure increases at a rate of 10 550 kPa per °C (850 psi per °F). As the temperature continues to increase, the pressure of the trapped liquid can exceed what the piping and components can withstand. This can cause the rupture of the piping or components with possible injury or property damage. For this reason, a pressure relief device (PRD) shall be installed between positive shutoff devices.*

#### 4.1.1.3. Nhân viên phơi nhiễm quá mức / Personnel overexposure

- Nếu một lượng oxit nitơ đủ lớn thoát ra môi trường làm việc thông qua rò rỉ hoặc xả khí, mức độ phơi nhiễm của nhân viên có thể vượt quá giới hạn phơi nhiễm nghề nghiệp (OELs) và gây ra mối nguy hiểm ẩn cho sức khỏe. Ngoài ra, oxit nitơ ở thể khí trong điều kiện khí quyển nặng hơn không khí 1,5 lần và do đó, có thể được tìm thấy ở nồng độ cao hơn tại các mức thấp hơn, có khả năng thay thế oxy trong không gian kín và gây ra mối nguy ngạt thở. Mức độ phơi nhiễm oxit nitơ cần được kiểm soát để giảm thiểu rủi ro về sức khỏe và an toàn cho nhân viên xuống mức chấp nhận được, tức là thấp hơn các OELs liên quan. Oxit nitơ ở thể khí không màu và có mùi ngọt. Hệ thống thông gió, nếu cần, nên được thiết kế để hút khí từ mức thấp nhất và cho phép không khí bổ sung đi vào ở điểm cao hơn.

*If sufficient amounts of nitrous oxide are released into the work environment via leaks or venting, personnel exposure levels can exceed occupational exposure limits (OELs) and present a potential risk to health. In addition, gaseous nitrous oxide under atmospheric conditions is 1.5 times heavier than air and therefore, can be found in greater concentrations at lower levels, potentially displacing oxygen in confined spaces and causing an asphyxiation hazard. Nitrous oxide exposure levels should be controlled so that the health and safety risks to personnel are minimised to acceptable levels, i.e., less than the relevant OELs. Nitrous oxide in the gaseous state is colourless and has a sweet odour. Ventilation systems, if required, should be designed to exhaust from the lowest level and allow make-up air to enter at a higher point.*

- Oxit nitơ lỏng tạo thành hỗn hợp lỏng và khí siêu lạnh khi xả ra áp suất khí quyển. Oxit nitơ lỏng hoặc hơi lạnh tiếp xúc với da hoặc miệng có thể gây đóng băng hoặc bỏng lạnh nghiêm trọng. Nếu bị bỏng lạnh, hãy tiến hành chăm sóc y tế. Không chà xát vùng bị ảnh hưởng. Ngâm vùng bị ảnh hưởng trong nước ấm (38 °C đến 41 °C [100 °F đến 105 °F]).

*Liquid nitrous oxide forms a mixture of extremely cold liquid and gas when discharged to atmospheric pressure. Nitrous oxide liquid or cold vapour that comes into contact with the skin or mouth can cause freezing or severe frostbite. If frostbite occurs, seek medical attention. Do not rub the area. Immerse in warm water (38 °C to 41 °C [100 °F to 105 °F]).*

- Oxit nitơ hóa lỏng, UN 1070, được thao tác trong các bình chứa ở áp suất 5070 kPa tại 21 °C (735 psi tại 70 °F). Oxit nitơ lỏng lạnh, UN 2201, được lưu trữ trong các bồn cách nhiệt ở áp suất dao động tại Hoa Kỳ và Canada từ 1792,6 kPa đến 2173,0

kPa (260 psi đến 315 psi) ở nhiệt độ -17,8 °C đến -12,2 °C (0 °F đến 10 °F) và ở Châu Âu từ 20 bar đến 25 bar ở nhiệt độ -20 °C đến -13 °C.

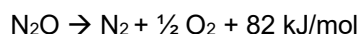
*Liquefied nitrous oxide, UN 1070, is handled in cylinders at a pressure of 5070 kPa at 21 °C (735 psi at 70 °F). Nitrous oxide refrigerated liquid, UN 2201, is stored in insulated tanks at pressures ranging in U.S and Canada from 260 to 315 psi at temperatures of 0 °F to 10 °F and in Europe 20 bar to 25 bar at temperatures of -20 °C to -13 °C.*

## 4.2. Tính chất hóa học và mối nguy / *Chemical properties and hazards*

### 4.2.1. Khả năng oxy hóa / *Oxidizing ability*

- Dưới tác dụng của nhiệt, oxit nitơ phân hủy thành các nguyên tố của nó một cách không thuận nghịch và tỏa nhiệt để tạo ra một hỗn hợp giàu oxy hơn không khí. Xem 4.3.2.

*Under the action of heat, nitrous oxide decomposes into its elements irreversibly and exothermally to produce a mixture that is richer in oxygen than air. See 4.3.2.*



- Là sản phẩm phụ của quá trình phân hủy oxit nitơ, các oxit nitơ độc hại có thể được hình thành.

*As by-products of nitrous oxide decomposition, toxic nitrogen oxides can be formed.*

- Sau khi phân hủy, oxit nitơ trở thành một khí oxy hóa với khả năng oxy hóa cao hơn không khí. Do đó, oxit nitơ được phân loại trong các tiêu chuẩn và các quy định là một khí oxy hóa, xem Bảng 4.

*After decomposition, nitrous oxide becomes an oxidizing gas with an oxipotential higher than that of air. Consequently, nitrous oxide is classified in standards and regulations as an oxidizing gas, see Table 4.*

**Bảng 4—Oxit nitơ**  
**Table 4—Nitrous oxide**

| Tài liệu tham khảo<br><i>Reference</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Số UN/Tên vận chuyển<br><i>UN number/Shipping name</i>                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Khuyến nghị của Liên Hợp Quốc về Vận chuyển Hàng hóa Nguy hiểm - Quy định mẫu [2]<br><i>United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods - Model Regulations [2]</i>                                                                                                                                                                      | Số UN 1070/Oxit nitơ<br><i>UN No. 1070/Nitrous oxide</i><br>Số UN 2201/Oxit nitơ, dạng lỏng lạnh<br><i>UN No. 2201/Nitrous oxide, refrigerated liquid</i> |
| ISO 10156 Chai khí - Khí và hỗn hợp khí – Xác định khả năng gây cháy và khả năng oxy hóa cho việc lựa chọn đầu ra van chai [5]<br><i>ISO 10156 Gas cylinders - Gases and gas mixtures – Determination of fire potential and oxidizing ability for the selection of cylinder valve outlets [5]</i>                                                           | Khả năng oxy hóa 0.6<br><i>Oxipotential 0.6</i>                                                                                                           |
| LƯU Ý Do khả năng oxy hóa của oxit nitơ, một mối nguy cháy có thể được tạo ra nếu khí tiếp xúc với khí dễ cháy hoặc chất dễ cháy khi có nguồn đánh lửa.<br><i>NOTE Due to the oxipotential of nitrous oxide, a fire hazard can be created if the gas comes in contact with flammable gases or combustible substances in presence of an ignition source.</i> |                                                                                                                                                           |

#### 4.2.1.1. Kim loại / *Metals*

- Chưa có báo cáo nào về việc kim loại bốc cháy khi tiếp xúc với oxit nitơ. Về lý thuyết, điều kiện duy nhất mà kim loại có thể cháy là sau khi oxit nitơ phân hủy.

*No burning of metals in contact with nitrous oxide has been reported. In theory, the only condition in which metals could burn is after nitrous oxide decomposition.*

#### 4.2.1.2. Phi kim / *Non-metals*

- Sự bốc cháy của các phi kim loại như nhựa, chất đàn hồi và vật liệu quần áo khi tiếp xúc với oxit nitơ có thể xảy ra do ảnh hưởng của nhiệt (ví dụ, được tạo ra bởi nén đoạn nhiệt) hoặc ngọn lửa.

*Ignition of non-metals such as plastics, elastomers, and clothing materials in contact with nitrous oxide is possible by the influence of heat (for example, generated by adiabatic compression) or flame.*

#### 4.2.1.3. Dầu và mỡ / *Oil and grease*

- Dầu và mỡ là những chất gây ô nhiễm không thể chấp nhận được trong hệ thống oxit nitơ và có thể tạo ra mối nguy cháy nghiêm trọng. Những đám cháy như vậy có thể bốc lên do nén đoạn nhiệt hoặc nhiệt độ cao, xem 4.3.3.

*Oil and grease are unacceptable contaminants in a nitrous oxide installation and can create a severe fire hazard. Such fires can be ignited due to adiabatic compression or high temperature, see 4.3.3.*

#### 4.2.1.4. Khí dễ cháy / Flammable gases

- Khí dễ cháy tạo thành hỗn hợp nổ với oxit nitơ, xem Bảng 5. Giới hạn nổ bị ảnh hưởng bởi các tính chất hóa học đặc trưng của oxit nitơ:

*Flammable gases form explosive mixtures with nitrous oxide, see Table 5. The explosion limits are influenced by the specific chemical properties of nitrous oxide:*

- Giới hạn nổ dưới của khí dễ cháy thấp hơn nhiều khi có oxit nitơ so với không khí hoặc oxy, vì nhiệt lượng tỏa ra do phân hủy oxit nitơ hỗ trợ quá trình đốt cháy các hỗn hợp nghèo chất cháy; và

*The lower explosion limit of flammable gases is much lower with nitrous oxide than with air or oxygen, since the heat release by decomposition of nitrous oxide supports the combustion of combustible-lean mixtures; and*

- Giới hạn nổ trên của khí dễ cháy cao hơn nhiều khi có oxit nitơ so với không khí, vì khả năng oxy hóa cao hơn của oxit nitơ hỗ trợ quá trình đốt cháy các hỗn hợp giàu chất cháy.

*The upper explosion limit of flammable gases is much higher with nitrous oxide than with air, since the higher oxipotential of nitrous oxide supports the combustion of combustible-rich mixtures.*

**Bảng 5—Giới hạn nổ của một số khí dễ cháy điển hình với oxit nitơ trong điều kiện khí quyển**  
**Table 5—Explosion limits for some typical flammable gases with nitrous oxide at atmospheric conditions**

|          | Giới hạn nổ dưới, phần trăm mol<br><i>Lower explosive limit, mole %</i> |                                                           |                                                                        | Giới hạn nổ trên, phần trăm mol<br><i>Upper explosive limit, mole %</i> |                                                           |                                            |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|          | trong không khí <sup>1)</sup><br><i>in air <sup>1)</sup></i>            | trong oxy <sup>2)</sup><br><i>in oxygen <sup>2)</sup></i> | trong oxit nitơ <sup>1)</sup><br><i>in nitrous oxide <sup>1)</sup></i> | trong không khí <sup>1)</sup><br><i>in air <sup>1)</sup></i>            | trong oxy <sup>2)</sup><br><i>in oxygen <sup>2)</sup></i> | trong oxit nitơ<br><i>in nitrous oxide</i> |
| Methane  | 4.4                                                                     | 5.15                                                      | 1.5                                                                    | 16.5                                                                    | 60.5                                                      | 49.5                                       |
| Propane  | 1.7                                                                     | 2.3                                                       | 0.7                                                                    | 10.9                                                                    | 52.0                                                      | 27                                         |
| Hydrogen | 4.1                                                                     | 4.0                                                       | 2.9                                                                    | 77                                                                      | 94.0                                                      | 82.5                                       |
| Ammonia  | 15.4                                                                    | 15                                                        | 4.4                                                                    | 33.6                                                                    | 79                                                        | 65                                         |

LƯU Ý—Các nguồn tài liệu khác có thể cung cấp các giá trị hơi khác nhau, nhưng kết luận chung là oxit nitơ có tính oxy hóa mạnh hơn không khí. Để biết các biện pháp phòng ngừa an toàn đối với khí dễ cháy, xem mục 5.11.  
*NOTE—Other literature sources can provide slightly different values, but the general conclusion is that nitrous oxide is more oxidizing than air. For safety precautions with respect to flammable gases, see 5.11.*

<sup>1)</sup> Chỉ thị 96/61/EC, Chỉ thị về Phòng ngừa và Kiểm soát Ô nhiễm Tích hợp [6].  
*Directive 96/61/EC, Integrated Pollution Prevention and Control Directive [6].*

<sup>2)</sup> Chỉ thị 2003/87/EC, Thiết lập một hệ thống giao dịch hạn ngạch phát thải khí nhà kính trong Cộng đồng và sửa đổi Chỉ thị của Hội đồng 96/61/EC [7].  
*Directive 2003/87/EC, Establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC [7].*

#### 4.2.2. Độ ổn định / Stability

- Trong điều kiện vận hành bình thường, oxit nitơ là một hợp chất ổn định ở cả trạng thái lỏng và khí. Oxit nitơ được phân loại là khí không cháy, với chất oxy hóa là phân loại phụ.

*Under normal operating conditions, nitrous oxide is a stable compound in both the liquid and gaseous states. Nitrous oxide is classified as a non-flammable gas, with oxidizer as a secondary classification.*

- Điều quan trọng đối với những người thao tác oxit nitơ là phải hiểu và tránh các nguồn gây phân hủy, đồng thời hiểu rõ trong điều kiện nào thì mặt phân hủy sẽ hoặc sẽ không lan truyền.

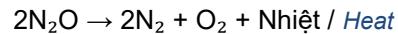
*It is important for those handling nitrous oxide to understand and avoid sources of decomposition and to understand at what conditions the decomposition front will or will not propagate.*

- Các sự cố và thí nghiệm đã cho thấy rằng khí nitơ oxit, do có năng lượng hình thành dương, có thể phân hủy theo phản ứng tỏa nhiệt. Phản ứng phân hủy này có thể tự duy trì và diễn ra một cách dữ dội. Tỷ lệ áp suất lý thuyết khi phân hủy – tức là áp suất cuối cùng so với áp suất ban đầu – có thể đạt tới mức 10:1 [8].

*Incidents and experiments have shown that nitrous oxide, as a result of its positive formation energy, can decompose exothermally. This decomposition reaction can be self-sustaining and*

*violent. The theoretical pressure ratio at decomposition, final pressure/initial pressure, can reach 10 to 1 [8].*

- Nếu thao tác không đúng cách, oxit nitơ có thể phân hủy không thể đảo ngược, và có khả năng gây nổ, tạo thành nitơ và oxy:  
*If improperly handled, nitrous oxide can decompose irreversibly, and potentially explosively, into nitrogen and oxygen:*



- Trong khí nitơ và oxy là sản phẩm chính từ quá trình phân hủy oxit nitơ, các oxit nitơ cao hơn (NO/NO<sub>2</sub>) cũng được tạo ra.  
*While nitrogen and oxygen are the primary products from nitrous oxide decomposition, the higher nitrogen oxides (NO/NO<sub>2</sub>) are also produced.*
- Phản ứng phân hủy của khí nitơ oxit (N<sub>2</sub>O) là phản ứng đồng thể và bậc một. Khi phân hủy, N<sub>2</sub>O giải phóng khoảng 800 Btu mỗi pound (tương đương 1860,8 kJ/kg). Quá trình phân hủy của N<sub>2</sub>O diễn ra hoàn toàn theo cơ chế nhiệt, trong khi mặt phản ứng cháy của hỗn hợp propan-không khí lại tiến triển nhờ sự kết hợp giữa cơ chế nhiệt và cơ chế chuỗi phản ứng. Tốc độ lan truyền của phản ứng phân hủy N<sub>2</sub>O chậm hơn khoảng 30 lần so với tốc độ lan truyền ngọn lửa của hỗn hợp propan-không khí, và phản ứng này tương đối dễ bị dập tắt. [8].  
*Decomposition of nitrous oxide is a homogeneous, first order reaction. Nitrous oxide releases 800 Btu/lb (1860.8 kJ/kg) upon decomposition. Nitrous oxide decomposition progresses as a purely thermal process, whereas a propane-air flame front proceeds by a combination of thermal and chain carrier processes. The propagation speed of nitrous oxide decomposition reaction is 30 times slower than the flame propagation speed for propane-air and the reaction is relatively easy to quench [8].*
- Oxit nitơ lỏng tương đối không nhạy cảm với tia lửa năng lượng cao hoặc sốc bên ngoài. Sự phân hủy của lỏng không thể được khởi xướng bằng dây nổ trong phòng thí nghiệm. Sự phân hủy hạn chế đã được gây ra trong lỏng bằng kíp nổ. Kết quả phòng thí nghiệm chỉ ra rằng oxit nitơ có thể được thao tác an toàn ở trạng thái lỏng, nhưng mối nguy phân hủy tồn tại ở trạng thái khí dưới áp suất và/hoặc nhiệt độ cao. Phản ứng có thể lan truyền qua hơi khi có mặt chất lỏng [8].  
*Liquid nitrous oxide is relatively insensitive to high energy sparks or external shocks. Decomposition of the liquid cannot be initiated by an exploding wire in the laboratory. Limited decomposition has been induced in the liquid by blasting caps. Laboratory results indicate that nitrous oxide can be safely handled in the liquid state, but decomposition hazards exist in the gaseous state at elevated pressure and/or temperature. The reaction can propagate through vapour with liquid present [8].*

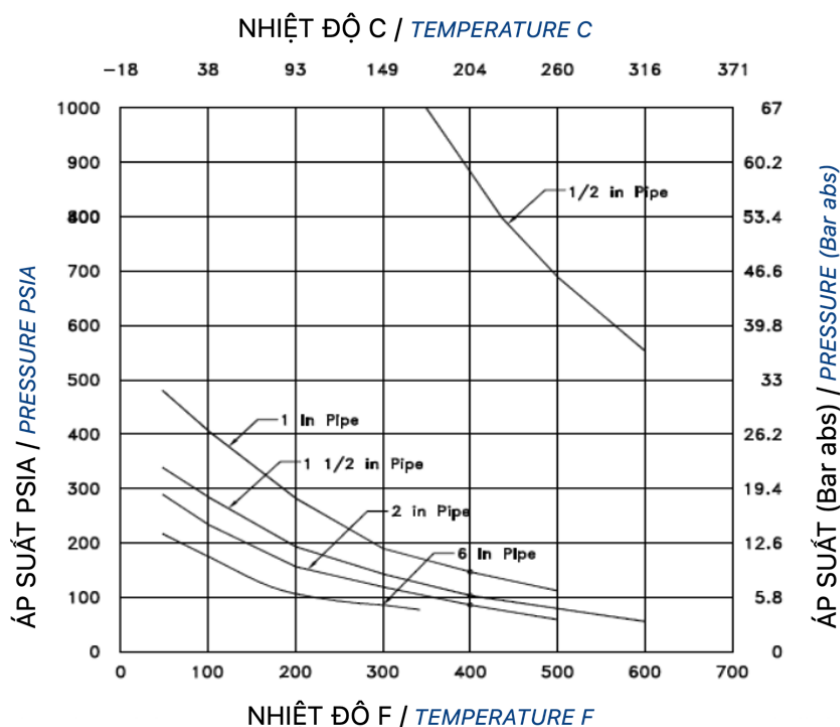
#### 4.2.3. Các nguồn gây phân hủy / *Decomposition sources*

- Tất cả những điều sau đây được biết là có thể khởi xướng sự phân hủy hơi oxit nitơ:  
*All of the following have been known to initiate nitrous oxide vapour decomposition:*
  - các nguồn phân hủy tại hiện trường:  
*field decomposition sources:*
    - phóng tĩnh điện  
*static discharge*
    - tia lửa (do tiếp xúc kim loại với kim loại)  
*spark (due to metal to metal contact)*
    - nhiệt do nén đoạn nhiệt  
*adiabatic heat of compression*
    - phản ứng hóa học tỏa nhiệt thứ cấp (do nhiễm bẩn)  
*secondary exothermic chemical reaction (due to contamination)*
    - hàn/hàn đồng  
*welding/brazing*
    - nhiệt tạo ra bởi bơm chạy khô  
*heat generated by a dry running pump*
    - bộ gia nhiệt điện ngâm  
*electric immersion heater*
    - va đập bên trong  
*internal impact*
    - nguồn nhiệt bên ngoài; và  
*external source of heat; and*

- các nguồn phân hủy trong phòng thí nghiệm:  
*laboratory decomposition sources:*
  - tia lửa điện  
*electric spark*
  - dây nổ  
*exploding wire*
  - dây nóng đỏ  
*glowing wire*
  - kíp nổ  
*blasting cap*
  - nhiệt do nén.  
*heat of compression.*

#### 4.2.3.1. Nhiệt độ và áp suất / *Temperature and pressure*

- Sự phân hủy oxit nitơ không lan truyền ở nhiệt độ và áp suất tương đối thấp, xem Hình 1. Ba kết quả có thể xảy ra sau khi một nguồn đánh lửa phân hủy đã được áp dụng vào một đường ống hoặc bình chứa hơi oxit nitơ. Theo thứ tự nhiệt độ và áp suất tăng dần, kết quả là:  
*Nitrous oxide decomposition will not propagate at relatively low temperatures and pressures, see Figure 1. Three outcomes are possible after a decomposition ignition source has been applied to a pipe or vessel containing nitrous oxide vapour. In order of progressively higher temperature and pressure, they are:*
  - không có gì xảy ra;  
*nothing happens;*
  - sự phân hủy được khởi động, nhưng phản ứng bị dập tắt (do dưới ngưỡng lan truyền); và  
*decomposition is initiated, but the reaction is quenched (below the propagation threshold); and*
  - sự phân hủy được khởi xướng và mặt phân hủy lan truyền qua đường ống hoặc bình (trên ngưỡng lan truyền).  
*decomposition is initiated and the decomposition front propagates through the pipe or vessel (above the propagation threshold).*
- Trong điều kiện khắc nghiệt, ví dụ 301 °C ở 354.6 kPa (575 °F ở 51.4 psi), hơi oxit nitơ có khả năng tự bốc cháy mà không cần nguồn phân hủy bên ngoài [8].  
*At extreme conditions, for example 301 °C at 354.6 kPa (575 °F at 51.4 psi), nitrous oxide vapour is capable of auto-ignition without an external decomposition source [8].*



Hình 1—Ngưỡng lan truyền của oxit nitơ [9]  
*Figure 1—Propagation threshold for nitrous oxide [9]*

#### 4.2.3.2. Hình dạng bình và đường ống / Vessel and pipe geometry

- Để sự phân hủy oxit nitơ lan truyền, nhiệt sinh ra từ phản ứng phải đủ để làm nóng phần tử khí chưa phản ứng tiếp theo đến nhiệt độ phân hủy. Nhiệt mất đi vào thành ống làm giảm khả năng lan truyền phản ứng. Các đường ống có đường kính nhỏ hơn có tỷ lệ diện tích bề mặt bên trong trên thể tích cao hơn. Do đó, trong các đường ống có đường kính nhỏ hơn, nhiều nhiệt hơn trên một đơn vị thể tích bị mất đi vào thành ống và cần nhiệt độ và áp suất cao hơn để mặt phân hủy lan truyền, xem Hình 1.

*In order for a nitrous oxide decomposition to propagate, the heat generated by the reaction has to be sufficient to heat the next element of unreacted gas to the decomposition temperature. Heat lost to pipe walls reduces the potential for propagating the reaction. Smaller diameter lines have a higher internal surface area to volume. Therefore, in smaller diameter pipes, more heat per unit volume is lost to the pipe walls and higher temperatures and pressures are required for a decomposition front to propagate, see Figure 1.*

#### 4.2.3.3. Ngưỡng lan truyền / Propagation threshold

- Khả năng xảy ra sự phân hủy nổ liên quan chặt chẽ hơn đến các đặc tính dập tắt (nhiệt độ, áp suất, hình dạng bình chứa) của hệ thống oxit nitơ so với năng lượng phân hủy ban đầu [9].

*The potential for an explosive decomposition to take place is more closely coupled to the quenching characteristics (temperature, pressure, container geometry) of the nitrous oxide system than with the initial decomposition energy [9].*

- Ngưỡng lan truyền thể hiện trong Hình 1 nên được coi là một giá trị gần đúng, nhưng có thể cung cấp cho người dùng một số chỉ dẫn, nếu họ đang thao tác oxit nitơ ở điều kiện lớn hơn hoặc nhỏ hơn ngưỡng lan truyền. Khi thao tác hơi oxit nitơ trong điều kiện mà phản ứng có thể lan truyền, phải cẩn thận để tránh mọi khả năng có nguồn phân hủy.

*The propagation threshold shown in Figure 1 should be considered as an approximation, but can give the user some indication, if they are handling nitrous oxide greater than or less than the propagation threshold. When handling nitrous oxide vapour under conditions at which the reaction can propagate, care shall be taken to avoid any possibility of a decomposition source.*

- Nên vận hành dưới ngưỡng lan truyền bằng cách kiểm soát áp suất, nhiệt độ hoặc kích thước đường ống.

*It is desirable to operate below the propagation threshold by controlling pressure, temperature, or line size.*

#### 4.2.3.4. Tạp chất / Impurities

- Khí trơ— Việc pha loãng hơi oxit nitơ bằng khí không cháy như heli hoặc nitơ làm tăng ngưỡng lan truyền. Trong một nghiên cứu, ngưỡng lan truyền của hơi tinh khiết ở 300 psi (2070 kPa) là khoảng 480 °F (250 °C). Việc bổ sung 20% thể tích nitơ đã nâng ngưỡng 300 psi (2070 kPa) lên 870 °F (465 °C) trong cùng một lò phản ứng với cùng một nguồn đánh lửa. Khi thêm 46% thể tích khí nitơ, phản ứng không thể được kích hoạt. [10].

*Inert gases—Dilution of nitrous oxide vapour with a non-flammable gas such as helium or nitrogen raises the propagation threshold. In one study, the propagation threshold of the pure vapour at 300 psi (2070 kPa) was approximately 480 °F (250 °C). Addition of 20 vol% nitrogen raised the 300 psi (2070 kPa) threshold to 870 °F (465 °C) in the same reactor with the same ignition source. It was not possible to obtain ignition with the addition of 46 vol% nitrogen [10].*

- Vật liệu dễ cháy — Bất kỳ vật liệu dễ cháy nào như dầu bôi trơn gốc hydrocarbon hoặc hỗn hợp dễ cháy đều có thể thúc đẩy phản ứng phân hủy dữ dội và làm giảm ngưỡng lan truyền. Một hỗn hợp dễ cháy có thể làm giảm ngưỡng lan truyền ngay cả khi nồng độ của nó nằm dưới giới hạn nổ dưới. Tất cả thiết bị có khả năng tiếp xúc với khí nitơ oxit phải được làm sạch theo tiêu chuẩn sử dụng với oxy, và các chất bôi trơn sử dụng phải tương thích với oxy.

*Combustible materials—Any combustible material such as hydrocarbon lubricants or flammable mixtures can promote violent decomposition and lower the propagation threshold. A flammable mixture can lower the propagation threshold even if present below the lower explosion limit. All equipment that can be in contact with nitrous oxide shall be cleaned for oxygen service and lubricants shall be oxygen compatible.*

#### 4.2.3.5. Bình chịu áp lực cỡ lớn / Large pressure vessels

- Hầu hết các sự cố phân hủy oxit nitơ đã xảy ra trong các bình chịu áp lực lớn như bồn tồn chứa hoặc bồn chứa hàng. Khi thể tích hơi và nhiệt độ tăng, nguy cơ phân ly tăng lên. Sự phân hủy có thể được khởi xướng bởi nhiều nguồn đánh lửa khác

nhau, xem 4.3.3. Sự phân hủy cũng có thể được khởi xướng bởi nhiệt bên ngoài (như hàn hoặc hàn đồng) trên bình hoặc đường ống của bình, hoặc nhiệt sinh ra bởi bơm chạy khô. Nếu được khởi xướng trong đường ống, mặt phản ứng có thể di chuyển qua đường ống và vào bình, nếu vận hành trên ngưỡng lan truyền. Khi mặt phản ứng đã ở bên trong bình, thực tế không có bộ tản nhiệt nào để dập tắt phản ứng. Vì 1.5 mol khí được tạo ra cho mỗi mol oxit nitơ bị phân hủy, oxit nitơ đang phân hủy nén và làm nóng oxit nitơ chưa phản ứng khi mặt phản ứng di chuyển vào bình. Cuối cùng, oxit nitơ chưa phản ứng đạt đến nhiệt độ và áp suất đủ cao để tự khởi xướng, dẫn đến một vụ nổ.

*Most nitrous oxide decomposition incidents have occurred in large pressure vessels such as storage tanks or cargo tanks. As the vapour volume and temperature increase, the risk of disassociation increases. Decomposition can be initiated by a variety of ignition sources, see 4.3.3. The decomposition can also be initiated by external heat (such as welding or brazing) on the vessel or vessel piping, or heat generated by a dry running pump. If initiated in the piping, the reaction front can travel through the piping and into the vessel, if operating above the propagation threshold. Once the reaction front is inside the vessel there is effectively no heat sink to quench the reaction. Since 1.5 moles of gas are created for each mole of decomposed nitrous oxide, the decomposing nitrous oxide compresses and heats the unreacted nitrous oxide as the reaction front moves into the vessel. Eventually, the unreacted nitrous oxide reaches a high enough temperature and pressure to auto-initiate, resulting in an explosion.*

– Các biện pháp an toàn bao gồm:

*Safety practices include:*

- Không hàn, hàn mềm, hoặc tạo hồ quang trên bất kỳ đường ống, chai, hoặc bình nào chứa oxit nitơ;  
*Do not weld, braze, or strike an arc on any pipe, cylinder, or vessel that contains nitrous oxide;*
- Van bi và các loại van mở nhanh khác nên được mở từ từ. Nhiệt độ cao do nén đoạn nhiệt có thể gây ra sự phân hủy oxit nitơ;  
*Ball valves and other quick opening valves should be opened slowly. High temperature caused by adiabatic compression could cause nitrous oxide decomposition;*
- Bơm chuyển oxit nitơ phải được trang bị khóa liên động để ngăn chặn chạy khô, xem 7.4.3;  
*Nitrous oxide transfer pumps shall be provided with an interlock to prevent dry running, see 7.4.3;*
- Đường ống nên vận hành dưới ngưỡng lan truyền, khi có thể (xem Hình 1). Sử dụng kích thước đường ống nhỏ nhất có thể;  
*Piping should operate below the propagation threshold, when possible (see Figure 1). Use the smallest practical line size;*  
LƯU Ý Kinh nghiệm chỉ ra rằng hầu hết các bình có đường kính lớn vận hành trên ngưỡng lan truyền đã được sử dụng an toàn, vì các biện pháp bảo vệ được ghi nhận trong ấn phẩm này đã được thực hiện (ví dụ, tránh các tác nhân khởi xướng phân hủy).  
*NOTE Experience has shown that most large diameter vessels operating greater than the propagation threshold have been used safely, because safeguards noted in this publication have been taken (for example, avoiding decomposition initiators).*
- Làm sạch tất cả các bề mặt tiếp xúc trực tiếp với oxit nitơ như đối với oxy, xem 5.5;  
*Clean all surfaces in direct contact with nitrous oxide as for oxygen, see 5.5;*
- Chất bôi trơn tương thích với oxy phải được sử dụng khi có khả năng tiếp xúc với oxit nitơ; và  
*Oxygen compatible lubricants shall be used when potentially in contact with nitrous oxide; and*
- Không được sử dụng các bộ gia nhiệt điện nhúng tiếp xúc trực tiếp. Yêu cầu này cũng áp dụng cho các cơ sở và thiết bị hiện có.  
*Direct contact electric immersion heaters shall not be used. This requirement also applies to existing facilities and equipment.*

### 4.3. Phơi nhiễm nghề nghiệp / Occupational exposure

- Các ảnh hưởng đến sức khỏe của khí nitơ oxit ( $N_2O$ ) chỉ được thảo luận đối với những nhân sự tham gia vào quá trình vận chuyển, chiết nạp và thao tác với khí  $N_2O$ . Tác dụng của  $N_2O$  khi được sử dụng như một sản phẩm y tế không nằm trong phạm vi xem xét.  
*The health effects of nitrous oxide are discussed only with regard to personnel who are involved in transport, filling, and handling of nitrous oxide. The effect of nitrous oxide as a medicinal product is*

*not considered.*

#### 4.3.1. **Phơi nhiễm ngắn hạn / Short-term exposure**

- Oxit nitơ ở trạng thái khí không màu và có mùi ngọt. Nồng độ cao của khí này trong không khí có thể đạt được nhanh chóng khi mất kiểm soát, ví dụ, qua rò rỉ và xả khí. Tác động sức khỏe ngắn hạn chủ yếu là tác dụng gây mê, bao gồm chóng mặt, buồn nôn, đau đầu và mất khả năng phối hợp. Ngoài ra, oxit nitơ dạng khí trong điều kiện khí quyển nặng hơn không khí 1.5 lần và có thể được tìm thấy ở nồng độ cao hơn ở các mức thấp; và do đó, nếu được phép thay thế oxy trong không gian kín, cũng có thể là một mối nguy gây ngạt thở.

*Nitrous oxide in the gaseous state is colourless and has a sweet odour. Elevated concentrations of this gas in the air can be reached quickly on loss of containment, for example, via leaks and venting. The short-term health effect is primarily the narcotic effect, which includes dizziness, nausea, headache, and loss of coordination. In addition, gaseous nitrous oxide under atmospheric conditions is 1.5 times heavier than air and can be found in greater concentrations at low levels; and therefore, if allowed to displace oxygen in a confined space, can also be an asphyxiation hazard.*

- Oxit nitơ lỏng hoặc hơi lạnh tiếp xúc với da hoặc miệng có thể gây đóng băng hoặc tê cóng. Nếu bị tê cóng, hãy tìm kiếm sự chăm sóc y tế. Không chà xát vùng bị ảnh hưởng; ngâm vào nước ấm (38 °C đến 41 °C [100 °F đến 105 °F]).

*Nitrous oxide liquid or cold vapour coming in contact with the skin or mouth can cause freezing or frostbite. If frostbite has occurred, obtain medical attention. Do not rub the area; immerse in warm water (38 °C to 41 °C [100 °F to 105 °F]).*

#### 4.3.2. **Phơi nhiễm dài hạn / Long-term exposure**

- Oxit nitơ có liên quan đến một số tác dụng phụ từ việc phơi nhiễm dài hạn. Tác dụng được chứng minh mạnh mẽ nhất là bệnh thần kinh. Các nghiên cứu cứu dịch tễ học cũng cho thấy tác dụng gây độc cho thai nhi và tỷ lệ sảy thai tự nhiên cao hơn ở nhân viên bị phơi nhiễm. Mặc dù chưa có mối quan hệ nhân quả nào được thiết lập chắc chắn, việc phơi nhiễm với khí này nên được giảm thiểu. Các quy định quốc gia quy định phạm vi phơi nhiễm trung bình theo thời gian 8 giờ (TWA) từ 25 ppm đến 100 ppm. Để biết thêm thông tin, xem bảng dữ liệu an toàn (SDS) của nhà cung cấp khí [12].

*Nitrous oxide has been associated with several side effects from long-term exposure. The most strongly substantiated effect is neuropathy. Epidemiological studies also suggest fetotoxic effects and higher incidents of spontaneous abortion in exposed personnel. Although no cause and effect relationship has been firmly established, exposure to the gas should be minimized. National regulations vary the 8-hour time-weighted average (TWA) exposure ranges from 25 ppm to 100 ppm. . For more information, see the gas supplier's safety data sheet (SDS) [12].*

#### 4.3.3. **Kiểm soát phơi nhiễm khí oxit nitơ tại nơi làm việc / Control of exposure to nitrous oxide gas in the workplace**

- Sự phơi nhiễm của nhân viên (ví dụ, người vận hành chiết nạp) với khí oxit nitơ nên được kiểm soát ở mức chấp nhận được (tức là, thấp hơn các OEL có liên quan). Các nguồn oxit nitơ có thể bao gồm:

*Personnel exposures (for example, filling operators) to nitrous oxide gas should be controlled to acceptable levels (i.e., less than the relevant OELs). Sources of nitrous oxide can include:*

- thiết bị chiết nạp không được bao bọc cho phép một lượng oxit nitơ thoát ra trước/sau khi chiết nạp;  
*uncontained filling equipment allowing some nitrous to be expelled before/after filling;*
- thiết bị rò rỉ, ví dụ, thiết bị chiết nạp;  
*leaking equipment, for example, filling equipment;*
- các chai rỗng xả ra không khí thay vì xả vào ống góp xả áp;  
*empty cylinders venting to the open air instead of to a blow-down manifold;*
- van không được đóng đủ chặt trên các chai rỗng và đầy để đảm bảo không rò rỉ sản phẩm; và  
*valves not closed sufficiently on empty and full cylinders to ensure no leakage of product;*  
*and*
- các đầu xả được đặt không đúng vị trí dẫn đến việc khí bị tái hấp thụ vào tòa nhà.  
*poorly positioned vents leading to re-entrainment of gas into the building.*

- Các biện pháp kiểm soát nên được áp dụng để ngăn oxit nitơ rò rỉ hoặc xả vào nơi làm việc. Các ví dụ bao gồm:

*Control measures should be in place to prevent nitrous oxide leaking or being vented into the workplace. Examples include:*

- xả các chai vào một hệ thống ống góp chuyên dụng (bao gồm khả năng làm sạch và hút chân không) được bao bọc và xả ra xa khu vực làm việc;  
*venting cylinders to a dedicated manifold rig (including purging and vacuum capabilities) that is contained and vented away from the work area;*
  - đảm bảo hệ thống chiết nạp được thiết kế để oxit nitơ không bị thải ra môi trường làm việc thông qua việc xả hoặc rò rỉ;  
*ensuring the filling system is designed so that nitrous oxide is not released into the work environment via venting or leaking;*
  - đặt các đầu xả bên ngoài các tòa nhà và cao hơn mức mái nhà;  
*locating vents outside buildings and above roof level;*
  - chương trình bảo trì phòng ngừa để ngăn ngừa rò rỉ; và  
*preventative maintenance programme to prevent leaks; and*
  - các quy trình vận hành bằng văn bản, ví dụ, đảm bảo các van chai rỗng được đóng trước khi vận chuyển chúng vào khu vực nạp.  
*written operating procedures, for example, ensuring empty cylinder valves are closed prior to transporting them into the filling area.*
- Nếu oxit nitơ được lưu trữ hoặc chiết nạp trong các phòng thông gió không đủ, một hệ thống giám sát khí nên được lắp đặt để theo dõi nồng độ oxit nitơ trong phòng.  
*If nitrous oxide is stored or filled in insufficiently ventilated rooms, a gas monitoring system should be installed in order to monitor the concentration of nitrous oxide in the room.*

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

- Lượng phát thải oxit nitơ từ sản xuất thương mại ước tính khoảng 6% tổng lượng phát thải [12].  
*The emission of nitrous oxide from commercial production is estimated to be approximately 6% of total emissions [12].*
- Ở một số nơi trên thế giới bao gồm một số quốc gia ở Châu Á, việc thải oxit nitơ ra khí quyển bị hạn chế bởi quy định.  
*In some parts of the world including some of the countries in Asia, the release of nitrous oxide to the atmosphere is restricted by regulation.*
- Tại Châu Âu, các quy định của Liên minh Châu Âu phải được áp dụng và các kỹ thuật tốt nhất hiện có cần được sử dụng để ngăn ngừa và giảm thiểu phát thải oxit nitơ [6, 7]. Chỉ thị Seveso III áp dụng cho oxit nitơ, nếu lượng có mặt tại một thời điểm trên địa điểm vượt quá các số lượng sau [13]:  
*In Europe, European Union regulations shall be applied and best available techniques need to be used to prevent and minimise nitrous oxide emissions [6, 7]. The Seveso III Directive applies to nitrous oxide, if the quantity present at one time on the site exceeds the following quantities [13]:*
  - Lớn hơn 50 tấn (55 tấn)—Yêu cầu thông báo về số lượng chất và chính sách phòng ngừa tai nạn lớn; và  
*Greater than 50 tonnes (55 tons)—A notification on the quantity of substance and a major accident prevention policy is required; and*
  - Lớn hơn 200 tấn (220 tấn)—Yêu cầu báo cáo an toàn chính thức.  
*Greater than 200 tonnes (220 tons)—An official safety report is required.*
- Tại Hoa Kỳ, các quy định của Đạo luật Kế hoạch Khẩn cấp và Quyền được Biết của Cộng đồng [EPCRA] (hoặc Đạo luật Sửa đổi và Tái ủy quyền Superfund [SARA] Tiêu đề III) Mục 311 và 312 áp dụng cho oxit nitơ, nếu lượng có mặt tại một thời điểm trên địa điểm vượt quá 10 000 lb [14].  
*In the United States, the Emergency Planning and Community Right to Know Act [EPCRA] (or Superfund Amendments and Reauthorization Act [SARA] Title III) Section 311 and 312 regulations apply to nitrous oxide, if the quantity that is present at one time on the site exceeds 10 000 lb [14].*

#### 4.5. An ninh / *Security*

- Oxit nitơ có vô số ứng dụng có lợi như một chất gây mê hoặc làm chất đẩy trong thực phẩm mà cuối cùng cải thiện chất lượng cuộc sống của con người. Khi bị lạm dụng, sử dụng sai mục đích hoặc xử lý không đúng cách, nó có thể gây hại cho con người, và có khả năng gây tử vong.  
*Nitrous oxide has a multitude of beneficial applications such as an anaesthetic or as a food propellant that ultimately improves the quality of people's lives. When misused, abused, or handled improperly it can harm people, and potentially cause death.*

- Cần triển khai các biện pháp an ninh nhằm giới hạn quyền tiếp cận khí nitơ oxit ( $N_2O$ ) chỉ dành cho những người có thẩm quyền. Để biết thêm chi tiết, tham khảo AIGA 003 – Hướng dẫn An ninh Khu vực [15] và EIGA 922 – Tiêu chuẩn An ninh Khu vực [16]. Vấn đề an ninh trở nên đặc biệt quan trọng vì khí  $N_2O$  thường bị lạm dụng qua đường hít. Việc lạm dụng này có thể dẫn đến ngạt thở hoặc các ảnh hưởng sức khỏe do phơi nhiễm lâu dài, như đã mô tả trong mục 4.4.2, do đó cần áp dụng các biện pháp kiểm soát nghiêm ngặt hơn để hạn chế tiếp cận và ngăn ngừa nguy cơ lạm dụng.  
*Security measures should be implemented to restrict access to nitrous oxide to authorized personnel only. For more details, see AIGA 003, Site Security Guidelines [15] and EIGA 922, Site Security Standard [16]. Security is an issue primarily because nitrous oxide is frequently subject to inhalation abuse. This abuse can result in asphyxiation or long-term exposure health effects, as described in 4.4.2, thereby requiring stricter methods to control access and potential abuse.*
- Để biết thêm hướng dẫn an ninh liên quan đến vận chuyển oxit nitơ và khách hàng đủ điều kiện mua oxit nitơ, xem AIGA 043, Hướng dẫn An ninh Vận chuyển cho Thành viên AIGA, AIGA 091, Hướng dẫn cho Khách hàng Đủ điều kiện Mua Khí Nén, EIGA Doc 913, Tiêu chuẩn An ninh Vận chuyển cho Ngành Khí Nén, và EIGA Doc 920, Tiêu chuẩn An ninh cho Khách hàng Đủ điều kiện Mua Khí Nén [17, 18, 19, 20].  
*For additional security guidance concerning transportation of nitrous oxide and qualifying customers purchasing nitrous oxide, see AIGA 043, Transport Security Guidance for AIGA Members, AIGA 091, Guidance for Qualifying Customers Purchasing Compressed Gases, EIGA Doc 913, Transportation Security Standard for the Compressed Gas Industry, and EIGA Doc 920, Security Standard for Qualifying Customers Purchasing Compressed Gases [17, 18, 19, 20].*
- Cần thiết lập một chính sách đối với việc bán khí oxit nitơ. Trước khi phê duyệt mua hàng và tiến hành giao hàng, phải thực hiện đánh giá kỹ lưỡng để đảm bảo rằng khách hàng có lý do hợp lệ khi mua  $N_2O$ . Đồng thời, phải duy trì hồ sơ theo dõi các lô hàng khí  $N_2O$ .  
*A policy for the sale of nitrous oxide shall be in place. It shall be ensured by a thorough review before the purchase is approved and the delivery is made that the customer has a valid reason to purchase nitrous oxide and that the tracking records for nitrous oxide shipments shall be maintained.*

## 5. Thiết bị và quy trình / *Equipment and procedures*

### 5.1. Nguyên tắc / *Principles*

- Thiết bị dùng để xử lý oxit nitơ phải được thiết kế, chế tạo và thử nghiệm phù hợp với các yêu cầu quy định tại 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 và cũng để giảm thiểu sự thải oxit nitơ.  
*The equipment used to handle nitrous oxide shall be designed, constructed, and tested in accordance with the regulatory requirements in the country in which the equipment is operated. The equipment shall be designed to withstand the maximum pressures and temperatures at which it is to be operated and also to minimise the release of nitrous oxide.*
- Do các đặc tính và mối nguy hiểm của oxit nitơ, phải xem xét để tránh các vật liệu dễ cháy và bất kỳ nguồn nhiệt không kiểm soát nào.  
*Because of the properties and hazards of nitrous oxide, consideration shall be given to avoid combustible materials and any uncontrolled heat input.*
- Các quy tắc chung được mô tả áp dụng cho các hệ thống oxit nitơ nơi áp suất nhỏ hơn 71.5 bar ở 36.45 °C (1051 psi ở 97.5 °F). Đối với áp suất cao hơn (tức là, ở trạng thái siêu tới hạn của oxit nitơ), các quy tắc được định nghĩa cho oxy tinh khiết liên quan đến khả năng tương thích vật liệu và lựa chọn thiết bị cũng nên được xem xét cho oxit nitơ. Xem AIGA 089, Bơm siêu lạnh Piston và Lắp đặt Bơm, khi áp dụng [21]. Các quy tắc về oxy cũng áp dụng cho hỗn hợp oxit nitơ và oxy bất kể áp suất riêng phần hoặc tỷ lệ phần trăm của oxit nitơ.  
*General rules described apply to nitrous oxide systems where the pressure is less than 71.5 bar at 36.45 °C (1051 psi at 97.5 °F). For higher pressures (i.e., in the supercritical state of nitrous oxide), rules defined for pure oxygen concerning material compatibility and equipment selection should be considered for nitrous oxide as well. See AIGA 089, Reciprocating Cryogenic Pumps and Pump Installation, when applicable [21]. The oxygen rules are also applicable to nitrous oxide and oxygen mixtures irrespective of the partial pressure or percentage of nitrous oxide.*

### 5.2. Khả năng tương thích của vật liệu với oxit nitơ / *Compatibility of materials with nitrous oxide*

- Oxit nitơ được phân loại là chất oxy hóa vì nó tạo ra oxy khi phân hủy, do đó các quy tắc lựa chọn vật liệu trong oxit nitơ thường dựa trên các quy tắc về khả năng tương thích với oxy. Do khả năng phản ứng của vật liệu với oxit nitơ và xem xét các đặc tính oxy hóa của nó, kim loại và phi kim phải được lựa chọn như sau.

Nitrous oxide is classified as an oxidizer because it forms oxygen when it decomposes, hence the rules for selecting materials in nitrous oxide are often based on the rules for oxygen compatibility. Due to possibility of reaction of materials with nitrous oxide and considering its oxidizing properties, metals and non-metals shall be selected as follows.

### 5.2.1. Kim loại / Metals

- Không có hạn chế nào về việc sử dụng các vật liệu kim loại thương mại thông thường cho các hệ thống oxit nitơ, xem 4.3.1.1. Chủ yếu thép carbon, thép mangan, thép crom molybden, thép không gỉ, đồng thau, đồng, hợp kim đồng và hợp kim nhôm được coi là phù hợp để sử dụng với oxit nitơ [3, 22]. Nhôm và hợp kim của nó không được sử dụng trong các bộ phận tiếp xúc với chất lỏng của bơm oxit nitơ.  
*There is no restriction regarding the use of common commercial metallic materials for nitrous oxide installations, see 4.3.1.1. Primarily carbon steel, manganese steel, chrome molybdenum steel, stainless steel, brass, copper, copper alloys and aluminium alloys are considered to be suitable for use with nitrous oxide [3, 22]. Aluminium and its alloys shall not be used in wetted parts of nitrous oxide pumps.*

### 5.2.2. Phi kim / Non-Metals

- Để biết các ví dụ về vật liệu phi kim loại có khả năng tương thích tốt nhất với các loại khí có điện thế oxy hóa cao, xem ISO 11114-2 Chai khí – Khả năng tương thích của vật liệu chai và van – Phần 2: Vật liệu phi kim loại [23]:  
*For examples of non-metallic materials exhibiting the best compatibility with gases having a high oxipotential, see ISO 11114-2 Gas cylinders – Compatibility of cylinder and valve materials – Part 2: Non-metallic materials [23]:*
- Các sản phẩm nhựa như polytetrafluoroethylene (PTFE), polychlorotrifluoroethylene (PCTFE), fluorinated ethylene propylene (FEP), polyether ether ketone (PEEK™), và ethylene propylene diene monomer (EPDM) đều được chấp nhận sử dụng. Các vật liệu khác như polyvinylchloride (PVC), polyvinylidene fluoride, polyamide (Nylon 66®), Vespel® SP21, và polypropylene có thể được sử dụng, nhưng cần cân nhắc đến nguy cơ cháy từ bên ngoài;  
*Plastic products such as polytetrafluoroethylene (PTFE), polychlorotrifluoroethylene (PCTFE), fluorinated ethylene propylene (FEP), polyether ether ketone (PEEK™), and ethylene propylene diene monomer (EPDM) are acceptable. Others such as polyvinylchloride (PVC), polyvinylidene fluoride, polyamide (Nylon 66®), Vespel® SP21, and polypropylene may be used taking into consideration the external fire risk;*
- Một số loại chất đàn hồi như Viton® hoặc Neoprene® được biết là bị trương nở trong oxit nitơ có áp suất và các loại không trương nở được ưu tiên khi trương nở có thể là một vấn đề;  
*Certain grades of elastomers such as Viton® or Neoprene® are known to swell in pressurised nitrous oxide and non-swelling grades are preferred when swelling can be an issue;*
- Vật liệu phi kim loại được sử dụng trong các ứng dụng hỗn hợp oxit nitơ/oxy áp suất cao (áp suất lớn hơn 30 bar (435 psi)) phải tuân thủ các yêu cầu cụ thể về mối nguy độc tính, xem AIGA 059, Các cân nhắc thiết kế để giảm thiểu các rủi ro độc tính tiềm ẩn khi sử dụng vật liệu phi kim loại trong hệ thống thở oxy áp suất cao [24]; và  
*Non-metallic materials to be used in high pressure (pressure greater than 30 bar (435 psi)) nitrous oxide/oxygen mixture applications shall conform to specific requirements considering toxicity risks, see AIGA 059, Design Considerations to Mitigate the Potential Risks of Toxicity When Using Non- Metallic Materials in High Pressure Oxygen Breathing Systems [24]; and*
- Chất bôi trơn tiếp xúc với oxit nitơ phải tương thích.  
*Lubricants in contact with nitrous oxide shall be compatible.*

### 5.3. Van / Valves

- Vật liệu cho van oxit nitơ áp suất cao như van chai phải được lựa chọn theo ISO 11114-1, Chai chứa khí – Khả năng tương thích của vật liệu chai và van với thành phần khí – Phần 1:  
*Materials for high pressure nitrous oxide valves such as cylinder valves shall be selected according to ISO 11114-1, Gas cylinders – Compatibility of cylinder and valve materials with gas content – Part 1:*
- Vật liệu kim loại và ISO 11114-2, và CGA V-9, Tiêu chuẩn Hiệp hội Khí nén cho Van chai khí nén [22, 23, 25]. Các kim loại thường được sử dụng là đồng thau, hợp kim đồng và thép cacbon. Các vật liệu phi kim loại được chấp nhận là các loại nhựa PTFE, PCTFE,

polyamit và cao su silicon đàn hồi.

*Metallic materials and ISO 11114-2, and CGA V-9, Compressed Gas Association Standard for Compressed Gas Cylinder Valves [22, 23, 25]. Commonly used metals are brass, copper alloys, and carbon steel. Acceptable non-metallic materials are the plastics PTFE, PCTFE, polyamides, and the elastomer silicon rubber.*

- Van cho oxit nitơ hóa lỏng làm lạnh phải đáp ứng các yêu cầu về thiết kế, thử nghiệm và ghi nhãn cho dịch vụ dự kiến. Xem ISO 21011, Bồn siêu lạnh – Van cho dịch vụ siêu lạnh [26]. Vật liệu kim loại và phi kim loại cho các loại van này phải vượt qua thử nghiệm về khả năng tương thích oxy như ISO 21010, Bồn siêu lạnh – Khả năng tương thích khí/vật liệu [27]. Van bị được sử dụng cho oxit nitơ hóa lỏng được khuyến nghị khoét lỗ hoặc thiết kế khác để giảm áp suất về phía bồn nhằm ngăn chặn chất lỏng bị kẹt bên trong bị.

*Valves for refrigerated liquefied nitrous oxide shall meet the requirements regarding design, testing, and marking for the intended service. See ISO 21011, Cryogenic vessels – Valves for cryogenic service [26]. Metallic and non-metallic materials for such valves shall have passed a test for oxygen compatibility such as ISO 21010, Cryogenic vessels – Gas/materials compatibility [27]. Ball valves used for liquefied nitrous oxide are recommended to be bored or otherwise designed for pressure relief towards the tank to prevent trapping liquid inside the ball.*

#### 5.4. Bộ lọc / Filters

- Bộ lọc hoặc lưới lọc, được sử dụng để giữ các hạt, phải được thiết kế có tính đến các tính chất oxy hóa tiềm năng của oxit nitơ (xem 5.2). Bộ lọc lưới hoặc lưới lọc làm từ hợp kim niken cao như Monel®, Inconel®, hợp kim niken 200, hoặc hợp kim đồng cao như đồng thau được ưu tiên do tăng khả năng chống cháy do chất oxy hóa. Bộ lọc lưới thép không gỉ đã được sử dụng thành công trong dịch vụ oxit nitơ mà không có báo cáo về sự cố cháy. Không dùng keo hoặc vật liệu dễ cháy tương tự nào được phép tiếp xúc với oxit nitơ ở áp suất lớn hơn 10 bar (145 psi).

*Filters or strainers, used to trap particles, shall be designed considering the potential oxidizing properties of nitrous oxide (see 5.2). Mesh filters or strainers made from high nickel alloys such as Monel®, Inconel®, nickel 200 alloys, or high copper alloys such as brass are preferred due to increased resistance to oxidizer fires. Stainless steel wire mesh filters have been successfully used in nitrous oxide service without report of incidents of combustion. No glue or similar combustible material shall come into contact with nitrous oxide at pressure greater than 10 bar (145 psi).*

- Không được cải tạo bộ lọc hoặc lưới lọc để biến chúng thành thiết bị chặn lửa bằng cách nhồi thêm len thép hoặc vật liệu tương tự vào bên trong. Len thép là vật liệu có thể cháy trong không khí và có thể góp phần thúc đẩy phản ứng phân hủy của khí oxit nitơ thay vì ngăn chặn nó. Yêu cầu này cũng áp dụng cho các cơ sở và thiết bị hiện có.

*Filters or strainers shall not be modified to make a flame arrestor by putting steel wool or similar packing into them. Steel wool is combustible in air and it could contribute towards propagating the decomposition of nitrous oxide rather than quenching it. This requirement also applies to existing facilities and equipment.*

- Oxit nitơ dạng lỏng cần được lọc càng mịn càng tốt. Kích thước lỗ lọc là sự cân bằng giữa mức sụt áp cho phép, không gian lắp đặt sẵn có, và khối lượng nhiệt chấp nhận được của thân bộ lọc (xem AIGA 089 [21]).

*Liquid nitrous oxide should be filtered as fine as possible. Hole size of the filter is a compromise between allowable pressure drop, space available, and acceptable thermal mass of the filter body, see AIGA 089 [21].*

- Oxit nitơ dạng khí nên được lọc bằng các kích thước lưới lọc mesh từ 30 đến 100, tương ứng xấp xỉ với khả năng giữ hạt có kích thước từ 500 micromet đến 150 micromet, xem AIGA 021 Hệ thống đường ống oxy và đường ống [28].

*Gaseous nitrous oxide should be filtered using mesh sizes between 30 and 100 corresponding approximately to a 500 micron to 150 micron particle size capture, see AIGA 021 Oxygen pipeline and pipeline systems [28].*

#### 5.5. Làm sạch hệ thống lắp đặt / Cleaning of installation

- Mọi thiết bị và hệ thống được thiết kế để lưu trữ và sang chiết oxit nitơ phải được làm sạch theo tiêu chuẩn sử dụng với oxy, theo hướng dẫn AIGA 012 – *Làm sạch thiết bị dùng cho oxy* hoặc tiêu chuẩn ISO 23208 – *Bồn siêu lạnh: Yêu cầu về độ sạch cho dùng cho siêu lạnh* [29, 30]. Ngoại trừ trường hợp riêng, lượng tạp chất tối đa (dầu, mỡ, vật liệu hữu cơ) trong hệ thống không được vượt quá 500 mg/m<sup>2</sup> (50 mg/ft<sup>2</sup>). Không được chấp nhận các hạt nhìn thấy được, các dạng sợi, hoặc giọt nước..

*Any equipment and installation designed for storage and transfer of nitrous oxide service shall be clean for oxygen service according to AIGA 012, Cleaning of Equipment for Oxygen Service or ISO 23208, Cryogenic vessels – Cleanliness for cryogenic service [29, 30]. With the exception that the maximum quantities of foreign matter (oil, grease, organic materials) in the installation shall not*

*exceed 500 mg/m<sup>2</sup> (50 mg/ft<sup>2</sup>). Visible particles, fibres, or drops of water shall not be accepted.*

LƯU Ý: Oxit nitơ hiệu quả trong việc thúc đẩy sự bắt lửa xấp xỉ 44% so với oxy tinh khiết. Vì lý do này, mức lượng tối đa 500 mg/m<sup>2</sup> (50 mg/ft<sup>2</sup>) là phù hợp.

NOTE: Nitrous oxide is approximately 44% as effective in promoting ignition as pure oxygen. For this reason, the maximum quantity level of 500 mg/m<sup>2</sup> (50 mg/ft<sup>2</sup>) is appropriate.

- Khi cần chuyển đổi sản phẩm chứa của thiết bị từ bất kỳ loại khí nào sang oxit nitơ, các quy tắc tương tự áp dụng cho việc làm sạch. Bình chịu áp phải được làm sạch bằng quy trình thích hợp khi thay đổi sang dùng cho oxit nitơ. Đối với chai, xem ISO 11621, Chai chứa khí – Quy trình thay đổi khí chứa hoặc CGA C-10, Hướng dẫn chuẩn bị chai và ống chứa khí và chuyển đổi khí [31, 32].

*Where it is necessary to change the product service of equipment from any gas to nitrous oxide, the same rules apply for cleaning. Pressure receptacles that are to be changed to nitrous oxide service shall be cleaned using an appropriate procedure. For cylinders, see ISO 11621, Gas cylinders—Procedures for change of gas service or CGA C-10, Guideline to Prepare Cylinders and Tubes for Gas Service and Changes in Gas Service [31, 32].*

- Các bề mặt tiếp xúc với oxit nitơ phải không có tất cả các hạt dễ cháy, dầu và mỡ có thể đã được đưa vào hệ thống trong quá trình thi công, chế tạo hoặc bảo trì. Thiết bị phải sạch, như đối với oxy, và nếu cần làm sạch, nên sử dụng chất tẩy rửa hoặc chất làm sạch phù hợp không chứa các hạt phi kim loại và kim loại.

*The surfaces that come into contact with nitrous oxide shall be free of all combustible particles and oil and grease that could have been introduced into the system during its construction, fabrication, or maintenance. The equipment shall be clean, as for oxygen service, and if cleaning is needed, detergents or suitable cleaning agents that are free from non-metallic and metallic particles should be used.*

## 5.6. Ngăn ngừa ô nhiễm / *Prevention of contamination*

- Ống mềm và các kết nối nạp hoặc các bộ phận thiết bị khác không được kết nối liên tục phải được bảo vệ chống lại sự xâm nhập của bụi bẩn và độ ẩm bằng nắp và/hoặc đai ốc, khi không sử dụng.

*Hoses and filling connections or other pieces of equipment that are not continually connected shall be protected against the ingress of dirt and moisture by caps and/or nuts, when not in use.*

## 5.7. Tránh nhiệt độ cao / *Avoiding high temperatures*

- Phải tránh nhiệt độ cao để giảm khả năng phân hủy nổ của oxit nitơ. Hình 1 đưa ra nhiệt độ mà sự phân hủy có thể lan truyền tùy thuộc vào đường kính ống và áp suất. Các mối tương quan này dựa trên dữ liệu thực nghiệm hạn chế và do đó, biên độ an toàn phải được xem xét [9].

*High temperatures shall be avoided to reduce the likelihood of an explosive decomposition of nitrous oxide. Figure 1 gives the temperature at which decomposition can propagate depending on pipe diameter and pressure. These correlations are based on limited experimental data and consequently, safety margins shall be considered [9].*

- Thiết bị sưởi điện tiếp xúc trực tiếp với oxit nitơ bị cấm. Yêu cầu này cũng áp dụng cho các cơ sở/thiết bị hiện có. Chỉ các thiết bị sưởi điện gián tiếp có bộ điều khiển an toàn nhiệt độ để ngăn nhiệt độ vượt quá 150 °C (300 °F) mới được phép. Khuyến nghị sử dụng thiết bị sưởi dạng bể nước, hơi nước áp suất thấp hoặc các thiết bị tự giới hạn nhiệt độ khác.

*Electric heating devices in direct contact with nitrous oxide are prohibited. This requirement also applies to existing facilities/equipment. Only indirect electric heaters with temperature safety controls to prevent exceeding 150 °C (300 °F) are allowed. Water bath heaters, low pressure steam, or other temperature self-limiting devices are recommended.*

- Tất cả các máy bơm, máy nén hoặc thiết bị khác có các bộ phận quay hoặc trượt phải được bảo vệ bằng bộ điều khiển tự động chống mất môi và nhiệt độ hoạt động quá mức. Yêu cầu này cũng áp dụng cho các cơ sở và thiết bị hiện có. Máy bơm không được phép hoạt động khi không có dòng chảy hoặc mất môi. Một số sự cố nghiêm trọng đã được cho là do thiết bị quá nhiệt. Xem 7.4.3;

*All pumps, compressors, or other equipment with rotating or sliding components shall be protected by automatic controls against loss of prime and excessive operating temperatures. This requirement also applies to existing facilities and equipment. Pumps shall not be allowed to operate with no flow or loss of prime. A number of serious incidents have been attributed to overheated equipment. See 7.4.3;*

- Máy bơm chuyển chất lỏng nên được lắp đặt với đường hút ngập và kết nối đường hồi lưu tái chế về đáy bồn để giúp dập tắt phản ứng phân hủy trong quá trình khởi động; *Liquid transfer pumps should be installed with a flooded suction line and a recycle line return connection to the bottom of the tank to help quench a decomposition reaction during start-up;*
- Việc phân tích mối nguy quá trình (PHA) nên tập trung vào việc ngăn chặn sự khởi đầu

của phản ứng phân hủy cũng như giảm thiểu khả năng lan truyền (xem Hình 1);  
Process hazard analysis (PHA) should focus on prevention of initiation of a decomposition reaction as well as minimizing the possibility of propagation (see Figure 1);

- Trong lịch sử, lưới lọc đã được bao gồm trong một số hệ thống bơm với mục đích dập tắt sự lan truyền tiềm năng nhưng không nên được coi là một biện pháp bảo vệ đầy đủ;  
Historically, strainers have been included in some pump systems with the aim of quenching potential propagation but should not be considered a sufficient safeguard;

**CẢNH BÁO:** Không được thực hiện công việc nóng trên bất kỳ thiết bị nào chứa oxit nitơ. Tất cả thiết bị phải được xả sạch bằng khí trơ hoặc không khí trước khi thực hiện công việc nóng. Lưu ý rằng dẫn nhiệt từ các khu vực làm việc nóng có thể di chuyển đến đường ống chứa oxit nitơ và dẫn đến cháy hoặc nổ.

**WARNING:** Hot work shall not be performed on any equipment containing nitrous oxide. All equipment shall be purged with an inert gas or air prior to hot work. Be aware that thermal conduction from hot work areas can migrate to piping containing nitrous oxide and lead to an explosion or fire.

- Hệ thống lắp đặt khí y tế có thể yêu cầu xả sạch bằng khí được chứng nhận y tế theo một số quy định địa phương trong mọi công việc nóng để ngăn sự hình thành oxit;  
Medical installations could require purging with medically certified gases per some local regulations during any hot work to prevent the formation of oxides;
- Không nên thực hiện công việc nóng trong phạm vi 1 m (3 ft) gần một đoạn đường ống vẫn còn chứa oxit nitơ. Công việc nóng gần hệ thống lắp đặt oxit nitơ cũng có thể yêu cầu loại bỏ oxit nitơ và xả sạch, tùy thuộc vào các mối nguy và loại công việc. Công việc như vậy phải yêu cầu giấy phép làm việc được cấp theo tất cả các yêu cầu của quy định và nhà cung cấp, xem AIGA 011 Hệ thống giấy phép làm việc [33];  
Hot work should not be performed within 1 m (3 ft) of a section of piping that still contains nitrous oxide. Hot work close to a nitrous oxide installation can also require removal of nitrous oxide and purging, depending on the risks and type of work. Such work shall require a work permit issued in accordance with all regulatory and supplier requirements, see AIGA 011 Work Permit Systems [33];
- Không được sử dụng nhiệt từ ngọn lửa hở hoặc súng thổi khí nóng lên bất kỳ bộ phận nào của hệ thống oxit nitơ để rã đông, tháo khớp nối ren, hoặc để tăng áp suất trong bình chứa. Tuy nhiên, súng thổi khí nóng có thể được sử dụng khi hệ thống đang ở áp suất khí quyển. Việc sử dụng nước như một tác nhân làm ẩm là chấp nhận được;  
Heat from an open flame or a hot air gun shall not be applied to any part of a nitrous oxide installation for de-icing, releasing threaded couplings, or for increasing pressure in cylinders. However, hot air guns are acceptable when systems are at atmospheric pressure. Use of water as a warming agent is acceptable;
- Lưu lượng kế khối lượng nhiệt không được sử dụng do có bộ phận gia nhiệt bên trong, trừ khi có đánh giá rủi ro để đảm bảo không có mối nguy phân hủy nhiệt. Một ứng dụng là sử dụng lưu lượng kế khối lượng để đo lượng phát thải ra khí quyển qua các ống thông hơi;  
Thermal mass flowmeters shall not be used due to the internal heater element, unless a risk assessment is carried out to ensure that there is no risk of thermal decomposition. One application is the use of mass flowmeters to measure any emissions to atmosphere through vents;
- Các hệ thống lắp đặt oxit nitơ phải được nối đất theo các yêu cầu quy định của địa phương. Tham khảo Chỉ thị 2014/34/EU, Thiết bị và hệ thống bảo vệ để sử dụng trong môi trường có khả năng gây nổ (ATEX) ở Châu Âu, NFPA 70®, National Electrical Code® ở Hoa Kỳ, hoặc CSA C22.1, Canadian Electrical Code ở Canada trước khi sử dụng để tiêu tán mọi điện tích tĩnh điện [34, 35, 36]; và  
Nitrous oxide installations shall be grounded in accordance with local regulatory requirements. See Directive 2014/34/EU, Equipment and protective systems for use in potentially explosive atmospheres (ATEX) in Europe, NFPA 70®, National Electrical Code® in the United States, or CSA C22.1, Canadian Electrical Code in Canada before use in order to dissipate any electrostatic charges [34, 35, 36]; and
- Lưới lọc hoặc bộ lọc phải được bố trí để tránh sự di chuyển của các hạt bên trong các thiết bị cụ thể (ví dụ: máy nén, máy bơm).  
Strainers or filters shall be located in order to avoid migration of particles within specific devices (for example, compressor, pump).

- Van bi và các loại van mở nhanh khác nên được mở từ từ. Nhiệt độ cao do nén đoạn nhiệt có thể cung cấp nguồn gây cháy dẫn đến sự phân hủy nhanh của oxit nitơ (Xem 4.3.3.5).  
Ball valves and other quick opening valves should be opened slowly. The high temperature caused by adiabatic compression can provide an ignition source that could lead to the rapid decomposition of nitrous oxide (See 4.3.3.5).

### 5.8. Hạn chế tốc độ dòng chảy / *Restriction of flow velocity*

- Dòng chảy của oxit nitơ có thể gây ra hiện tượng gia nhiệt cục bộ của vật liệu do va chạm của các hạt hoặc ma sát dòng chảy, đặc biệt tại các khu vực có khe hẹp. Nhiệt lượng này có thể kích hoạt phản ứng phân hủy hoặc cháy cục bộ nếu nhiệt độ phân hủy của vật liệu tiếp xúc với oxit nitơ bị vượt quá. Do đó, cần giới hạn tốc độ dòng chảy của oxit nitơ để tránh đạt đến mức nhiệt độ này.

*Nitrous oxide flow can cause localized heating of a material by particle impact or flow friction, particularly in areas with narrow passages. This heat can initiate a local decomposition/combustion if the decomposition temperature of the material in contact with nitrous oxide is reached. Therefore, the nitrous oxide velocity should be limited to avoid this temperature being achieved.*

- Khi thiết kế hoặc sửa đổi một hệ thống lắp đặt, một hướng dẫn mang tính thận trọng là sử dụng các giới hạn tốc độ được xác định cho oxy, xem AIGA 021 [28].

*When designing or modifying an installation, a conservative guide would be to use the velocity limits that are defined for oxygen, see AIGA 021 [28].*

### 5.9. Quy trình vận hành / *Operating procedures*

- Giống như bất kỳ hoạt động nào liên quan đến một chất nguy hiểm, phải chuẩn bị các quy trình vận hành bằng văn bản. Nhân sự phải được đào tạo về các quy trình này.

*As with any operation associated with a hazardous substance, written operating procedures shall be prepared. Personnel shall be trained in these procedures.*

- Ban quản lý phải đảm bảo nhân sự hiểu rằng thiết bị phải được vận hành trong các thông số thiết kế của nó, để không gây mối nguy cho nhân sự hoặc hư hỏng thiết bị hoặc môi trường.

*Management shall ensure personnel understand that the equipment has to be operated within its design parameters, so as not to cause a hazard to personnel or damage to the equipment or environment.*

- Trong các quy trình này phải có một tuyên bố để chỉ ra rằng không bộ phận nào của hệ thống lắp đặt được gia nhiệt cao hơn nhiệt độ vận hành bình thường, xem Hình 1.

*Included in these procedures shall be a statement to indicate that no part of the installation shall be heated higher than the normal operating temperature, see Figure 1.*

### 5.10. Quy trình bảo trì / *Maintenance procedures*

- Thiết bị oxit nitơ phải được bảo trì bởi nhân sự có trình độ và được đào tạo một cách thường xuyên, có kiểm soát và an toàn theo các quy trình bằng văn bản.

*Nitrous oxide equipment shall be maintained by qualified and trained personnel in a routine, controlled, and safe manner following written procedures.*

- Không được tiến hành thực hiện các sửa đổi đối với hệ thống lắp đặt oxit nitơ hoặc công việc bảo trì không thường xuyên nếu không có đánh giá rủi ro, điều này có thể dẫn đến quản lý thay đổi và yêu cầu giấy phép làm việc. Xem AIGA 011 và AIGA 010, *Quản lý sự thay đổi* [33, 37].

*Modifications to a nitrous oxide installation or non-routine maintenance work shall not be made without a risk assessment, which may result in a management of change and requirement for a work permit. See AIGA 011 and AIGA 010, Management of Change [33, 37].*

- Phải xem xét để đảm bảo rằng độ sạch của hệ thống được duy trì và các phụ tùng thay thế cũng như chất bôi trơn tiếp xúc với oxit nitơ phải tương thích với oxit nitơ.

*Consideration shall be given to ensuring that the cleanliness of the system is maintained and that spare parts and lubricants that come in contact with nitrous oxide are compatible with nitrous oxide.*

- Thiết bị áp lực phải được giảm áp trước mọi hoạt động bảo trì hoặc sửa chữa. Nếu thực hiện hàn hoặc các công việc nóng khác, hệ thống phải được súc rửa bằng khí nén hoặc khí trơ. Để biết thông tin về công việc nóng, xem 5.7.

*Pressure equipment shall be depressurised prior to any maintenance or repair. If welding or other hot work is to be performed, the system shall be purged with air or inert gas. For information on hot work, see 5.7.*

### 5.11. Cách ly khỏi khí dễ cháy / *Isolation from flammable gases*

- Để đảm bảo không có mối nguy trộn lẫn vô ý oxit nitơ với khí hoặc lỏng dễ cháy, thiết bị oxit nitơ và bình chịu áp lực phải được dành riêng cho dịch vụ oxit nitơ. Thay đổi dịch vụ của các thiết bị khác phải yêu cầu một quy trình sử dụng ISO 11621 hoặc CGA C-10 [31, 32]. Các chai và ống có thể được chuyển đổi sang dịch vụ khí khác theo ISO 11621 hoặc CGA C-10 [31].

*To ensure that there is no hazard of inadvertent mixing of nitrous oxide with flammable gases or liquids, nitrous oxide equipment and pressure receptacles shall be dedicated to nitrous oxide service.*

*Change of service of other equipment shall require a procedure using ISO 11621 or CGA C-10 [31, 32]. Cylinders and tubes may be converted to another gas service in accordance with ISO 11621 or CGA C-10 [31].*

- Trường hợp oxit nitơ phải được trộn với các khí khác, phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa để đảm bảo không có khí dễ cháy nào bị trộn lẫn một cách vô ý với oxit nitơ, xem AIGA 047, *Chuẩn bị hỗn hợp khí an toàn* [38]. Hỗn hợp oxit nitơ với khí dễ cháy chỉ được sản xuất theo AIGA 058, *Chuẩn bị an toàn hỗn hợp khí oxy hóa-nhiên liệu nén trong chai khí* [39].

*Where nitrous oxide has to be mixed with other gases, precautions shall be taken to ensure that no flammable gas is unintentionally mixed with nitrous oxide, see AIGA 047, The Safe Preparation of Gas Mixtures [38]. Mixtures of nitrous oxide with flammable gases shall only be produced in accordance with AIGA 058, Safe Preparation of Compressed Oxidant-Fuel Gas Mixtures in Cylinders [39].*

- Việc trộn oxit nitơ với các khí tự bốc cháy như silan phải được ngăn chặn trong mọi trường hợp, vì có thể xảy ra sự bốc cháy và nổ ngay lập tức. Một số quy trình sử dụng oxit nitơ và các khí tự bốc cháy như silan trong các bước riêng biệt phải được bảo vệ bằng các thiết bị ngăn dòng chảy ngược hiệu quả để ngăn chặn dòng khí chảy ngược

*Mixing of nitrous oxide with self-igniting gases such as silane shall be prevented under all circumstances, since immediate ignition and explosion can occur. Some processes that use nitrous oxide and self-igniting gases such as silane in separate steps shall be protected with effective backflow preventive devices to prevent backflow of gas.*

## 5.12. Sử dụng thiết bị carbon dioxide / *Use of carbon dioxide equipment*

- Thiết bị carbon dioxide, có các yêu cầu về nhiệt độ và áp suất tương tự như oxit nitơ, không được sử dụng cho dịch vụ oxit nitơ trừ khi một quy trình chuyển đổi đã được tuân thủ cho việc chuyển đổi khí. Đối với các chai khí, xem ISO 11621 và CGA C-10 [31, 32]. Quy trình phải đáp ứng các yêu cầu liên quan của ấn phẩm này hoặc bất kỳ tiêu chuẩn hoặc quy định hiện hành nào khác. Phải cẩn trọng đối với thiết kế, vật liệu, cách nhiệt, độ sạch, chất bôi trơn, gioăng phớt và tránh nhiệt độ cao.

*Carbon dioxide equipment, which has similar temperature and pressure requirements to nitrous oxide, shall not be used for nitrous oxide service unless a conversion procedure has been followed for the change of service. For gas cylinders, see ISO 11621 and CGA C-10 [31, 32]. The procedure shall meet the relevant requirements of this publication or any other applicable standard or regulation. Care shall be taken with regard to design, material, insulation, cleanliness, lubricants, seals, and avoiding high temperatures.*

- Các hệ thống lắp đặt y tế phải tuân thủ các quy định quốc gia về việc làm sạch và chứng nhận, nếu có thể áp dụng.

*Medical installations shall follow national regulations regarding cleaning and certifying, if applicable.*

**CẢNH BÁO:** Không giống như carbon dioxide, oxit nitơ không được sử dụng làm nguồn năng lượng khí nén để kích hoạt các xi lanh khí nén, bộ truyền động van, hoặc làm khí trợ.

**WARNING:** Unlike carbon dioxide, nitrous oxide shall not be used as a pneumatic energy source to actuate pneumatic cylinders, valve actuators, or as an inert gas.

## 6. Bồn chứa cố định / *Stationary tanks*

- Bồn chứa cố định được sử dụng trong các nhà máy sản xuất oxit nitơ, nhà máy chiết nạp và các hệ thống lắp đặt của khách hàng. Phần này đề cập đến tất cả các loại bồn này.

*Stationary tanks are used in nitrous oxide production plants, filling plants, and customer installations. This section refers to all these types of tanks.*

### 6.1. Thiết kế / *Design*

- Có hai loại bồn khác nhau như sau:

*There are two different tank types as follows:*

- bồn cách nhiệt; và  
*insulated tanks; and*
- bồn cao áp không cách nhiệt.  
*non-insulated high-pressure tanks.*

#### 6.1.1. Bồn cách nhiệt / *Insulated tanks*

- Bồn cách nhiệt được sử dụng để tồn chứa oxit nitơ lỏng được làm lạnh ở nhiệt độ dưới  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-4\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) và áp suất hơi tương ứng trong khoảng từ 18 bar đến 25 bar (260 psi đến 362 psi).

*Insulated tanks are used for the storage of refrigerated liquid nitrous oxide at temperatures less than  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-4\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) and corresponding vapour pressure in the range of 18 bar to 25 bar*

(260 psi to 362 psi).

- Áp suất làm việc tối đa cho phép điển hình (MAWP) cho các bồn oxit nitơ dao động từ 16 bar đến 25 bar (232 psi đến 362 psi). Các điều kiện vận hành bình thường là 17.7 bar đến 21.4 bar (257 psi đến 310 psi) ở nhiệt độ tương ứng từ  $-16^{\circ}\text{C}$  đến  $-12^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$  đến  $-10^{\circ}\text{F}$ ). Nhiệt độ kim loại thiết kế tối thiểu (MDMT) phải nhỏ hơn hoặc bằng nhiệt độ vận hành bình thường tối thiểu. Các bồn mới xây dựng nên có MDMT là  $-40^{\circ}\text{C}$  ( $-40^{\circ}\text{F}$ ) hoặc lạnh hơn để xử lý tốt hơn các điều kiện sự cố nhiệt độ thấp do mất áp suất bồn.

*The typical maximum allowable working pressure (MAWP) for nitrous oxide tanks ranges from 16 bar to 25 bar (232 psi to 362 psi). The normal operating conditions are 17.7 bar to 21.4 bar (257 psi to 310 psi) at corresponding temperatures of  $-16^{\circ}\text{C}$  to  $-12^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$  to  $-10^{\circ}\text{F}$ ). The minimum design metal temperature (MDMT) shall be less or equal to the minimum normal operating temperature. Newly constructed tanks should have an MDMT of  $-40^{\circ}\text{C}$  ( $-40^{\circ}\text{F}$ ) or colder to better handle the low temperature upset conditions caused by loss of tank pressure.*

- Có hai loại bồn cách nhiệt:

*There are two types of insulated tanks:*

- Bồn cách nhiệt chân không với bồn bên trong thường được làm từ thép không gỉ hoặc thép carbon có cấu trúc hạt mịn và bồn bên ngoài làm từ thép carbon. Bồn cách nhiệt chân không có lượng nhiệt bên ngoài truyền vào bồn bên trong thấp nhất và do đó ít bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ bên ngoài do hỏa hoạn hoặc nhiệt độ môi trường có thể dẫn đến sự phân hủy của oxit nitơ; và

*Vacuum insulated tanks with the inner tank typically made from stainless steel or fine grain carbon steel and the outer tank from carbon steel. Vacuum insulated tanks have the lowest external heat input to the inner tank and are therefore less susceptible to external heating caused by fire or ambient heat that could lead to a decomposition of the nitrous oxide; and*

- Bồn cách nhiệt không chân không với bồn bên trong thường được làm bằng thép carbon hợp kim thấp và lớp vỏ ngoài làm bằng thép hoặc nhôm.

*Non-vacuum insulated tanks with the inner tank typically made of low alloy carbon steel and the outer cladding made of steel or aluminium.*

- Vật liệu cách nhiệt:

*Insulation material:*

- Hệ thống cách nhiệt phải không cháy hoặc chống cháy. Ví dụ, vật liệu không được tiếp tục cháy khi ngọn lửa bên ngoài bị dập tắt;

*Insulation system shall be non-combustible or fire resistant. For example, the material shall not continue to burn when the external flame is extinguished;*

- Hệ thống cách nhiệt làm bằng polyurethane với lớp bọc bằng thép hoặc nhôm được coi là chống cháy; và

*Insulation system made of polyurethane with cladding made of steel or aluminium is considered to be fire resistant; and*

- Nếu hệ thống cách nhiệt của một bồn tồn chứa hiện có phải được thay thế, nó nên được xây dựng lại bằng cách sử dụng hệ thống cách nhiệt chống cháy (ví dụ, polyurethane có lớp bọc) hoặc vật liệu không cháy như bông thủy tinh, xốp thủy tinh, hoặc bông khoáng. Cần có một lớp chắn hơi nước phù hợp để ngăn cách nhiệt bị bão hòa bởi hơi ẩm ngưng tụ.

*If the insulation system of an existing tank has to be replaced, it should be rebuilt using a fire-resistant insulation system (for example, polyurethane with cladding) or non-combustible material such as glass wool, foam glass, or mineral wool. A suitable vapour barrier is required to prevent the insulation from becoming saturated with condensed moisture.*

#### 6.1.2. Bồn áp suất cao không cách nhiệt / Non-insulated high-pressure tanks

- Bồn áp suất cao không cách nhiệt thường được làm bằng thép carbon để tồn chứa oxit nitơ hóa lỏng ở nhiệt độ môi trường và áp suất hơi tương ứng trong khoảng từ 45 bar đến 60 bar (640 psi đến 900 psi) tương ứng với dải nhiệt độ từ  $13^{\circ}\text{C}$  đến  $27^{\circ}\text{C}$  ( $56^{\circ}\text{F}$  đến  $82^{\circ}\text{F}$ ). Áp suất vận hành cao của loại bồn này đòi hỏi các bơm nạp áp suất cao và đôi khi sử dụng hai bơm nối tiếp. Điều này làm tăng mối nguy sinh nhiệt và sự phân hủy sau đó. Hơn nữa, trong trường hợp hỏa hoạn bên ngoài, thành phần trong bồn có thể bị nóng lên nhanh chóng. Do tiềm năng phân hủy tăng lên trong các điều kiện như vậy, việc sử dụng bồn không cách nhiệt phải được hạn chế trừ khi đã hoàn thành đánh giá rủi ro và đã cung cấp các biện pháp giảm thiểu.

*Non-insulated high-pressure tanks are typically made of carbon steel for the storage of liquefied nitrous oxide at ambient temperature and corresponding vapour pressure in the*

range of 45 bar to 60 bar (640 psi to 900 psi) corresponding to a temperature range of 13 °C to 27 °C (56 °F to 82 °F). The high operating pressure of this tank type requires high pressure filling pumps and sometimes the use of two pumps in series. This increases the hazard of heat production and subsequent decomposition. Furthermore, in case of an external fire, the tank content can be heated up rapidly. Because of the increased potential for decomposition in such conditions, the use of non-insulated tanks shall be discouraged unless a risk assessment has been completed and mitigation has been provided.

### 6.1.3. Lắp đặt bồn / Tank installation

- Các yêu cầu và khuyến nghị về an toàn đối với tất cả các loại bồn cố định bao gồm:  
*Safety requirements and recommendations for all stationary tank types include:*
  - Bồn phải được lắp đặt trên một nền móng được thiết kế kỹ thuật đáp ứng tất cả các quy định xây dựng của địa phương và quốc gia;  
*Tanks shall be installed on an engineered foundation that meets all local and national building codes;*
  - Giá đỡ và móng của bồn nên làm từ vật liệu không cháy;  
*Support and foundation of the tanks should be non-combustible;*
  - Bồn nên được lắp đặt ngoài trời. Trong những trường hợp rất hiếm khi cần lắp đặt trong nhà, phải cung cấp hệ thống thông gió và lối tiếp cận để nạp. Mức oxit nitơ hoặc thiếu oxy trong không khí xung quanh phải được giám sát. Thông tin thêm về các mối nguy trong lắp đặt trong nhà được ghi lại trong ISO 21009-1 *Bồn siêu lạnh – Bồn cách nhiệt chân không tĩnh – Phần 1: Thiết kế, chế tạo, kiểm tra và thử nghiệm* hoặc CGA G-8.1, *Tiêu chuẩn cho hệ thống oxit nitơ tại các điểm tiêu thụ* [40, 41];  
*Tanks should be installed outdoors. In the very rare cases where indoor installation is necessary, ventilation and access for filling shall be provided. Nitrous oxide or oxygen deficiency levels in the ambient air shall be monitored. Further information on the hazards in indoor installations is documented in ISO 21009-1 Cryogenic vessels – Static vacuum insulated vessels – Part 1: Design fabrication, inspection and tests or CGA G-8.1, Standard for Nitrous Oxide Systems at Consumer Sites [40, 41];*
  - Bồn phải được đặt cách xa bất kỳ tình huống hỏa hoạn tiềm ẩn nào. Các quy định địa phương liên quan đến khoảng cách an toàn phải được tuân thủ, xem EIGA Doc 224, *Vận hành và Kiểm tra Bình siêu lạnh cách nhiệt chân không tĩnh* [42];  
*Tanks shall be located away from any potential fire situation. Local regulations concerning safety distances shall be observed, see EIGA Doc 224, Static Vacuum Insulated Cryogenic Vessels Operation and Inspection [42];*
  - Tất cả các bộ phận của bồn oxit nitơ phải được nối đất để đảm bảo tính liên tục về điện và được nối đất. Các điện thế giữa bồn và đất nên được cân bằng trong quá trình vận hành; và  
*All parts of nitrous oxide tanks shall be bonded to ensure electrical continuity and grounded. The electrical potentials between the tank and the ground should be equalised during service; and*
  - Một số bồn oxit nitơ cũ (bao gồm cả bồn carbon dioxide cũ) được sản xuất bằng thép hợp kim thấp có cấu trúc hạt thô đã được chứng minh là có đặc tính va đập kém ở nhiệt độ thấp. Do những điểm tương đồng giữa tính chất của oxit nitơ và carbon dioxide, các khuyến nghị trong CGA G-6.12, *Tiêu chuẩn về sự phù hợp của bình chứa bằng thép carbon để tồn chứa carbon dioxide cố định* nên được xem xét [43].  
*Some old nitrous oxide tanks (including old carbon dioxide tanks) were manufactured using coarse grain low alloy steels that have been shown to have poor impact properties at low temperatures. Because of similarities between nitrous oxide and carbon dioxide properties, the recommendations in CGA G-6.12, Standard for the Suitability of Carbon Steel Containers for Stationary Carbon Dioxide Storage should be considered [43].*

### 6.2. Các bộ phận làm lạnh / Refrigeration units

- Một bộ phận làm lạnh cơ học thường được lắp đặt trên các bồn không cách nhiệt chân không và trên một số bồn cách nhiệt chân không. Bộ phận làm lạnh được sử dụng để giảm áp suất bồn bằng cách ngưng tụ hơi, điều này ngăn chặn việc xả oxit nitơ ra khí quyển. Các hệ thống nạp chai thường yêu cầu một bộ phận làm lạnh có kích thước phù hợp để khắc phục lượng nhiệt môi trường đưa vào do quá trình nạp. Xem AIGA 069, Khuyến nghị về việc nạp chai và nhóm chai CO<sub>2</sub> an toàn để tham khảo các quy trình nạp carbon dioxide tương tự [44]. Cuộn bay hơi của bộ phận làm lạnh thường được lắp đặt trong không gian

hơi của bồn và phải có càng ít mối nối càng tốt và phải được hàn hoặc hàn cứng hoàn toàn.

*A mechanical refrigeration unit is typically installed on non-vacuum insulated tanks and on some vacuum insulated tanks. The refrigeration unit is used to reduce the tank pressure by condensing vapour which prevents discharging nitrous oxide to the atmosphere. Installations that fill cylinders typically require a refrigeration unit sized to overcome the ambient heat input introduced by the filling process. See AIGA 069, Recommendations for Safe Filling of CO2 Cylinders and Bundles for reference to similar carbon dioxide filling procedures [44]. The refrigeration evaporator coil is typically installed in the tank vapour space and shall have as few joints as possible and be all welded or brazed.*

- **CẢNH BÁO:** Việc trộn chất làm lạnh hydrocarbon và dầu với oxit nitơ có thể dẫn đến phản ứng dữ dội trong hệ thống làm lạnh. Do đó, để tránh mối nguy rò rỉ cuộn làm lạnh, không được phép có bất kỳ phụ kiện cơ khí nào bên trong bồn trên bộ bay hơi làm lạnh.

***WARNING:** Mixing of hydrocarbon refrigerants and oils with nitrous oxide can lead to a violent reaction within the refrigeration system. Therefore, to avoid the risk of refrigeration coil leaks, no mechanical fittings inside the tank on the refrigeration evaporator are allowed.*

- Người ta đề xuất rằng khi các hệ thống làm lạnh fluorocarbon cũ được sửa chữa, chúng nên được chuyển đổi sang chất bôi trơn tổng hợp như polyolester (POE) có điểm chớp cháy cao hơn. Hỏng máy nén làm lạnh hoặc áp suất cao trong toàn bộ mạch chất làm lạnh có thể là dấu hiệu của rò rỉ cuộn bay hơi oxit nitơ và nên được điều tra kỹ lưỡng.

*It is suggested that when older fluorocarbon refrigeration systems are repaired that they be converted to synthetic lubricants such as polyolester (POE) that have a higher flash point. Refrigeration compressor failure or high pressure throughout the refrigerant circuit can be an indication of a nitrous oxide evaporator coil leak and should be thoroughly investigated.*

- Không được phép thực hiện công việc nóng (hàn cứng) trên hệ thống làm lạnh nếu không xả và thông thổi bình chứa oxit nitơ trước và làm sạch bằng khí trơ.

*No hot work (brazing) on the refrigeration system is allowed without first emptying and purging the container of nitrous oxide and purging with an inert gas.*

### 6.3. Bộ hóa hơi và bộ gia nhiệt / Vaporizers and heaters

- Oxit nitơ là một khí hóa lỏng, có nghĩa là việc rút hơi hoặc chất lỏng từ bồn có thể khiến lượng lỏng còn lại sôi một phần và tự làm lạnh. Việc tiếp tục rút sản phẩm có thể làm giảm áp suất và nhiệt độ của chất lỏng còn lại. Nhiệt độ của bồn không được phép giảm xuống dưới MDMT (xem 6.1.1). Các bộ hóa hơi tạo áp suất hoặc cấp trực tiếp vào quy trình thường được yêu cầu để cung cấp đủ nhiệt bên ngoài nhằm duy trì áp suất vận hành an toàn.

*Nitrous oxide is a liquefied gas, which means that withdrawal of vapour or liquid from the tank can cause the remaining liquid to partially boil and auto-refrigerate. Continued product withdrawal can cause the pressure and temperature of the remaining liquid to decrease. The temperature of the tank shall not be allowed to decrease below the MDMT (see 6.1.1). Pressure building or direct to process vaporizers are generally required to provide sufficient external heat to maintain a safe operating pressure.*

- Các nguồn nhiệt của bộ hóa hơi như các bộ phận gia nhiệt điện không được phép lắp đặt bên trong bồn vì quá nhiệt có thể gây ra sự phân hủy nổ của oxit nitơ.

*Vaporizer heat sources such as electric heating elements shall not be installed inside the tank because overheating can cause explosive decomposition of nitrous oxide.*

- Một cuộn tăng áp nhỏ sử dụng nhiệt từ không khí môi trường có thể đủ để duy trì áp suất yêu cầu. Ở những vùng khí hậu lạnh, có thể cần sử dụng thiết bị bay hơi được gia nhiệt từ bên ngoài. Chất lỏng sẽ được làm bay hơi và phần hơi được đưa trở lại phía trên của bồn chứa cố định.

*A small ambient air heated pressure build-up coil can be sufficient to maintain the required pressure. In colder climates, an externally heated vaporizer could be required. Liquid is evaporated and the vapour re-introduced at the top of the stationary tank.*

- Cần có một bộ hóa hơi bên ngoài trong hệ thống rút sản phẩm tại các cơ sở của khách hàng nếu oxit nitơ được sử dụng ở trạng thái khí.

*An external vaporizer is required in the withdrawal system at customer installations if nitrous oxide is to be used in the gaseous state.*

- Nếu cần sử dụng thiết bị bay hơi được gia nhiệt gián tiếp từ bên ngoài, thì quá trình gia nhiệt phải được kiểm soát để giới hạn nhiệt độ tối đa ở mức 150 °C (300 °F). Các phương pháp gia nhiệt trực tiếp như nước ấm, hơi nước, và không khí nóng an toàn hơn và do đó được khuyến nghị sử dụng. Trong trường hợp sử dụng gia nhiệt bằng điện, cần có các biện pháp bảo vệ bổ sung để đảm bảo nhiệt độ không vượt quá 150 °C (300 °F). Không được sử dụng cuộn điện trở trực tiếp.

*If an external indirect heated vaporizer has to be used, then the heating shall be controlled to limit the temperature to a maximum of 150 °C (300 °F). Direct heating such as warm water, steam, and warm air are safer and therefore recommended. Where electrical heating is used, additional safeguards are required to ensure a maximum temperature limit of 150 °C (300 °F). Direct electric coils shall not be used.*

- Van điều khiển áp suất ngược (hay còn gọi là van tiết kiệm áp suất) có thể được sử dụng để ngăn bình chứa oxit nitơ tăng áp suất, trong trường hợp tốc độ rút khí thấp hơn tốc độ bay hơi tự nhiên.

*A back-pressure control valve (economizer) may be used to prevent a tank from pressure increase, as sometimes the withdrawal rate is less than the boil-off rate.*

#### 6.4. Hệ thống đường ống, thiết bị đo và van / *Piping, instrumentation, and valves*

- Bồn phải có đồng hồ đo áp bên trong và chỉ báo mức/khối lượng chất lỏng. Hệ thống đường ống và thiết bị đo phải cho phép các chức năng sau:

*The tank shall have a contents pressure gauge and liquid level/weight indicator. The piping and instrumentation shall enable the following functions:*

- Nạp lỏng vào đáy bồn. Điều này cho phép một sự phân hủy tiềm ẩn bắt đầu từ bơm được dập tắt trong pha lỏng;  
*Filling of liquid into the bottom of the tank. This allows a potential decomposition starting at the pump to be quenched in the liquid phase;*
- Rút sản phẩm bằng đường đáy hoặc qua ống nhúng hoặc qua đường hơi nếu được sử dụng để duy trì áp suất bồn;  
*Product withdrawal by bottom line or via dip tube or through a vapour line if used to maintain tank pressure;*
- Hồi lưu khí đến và đi từ phía trên để phù hợp với quy trình nạp hai ống với sự bù áp suất giữa bồn cố định và bồn vận chuyển;  
*Gas return to and from the top to accommodate the two-hose filling procedure with pressure compensation between the stationary tank and transport tank;*

- **CẢNH BÁO:** Nếu có bất kỳ mối nguy hiểm bắn ngược nào đã biết, ví dụ, do tạp chất từ bồn của khách hàng, phương pháp này chỉ có thể được sử dụng nếu các biện pháp giảm thiểu đã được thực hiện.

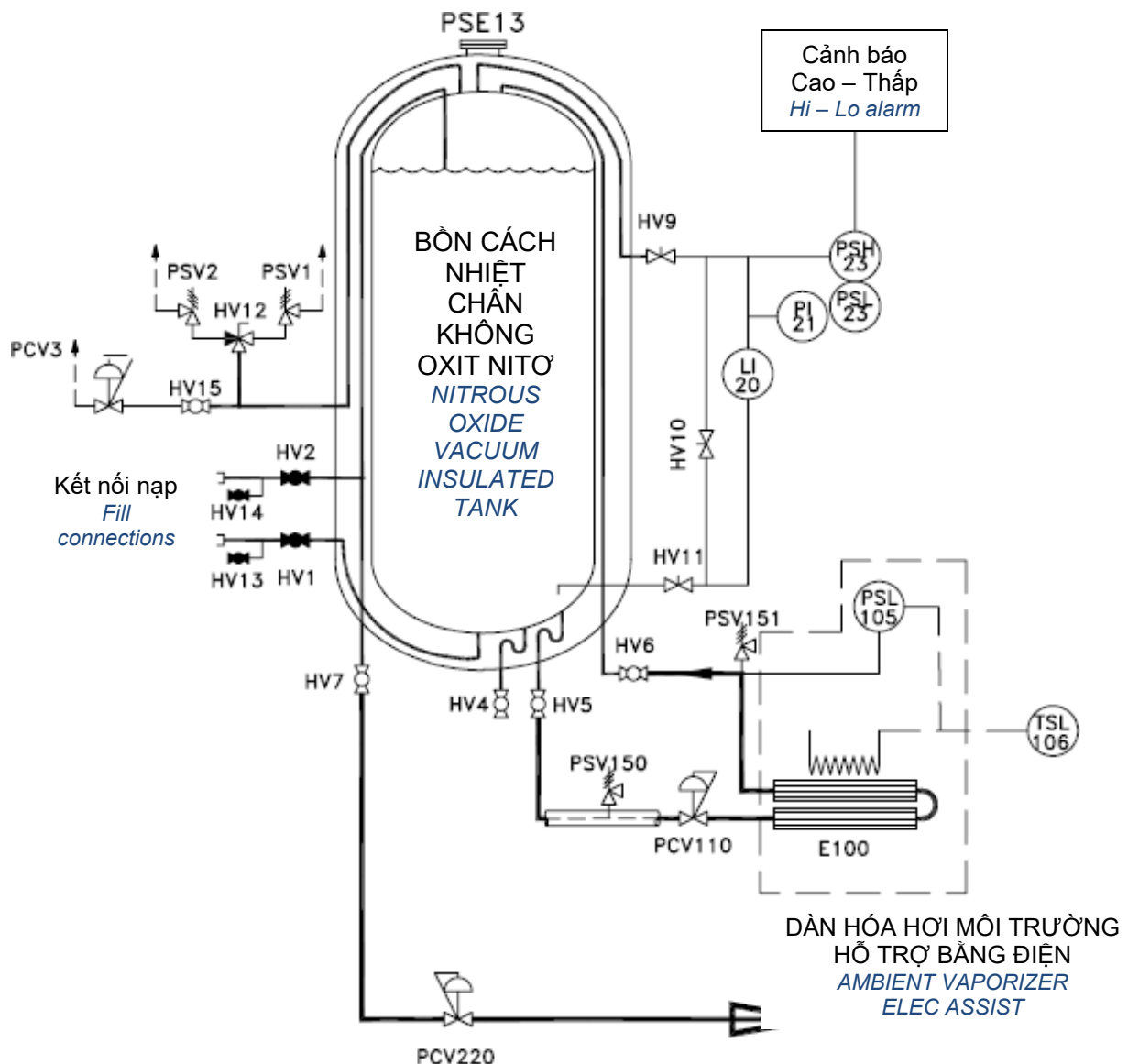
**WARNING:** *If there is any known risk of back contamination for example, by impurities coming from customer tanks, this method may only be used if mitigating measures have been taken.*

- Chỉ báo mức lỏng, ví dụ, cân, cảm biến tải trọng, hoặc đồng hồ chênh áp. Khối lượng nạp tối đa phải được đánh dấu. Một ống nhúng được thiết kế để ngăn tình trạng đầy lỏng là một thực hành chấp nhận được thay cho việc đánh dấu khối lượng nạp tối đa. Các chỉ báo mức lỏng điển hình hoạt động bằng cách đo áp suất chênh lệch giữa đỉnh và đáy của bồn chứa. Trong điều kiện nhiệt độ môi trường thấp, các đồng hồ đo như vậy có thể yêu cầu gia nhiệt để ngăn sự ngưng tụ lại của hơi trong các đường cảm biến. Bất kỳ hệ thống gia nhiệt nào phải sử dụng các phương pháp an toàn vốn có để ngăn nhiệt độ vượt quá 150 °C (300 °F);

*Level indicator, for example, scale, load cell, or differential pressure gauge. The maximum filling weight shall be marked. A dip tube intended to prevent a liquid full condition is an acceptable practice in lieu of marking the maximum filling weight. Typical liquid level indicators operate by measuring the differential pressure between the top and bottom of the container. In low ambient temperature conditions, such gauges can require heat tracing to prevent recondensing of the vapour in the sensing lines. Any heat tracing shall use inherently safe methods to prevent temperatures from exceeding 150 °C (300 °F);*

- Đồng hồ áp để theo dõi áp suất bồn. Nó có thể kết hợp với chức năng cảnh báo áp suất cao và thấp;  
*Pressure gauge to monitor the tank pressure. It can be combined with an alarm function for high and low pressure;*
- Kiểm tra mức lỏng tối đa bằng đường hồi khí hoặc van báo đầy tùy thuộc vào thiết kế bồn; và  
*Maximum liquid level check by gas return line or full trycock depending upon tank design; and*
- Các biện pháp phòng ngừa quá áp do nạp quá mức. Các quy trình và/hoặc thiết bị phải được lắp đặt sau khi đánh giá rủi ro đã được thực hiện, xem AIGA 054, *Ngăn ngừa áp suất quá mức trong quá trình nạp các bình siêu lạnh* [45].  
*Precautions against overpressure as a result of overfilling. Procedures and/or equipment shall be installed after a risk assessment has been performed, see AIGA 054, Prevention of Excessive Pressure During Filling of Cryogenic Vessels [45].*

- Đường kính của đường ống công nghệ nên được giữ ở mức tối thiểu để giảm ngưỡng lan truyền phân hủy tùy thuộc vào các hạn chế vận hành (xem 4.3.2).  
*The diameter of process piping should be kept to a minimum to reduce the decomposition propagation threshold subject to operating constraints (see 4.3.2).*
- Một ví dụ về sơ đồ đường ống và thiết bị đo lường (P&ID) của bồn chứa oxit nitơ cố định được trình bày trong Hình 2. Sơ đồ P&ID của các bồn chứa oxit nitơ có thể khác nhau tùy theo tiêu chuẩn của từng công ty và yêu cầu của người sử dụng.  
*An example of a piping and instrumentation diagram (P&ID) of a stationary nitrous oxide tank is provided in Figure 2. The P&I of nitrous oxide tanks can be different, depending on company standards and user's demands.*



| <b>Chú thích các van — Bồn oxit nitơ lỏng</b><br><b>Valve legend—Liquid nitrous oxide tank</b> |                                                                        |      |                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------|
| PSV1 & PSV2                                                                                    | Van an toàn<br><i>Valve, safety relief</i>                             | HV9  | Van đo mức, pha hơi (LP)<br><i>Valve, level gauge vapor (LP)</i>        |
| PCV3                                                                                           | Van điều áp ngược<br><i>Valve, back pressure control</i>               | HV10 | Van đầu tắt của đường đo mức<br><i>Valve, level gauge bypass</i>        |
| PSE13                                                                                          | Thiết bị xả áp cho lớp chân không<br><i>Vacuum space relief device</i> | HV11 | Van đo mức, pha lỏng (HP)<br><i>Valve, level gauge liquid (HP)</i>      |
| PSH23, PSL23                                                                                   | Công tắc áp suất cao-thấp<br><i>Switch, hi-low pressure</i>            | HV12 | Van chuyển nhánh cho van an toàn<br><i>Valve, selector relief valve</i> |
| LI20                                                                                           | Đồng hồ mức lỏng<br><i>Gauge, liquid level</i>                         | HV13 | Van xả pha lỏng<br><i>Valve, blowdown liquid fill</i>                   |
| PI21                                                                                           | Đồng hồ đo áp bồn<br><i>Gauge, tank pressure</i>                       | HV14 | Van xả pha hơi<br><i>Valve, blowdown vapor fill</i>                     |
| HV1                                                                                            | Van nạp pha lỏng (đáy)<br><i>Valve, liquid fill</i>                    | HV15 | Van cách ly bộ tiết kiệm<br><i>Valve, isolation economizer</i>          |
| HV2                                                                                            | Van nạp pha hơi (đỉnh)<br><i>Valve, vapour fill</i>                    | E100 | Bộ hóa hơi, tăng áp<br><i>Vaporizer, pressure build</i>                 |

|     |                                                                          |                 |                                                                               |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| HV3 | Van cấp lỏng đường tăng áp<br><i>Valve, pressure build liquid supply</i> | PCV110          | Van điều áp cho bộ hóa hơi<br><i>Valve, vaporizer pressure control</i>        |
| HV4 | Van sử dụng lỏng<br><i>Valve, liquid use</i>                             | PSL105          | Công tắc áp suất thấp bộ hóa hơi<br><i>Switch, vaporizer low pressure</i>     |
| HV5 | Van sử dụng lỏng tăng áp<br><i>Valve, pressure build liquid use</i>      | TSL106          | Công tắc nhiệt độ thấp bộ hóa hơi<br><i>Switch, vaporizer low temperature</i> |
| HV6 | Van hồi hơi tăng áp<br><i>Valve, pressure build vapour return</i>        | PSV150 & PSV151 | Van an toàn nhiệt<br><i>Valve, thermal safety relief</i>                      |
| HV7 | Van sử dụng lỏng<br><i>Valve, liquid use</i>                             | PCV220          | Van điều áp ngược, pha hơi<br><i>Valve, backpressure control, vapour</i>      |

**Hình 2—Sơ đồ P&I của một bồn oxit nitơ cố định cách nhiệt chân không điển hình**

*Figure 2—P&I diagram of a typical nitrous oxide vacuum-insulated stationary tank*

## 6.5. Van giảm áp (van an toàn) / *Pressure relief valves*

- Mỗi bồn oxit nitơ cố định số lượng lớn phải có hai thiết bị an toàn giảm áp đang hoạt động được định cỡ và thiết kế để đáp ứng tất cả các quy định địa phương và quốc gia. Thông thường, có hai van giảm áp lò xo đang hoạt động hoặc một van giảm áp lò xo đang hoạt động cộng với một van điều áp. Chúng phải tuân thủ các quy định và tiêu chuẩn như EIGA Doc 24, *Thiết bị bảo vệ áp suất cho hệ thống tồn chứa bồn siêu lạnh cách nhiệt chân không* và ISO 21013-1 *Bình siêu lạnh – Phụ kiện giảm áp cho khí siêu lạnh. Phần 1: Van giảm áp có thể đóng lại* [46, 47].

*Each stationary nitrous oxide bulk tank shall have two active safety relief devices sized and designed to meet all local and national regulations. Typically, there are two active spring-loaded relief valves or one active spring-loaded relief valve plus a pressure control valve. They shall conform to regulations and standards such as EIGA Doc 24, Vacuum Insulated Cryogenic Tank Storage Systems Pressure Protection Devices and ISO 21013-1 Cryogenic vessels – Pressure relief accessories for cryogenic service. Part 1: Reclosable pressure relief valves [46, 47].*

- Khuyến nghị nên lắp đặt van chọn ba ngã (three-way selector valve), được tính toán kích thước phù hợp với điều kiện vận hành của bồn chứa, để phục vụ cho thiết bị xả áp an toàn. Van này cho phép thực hiện bảo trì và sửa chữa thiết bị xả áp mà không cần phải xả áp toàn bộ bình chứa.

*It is recommended that a three-way selector valve, sized for the tank operating conditions, be provided for the safety relief device(s) to allow servicing and maintenance of the device without requiring the depressurization of the container.*

- Đĩa nổ thường không được khuyến nghị sử dụng trong dịch vụ bồn oxit nitơ vì chúng sẽ không đóng lại sau khi áp suất bồn giảm, điều này có thể khiến lỏng còn lại sôi dữ dội và tự làm lạnh đến  $-88\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-127\text{ }^{\circ}\text{F}$ ). Tình huống này có thể trở nên nghiêm trọng nếu bình chứa bên trong được làm bằng thép carbon, điều này sẽ yêu cầu các quy trình tái áp cụ thể đã được đánh giá rủi ro bởi một kỹ thuật viên oxit nitơ có kiến thức.

*Rupture disks are not usually recommended for use in nitrous oxide tank service because they will not reseat after the tank pressure has decreased, which can cause the remaining liquid to boil violently and auto-refrigerate to  $-88\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-127\text{ }^{\circ}\text{F}$ ). This situation could be critical if the inner vessel is made of carbon steel, which would require specific repressurization procedures that have been risk evaluated by a knowledgeable nitrous oxide technician.*

## 6.6. Mức độ nạp hoặc tỷ lệ nạp / *Filling degree or filling ratio*

- Mức độ nạp hoặc tỷ lệ nạp phải được xác minh cho mỗi bồn oxit nitơ cố định.

*The filling degree or filling ratio shall be verified for each stationary nitrous oxide tank.*

- Các bồn cách nhiệt nên được nạp đến một mức ngăn chúng đạt trạng thái đầy lỏng trước khi áp suất hơi đạt đến cài đặt PRD. Khi oxit nitơ lỏng được tồn chứa trong một bồn và không có sự rút sản phẩm, rò rỉ nhiệt gây ra nhiệt độ và áp suất tăng lên và chất lỏng giãn nở. Nếu bồn trở nên đầy chất lỏng, sự tăng áp suất thủy tĩnh có thể gây ra hỏng hóc thảm khốc.

*Insulated tanks should be filled to a level that prevents them from reaching a liquid full condition before the vapour pressure reaches the PRD setting. When liquid nitrous oxide is stored in a tank and there is no product withdrawal, heat leak causes the temperature and pressure to rise and the liquid to expand. If the tank becomes liquid full, the hydrostatic pressure rise can cause its catastrophic failure.*

- Mức độ nạp an toàn phụ thuộc vào nhiệt độ của lỏng được nạp vào bồn và áp suất cài đặt của PRD. Lỏng càng lạnh, càng cần nhiều không gian hơi để lỏng giãn nở. Theo một số quy định quốc gia và kinh nghiệm thực tế, mức độ nạp của các bồn cách nhiệt không được vượt quá 95%.

*The safe filling degree depends on the temperature of the liquid being transferred into the tank and on the pressure at which the PRD is set to open. The colder the liquid, the more vapour space is required for liquid expansion. According to some national regulations and practical experiences, the*

*filling degree of insulated tanks shall not exceed 95%.*

- Mức nạp tối đa có thể dễ dàng kiểm soát bằng đường hồi khí hoặc van báo đầy tùy thuộc vào thiết kế bồn.  
*The maximum filling level can be easily controlled by the gas return line or full trycock depending upon tank design.*

- Các bồn cao áp không cách nhiệt có thể được nạp đến cùng tỷ lệ nạp tối đa như áp dụng cho chai và nhóm chai, xem 7.1.  
*Non-insulated high-pressure tanks can be filled to the same maximum filling ratio as applied to cylinders and bundles, see 7.1.*

#### 6.7. Nạp các bồn cố định áp suất thấp / *Filling of stationary low-pressure tanks*

- Khi các bồn cố định được nạp bằng bơm, vì lý do an toàn, quy trình hai ống nên được áp dụng để giảm thiểu áp suất. Sau khi hệ thống cung cấp phân phối đã được đánh giá và đã xác định rằng không có khả năng nhiễm bẩn ngược từ pha khí vào xe bồn vận chuyển, việc nạp nên được thực hiện qua đường nạp đáy. Các bồn không nên được nạp bằng bơm qua đường cân bằng trên cùng hoặc bất kỳ đường nào khác lên đỉnh bồn. Nếu việc nạp chỉ được thực hiện bằng chênh áp mà không sử dụng bơm, bồn có thể được nạp qua đường đỉnh.

*When stationary tanks are filled by a pump, for safety reasons the two-hose procedure should be applied in order to minimize pressure. After the distribution supply system has been evaluated and has been determined that there is no possibility of back contamination from the gas phase to the transport tank, filling should be made through the bottom fill line. Tanks should not be filled by pump through the top equalizing line or any other line to the top. If filling is performed by pressure difference only without the use of a pump, the tank may be filled through the top line.*

- Áp suất giữa xe bồn vận chuyển và bồn cố định nên được cân bằng để đảm bảo hoạt động bơm trơn tru và ngăn ngừa tạo ra điểm nóng. Áp đầu ra hoặc lưu lượng bơm phải được theo dõi để đảm bảo bơm hoạt động trong điều kiện tối ưu. Áp suất và chỉ báo mức của bồn cố định phải được theo dõi để tránh nạp quá đầy. Van báo đầy hoặc đường hồi hơi phải được mở vào cuối quá trình nạp để xác minh rằng bồn không bị nạp quá đầy.

*The pressure between the transport tank and the stationary tank should be equalized to ensure a smooth pump operation and to prevent creating any hot spots. Pump discharge pressure or flow shall be monitored to ensure that the pump is operated within the performance conditions. The pressure and the level indicator of the stationary tank shall be monitored to avoid overfilling. The full trycock or vapour return shall be opened at the end of filling to verify that the tank is not overfilled.*

#### 6.8. Thu hồi sản phẩm / *Product return*

- Nếu bồn cần được xả, ví dụ, để bảo trì, có thể cần thiết phải trả sản phẩm về nhà cung cấp.

*If the tank needs to be emptied, for example, for maintenance, it may be necessary to return the product to the supplier.*

- Việc này chỉ được thực hiện khi có sự giám sát của người có chuyên môn, theo đúng quy trình kỹ thuật quy định. Cần đảm bảo nhiệt độ không xuống thấp hơn nhiệt độ thiết kế của bồn chứa (xem mục 6.1). Không được dùng bơm của xe để rút khí từ các bồn chứa cố định. Nếu không có bơm phù hợp, cần sử dụng phương pháp sang khí bằng áp suất.

*This can only be performed under supervision of qualified personnel, observing specific procedures. Precautions shall be taken to avoid temperatures lower than the design temperature of the tank (see 6.1). Truck pumps should not be used for emptying stationary tanks. If no suitable pump is available, pressure transfer shall be used.*

### 7. Thiết bị cung cấp / *Supply equipment*

#### 7.1. Chai / *Cylinders*

- Khuyến nghị dành riêng một kho chai cho dịch vụ oxit nitơ. Bất kỳ thay đổi dịch vụ nào đến hoặc từ oxit nitơ phải được thực hiện theo ISO 11114-1, ISO 11114-2 và ISO 11621 hoặc CGA C-10 [22, 23, 31, 32].

*It is recommended to dedicate a stock of cylinders to nitrous oxide service. Any change of service to or from nitrous oxide shall be made in accordance with ISO 11114-1, ISO 11114-2, and ISO 11621 or CGA C-10 [22, 23, 31, 32].*

- Các vật liệu phù hợp cho chai oxit nitơ là thép carbon, thép crom molybden, hợp kim nhôm và thép không gỉ, xem ISO 11114-1 [22]. Các chai làm bằng vật liệu phi kim loại, ví dụ, vật liệu composite hoàn toàn (loại 4), phải không được sử dụng.

*Suitable materials for nitrous oxide cylinders are carbon steel, chrome molybdenum steel, aluminium alloys, and stainless steel, see ISO 11114-1 [22]. Cylinders made of non-metallic materials, for example, full composite (type 4), shall not be used.*

- Các kết nối đầu ra van phải tuân thủ các tiêu chuẩn quốc gia, nếu có và áp dụng, để tránh nhầm lẫn các kết nối. Thiết kế và thử nghiệm van phải tuân thủ các tiêu chuẩn và vật liệu van phải đáp ứng các yêu cầu trong ISO 11114-1, ISO 11114-2, CGA S-1.2, *Tiêu chuẩn thiết bị giảm áp—Phần 2—Bình chứa di động cho khí nén*, và CGA S-1.3, *Tiêu chuẩn thiết bị giảm áp—Phần 3—Bình tồn chứa cố định cho khí nén* [22, 23, 48, 49].  
*Valve outlet connections shall be in accordance with national standards, where available and applicable, to avoid mix up of connections. The design and testing of valves shall follow the standards and valve materials shall meet the requirements in ISO 11114-1, ISO 11114-2, CGA S-1.2, Pressure Relief Device Standards—Part 2—Portable Containers for Compressed Gases, and CGA S-1.3, Pressure Relief Device Standards—Part 3—Stationary Storage Containers for Compressed Gases [22, 23, 48, 49].*
- Không được sử dụng ống nhúng bằng vật liệu phi kim vì nguy cơ tích tụ tĩnh điện. Khi sử dụng ống nhúng kim loại, phải đảm bảo tính liên tục về điện cho tất cả các bộ phận của chai và phụ kiện của nó. Đảm bảo không có nguy cơ ống nhúng tuột khỏi van trong quá trình sử dụng. Với các mục đích này, khuyến nghị không muộn hơn lần kiểm định lại đầu tiên phải hàn hoặc hàn thiếc mối nối giữa ống nhúng và van chai. Van phải được lắp đặt sao cho tính liên tục về điện được đảm bảo.  
*Dip tubes made of non-metallic materials shall not be used because of the risk of static electricity buildup. Where metallic dip tubes are used, electrical continuity shall be ensured for all parts of the cylinder and its accessories. Ensure there is no risk of separation of the dip tube from the valve occurs during service. For these purposes, it is recommended no later than the first retest to weld or to solder the connection between the dip tube and the cylinder valve. The valve shall be mounted so electrical continuity is ensured.*
- Các chai nên được nạp theo phương pháp trọng lượng để đảm bảo mức nạp chính xác. Để tránh quá áp ngẫu nhiên trong chai do nạp quá mức, một số quy định khu vực yêu cầu van phải được trang bị đĩa nổ; trong trường hợp không có, khuyến nghị sử dụng đĩa nổ. Áp suất cài đặt của đĩa nổ được thiết lập bởi các quy định địa phương hoặc thông số kỹ thuật của công ty (ví dụ, 5/3 lần áp suất làm việc theo quy định tại Hoa Kỳ và Canada nhưng phải không vượt quá 1/15 lần áp suất thử của chai khí bao gồm tất cả các dung sai). Trong mọi trường hợp, phải không được sử dụng đĩa có thiết bị hỗ trợ kim loại nóng chảy vì chúng không bảo vệ chống lại việc nạp quá mức chai.  
*Cylinders should be filled by weight to ensure accurate fill level. To avoid accidental overpressure in the cylinder by overfilling, some regional regulations require valves to be fitted with a bursting disk; where this is not the case, the use of bursting disk is recommended. The set pressure of the bursting disk is established by local regulations or company specifications (for example, 5/3rds of working pressure in the United States and Canada but shall not exceed 1-15 times the test pressure of the gas cylinder including all tolerances. Under no circumstances shall disks with fusible metal backing devices be used because they do not protect against cylinder overfilling.*

## 7.2. Nhóm chai / Bundles

- Khi các nhóm chai được sử dụng để vận chuyển và lưu trữ oxit nitơ, các chai lẻ trong nhóm chai thường được nối chung vào một đường ống góp và kết thúc bằng một điểm kết nối duy nhất để nạp và cấp khí.  
*Where bundles are used for transporting and storing nitrous oxide, the individual cylinders in the bundle are usually manifolded together and terminate with one connection point for filling and discharge.*
- Các nhóm chai được trang bị một van cách ly chính. Nếu các chai được trang bị van cách ly riêng, mỗi chai trong nhóm phải được trang bị một đĩa nổ và phải được nạp riêng.  
*Bundles are fitted with a main isolation valve. If cylinders are equipped with isolation valves, each cylinder in the bundle shall be equipped with a bursting disk and shall be filled individually.*
- Các quy định của Hoa Kỳ và Canada yêu cầu mỗi chai phải có một thiết bị giảm áp.  
*U.S. and Canadian regulations require each cylinder to have a relief device.*
- Khi sử dụng các van chai riêng, tham khảo CGA SB-34, *Sự Di Chuyển Sản Phẩm Trong Các Chai Được Nối Chung Vào Đường Ống Góp Do Biến Động Nhiệt Độ* để biết thông tin về khả năng di chuyển sản phẩm [50].  
*Where individual cylinder valves are used, see CGA SB-34, *Product Migration in Manifolded Cylinders Due to Temperature Variations* for information on possible product migration [50].*
- Khi các phụ kiện không thể đóng được sử dụng trên mỗi chai trong nhóm chai, chỉ cần sử dụng một đĩa nổ để bảo vệ nhóm chai. Nếu các chai được trang bị van riêng, các van này và van chính phải được trang bị đĩa nổ.  
*Where non-closable fittings are used on each cylinder in the bundle only one bursting disk may be used to protect the bundle. If cylinders are equipped with individual valves, these valves and the main valve shall be equipped with a bursting disk.*

- Nhóm chai phải được thiết kế, chế tạo và thử nghiệm theo bất kỳ yêu cầu quy định hiện hành nào và, khi thích hợp, theo một mã thiết kế, ví dụ ISO 10961 *Chai khí. Nhóm chai – Thiết kế, chế tạo, thử nghiệm và kiểm tra* [51].  
*The bundle shall be designed, manufactured, and tested according to any applicable regulatory requirements and where appropriate a design code, for example ISO 10961 Gas cylinders. Cylinder bundles – Design, manufacture, testing and inspection* [51].
- Mỗi chai lẻ phải tuân thủ mục 7.1. Ống bằng vật liệu kim loại nên được sử dụng cho đường ống góp. Các kết nối trong đường ống góp tốt nhất nên được hàn hoặc hàn thiếc.  
*Each individual cylinder shall be in accordance with 7.1. Pipes of metallic materials should be used for the manifold. Connections within the manifold should preferably be welded or soldered.*

### 7.3. Bồn vận chuyển / *Transport tanks*

- Các bồn vận chuyển cách nhiệt được sử dụng để vận chuyển oxit nitơ dạng lỏng làm lạnh. Chúng phải đáp ứng các yêu cầu của quy định vận chuyển địa phương. Ví dụ, xem *Thỏa thuận Châu Âu về Vận chuyển Hàng hóa Nguy hiểm Bằng Đường Bộ* (ADR), hoặc *Bộ Quy tắc Liên bang Hoa Kỳ* (49 CFR) và *Quy định Vận chuyển Hàng hóa Nguy hiểm cho Hoa Kỳ và Canada* [52, 53, 54].  
*Insulated transport tanks are used for the transport of nitrous oxide refrigerated liquid. They shall fulfil the requirements of local transport regulations. For example, see European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR), or U.S. Code of Federal Regulations (49 CFR) and Transportation of Dangerous Goods Regulations for the United States and Canada* [52, 53, 54].
- Các yêu cầu để chế tạo các bồn vận chuyển như vậy được quy định cho các bồn vận chuyển cách nhiệt chân không, ví dụ, ISO 20421-1, ISO 20421-2, EN 14398-1, EN 14398-2 và EN 14398-3 [55, 56, 57, 58, 59].  
*Requirements to build such transport tanks are specified for vacuum insulated transport tanks, for example, ISO 20421-1, ISO 20421-2, EN 14398-1, EN 14398-2, and EN 14398-3* [55, 56, 57, 58, 59].
- Tham khảo các yêu cầu hiện hành của Châu Âu, Hoa Kỳ và Canada cùng với *Bộ luật Hàng hóa Nguy hiểm Hàng hải Quốc tế* (IMDG) đối với các chuyến hàng quốc tế bằng đường biển [60].  
*Refer to the applicable European, U.S., and Canadian requirements and the International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code for international shipments by sea* [60].
- Mục này cũng áp dụng cho các chai chứa lỏng siêu lạnh có dung tích lên đến 450 L (118 gal). Xem EN 1251-2, *Bình siêu lạnh – Bình cách nhiệt chân không di động có dung tích không quá 1000 lít – Thiết kế, chế tạo, kiểm tra và thử nghiệm* hoặc ISO 21029-2, *Bình siêu lạnh – Bình cách nhiệt chân không di động có dung tích không quá 1000 lít – Phần 2: Yêu cầu vận hành* [61, 62].  
*This section applies also for cryogenic liquid cylinders up to 450 L (118 gal). See EN 1251-2, Cryogenic vessels – Transportable vacuum insulated vessels of not more than 1000 litres volume – Design, fabrication, inspection and testing or ISO 21029-2, Cryogenic vessels – Transportable vacuum insulated vessels of not more than 1000 litres volume – Part 2: Operational requirements* [61, 62].

#### 7.3.1. Cách nhiệt / *Insulation*

- Các bồn vận chuyển cách nhiệt chân không được chấp nhận để sử dụng.  
*Vacuum-insulated transport tanks are acceptable for use.*
- Nếu sử dụng các bồn vận chuyển không cách nhiệt chân không, vật liệu cách nhiệt phải chống cháy (xem 6.1). Tại những nơi có các kết nối có thể rò rỉ, ví dụ, mặt bích cửa người, mặt bích ống, ống ren, chúng phải được tách rời khỏi bất kỳ vật liệu cách nhiệt không chống cháy nào. Vật liệu cách nhiệt phải được bao phủ hoàn toàn bằng một lớp vỏ kim loại bảo vệ.  
*If non-vacuum-insulated transport tanks are used, the insulation should be fire resistant (see 6.1). Where there are connections that could leak, for example, manhole flange, pipe flanges, screwed pipe, they shall be separated from any non-fire-resistant insulation material. The insulation material shall be completely covered by a protective metal cladding.*

#### 7.3.2. Vật liệu / *Material*

- Các vật liệu phù hợp là nhôm, thép carbon cấu trúc hạt mịn và thép không gỉ cho bồn bao gồm các vách ngăn và phụ kiện. Các bồn vận chuyển được sản xuất sau năm 1975 phải có MDMT là  $-40^{\circ}\text{C}$  ( $-40^{\circ}\text{F}$ ) hoặc thấp hơn và thường được thiết kế cho áp suất làm việc tối đa là 24 bar (348 psi).  
*Suitable materials are aluminium, fine grain carbon steel, and stainless steel for the tank including the baffles and accessories. Transport tanks manufactured after 1975 shall have a*

*MDMT of  $-40^{\circ}\text{C}$  ( $-40^{\circ}\text{F}$ ) or lower and are commonly designed for a maximum working pressure of 24 bar (348 psi).*

- Vật liệu có thể tiếp xúc với sản phẩm được vận chuyển phải được phê duyệt cho oxit nitơ. Nếu không có dữ liệu về khả năng tương thích với oxit nitơ, các quy tắc tương thích với oxy nên được áp dụng, ví dụ, theo ISO 21010 [27].

*Material that can come in contact with the transported product should be approved for nitrous oxide. If no data are available on nitrous oxide compatibility, oxygen compatibility rules should be applied, for example, according to ISO 21010 [27].*

### 7.3.3. Hệ thống đường ống và thiết bị đo lường / *Piping and instrumentation*

- Ống, van, mặt bích, khớp nối, v.v. phải bằng kim loại. Vật liệu làm kín và gioăng phải được lựa chọn theo mục 5.2.

*Pipes, valves, flanges, couplings, etc. shall be metallic. Seal and gasket materials shall be selected according to 5.2.*

- Hệ thống đường ống và thiết bị đo lường phải cho phép các chức năng sau:

*The piping and instrumentation shall enable the following functions:*

- Nạp lỏng vào đáy bồn vận chuyển. Điều này sẽ cho phép một phản ứng phân hủy tiềm ẩn bắt đầu tại bơm được dập tắt trong pha lỏng;  
*Filling of liquid into the bottom of the transport tank. This would allow a potential decomposition reaction starting at the pump to be quenched in the liquid phase;*
- Xả sản phẩm qua đường đáy;  
*Product discharge through the bottom line;*
- Hồi lưu khí đến và đi từ phía trên cho quy trình nạp hai ống với bù áp giữa bồn vận chuyển và bồn cố định. Một đường nạp đỉnh chỉ được sử dụng trong quá trình làm lạnh ban đầu cho một bồn nóng bằng cách nạp sản phẩm bằng chênh áp (không sử dụng bơm);  
*Gas return to and from the top for the two-hose filling procedure with pressure compensation between transport and stationary tank. A spray line in the top shall only be used during the initial cooling of a warm tank with product transfer from differential pressure (without the use of a pump);*
- Ít nhất một van báo đầy hoặc đường hồi hơi để kiểm tra giới hạn mức nạp;  
*At least one full trycock or vapour return line in order to check the filling level limit;*
- Tùy chọn sử dụng đồng hồ mức lỏng để theo dõi lượng chứa trong bồn;  
*Level indicator to monitor the tank contents as an option;*
- Đồng hồ áp để theo dõi áp suất bồn;  
*Pressure gauge to monitor the tank pressure;*
- Đồng hồ đo để theo dõi áp suất đầu ra bơm hoặc chênh áp; và  
*Pressure gauge to monitor the pump discharge pressure or differential pressure; and*
- Các kết nối để lấy mẫu pha lỏng và, tùy chọn cho pha khí.  
*Connections to allow sampling of liquid phase and, as an option, gas phase.*

### 7.3.4. Nối đất / *Grounding*

- Tất cả các bộ phận của bồn vận chuyển phải được liên kết để đảm bảo tính liên tục về điện. Điều này có thể đạt được bằng cách sử dụng cáp nối đất hoặc ống dẫn điện.

*All parts of the transport tank shall be bonded to ensure electrical continuity. This can be achieved by either a ground cable or a conductive hose.*

## 7.4. Bơm / *Pumps*

- Để chuyển oxit nitơ dạng lỏng lạnh, các loại bơm sau đây hiện đang được sử dụng:  
*For transfer of refrigerated liquid nitrous oxide, the following pump types are currently used:*

- bơm bánh răng;  
*gear pumps;*
- bơm cánh gạt; và  
*sliding vane pumps; and*
- bơm ly tâm.  
*centrifugal pumps.*

- Các yêu cầu thiết kế bơm cho bơm oxy lỏng nên được xem xét, xem AIGA 055, *Hướng Dẫn Lắp Đặt Bơm Oxy Lỏng Ly Tâm Dẫn Động Bằng Động Cơ Điện Cố Định* và ISO 24490, *Bồn chứa siêu lạnh – Bơm cho khí siêu lạnh* [63, 64].

*Pump design requirements for liquid oxygen pumps should be considered, see AIGA 055, Installation*

*Guide for Stationary, Electrical-Motor Driven, Centrifugal Liquid Oxygen Pumps and ISO 24490, Cryogenic vessels – Pumps for cryogenic service [63, 64].*

- Ngoài ra, thiết kế của bơm phải tính đến các cách tránh các nguồn nhiệt hoặc tia lửa có thể dẫn đến sự bắt lửa và/hoặc phân hủy oxit nitơ:  
*In addition, the design of the pump has to take into account ways of avoiding sources of heat or sparks that can lead to an ignition and/or decomposition of nitrous oxide:*
  - Tránh sử dụng ổ trục được bôi trơn bằng oxit nitơ. Ưu tiên dùng ổ trục nằm ngoài phần tiếp xúc với khí trong bơm;  
*Bearings that are lubricated by nitrous oxide should be avoided. Bearings that are running outside the product containing part of the pump are preferred;*
  - Phải xem xét hậu quả của các sự cố và mức độ hao mòn của các bộ phận dễ mòn. Phải tính đến các chu kỳ bảo trì;  
*Consequences of failures and consumption of wearing parts shall be considered. The periods of maintenance shall be taken into consideration;*
  - Khoảng cách giữa các bộ phận chuyển động và bộ phận cố định bên trong bơm nên được thiết kế càng lớn càng tốt, miễn là vẫn đảm bảo hiệu suất thủy lực và khả năng làm kín;  
*Clearances between moving and stationary parts within the pump shall be as large as practical, consistent with hydraulic performance and sealing;*
  - Các chi tiết kết cấu phải được cố định chắc chắn để tránh bị lỏng trong quá trình vận hành;  
*Fastenings of construction elements shall be secured to prevent them from loosening during service;*
  - Khuyến nghị sử dụng phốt cơ khí; và  
*Mechanical seals are recommended; and*
  - Các kết hợp vật liệu của các bộ phận chuyển động và cố định phải được lựa chọn để đảm bảo rằng có xác suất thấp xảy ra sự bắt lửa và tạo tia lửa.  
*Material combinations of moving and stationary parts shall be selected to ensure that there is a low probability of ignition and spark production.*

#### 7.4.1. Lắp đặt / Installation

- Bơm phải được lắp đặt ở điểm thấp nhất của đường ống để sụt áp ở phía hút là nhỏ nhất có thể nhằm đáp ứng cột áp hút dương thực (NPSH) yêu cầu:  
*The pump shall be installed at the lowest point of the line so that the pressure drop on the suction side is as small as possible in order to meet the required net positive suction head (NPSH):*
  - Đường ống hút nên càng ngắn càng tốt và đường kính của nó phải bằng hoặc lớn hơn đường kính đầu hút của bơm. Đường ống hút cần được thiết kế theo hướng dẫn của nhà sản xuất bơm để đảm bảo đủ NPSH;  
*Suction line should be as short as possible and its diameter should be equal to or greater than the diameter of the pump's suction inlet. The suction pipe shall be designed according to pump manufacturer's instructions to ensure a sufficient NPSH;*
  - Ống hút phải có càng ít đoạn cong càng tốt;  
*Suction pipe shall have as few bends as possible;*
  - Đường ống hút phải được trang bị một bộ lọc có độ sụt áp càng ít càng tốt;  
*Suction line shall be fitted with a filter that shall have as little pressure drop as possible;*
  - Van trên đường hút nên là loại cho phép dòng chảy hoàn toàn, ví dụ van bi;  
*Valves in the suction line should be capable of providing a full flow passage, for example, ball valves;*
  - Nên lắp van ngắt khẩn cấp (có thể là loại thủ công hoặc tự động) trên đường hút;  
*An emergency shut off valve either manual or automatic should be installed in the suction line;*
  - Các lực bên ngoài tác động lên bơm nên được giảm thiểu, ví dụ, bằng cách sử dụng các ống mềm trong đường ống hút và xả; và  
*The external forces on the pump should be minimised, for example, by using flexible pipes within the suction and discharge lines; and*
  - Bơm nên được tách rời khỏi động cơ.  
*The pump should be separated from the pump motor.*
- Tất cả các bộ phận của bơm phải được nối đất để đảm bảo tính liên tục về điện.  
*All parts of the pump shall be bonded to ensure electrical continuity.*

#### 7.4.2. Bôi trơn / Lubrication

- Chất bôi trơn bơm có thể tiếp xúc với oxit nitơ phải tương thích với oxy, xem AIGA 055 hoặc ISO 24490 [63, 64].  
*Pump lubricants that can come in contact with nitrous oxide shall be oxygen compatible, see AIGA 055 or ISO 24490 [63, 64].*

#### 7.4.3. Bảo vệ chạy khô / Dry running protection

- Mối nguy chính trong quá trình vận hành bơm là chạy khô, dẫn đến quá nhiệt và hư hỏng bơm. Oxit nitơ có thể quá nhiệt và gây ra phản ứng phân hủy có thể dẫn đến nổ. Chạy khô thường xảy ra nhất khi khởi động bơm và khi mất mồi trong quá trình vận hành, ví dụ do bồn nguồn bị cạn.  
*The primary hazard during pump operation is dry running, which leads to heating and damage of the pump. Nitrous oxide can overheat and cause a decomposition reaction that can lead to an explosion. Dry running is most often experienced at start-up of the pump and when loss of prime occurs during operation, for example due to the source tank becoming empty.*
- Cản trang bị hệ thống liên động (interlock) để chỉ cho phép bơm khởi động sau khi đã được làm mát và nạp đầy sản phẩm lỏng, nhằm tránh tình trạng bơm chạy khô. Tùy theo loại bơm và mục đích sử dụng, hệ thống này có thể được kích hoạt bằng các yếu tố như chênh áp, kiểm soát nhiệt độ, dòng điện của động cơ, và/hoặc thiết bị đo lưu lượng khối lượng phù hợp. Phương pháp đo nhiệt độ là lựa chọn ưu tiên để cho phép khởi động, vì không cần sử dụng đường bypass (vượt qua liên động) để thiết lập các thông số áp suất, dòng điện hoặc lưu lượng. Tuy nhiên, nếu có sử dụng chức năng vượt qua liên động, thì phải được tự động hóa với độ trễ thời gian và không được để người vận hành truy cập hoặc vô hiệu hóa (tức là không có chế độ vượt qua bằng tay).  
*Provide an interlock system that allows the pump to start only after it has been cooled down and filled with liquid product, which protects the pump from dry running. Depending on the type of pump and usage, the system may be activated by differential pressure, temperature control, motor current, and/or a suitable mass flow measuring device. Temperature measurement is the preferred method for permissive start since it does not require a bypass (override) to allow the pump to start and establish pressure and current or flow parameters. However, if such interlock override is employed it shall be automated with a time delay and not accessible to operators to defeat (i.e., no manual override).*
- Một chức năng ngắt cũng phải được cung cấp để bảo vệ chống mất mồi trong quá trình vận hành. Điều này phải dựa trên một hoặc nhiều phép đo thuộc các loại đã nêu trước đó. Hệ thống bảo vệ phải được coi là quan trọng đối với an toàn và được đánh giá theo các tiêu chuẩn được công nhận như IEC 61511, An toàn chức năng - Hệ thống thiết bị an toàn cho ngành công nghiệp quá trình - Phần 1: Khung, định nghĩa, hệ thống, phần cứng và yêu cầu lập trình ứng dụng hoặc ANSI/ISA 84, An toàn chức năng: Hệ thống thiết bị an toàn cho ngành công nghiệp quá trình - Phần 1: Khung, Định nghĩa, Hệ thống, Yêu cầu phần cứng và phần mềm để đảm bảo đạt được số lượng bảo vệ đầy đủ, tính độc lập của các thiết bị và tính toàn vẹn của chức năng ngắt cho đến phần tử cuối cùng (dừng bơm) [65, 66]. Không được cung cấp bất kỳ đường vòng (ghỉ đề) nào cho người vận hành hoặc bảo trì.  
*A trip function shall also be provided to protect against loss of prime during operation. This shall be based on one or more measurements of the types noted previously. The protection system shall be considered critical for safety and evaluated according to recognized standards such as IEC 61511, Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector - Part 1: Framework, definitions, system, hardware and application programming requirements or ANSI/ISA 84, Functional Safety: Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector - Part 1: Framework, Definitions, System, Hardware and Software Requirements to ensure an adequate number of protections, independence of devices, and integrity of trip function through to final element (stopping the pump) is achieved [65, 66]. No operator or maintenance bypass (overrides) shall be provided.*
- Các yêu cầu này cũng áp dụng cho các cơ sở và thiết bị hiện có.  
*These requirements also apply to existing facilities and equipment.*

#### 7.5. Ống mềm, phụ kiện và khớp nối (kết nối nạp) / Hoses, accessories, and couplings (fill connections)

- Ống mềm được sử dụng để sang chiết oxit nitơ hóa lỏng ở nhiệt độ môi trường hoặc oxit nitơ lỏng được làm lạnh ở nhiệt độ thấp.  
*Hoses are used for the transfer of liquefied nitrous oxide at ambient temperature or refrigerated liquid nitrous oxide at low temperature.*
- Ống mềm phải được thiết kế, sản xuất và thử nghiệm để chịu được nhiệt độ và áp suất cho mục đích sử dụng, xem ISO 21012, Bồn siêu lạnh - Ống mềm hoặc Hiệp hội Kỹ sư Cơ

khí Hoa Kỳ (ASME) B31.3, Đường ống công nghệ [67, 68]. Vật liệu chế tạo phù hợp cho ống mềm và các phụ kiện khác (van, van giảm áp, mặt bích, ống) là thép carbon, thép không gỉ và hợp kim đồng. Nếu các vật liệu khác được sử dụng, ví dụ, cho các bộ phận làm kín, v.v., thì phải xem xét khả năng tương thích với oxy, xem ISO 11114-2 (sử dụng ở nhiệt độ môi trường) hoặc ISO 21010 (sử dụng ở nhiệt độ thấp) [23, 27].

*Hoses shall be designed, manufactured, and tested to withstand the temperature and pressure for the intended service, see ISO 21012, Cryogenic vessels - Hoses or the American Society of Mechanical Engineers (ASME) B31.3, Process Piping [67, 68]. Suitable materials of construction for hoses and other accessories (valves, pressure relief valves, flanges, pipes) are carbon steel, stainless steel, and copper alloys. If other materials are used, for example, for seals etc., the oxygen compatibility shall be considered, see ISO 11114-2 (ambient temperature service) or ISO 21010 (low temperature service) [23, 27].*

- Ống mềm nạp phải được bảo vệ chống lại sự xâm nhập của bụi bẩn và hơi ẩm bằng nắp và/hoặc đai ốc, khi không sử dụng.

*Transfer hoses shall be protected against the ingress of dirt and moisture by caps and/or nuts, when not in use.*

- Khớp nối ống mềm phải đáp ứng các yêu cầu cơ bản tiêu chuẩn hóa như độ kín hoặc việc sử dụng bằng dụng cụ cầm tay một cách có kiểm soát, xem EN 13371, Bồn siêu lạnh – Khớp nối cho dịch vụ siêu lạnh hoặc CGA V-6, Kết nối tiêu chuẩn để sang chiết lỏng lạnh lượng lớn [69,70]. Các khớp nối nên được thiết kế để tránh nhầm lẫn giữa các loại khí khác nhau. Khớp nối mặt bích bắt bu lông chỉ đáp ứng một phần các yêu cầu. Cả ở Châu Âu và Hoa Kỳ, các khớp nối chuyên dụng đã được áp dụng, xem EIGA 909, Khớp nối khí siêu lạnh EIGA để nạp bồn chứa hoặc CGA V-6, để nạp bồn chứa [71, 70]. Khớp nối EIGA không nhằm mục đích sử dụng để nạp bồn của khách hàng.

*Hose couplings shall meet standardized basic requirements such as leak tightness or application by hand tools in a controlled manner, see EN 13371, Cryogenic vessels – Couplings for cryogenic service or CGA V-6, Standard Bulk Refrigerated Liquid Transfer Connections [69,70]. The couplings should be designed to avoid confusion between different gases. Bolted flange couplings only partly meet the requirements. Both in Europe and United States dedicated couplings have been adopted, see EIGA 909, EIGA cryogenic gases couplings for tanker filling or CGA V-6, for tanker filling [71, 70]. The EIGA coupling is not intended to be used for filling customer tanks.*

- Khớp nối cho đường nạp lỏng phải khác với khớp nối cho đường hồi khí để tránh nhầm lẫn giữa lỏng và khí.

*The coupling for the liquid filling line shall be different from the coupling for the gas return line in order to avoid confusion between liquid and gas.*

- Tất cả ống mềm, phụ kiện và khớp nối phải được chế tạo sao cho tính liên tục về điện được đảm bảo.

*All hoses, accessories, and couplings shall be constructed so that electrical continuity is ensured.*

- Các kết nối nạp và xả sản phẩm của các bồn siêu lạnh vận chuyển nhỏ nên được gắn cố định vào bồn chứa bằng cách hàn, hàn cứng, thiết bị khóa cơ khí (y tế) hoặc dây buộc (công nghiệp) theo yêu cầu của các quy định khu vực.

*The fill and product discharge connections of small transportable cryogenic containers should be permanently attached to the container by welding, brazing, a mechanical locking device (medical), or wire ties (industrial) as required by regional regulations.*

- Ống mềm phải được kiểm tra và bảo trì với tần suất được quy định theo yêu cầu quốc gia tối thiểu và nhân viên nạp nên kiểm tra trực quan ống mềm trước mỗi lần sang chiết sản phẩm. Xem CGA P-82 Tiêu chuẩn bảo trì ống mềm sang chiết để kiểm định [72].

*Hoses shall be inspected and maintained at frequencies defined per national requirement as a minimum and the unloader should visually inspect the hose prior to each product transfer. See CGA P-82 Standard for Maintenance of Transfer Hoses for hose requalification [72].*

## 8. Sang chiết sản phẩm / *Product transfer*

### 8.1. Chai và nhóm chai / *Cylinders and bundles*

- Trạm nạp chai và nhóm chai phải được thiết kế và xây dựng để chịu được tải trọng áp suất và tải trọng bên ngoài trong quá trình sử dụng nhằm cho phép nạp an toàn.

*Cylinder and bundle filling stations shall be designed and built to withstand the pressure loads and the external loads during service to allow safe filling.*

- Trạm nạp chai và nhóm chai oxit nitơ bao gồm các yếu tố chính sau:

*Nitrous oxide cylinder and bundle filling stations consist of the following main elements:*

- Bồn cố định cách nhiệt chân không hoặc không chân không, áp suất làm việc khoảng 20 bar (290 psi) hoặc bồn áp suất cao không cách nhiệt có áp suất làm việc khoảng 80

- bar (1160 psi);  
*Vacuum- or non-vacuum-insulated stationary tank, working pressure approximately 20 bar (290 psi) or non-insulated high-pressure tank working pressure approximately 80 bar (1160 psi);*
- Bơm piston có áp suất làm việc lên đến 100 bar (1450 psi). Bơm nên được trang bị bảo vệ chống chạy khô, ví dụ, bằng cách sử dụng cặp nhiệt điện để theo dõi nhiệt độ ở phía xả. Nơi chất bôi trơn có thể tiếp xúc với oxit nitơ, chỉ được sử dụng chất bôi trơn tương thích với oxy;  
*Reciprocating pump working pressure up to 100 bar (1450 psi). The pump should be equipped with protection against dry running, for example, by means of a thermocouple to monitor the temperature on the discharge side. Where the lubricant could be in contact with nitrous oxide, only oxygen compatible lubrication shall be used;*
- Đường nối tắt cho bơm (bypass) nếu bơm đang chạy liên tục;  
*Pump bypass if the pump is running continuously;*
- Nếu không được trang bị đường bypass, bơm phải được tự động tắt khi các chai đầy;  
*If not equipped with a bypass line, the pump shall be automatically switched off when the cylinders are full;*
- Ống được cách nhiệt một phần hoặc hoàn toàn từ bơm đến điểm nạp;  
*Partially or fully insulated pipe from the pump to the filling point;*
- Cân nạp với độ chính xác yêu cầu cho các chai lớn và nhỏ;  
*Filling scales with the required accuracy for large and small cylinders;*
- Hệ thống ống góp để xả áp trong chai hoặc nhóm chai kết hợp với bơm chân không; và  
*Cylinder or bundle emptying manifold with vacuum pump; and*
- Ống mềm nạp, nên được trang bị cáp an toàn hoặc hệ thống tương đương để ngăn ngừa ống bị văng nếu bị đứt do áp suất.  
*Flexible filling hoses, which should be equipped with safety cable or equivalent system to prevent whipping if broken under pressure.*
- Các yêu cầu bổ sung sau đây phải được đáp ứng:  
*The following additional requirements shall be met:*
  - Việc lắp đặt phải được thiết kế và vận hành theo các quy định địa phương đối với khí oxy hóa và khí y tế;  
*The installation shall be designed and operated in accordance with local regulations for oxidizing and medical gases;*
  - Phải có các quy trình vận hành bằng văn bản, mô tả tất cả các bước của quá trình nạp (kiểm tra trước khi nạp và cân chai, kiểm tra trọng lượng bì, kiểm soát trọng lượng nạp). Để biết chi tiết về quy trình nạp theo trọng lượng được khuyến nghị, xem ISO 24431 Chai khí - Chai không hàn, hàn và composite cho khí nén và khí hóa lỏng (trừ axetylen) [73]  
*Written operating procedures, which describe all steps of the filling process (prefill check and reconditioning of the cylinders, tare weight check, control of filling weight) shall be provided. For details of a recommended gravimetric filling procedure, see ISO 24431 Gas cylinders - Seamless, welded and composite cylinders for compressed and liquefied gases (excluding acetylene) [73]*
  - Không cho phép việc nạp lại các chai chưa rỗng (nạp đỉnh) và nạp bằng áp suất mà không có cân; và  
*Filling of non-empty cylinders (top filling) and filling by pressure without scale shall not be permitted; and*
  - Chai phải được nạp đến tỷ lệ nạp cho phép. Tỷ lệ nạp phụ thuộc vào áp suất thử của chai, xem Bảng 6 hoặc theo quy định địa phương. Tại Hoa Kỳ và Canada, tỷ lệ nạp là 70.3% đối với chai có định mức 2000 psi, 73.2% đối với chai có định mức 2265 psi, và 74.5% đối với chai có định mức 2400 psi.  
*Cylinders shall be filled to the permissible filling ratio. The filling ratio is dependent on the test pressure of the cylinder, see Table 6 or by local regulations. In the United States and Canada, the filling ratio is 70.3% for a 2000 psi rated cylinder, 73.2% for a 2265 psi rated cylinder, and 74.5% for a 2400 psi rated cylinder.*

**Bảng 6—Trích từ Hướng dẫn Đóng gói P200 [2]****Table 6—Extract from Packing Instruction P200 [2]**

| Áp suất thử tối thiểu, bar<br><i>Minimum cylinder test pressure, bar</i> | Tỷ lệ nạp tối đa<br><i>Maximum filling ratio</i> |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 180                                                                      | 0.68                                             |
| 225                                                                      | 0.74                                             |
| 250                                                                      | 0.75 <sup>1)</sup>                               |

- 1) Điều này nghĩa là, ví dụ, một chai có dung tích 10 L và áp suất thử 250 bar (3625 psi) có thể được nạp 7.5 kg oxit nitơ.
- 1) *This means, for example, that a cylinder with a 10 L capacity and test pressure of 250 bar (3625 psi) may be filled with 7.5 kg of nitrous oxide.*

- Tất cả các bộ phận của hệ thống nạp phải được nối đẳng thế và nối đất để đảm bảo tính liên tục về điện. Điện thế giữa chai hoặc nhóm chai và đất phải được cân bằng trong quá trình nạp. Nếu cần thiết, chai hoặc nhóm chai phải được nối trực tiếp với đất.

*All parts of a filling installation shall be bonded and earthed to ensure electrical continuity. The electrical potentials between the cylinder or bundle and the ground should be equalised during filling. If necessary, the cylinder or bundle should be bonded directly to ground.*

## 8.2. Bồn vận chuyển / *Transport tanks*

- Oxit nitơ lỏng được làm lạnh thường được chuyển từ bồn cố định tại nhà máy sản xuất vào bồn vận chuyển và sau đó được vận chuyển đến người sử dụng.

*Refrigerated liquid nitrous oxide is normally transferred from a stationary tank at the production plant into the transport tank and then transported to the user.*

- Một bơm đặt trên mặt đất cạnh bồn cố định thường được sử dụng để nạp vào bồn vận chuyển. Ống hút phải được thiết kế theo hướng dẫn của nhà sản xuất bơm để đảm bảo NPSH đủ. Hệ thống bơm tích hợp trên bồn vận chuyển không nên được sử dụng vì đầu hút của bơm không được thiết kế cho loại nạp khí này.

*A ground-mounted pump adjacent to the stationary tank is commonly used to fill the transport tank. The suction pipe shall be designed according to pump manufacturer's instructions ensuring a sufficient NPSH. The on-board pumping system of the transport tank should not be used as the pump suction is not designed for this type of transfer.*

- Một thiết kế an toàn hơn về bản chất, sử dụng bồn cố định đặt trên cao để nạp vào bồn vận chuyển bằng trọng lượng theo quy trình nạp bằng hai ống, giúp loại bỏ rủi ro mất môi trường khi bơm oxit nitơ vào xe bồn rỗng (chứa pha khí). Điều này nên được xem xét cho các lắp đặt bồn mới. Ngoài ra, khu vực nạp bồn vận chuyển cần có:

*An inherently safer design employing an elevated stationary tank to fill the transport tank via gravity using the two-hose filling procedure eliminates the risk from loss of prime when pumping nitrous oxide into an empty trailer (vapour space). This should be considered for new tank installations. In addition, the transport tank filling area:*

- Sàn khu vực kết nối nạp nên được phủ bằng vật liệu không cháy (như bê tông hoặc đá tự nhiên). Không được sử dụng gỗ;  
*Filling connection area should be covered with non-combustible material (such as concrete or natural stones). Wood is not acceptable;*
- Bồn vận chuyển nên được nối đẳng thế với bồn cố định trong quá trình chiết nạp và  
*Transport tanks should be equipotential bonded to the stationary tank during product transfer; and*
- Các kết nối, phớt và ống nạp phải được giữ sạch bằng cách sử dụng nắp, nút bịt, v.v.  
*Connections, seals, and transfer hoses shall be kept clean by using caps, plugs, etc.*

- Bồn vận chuyển nên được nạp bằng quy trình nạp hai ống để giảm thiểu chênh áp và mối nguy phân hủy. Việc nạp phải được thực hiện qua đường đáy và pha khí phải được dẫn ngược lại bồn cố định. Việc nạp qua đường cân bằng trên hoặc bất kỳ đường nào khác lên đỉnh bồn không được khuyến nghị để tránh đưa nhiệt vào pha khí bởi bơm đang chạy nóng.

*Transport tanks should be filled by the two-hose filling procedure in order to minimize pressure differential and the hazard of decomposition. Filling shall be made through the bottom fill line and the gas phase shall be directed back to the stationary tank. Filling through the top equalizing line or any other line to the top is not recommended in order to avoid heat input into the gas phase by a hot running pump.*

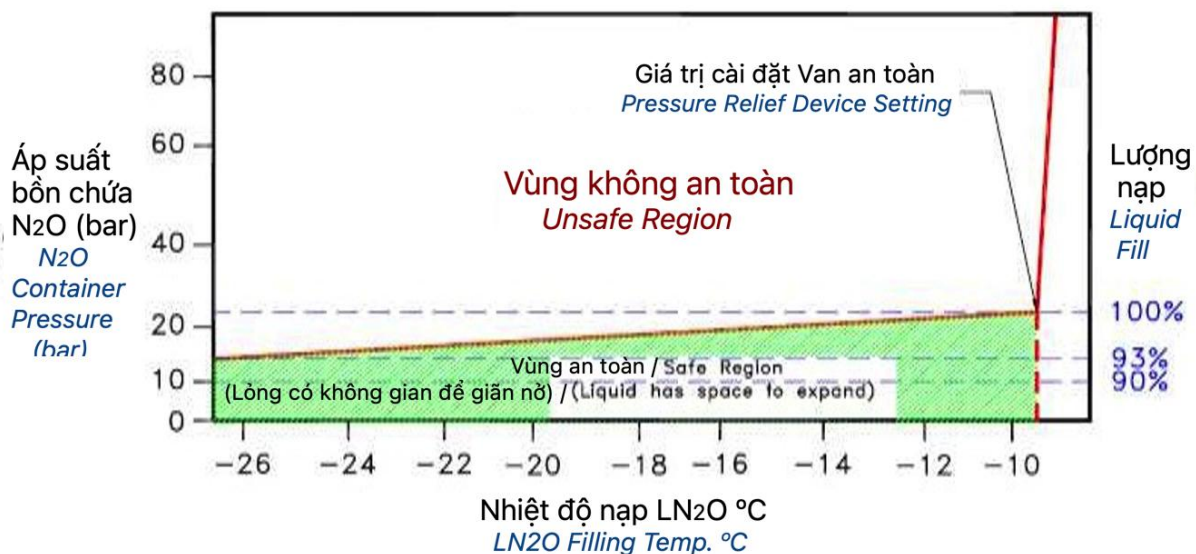
- Trong quá trình nạp, áp suất nạp của bơm phải được giám sát để đảm bảo bơm hoạt động trong các điều kiện hiệu suất quy định. Áp kế và đồng hồ mức lỏng (nếu có) của bồn vận chuyển phải được giám sát để tránh nạp quá mức. Khi hoàn tất việc nạp, van báo đầy phải được mở để xác minh rằng lượng nạp là chính xác. Nếu được thiết kế cho chức năng này, đường hồi hơi có thể dùng làm van báo đầy.

*During filling, the pump discharge pressure shall be monitored to ensure that the pump operates within the specified performance conditions. The pressure and the level indicator (if any) of the transport tank shall be monitored to avoid overfilling. At completion of filling, the full trycock shall be opened to verify that the filling quantity is correct. If designed for the function, the vapour return may serve as the full trycock.*

- Các yêu cầu vận hành thêm đối với bồn vận chuyển cách nhiệt chân không được đề cập trong ISO 21029-2 và đối với bồn vận chuyển không cách nhiệt chân không trong EN 14398 Phần 1 đến 3, ADR, và 49 CFR 178.331 [63,58,59,60,53,54].  
*Further operational requirements for vacuum-insulated transport tanks are addressed in ISO 21029-2 and for non-vacuum-insulated transport tanks in EN 14398 Parts 1 to 3, ADR, and 49 CFR 178.331 [63,58,59,60,53,54].*
- Các nguyên tắc nạp an toàn cho bồn vận chuyển cũng có thể được áp dụng cho bồn chứa siêu lạnh.  
*The principles of safe filling of transport tanks can also be applied for cryogenic receptacles.*

### 8.2.1. Mức nạp / Filling degree

- Mức nạp phải tuân thủ các quy định địa phương. Trong trường hợp không có quy định địa phương, mức nạp tối đa phải là 95%.  
*The filling degree shall comply with local regulations. In absence of local regulations, the maximum filling degree shall be 95%.*
- Hình 3 chỉ ra ảnh hưởng áp suất của việc nạp quá mức một bồn gây ra bởi sự giãn nở của lỏng.  
*Figure 3 indicates the pressure effect of overfilling a tank caused by the expansion of liquid.*



Hình 3—Thể tích nạp an toàn cho bồn tồn chứa oxit nitơ 22 bar  
*Figure 3—Safe filling volumes for 22 bar nitrous oxide storage tanks*

## 9. Ứng phó khẩn cấp / Emergency response

### 9.1. Các mối nguy / Hazards

- Để biết thông tin liên quan đến các mối nguy của oxit nitơ, xem Mục 4.  
*For information regarding the hazards associated with nitrous oxide, see Section 4.*

### 9.2. Các quy trình xử lý rò rỉ hoặc tràn oxit nitơ lớn / Procedures for large leaks or spills of nitrous oxide

- Cô lập điểm rò rỉ mà không gây rủi ro cho nhân sự. Nếu có thể, hãy định hướng các bình chứa bị rò rỉ sao cho pha khí thoát ra thay vì pha lỏng.  
*Isolate the leak without putting personnel at risk. If possible, orient leaking containers so the gas escapes rather than the liquid.*
- Trong trường hợp không có hướng dẫn quy định hoặc mô hình phân tán, hãy cô lập khu vực bị ảnh hưởng bởi sự cố tràn hoặc rò rỉ trong phạm vi ít nhất 25 m đến 50 m (75 ft đến 150 ft) theo mọi hướng, yêu cầu những người không có thẩm quyền tránh xa và ở phía trước chiều gió. Đối với một sự cố tràn đổ lớn (ví dụ: dòng chảy ống hở không hạn chế) có thể yêu cầu khoảng cách lớn hơn do lượng xả tăng lên.  
*In the absence of regulatory or dispersion model guidelines, isolate the area affected by the spill or leak for at least 25 m to 50 m (75 ft to 150 ft) in all directions, keep unauthorized persons away, and stay upwind. A large spill (e.g., unrestricted open pipe flow) may require a greater distance due to the increased volume of the discharge.*
- Các biện pháp hợp lý phải được thực hiện để ngăn chặn khí hoặc lỏng bị rò rỉ tiếp cận các khu vực trũng thấp và cố gắng ngăn chặn xâm nhập vào cống rãnh, hệ thống thoát nước, tầng hầm hoặc không gian hạn chế.

*Reasonable measures shall be taken to prevent the leaking gas or liquid from reaching low lying areas and try to prevent entry into drains, sewers, basements, or confined spaces.*

- Thông gió và kiểm tra không gian hạn chế và các phòng trước khi vào. Việc kiểm tra phải được thực hiện bởi nhân sự có năng lực được đào tạo để phát hiện các mối nguy tiềm ẩn trong khí quyển.  
*Ventilate and check confined spaces and rooms before entering. The check shall be conducted by competent personnel who are trained to detect potential atmospheric hazards.*
- Nhân viên ứng phó khẩn cấp phải tránh để nước tiếp xúc với các van an toàn để không làm đóng băng các van này.  
*Emergency responders shall avoid water contact with the pressure relief valves to avoid freezing the pressure relief valves closed.*
- Không chạm hoặc đi qua lỏng bị tràn đổ.  
*Do not touch or walk through spilled liquid.*
- Cố gắng ngăn chặn oxit nitơ lạnh (lỏng hoặc khí) tiếp xúc với các vật liệu nhạy cảm với lạnh như cao su hoặc nhựa.  
*Try to prevent contact of cold nitrous oxide (liquid or gas) with materials that are sensitive to cold such as rubber or plastics.*
- Tuyệt đối không sử dụng bất kỳ chất hấp thụ, đặc biệt là mùn cưa hoặc các vật liệu thấm hút khác, đối với sự cố tràn oxit nitơ lỏng.  
*Never use any absorbents, especially sawdust or other absorbent materials on liquid nitrous oxide spills.*

### 9.3. Các quy trình trong tình huống hỏa hoạn / *Procedures at fire situations*

- Nhân sự nhà máy chỉ nên được phép chữa các đám cháy nhỏ, nếu được đào tạo và trang bị cho các trường hợp đó. Nhân viên ứng phó khẩn cấp chuyên nghiệp nên chữa các đám cháy lớn. Khuyến nghị sơ tán nhà máy nếu có hỏa hoạn trong khu vực oxit nitơ.  
*Plant personnel should be restricted to fight only minor fires, if trained and equipped for such occurrences. Emergency responders should fight large fires. Evacuation of the plant is recommended if there is a fire in the nitrous oxide area.*

#### 9.3.1. **Các đám cháy liên quan đến vật liệu dễ cháy với oxit nitơ / *Fires involving combustible materials with nitrous oxide***

- Oxit nitơ có thể hỗ trợ mạnh mẽ quá trình cháy của các vật liệu như gỗ, giấy, dầu, quần áo, v.v. Khi xử lý bất kỳ tình huống hỏa hoạn nào, các vật liệu này phải được giữ ở khoảng cách an toàn khỏi đám cháy.  
*Nitrous oxide can strongly support the combustion of materials such as wood, paper, oil, clothing, etc. In dealing with any fire situation, these materials shall be kept at a safe distance from the fire.*
- Các vật liệu cháy trong oxit nitơ có thể tạo ra khí gây kích ứng và độc hại. Người ứng phó khẩn cấp nên sử dụng thiết bị bảo vệ hô hấp trong khi dập tắt đám cháy.  
*Materials burning in nitrous oxide can produce irritating and toxic gases. Emergency responders should use respiratory protection while extinguishing fires.*
- Sử dụng chất chữa cháy phù hợp với loại đám cháy đang xảy ra như bột khô, carbon dioxide hoặc phun nước.  
*Use a suitable extinguishing agent for the type of fire in question such as dry chemical, carbon dioxide, or water spray.*

#### 9.3.2. **Hỏa hoạn trong khu vực bồn oxit nitơ / *Fire in the area of nitrous oxide tanks***

- Bồn và bình chịu áp lực khi tiếp xúc với lửa hoặc nhiệt độ cực cao có thể nổ do nhiệt độ và áp suất tăng. Ngoài ra, bồn oxit nitơ và bình chịu áp lực có thể bị phân hủy nổ, điều này có thể xảy ra mặc dù có thiết bị giảm áp. Các mảnh kim loại có thể bị bắn ra trong không khí.  
*Tanks and pressure receptacles that are exposed to fire or extreme heat can rupture due to increase of temperature and pressure. In addition, nitrous oxide tanks and pressure receptacles can be subject to explosive decomposition, which can occur in spite of pressure relief equipment. Fragments of metal can be ejected through the air.*
- Bồn vận chuyển và bình chịu áp lực nên được di chuyển khỏi khu vực hỏa hoạn ngay lập tức, nếu có thể thực hiện được mà không gây rủi ro cho nhân sự. Nếu không thể, thiết bị liên quan nên được làm mát ngay lập tức bằng tia nước hướng từ vị trí an toàn, ví dụ, từ phía sau máy móc hạng nặng hoặc một bức tường vững chắc. Tránh để nước tiếp xúc với các van an toàn để tránh làm đóng băng các

van này.

*Transport tanks and pressure receptacles should be removed from the immediate fire area, if this can be achieved without risk to personnel. If this is not possible, the concerned equipment should be immediately cooled with water jets directed from a safe position, for example, from behind heavy machinery or a solid wall. Avoid water contact with pressure relief valves to avoid freezing the pressure relief valves closed.*

- Nếu đám cháy liên quan đến bất kỳ bồn chứa hoặc bình áp lực nào, cần tiến hành chữa cháy từ vị trí an toàn hoặc sử dụng vòi phun nước tự động không có người điều khiển. Sau khi đám cháy được dập tắt, cần tiếp tục làm mát thiết bị bằng nước. Phải rút lui ngay lập tức nếu thiết bị xả áp phát ra tiếng rít hoặc nếu quan sát thấy sự đổi màu của bồn chứa hoặc bình áp lực. Cần nhắc sơ tán ban đầu trong phạm vi bán kính khoảng 800 m (2600 ft). Tham khảo thêm trong *Sổ tay Hướng dẫn Ứng phó Khẩn cấp* [4].

*If the fire involves any tanks or pressure receptacles, it shall be fought from a safe position or by using unmanned water monitors. Water cooling of the equipment should be continued after the fire has been extinguished. Retreat immediately if the pressure relief equipment emits a hissing sound or discoloration of the tank or pressure receptacle is observed. Consider initial evacuation around an 800 m (2600 ft) perimeter. See Emergency Response Guidebook [4].*

- Trong trường hợp hỏa hoạn tại khu vực chứa các bình hoặc bó bình oxit nitơ, phải tuân thủ AIGA 042 *Thao tác khẩn cấp đối với bình chứa khí* [73].

*In the event of a fire in the area containing cylinders or bundles of nitrous oxide, AIGA 042 Handling of gas container emergencies should be followed [73].*

#### **9.4. Các quy trình tại một sự cố giao thông liên quan đến bồn vận chuyển / *Procedures at a traffic incident involving a transport tank***

- Các hành động cần thiết trong trường hợp xảy ra sự cố giao thông liên quan đến bồn vận chuyển oxit nitơ phụ thuộc vào hoàn cảnh.

*The actions required in the event of a traffic incident involving nitrous oxide transport tanks depend on the circumstances.*

- Những điều sau đây chỉ được đưa ra như hướng dẫn về loại hành động có thể được yêu cầu từ các lái xe.

*The following is given as guidance only regarding the type of action that could be required from drivers.*

- Khi có thể, phải tham khảo hướng dẫn của công ty trước khi thực hiện bất kỳ hành động lớn nào và phải luôn hợp tác với cảnh sát và các dịch vụ khẩn cấp khác.

*Where practicable, company guidance should be obtained before any major action is taken and co-operation with the police and other emergency services shall be given at all times.*

##### **9.4.1. Trong trường hợp xe bị hỏng / *In the event of breakdown***

- Nếu cần dừng xe bên lề đường do xe bị hỏng, hãy tìm một khu vực đỗ xe càng xa khu dân cư càng tốt;

*If a stop is required on the roadside due to a breakdown, look for a parking area as far away as possible from built-up areas;*

- Dừng động cơ và bật đèn cảnh báo nguy hiểm. Mặc quần áo phản quang. Đặt biển cảnh báo trên đường;

*Stop the engine and switch on hazard warning lights. Put on your high visibility clothing. Place warning signs on the road;*

- Nếu vị trí của phương tiện có khả năng gây ra mối nguy hiểm giao thông nghiêm trọng hoặc cản trở giao thông, hãy thông báo cho cảnh sát hoặc cơ quan giao thông; và

*If the position of the vehicle is likely to cause a serious traffic hazard or obstruction, notify the police or traffic authorities; and*

- Báo cáo cho công ty để nhận hướng dẫn về các hành động tiếp theo cần thiết như sắp xếp hỗ trợ sửa chữa, thay đổi đầu kéo, hoặc chuyển sản phẩm từ bồn vận chuyển sang phương tiện khác.

*Report to the company for instructions regarding further actions required such as arrangements for assistance with repairs, changes of tractor, or transferring the product from the transport tank to another vehicle.*

##### **9.4.2. Trong trường hợp xảy ra sự cố / *In the event of an incident***

- Nếu liên quan đến một sự cố, hãy giữ bình tĩnh và sơ cứu, nếu có thể;

*If involved in an incident, stay calm and give first aid, if possible;*

- Dừng động cơ và bật đèn cảnh báo nguy hiểm. Mặc quần áo phản quang. Đặt biển cảnh báo trên đường;  
*Stop the engine and switch on hazard warning lights. Put on your high visibility clothing. Place warning signs on the road;*
- Tránh ngọn lửa trần. Không hút thuốc;  
*Avoid open flames. Do not smoke;*
- Thông báo cho cảnh sát và, nếu cần, các dịch vụ khẩn cấp khác như cứu hỏa hoặc y tế;  
*Notify the police and, if necessary, other emergency services such as fire or medical;*
- Giữ người ngoài cuộc ở khoảng cách an toàn và báo cáo cho công ty; và  
*Keep bystanders at a distance and report to the company; and*
- Thường xuyên kiểm tra áp suất bồn vận chuyển và, nếu cần, xả khí oxit nitơ ra khí quyển để giảm áp suất xuống dưới áp suất tối đa cho phép. Tìm một nơi an toàn để xả và thực hiện các biện pháp phòng ngừa để ngăn chặn mối nguy cháy.  
*Frequently check transport tank pressure and, if necessary, vent nitrous oxide gas to the atmosphere in order to reduce the pressure to less than the maximum allowable pressure. Find a safe place for venting and take precautions to prevent fire hazards.*

#### **9.4.3. Trong trường hợp rò rỉ hoặc tràn đổ / In the event of leak or spill**

- Trong trường hợp rò rỉ nhỏ, bất cứ khi nào có thể và nếu không có mối nguy nào liên quan, hãy kiểm tra và đóng bất kỳ van nào để cô lập điểm rò rỉ;  
*In the event of minor leaks, whenever possible and if no hazards are involved, check and close any valves to isolate the point of leakage;*
- Nếu dường như không có hư hỏng nào đối với bồn oxit nitơ hoặc hệ thống đường ống có thể phát triển thành các sự cố nghiêm trọng hơn, hãy báo cáo cho công ty và, trừ khi được hướng dẫn khác, lái bồn vận chuyển đến cơ sở gần nhất của công ty. Kiểm tra áp suất bồn thường xuyên trong suốt hành trình;  
*If there seems to be no damage to the nitrous oxide tank or pipework that could develop into more serious failures, report to the company and, unless instructed otherwise, drive transport tank to the nearest company premises. Check tank pressure regularly during the journey;*
- Nếu rò rỉ có vẻ đang tăng lên, hãy dừng lại ở một nơi thích hợp cách xa khu dân cư, và tiến hành như sau đối với các vụ rò rỉ lớn;  
*If leakage appears to be increasing, stop in a suitable place away from built-up areas, and proceed as follows for major leaks;*
- Trong trường hợp rò rỉ lớn, nơi khí thoát ra có thể tiếp xúc với động cơ đầu kéo, hãy tấp vào lề đường, ngay lập tức tắt động cơ và rời khỏi phương tiện, giữ tất cả nhân viên tránh xa cho đến khi các dịch vụ khẩn cấp đến; và  
*In the event of major leaks, where a release can come in contact with the tractor engine, pull to the side of the road, immediately shutdown the engine, and exit the vehicle keeping all personnel away until the emergency services arrive; and*
- Thông báo cho cảnh sát và, nếu cần thiết, các lực lượng ứng cứu khẩn cấp khác, đồng thời cung cấp thông tin về tính chất của sự cố rò rỉ. Báo cáo tình huống cho công ty. Luôn túc trực trong suốt quá trình xả khí oxit nitơ. Cảnh báo người khác về mối nguy hiểm, đảm bảo không có ai làm việc trong hầm, tầng hầm hoặc rãnh gần khu vực xảy ra sự cố, và cân nhắc sơ tán ban đầu theo hướng gió trong phạm vi ít nhất 500 mét (1640 feet).  
*Notify the police and, if necessary, other emergency services and inform them about the nature of the leak. Report the situation to the company. Stay in attendance throughout any discharge of nitrous oxide. Warn others of danger, ensure no one in the vicinity is working in cellars, basements or trenches, and consider initial downwind evacuation for at least 500 m (1640 ft).*

#### **9.4.4. Trong trường hợp bồn vận chuyển bị lật / In the event of transport tank overturning**

- Nếu xe bồn vận chuyển bị lật hoặc nằm nghiêng, có thể không thể xả khí từ van lỏng hoặc van khí. Hãy tuân thủ kế hoạch ứng phó khẩn cấp của công ty và thông báo cho cảnh sát, và nếu cần, các dịch vụ khẩn cấp khác và thông báo cho họ về tính chất của sự cố.  
*If a transport tank overturns or is lying on its side, it may not be possible to vent gas from either the liquid valve or the gas valve. Follow the company's emergency response plan and notify the police, and if necessary, other emergency services and inform them about the nature of the incident.*

**9.4.5. Trong trường hợp hỏa hoạn / In the event of fire**

- Nếu xe bồn vận chuyển bị cháy, thông báo cho cảnh sát và các dịch vụ khẩn cấp và báo cáo tình hình cho công ty;  
*If the transport tank is involved in a fire, notify the police and emergency services and report the situation to the company;*
- Công ty phải hỗ trợ các nhân viên ứng phó khẩn cấp bằng cách cung cấp thông tin về các mối nguy và tính chất của oxit nitơ; và  
*The company should assist emergency responders by providing information about the hazards and properties of nitrous oxide; and*
- Hãy nhận thức về các mối nguy phân hủy nổ.  
*Be aware of explosive decomposition hazards.*

**9.5. Thiết bị bảo hộ cá nhân / Personal protective equipment**

- Các thiết bị bảo hộ cá nhân (PPE) sau đây được khuyến nghị cho các nhân viên ứng phó khẩn cấp:  
*The following personal protective equipment (PPE) is recommended for emergency responders:*
  - Quần áo bảo hộ của lính cứu hỏa chỉ cần thiết trong các tình huống hỏa hoạn; nó không hiệu quả trong các tình huống tràn đổ;  
*Firefighters protective clothing is only required for fire situations; it is not effective in spill situations;*
  - Sử dụng thiết bị thở độc lập (SCBA) hoặc thiết bị bảo vệ hô hấp cấp khí khi dập lửa, vì hỏa hoạn khi có oxit nitơ có thể tạo ra khí gây ngạt, kích ứng và/hoặc độc hại;  
*Use self-contained breathing apparatus (SCBA) or supplied air respiratory protection while extinguishing fires, as fire in the presence of nitrous oxide can generate asphyxiating, irritating, and/or toxic gases;*
  - Trong trường hợp rò rỉ nhỏ, hãy đội mũ bảo hộ, đeo kính bảo hộ, găng tay và giày bảo hộ. Đảm bảo khu vực được thông gió để giảm nồng độ oxit nitơ; và  
*In the event of minor leakage, wear head protection, safety goggles, gloves, and safety shoes. Ensure that the area is ventilated to reduce the concentration of nitrous oxide; and*
  - Trong trường hợp rò rỉ lớn, hãy mặc quần áo bảo hộ nhiệt, đeo tấm che mặt, găng tay siêu lạnh, giày bảo hộ và SCBA hoặc thiết bị bảo vệ hô hấp cấp khí.  
*In the event of major leakage, wear thermal protective clothing, face shields, cryogenic gloves, safety shoes, and SCBA or supplied air respiratory protection.*
- Hướng dẫn bổ sung có thể được tìm thấy trong AIGA 066, *Lựa chọn Trang bị Bảo hộ Cá nhân* [74].  
*Additional guidance can be found in AIGA 066, Selection of Personal Protective Equipment [74].*

**9.6. Sơ cứu / First aid****9.6.1. Trong trường hợp hít phải oxit nitơ / In the event of inhalation of nitrous oxide**

- Đưa nạn nhân đến nơi thoáng khí và gọi dịch vụ y tế khẩn cấp;  
*Move the victim to fresh air and call emergency medical services;*
- Cho nạn nhân thở oxy nếu nạn nhân đang gặp khó khăn khi thở; và  
*Administer oxygen if the victim is experiencing difficulty with breathing; and*
- Thực hiện hô hấp nhân tạo nếu nạn nhân không thở.  
*Perform artificial respiration if the victim is not breathing.*

**9.6.2. Trong trường hợp tiếp xúc với oxit nitơ lỏng / In the event of contact with liquid nitrous oxide**

- Tháo và cách ly quần áo và giày bị nhiễm bẩn.  
*Remove and isolate contaminated clothing and shoes.*
- Quần áo bị đông cứng trên da phải được rã đông trước khi cởi ra. Không chà xát vùng bị thương. Ngâm nạn nhân vào nước ấm (38 °C đến 41 °C [100 °F đến 105 °F]). Giữ ấm và bình tĩnh cho nạn nhân và tìm kiếm sự chăm sóc y tế;  
*Clothing frozen to the skin should be thawed before being removed. Do not rub the area. Immerse in warm water (38 °C to 41 °C [100 °F to 105 °F]). Keep the victim warm and calm and seek medical attention;*
- Đảm bảo rằng nhân viên y tế biết về sản phẩm liên quan và thực hiện các biện pháp phòng ngừa để bảo vệ bản thân.  
*Ensure that medical personnel are aware of the product involved and take precautions to protect themselves.*

- Nuốt phải oxit nitơ lỏng: Việc nuốt phải không được coi là một con đường phơi nhiễm tiềm năng đối với oxit nitơ lỏng.  
*Ingestion of liquid nitrous oxide: Ingestion is not considered a potential route of exposure for liquid nitrous oxide.*

## 10. Tài liệu tham khảo / References

- Trừ khi có quy định khác, phiên bản mới nhất phải được áp dụng.  
*Unless otherwise specified the latest edition shall apply.*
- [1] AIGA 080, *Thực hành An toàn trong Sản xuất Oxit nitơ từ Amoni Nitrat*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)  
*AIGA 080, Safe Practices for The Production of Nitrous Oxide from Ammonium Nitrate, Asia Industrial Gases Association. www.asiaiga.org*  
LƯU Ý Ấn phẩm này là một phần của chương trình 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 tham khảo để biết danh sách các tài liệu tham khảo khu vực đã được hài hòa.  
*NOTE This publication is part of an international programme 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 harmonised regional references.*
- [2] *Khuyến nghị của Liên Hợp Quốc về Vận chuyển Hàng hóa Nguy hiểm - Quy định Mẫu - Ủy ban Kinh tế Liên Hợp Quốc về Châu Âu.* [www.unece.org](http://www.unece.org)  
*United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods - Model Regulations, United Nations Economic Commission for Europe. www.unece.org*
- [3] *Bách khoa toàn thư về Khí, L'Air Liquide.* [encyclopedia.airliquide.com](http://encyclopedia.airliquide.com), Sổ tay Hướng dẫn Ứng phó Khẩn cấp, Văn phòng In ấn Chính phủ Hoa Kỳ. [www.gpo.gov](http://www.gpo.gov)  
*Gas Encyclopedia, L'Air Liquide. encyclopedia.airliquide.com - Emergency Response Guidebook, U.S. Government Printing Office. www.gpo.gov*
- [4] ISO 10156, *Chai chứa khí - Khí và hỗn hợp khí - Xác định khả năng cháy và khả năng oxy hóa để lựa chọn đầu ra van chai*, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. [www.iso.org](http://www.iso.org)  
*ISO 10156, Gas cylinders - Gases and gas mixtures - Determination of fire potential and oxidizing ability for the selection of cylinder valve outlets, International Organization for Standardization. www.iso.org*
- [5] Chỉ thị 96/61/EC, *Phòng ngừa và Kiểm soát Ô nhiễm Tích hợp*, Cơ quan Môi trường Châu Âu. [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)  
*Directive 96/61/EC, Integrated Pollution Prevention and Control, European Environment Agency. www.eea.europa.eu*
- [6] Chỉ thị 2003/87/EC, *Thiết lập một cơ chế giao dịch hạn ngạch phát thải khí nhà kính trong Cộng đồng*, Ủy ban Châu Âu. <https://ec.europa.eu>  
*Directive 2003/87/EC, Establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, European Commission. https://ec.europa.eu*
- [7] Lewis, G.D., *Nổ và cháy trong bồn oxit nitơ*, Pratt & Whitney Aircraft. [www.pw.utc.com](http://www.pw.utc.com) .  
*Lewis, G.D., Explosion and fire in nitrous oxide tank, Pratt & Whitney Aircraft. www.pw.utc.com* .
- [8] Rhodes, G.W. *Nghiên cứu đặc tính phân hủy của oxit nitơ dạng khí và lỏng.* AWFL-TR-73-299, Phòng thí nghiệm Vũ khí Không quân, Kirtland AFB, New Mexico, tháng 7 năm 1974.  
*Rhodes, G.W. Investigation of Decomposition Characteristics of Gaseous and Liquid Nitrous Oxide. AWFL-TR-73-299, Air Force Weapons Laboratory, Kirtland AFB, New Mexico, July 1974.*
- [9] Krisjansons, J.O., Bollinger, L.E., và Edse, R., *Nghiên cứu giới hạn nổ của oxit nitơ và hỗn hợp oxit nitơ-nitơ-không khí đến 200 Atm. và 1000 K*, Trung tâm Thông tin Kỹ thuật Quốc phòng. <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/291701.pdf>  
*Krisjansons, J.O., Bollinger, L.E., and Edse, R., Explosion limit studies of nitrous oxide and nitrous oxide-nitrogen-air mixtures to 200 Atm. and 1800 °R, Defense Technical Information Center. http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/291701.pdf*
- [10] *Phiếu Dữ liệu An toàn của Nhà cung cấp Khí*  
*Gas Supplier's Safety Data Sheets*
- [11] *Tổng quan về Khí nhà kính: Phát thải oxit nitơ*, Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ. [www.epa.gov](http://www.epa.gov)  
*Overview of Greenhouse Gases: Nitrous Oxide Emissions, U.S. Environmental Protection Agency. www.epa.gov*
- [12] Chỉ thị 2003/105/EC, Chỉ thị Seveso - *Phòng ngừa, chuẩn bị và ứng phó* - Ủy ban Châu Âu. <http://ec.europa.eu>  
*Directive 2003/105/EC, The Seveso Directive-Prevention, preparedness and response, European*

Commission. <http://ec.europa.eu/http://ec.europa.eu>

- [13] *Đạo luật Kế hoạch Khẩn cấp và Quyền được Biết của Cộng đồng (EPCRA), Đạo luật Sửa đổi và Tái ủy quyền Superfund (SARA), Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ.* [www.epa.gov](http://www.epa.gov)  
*Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA), Superfund Amendments and Reauthorization Act (SARA), U.S. Environmental Protection Agency.* [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
- [14] AIGA 003, *Hướng dẫn An ninh tại cơ sở*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)  
*AIGA 003, Site Security Guidelines, Asia Industrial Gases Association.* [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)
- [15] EIGA Doc 922, *An ninh tại cơ sở*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)  
*EIGA Doc 922, Site Security, European Industrial Gases Association.* [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)
- [16] AIGA 043, *Hướng dẫn An ninh Vận chuyển* cho Thành viên AIGA, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)  
*AIGA 043, Transport Security Guidance for AIGA Members, Asia Industrial Gases Association.* [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)
- [17] AIGA 091, *Hướng dẫn về Khách hàng Đủ điều kiện Mua Khí Nén*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)  
*AIGA 091, Guidance for Qualifying Customers Purchasing Compressed Gases, Asia Industrial Gases Association.* [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)
- [18] EIGA Doc 913, *Hướng dẫn An ninh Vận chuyển* cho Thành viên EIGA, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)  
*EIGA Doc 913, Transport Security Guidance for EIGA Members, European Industrial Gases Association.* [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)
- [19] EIGA Doc 920, *Hướng dẫn về Khách hàng Đủ điều kiện Mua Khí Nén*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)  
*EIGA Doc 920, Guidance for Qualifying Customers Purchasing Compressed Gases, European Industrial Gases Association.* [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)
- [20] AIGA 089, *Bơm siêu lạnh piston và Hệ thống lắp đặt bơm*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)  
*AIGA 089, Reciprocating Cryogenic Pumps And Pump Installations, Asia Industrial Gases Association.* [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)
- LƯU Ý Ấn phẩm này là một phần của chương trình hài hòa quốc tế cho 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.
- [21] ISO 11114-1, *Chai chứa khí - Khả năng tương thích của vật liệu chai và van với thành phần khí - Phần 1: Vật liệu kim loại*, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. [www.iso.org](http://www.iso.org)  
*ISO 11114-1, Gas cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents-Part 1: Metallic materials, International Organization for Standardization.* [www.iso.org](http://www.iso.org)
- [22] ISO 11114-2, *Chai chứa khí - Khả năng tương thích của vật liệu chai và van với thành phần khí - Phần 2: Vật liệu phi kim loại*, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. [www.iso.org](http://www.iso.org)  
*ISO 11114-2, Gas cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents-Part 2: Non-metallic materials, International Organization for Standardization.* [www.iso.org](http://www.iso.org)
- [23] AIGA 059, *Các cân nhắc thiết kế để giảm thiểu rủi ro tiềm ẩn về độc tính khi sử dụng vật liệu phi kim loại trong hệ thống thở oxy áp suất cao*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)  
*AIGA 059, Design Considerations to Mitigate the Potential Risks of Toxicity When Using Non-Metallic Materials in High Pressure Oxygen Breathing Systems, Asia Industrial Gases Association.* [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)
- LƯU Ý Ấn phẩm này là một phần của chương trình hài hòa quốc tế cho 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.
- [24] CGA V-9, *Tiêu chuẩn của Hiệp hội Khí Nén về Van chai Khí Nén*, Hiệp hội Khí Nén, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)  
*CGA V-9, Compressed Gas Association Standard for Compressed Gas Cylinder Valves,*

*Compressed Gas Association, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)*

- [25] ISO 21011, *Bồn siêu lạnh - Van cho dịch vụ siêu lạnh*, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. [www.iso.org](http://www.iso.org)  
*ISO 21011, Cryogenic vessels - Valves for cryogenic service, International Organization for Standardization. [www.iso.org](http://www.iso.org)*
- [26] ISO 21010, *Bồn siêu lạnh - Khả năng tương thích khí/vật liệu*, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. [www.iso.org](http://www.iso.org)  
*ISO 21010, Cryogenic vessels - Gas/material compatibility, International Organization for Standardization. [www.iso.org](http://www.iso.org)*
- [27] AIGA 021, *Đường ống và Hệ thống đường ống Oxy*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)  
*AIGA 021, Oxygen Pipeline and Pipeline Systems, Asia Industrial Gases Association. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)*  
 LƯU Ý Ấn phẩm này là một phần của chương trình hài hòa quốc tế cho 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.*
- [28] AIGA 012, *Làm sạch Thiết bị cho Dịch vụ Oxy*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)  
*AIGA 012, Cleaning of Equipment for Oxygen Service, European Industrial Gases Association. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)*  
 LƯU Ý Ấn phẩm này là một phần của chương trình hài hòa quốc tế cho 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.*
- [29] ISO 23208, *Bồn siêu lạnh - Độ sạch dùng cho khí siêu lạnh*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)  
*ISO 23208, Cryogenic vessels - Cleanliness for cryogenic service, European Industrial Gases Association. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)*
- [30] ISO 11621, *Chai chứa khí - Quy trình thay đổi khí chứa*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)  
*ISO 11621, Gas cylinders - Procedures for change of gas service, European Industrial Gases Association. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)*
- [31] CGA C-10, *Hướng dẫn Chuẩn bị Chai và Ống cho Dịch vụ Khí và Thay đổi loại Khí*, Hiệp hội Khí Nén, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)  
*CGA C-10, Guidelines to Prepare Cylinders and Tubes for Gas Service and Changes in Gas Service, Compressed Gas Association, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)*
- [32] AIGA 011, *Hệ thống Giấy phép Làm việc*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)  
*AIGA 011, Work Permit Systems, Asia Industrial Gases Association. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)*
- [33] Chỉ thị 2014/34/EU, *Thiết bị và hệ thống bảo vệ sử dụng trong môi trường có khả năng gây nổ (ATEX)*, Ủy ban Châu Âu. <http://ec.europa.eu>  
*Directive 2014/34/EU, Equipment and protective systems for use in potentially explosive atmospheres (ATEX), European Commission. <http://ec.europa.eu>*
- [34] NFPA 70®, *Bộ luật Điện Quốc gia®*, Hiệp hội Phòng cháy Chữa cháy Quốc gia. [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org)  
*NFPA 70®, National Electrical Code®, National Fire Protection Association. [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org)*
- [35] CSA C22.1, *Bộ luật Điện Canada*, Hiệp hội Tiêu chuẩn Canada. [www.csagroup.org](http://www.csagroup.org)  
*CSA C22.1, Canadian Electrical Code, Canadian Standards Association. [www.csagroup.org](http://www.csagroup.org)*
- [36] AIGA 010, *Quản lý sự Thay đổi*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)  
*AIGA 010, Management of Change, Asia Industrial Gases Association. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)*
- [37] AIGA Doc 047, *Chuẩn bị Hỗn hợp Khí an toàn*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)  
*AIGA Doc 047, The safe Preparation of Gas Mixtures, European Industrial Gases Association. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)*

LƯU Ý Ấn phẩm này là một phần của chương trình hài hòa quốc tế cho 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.*

- [38] AIGA 058, *Chuẩn bị an toàn Hỗn hợp Khí Oxy hóa-Nhiên liệu nén trong chai*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)

*AIGA 058, Safe Preparation of Compressed Oxidant-Fuel Gas Mixtures in Cylinders, European Industrial Gases Association. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)*

LƯU Ý Ấn phẩm này là một phần của chương trình hài hòa quốc tế cho 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.*

- [39] ISO 21009-1, *Bình siêu lạnh - Bình tĩnh cách nhiệt chân không - Phần 1: Thiết kế, chế tạo, kiểm tra và thử nghiệm*, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. [www.iso.org](http://www.iso.org)

*ISO 21009-1, Cryogenic vessels - Static vacuum-insulated vessels-Part 1: Design, fabrication, inspection and tests, International Organization for Standardization. [www.iso.org](http://www.iso.org)*

- [40] CGA G-8.1, *Tiêu chuẩn cho hệ thống oxit nitơ tại các địa điểm của khách hàng*, Hiệp hội Khí nén, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)

*CGA G-8.1, Standard for Nitrous Oxide Systems at Customers Sites, Compressed Gas Association, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)*

- [41] EIGA Doc 224, *Vận hành và Kiểm tra Bình siêu lạnh cách nhiệt chân không tĩnh*, Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Âu. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)

*EIGA Doc 224, Static Vacuum Insulated Cryogenic Vessels Operation and Inspection, European Industrial Gases Association. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)*

- [42] CGA G-6.12, *Tiêu chuẩn về sự phù hợp của thùng thép carbon cho tồn chứa carbon dioxide cố định* (Trước đây là PS-5), Hiệp hội Khí nén, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)

*CGA G-6.12, Standard for the Suitability of Carbon Steel Containers for Stationary Carbon Dioxide Storage (Formerly PS-5), Compressed Gas Association, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)*

- [43] AIGA 069, *Khuyến nghị về việc nạp CO<sub>2</sub> an toàn vào chai và bó chai*, Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Á. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)

*AIGA 069, Recommendations for Safe Filling of CO<sub>2</sub> Cylinders And Bundles, Asia Industrial Gases Association. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)*

- [44] AIGA 054, *Ngăn ngừa áp suất quá mức trong quá trình nạp bồn siêu lạnh*, Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Á. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)

*AIGA 054, Prevention of Excessive Pressure During Filling of Cryogenic Vessels, Asia Industrial Gases Association. [www.asiaiga.org](http://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.*

- [45] EIGA Doc 24, *Thiết bị bảo vệ áp suất cho hệ thống bồn chứa siêu lạnh cách nhiệt chân không*, Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Âu. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)

*EIGA Doc 24, Vacuum Insulated Cryogenic Storage Tank Systems Pressure Protection Devices, European Industrial Gases Association. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)*

- [46] ISO 21013-1, *Bồn siêu lạnh – Phụ kiện giảm áp an toàn cho dịch vụ siêu lạnh - Phần 1: Van giảm áp có thể đóng lại*, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. [www.iso.org](http://www.iso.org)

*ISO 21013-1, Cryogenic vessels – Pressure-relief accessories for cryogenic service-Part 1: Reclosable pressure-relief valves, International Organization for Standardization. [www.iso.org](http://www.iso.org)*

- [47] CGA S-1.2, *Tiêu chuẩn thiết bị giảm áp—Phần 2—Thùng chứa di động cho khí nén*, Hiệp hội Khí nén, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)

*CGA S-1.2, Pressure Relief Device Standards—Part 2—Portable Containers for Compressed Gases, Compressed Gas Association, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)*

- [48] CGA S-1.3, *Tiêu chuẩn thiết bị giảm áp—Phần 3—Thùng chứa tồn chứa cố định cho khí*

- nén, Hiệp hội Khí nén, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)  
 CGA S-1.3, *Pressure Relief Device Standards—Part 3—Stationary Storage Containers for Compressed Gases*, Compressed Gas Association, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)
- [49] CGA SB-34, *Sự di chuyển sản phẩm trong bó chai do biến đổi nhiệt độ*  
 CGA SB-34, *Product Migration in Manifolder Cylinders Due to Temperature Variations*,  
 Hiệp hội Khí nén, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)  
 Compressed Gas Association, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)
- [50] ISO 10961, *Chai khí - Bó chai – Thiết kế, chế tạo, thử nghiệm và kiểm tra - Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế*. [www.iso.org](http://www.iso.org)  
 ISO 10961, *Gas cylinders - Cylinder bundles – Design, manufacture, testing and inspection*, International Organization for Standardization. [www.iso.org](http://www.iso.org)
- [51] *Vận chuyển hàng nguy hiểm quốc tế bằng đường bộ (ADR)*, Ủy ban Kinh tế Liên Hợp Quốc về Châu Âu. [www.unece.org](http://www.unece.org)  
*International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR)*, United Nations Economic Commission for Europe. [www.unece.org](http://www.unece.org)
- [52] *Bộ luật Quy định Liên bang, Tiêu đề 49 (Vận tải) Phần 100-180*, Văn phòng In ấn Chính phủ Hoa Kỳ. [www.gpo.gov](http://www.gpo.gov)  
*Code of Federal Regulations, Title 49 (Transportation) Parts 100-180*, U.S. Government Printing Office. [www.gpo.gov](http://www.gpo.gov)
- [53] *Quy định vận chuyển hàng nguy hiểm*, Bộ Giao thông Vận tải Canada. [www.tc.gc.ca](http://www.tc.gc.ca)  
*Transportation of Dangerous Goods Regulations*, Transport Canada. [www.tc.gc.ca](http://www.tc.gc.ca)
- [54] ISO 20421-1, *Bồn siêu lạnh - Bình lớn có thể vận chuyển được cách nhiệt chân không – Phần 1: Thiết kế, chế tạo, kiểm tra và thử nghiệm*. [www.iso.org](http://www.iso.org)  
 ISO 20421-1, *Cryogenic vessels - Large transportable vacuum-insulated vessels – Part 1: Design, fabrication, inspection and testing*. [www.iso.org](http://www.iso.org)
- [55] ISO 20421-2, *Bồn siêu lạnh - Bình lớn có thể vận chuyển được cách nhiệt chân không - Phần 2: Yêu cầu vận hành, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế*. [www.iso.org](http://www.iso.org)  
 ISO 20421-2, *Cryogenic vessels - Large transportable vacuum-insulated vessels - Part 2: Operational requirements*, International Organization for Standardization. [www.iso.org](http://www.iso.org)
- [56] EN 14398-1, *Bồn siêu lạnh - Bình lớn có thể vận chuyển được cách nhiệt chân không - Phần 1: Yêu cầu cơ bản*, Ủy ban Tiêu chuẩn hóa Châu Âu. [www.cen.eu](http://www.cen.eu)  
 EN 14398-1, *Cryogenic vessels - Large transportable non-vacuum insulated vessels - Part 1: Fundamental requirements*, European Committee for Standardization. [www.cen.eu](http://www.cen.eu)
- [57] EN 14398-2, *Bồn siêu lạnh - Bình lớn có thể vận chuyển được cách nhiệt chân không - Phần 2: Thiết kế, chế tạo, kiểm tra và thử nghiệm*, Ủy ban Tiêu chuẩn hóa Châu Âu. [www.cen.eu](http://www.cen.eu)  
 EN 14398-2, *Cryogenic vessels - Large transportable non-vacuum insulated vessels - Part 2: Design, fabrication, inspection and testing*, European Committee for Standardization. [www.cen.eu](http://www.cen.eu)
- [58] EN 14398-3, *Bồn siêu lạnh lớn có thể vận chuyển được cách nhiệt chân không Phần 3: Yêu cầu vận hành*, Ủy ban Tiêu chuẩn hóa Châu Âu. [www.cen.eu](http://www.cen.eu)  
 EN 14398-3, *Cryogenic vessels large transportable non-vacuum insulated vessels Part 3: Operational Requirements*, European Committee for Standardization. [www.cen.eu](http://www.cen.eu)
- [59] *Bộ luật Hàng nguy hiểm Hàng hải Quốc tế (IMDG)*, Tổ chức Hàng hải Quốc tế. [www.imo.org](http://www.imo.org)  
*International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code*, International Maritime Organization. [www.imo.org](http://www.imo.org)
- [60] EN 1251-2, *Bồn siêu lạnh. Bình cách nhiệt chân không có thể vận chuyển được với thể tích không quá 1000 lít. Thiết kế, chế tạo, kiểm tra và thử nghiệm*, Ủy ban Tiêu chuẩn hóa Châu Âu. [www.cen.eu](http://www.cen.eu)  
 EN 1251-2, *Cryogenic vessels. Transportable vacuum insulated vessels of not more than 1000 litres volume. Design, fabrication, inspection and testing*, European Committee for Standardization. [www.cen.eu](http://www.cen.eu)
- [61] ISO 21029-2, *Bồn siêu lạnh - Bình cách nhiệt chân không có thể vận chuyển được với thể tích không quá 1.000 lít - Phần 2: Yêu cầu vận hành*, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. [www.iso.org](http://www.iso.org)  
 ISO 21029-2, *Cryogenic vessels - Transportable vacuum insulated vessels of not more than 1 000 litres volume - Part 2: Operational requirements*, International Organization for Standardization. [www.iso.org](http://www.iso.org)
- [62] AIGA 055, *Hướng dẫn lắp đặt bơm oxy lỏng ly tâm dẫn động bằng động cơ điện cố định*,

Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Á. [www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)

*AIGA 055, Installation Guide for Stationary Electric-Motor-Driven Centrifugal Liquid Oxygen Pumps, Asia Industrial Gases Association. [www.asiaiga.org](http://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.*

- [63] ISO 24490, *Bồn siêu lạnh – Bơm dùng cho khí siêu lạnh*, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. [www.iso.org](http://www.iso.org)  
*ISO 24490, Cryogenic vessels – Pumps for cryogenic service, International Organization for Standardization. [www.iso.org](http://www.iso.org)*
- [64] IEC 61511-1, *An toàn chức năng - Hệ thống thiết bị an toàn cho ngành công nghiệp chế biến - Phần 1: Khung, định nghĩa, hệ thống, yêu cầu phần cứng và lập trình ứng dụng*, Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế. [www.iec.ch](http://www.iec.ch)  
*IEC 61511-1, Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector - Part 1: Framework, definitions, system, hardware and application programming requirements, International Electrotechnical Commission. [www.iec.ch](http://www.iec.ch)*
- [65] ISA 84, *An toàn chức năng: Hệ thống thiết bị an toàn cho ngành công nghiệp chế biến - Phần 1: Khung, Định nghĩa, Hệ thống, Yêu cầu phần cứng và phần mềm*, Hiệp hội Tự động hóa Quốc tế. [www.isa.org](http://www.isa.org)  
*ISA 84, Functional Safety: Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector - Part 1: Framework, Definitions, System, Hardware and Software Requirements, International Society of Automation. [www.isa.org](http://www.isa.org)*
- [66] ISO 21012, *Bồn siêu lạnh – Ống mềm*, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. [www.iso.org](http://www.iso.org)  
*ISO 21012, Cryogenic vessels – Hoses, International Organization for Standardization. [www.iso.org](http://www.iso.org)*
- [67] Hiệp hội Kỹ sư Cơ khí Hoa Kỳ (ASME) B31.3, *Đường ống công nghệ* [www.asme.org](http://www.asme.org)  
*American Society of Mechanical Engineers (ASME) B31.3, Process Piping [www.asme.org](http://www.asme.org)*
- [68] EN 13371, *Bồn siêu lạnh – Khớp nối cho dịch vụ siêu lạnh*, Ủy ban Tiêu chuẩn hóa Châu Âu. [www.cen.eu](http://www.cen.eu)  
*EN 13371, Cryogenic vessels – Couplings for cryogenic service, European Committee for Standardization. [www.cen.eu](http://www.cen.eu)*
- [69] EIGA 909, *Khớp nối khí siêu lạnh EIGA để nạp xe bồn*, Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Âu. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)  
*EIGA 909, EIGA cryogenic gases couplings for tanker filling, European Industrial Gases Association. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)*
- [70] CGA V-6, *Tiêu chuẩn kết nối để sang chiết lỏng lạnh lượng lớn*, Hiệp hội Khí nén, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)  
*CGA V-6, Standard Bulk Refrigerated Liquid Transfer Connections, Compressed Gas Association, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)*
- [71] CGA P-27, *Thực hành quản lý ống mềm được khuyến nghị cho ống mềm bồn chở hàng siêu lạnh bằng thép không gỉ không cách nhiệt*, Hiệp hội Khí nén, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)  
*CGA P-27, Recommended Hose Management Practice for Uninsulated Stainless Steel Cryogenic Cargo Tank Hose, Compressed Gas Association, Inc. [www.cganet.com](http://www.cganet.com)*
- [72] ISO 24431 *Chai khí - Chai không hàn, hàn và composite cho khí nén và khí hóa lỏng (trừ axetylen)*, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. [www.iso.org](http://www.iso.org)  
*ISO 24431 Gas cylinders - Seamless, welded and composite cylinders for compressed and liquefied gases (excluding acetylene), International Organization for Standardization. [www.iso.org](http://www.iso.org)*
- [73] ISO 21029-2, *Bồn siêu lạnh—Bồn cách nhiệt chân không có thể vận chuyển được với thể tích không quá 1.000 lít—Phần 2: Yêu cầu vận hành*, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. [www.iso.org](http://www.iso.org)  
*ISO 21029-2, Cryogenic vessels—Transportable vacuum insulated vessels of not more than 1 000 litres volume—Part 2: Operational requirements, International Organization for Standardization. [www.iso.org](http://www.iso.org)*
- [74] EIGA SI 02, *Thao tác với chai khí trong và sau khi tiếp xúc với nhiệt hoặc lửa*, Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Âu. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)  
*EIGA SI 02, Handling of gas cylinders during and after exposure to heat or fire, European Industrial Gases Association. [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)*

- [75] AIGA 042, *Lựa chọn phương tiện bảo hộ cá nhân*, Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Á.  
[www.asiaiga.org](http://www.asiaiga.org)  
*AIGA 042, Selection of personal protective equipment, Asia Industrial Gases Association.*  
[www.asiaiga.org](http://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.*