



QUY TẮC THỰC HÀNH VỚI ARSINE ***CODE OF PRACTICE*** ***ARSINE***

AIGA 050/20
(Sửa đổi từ AIGA 050/08)
(Revision AIGA 050/08)

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>



AIGA 050/20

QUY TẮC THỰC HÀNH VỚI ARSINE CODE OF PRACTICE - ARSINE

Là một phần của chương trình hài hòa hóa các tiêu chuẩn ngành, Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Á (AIGA) đã xuất bản ấn phẩm AIGA 050, *Quy tắc thực hành đối với arsine*, được sản xuất chung bởi các thành viên của Hội đồng hài hòa hóa quốc tế và được AIGA xuất bản ban đầu cùng với Hiệp hội Khí y tế và công nghiệp Nhật Bản (JIMGA) với tên gọi T-S/36, *Quy tắc thực hành đối với arsine*.

As part of a program of harmonization of industry standards, the Asia Industrial Gases Association (AIGA) has published this publication AIGA 050, Code of Practice Arsine, jointly produced by members of the International Harmonization Council and originally published by AIGA jointly with Japan Industrial and Medical Gases Association (JIMGA) as T-S/36, Code of Practice Arsine.

Ấn phẩm này được dự định là một ấn phẩm hài hòa hóa quốc tế để sử dụng và áp dụng trên toàn thế giới bởi tất cả các thành viên của Hội đồng hài hòa hóa quốc tế, bao gồm Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Á (AIGA), Hiệp hội Khí nén (CGA), Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Âu (EIGA) và Hiệp hội Khí y tế và công nghiệp Nhật Bản (JIMGA). Nội dung kỹ thuật của mỗi hiệp hội khu vực là giống hệt nhau, ngoại trừ các yêu cầu pháp lý khu vực và các thay đổi nhỏ trong định dạng và chính tả.

This publication is intended as an international harmonized publication for the worldwide use and application by all members of the International Harmonization Council whose members include the Asia Industrial Gases Association (AIGA), Compressed Gas Association (CGA), European Industrial Gases Association (EIGA), and Japan Industrial and Medical Gases Association (JIMGA). Each Regional 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>	8
2. Phạm vi và mục đích / <i>Scope and purpose</i>	8
2.1. Phạm vi / <i>Scope</i>	8
2.2. Mục đích / <i>Purpose</i>	8
3. Định nghĩa / <i>Definitions</i>	9
3.1. Thuật ngữ trong tài liệu / <i>Publication terminology</i>	9
3.2. Định nghĩa kỹ thuật / <i>Technical definitions</i>	9
4. Tính chất khí / <i>Gas properties</i>	13
4.1. Tổng quan / <i>General</i>	13
4.2. Tính chất vật lý / <i>Physical properties</i>	13
4.3. Tính chất hóa học / <i>Chemical properties</i>	14
4.4. Tính chất dễ cháy / <i>Flammability properties</i>	14
4.5. Tính chất sức khỏe / <i>Health properties</i>	14
4.6. Tính chất môi trường / <i>Environmental properties</i>	16
5. Các mối nguy chính của khí / <i>Gas major hazards</i>	19
5.1. Mối nguy cháy và nổ [19, 20, 21, 22] / <i>Fire and explosion hazards [19, 20, 21, 22]</i>	19
5.2. Độc học / <i>Toxicology</i>	21
6. Thiết bị thao tác khí—Những cân nhắc chung / <i>Gas handling equipment—General considerations</i>	24
6.1. Vật liệu chế tạo / <i>Materials of construction</i>	24
6.2. Khả năng tương thích của các hợp chất làm kín / <i>Compatibility of sealing compounds</i>	26
6.3. Áp suất hệ thống và bảo vệ quá áp / <i>System pressures and overpressure protection</i>	26
6.4. Loại van và loại bộ lọc / <i>Valve types and filter types</i>	26
6.5. Ống dẫn / <i>Tubing</i>	27
6.6. Vật liệu tinh chế / <i>Purification materials</i>	27
6.7. Kiểm tra rò rỉ và thông thổi hệ thống / <i>System leak tests and purge</i>	27
6.8. Kiểm soát nhiệt độ hệ thống / <i>System temperature control</i>	28
6.9. Sử dụng điều khiển điện và sử dụng thiết bị được phân loại điện / <i>Use of electrical control and use of electrically classified equipment</i>	28
6.10. Hệ thống giám sát / <i>Monitoring systems</i>	29
6.11. Hệ thống giảm thiểu / <i>Abatement system</i>	30
6.12. Xả hệ thống / <i>System vent</i>	30
6.13. Bộ điều áp / <i>Regulators</i>	30
7. Quy trình và vận hành / <i>Process and operation</i>	30
7.1. Kiểm soát an toàn sinh mạng (hệ thống phát hiện khí và báo động) / <i>Life safety control (gas detection and alarm systems)</i>	30
7.2. Giám sát / <i>Monitoring</i>	30

7.3.	Quy trình vận hành và nhân sự / <i>Operational procedures and personnel</i>	32
7.4.	Thông gió / <i>Ventilation</i>	33
7.5.	Các chương trình bảo trì thường xuyên và bảo trì phòng ngừa / <i>Ongoing maintenance and preventive maintenance programs</i>	35
8.	Nạp khí vào chai và đóng gói / <i>Gas cylinder filling and packaging</i>	35
8.1.	Cân nhắc về cơ sở nạp / <i>Filling facility consideration</i>	35
8.2.	Bình / <i>Containers</i>	35
8.3.	Thiết bị nạp / <i>Filling equipment</i>	37
9.	Tồn chứa và thao tác / <i>Storage and handling</i>	38
9.1.	Hướng dẫn chung / <i>General guidelines</i>	39
9.2.	Tồn chứa / <i>Storage</i>	39
9.3.	Thao tác / <i>Handling</i>	40
9.4.	An ninh / <i>Security</i>	42
10.	Cung cấp khí đến điểm sử dụng / <i>Gas supply to point of use</i>	42
10.1.	Kiểm soát đường ống trong quy trình / <i>Process line control</i>	43
10.2.	Bộ điều áp / <i>Regulators</i>	43
11.	Hệ thống giảm thiểu khí / <i>Gas abatement systems</i>	43
11.1.	Các nguyên tắc cơ bản của giảm thiểu / <i>Basic principles of abatement</i>	44
11.2.	Yêu cầu người dùng / <i>User requirements</i>	47
11.3.	Thải bỏ dòng chất thải / <i>Waste stream disposal</i>	47
11.4.	Quản lý chất thải / <i>Waste management</i>	47
12.	Ứng phó khẩn cấp / <i>Emergency response</i>	48
12.1.	Chuẩn bị / <i>Preparation</i>	48
12.2.	Ứng phó / <i>Response</i>	50
13.	Tài liệu tham khảo / <i>References</i>	51

Bảng biểu / *Tables*

Bảng 1—Thuộc tính của arsine	14
<i>Table 1—Properties of arsine</i>	14
Bảng 2—Dữ liệu đã công bố về arsine	18
<i>Table 2—Published data for arsenic</i>	18
Bảng 3—Thông tin quy định về phơi nhiễm đối với arsine	23
<i>Table 3—Regulatory exposure information for arsine</i>	23
Bảng 4—Hướng dẫn về tính tương thích của vật liệu [29]	25
<i>Table 4—Material compatibility guide [29]</i>	25

Hình ảnh / *Figures*

Hình 1—Áp suất arsine theo nhiệt độ (đơn vị SI)	18
<i>Figure 1—Arsine pressure versus temperature (SI units)</i>	18
Hình 2—Áp suất arsine theo nhiệt độ (đơn vị U.S.)	19
<i>Figure 2—Arsine pressure versus temperature (U.S. units)</i>	19

Sửa đổi từ AIGA 050/08
Amendments from AIGA 050/08

Mục <i>Section</i>	Thay đổi <i>Change</i>
	Thay đổi trong Biên tập để phù hợp với các hiệp hội IHC <i>Change in Editorial to align with IHC associations</i>
3	Đã thêm thuật ngữ xuất bản <i>Publication terminology added</i>
3.2	Đã cập nhật định nghĩa <i>Definitions updated</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

- Arsine (hay Arsin) là một chất khí độc, không màu, có mùi tỏi. Nó được vận chuyển dưới dạng khí nén hóa lỏng dưới áp suất hơi riêng phần là 1,515 MPa, abs (219,7 psia). Nó cũng được cung cấp ở trạng thái khí, được pha loãng với các khí khác dưới áp suất. Nó dễ cháy và cực kỳ độc hại. Vấn đề thao tác an toàn với arsine là một chủ đề rất quan trọng và phù hợp với ngành khí nén cũng như cộng đồng người sử dụng loại khí đặc biệt này.

Arsine is a toxic, colorless gas with a garlic-like odor. It is shipped as a liquefied compressed gas under its own vapor pressure of 1.515 MPa, abs (219.7 psia). It is also supplied in a gaseous state, diluted with other gases under pressure. It is flammable and highly toxic. The issue of the safe handling of arsine is a very important and relevant topic to the compressed gas industry as well as the user community of this specialty gas.

- Arsine được sử dụng làm chất pha tạp cho các thiết bị điện tử trạng thái rắn trên nền silicon. Nó được khuếch tán vào lớp silicon bằng cách sử dụng lò hoặc bằng hệ thống cấy ion (chất pha tạp loại n). Nó cũng được sử dụng để sản xuất các chất bán dẫn hợp chất như điốt phát quang (LED) bằng phản ứng với một chất hữu cơ kim loại như trimethyl gali tạo thành một lớp gali arsenide. Arsin có thể vô tình được tạo ra trong các quy trình khai thác và sản xuất liên quan đến các hợp chất asen và sơn và thuốc diệt cỏ có chứa các hợp chất asen.

Arsine is used as a doping agent for silicon-based solid-state electronic devices. It is thermally diffused into the silicon layer using furnaces or by an ion implantation system (n-type dopant). It is also used to manufacture compound semiconductors such as light-emitting diodes (LEDs) by reaction with a metal organic such as trimethyl gallium forming a gallium arsenide layer. Arsine can be inadvertently generated in mining and manufacturing processes involving arsenic compounds and paints and herbicides containing arsenic compounds.

- Arsine có thể được thao tác một cách an toàn nếu thiết bị được thiết kế, bảo trì đúng cách và nhân viên được đào tạo đầy đủ. Tối thiểu, tất cả nhân viên phải được tiếp cận với bảng dữ liệu an toàn (SDS) của arsine và được đào tạo về cách sử dụng SDS, cũng như các tài liệu tham khảo khác.

Arsine can be safely handled if equipment is properly designed, maintained, and employees are trained. As a minimum, all personnel shall have access to an arsine safety data sheet (SDS) and training in the use of the SDS and other reference materials.

- LƯU Ý—Trong ấn phẩm này, arsine được hiểu là ở pha khí trừ khi có quy định khác.

NOTE—In this publication, arsine is understood to be in the gaseous phase unless otherwise stated.

2. Phạm vi và mục đích / Scope and purpose

2.1. Phạm vi / Scope

- Ấn phẩm này dành cho các nhà cung cấp, nhà phân phối và người sử dụng arsine và thiết bị thao tác của nó. Ấn phẩm này bao gồm hướng dẫn về thiết kế thiết bị, chọn chai và van, và kiểm soát thao tác và thực hành an toàn. Các hướng dẫn về các bước vận hành liên quan đến việc sử dụng arsine và hỗn hợp arsine cũng như bảo vệ chống cháy, phát hiện khí, thông gió và các biện pháp bảo vệ liên quan cũng được bao gồm. Việc sản xuất, tinh chế và phân tích arsine nằm ngoài phạm vi của ấn phẩm này, mặc dù hướng dẫn chung được đưa ra cũng có liên quan đến các quy trình này.

This publication is intended for the suppliers, distributors, and users of arsine and its handling equipment. The publication includes guidance for design of equipment, selection of cylinders and valves, and handling controls and safety practices. Guidelines on the operational steps associated with the use of arsine and arsine mixtures as well as fire protection, gas detection, ventilation, and related safeguards are also included. The manufacture, purification, and analysis of arsine is beyond the scope of this publication, although the general guidance given is also relevant to these processes.

2.2. Mục đích / Purpose

- Ấn phẩm này được biên soạn để giải quyết vấn đề về độc tính cao và tính dễ cháy của arsine, trong đó hậu quả của việc thao tác với arsine không đúng cách có thể gây thương tích, tử vong và/hoặc thiệt hại cho cơ sở. Ấn phẩm này cung cấp sự hiểu biết

về các mối nguy tiềm ẩn liên quan đến thao tác arsine và các hướng dẫn cần thực hiện để giảm thiểu rủi ro tiềm ẩn.

This publication was written to address the high toxicity and flammability of arsine where the consequences of improperly handling arsine could cause injury, death, and/or facility damage. This publication provides an understanding of the potential hazards involved in handling arsine and the guidelines to take to minimize risk potential.

3. Định nghĩa / *Definitions*

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

3.1. Thuật ngữ 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.
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. Áp suất tuyệt đối / *Absolute pressure*

- Dựa trên điểm tham chiếu bằng không, tức là chân không tuyệt đối. Đo từ tham chiếu này, áp suất khí quyển tiêu chuẩn ở mực nước biển là 101,325 kPa, abs (14,696 psia); tuy nhiên, áp suất khí quyển cục bộ có thể sai lệch so với giá trị tiêu chuẩn này do điều kiện thời tiết và độ cao so với mực nước biển.
Based on a zero reference point, the perfect vacuum. Measured from this reference, the standard atmospheric pressure at sea level is 101.325 kPa, abs (14.696 psia); however, local atmospheric pressure can deviate from this standard value because of weather conditions and the elevation above or below sea level.

3.2.2. Thiết bị / *Apparatus*

- Thiết bị phụ trợ như van, thiết bị giảm áp (PRD), bộ điều áp và van một chiều được sử dụng với khí nén.
Accessory equipment such as valves, pressure relief devices (PRDs), regulators, and nonreturn valves (check valves) used with compressed gas.

3.2.3. Bình / *Containers*

- Các bình có hình dạng, kích thước và vật liệu chế tạo khác nhau như chai, bồn chứa di động hoặc bồn chứa cố định, và có thiết kế đáp ứng các thông số kỹ thuật của Hiệp hội Kỹ sư Cơ khí Hoa Kỳ (ASME), Vận tải Canada (TC), Bộ Giao thông Vận tải Hoa Kỳ (DOT), Hiệp định Châu Âu về Vận chuyển Hàng Nguy hiểm Bằng Đường Bộ Quốc tế

(ADR), Tiêu chuẩn Công nghiệp Nhật Bản (JIS), hoặc các cơ quan chức năng quốc gia và được nạp khí nén.

Vessels of various shapes, sizes, and materials of construction such as cylinders, portable tanks, or stationary tanks, and of designs meeting the specifications of American Society of Mechanical Engineers (ASME), Transport Canada (TC), United States Department of Transportation (DOT), European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR), Japanese Industrial Standard (JIS), or national authorities and are filled with compressed gases.

3.2.4. Nhiệt độ tới hạn / **Critical temperature**

- Nhiệt độ mà trên đó một khí tinh khiết không thể hóa lỏng, bất kể mức độ nén.
Temperature above which a pure gas cannot be liquefied, regardless of the degree of compression.

3.2.5. Chai / **Cylinder**

- Bình chịu áp lực có thể vận chuyển được, có dung tích nước không vượt quá 150 L (5,3 ft³) có thể được nạp khí dưới áp suất.
Transportable pressure receptacle having a water capacity that does not exceed 150 L (5.3 ft³) that can be filled with a gas under pressure.

3.2.6. Tỷ lệ nạp / **Filling ratio**

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

3.2.7. Khí dễ cháy / **Flammable gas**

- Hỗn hợp 13% hoặc ít hơn (theo thể tích) với không khí có thể bốc cháy ở 0,101 MPa, abs (14,696 psia) hoặc có dải dễ cháy với không khí ít nhất 12%, bất kể giới hạn dưới. Các giới hạn này phải được xác định ở áp suất 0,101 MPa, abs (14,696 psia) và ở nhiệt độ 20 °C (68 °F).
Mixture of 13% or less (by volume) with air ignitable at 0.101 MPa, abs (14.696 psia) or a flammable range with air of at least 12%, regardless of the lower limit. These limits shall be determined at 0.101 MPa, abs (14.696 psia) pressure and at a temperature of 20 °C (68 °F).

3.2.8. Khí / **Gas**

- Khí hoặc khí dưới áp suất như được định nghĩa trong Khuyến nghị của Liên Hợp Quốc (UN) về Vận chuyển Hàng Nguy hiểm, Quy định Mẫu và trong Hệ thống hài hòa Toàn cầu về Phân loại và Ghi nhãn Hóa chất (GHS) [1, 2].
Gas or gas under pressure as defined in the United Nations (UN) Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulations and in Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) [1, 2].
- Khí là một chất mà (a) Ở 50 °C có áp suất hơi lớn hơn 300 kPa; hoặc (b) Hoàn toàn ở thể khí ở 20 °C dưới áp suất tiêu chuẩn 101,3 kPa.
A gas is a substance that (a) At 50 °C has a vapor pressure greater than 300 kPa; or (b) Is completely gaseous at 20 °C at a standard pressure of 101.3 kPa.

3.2.9. Nhà cung cấp khí / **Gas supplier**

- Doanh nghiệp sản xuất, nạp và/hoặc phân phối khí nén và bình khí nén.
Business that produces, fills, and/or distributes compressed gases and compressed gas containers.

3.2.10. Thao tác / **Handling**

- Di chuyển, kết nối hoặc ngắt kết nối một bình khí trong điều kiện bình thường.
Moving, connecting, or disconnecting a gas container under normal conditions.

3.2.11. Mỗi nguy / Hazard

- Bất kỳ điều kiện nào có thể gây thương tích cho nhân viên hoặc tài sản.
Any condition that could cause injury to personnel or property.

3.2.12. Rất độc / Highly toxic

- Các loại khí có LC50 trong không khí nhỏ hơn hoặc bằng 200 phần triệu (ppm) khi phơi nhiễm trong 1 giờ, bao gồm các loại khí được phân loại là Độc cấp tính Loại 1 theo UN GHS [2]. Tham khảo 3.2.15.
Gases that have an LC50 in air less than or equal to 200 parts per million (ppm) for a 1 hr exposure, which includes gases classified as Acute Toxicity Category 1 according to UN GHS [2]. Refer to 3.2.15.
- LƯU Ý—Trong ấn phẩm này, phần triệu (ppm) có nghĩa là phần triệu theo thể tích (ppmv).
NOTE—In this publication, parts per million (ppm) means parts per million by volume (ppmv).

3.2.13. Vùng nóng / Hot zone

- Khu vực ngay xung quanh sự cố tràn đổ hóa chất và vùng lân cận có thể gặp nguy hiểm nghiêm trọng từ các mối nguy vật lý như cháy, nổ hoặc phơi nhiễm hóa chất.
Area immediately around the chemical spill and the surrounding region that may be in serious danger from physical hazards such as fire, explosion, or chemical exposure.
- LƯU Ý—Thông thường, chỉ lính cứu hỏa và đội ứng phó khẩn cấp là thành viên của đội xử lý vật liệu nguy hiểm chuyên biệt mới được phép vào vùng nóng.
NOTE—Generally, only firefighters and emergency response team who are members of a specialized hazmat team will enter the hot zone.

3.2.14. Khí trơ / Inert gas

- Khí không độc, không duy trì sự hô hấp của con người và hầu như không phản ứng hoặc không phản ứng với các chất khác.
Gas that is not toxic, does not support human breathing, and reacts scarcely or not at all with other substances.

3.2.15. Nồng độ gây chết 50 (LC50) / Lethal concentration 50 (LC50)

- Nồng độ của một chất trong không khí, khi phơi nhiễm trong một khoảng thời gian xác định, dự kiến sẽ gây tử vong cho 50% toàn bộ quần thể động vật thí nghiệm được xác định.
Concentration of a substance in air, exposure to which for a specified length of time is expected to cause the death of 50% of the entire defined experimental animal population.
- LƯU Ý—Thường được đo bằng ppm hoặc mg/m³.
NOTE—Usually measured as ppm or mg/m³.

3.2.16. Giới hạn dễ cháy dưới hoặc giới hạn bắt cháy dưới (LFL) / Lower flammable limit or lower flammability limit (LFL)

- Giới hạn bắt cháy dưới (điểm mà ngọn lửa bắt đầu lan truyền) của khí hoặc hơi ở nhiệt độ và áp suất môi trường thông thường, được biểu thị bằng phần trăm thể tích khí hoặc hơi trong không khí. LFL sẽ thay đổi theo nhiệt độ và áp suất.
Lower limit of flammability (point at which a flame just starts to propagate) of a gas or vapor at ordinary ambient temperatures and pressures expressed in percent of the gas or vapor in air by volume. The LFL will vary with temperature and pressure.
- LƯU Ý—Còn được gọi là giới hạn nổ dưới (LEL).
NOTE—Also referred to as lower explosive limit (LEL).

3.2.17. Tiêu chuẩn quốc gia, hướng dẫn, quy định / National standards, guidelines, regulations

- Các tiêu chuẩn kỹ thuật do cơ quan quản lý của quốc gia nơi thiết bị/cơ sở được sử dụng đặt ra, liên quan đến thiết kế, xây dựng, thử nghiệm và sử dụng của chúng. Khi có sẵn và được áp dụng, các tiêu chuẩn này phải được tuân thủ.

Technical standards set by the regulatory authorities of the country in which the equipment/facility is used, with respect to their design, construction, testing, and use. Where available and applicable, these standards shall be followed.

3.2.18. Chất oxy hóa / *Oxidizer*

- Khí hoặc hỗn hợp khí có khả năng, ở áp suất khí quyển, duy trì sự cháy nhiều hơn một chất oxy hóa tham chiếu bao gồm 23,5% oxy trong nitơ (ví dụ, oxy dạng khí, nitơ oxit hoặc flo).

Gas or gas mixture that is able, at atmospheric pressure, to support the combustion more than a reference oxidizer consisting of 23.5% oxygen in nitrogen (for example, gaseous oxygen, nitrous oxide, or fluorine).

3.2.19. Áp suất / *Pressure*

- Lực trên một đơn vị diện tích do khí tác dụng lên môi trường xung quanh. Thuật ngữ megapascal (MPa) là thuật ngữ tiêu chuẩn cho áp suất được sử dụng trong ấn phẩm này. 1 MPa = 1000 kPa = 20.885,4 psf = 145 psi = 10 bar.

Force per unit of area exerted by a gas to its surroundings. The term megapascal (MPa) is the standard term for pressures used in this publication. 1 MPa = 1000 kPa = 20,885.4 psf = 145 psi = 10 bar.

3.2.20. Thiết bị giảm áp (PRD) / *Pressure relief device (PRD)*

- Thiết bị được kích hoạt bằng áp suất và/hoặc nhiệt độ có thể được sử dụng để ngăn áp suất tăng lên trên mức tối đa định trước và do đó ngăn ngừa hỏng hóc thiết bị hoặc bình do quá áp.

Pressure and/or temperature activated device that may be used to prevent the pressure from rising above a predetermined maximum and thereby prevent equipment or container failure due to overpressurization.

3.2.21. Phiếu dữ liệu an toàn (SDS) / *Safety data sheet (SDS)*

- Thông tin bằng văn bản hoặc in ấn liên quan đến vật liệu nguy hiểm (tính chất, biện pháp phòng ngừa, v.v.) tuân theo quy định quốc gia.

Written or printed information concerning a hazardous material (properties, precautions, etc.) following national regulations.

3.2.22. Áp suất thử / *Test pressure*

- Áp suất mà tại đó bình được thử nghiệm thủy lực hoặc khí nén và là áp suất không được vượt quá trong bất kỳ điều kiện vận hành bình thường có thể dự đoán nào (ví dụ, trong quá trình nạp).

Pressure at which the container is hydraulically or pneumatically tested and is the pressure that shall not be exceeded under any foreseeable normal operating conditions (for example, during filling).

3.2.23. Giá trị giới hạn ngưỡng—Trung bình theo thời gian (TLV®-TWA) / *Threshold limit value—Time weighted average (TLV®-TWA)*

- Nồng độ mà một người có thể tiếp xúc, 8 giờ mỗi ngày, 40 giờ mỗi tuần, mà không gây hại [3].

Concentration to which a person may be exposed, 8 hours a day, 40 hours a week, without harm [3].

3.2.24. Khí độc / *Toxic gas*

- Khí nén có LC50 trong không khí nhỏ hơn hoặc bằng 5000 ppm nhưng lớn hơn 200 ppm khi phơi nhiễm 1 giờ, bao gồm các loại khí được phân loại là Độc cấp tính Loại 2 và 3 theo UN GHS [2].

Compressed gas that has a LC50 in air of less than or equal to 5000 ppm but greater than 200 ppm for a 1 hr exposure, which includes gases classified as Acute Toxic Category 2 and 3 according to UN GHS [2].

3.2.25. Giới hạn cháy trên hoặc giới hạn dễ cháy trên (UFL) / *Upper flammable limit or upper flammability limit (UFL)*

- Giới hạn cháy trên (điểm mà tại đó ngọn lửa vẫn có thể lan truyền một cách danh nghĩa) của một loại khí hoặc hơi ở nhiệt độ và áp suất môi trường thông thường, được biểu thị bằng phần trăm thể tích khí hoặc hơi trong không khí. Giá trị UFL sẽ thay đổi tùy theo nhiệt độ và áp suất.

Upper limit of flammability (point at which a flame can still nominally propagate) of a gas or vapor at ordinary ambient temperatures and pressures expressed in percent of the gas or vapor in air by volume. The UFL will vary with temperature and pressure.

- LƯU Ý—Cũng được gọi là giới hạn nổ trên (UEL).

NOTE—Also referred to as upper explosive limit (UEL).

3.2.26. Nắp và nút bịt đầu ra van / *Valve outlet caps and plugs*

- Các phụ kiện có thể tháo rời thường tạo thành một lớp kín khí trên các đầu ra van do nhà cung cấp khí cung cấp kèm theo một số loại khí nhất định.

Removable attachments that usually form a gas-tight seal on valve outlets provided by the gas supplier with certain gases.

- LƯU Ý—Một số nắp chỉ được thiết kế để bảo vệ ren van và không kín khí.

NOTE—Some caps are designed only for valve thread protection and are not gas-tight.

3.2.27. Nắp bảo vệ van / *Valve protection cap*

- Nắp cứng có thể tháo rời được cung cấp để bảo vệ van bình trong quá trình thao tác, vận chuyển và tồn trữ.

Rigid removable cover provided for container valve protection during handling, transportation, and storage.

4. Tính chất khí / *Gas properties*

4.1. Tổng quan / *General*

- Arsine là một khí hydrua kim loại có công thức hóa học AsH₃. Nó rất độc với LC50 1 giờ là 178 ppm và LC50 4 giờ là 89 ppm. Ngoài độc tính, nó còn dễ cháy và có khả năng tạo thành hỗn hợp dễ cháy khi trộn với không khí. Nó không được coi là ăn mòn. Nó có mùi giống tỏi [4, 5, 6].

Arsine is a metal hydride gas with the chemical formula AsH₃. It is highly toxic with an LC50 1 hour of 178 ppm and LC50 4 hour of 89 ppm. In addition to its toxicity, it is also flammable and is capable of forming flammable mixtures when mixed with air. It is not considered to be corrosive. It possesses a garlic-like odor [4, 5, 6].

- Arsine thường được vận chuyển trong các chai thép hoặc hợp kim nhôm không hàn. Vì lý do an toàn, các chai dùng cho arsine phải có áp suất thử là 4.2 MPa (609 psi). Một số cơ quan quốc gia yêu cầu áp suất thử cao hơn. Áp suất hơi của arsine xấp xỉ 1.515 MPa, abs ở 21.1 °C (219.7 psia ở 70 °F) [4].

Arsine is routinely shipped in seamless steel or aluminum alloy cylinders. For reasons of safety, cylinders used for arsine will have a test pressure of 4.2 MPa (609 psi). Some national bodies mandate higher test pressures. The vapor pressure of arsine is approximately 1.515 MPa, abs at 21.1 °C (219.7 psia at 70 °F) [4].

- Bảng 1 thể hiện các tính chất của arsine.

Table 1 shows properties of arsine.

4.2. Tính chất vật lý / *Physical properties*

- Arsine có thể bị phân hủy khi có ánh sáng.

Decomposition of arsine is possible in the presence of light.

- Arsine bị phân hủy bởi tác động của tia cực tím và nó phân hủy nhanh hơn khi cường độ tia cực tím tăng lên [7].
Arsine is decomposed by the effect of ultraviolet rays and it decomposes more rapidly as the ultraviolet ray intensity increases [7].
- Mặc dù arsine có nhiệt tạo thành dương (+66.44 kJ/mol), các thử nghiệm độ ổn định cho thấy ngay cả khi có năng lượng đầu vào 100 J, sự phân hủy cũng không xảy ra trong chai.
Although arsine has positive heat of formation (+66.44 kJ/mol), stability tests showed that even with input of 100 J decomposition did not take place in the cylinder.
- Tránh các nguồn gây cháy, tia lửa và ngọn lửa do tính chất dễ cháy của arsine. Arsine gây mối nguy cháy nghiêm trọng và rủi ro nổ vừa phải. Tham khảo Bảng 1.
Avoid sources of ignition, sparks, and flames due to the flammable properties of arsine. Arsine poses a severe fire hazard and a moderate explosion risk. Refer to Table 1.
- Hỗn hợp arsine dễ cháy trong không khí cần một nguồn gây cháy để bốc cháy vì nó không tự bốc cháy. Nhiệt độ tự bốc cháy của arsine là 285 °C (545 °F) [8, 9].
A flammable mixture of arsine in air requires an ignition source to ignite because it is not pyrophoric. The auto ignition temperature of arsine is 285 °C (545 °F) [8, 9].
- Arsine ổn định ở nhiệt độ phòng và bắt đầu phân hủy ở khoảng 230 °C (446 °F) với sự phân hủy hoàn toàn ở khoảng 300 °C (572 °F) [5, 10, 11, 12, 13].
Arsine is stable at room temperature and begins to decompose at approximately 230 °C (446 °F) with complete decomposition at approximately 300 °C (572 °F) [5, 10, 11, 12, 13].

4.3. Tính chất hóa học / *Chemical properties*

- Arsine không tương thích với các chất oxy hóa, các nguyên tố halogen, axit và các vật liệu dễ cháy khác và sẽ phản ứng chậm với nước. Arsine là một chất khử mạnh và phản ứng mạnh với các chất oxy hóa như kali permanganat, natri hypochlorite, oxy, ozon, clo, flo và nitơ oxit. Arsine có thể có một số phản ứng với nhóm kim loại kiềm.
Arsine is incompatible with oxidizing materials, members of the halogen family, acids, and other combustible materials and will react slowly with water. Arsine is a strong reducing agent and reacts vigorously with oxidizers such as potassium permanganate, sodium hypochlorite, oxygen, ozone, chlorine, fluorine, and nitric oxide. Arsine can have some reaction with the alkali metal family.
- Arsine không được biết là polyme hóa.
Arsine is not known to polymerize.

4.4. Tính chất dễ cháy / *Flammability properties*

- Tham khảo 5.1.
Refer to 5.1.

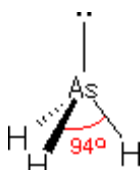
4.5. Tính chất sức khỏe / *Health properties*

- Tham khảo 5.2.
Refer to 5.2.

Bảng 1—Tính chất của arsine
Table 1—Properties of arsine

Tính chất <i>Property</i>	Đơn vị SI <i>SI Units</i>	Đơn vị Hoa Kỳ <i>U.S. Units</i>	Tham khảo <i>Reference</i>
Từ đồng nghĩa <i>Synonyms</i>	asen trihydride, hydro arsenide, asen hydride, arsen hydride <i>arsenic trihydride, hydrogen arse- nide, arsenic hydride, arsenous hydride</i>		
Công thức hóa học <i>Chemical formula</i>	AsH ₃		
Số CAS <i>CAS number</i>	7784-42-1		

Số UN <i>UN number</i>	UN 2188		
Trạng thái vật lý <i>Physical state</i>	Khí <i>Gas</i>		
Màu sắc <i>Color</i>	Không màu <i>Colorless</i>		[4, 5, 6]
Mùi <i>Odor</i>	Mùi tỏi <i>Garlic-like odor</i>		[4, 5, 6]
Khối lượng phân tử <i>Molecular weight</i>	77.945		
Điểm sôi ở 1 atm <i>Boiling point at 1 atm</i>	-62.5 °C	-80.5 °F	[4]
Điểm đóng băng ở 1 atm <i>Freezing point at 1 atm</i>	-116.9 °C	-178.4 °F	[4]
Khoảng nhiệt độ phân hủy <i>Decomposition temperature range</i>	230 °C đến 300 °C 230 °C to 300 °C	446 °F đến 572 °F 446 °F to 572 °F	[4, 6, 10, 11]
Nhiệt độ tới hạn <i>Critical temperature</i>	99.9 °C	99,9 °C 211.8 °F	[4]
Áp suất tới hạn <i>Critical pressure</i>	6599 kPa, abs	957 psia	[4]
Thể tích tới hạn <i>Critical volume</i>	132.5 cm ³ /mol	132,5 cm ³ /mol 8.086 in ³ /mol	[4]
Khối lượng riêng tới hạn <i>Critical density</i>	588.3 kg/m ³	36.73 lb/ft ³	[4]
Hệ số nén tới hạn <i>Critical compressibility factor</i>	0.274		[10]
Khối lượng riêng của chất lỏng ở 21,1 °C (70 °F) <i>Density of liquid at 21.1 °C (70 °F)</i>	1.335 kg/m ³	83.55 lb/ft ³	[4]
Khối lượng riêng của khí ở 20 °C (68 °F) và 1 atm <i>Density of gas at 20 °C (68 °F) and 1 atm</i>	3.24 kg/m ³	0.2025 lb/ft ³	[4]
Tỷ trọng của khí ở 21,1 °C (70 °F) và 1 atm (không khí=1) <i>Specific density of the gas at 21.1 °C (70 °F) and 1 atm (air=1)</i>	2.69		[4]
Thể tích riêng của khí ở 21,1 °C (70 °F) và 1 atm <i>Specific volume of the gas at 21.1 °C (70 °F) and 1 atm</i>	5.0 ft ³ /lb (0,31214 m ³ /kg)		
Áp suất hơi ở 21,1 °C (70 °F) <i>Vapor pressure at 21.1 °C (70 °F)</i>	1.515 MPa, abs	219.7 psia	[4]
Độ hòa tan trong nước (thể tích khí/thể tích nước) <i>Solubility in water (vol gas/vol water)</i>	0.23 in ³ /in ³		[4]
pH	Không áp dụng <i>Not applicable</i>		
Độ bay hơi <i>Volatility</i>	Không áp dụng <i>Not applicable</i>		
Ngưỡng mùi (thay đổi tùy theo tạp chất)	0.5 ppm		[11, 13]

Odor threshold (varies with impurities)			
Tốc độ bay hơi <i>Evaporation rate</i>	Không áp dụng <i>Not applicable</i>		
Điểm chớp cháy <i>Flash point</i>	Không áp dụng <i>Not applicable</i>		
Giới hạn cháy trong không khí (% theo thể tích) <i>Flammable limits in air (% by volume)</i>	3.9% đến 78% <i>3.9% to 78%</i>		[4, 16]
Nhiệt hóa hơi ẩn ở -62,48 °C (-80,46 °F) <i>Latent heat of vaporization at -62.48 °C (-80.46 °F)</i>	214 kJ/kg	92 Btu/lb	
Nhiệt độ tự bốc cháy <i>Auto ignition temperature</i>	285 °C	545 °F	[8, 9]
Hình dạng phân tử <i>Molecular Shape</i>	chóp tam giác <i>trigonal pyramidal</i>		
Mômen lưỡng cực <i>Dipole moment</i>	0.20 D		[3]
Entanpy tạo thành chuẩn ở 25 °C, $\Delta_f H^0_{\text{khí}}$ <i>Standard enthalpy of formation at 25 °C, $\Delta_f H^0_{\text{gas}}$</i>	+66.44 kJ/mol		[3]
Cấu trúc <i>Structure</i>			

4.6. Tính chất môi trường / *Environmental properties*

- Với các biện pháp kiểm soát, sự phát tán arsine có thể được giảm thiểu. Nếu arsine xâm nhập vào môi trường thông qua sự phát tán ngẫu nhiên, nó có thể làm ô nhiễm đất, nước và không khí. Nhiều quốc gia có các quy định và biện pháp nghiêm ngặt cần được thực hiện nếu xảy ra sự phát tán. Người sử dụng arsine phải xem xét các quy định hiện hành.

With controls, releases of arsine can be minimized. If arsine enters the environment through an accidental re-lease, it can contaminate land, water, and air. Many countries have strict regulations and measures to be taken if a release occurs. The users of arsine shall review applicable regulations.

- Các hợp chất asen bao gồm arsine được coi là chất gây ô nhiễm không khí nguy hiểm (HAPs). Các chất ô nhiễm này được biết hoặc nghi ngờ gây ung thư hoặc các tác động nghiêm trọng khác đến sức khỏe như tác động đến sinh sản và dị tật bẩm sinh hoặc các tác động bất lợi đến môi trường [14];

Arsenic compounds including arsine are considered hazardous air pollutants (HAPs). These pollutants are known or suspected to cause cancer or other serious health effects such as reproductive effects and birth defects or adverse environmental effects [14];

- Người sử dụng arsine nên sử dụng nhiều công cụ khác nhau để ngăn chặn việc xả trực tiếp chất ô nhiễm vào đường thủy, các cơ sở xử lý nước thải đô thị hoặc cho phép nước thải ô nhiễm chảy tràn;

Arsine users should employ a variety of tools to prevent direct pollutant discharges into waterways, municipal wastewater treatment facilities, or allow polluted runoff;

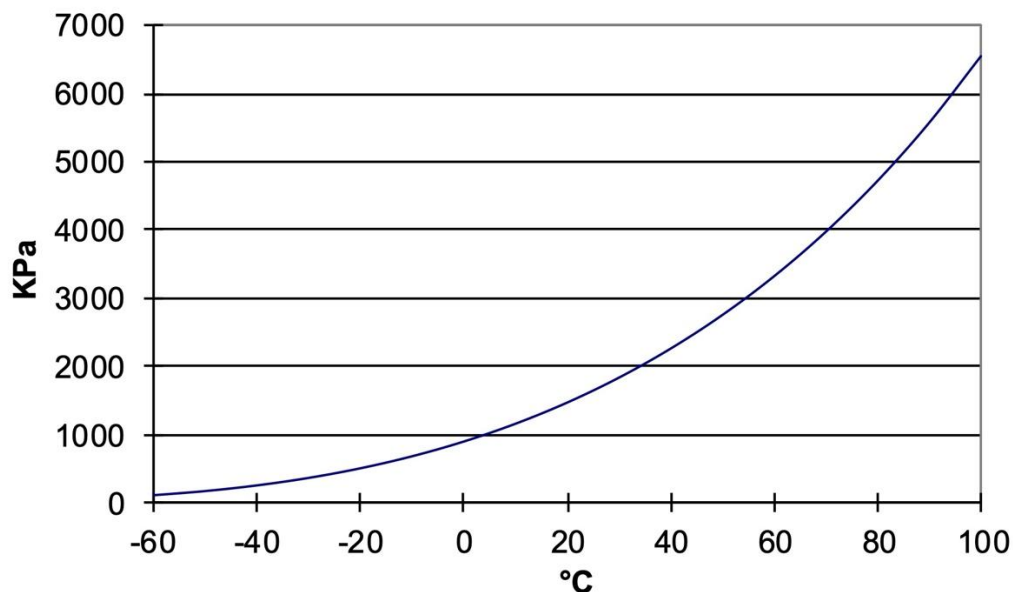
- Các chương trình ứng phó khẩn cấp được thiết lập và đôi khi bắt buộc nhằm loại bỏ mọi nguy cơ đối với cộng đồng và môi trường do việc phát tán các chất nguy hại. Để hỗ trợ thực hiện nhiệm vụ này, chính quyền địa phương có thể yêu cầu cá nhân hoặc tổ chức chịu trách nhiệm sử dụng khí arsine phải thông báo cho cơ quan chức năng khi lượng khí tại chỗ đạt đến một giới hạn định trước.;

Emergency response programs are established and at times mandated to eliminate any danger to the public and the environment posed by hazardous substance releases. To help fulfill this mission, local governments may require that the person or organization responsible for arsine use notify the government when the amount on-site reaches a predetermined limit;

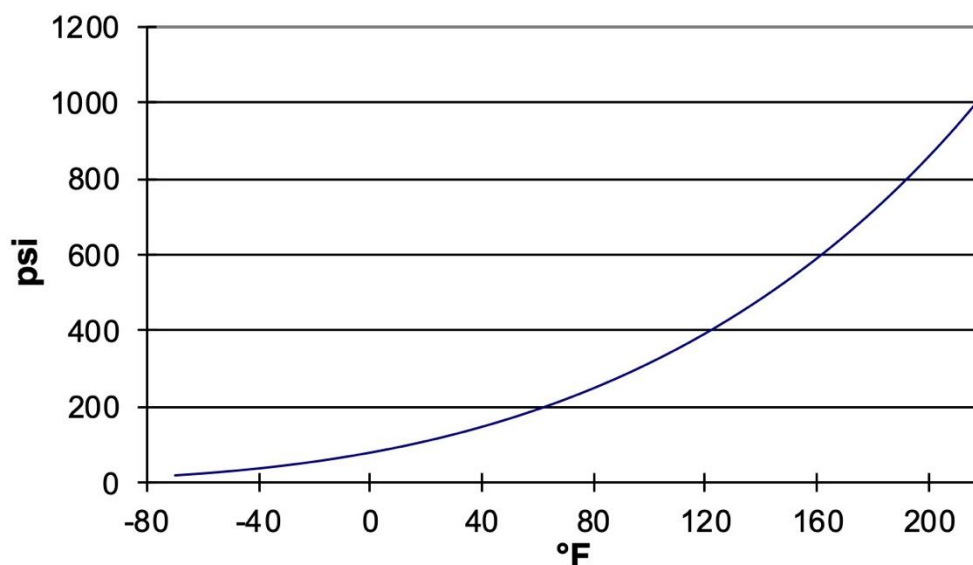
- Nếu xảy ra sự phát tán hoặc tràn đổ arsine, chính quyền có thể yêu cầu thực hiện các thông báo bổ sung. Các yêu cầu này khác nhau tùy theo chính quyền;
If a release or spill of arsine occurs, the government can require additional notifications be made. These requirements vary by governments;
- Các tài liệu hướng dẫn nên được lấy từ cơ quan chính quyền địa phương để đưa ra hướng dẫn trong việc tuân thủ các quy định và kiểm soát khí thải; và
Guidance documents should be obtained from the local government agency to offer direction in following regulations and control emissions; and
- Rủi ro đối với sức khỏe con người và môi trường có thể khác nhau đáng kể tùy thuộc vào loại và mức độ phơi nhiễm. Người sử dụng arsine được khuyến khích mạnh mẽ đánh giá rủi ro dựa trên các kịch bản phơi nhiễm được đo lường hoặc dự đoán tại địa phương.
Risks to human health and the environment can vary considerably depending upon the type and extent of exposure. Arsine users are strongly encouraged to characterize risk on the basis of locally measured or predicted exposure scenarios.
- Các giá trị đánh giá rủi ro hoặc tiêu chuẩn chất lượng môi trường khác có thể được sử dụng tại các quốc gia để đánh giá nguy cơ sức khỏe do tiếp xúc với các hóa chất độc hại. Những giá trị này thường được quy định dưới dạng giới hạn nồng độ không được vượt quá nhằm tránh rủi ro sức khỏe. Các giá trị đã công bố này có thể được so sánh trực tiếp với thông tin về nồng độ hóa chất trong môi trường để xác định các mối nguy hại tiềm ẩn đối với sức khỏe. Nếu nồng độ hóa chất vượt quá tiêu chuẩn chất lượng môi trường liên quan, cần thực hiện các biện pháp nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường hoặc mức độ phơi nhiễm.
Risk assessment values or other media quality standards may be used in countries to evaluate the health risks posed by exposures to toxic chemicals. These values are typically specified as concentration limits that shall not be exceeded to avoid health risk. These published values can be compared directly to information about the concentration of a chemical in the environment to identify potential health hazards. If a chemical concentration exceeds a relevant media quality standard, action to reduce environmental contamination or exposure is warranted.
- Bảng 2 thể hiện dữ liệu đã công bố về asen.
Table 2 shows the published data for arsenic.
- Hình 1 và Hình 2 thể hiện áp suất hơi của arsine theo nhiệt độ sử dụng Đơn vị SI và đơn vị thông thường của Hoa Kỳ.
Figure 1 and Figure 2 show the arsine vapor pressure versus temperature using SI Units and U.S. customary units.

Bảng 2—Dữ liệu đã công bố về asen
Table 2—Published data for arsenic

Asen / Arsenic Số CAS: 7784-42-1 / CAS number: 7784-42-1			
Giá trị hoặc tiêu chuẩn đánh giá rủi ro <i>Risk assessment values or standards</i>	Giá trị <i>Value</i>	Đơn vị <i>Units</i>	Tham chiếu <i>Reference</i>
Giá trị rủi ro ung thư do hít phải (tiềm năng) <i>Inhalation cancer risk value (potency)</i>	0.0043	µg/m ³	[16]
Đạo luật Phản ứng Môi trường Toàn diện, Bồi thường và Trách nhiệm (CERCLA) giới hạn báo cáo <i>Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA) reporting limit</i>	45 <u>100</u>	kg lb	[17]
Giá trị rủi ro ung thư do nuốt phải (tiềm năng) <i>Ingestion cancer risk value (potency)</i>	1.5	mg/kg/ngày <i>mg/kg/day</i>	[16]
Giá trị rủi ro không gây ung thư do nuốt phải (liều tham chiếu) <i>Ingestion noncancer risk value (reference dose)</i>	0.0003	mg/kg/ngày <i>mg/kg/day</i>	[16]
Tiêu chuẩn chất lượng nước quốc gia <i>National water quality standard</i>	0.01	mg/L	[18]



Hình 1—Áp suất arsine theo nhiệt độ (đơn vị SI)
Figure 1—Arsine pressure versus temperature (SI units)



Hình 2—Áp suất arsine theo nhiệt độ (đơn vị Hoa Kỳ)
 Figure 2—Arsine pressure versus temperature (U.S. units)

5. Các mối nguy chính của khí / Gas major hazards

5.1. Mối nguy cháy và nổ [19, 20, 21, 22] / Fire and explosion hazards [19, 20, 21, 22]

- Arsin là chất dễ cháy. Sản phẩm phụ của quá trình đốt cháy arsine là các oxit asen độc hại (chất rắn). Các oxit asen này có thể được hấp thụ qua da. Do đó, nhân viên phải mặc quần áo bảo hộ và thiết bị thở độc lập (SCBA) khi chữa cháy arsine. Chỉ những nhân viên được đào tạo mới nên ứng phó với các đám cháy arsine. Giống như trường hợp cháy của bất kỳ loại khí dễ cháy nào, dòng chảy nên được ngừng lại nếu an toàn và khả thi. Thông thường, điều này có thể thực hiện được bằng cách khóa van chai.

Arsine is flammable. By-products of arsine combustion are toxic arsenic oxides (solids). These arsenic oxides can be absorbed by the skin. Therefore, personnel shall wear protective clothing and self-contained breathing apparatus (SCBA) when fighting arsine fires. Only trained personnel should respond to arsine fires. As in the case of a fire of any flammable gas, the flow should be stopped if it is safe and practical to do so. Normally, this can be accomplished by shutting off the cylinder valve.

- Để xảy ra sự bốc cháy của arsine, ba điều kiện cần phải xảy ra đồng thời:
In order for an arsine ignition to occur, three conditions need to occur simultaneously:
 - nồng độ arsine nằm trong giới hạn cháy của nó;
concentration of arsine is within its flammable limits;
 - sự hiện diện đủ không khí hoặc nguồn oxy hóa thay thế; và
presence of sufficient air or an alternate oxidizing source; and
 - sự tồn tại của nguồn đánh lửa.
existence of an ignition source.
- Arsine không được phép sử dụng gần ngọn lửa trần, nguồn nhiệt, gần chất oxy hóa hoặc hệ thống điện không chống nổ. Việc vận chuyển, tồn chứa và sử dụng arsin nên được thực hiện ở những khu vực thông gió tốt.
Arsine shall not be used near open flames, sources of heat, adjacent to oxidizers, or nonexplosion proof electrical systems. Transportation, storage, and use of arsine should be in well-ventilated areas.
- Arsine có phạm vi cháy gần như tương đương với hydro.
Arsine has a flammable range nearly equivalent to that of hydrogen.
- Arsine có thể bắt đầu phân hủy chậm thành các nguyên tố asen và hydro ở nhiệt độ từ 230 °C đến 240 °C (446 °F đến 464 °F) [4, 6, 10, 11]. Nhiệt độ 300 °C (572 °F) được công nhận là nhiệt độ mà quá trình phân hủy được tăng tốc hoàn toàn [5, 10, 11, 12, 13].

Arsine can begin to slowly decompose into its elements of arsenic and hydrogen at temperatures of 230 °C to 240 °C (446 °F to 464 °F) [4, 6, 10, 11]. A temperature of 300 °C (572 °F) is recognized as the temperature where decomposition is fully accelerated [5, 10, 11, 12, 13].

- Nếu dòng arsine không thể ngừng lại, hãy để nó cháy cho đến khi đám cháy tự tắt, đồng thời làm mát các chai và thiết bị lân cận. Nếu đám cháy arsine bị dập tắt mà dòng arsine không ngừng lại, một hỗn hợp dễ cháy nguy hiểm có thể tiếp tục hình thành. Có khả năng hỗn hợp này có thể bị đánh lửa, nổ, gây ra nhiều thiệt hại hơn và làm bùng phát lại đám cháy. Các biện pháp phải được thực hiện để bảo vệ con người khỏi nổ chai trong trường hợp chai hoặc đường ống bị hỏng.

If the flow of arsine cannot be stopped, let it burn until the fire stops naturally, keeping adjacent cylinders and equipment cool. If an arsine fire is extinguished and the flow of arsine is not stopped, a hazardous combustible mixture can continue to form. It is possible that the mixture can be ignited, explode, cause more damage, and restart the fire. Measures shall be taken to protect persons from cylinder rupture in the case of cylinder failure or piping failure.

- Mặc dù không được dập tắt đám cháy khí arsine cho đến khi dòng khí arsine bị ngắt hoàn toàn, cần sử dụng vòi phun nước để dập tắt các đám cháy thứ cấp và ngăn ngừa sự lan rộng của ngọn lửa. Thiết bị chứa khí arsine có thể được làm mát bằng vòi phun nước nhằm giảm tốc độ phát tán khí arsine hoặc ngăn ngừa hư hại thêm. Việc này nên được thực hiện từ khoảng cách an toàn. Nước sử dụng trong quá trình chữa cháy có thể bị nhiễm bẩn, do đó cần có các biện pháp để kiểm soát và xử lý lượng nước bị nhiễm này.

Although an arsine fire shall not be extinguished until the flow of arsine is stopped, water sprays should be used to extinguish any secondary fire and to prevent the spread of fires. The arsine containing equipment can be kept cool by water sprays to decrease the rate of arsine release or to prevent further damage. This is best done at a distance. Water used in firefighting could become contaminated so there should be measures in place to contain and possibly treat such contaminated water.

- Thiết bị phun nước điều khiển từ xa được ưu tiên sử dụng hơn vòi phun trong việc làm mát thiết bị nhằm giảm nguy cơ lan rộng của đám cháy. Trong trường hợp bắt buộc phải sử dụng vòi phun, nhân viên vận hành cần đứng sau các cấu trúc bảo vệ, ở phía đầu gió của đám cháy, và phải mặc trang phục bảo hộ cùng với thiết bị thở SCBA.

Remote-controlled water spray equipment is preferable to the use of hoses in cooling equipment to reduce the spread of fire. Should the use of hoses become necessary, operating personnel should remain behind protective structures, upwind of the fire, and wear protective clothing and SCBA.

- Nhân viên chữa cháy hoặc nhân viên khẩn cấp khác nên liên lạc và hợp tác với những người quen thuộc với các tính chất vật lý và độc hại của arsine. Họ cũng nên liên lạc và hợp tác với những người quen thuộc với các vật liệu trong khu vực khẩn cấp. Các điều kiện không mong đợi có thể yêu cầu các hành động đặc biệt.

Firefighting or other emergency personnel should communicate and cooperate with personnel who are familiar with the physical and toxic properties of arsine. They also should communicate and cooperate with personnel who are familiar with materials in the area of the emergency. Unexpected conditions can require special actions.

- Nếu một chai arsine hoặc hệ thống đường ống cấp bị nổ khiến một lượng lớn arsine bị giải phóng và bốc cháy, các điều kiện nguy hiểm có thể tồn tại:

If a cylinder of arsine or supply piping system is ruptured so that quantities of arsine are released and ignited, hazardous conditions can exist:

- Ảnh hưởng của ngọn lửa—Mối lo ngại chính là ngọn lửa có thể tác động vào các van và đường ống xung quanh, làm suy yếu các cấu trúc này và có khả năng dẫn đến hỏng hóc. Các quả cầu lửa hoặc tia lửa có thể xuất hiện. Vận tốc và hướng gió có thể thay đổi hình dạng của quả cầu lửa hoặc tia lửa thành hình elip và đẩy nó xa hơn về phía hạ gió của điểm giải phóng;

Flame effects—The major concern is that the flames can impinge on surrounding valves and piping thus weakening these structures potentially leading to failure. Fire balls or jet fires can be present. Wind velocity and direction can change the shape of the fire ball or jet to an elliptical shape and push it further downwind of the release;

- Ảnh hưởng của bức xạ—Mối lo ngại chính là các ảnh hưởng bức xạ từ đám cháy có thể dẫn đến việc làm nóng quá mức các thiết bị và đường ống quy trình lân cận; và

Radiation effects—The major concern is that radiation effects from the fire can result in the excessive heating of adjacent equipment and process lines; and

- Các sản phẩm phụ của phản ứng—Do hậu quả của một đám cháy, các oxit của arsenic (ví dụ: arsenic trioxide và arsenic pentoxide) có thể hình thành, lắng đọng dưới dạng bụi trên khu vực bị ảnh hưởng và bị gió cuốn đi xa khỏi đám cháy. Các dạng arsenic bị oxy hóa này có độc tính khi hít phải, nuốt phải hoặc hấp thụ qua da.

Reaction by-products—As a result of a fire, oxides of arsenic (for example, arsenic trioxide and arsenic pentoxide) can form, can deposit as a dust over the affected facility, and can be carried downwind of the fire. Such oxidized arsenic is toxic by inhalation, ingestion, and absorption.

- Một phân tích mối nguy quy trình (PHA) toàn diện với các biện pháp bảo vệ đã được xác định phải được thực hiện để giảm thiểu rủi ro của một sự cố tiềm ẩn.

A thorough process hazard analysis (PHA) with identified safeguards shall be in place to minimize the risk of a potential incident.

5.2. Độc học / Toxicology

5.2.1. Phơi nhiễm arsin / Arsine exposure

- Arsine có mùi giống tỏi với ngưỡng mùi khoảng 0.5 ppm [6, 23]. Các trường hợp nhiễm độc arsin đã được ghi nhận mà đối tượng không hề hay biết về việc phơi nhiễm.

Arsine has a garlic-like odor with an odor threshold of about 0.5 ppm [6, 23]. Cases of arsine intoxication have been recorded without the subject being aware of exposure.

- Con đường xâm nhập chính của khí arsine là qua hô hấp. Arsine là một chất độc hệ thống có độc tính rất cao. Tác động chính của nó là phá hủy hàng loạt tế bào hồng cầu, dẫn đến suy thận cấp. Mùi của khí arsine không phải lúc nào cũng được phát hiện trong các trường hợp phơi nhiễm nghiêm trọng, vì triệu chứng có thể xuất hiện muộn. Tất cả những người bị phơi nhiễm đều cần được kiểm tra tại cơ sở y tế. Các triệu chứng của phơi nhiễm cấp tính có thể xuất hiện chậm, từ 2 giờ đến 48 giờ tùy theo mức độ phơi nhiễm.

The primary route of entry is inhalation. Arsine is a highly toxic systemic poison. The primary effect is massive destruction of red blood cells resulting in acute kidney failure. The odor of arsine is not always detected during serious exposures as symptoms can be delayed. All exposure victims should be evaluated at a medical facility. Symptoms of acute exposure can be delayed from 2 hours up to 48 hours depending on exposure intensity.

- Tài liệu trong các phần sau đã báo cáo các triệu chứng ngộ độc arsine do phơi nhiễm trong một thời gian dài, nhưng độc tính cấp tính của nó đối với con người chưa được biết rõ. Trong ấn phẩm này, một số báo cáo được trình bày để tham khảo như sau.

The literature in the following sections has been reporting the symptoms of arsine poisoning by exposure for a long time, but its acute toxicities to humans are not known well. In this publication, some reports are shown for the reference as follows.

- Wald và Becker báo cáo rằng phơi nhiễm 250 ppm arsine gây tử vong ngay lập tức, phơi nhiễm 25 ppm đến 50 ppm gây tử vong sau 30 phút, và 10 ppm gây tử vong sau thời gian phơi nhiễm dài hơn [12].

Wald and Becker reported that exposures to 250 ppm of arsine are instantly lethal, exposure to 25 ppm to 50 ppm is lethal after 30 minutes, and 10 ppm is lethal after longer exposures [12].

- Henderson và Haggard báo cáo rằng nồng độ arsin 250 ppm có thể gây tử vong sau 30 phút phơi nhiễm; nồng độ 16 ppm đến 60 ppm có thể nguy hiểm sau 30 phút đến 1 giờ phơi nhiễm; 3 ppm đến 10 ppm có thể gây ra các triệu chứng nhẹ sau vài giờ phơi nhiễm [24].

Henderson and Haggard reported that 250 ppm concentrations of arsine could be fatal after exposure for 30 minutes; 16 ppm to 60 ppm concentrations could be dangerous after exposure for 30 minutes to 1 hour; 3 ppm to 10 ppm can cause slight symptoms after exposure for several hours [24].

- LƯU Ý—Phơi nhiễm arsin chủ yếu qua đường hô hấp và không được hấp thụ qua da. Oxit asen sau khi đốt cháy hoặc oxy hóa arsine có thể được hấp thụ qua da.

NOTE—Arsine exposure is primarily inhalation and is not absorbed by the skin. Arsenic oxide after burning or oxidizing arsine can be absorbed by the skin.

- Để biết thêm thông tin, tham khảo bảng dữ liệu an toàn (SDS) của nhà cung cấp khí [3].
For more information, see the gas supplier's safety data sheet (SDS) [3].
- Các mối nguy chính liên quan đến việc tiếp xúc với khí arsine là hiện tượng tan máu cấp tính và suy thận cấp liên quan. Các triệu chứng có thể xuất hiện muộn đến hai ngày và có thể bao gồm:
The major hazards associated with exposure to arsine are massive hemolysis and associated acute renal failure. Symptoms can be delayed up to two days and can include:
 - đau đầu;
headache;
 - chóng mặt;
dizziness;
 - khó thở khi gắng sức;
shortness of breath on exertion;
 - hơi thở có mùi tỏi;
garlic-like odor of breath;
 - tê bì, lạnh, ngứa ran ở tay và chân;
numbness, coldness, tingling of hands and feet;
 - buồn nôn;
nausea;
 - nôn mửa
vomiting,
 - chuột rút bụng;
abdominal cramping;
 - đau và cứng bụng;
abdominal tenderness and rigidity;
 - da sạm màu;
bronzing of the skin;
 - sưng hàm và mí mắt;
puffiness of the jaws and eyelids;
 - phù phổi;
pulmonary edema;
 - vàng da và gan to;
jaundice and hepatomegaly;
 - thiếu máu và tăng bạch cầu;
anemia and leukocytosis;
 - sốc; và
shock; and
 - mê sảng và hôn mê [5, 25, 26].
delirium and coma [5, 25, 26].
- Bảng 3 thể hiện thông tin phơi nhiễm theo quy định đối với arsine.
Table 3 shows regulatory exposure information for arsine.
- LƯU Ý—Sản phẩm cháy phát sinh từ việc arsine tiếp xúc với ngọn lửa có độc tính.
NOTE—Combustion products resulting from the exposure of arsine to a flame are toxic.
- Trong cơ thể, arsine bị oxy hóa thành các dạng arsen khác. Arsen và các hợp chất của arsen được nhiều quốc gia công nhận là chất gây ung thư cho con người và gây ra các tác động gây độc gen trong các hệ thống thử nghiệm và ở người.
Within the body, arsine is oxidized to other arsenic species. Arsenic and arsenic compounds are recognized by many countries as carcinogenic to humans and induce genotoxic effects in experimental systems and in humans.

- Đo nồng độ asen trong nước tiểu (lớn hơn 0.2 mg/L) là một xét nghiệm chẩn đoán phơi nhiễm.
Measurement of arsenic levels in the urine (greater than 0.2 mg/L) is a diagnostic test for exposure.

Bảng 3—Thông tin phơi nhiễm theo quy định đối với arsine*Table 3—Regulatory exposure information for arsine*

Arsine			
Số CAS: 7784-42-1			
CAS number: 7784-42-1			
	Giá trị Value	Đơn vị Units	Tham chiếu Reference
LC50 chuột 1 giờ LC50 rat 1 hour	178	ppm	[27]
Giới hạn phơi nhiễm cho phép trung bình theo thời gian (TWA–PEL)	0.050	ppm	[11]
Time-Weighted Average–Permissible Exposure Limit (TWA–PEL)	0.2	mg/m ³	[25]
Giới hạn phơi nhiễm khuyến nghị mức trần 15 phút	0.002	mg/m ³	[11, 24]
Recommended Exposure Limit Ceiling 15 minutes			
Nồng độ nguy hiểm tức thì đến tính mạng và sức khỏe của NIOSH (IDLH)	3	ppm	[11, 24]
NIOSH Immediate Danger to Life and Health (IDLH) Concentration			
Mức hướng dẫn phơi nhiễm cấp tính (AEGLs)			
Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs)			
AEGL-1 (30 phút)	NR	ppm	[28]
AEGL-1 (30 min)			
AEGL-2 (30 phút)	0.21	ppm	
AEGL-2 (30 min)			
AEGL-3 (30 phút)	0.63	ppm	
AEGL-3 (30 min)			
LƯU Ý / NOTES			
1 Giới hạn của OSHA là giới hạn phơi nhiễm hợp pháp được luật pháp Hoa Kỳ cho phép và có thể thực thi. OSHA limits are the legal exposure limits allowed by U.S. law and are enforceable.			
2 NR: Không khuyến nghị. NR: Not recommended.			
3 Để biết giới hạn phơi nhiễm nghề nghiệp (OELs) cho các quốc gia Châu Âu, hãy tham khảo SDS của EIGA về asen tại www.eiga.eu For occupational exposure limits (OELs) for European countries, refer to EIGA's SDS for arsine at www.eiga.eu			

5.2.2. Điều trị y tế đối với phơi nhiễm arsine / *Medical treatment for arsine exposure*

- Không có thuốc giải cho ngộ độc arsine. Điều trị là theo triệu chứng và bao gồm các biện pháp hỗ trợ chức năng hô hấp, mạch máu và thận. Nếu tan máu xảy ra, việc kiềm hóa nước tiểu được bắt đầu.
There is no antidote for arsine poisoning. Treatment is symptomatic and consists of measures to support respiratory, vascular, and renal function. If hemolysis develops, urinary alkalization is initiated.
- Các thực hành quản lý chi tiết trước nhập viện và tại bệnh viện để điều trị phơi nhiễm arsine có thể tìm thấy trong Hướng dẫn Quản lý Y tế đối với Arsine [6].
Detailed prehospital and hospital management practices for treatment of arsine exposures can be found in Medical Management Guidelines for Arsine [6].

- Nạn nhân chỉ phơi nhiễm với khí arsine không cần khử nhiễm trước khi điều trị y tế vì họ không gây ra mối nguy lây nhiễm thứ cấp nghiêm trọng cho nhân viên bên ngoài vùng nguy hiểm. Mặc dù một lượng nhỏ arsine có thể bị mắc kẹt trong quần áo hoặc tóc của nạn nhân sau khi phơi nhiễm quá mức, những lượng này không có khả năng tạo ra mối nguy cho nhân viên ứng phó bên ngoài vùng nguy hiểm.

Victims exposed only to arsine gas do not need decontamination before medical treatment as they pose no serious risks of secondary contamination to personnel outside the hot zone. Although small amounts of arsine can be trapped in the victim's clothing or hair after an overwhelming exposure, these quantities are not likely to create a hazard for response personnel outside the hot zone.

6. Thiết bị thao tác khí—Những cân nhắc chung / *Gas handling equipment—General considerations*

- Thiết bị dùng để thao tác arsine phải được thiết kế, chế tạo và thử nghiệm theo các yêu cầu quy định của quốc gia nơi thiết bị được vận hành. Thiết bị phải được thiết kế để chịu được áp suất và nhiệt độ tối đa mà nó sẽ được vận hành. Các yêu cầu về mã đường ống và bình chịu áp lực đặc biệt có thể áp dụng do tính chất độc hại cao của arsine (ví dụ, vật liệu ASME Cấp M). Xem Mục 8 để biết các yêu cầu về chiết nạp và đóng gói chai khí. Một PHA phải được thực hiện và ghi lại trên tất cả các hệ thống arsine. Vì arsine là một loại khí rất độc và dễ cháy, cần xem xét các vấn đề sau khi thiết kế hệ thống để thao tác arsine:

The equipment used to handle arsine shall be designed, constructed, and tested in accordance with the regulatory requirements of the country in which the equipment is operated. The equipment shall be designed to withstand the maximum pressure and temperature at which it is to be operated. Special piping and pressure vessel code requirements can apply due to the highly toxic nature of arsine (for example, ASME Class M material). See Section 8 for gas cylinder filling and packaging requirements. A PHA shall be performed and documented on all arsine systems. As arsine is a highly toxic and flammable gas, consideration should be given to the following issues when designing systems to handle arsine:

- vật liệu chế tạo;
materials of construction;
- khả năng tương thích của các hợp chất làm kín;
compatibility of sealing compounds;
- áp suất hệ thống và bảo vệ quá áp;
system pressures and overpressure protection;
- loại van và loại bộ lọc;
valve types and filter types;
- ống dẫn;
tubing;
- vật liệu tinh chế;
purification materials;
- kiểm tra rò rỉ hệ thống và thông thổi;
system leak tests and purge;
- kiểm soát nhiệt độ hệ thống;
system temperature control;
- sử dụng điều khiển điện và sử dụng thiết bị được phân loại điện;
use of electrical control and use of electrically classified equipment;
- hệ thống giám sát;
monitoring system;
- hệ thống giảm thiểu;
abatement system;
- đường xả hệ thống; và
system vents; and
- bộ điều áp.
regulators.

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

- Việc lựa chọn vật liệu kim loại và phi kim phải được thực hiện có tính đến hướng dẫn tương thích trong Bảng 4. Điều cực kỳ quan trọng là tất cả thiết bị điều khiển khí phải tương thích với khí đi qua nó. Việc sử dụng một thiết bị không tương thích với khí có thể làm hỏng thiết bị và gây rò rỉ, dẫn đến thiệt hại tài sản hoặc thương tích cá nhân. Nếu một vật liệu không được liệt kê và được yêu cầu sử dụng cho arsine và được cho là tương thích, nó phải được thử nghiệm trước để xác nhận sự phù hợp trước khi sử dụng trong các điều kiện nhiệt độ, áp suất và lưu lượng xác định.

Selection of metals and nonmetals shall be made taking into account the compatibility guide in Table 4. It is extremely important that all gas control equipment is compatible with the gas being passed through it. The use of a device that is not compatible with the service gas can damage the unit and cause a leak that could result in property damage or personal injury. If a material is not listed and is required to be used in arsine service and is thought to be compatible, it should be tested first to confirm suitability prior to use under defined temperature, pressure, and flow conditions.

- Bảng 4 cung cấp hướng dẫn tương thích vật liệu được chuẩn bị để sử dụng với arsine khô ở nhiệt độ vận hành bình thường là 21.1 °C (70 °F). Thông tin này có thể thay đổi nếu có các điều kiện vận hành khác.

Table 4 provides a material compatibility guide that is prepared for use with dry arsine at normal operating temperature of 21.1 °C (70 °F). This information may vary if different operating conditions exist.

Bảng 4—Hướng dẫn tương thích vật liệu [29]

Table 4—Material compatibility guide [29]

Vật liệu chế tạo Materials of construction																					
Arsine	Kim loại Metals									Nhựa Plastics						Chất đàn hồi Elastomers					
	Thép / Steel	303 SS	304 SS	316 SS	Monel®	Nhôm / Aluminum	Đồng thau / Brass	Đồng / Copper	Kẽm / Zinc	Kynar®	PCTFE	Polycarbonate	PVC	Teflon®	Tefzel®	Buna-N	Kalrez®	Neoprene®	Polyurethane	Viton®	
	S	S	S	S	S	S	S	S	?	S	S	?	S	S	S	S	S	S	U	S	
	S= Đạt yêu cầu S= Satisfactory									U = Không đạt yêu cầu U = Unsatisfactory						? = Dữ liệu không rõ hoặc hạn chế ? = Unknown or limited data					

LƯU Ý / NOTES

- Đệm niken được chấp nhận làm đệm cho hệ thống an toàn chỉ số đường kính (DISS)/khớp nối chân không bức xạ (VCR) nhưng có thể dẫn đến sự đổi màu bề mặt.
Nickel gaskets are acceptable as a diameter index safety system (DISS)/vacuum coupling radiation (VCR) gasket but discoloration of the surface may result.
- Nếu được sử dụng, một số loại nhựa và chất đàn hồi hấp thụ arsen.
If used, some plastics and elastomers absorb arsine.
- ISO 11114-1, Chai khí—Khả năng tương thích của vật liệu chai và van với thành phần khí—Phần 1: Vật liệu kim loại đề cập đến các mối lo ngại về hiện tượng giòn hydro và cũng được thừa nhận rằng Quy định mẫu của Liên Hợp Quốc P-200 yêu cầu đóng dấu “H” cho các chai thép chứa arsen; tuy nhiên, không có bằng chứng kết luận nào cho thấy arsen là một loại khí gây giòn [30, 1].
ISO 11114-1, Gas cylinders—Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents—Part 1: Metallic materials addresses concerns for hydrogen embrittlement and it is also acknowledged that UN Model Regulations P-200 requires an “H” stamp for steel cylinders charged with arsine; however, there is no conclusive proof that arsine is an embrittling gas [30, 1].

6.2. Khả năng tương thích của các hợp chất làm kín / *Compatibility of sealing compounds*

- Cần xem xét khả năng tương thích của chất bôi trơn, phốt, mỡ và các hợp chất làm kín tiếp xúc với arsine trong điều kiện bình thường hoặc bất thường. Tham khảo dữ liệu của nhà cung cấp.

Consideration should be given to the compatibility of lubricants, seals, greases, and sealing compounds that come in contact with arsine under normal or upset conditions. Refer to vendor supplied data.

6.3. Áp suất hệ thống và bảo vệ quá áp / *System pressures and overpressure protection*

- Áp suất hệ thống thấp do áp suất hơi thấp của khí arsine, ở mức 1,515 MPa abs tại 21,1 °C (219,7 psia tại 70 °F). Việc thiết kế hệ thống cần xem xét các điều kiện mà áp suất có thể giảm xuống dưới áp suất khí quyển, dẫn đến việc hút không khí hoặc dòng khí khác vào gây nhiễm bẩn hệ thống. Do tính chất nguy hiểm của khí arsine, cần áp dụng phương pháp thiết kế và kỹ thuật bảo thủ cho hệ thống, áp dụng cho cả khí arsine tinh khiết và hỗn hợp chứa arsine.

System pressures are low due to the low vapor pressure of arsine, which is 1.515 Mpa, abs at 21.1 °C (219.7 psia at 70 °F). Design should address conditions where system pressure can be subjected to subatmospheric conditions and draw in air or other gas stream contamination that is used in the system. Due to the hazardous nature of arsine, a conservative engineering and design approach shall be applied to the system design as applicable whether for pure arsine or arsine mixtures.

- Hỗn hợp khí arsine thường được nạp ở áp suất bằng hoặc thấp hơn áp suất làm việc định mức của chai. Các bằng điều khiển khí thường sử dụng bộ điều áp để giảm áp suất chai xuống điều kiện vận hành.

Gaseous mixtures of arsine are routinely packaged at pressures at or below the rated cylinder working pressure. Gas panels typically use a gas regulator to reduce the cylinder pressure to the operating condition.

- Cần cẩn thận để đảm bảo rằng tất cả các thành phần trong hệ thống được định mức cho các áp suất này.

Care is needed to ensure that all components in the system are rated for these pressures.

- Trong trường hợp áp suất thiết kế hệ thống có thể bị vượt quá do bất kỳ lỗi thành phần hoặc lỗi vận hành nào, phải bố trí cơ cấu bảo vệ quá áp. Bảo vệ quá áp có thể bao gồm các thiết bị giảm áp an toàn và/hoặc hệ thống có thiết bị đo tùy thuộc vào yêu cầu địa phương.

Where system design pressures can be exceeded due to any component failure or operator error, overpressure protection shall be provided. Overpressure protection may involve safety relief devices and/or instrumented systems depending on local code requirements.

- Các cửa xả van giảm áp an toàn của hệ thống đường ống phải được nối với một hệ thống giảm thiểu được thiết kế phù hợp hoặc một vị trí an toàn (nếu được phép) (xem Mục 11).

Piping system safety relief valve outlets shall link to a properly designed abatement system or safe location (where permitted) (see Section 11).

- Tất cả các xả thải từ việc xả khẩn cấp của quá trình, chẳng hạn như các thiết bị giảm áp (PRD), v.v., mà không đi đến hệ thống giảm thiểu phải được:

All discharges from process emergency venting such as pressure relief devices (PRDs), etc., that do not go to an abatement system shall be:

- dẫn ra bên ngoài các tòa nhà;
piped to the outside of buildings;
- xả ra khu vực an toàn cách xa nhân viên; và
discharged to a safe area well away from personnel; and
- được xác nhận là chấp nhận được bằng cách sử dụng phân tích phân tán.
confirmed acceptable by use of dispersion analysis.

6.4. Loại van và loại bộ lọc / *Valve types and filter types*

- Van màng kim loại và van ống thổi cung cấp độ kín khí tốt hơn so với van có đệm kín. Việc sử dụng vật liệu phi kim cho màng hoặc ống thổi không được khuyến nghị do khả năng arsine thẩm thấu qua vật liệu phi kim. Van bi, van bướm, van cửa, van kim hoặc van có đệm kín

không được khuyến nghị sử dụng cho arsine do tiềm năng rò rỉ cao hơn qua hoặc xung quanh đế van, phốt hoặc thân van.

Metal diaphragm valves and bellows valves provide better leak-tightness as compared to packed valves. The use of nonmetal material for diaphragms or bellows is not recommended due to the permeation potential of arsine thru the nonmetal. Ball valves, butterfly valves, gate valves, needle valves, or packed valves are not recommended for use in arsine service due to a higher leak potential either through or around the valve seat, seals, or the valve body.

- Bộ lọc lưới làm bằng thép không gỉ hoạt động tốt cũng như những loại làm bằng polytetrafluoroethylene (PTFE). Bộ lọc kim loại thiêu kết cũng được khuyến nghị.
Mesh filters made of stainless steel work well as do those made of polytetrafluoroethylene (PTFE). Sintered metal filters are also recommended.

- Việc sử dụng lỗ hạn chế dòng chảy (RFO) đã trở thành thực tiễn phổ biến từ giữa những năm 1980. Ví dụ, bộ hạn chế có đường kính nhỏ 0,152 mm (0,006 in), 0,254 mm (0,010 in) và 0,3 mm (0,012 in), được chế tạo từ vật liệu thép không gỉ. Trong khi các thiết kế ban đầu có phần tử lọc có khả năng giữ lại các hạt lớn hơn hai micron, thì các bộ lọc này hiện không còn được tích hợp trong các RFO đang sử dụng ngày nay. RFO được vận vào đầu ra của van. Trong trường hợp đường ống quy trình bị gãy hoặc van bị mở nhầm, RFO sẽ làm giảm đáng kể lượng khí bị rò rỉ và cần được xử lý môi trường. Một số cơ quan quản lý và công ty bảo hiểm yêu cầu bắt buộc sử dụng RFO.

The use of restrictive flow orifices (RFOs) has been a routine practice since the mid-1980s. For example, the restrictor has a small diameter of 0.152 mm (0.006 in), 0.254 mm (0.010 in), and 0.3 mm (0.012 in), and is of stainless steel materials of construction. While early designs had a filter element capable of capturing particles that were greater than two microns, these filters are not currently part of RFOs in service today. The RFO threads into the valve outlet. In the event of a shearing of a process line or a valve being accidentally opened, the RFO significantly reduces the amount of gas that would be released and that would need to be environmentally treated. Some jurisdictions and insurance companies require the use of RFOs.

- Cũng trong những năm 1980, các van điều khiển bằng khí nén bắt đầu được sử dụng. Chúng cho phép mở và đóng van chai từ xa, đồng thời mang lại một biện pháp an toàn bổ sung cả khi nạp lẫn tại điểm sử dụng.

Also during the 1980s, air actuated valves began to be used. They allowed for remote opening and closing of the cylinder valve, and afforded an extra measure of safety both at filling as well as at the point of use.

6.5. Ống dẫn / Tubing

- Một số cơ quan quốc gia hoặc công ty bảo hiểm yêu cầu sử dụng ống đồng trục khi ống dẫn nằm ngoài buồng hút khí. Các kết nối hàn hoặc mặt bích kim loại là phương pháp kết nối ưu tiên do độ kín chống rò rỉ của chúng. Việc sử dụng các phụ kiện cơ khí nên được hạn chế tối đa khi có thể.

Some national bodies or insurance companies require the use of coaxial tubing when the tubing is outside of an exhausted enclosure. Welded or metal face seal connections are the preferred connection methods due to their leak integrity. The use of mechanical fittings should be limited wherever possible.

6.6. Vật liệu tinh chế / Purification materials

- Arsine được cung cấp với độ tinh khiết cao. Độ tinh khiết được cung cấp dao động từ 99.995% thấp đến 99.9999+%. Việc tinh chế tại điểm sử dụng có thể được dùng để loại bỏ các chất gây ô nhiễm bổ sung.

Arsine is offered at high purity by the supplier. Purities offered range from low 99.995% to 99.9999+%. Point of use purification can be used to remove additional contaminants.

- Hệ thống thông thổi phải được thực hiện trước khi sử dụng hoặc tháo bộ tinh chế.
System purge shall be done prior to the use or removal of the purifier.

6.7. Kiểm tra rò rỉ và thông thổi hệ thống / System leak tests and purge

- Sau khi lắp đặt hoặc bảo trì, các hệ thống và bộ phận phải được kiểm tra rò rỉ và thông thổi trước khi đưa vào vận hành.

After installation or maintenance, systems and components shall be leak checked and purged prior to commissioning.

- Các kết nối thường xuyên được làm lại trong quy trình (ví dụ: ống nối chai hoặc các kết nối khác) phải được kiểm tra rò rỉ ở áp suất cao hơn áp suất sử dụng tối đa trước khi thông thổi hệ thống.

Connections that are routinely remade in the process (for example, cylinder pigtail or other connections) shall be leak checked at a pressure higher than maximum usage pressure prior to system purging.

- Các hệ thống thông thổi tốt nhất là những hệ thống tự động. Số chu kỳ thông thổi là một hàm của áp suất khí thông thổi trở có sẵn, việc sử dụng chân không, kích thước của hệ thống ống dẫn/dường ống cần thông thổi và giá trị pha loãng cuối cùng mong muốn. Các khí thông thổi phổ biến là nitơ và heli. Hydro cũng được sử dụng làm khí thông thổi. Các hệ thống cung cấp khí điển hình phải được thông thổi đến mức an toàn của arsine. Việc sử dụng việc kiểm soát thông thổi thủ công có tiềm năng lỗi của người vận hành cao hơn và yêu cầu hướng dẫn vận hành rõ ràng nếu được sử dụng.

The best purge systems are those that are automated. The number of purge cycles is a function of the inert purge gas pressure available, the use of vacuum, the size of the tubing/piping system to be purged, and the desired final dilution value. Common purge gases are nitrogen and helium. Hydrogen is also used as a purge gas. Typical gas delivery systems shall be purged to a safe level of arsine. The use of manual purge control has a higher potential for operator error and requires clear operator instructions if used.

6.8. Kiểm soát nhiệt độ hệ thống / System temperature control

- Các hệ thống sử dụng khí arsine có thể vận hành ở nhiều mức nhiệt độ khác nhau tùy theo ứng dụng. Một số hệ thống có thể yêu cầu nguồn nhiệt bên ngoài cho bình chứa và đường ống quy trình nhằm duy trì dòng sản phẩm. Nhiệt độ của bình chứa và đường ống quy trình không được vượt quá 50 °C (122 °F). Ngoài ra, không khuyến nghị sử dụng bộ gia nhiệt điện trở để làm nóng trực tiếp bình chứa. Việc gia nhiệt gián tiếp hoặc sử dụng chăn gia nhiệt và bộ gia nhiệt đường ống được phân loại điện an toàn là phương pháp được ưu tiên.

Systems using arsine can operate at varying temperatures depending on the application. Some systems can require an external heat source for the cylinder and process lines in order to maintain product flow. Cylinders and process lines shall not exceed 50 °C (122 °F). In addition, directly heating cylinders using resistance heaters is not recommended. Indirect heating or the use of approved electrically classified heating blankets and line heaters is preferred.

- Khi làm việc với bất kỳ loại khí hóa lỏng nén nào, khả năng ngưng tụ sản phẩm trong các đường ống quy trình là điều có thể xảy ra, đặc biệt khi dòng sản phẩm di chuyển đến khu vực có nhiệt độ tương đối thấp hơn trong hệ thống. Hãy sử dụng mối quan hệ giữa áp suất hơi và nhiệt độ như minh họa trong Hình 1 và Hình 2 để tránh hiện tượng ngưng tụ sản phẩm trong các đường ống quy trình tại bất kỳ mức áp suất và nhiệt độ nào.

When working with any compressed liquefied gas, product condensing in process lines is a possibility, especially when product flows to a relatively cooler area of the system. Use the vapor pressure versus temperature relationship as shown in Figure 1 and Figure 2 to avoid condensation of the product in the process lines at any given pressure and temperature.

6.9. Sử dụng điều khiển điện và sử dụng thiết bị được phân loại điện / Use of electrical control and use of electrically classified equipment

- Vì arsine dễ cháy, các hệ thống điện phải đáp ứng các yêu cầu của các quy định địa phương về phân loại chất dễ cháy.

Since arsine is flammable, electrical systems shall meet the requirements of the local regulations covering flammable classifications.

- Các phân loại này dành cho các chất lỏng dễ bay hơi dễ cháy thông thường hoặc khí dễ cháy mà nếu trộn với không khí có thể cháy hoặc nổ. Trong những trường hợp như vậy, chất lỏng, hơi hoặc khí thường sẽ được giữ trong các thùng chứa kín hoặc hệ thống kín mà từ đó chúng chỉ có thể thoát ra trong trường hợp nổ hoặc hỏng hóc ngẫu nhiên. Cần lưu ý rằng nồng độ dễ cháy của khí hoặc hơi của khí dễ cháy, hơi do chất lỏng dễ cháy tạo ra, hoặc hơi do chất lỏng dễ cháy tạo ra khi trộn với không khí thường được ngăn chặn bằng cách có hệ thống thông gió cơ học cưỡng bức, hoạt động dưới áp suất âm. Điều này có thể trở thành mối nguy hiểm do sự cố hoặc hoạt động bất thường của thiết bị thông gió.

These classifications are for generic volatile flammable liquids or flammable gases that if mixed with air can burn or explode. In such cases, liquids, vapors, or gases will normally be confined within closed

containers or closed systems from which they can escape only in case of accidental rupture or breakdown. It should be noted that ignitable concentrations of gases or vapors of flammable gas, flammable liquid-produced vapor, or combustible liquid-produced vapor mixed with air are normally prevented by having forced mechanical ventilation, which is under negative pressure. This could become hazardous through the failure or abnormal operation of the ventilating equipment.

6.10. Hệ thống giám sát / *Monitoring systems*

6.10.1. Giám sát khí / *Gas monitoring*

- Cần đảm bảo rằng nhân viên cũng như thiết bị xử lý được bảo vệ bởi các hệ thống phát hiện arsine chính xác, hiệu quả, dễ sử dụng và bảo trì.

There is a need to ensure personnel as well as process equipment are protected by arsine detection systems that are accurate, efficient, and easy to use and maintain.

- Arsine là một loại khí không màu, dễ cháy và rất độc. Nó có mùi giống tỏi có thể được phát hiện ở nồng độ lớn hơn hoặc bằng 0.5 ppm [6, 12]. Mức độ phát hiện này không cung cấp cảnh báo về các mức độ nguy hiểm. Vì arsine không gây kích ứng và không tạo ra các triệu chứng ngay lập tức, những người tiếp xúc với mức độ nguy hiểm có thể không nhận thức được sự hiện diện của nó. Một hệ thống giám sát khí liên tục giám sát các vị trí chính có arsine, bao gồm nhưng không giới hạn ở các khu vực sau:

Arsine is a colorless, flammable, and highly toxic gas. It has a garlic-like odor that can be detected at concentrations greater than or equal to 0.5 ppm [6, 12]. This level of detection does not provide warning of hazardous levels. Because arsine is nonirritating and produces no immediate symptoms, persons exposed to hazardous levels can be unaware of its presence. A gas monitoring system continuously monitors primary locations for arsine including but not limited to the following areas:

- khu vực tồn chứa;
storage;
- khu vực vận hành;
operator areas;
- tủ khí;
gas cabinets;
- tủ hút;
fume hoods;
- phòng xử lý; và
process rooms; and
- khí thải hệ thống giảm thiểu.
abatement system exhaust.
- Hệ thống giám sát khí phải có nguồn điện dự phòng. Tham khảo 7.1 để biết thông tin về kiểm soát an toàn sinh mạng.
The gas monitoring system shall have a backup source of power. Refer to 7.1 for information on life safety control.
- Các phương pháp phát hiện khí arsine khác nhau về độ nhạy. Việc có một hệ thống có khả năng kết nối các hệ thống hiện có từ nhiều nhà sản xuất khác nhau và có thể mở rộng trong tương lai là điều mong muốn. Các loại đầu dò phù hợp để phát hiện khí arsine bao gồm:
Detection methods vary as do their sensitivity to arsine. It is desirable to have a system capable of networking existing systems from various manufacturers, and the ability to accommodate ongoing expansion. Typical detector types suitable for arsine include:
- hấp thụ quang;
photo-absorption;
- ion hóa quang;
photo-ionization;
- điện hóa;
electrochemical;
- băng đo màu;

- *colorimetric tape;*
- độ dẫn nhiệt; và
thermal conductivity; and
- hạt xúc tác.
catalytic bead.
- Một hệ thống phát hiện khí với khoảng thời gian cảm biến không quá 5 phút được khuyến nghị và có thể được yêu cầu ở một số khu vực pháp lý nhất định.
A gas detection system with a sensing interval not exceeding 5 minutes is recommended and can be required in certain jurisdictions.

6.10.2. Giám sát ngọn lửa và khói / *Flame and smoke monitoring*

- Trong điều kiện bình thường, hầu hết các loại khí dễ cháy nên được giám sát về nồng độ trong phạm vi cháy hoặc để phát hiện ngọn lửa hoặc khói. Tuy nhiên, mối nguy lớn hơn đối với khí arsine là độc tính cao của nó. Nồng độ độc của khí arsine thấp hơn nhiều so với phạm vi cháy, do đó khuyến nghị nên giám sát ở mức dưới ppm.
Under normal circumstances, most flammable gases should be monitored for concentrations within the flammable range or for detection of flame or smoke. However, the greater hazard with arsine is its high toxicity. The toxic concentrations of arsine are well below the flammable range and therefore it is recommended to monitor for sub-ppm levels.

6.11. Hệ thống giảm thiểu / *Abatement system*

- Tham khảo Mục 11.
Refer to Section 11.

6.12. Xả hệ thống / *System vent*

- Tất cả các điểm xả trong hệ thống phải được hướng đến một hệ thống giảm thiểu. Chúng bao gồm khí thải bơm chân không, xả hệ thống và khí thải venturi chân không.
All vents in the system shall be directed to an abatement system. These include vacuum pump exhaust, system vent, and vacuum venturi exhaust.

6.13. Bộ điều áp / *Regulators*

- Tham khảo 10.2.
Refer to 10.2.

7. Quy trình và vận hành / *Process and operation*

7.1. Kiểm soát an toàn sinh mạng (hệ thống phát hiện khí và báo động) / *Life safety control (gas detection and alarm systems)*

- Các quy trình phải được thiết lập để kiểm soát sự phơi nhiễm của người lao động với arsine và các sản phẩm phụ của nó. Việc tuân thủ các quy trình này sẽ ngăn ngừa các tác động bất lợi của việc phơi nhiễm tại nơi làm việc thông qua phơi nhiễm qua không khí hoặc qua da. Hoạt động tuân thủ cụ thể có thể được quy định bởi các quy định quốc gia. Các mục sau đây nên được xem xét là một phần của chương trình kiểm soát an toàn sinh mạng.
Procedures shall be in place to control worker exposure to arsine and its by-products. Compliance with these procedures will prevent adverse effects of exposure in the workplace through air exposure or through skin exposure. Specific compliance activity can be prescribed by national regulations. The following items should be considered part of a life safety control program.

7.1.1. Giám sát / *Monitoring*

- Việc giám sát không khí/đất tại nơi làm việc – Sự phơi nhiễm nghề nghiệp phải được kiểm soát để không có người lao động nào bị phơi nhiễm với nồng độ lớn hơn mức cho phép, dù là ở dạng khí hay hợp chất vô cơ rắn;
Environmental workplace air/land monitoring—Occupational exposure shall be controlled so that no worker is exposed to concentrations greater than allowed either as a gas or solid inorganic compound;
- Hiệu chuẩn/kiểm tra thiết bị giám sát – Kiểm tra định kỳ thiết bị giám sát để xác minh hiệu suất và độ tin cậy;

Monitor calibration/inspection—Routine inspection of monitoring equipment to verify performance and reliability;

- Giám sát hoạt động/hiệu suất của hệ thống giảm thiểu – Kiểm tra định kỳ thiết bị giảm thiểu để xác minh hiệu suất và độ tin cậy; và
Monitor operation/performance of abatement systems—Routine inspection of abatement equipment to verify performance and reliability; and
- Các thiết bị phát hiện rò rỉ nên được lắp đặt để kích hoạt các hành động ứng phó khẩn cấp tuân thủ các quy định quốc gia.
Leak detection devices should be installed to trigger emergency response actions in compliance with national regulations.

7.1.2. Hệ thống an toàn sinh mạng / *Life safety system*

- Đánh giá định kỳ cân bằng không khí của hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí (HVAC) qua tòa nhà, tủ hút, tủ chứa khí và hệ thống xử lý—Theo thời gian, lưu lượng/lưu lượng khí thải có thể thay đổi và tốc độ thu giữ cần thiết có thể thấp hơn mức yêu cầu. Các van điều tiết thông gió phải được khóa cố định để ngăn chặn việc thay đổi thông gió cần thiết giữa các lần cân bằng không khí;
Periodic review of heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) air balance through building, fume hoods, gas cabinets, and abatement systems—With time, air flows/exhausts can change and required capture velocities can be less than required levels. Ventilation dampers should be locked in place to prevent the altering of required ventilation between air balances;
- Kiểm tra và giám sát hệ thống báo động—Kiểm tra và giám sát định kỳ các hệ thống báo động để xác minh hiệu suất và độ tin cậy;
Alarm testing and inspection—Routine testing and inspection of alarm systems to verify performance and reliability;
- Vì arsine là một loại khí dễ cháy, các hệ thống chữa cháy phải được xem xét và tuân thủ các quy định quốc gia;
Since arsine is a flammable gas, firefighting systems shall be considered and follow national regulations;
- Hệ thống rửa khí hoặc thông gió nên được lắp đặt để xử lý rò rỉ khí. Các quy định quốc gia có thể yêu cầu rửa khí hoặc thông gió để xử lý rò rỉ khí; và
Gas scrubbing or ventilation systems should be installed to handle gas leaks. National regulations may require gas scrubbing or ventilation to handle gas leaks; and
- Khu vực tồn chứa khí nên được thiết kế có nhiều hơn một lối thoát.
Gas storage areas should be designed with more than one exit.

7.1.3. Quản lý / *Management*

- Quản lý quần áo bảo hộ lao động—Thay đổi hàng ngày, nơi để quần áo bị nhiễm bẩn, phòng thay đồ riêng biệt với môi trường sản xuất;
Work clothing management—Daily change outs, a place for contaminated clothing, separate locker room from manufacturing environment;
- Đào tạo và tái cấp chứng nhận về việc sử dụng thiết bị bảo hộ cá nhân (PPE)—Người lao động phải đeo thiết bị bảo vệ hô hấp phải được đánh giá y tế và kiểm tra độ vừa vặn để xác nhận khả năng và sự cho phép sử dụng của người lao động;
Training and recertification in use of personal protective equipment (PPE)—Workers required to wear respiratory protection shall be medically evaluated and fit tested to confirm worker ability and clearance for use;
- Đào tạo và ứng phó khẩn cấp—Việc đào tạo nên được thực hiện về ứng phó khẩn cấp đối với các tình huống có thể liên quan đến việc giải phóng hoặc tiếp xúc với arsine và các sản phẩm phụ của nó;
Training and emergency response—Training should be conducted on the emergency response to situations that involve the possible release or exposure to arsine and its by-products;
- Đào tạo nhận thức chung—Nhân sự tham gia vào việc sản xuất, chế biến, bảo trì, thao tác, tồn chứa và/hoặc vận chuyển arsine và các sản phẩm phụ của nó phải được đào

tạo về các tác động khi tiếp xúc (dấu hiệu, triệu chứng, điều trị y tế) bằng cách sử dụng SDS và các thông tin an toàn khác liên quan đến môi trường và nhân sự. Đào tạo bổ sung có thể được yêu cầu bởi các cơ quan quản lý địa phương, có thể bao gồm an toàn nhân sự, bảo trì phòng ngừa (PM) và các chương trình quản lý môi trường;

General awareness training—Personnel involved in the manufacturing, processing, maintenance, handling, storage, and/or transportation of arsine and its by-products shall be trained on the exposure effects (signs, symptoms, medical treatment) using the SDS and other safety information related to the environment and to personnel. Additional training can be required by local jurisdictions, which could include personnel safety, preventive maintenance (PM), and environmental management programs;

- Chương trình lưu giữ hồ sơ—Một chương trình nên được lập thành văn bản giải thích những gì cần ghi lại, khi nào ghi lại, tần suất ghi lại, nơi tồn chứa hồ sơ và thời gian lưu giữ hồ sơ trước khi thải bỏ;

Record keeping programs—A program should be documented explaining what to record, when to record, how often to record, place of record storage, and length of time for records to be stored before disposal;

- Đối với tất cả người lao động, việc tham gia vào chương trình giám sát y tế định kỳ được khuyến nghị và có thể được yêu cầu bởi các quy định cụ thể. Lịch sử làm việc được ghi lại cũng như lịch sử y tế nên được lưu giữ. Giám sát y tế cũng có thể bao gồm chụp X-quang ngực hàng năm, kiểm tra da để tìm các tổn thương da mãn tính, cắt móng tay và tóc, và xem xét xét nghiệm máu;

For all workers, inclusion in a periodic medical surveillance program is recommended and may be required by specific regulations. Documented work history as well as medical history should be captured. Medical surveillance can also consist of an annual chest X-ray, examination of skin for the presence of chronic skin lesions, fingernail and hair clipping, and blood work review;

- Ghi nhãn sản phẩm/chai chứa—Với tên đầy đủ và các mối nguy hiểm áp dụng theo yêu cầu của quy định;

Labeling of products/containers—With complete name and applicable hazards as required by regulations;

- Các quy trình/thực hành làm việc rõ ràng, được lập thành văn bản—Kiểm soát thiết bị, làm sạch quy trình, thải bỏ chất thải và kiểm soát hoạt động; và

Clear, documented work practices/procedures—Control of equipment, process clean-up, waste disposal, and operations control; and

- Kế hoạch hành động khẩn cấp—Các giao thức ứng phó và sơ tán đối với báo động tại chỗ, sự cố rò rỉ và giảm thiểu thất thoát chất gây ô nhiễm.

Emergency action plan—Response and evacuation protocols for site alarms, releases, and abatement of loss of contaminant.

7.2. Quy trình vận hành và nhân sự / *Operational procedures and personnel*

- Các hướng dẫn làm việc bằng văn bản được xác định rõ ràng là cần thiết để đảm bảo thao tác và xử lý arsine an toàn. Các hướng dẫn làm việc này nên mô tả chi tiết đầy đủ thông tin cần thiết để thực hiện một nhiệm vụ cụ thể. Các hướng dẫn làm việc này phải được viết bằng ngôn ngữ rõ ràng và đơn giản và phải tồn tại dưới bất kỳ hình thức nào có thể xem được. Các hướng dẫn phải được kiểm soát phiên bản và các phiên bản mới nhất của hướng dẫn làm việc nên có sẵn cho người vận hành khi có câu hỏi phát sinh.

Clearly defined written work instructions are required to ensure safe handling and processing of arsine. These work instructions should describe in sufficient detail the information needed to perform a specific task. These work instructions shall be written in clear and simple language and shall exist in any viewable form. Instructions shall be under version control and the latest versions of the work instructions should be readily available to the operator should questions arise.

- Người vận hành phải được tham vấn và đào tạo khi các quy trình thay đổi. Đánh giá rủi ro nên được thực hiện đối với tất cả các hoạt động liên quan đến arsine. Bất kỳ thay đổi nào đối với các quy trình này phải được xem xét theo các thực hành quản lý sự thay đổi (MOC).

Operators shall be consulted and trained when procedures are changed. A risk assessment should be carried out on all operations involving arsine. Any changes to these procedures shall be reviewed under management of change (MOC) practices.

- Các thành phần và vật liệu có thể được sử dụng trên hệ thống arsine phải được xác định rõ ràng, tồn chứa cẩn thận và thao tác để đảm bảo chúng không bị nhiễm bẩn. Khuyến nghị rằng các miếng gioăng kết nối đầu ra van chai chỉ được thao tác khi đeo găng tay đã được phê duyệt. Điều này sẽ tránh được rủi ro:
Components and materials that can be used on arsine systems shall be clearly identified, carefully stored, and handled to ensure that they do not become contaminated. It is recommended that cylinder valve outlet connection gaskets are only handled while wearing approved gloves. This will avoid the risk of:
 - nhiễm bẩn miếng gioăng bởi dầu tự nhiên trên da; và
contamination of the gasket by the natural oils found on the skin; and
 - nhiễm bẩn lên người vận hành từ các sản phẩm phụ arsine còn sót lại trên miếng gioăng đã qua sử dụng.
contamination of the operator from residual arsine by-products found on the used gasket.
- Tất cả nhân sự tham gia vào việc thao tác arsine và vận hành hệ thống arsine phải được đào tạo. Khóa đào tạo này phải bao gồm tầm quan trọng của sự sạch sẽ và nhu cầu sử dụng độc quyền các vật liệu và thành phần được chỉ định trên hệ thống arsine.
All personnel involved in handling of arsine and the operations of arsine systems shall be trained. This training shall include the importance of cleanliness and the need for exclusive use of specified materials and components on arsine systems.
- Nhân sự vận hành hệ thống khí phải có hiểu biết tốt về các tính chất, nguy cơ cháy nổ và độc tính của arsine. Họ cũng nên được đào tạo để thực hiện các hành động được quy định trong trường hợp khẩn cấp.
Personnel who operate gas systems shall have a good understanding of the properties, fire and explosion hazards, and toxicity of arsine. They should also be trained to take prescribed action in the event of an emergency.
- Bất cứ khi nào có thể, các biện pháp phòng ngừa như tủ chứa khí, tủ hút, PPE, van điều khiển từ xa và tường chắn phải được xem xét để bảo vệ người vận hành.
Wherever possible, preventive measures such as gas cabinets, fume hoods, PPE, remote controlled valves, and barrier walls shall be considered to protect operators.

7.3. Thông gió / *Ventilation*

- Thông gió là cần thiết cho các khu vực tồn chứa, tủ chứa khí, tủ hút và các khu vực nơi arsine được xử lý, tồn chứa hoặc thao tác. Các quy định có thể khác nhau tùy theo quốc gia nhưng các hướng dẫn chung như sau.
Ventilation is required for storage areas, gas cabinets, fume hoods, and areas where arsine is processed, stored, or handled. Regulations may vary by country but common guidelines are as follows.

7.3.1. Sự cần thiết của thông gió cho arsine / *Necessity of ventilation for arsine*

- Trong quá trình vận hành bình thường, không xả arsine ra khí quyển trừ khi thông qua một hệ thống giảm thiểu được thiết kế đúng cách (xem 6.12); và
During normal operations, do not vent arsine to the atmosphere except through a properly designed abatement system (see 6.12); and
- Việc thông gió cơ học phải được sử dụng để trao đổi không khí tại nơi arsine được xử lý hoặc thao tác để nhanh chóng thải bỏ bất kỳ khí arsine phát tán nào.
Mechanical ventilation shall be used to exchange air where arsine is processed or handled to quickly exhaust any fugitive arsine emissions.

7.3.2. Các loại thông gió / *Types of ventilation*

- Các khu vực tồn chứa và sử dụng trong nhà và các tòa nhà tồn chứa khí nén và chất lỏng siêu lạnh phải được trang bị hệ thống thông gió cơ học;
Indoor storage and use areas and storage buildings for compressed gases and cryogenic fluids shall be provided with mechanical exhaust ventilation;
- Đối với tồn chứa trong nhà, thông gió cưỡng bức là cần thiết và phải tuân thủ các quy định quốc gia;
For indoor storage, forced ventilation is required and shall follow national regulations;

- Phòng chứa khí phải được trang bị hệ thống thông gió hút; và
Gas rooms shall be provided with an exhaust ventilation system; and
- Nơi tồn chứa ngoài trời được phép, thông gió cưỡng bức thường không cần thiết.
Where outdoor storage is allowed, forced ventilation is generally not required.

7.3.3. Những cân nhắc khi thiết kế hệ thống thông gió / *Consideration for ventilation design*

- Tủ chứa khí hoặc vỏ bọc có hệ thống hút khí phải được trang bị hệ thống thông gió hút được thiết kế để hoạt động ở áp suất âm so với các khu vực xung quanh;
The gas cabinet or exhausted enclosure shall be provided with an exhaust ventilation system designed to operate at a negative pressure relative to the surrounding areas;
- Tốc độ tại mặt của các cổng tiếp cận hoặc cửa sổ, khi cổng tiếp cận hoặc cửa sổ mở, phải đủ để bảo vệ người sử dụng khỏi khí thải phát tán. Tại Vương quốc Anh, tốc độ tối thiểu 1 m/s trên mặt của lỗ thao tác van nhỏ được khuyến nghị cho điều kiện vận hành bình thường. Tại Hoa Kỳ, tốc độ thông gió trung bình tại cổng tiếp cận mặt hoặc lỗ mở phải không nhỏ hơn 200 ft/phút (1.02 m/s) với tốc độ tối thiểu 150 ft/phút (0.76 m/s) tại bất kỳ điểm nào của cổng tiếp cận hoặc lỗ mở;
The velocity at the face of access ports or windows, with the access port or window open, shall be adequate to protect the user from fugitive emissions. In the United Kingdom, a minimum velocity of 1 m/s across the face of the small valve manipulation opening is recommended for normal operating conditions. In the United States, the average ventilation velocity at the face access port or opening shall not be less than 200 ft/min (1.02 m/s) with a minimum of 150 ft/min (0.76 m/s) at any point of the access port or opening;
- Số lần trao đổi không khí mỗi giờ (bên trong tủ chứa khí hoặc vỏ bọc có hệ thống hút khí) có thể được quy định bởi các cơ quan chức năng địa phương;
The number of air exchanges per hour (inside the gas cabinet or exhausted enclosure) may be regulated by local authorities;
- Tốc độ thông gió cơ học phải phù hợp. Tại Hoa Kỳ, tốc độ không nhỏ hơn 0.3 m³/phút/m² (1 ft³/phút/ft²) diện tích sàn trên khu vực tồn chứa hoặc sử dụng là bắt buộc;
Mechanical ventilation rate shall be adequate. In the United States, the rate of not less than 0.3 m³/min/m² (1 ft³/min/ft²) of floor area over the area of storage or use is required;
- Hệ thống hút khí phải tính đến mật độ của các loại khí có thể bị rò rỉ và các điểm rò rỉ;
The exhaust system shall take into account the density of the potential gases released and leak points;
- Đối với các loại khí nặng hơn không khí như arsine, khí thải nên được hút gần sàn nhà;
For gases that are heavier than air such as arsine, exhaust should be taken near the floor;
- Đối với một số hỗn hợp arsine (heli, hydro) nhẹ hơn không khí, khí thải nên được hút gần trần nhà;
For some arsine mixtures (helium, hydrogen) that are lighter than air, exhaust should be taken near the ceiling;
- Vị trí của cả lỗ thoát khí và lỗ cấp khí phải được thiết kế để cung cấp luồng khí lưu thông khắp các khu vực sàn hoặc phòng nhằm ngăn ngừa sự tích tụ hơi;
The location of both the exhaust and inlet air openings shall be designed to provide air movement across all portions of the floor or room to prevent the accumulation of vapors;
- Hệ thống thông gió thoát khí không nên được tuần hoàn lại trong phòng hoặc tòa nhà nếu các chai, bình, hoặc bồn tồn chứa có khả năng giải phóng các khí nguy hiểm như arsine;
Exhaust ventilation should not be recirculated within the room or building if the cylinders, containers, or tanks stored are capable of releasing hazardous gases such as arsine;
- Hệ thống thông gió phải xả ở khoảng cách thích hợp so với cửa hút của hệ thống xử lý không khí, thiết bị điều hòa không khí, máy nén khí và các lỗ mở của tòa nhà như cửa sổ và cửa ra vào;

Ventilation systems shall discharge at an adequate distance from intakes of air-handling systems, air conditioning equipment, air compressors, and building openings such as windows and doorways;

- Tồn chứa và sử dụng khí nén nên được đặt ở khoảng cách thích hợp so với cửa hút khí;
Storage and use of compressed gases should be located at an adequate distance from air intakes;
- Tại một số khu vực pháp lý địa phương có cung cấp thông gió cưỡng bức, phải có công tắc ngắt khẩn cấp thủ công bên ngoài phòng, ở vị trí kế bên cửa ra vào chính của phòng hoặc ở một vị trí được phê duyệt. Công tắc phải là loại kính vỡ hoặc tương đương và phải được dán nhãn như sau: NGẮT KHẨN CẤP HỆ THỐNG THÔNG GIÓ;
In some local jurisdictions where forced ventilation is provided, a manual shutoff switch should be provided outside of the room in a position adjacent to the principal access door to the room or in an approved location. The switch shall be the break-glass or equivalent type and shall be labeled as follows: VENTILATION SYSTEM EMERGENCY SHUTOFF;
- Nơi có thông gió cơ học, hệ thống phải hoạt động tối thiểu trong thời gian tòa nhà hoặc không gian được sử dụng; và
Where mechanical ventilation is provided, the system shall be operational at a minimum during the time the building or space is occupied; and
- Phải có hệ thống báo động sẽ kích hoạt trong trường hợp mất thông gió.
There shall be an alarm system that will activate in the event of the loss of ventilation.

7.4. Các chương trình bảo trì thường xuyên và bảo trì phòng ngừa / *Ongoing maintenance and preventive maintenance programs*

- Việc bảo trì các thiết bị thao tác với arsine là rất cần thiết.
It is essential that arsine handling equipment is maintained.
- Cần chú ý đến bất kỳ linh kiện thay thế nào để đảm bảo tính tương thích với arsine và các sản phẩm khác của hệ thống.
Attention should be provided to any replacement parts for compatibility with arsine and other system products.
- Bảo trì phòng ngừa nhằm loại bỏ các nguyên nhân tiềm ẩn gây hỏng hóc thiết bị trước khi chúng xảy ra. Sổ tay thiết bị của nhà sản xuất cung cấp hướng dẫn quản lý bảo trì phòng ngừa cho thiết bị của họ. Mỗi người dùng có trách nhiệm đảm bảo có sự kiểm soát. Người sử dụng arsine nên có một chương trình bảo trì phòng ngừa mạnh mẽ được cài đặt và triển khai tại tất cả các địa điểm xử lý hoặc thao tác arsine.
Preventative maintenance is directed at eliminating potential causes of equipment failure before they occur. The manufacturer's equipment manual provides guidelines for PM management of their equipment. It is the responsibility of each user to ensure control exists. Users of arsine should have a strong PM program installed and implemented at all sites that process or handle arsine.

8. Nạp và đóng gói chai khí / *Gas cylinder filling and packaging*

8.1. Cân nhắc về cơ sở nạp / *Filling facility consideration*

- Tham khảo Mục 9 để biết thông tin về các thực hành tốt cho cơ sở nạp.
Refer to Section 9 for information on good practices for filling facilities.

8.2. Bình / *Containers*

8.2.1. Chai / *Cylinders*

- Arsine thường được đóng gói trong chai thép không hàn hoặc chai hợp kim nhôm với áp suất thử nghiệm tối thiểu do cơ quan quản lý quy định. Chai hàn áp suất thấp có thể được chấp nhận cho dịch vụ này, với sự chấp thuận đặc biệt đã được cấp bởi cơ quan quản lý. Việc chuyển đổi chai arsine sang các dịch vụ khí khác không được khuyến khích. Tham khảo ISO 11621, *Chai khí—Quy trình thay đổi dịch vụ khí* hoặc CGA C-10, *Hướng dẫn chuẩn bị chai và ống cho dịch vụ khí và thay đổi dịch vụ khí* để biết thêm thông tin [31, 32].

Arsine is routinely packaged in seamless steel cylinders or aluminum alloy cylinders with a minimum test pressure set by a regulatory body. Low pressure welded cylinders may be accepted for this service, with a special approval that has been granted by the regulatory body. Conversion of arsine cylinders to other gas services is strongly discouraged. Refer to ISO 11621, Gas cylinders—Procedures for change of gas service or CGA C-10, Guidelines to Prepare Cylinders and Tubes for Gas Service and Changes in Gas Service for further information [31, 32].

- Kích thước chai đối với arsine và các hỗn hợp của nó bị giới hạn bởi các quy định của chính phủ địa phương. Tại Nhật Bản, kích thước chai tối đa là 49 L và tại Hoa Kỳ, kích thước chai tối đa là 57 L trừ các hỗn hợp dưới 10% thể tích. Chính sách công ty có thể giới hạn thêm lượng nạp arsine dựa trên đánh giá rủi ro.

The cylinder size for arsine and its mixtures are limited by local government regulations. In Japan, maximum cylinder size is 49 L and in the United States, maximum cylinder size is 57 L except for mixtures less than 10 vol%. Company policy may further limit the fill quantity for arsine based on a risk assessment.

- Nhìn chung, các chai được sử dụng cho khí arsine điện tử độ tinh khiết cao có xử lý sơ bộ bên trong đặc biệt để duy trì độ tinh khiết của khí. Việc xử lý này được thực hiện bởi nhà cung cấp khí.

Generally, cylinders that are used in high purity electronic arsine service have special internal pretreatment to maintain gas purity. This treatment is provided by the gas supplier.

- Bình phải được chứng nhận và kiểm tra thường xuyên tuân theo các tiêu chuẩn quốc gia. Việc kiểm tra lại bình phải tuân theo các tiêu chuẩn quốc gia hoặc luật pháp và quy định của quốc gia của nhà sản xuất bình, tùy theo quy định nào nghiêm ngặt hơn. Các bình không đạt các tiêu chuẩn này phải được loại bỏ khỏi dịch vụ. Nếu chúng có thể được sửa chữa để đáp ứng các tiêu chuẩn, chúng có thể được đưa vào sử dụng lại; nếu không, chúng phải được loại bỏ. Ở một số quốc gia, chai arsine không thể được sử dụng cho các dịch vụ khác.

Containers shall be certified and tested regularly in compliance with national standards. Container retest shall follow national standards or the container manufacturer's country laws and regulations, whichever is more stringent. Containers failing to meet these standards shall be removed from service. If they can be repaired to meet the standards, they may be put back to use; otherwise they shall be scrapped. In some countries, arsine cylinders cannot be used in other services.

- Trước khi nạp, đảm bảo rằng bình không bị hư hại. Việc kiểm tra bình trước khi nạp và xác minh chính xác định mức áp suất của chúng trước khi nạp là rất quan trọng.

Prior to fill, ensure that a container has not been damaged. Prefill inspection of containers and correct verification of their pressure rating prior to filling is very important.

8.2.2. Van và thiết bị giảm áp / Valves and pressure relief devices

- Khuyến nghị sử dụng van màng kín cho arsine vì nó cung cấp mức độ kín khí mà van có đệm kín thường không đạt được. Van màng có thể là van màng không đệm hoặc van màng liên kết. Một số khu vực pháp lý như Hoa Kỳ và Châu Âu bắt buộc sử dụng van màng.

It is recommended that diaphragm seal valves be used for arsine as it provides a level of leak-tightness that is not normally achievable with a packed valve. The diaphragm valve can be either a diaphragm packless or a tied diaphragm valve. Some jurisdictions such as the United States and Europe mandate the use of the diaphragm valve.

- Có nhiều loại đầu ra van khác nhau được sử dụng cho arsine ở Châu Á, Bắc Mỹ và Châu Âu. Điều quan trọng là thiết bị phụ trợ được sử dụng để kết nối với van chai phải có cấu hình ren giống với đầu ra van chai để đảm bảo kết nối kín khí. Theo DOT và UN, các quy định vận chuyển như Hiệp định Châu Âu về Vận chuyển Hàng hóa Nguy hiểm bằng Đường bộ/Đường sắt (ADR/RID), Bộ luật Hàng hóa Nguy hiểm Hàng hải Quốc tế (IMDG), v.v., yêu cầu đầu ra van của chai khí chứa khí tự cháy và/hoặc khí độc hại cao hoặc hỗn hợp khí phải được lắp nút hoặc nắp kín khí [33, 1, 34]. Việc sử dụng bộ chuyển đổi để kết nối van chai với đầu ra chai không được khuyến nghị.

There are different types of valve outlets that are used for arsine in Asia, North America, and Europe. It is important that the ancillary equipment used to connect to the cylinder valve be of

the same thread configuration as the cylinder valve outlet to ensure a leak-tight connection. In accordance with DOT and UN, transport regulations such as European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road/Rail (ADR/RID), International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code, etc., require that valve outlets of gas cylinders containing pyrophoric and/or highly toxic gases or gas mixtures are fitted with a gas-tight plug or cap [33, 1, 34]. The use of adapters to connect cylinder valves to the cylinder outlet is not recommended.

- Hiện nay có nhiều loại đầu vào van chai khác nhau được sử dụng cho arsine. Cũng có nhiều loại ren cổ chai được sử dụng trên toàn thế giới. Ren trên đầu vào van phải khớp với ren trên cổ bình. Việc ghép nối các chai và van được sản xuất theo các tiêu chuẩn ren đầu vào quốc gia khác nhau sẽ rất nguy hiểm vì có khả năng van, dưới áp suất, có thể bị bật ra khỏi chai. Thực hành này phải bị cấm.

There are a variety of different cylinder valve inlets that are in use today for arsine. There are also a variety of cylinder neck threads that are used worldwide. The threads on the valve inlet shall match the threads on the container neck. It is very dangerous to match cylinders and valves that have been manufactured to different national inlet thread standards since the possibility exists that the valve, under pressure, could be ejected from the cylinder. This practice shall be forbidden.

- Ở hầu hết các quốc gia, do độc tính của arsine, thiết bị giảm áp bị cấm. Việc sử dụng thiết bị giảm áp cho van chai chứa arsine được yêu cầu ở một số quốc gia. Ở các quốc gia khác, thiết bị giảm áp là tùy chọn nhưng khuyến nghị tránh sử dụng thiết bị giảm áp. *In most countries, because of the toxicity of arsine, PRDs are prohibited. The use of PRDs for cylinder valves with arsine is required in some countries. In other countries, PRDs are optional but it is recommended to avoid using PRDs.*

8.2.3. Mật độ nạp / Fill density

- Bình phải được nạp arsine và các hỗn hợp phù hợp với các yêu cầu của cơ quan có thẩm quyền.

Containers shall be filled with arsine and mixtures in accordance with the requirements of authorities having jurisdiction.

- Hướng dẫn đóng gói P200 của Liên Hợp Quốc hiện cho phép mật độ nạp tối đa là 1.1 kg/L đối với arsine được đóng gói trong chai có áp suất thử nghiệm 300 bar (30 MPa) [1];
The United Nations P200 Packaging Instruction currently permits a maximum fill density of 1.1 kg/L for arsine packaged in cylinders with a test pressure of 300 bar (30 MPa) [1];
- Mật độ nạp tối đa đối với arsine tại Nhật Bản là 0.416 kg/L;
The maximum fill density for arsine in Japan is 0.416 kg/L;
- Tại Hoa Kỳ, mật độ nạp tối đa dựa trên chai đầy chất lỏng ở 54.4 °C (130 °F) là 1.26 kg/L; tuy nhiên, hầu hết khách hàng nạp trong khoảng từ 0.50 kg/L đến 0.60 kg/L do các quy định địa phương hoặc yêu cầu bảo hiểm; và
In the United States, the maximum fill density based on liquid full cylinder at 54.4 °C (130 °F) is 1.26 kg/L; however, most customers have it filled in the range of 0.50 kg/L to 0.60 kg/L due to local regulations or insurance requirements; and
- Tỷ lệ nạp tối đa cho Châu Âu là 1.1 kg/L.
The maximum filling ratio for Europe is 1.1 kg/L.

8.3. Thiết bị nạp / Filling equipment

- Nhiều quốc gia quy định việc thải bỏ chất thải nhiễm arsen. Bất kỳ thiết bị hoặc vật liệu nào tiếp xúc với arsine nên được xử lý như chất thải nguy hại khi đến lúc thải bỏ trừ khi được chứng minh khác. Các quy trình làm sạch và hướng dẫn bảo vệ nhân viên nên được lập thành tài liệu và hiểu rõ.

Many countries regulate the disposal of arsenic contaminated wastes. Any equipment or materials in contact with arsine should be treated as a hazardous waste when the time comes for disposal unless proven otherwise. Clean-up procedures and employee protection guidelines should be documented and understood.

8.3.1. Hệ thống ống góp / Manifolds

- Các bộ phận của hệ thống ống góp tiếp xúc với arsine khi nạp phải được thiết kế bằng vật liệu tương thích được liệt kê trong ấn phẩm này. Khi không chịu áp suất arsine, hệ thống ống góp nên được nạp ngược bằng khí trơ như heli, nitơ, argon và bịt kín để đảm bảo rằng bất kỳ chất gây ô nhiễm nào cũng được loại trừ khỏi hệ thống ống góp. Hệ thống ống góp nạp nên được đặt ở các khu vực thông gió tốt. Để giảm lượng khí tiềm năng thoát ra trong một sự cố và giảm lãng phí, nên ưu tiên ống có đường kính nhỏ và chiều dài ngắn. Hệ thống ống góp nạp nên được chế tạo bằng cách sử dụng khớp nổi hàn và khớp nổi mặt kim loại kín. Tránh sử dụng khớp nổi ren. Việc sử dụng khớp nổi cơ học nên được giảm thiểu.

Manifold components in contact with arsine filling shall be designed with compatible materials listed in this publication. When not under arsine pressure, manifolds should be backfilled with an inert gas such as helium, nitrogen, argon and plugged to ensure that any contaminants are excluded from the manifold system. Filling manifolds should be located in well-ventilated areas. To reduce the potential quantity of gas released in an incident and to reduce waste, small diameter tubing and lengths are preferred. The filling manifold should be made using welded fitting and metal face seal fitting. The use of threaded fitting should be avoided. The use of mechanical fittings should be minimized.

- Tham khảo 6.7 để biết các thử nghiệm rò rỉ hệ thống và thực hành thông thổi.
Refer to 6.7 for system leak tests and purge practices.

8.3.2. Máy nén / Compressors

- Vì arsine là khí hóa lỏng, máy nén thường không được sử dụng cho khí tinh khiết.
Since arsine is a liquefied gas, compressors are not normally used for pure gas.

8.3.3. Bơm chân không / Vacuum pumps

- Bơm chân không tiếp xúc với arsine thường là bơm khô hoặc bơm kín dầu. Tuy nhiên, bơm kín dầu có nguy cơ nhiễm dầu bởi arsine và yêu cầu quản lý chất thải và PPE.

Vacuum pumps in contact with arsine are typically either dry pumps or those using an oil sealed pump. However, oil sealed pumps risk oil contamination by arsine and waste management and PPE are required.

- Bơm khô được khuyến nghị do không có khả năng nhiễm dầu. Bơm kín dầu (ướt) có khả năng dầu chảy ngược, nếu các rào cản chống chảy ngược không được duy trì. Nếu dầu chảy ngược xảy ra, nhiễm bẩn arsine (và hệ thống đường ống) có thể xảy ra và thời gian ngừng hoạt động/vệ sinh có thể kéo dài. Nhân viên phải cẩn trọng khi thực hiện bảo trì bơm chân không, đặc biệt đối với bơm kín dầu (ướt) nơi dầu đã hấp thụ arsine.

Dry pumps are recommended due to no potential oil contamination. Oil sealed (wet) pumps have the potential for oil back streaming, if back streaming barriers are not maintained. If back streaming occurs, arsine (and system manifold) contamination can occur and downtime/clean up can be lengthy. Personnel shall exercise care when performing vacuum pump maintenance, especially for oil sealed (wet) pumps where the oil has absorbed arsine.

8.3.4. Đồng hồ áp / Pressure gauges

- Đồng hồ áp được sử dụng để giám sát áp suất trong hệ thống arsine. Đồng hồ áp dạng analog và kỹ thuật số có thể được sử dụng khi cần thiết. Tuy nhiên, thể tích chết của đồng hồ áp nên được xem xét để đảm bảo dễ dàng thông thổi bằng khí trơ. Đồng hồ phải được lắp đặt để người vận hành dễ dàng quan sát. Vì arsine dễ cháy, việc sử dụng đồng hồ áp kỹ thuật số (hoạt động bằng điện) phải ở điện áp thấp an toàn nội tại (thông qua điện áp thấp hoặc rào cản điện) để tránh khả năng gây cháy.

Pressure gauges are used to monitor the pressure within the arsine system. Analog and digital pressure gauges may be used as necessary. However, the pressure gauge dead volume should be considered along with ease of inert gas purge. Gauges shall be placed so they are easily monitored by the operator. Since arsine is flammable, the use of digital pressure gauges (operated by electricity) should be at low voltage intrinsically safe (via low voltage or electrical barriers) to avoid ignition source potential.

9. Tồn chứa và thao tác / Storage and handling

- Sau đây là các thực hành tốt cho việc tồn chứa và sử dụng arsine.
The following are good practices for storage and use of arsine.

9.1. Hướng dẫn chung / *General guidelines*

- Tất cả các cơ sở phải có kế hoạch ứng phó khẩn cấp, trong đó nên bao gồm kế hoạch xử lý rò rỉ khí và sơ tán khẩn cấp (thông tin thêm có sẵn trong AIGA 004, *Thao tác ứng phó khẩn cấp bình khí* và AIGA 083, *Thải bỏ Khí*) [35, 36];
All facilities shall have an emergency response plan, which should include the plan for gas releases and emergency evacuation (more information is available in AIGA 004, Handling gas container emergencies and AIGA 083, Disposal of Gases) [35, 36];
- SDS phải có sẵn để tham khảo;
SDS shall be available for reference;
- Giữ gìn vệ sinh tốt là cần thiết (ví dụ, giữ vật liệu dễ cháy tránh xa khu vực tồn chứa hoặc sử dụng bình);
Good housekeeping is essential (for example, keeping combustible material away from container storage or use areas);
- Kiểm tra côn trùng hoặc vật lạ trước khi tháo nắp bảo vệ van;
Check for insects or foreign material before removing the valve protection cap;
- Nắp đầu ra van chai arsine phải được lắp đặt trừ khi đang được nạp hoặc sử dụng;
Arsine cylinder valve outlet caps shall be installed except when being filled or in use;
- Luôn cố định (xếp chồng, xếp trên pallet, hoặc xích lại) các bình dù trong quá trình vận chuyển, tồn chứa, hoặc sử dụng;
Always secure (nested, palletized, or chained) the containers whether during transportation, storage, or use;
- Không bao giờ gây hồ quang (bằng điện cực hàn) trên bình;
Never strike an arc (with welding electrode) on the container;
- Không bao giờ cho phép các bình tiếp xúc với mạch điện;
Never allow containers to contact electrical circuits;
- Không bao giờ để các bình tiếp xúc với hóa chất hoặc hơi ăn mòn (ví dụ, chất tẩy trắng hoặc nước biển); và
Never expose containers to corrosive chemicals or vapors (for example, bleach or seawater); and
- Van bình phải được đóng chặt, niêm phong đầu ra được lắp chặt, và nắp bảo vệ van ở đúng vị trí trong suốt quá trình tồn chứa và thao tác.
Container valves shall be securely closed, outlet seals tightly installed, and valve protection caps in-place during all storage and handling operation.

9.2. Tồn chứa / *Storage*

9.2.1. Tách riêng / *Segregation*

- Bình đầy và bình đã sử dụng nên được tách riêng. Bình có khí dư nên được xử lý giống như các bình đầy;
Full and used containers should be segregated. Containers with residual gas should be treated as if they were full;
- Nhóm các bình theo mỗi nguy cơ mà chúng gây ra; và
Group containers according to the gas hazard they pose; and
- Arsine phải được tồn chứa trong khu vực thông gió tốt, tránh xa khí không tương thích, chất oxy hóa, khí tự cháy, khí dễ cháy, ngọn lửa trần, tia lửa và nguồn nhiệt. Các nhóm không tương thích phải được tách biệt bằng khoảng cách yêu cầu hoặc bằng vách ngăn cháy. Nếu cơ quan quản lý địa phương không quy định khoảng cách, khoảng cách tối thiểu 6 m (20 ft) được khuyến nghị. Tham khảo EIGA Doc 189, *Tính toán Khoảng cách Gây hại và Không Gây hại cho việc Tồn chứa và Sử dụng Khí Độc và*

NFPA 55, *Quy tắc Khí nén và Chất lỏng siêu lạnh*, Chương 7 để biết thêm thông tin [37, 22].

Arsine shall be stored in well-ventilated areas, away from incompatible gases, oxidizers, pyrophoric gases, flammable gases, open flames, sparks, and sources of heat. Incompatible groups shall be separated by required distance or by fire partition. If the local jurisdiction does not specify the distance, separation of at least 6 m (20 ft) is recommended. Refer to EIGA Doc 189, The Calculation of Harm and No-Harm Distances for the Storage and Use of Toxic Gases and NFPA 55, Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code, Chapter 7 for more information [37, 22].

9.2.2. Điều kiện tồn chứa / *Storage condition*

- Thực hiện quản lý chai nhập trước, xuất trước (FIFO);
Practice first in, first out (FIFO) cylinder management;
- Các bình nên được tồn chứa trong điều kiện khô ráo;
Containers should be stored under dry conditions;
- Các bình nên được tồn chứa trên nền bằng phẳng để giảm thiểu nguy cơ đổ;
Containers should be stored on level ground to minimize toppling;
- Tồn chứa bình để ngăn nhiệt độ của bình vượt quá 125 °F (51.7 °C);
Store containers to prevent the temperature of the containers from exceeding 125 °F (51.7 °C);
- Lượng arsine được tồn chứa không được vượt quá thiết kế của cơ sở và phải tuân thủ các quy định quốc gia;
The quantity of arsine stored shall not exceed the design of the facility and shall comply with national regulations;
- Chai khí được tồn chứa thẳng đứng phải được cố định (xếp so le, xếp trên pallet, hoặc xích lại) để ngăn đổ chai bất ngờ. Các chai khí nén tiêu chuẩn được thiết kế để tồn chứa ở dạng thẳng đứng. Trong những trường hợp này, phải thực hiện biện pháp phòng ngừa để đảm bảo chúng được cố định không bị đổ;
Cylinders when stored vertically shall be secured (nested, palletized, or chained) to prevent accidental tip over. Standard compressed gas cylinders are designed to be stored vertically. In these cases, precaution shall be taken to ensure that they are secured from falling;
- Các chai nhỏ khác như chai thí nghiệm thuận tiện hơn khi tồn chứa nằm ngang. Tuy nhiên, một số quy định địa phương có thể yêu cầu tồn chứa thẳng đứng đối với khí hóa lỏng độc, đặc biệt khi được trang bị thiết bị giảm áp (PRD); và
Other small cylinders such as lecture bottles are more conveniently stored horizontally. However, some local regulations may require vertical storage for toxic liquefied gases, especially when equipped with PRDs; and
- Tường giảm áp hoặc mái chống nổ nên được tích hợp vào thiết kế phòng nếu khí dễ cháy được tồn chứa với số lượng lớn trong nhà. Tường hoặc mái này được thiết kế để cho phép phân tán áp suất phát sinh từ một vụ nổ.
An energy relief wall or blast roof should be incorporated into the room design if flammable gases are stored in large quantities indoors. This wall or roof is designed to allow dissipation of pressure arising from an explosion.

9.3. Thao tác / *Handling*

9.3.1. Yếu tố cần thiết / *Essentials*

- Nhân viên thao tác chai arsine nên được đào tạo;
Personnel handling arsine cylinders should receive training;
- Sử dụng vật liệu chế tạo tương thích để thao tác arsine. Thông tin này có thể thu được từ SDS và 6.1 và 6.2 của ấn phẩm này;
Use materials of construction compatible for handling arsine. This information can be obtained from the SDS and 6.1 and 6.2 of this publication;
- Luôn mang PPE khi thao tác bình khí. Giày bảo hộ mũi thép (có bọc mũi), kính bảo hộ có tấm chắn bên, và găng tay da phải được đeo. PPE bổ sung (ví dụ, quần áo chống

cháy/chống tĩnh điện, bảo vệ hô hấp như mặt nạ lọc khí hoặc SCBA) phải được xem xét và xác định sau khi đánh giá rủi ro; và

Always wear PPE when handling gas containers. Steel-toed (capped) safety shoes, safety glasses with side shields, and leather gloves shall be worn. Additional PPE (for example, flame-resistant/antistatic clothing, respiratory protection such as a gas filter or SCBA) shall be considered and determined after a risk assessment; and

- Tất cả đường ống, tủ và thiết bị được sử dụng để thao tác arsine phải được nối đất/tiếp địa về điện.

All piping, cabinets, and equipment used to handle arsine shall be electrically earthed/grounded.

9.3.2. Biện pháp phòng ngừa / *Precautions*

- Việc nạp và sử dụng arsine phải được thực hiện trong buồng hoặc phòng có hệ thống hút khí với khí thải được xử lý xuống dưới mức chấp nhận được trước khi thải ra khí quyển. Để xác định khoảng cách an toàn, tham khảo EIGA Doc 189 [37];

The filling and use of arsine shall be done in exhausted enclosures or rooms with the discharge treated to below acceptable levels before emission into the atmosphere. To determine safety distances, refer to EIGA Doc 189 [37];

- Tháo nắp đầu ra van hoặc kết nối từ từ chỉ trong buồng có hệ thống hút khí hoặc sử dụng thiết bị bảo vệ hô hấp và tìm kiếm dấu hiệu rò rỉ trước khi tháo hoàn toàn;

Remove valve outlet cap or connections slowly only in exhausted enclosures or using respiratory protection and look for signs of leakage before removing completely;

- Luôn đứng về phía nắp đầu ra van hoặc kết nối khi tháo nắp hoặc ngắt kết nối;

Always stand at the side of the valve outlet cap or connection when removing the cap or breaking a connection;

- Luôn mở van từ từ và cẩn thận; và

Always open valves slowly and carefully; and

- Bình có khí dư nên được xử lý như bình đầy.

Containers with residual gas should be treated as if they were full.

9.3.3. Kiểm tra / *Checking*

9.3.3.1. Bình / *Container*

- Kiểm tra độ sạch của đầu ra van và ống nối mềm;

Check cleanliness of the valve outlet and pigtails;

- Kiểm tra rò rỉ bình và kết nối trước khi sử dụng; và

Leak check containers and connection before use; and

- Trước khi vào, không gian kín chứa khí độc hại cao, bao gồm cả bình vận chuyển, nên kiểm tra rò rỉ khí độc khi không có hệ thống phát hiện cố định.

Prior to entry, enclosed spaces containing highly toxic gas, including shipping containers, should be checked for leaks of the toxic gas in the absence of a maintained stationary detection system.

9.3.3.2. Đường ống / *Piping*

- Luôn thông thổi hệ thống đường ống bằng khí trơ:

Always purge piping systems with inert gas:

- trước khi đưa arsine vào; và
- before the introduction of arsine; and*

- trước khi ngắt kết nối các chai arsine.
- before the disconnection of arsine cylinders.*

9.3.4. Cấm và hạn chế / *Prohibition and restriction*

- Không sử dụng đầu nối chuyển đổi để kết nối các bình;

Do not use adaptors to connect containers;

- Không siết quá chặt van. Tuân thủ khuyến nghị của nhà sản xuất;
Do not overtighten valves. Follow manufacturer's recommendations;
- Không được kéo lê hoặc trượt các bình;
Never drag or slide the containers;
- Không nâng bình bằng nắp bảo vệ van;
Never lift the container by the valve protection cap;
- Sử dụng xe đẩy chai hoặc thiết bị di chuyển để giảm thiểu việc vằn chai;
Use cylinder trolleys or moving devices to minimize rolling of cylinders;
- Không sử dụng các chai làm con lăn để di chuyển thiết bị;
Never use cylinders as a roller to move equipment;
- Việc sử dụng các thiết bị điện tử cầm tay (ví dụ: điện thoại di động và bộ đàm) có thể bị cấm tùy thuộc vào phân loại điện của khu vực;
Use of portable electronic devices (for example, cellular phones and walkie-talkies) may be prohibited de- pending on the electrical classification of the area;
- Cấm các nguồn gây cháy (ví dụ: hút thuốc lá);
Prohibit sources of ignition (for example, cigarette smoking);
- Đảm bảo rằng thiết bị điện trong vùng lân cận của chai arsine hoặc hỗn hợp arsine có phân loại điện phù hợp. Tham khảo Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế (IEC) hoặc NFPA 70, National Electrical Code® (NEC) [38, 21]; và
Ensure that electrical equipment in the vicinity of arsine or arsine mixtures is of the appropriate electrical classification. Consult International Electro technical Commission (IEC) or NFPA 70, National Electrical Code® (NEC) [38, 21]; and
- Khuyến nghị sử dụng các công cụ không phát tia lửa khi thao tác với arsine và đây là yêu cầu bắt buộc tại một số khu vực pháp lý.
Non-sparking tools are recommended to be used when working around arsine and are required by some jurisdictions.

9.4. An ninh / Security

- Vì hậu quả của việc tiếp xúc với arsen rất nghiêm trọng và có thể lan rộng, các biện pháp an ninh phải được thực hiện để ngăn chặn người không có thẩm quyền tiếp cận các chai arsine. Để biết thêm chi tiết, tham khảo AIGA 003, Hướng dẫn An ninh; EIGA Doc 907, Hướng dẫn An ninh; CGA P-50, Tiêu chuẩn An ninh tại Cơ sở, hoặc CGA P-51, Tiêu chuẩn An ninh Vận chuyển cho Ngành Công nghiệp Khí Nén [39, 40, 41, 42].
Since the consequences of exposure to arsine are severe and can be widespread, security measures should be implemented to prevent access to arsine cylinders by unauthorized personnel. For more details, refer to AIGA 003, Security Guidelines; EIGA Doc 907, Security Guidelines; CGA P-50, Site Security Standard; or CGA P-51, Transportation Security Standard for the Compressed Gas Industry [39, 40, 41, 42].
- Phải áp dụng một chính sách bán hàng đối với arsine. Phải đảm bảo bằng việc xem xét kỹ lưỡng trước khi đơn mua hàng được phê duyệt và việc giao hàng được thực hiện rằng khách hàng có lý do hợp lệ để mua arsine và các hồ sơ theo dõi trong quá trình vận chuyển arsine phải được cấp và lưu giữ.
A sale policy for arsine shall be in place. It shall be ensured by a thorough review prior to the purchase being approved and the delivery being made that the customer has a valid reason to purchase arsine and that the tracking records during shipment of arsine shall be issued and kept.

10. Cung cấp khí đến điểm sử dụng / Gas supply to point of use

- Hệ thống cung cấp khí phải được đặt trong khu vực thông gió tốt. Tủ khí hoặc vỏ bọc thông gió phải được sử dụng cho hệ thống cung cấp arsine. Phải có quy định để xử lý các trường hợp khẩn cấp như rò rỉ trong hệ thống cung cấp.
Gas supply systems shall be located in a well-ventilated area. Gas cabinets or ventilated enclosure shall be used for arsine supply systems. Provision shall be made to deal with emergencies such as leaks in the supply system.

10.1. Kiểm soát đường ống trong quy trình / *Process line control*

- Cần sử dụng khí trơ chuyên dụng để xả khí trong hệ thống khí arsine trong quá trình vận hành ban đầu, trước và sau khi bảo trì, cũng như trước và sau khi thay chai khí. Để đảm bảo nguồn khí xả không bị nhiễm khí arsine, cần trang bị thiết bị ngăn dòng chảy ngược trong hệ thống xả khí. Hệ thống xả khí chuyên dụng có thể bao gồm một chai khí, một nhóm chai, hoặc một đường cấp khí áp suất cao riêng biệt, có thể là một phần của hệ thống lớn hơn. Việc này giúp tránh nguy cơ dòng khí xả bị đẩy ngược vào hệ thống cấp khí quy trình khác không tương thích.

A dedicated inert purge gas shall be used to purge the arsine system during commissioning of the system, before and after maintenance, and before and after cylinder change. To ensure that the purge gas supply does not become contaminated with arsine, a backflow prevention device shall be provided in the purge system. A dedicated purge system may consist of a cylinder, a bundle, or a separate high pressure supply line that may be a part of a larger system. This will avoid the risk of back feeding via the purge gas system into another incompatible process gas supply system.

- Các biện pháp phòng ngừa phải được thực hiện để đảm bảo rằng arsine không vô tình tiếp xúc với bất kỳ khí oxy hóa nào hoặc nguồn gây cháy.

Precautions should be taken to ensure that arsine does not inadvertently come into contact with any oxidizing gas or a source of ignition.

10.2. Bộ điều áp / *Regulators*

- Bộ điều áp được sử dụng trong hệ thống phân phối arsine để giảm và kiểm soát áp suất từ nguồn áp cao xuống áp suất làm việc an toàn để sử dụng. Tất cả các bộ phận bên trong bộ điều áp phải tương thích với arsine trong điều kiện vận hành bình thường.

Regulators are used in arsine delivery systems to reduce and control the pressure from a high pressure source to a safe working pressure for use. All internal regulator parts should be compatible with arsine under normal operating conditions.

- Một bộ điều áp cho các ứng dụng bán dẫn có chức năng tương tự nhưng có các tính năng khác so với bộ điều áp được thiết kế để sử dụng chung. Các bộ điều áp được thiết kế để kiểm soát arsen trong các quy trình bán dẫn thường được chế tạo bằng thép không gỉ (SS) 316 hoặc 316L và đôi khi được đánh bóng điện hóa. Nên sử dụng bộ điều áp có màng ngăn bằng thép không gỉ để tránh khả năng arsine khuếch tán qua màng ngăn đàn hồi xoắn và khả năng khuếch tán của các chất gây ô nhiễm bị hấp phụ trên màng ngăn đàn hồi. Một khi bộ điều áp đã được sử dụng cho arsine, thì không nên được sử dụng cho khí khác. Một đường xả nắp thông thường phải được dẫn đến hệ thống giảm thiểu thải bỏ an toàn.

A regulator for semiconductor applications is functionally the same but has different features than those of a regulator designed for general duty use. Regulators designed for controlling arsine in semiconductor processes are typically constructed of 316 or 316L stainless steel (SS) and at times are electro polished. Regulators with stainless steel diaphragms should be used to avoid the potential of arsine diffusion through porous elastomer diaphragms and the potential diffusion of contaminants that are adsorbed on elastomeric diaphragms. Once a regulator has been used in arsine service, it should not be used for other gas service. A regular bonnet vent shall be piped to a safe disposal abatement system.

11. Hệ thống giảm thiểu khí / *Gas abatement systems*

- Vì arsine là một vật liệu có độc tính cao, một hệ thống giảm thiểu khí phải được sử dụng để kiểm soát bất kỳ sự phát thải nào dù có dự kiến hay không.

Since arsine is a highly toxic material, a gas abatement system shall be used to control any emission whether anticipated or not.

- Phương pháp xử lý khí arsine tốt nhất phụ thuộc vào việc khí này được sử dụng dưới dạng sản phẩm tinh khiết, pha loãng trong hỗn hợp, hay trộn lẫn với các sản phẩm phụ khác. Việc thu hồi hoàn toàn sản phẩm thường được áp dụng tại các cơ sở sản xuất. Sau khi sử dụng trong quy trình, các vấn đề về nhiễm bẩn và các yếu tố khác có thể khiến phương pháp xử lý hóa học trở thành giải pháp tối ưu hơn. Hệ thống xử lý khí như vậy cần có khả năng xử lý các chất gây nhiễm khác trong hệ thống. Việc xử lý khí arsine bằng bất kỳ phương pháp nào đều phải được thực hiện theo cách thân thiện với môi trường và tuân thủ tất cả các quy định hiện hành. Để biết thêm thông tin về việc xử lý khí, tham khảo tài liệu CGA P-63 [36].

The best method of abatement depends on whether the arsine is being handled as a pure product, diluted in a mixture, or mixed with other by-products. Full product recovery tends to be practiced at manufacturing facilities. After use in a process, contamination and other issues utilizing chemical abatement may offer better solutions. Such an abatement system could be capable of dealing with other contaminants in the system. Disposal of arsine by any means shall be done in an environmentally acceptable manner in compliance with all applicable regulations. For more information on disposal of gases, refer to CGA P-63 [36].

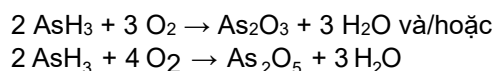
- Một người có năng lực, am hiểu về thao tác và xử lý arsine phải thiết kế thiết bị.
A competent person knowledgeable in the handling and processing arsine should design the equipment.

11.1. Các nguyên tắc cơ bản của giảm thiểu / *Basic principles of abatement*

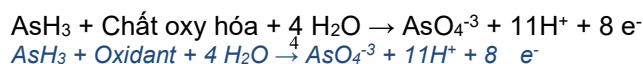
- Sau đây là các phản ứng hóa học và hấp phụ vật lý điển hình:
The following are the typical chemical reactions and physical adsorptions:

- Thu hồi hoặc tái chế thông qua thu hồi siêu lạnh
Reclamation or recovery via cryogenic recovery

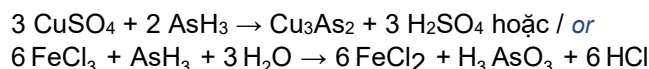
- Oxy hóa bằng cách đốt
Oxidation via incineration



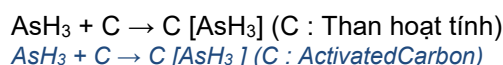
- Oxy hóa bằng tháp rửa ướt
Oxidation via wet scrubber



- Hấp thụ/hấp phụ và phản ứng trên chất rắn đã xử lý (với oxit kim loại)
Absorption/adsorption and reaction on a treated solid (with metallic oxides)



- Hấp phụ vật lý trên môi trường rắn
Physical adsorption on solid media



11.1.1. Thu hồi hoặc tái chế / *Reclamation or recovery*

- Việc thu hồi arsine không phải là một phương pháp thải bỏ, như thường được hiểu. Kỹ thuật này dùng để thu hồi khí dư và đưa arsine an toàn trở lại các bình phù hợp. Một khi đã được thu hồi, arsine phải được tái xử lý, tinh chế và phân tích trước khi được tái sử dụng.
Reclamation of arsine is not a disposal method, as usually understood. This technique is for reclaiming residual gas and returning the arsine safely to suitable containers. Once reclaimed, arsine has to be reprocessed, purified, and analyzed before being reused.
- Tất cả các loại thu hồi đều được khuyến nghị mạnh mẽ vì lợi ích của môi trường và việc bảo tồn vật liệu và năng lượng.
All types of reclamation are strongly recommended both in the interests of the environment and the conservation of materials and energy.
- Nhà cung cấp vật liệu có chuyên môn cần thiết về thao tác sản phẩm và chiết nạp bình là người phù hợp nhất để thu hồi arsine dạng khí. Arsine không được thu hồi vào một bình và trả lại mà không có sự cho phép bằng văn bản của chủ sở hữu bình.
The supplier of the material who has the necessary product handling and container filling expertise is best suited for reclamation of gaseous arsine. Arsine should not be reclaimed to a container and returned without the written authority of the owner of the container.
- Một số người dùng thu gom arsine vào các bình khí để xử lý bên ngoài.
Some users collect arsine into cylinders for treatment offsite.

11.1.2. Oxy hóa bằng cách đốt / *Oxidation via incineration*

- Mặc dù việc đốt phân tử arsin có thể được thực hiện một cách thỏa đáng, nhưng việc thu giữ sản phẩm phụ rắn độc hại đòi hỏi thiết bị chuyên dụng. Các quy trình làm sạch và bảo vệ nhân viên khỏi bụi oxit asen là rất quan trọng.
While burning the arsine molecule can be done satisfactorily, capturing the toxic solid by-product requires extensive equipment. Clean-up procedures and employee protection from the arsenic oxide dust is critical.
- Để phản ứng hoàn toàn, arsin phải được đưa trực tiếp vào ngọn lửa đang cháy.
For complete reaction, arsine shall be introduced directly into the burning flame.

11.1.3. Oxy hóa bằng tháp rửa ướt / *Oxidation via wet scrubber*

- Tháp rửa ướt điển hình được sử dụng cho arsine là tháp đệm ngược dòng.
The typical wet scrubber used for arsine is a counter current packed tower.
- Cần có các sắp xếp phù hợp để đảm bảo hệ thống được giám sát và ngừng hoạt động trong trường hợp khí thải bị rò rỉ. Các yếu tố cần được xem xét khi sử dụng tháp rửa ướt bao gồm:
Suitable arrangements should be made to ensure the system is monitored and shut down in the event of waste gas breakthrough. Factors to be taken into account when utilizing a wet scrubber include:
 - Lưu lượng arsine đầu vào;
Arsine input flow rate;
 - Kiểm soát pH của dung dịch hấp thụ;
pH control of the absorbent liquor;
 - Nhiệt độ của dung dịch hấp thụ;
Temperature of the absorbent liquor;
 - Cần có các biện pháp để giám sát nồng độ arsine ở cả dòng đầu vào và đầu ra;
Provisions should be made to monitor both the inlet and outlet stream for arsine concentration;
 - Việc kiểm soát lưu lượng phải được lắp đặt trong dòng arsine thải để cho phép lưu lượng khí phù hợp với công suất của tháp rửa;
Flow control should be installed in the waste arsine stream to enable the gas flow to be matched to the capacity of the scrubber;
 - Việc kiểm soát áp suất phải được lắp đặt trong dòng arsine thải để cho phép lưu lượng khí phù hợp với công suất vận hành của tháp rửa;
Pressure control should be installed in the waste arsine stream to enable the gas flow to be matched to the operating capacity of the scrubber;
 - Sử dụng khí thông thổi trở khi cần thiết để tạo điều kiện làm sạch đường ống quy trình; và
Use of inert purge as necessary to facilitate process line clean-up; and
 - Xem xét điểm xả từ khí thải của tháp rửa, cách xa các hệ thống lấy khí, luồng khí đi xuống và khu vực có nhân sự.
Consideration of discharge point from the scrubber exhaust, well away from air intake systems, downdrafts, and personnel areas.
- Để ngăn ngừa nguy cơ dung dịch hấp thụ bị hút ngược trở lại hệ thống, cần có các biện pháp kiểm soát. Cần xem xét việc sử dụng thiết bị không phát tia lửa vì arsine dễ cháy. Để đảm bảo hiệu suất an toàn và hiệu quả, việc giám sát các điều kiện quy trình cũng như hiệu quả xả khí của tháp rửa cần được xem xét cẩn thận.
To prevent the risk of absorbent liquor sucking back into the system, controls should be in place. Consideration should be given to the use of non-sparking equipment as arsine is flammable. To ensure safe and efficient performance, monitoring of process conditions as well as the scrubber gas discharge effectiveness should be carefully considered.
- Các dung dịch oxy hóa có thể bao gồm dung dịch lỏng kali permanganat hoặc natri hypoclorit và hoạt động tốt đối với nồng độ arsine thấp.

Oxidizing solutions may consist of liquid solutions of potassium permanganate or sodium hypochlorite and work well for low concentrations of arsine.

11.1.4. Hấp thụ/hấp phụ và phản ứng trên chất rắn đã xử lý (với oxit kim loại) / *Absorption/adsorption and reaction on a treated solid (with metallic oxides)*

- Arsine được đưa trực tiếp vào một bình chứa một lớp chất hấp phụ rắn. Có nhiều chất hấp phụ rắn có sẵn, chúng hấp phụ/hấp thụ mạnh mẽ và dễ dàng, đồng thời phản ứng với arsine. Sự đơn giản và tính di động của một thiết bị hấp thụ trạng thái rắn nhỏ có thể ưu tiên lựa chọn phương pháp này trong một số điều kiện khẩn cấp nhất định.

Arsine is fed directly into a vessel containing a bed of solid adsorbent. There are many solid adsorbents available, which strongly and readily adsorb/absorb and react with arsine. Simplicity and portability of a small solid-state absorber may favor the choice of this method under certain emergency conditions.

- Trong ấn phẩm này, các thuật ngữ hấp thụ và hấp phụ được sử dụng thay thế cho nhau. Các yếu tố cần được xem xét khi sử dụng thiết bị hấp thụ trạng thái rắn bao gồm: *In this publication, the terms absorption and adsorption are used interchangeably. Factors to be taken into account when utilizing the solid-state absorber include:*

- Tốc độ thải bỏ arsine yêu cầu;
Required arsine disposal rate;
- Lượng arsine cần thải bỏ;
Quantity of arsine to be disposed;
- Tần suất chấp nhận được của việc thay đổi lớp chất hấp thụ hoặc hệ thống;
Acceptable frequency of changing the adsorbent bed or system;
- Nồng độ của dòng arsine được đưa vào lớp hấp thụ;
Concentration of the arsine stream delivered into the absorber bed;
- Ảnh hưởng của sự tăng nhiệt độ từ phản ứng giữa arsine và chất hấp thụ;
Temperature rise effects from reaction between the arsine and the adsorbent;
- Hệ thống phân phối trong lớp hấp thụ để ngăn chặn sự tạo kênh và sự rò rỉ sớm của arsine chưa phản ứng;
Distribution system within the absorber bed to prevent channeling and premature breakthrough of unreacted arsine;
- Kích thước hạt chất hấp thụ—Thông thường, các hạt nhỏ tạo ra diện tích tiếp xúc lớn, tương ứng với hiệu quả cao hơn. Tuy nhiên, kích thước hạt nhỏ có thể dẫn đến tắc nghẽn hoặc giảm áp suất cao và xu hướng tạo kênh và rò rỉ sớm của arsine chưa phản ứng;
Absorbent particle size—Generally small particles give a high contact area, which corresponds to greater efficiency. However, small particle sizes can lead to pluggage or high pressure drops and a tendency of channeling and premature breakthrough of unreacted arsine;
- Cần có các biện pháp để giám sát nồng độ arsin ở cả dòng đầu vào và đầu ra;
Provisions should be made to monitor both the inlet and outlet stream for arsine concentration;
- Việc kiểm soát lưu lượng phải được lắp đặt trong dòng arsine thải để cho phép lưu lượng khí phù hợp với công suất của lớp hấp thụ;
Flow control should be installed in the waste arsine stream to enable the gas flow to be matched to the capacity of the absorber bed;
- Việc kiểm soát áp suất phải được lắp đặt trong dòng arsine thải để cho phép lưu lượng khí phù hợp với công suất vận hành của lớp hấp thụ;
Pressure control should be installed in the waste arsine stream to enable the gas flow to be matched to the operating capacity of the absorber bed;
- Sử dụng khí thông thổi trơ khi cần thiết để tạo điều kiện làm sạch đường ống quy trình; và
Use of inert purge as necessary to facilitate process line clean-up; and
- Xem xét điểm xả từ khí thải của lớp hấp thụ, cách xa các hệ thống lấy khí và khu vực có nhân sự.

Consideration of discharge point from the absorber bed exhaust, well away from air intake systems, and personnel areas.

11.1.5. Hấp phụ vật lý trên vật liệu rắn / *Physical adsorption on solid media*

- Arsine được đưa trực tiếp vào một bình chứa một lớp vật liệu rắn. Có nhiều loại vật liệu rắn có sẵn có thể hấp phụ arsin. Khả năng hấp phụ thay đổi tùy theo loại vật liệu rắn, ví dụ, khi sử dụng than hoạt tính dạng hạt, khả năng hấp phụ arsin đạt gần 18% (theo trọng lượng) tổng trọng lượng carbon.

Arsine is fed directly into a vessel containing a bed of solid media. There are many types of solid media available that adsorb arsine. Adsorption capacity varies with solid type, for example, using granular activated carbon, ar- sine capacities approach to 18% (by weight) of the total carbon weight.

- Hiện tượng phát thải khí arsine từ vật liệu rắn có thể xảy ra, do đó cần có các biện pháp kiểm soát và hệ thống giám sát khí arsine. Nhiệt được sinh ra trong quá trình hấp phụ khí arsine, phụ thuộc vào tốc độ hấp phụ và nồng độ khí arsine. Cần theo dõi hồ sơ nhiệt độ trong lớp vật liệu rắn để tránh để ngăn ngừa nguy cơ cháy của vật liệu này..

Off-gassing of arsine from solid media can occur so it is important to have controls and arsine monitoring in place. Heat is generated during arsine adsorption as a function of adsorption rate and arsine concentration. Tempera- ture profiles through the bed containing solid media that are flammable shall be monitored to prevent the solid media from igniting.

- Sự đơn giản và tính di động của một thiết bị hấp thụ trạng thái rắn nhỏ có thể ưu tiên lựa chọn phương pháp này trong một số điều kiện khẩn cấp nhất định. Các yếu tố cần được xem xét khi hấp phụ trên carbon tương tự như những yếu tố được xác định trong 11.1.4.

Simplicity and portability of a small solid-state absorber may favor the choice of this method under certain emer- gency conditions. Factors to be taken into account when adsorption on carbon are similar as those identified in 11.1.4.

11.2. Yêu cầu với người dùng / *User requirements*

- Tất cả nhân sự liên quan đến việc thao tác arsine phải được đào tạo về các quy trình kiểm soát giảm thiểu được sử dụng tại địa điểm. Cần có kiến thức sâu rộng về sản phẩm và các mối nguy liên quan. Điều này sẽ bao gồm, nhưng không giới hạn ở:

All personnel involved with the handling of arsine shall be trained in the procedures for abatement control used at the site. A thorough knowledge of the product and its associated hazards is required. This would include, but is not limited to:

- đặc tính vật lý và tính chất độc học của arsine;
physical characteristics and toxicological properties of arsine;
- tính chất vật lý của vật liệu giảm thiểu;
physical properties of abatement material;
- tính chất độc học của arsine;
toxicological properties of arsine;
- đặc tính của arsine; và
characteristics of arsine; and
- tài liệu vận hành.
operating documents.

11.3. Thải bỏ dòng chất thải / *Waste stream disposal*

- Thải bỏ theo tất cả các quy định hiện hành. Các dòng chất thải có thể chứa arsen và được coi là rác thải độc hại, nguy hiểm. Việc quản lý và kiểm soát chất thải là bắt buộc. Tham khảo các quy định của địa phương và chính phủ áp dụng cho quản lý chất thải.

Dispose of in accordance with all applicable regulations. Waste streams can contain arsenic and be considered a toxic, hazardous waste. Management and control of waste is required. Refer to local and government regula- tions as they apply to waste management.

11.4. Quản lý chất thải / *Waste management*

- Hầu hết mọi quy trình vận hành đều để lại một lượng chất thải tồn dư. Áp lực bảo tồn tài nguyên thiên nhiên, tác động của các công nghệ mới đến việc sử dụng tài nguyên, lượng chất thải phát sinh ngày càng tăng và nhu cầu về các phương pháp tiếp cận bền vững hơn trong việc sử dụng tài nguyên thiên nhiên đại diện cho những thách thức mới đối với xã hội chúng ta.

Nearly every operational process leaves behind some residual waste. Pressure to conserve natural resources, the impact of new technologies on resource use, increasing waste generation, and the need for more sustainable approaches to using natural resources represent new challenges to our society.

- Các cơ quan chức năng địa phương và chính phủ có thể điều chỉnh tất cả chất thải này theo các chương trình khác nhau. Chỉ những công ty được chính phủ cấp phép mới được phép xử lý các chất thải này. Việc đánh giá, lựa chọn và giám sát công ty thải bỏ chất thải là một chương trình rất quan trọng mà nhà phát sinh chất thải nguy hại phải tuân thủ. Việc lập tài liệu đầy đủ về việc phát sinh, vận chuyển và xử lý cuối cùng chất thải nguy hại là rất quan trọng để đảm bảo tuân thủ và kiểm soát.

Local and government authorities can regulate all this waste under various programs. Only those companies licensed by the government are allowed to process these wastes. Evaluating, selection, and monitoring of the waste disposal company is a very important program with which the hazardous waste generator shall comply. Full documentation of hazardous waste generation, shipments, and final processing is critical to ensure compliance and control.

- Các mục tiêu của quản lý chất thải là:

The goals of waste management are to:

- bảo vệ xã hội khỏi các mối nguy của việc thải bỏ chất thải;
protect society from the hazards of waste disposal;
- bảo tồn năng lượng và tài nguyên thiên nhiên bằng cách tái chế và thu hồi;
conserve energy and natural resources by recycling and recovery;
- giảm thiểu hoặc loại bỏ chất thải; và
reduce or eliminate waste; and
- làm sạch chất thải đã bị tràn, rò rỉ hoặc thải bỏ không đúng cách.
clean up waste that has spilled, leaked, or been improperly disposed.

- Người dùng phải thúc đẩy và khuyến khích việc sử dụng các phương pháp kết hợp để quản lý chất thải rắn. Các phương pháp này bao gồm:

Users shall promote and encourage the use of combined methods to manage solid waste. These methods include:

- Giảm thiểu tại nguồn hoặc phòng ngừa chất thải—Bất kỳ thực hành nào làm giảm lượng hoặc độc tính của chất thải phát sinh;
Source reduction or waste prevention—Any practice that reduces the amount or toxicity of waste generated;
- Tái chế—Bảo tồn khả năng thải bỏ và bảo tồn tài nguyên thiên nhiên bằng cách ngăn chặn các vật liệu có khả năng hữu ích bị vứt bỏ;
Recycling—Conserve disposal capacity and preserve natural resources by preventing potentially useful materials from being thrown away;
- Chôn lấp—Các bãi chôn lấp là các cơ sở được thiết kế tốt, được đặt, thiết kế, vận hành và giám sát để đảm bảo tuân thủ các quy định. Các bãi chôn lấp chất thải rắn phải được thiết kế để bảo vệ môi trường khỏi các chất gây ô nhiễm có thể có trong dòng chất thải rắn; và
Landfilling—Landfills are well-engineered facilities that are located, designed, operated, and monitored to ensure compliance with regulations. Solid waste landfills shall be designed to protect the environment from contaminants that can be present in the solid waste stream; and
- Đốt chất thải—Giảm đáng kể lượng chất thải. Tuy nhiên, những lo ngại về loại/lượng chất độc thoát ra từ thiết bị lọc khí có thể trở thành một cuộc tranh luận tại địa phương.
Waste combustion—Reduces the quantity of waste considerably. However, concerns of what types/quantities of toxics exit the scrubbers can become a local debate.

12. Ứng phó khẩn cấp / *Emergency response*

12.1. Chuẩn bị / *Preparation*

- Mục đích của việc chuẩn bị là thiết lập một hệ thống và phân công trách nhiệm trong trường hợp xảy ra sự cố hoặc tình huống khẩn cấp khác.
The purpose of preparation is to establish a system and assign responsibility in the event of an incident or other emergency situation.
- Người sử dụng arsine phải có các quy trình sẵn có để giải quyết các tình huống khẩn cấp ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng và các vấn đề môi trường trong trường hợp xảy ra sự cố. Kế hoạch khẩn cấp xác định các tình huống khẩn cấp tiềm ẩn có thể dự đoán được một cách hợp lý, và quy định các hành động để ngăn chặn, chuẩn bị, ứng phó và khắc phục các tình huống khẩn cấp này. Kế hoạch khẩn cấp bao gồm các phương pháp được sử dụng để ngăn chặn và giảm thiểu tác động môi trường, có thể liên quan đến các tình huống khẩn cấp.
The arsine user shall have procedures in place to address emergency situations that affect public health and environmental concerns in the event of an incident. The emergency plan identifies potential emergencies that are reasonably foreseeable, and specifies actions to prevent, prepare for, respond to, and recover from these emergencies. The emergency plan includes methods used to prevent and mitigate environmental impacts, which could be associated with emergency situations.
- Kế hoạch khẩn cấp phải được xem xét và cập nhật định kỳ khi thích hợp. Các bản sao cập nhật được cung cấp cho các ủy ban lập kế hoạch khẩn cấp địa phương và các quan chức chính phủ khi thích hợp. Huấn luyện được cung cấp cho tất cả nhân sự có thể tham gia vào ứng phó khẩn cấp.
The emergency plan shall be reviewed and updated periodically as applicable. Updated copies are provided to the local emergency planning committees and government officials as applicable. Training is provided for all personnel who could be involved with emergency response.
- Kế hoạch khẩn cấp được kiểm tra định kỳ để đảm bảo hiệu quả của nó, bao gồm kiểm tra thiết bị phát hiện rò rỉ liên quan, PPE, hệ thống bảo vệ và liên lạc khẩn cấp. Danh sách liên lạc khẩn cấp được xem xét và cập nhật với mỗi thay đổi khi thích hợp. Các phiên bản mới nhất phải được duy trì.
The emergency plan is tested periodically to ensure its effectiveness, including tests of related leak detection equipment, PPE, protective systems, and emergency communications. The emergency contact list is reviewed and updated with each change as applicable. Latest versions shall be maintained.
- Các sự cố liên quan đến khí arsine có mức độ khác nhau, và kế hoạch ứng phó khẩn cấp cần xem xét các loại hóa chất và số lượng liên quan, loại mối nguy, nỗ lực ứng phó cần thiết, số lượng nhân sự tham gia, và các tác động gây ra. Các sự cố có thể yêu cầu các biện pháp kiểm soát ngay lập tức (khẩn cấp) hoặc các hoạt động dài hạn (hành động khắc phục) để khôi phục điều kiện chấp nhận được. Các hoạt động trong kế hoạch được chia thành các yếu tố có sự tương tác lẫn nhau:
Arsine incidents vary considerably and the emergency plan shall consider the chemicals and quantities involved, types of hazard, response efforts required, number of responders needed, and effects produced. Incidents can require immediate control measures (emergency) or long term activities (remedial action) to restore acceptable conditions. The plan activities are divided into interacting elements:
 - nhận diện;
recognition;
 - đánh giá;
evaluation;
 - kiểm soát;
control;
 - thông tin; và
information; and
 - an toàn.
safety.

12.1.1. Nhận diện / *Recognition*

- Nhận diện loại và mức độ của mối nguy do arsine gây ra thường là một trong những bước đầu tiên trong việc ứng phó với một sự cố.
Recognizing the type and degree of the hazard presented by arsine is usually one of the first steps in responding to an incident.

12.1.2. Đánh giá / Evaluation

- Người ứng phó sẽ dự đoán hành vi và các vấn đề dự kiến liên quan đến vật liệu. Các vấn đề dự kiến có thể vượt ra ngoài tài sản của công ty sẽ yêu cầu sự hỗ trợ/tham gia từ các quan chức địa phương. SDS hoặc thông tin sản phẩm khác có thể được sử dụng để giúp đánh giá bản chất và ảnh hưởng đến môi trường và sức khỏe cộng đồng.
The responder will predict the behavior and anticipated problems associated with the material. Anticipated problems that could extend beyond the company property will require support/involvement from local officials. The SDS or other product information can be used to help evaluate the nature and affect to the environment and public health.

12.1.3. Kiểm soát / Control

- Kiểm soát đề cập đến các phương pháp ngăn chặn hoặc giảm thiểu tác động của một sự cố. Kiểm soát được giải quyết bằng hành động khắc phục dưới dạng các quy trình được lập thành văn bản (kế hoạch). Đó là trách nhiệm của mỗi cơ sở và nhân sự của nó để đảm bảo các quy trình được thiết lập và tuân thủ.
Control refers to those methods that prevent or reduce the impact of an incident. Control is addressed by remedial action in the form of documented procedures (plans). It is the responsibility of each facility and its personnel to ensure procedures are in place and followed.

12.1.4. Thông tin / Information

- Một thành phần không thể thiếu của ứng phó là thông tin. Việc thông báo cho nhân viên, các quan chức ứng phó khẩn cấp địa phương, bộ phận tuân thủ của công ty, bộ phận an toàn của công ty và các cơ quan chính phủ được hoàn thành theo các quy trình đã thiết lập. Tất cả các sự cố đều được ghi lại và xem xét bởi ủy ban an toàn và/hoặc đội ứng phó khẩn cấp để xác định nguyên nhân gốc rễ, để thực hiện các hành động khắc phục sự cố, hiệu quả của việc ứng phó, hành động khắc phục được đảm bảo và thông báo để ngăn chặn sự cố lặp lại. Các tài liệu tham khảo có thể bao gồm:
An integral component of response is information. Notification of employees, local emergency response officials, corporate compliance, corporate safety, and government agencies is completed per established procedures. All incidents are documented and reviewed by the safety committee and/or emergency response team to determine the root cause, to implement the corrective actions of the incident, the effectiveness of the response, corrective action warranted, and notification to prevent repeat occurrence. Reference documents may include:

- SDS;
- Kế hoạch khẩn cấp;
Emergency plan;
- Quy trình vận hành chuẩn (SOPs);
Standard operating procedures (SOPs);
- Đánh giá PHA; và
PHA reviews; and
- Sổ tay dữ liệu khí kỹ thuật.
Technical gas data books.

12.1.5. An toàn / Safety

- Tất cả các ứng phó với vật liệu nguy hiểm đều tiềm ẩn những mối nguy khác nhau (sức khỏe và an toàn) đối với người ứng phó, môi trường và khu vực lân cận. Các cân nhắc về an toàn là một yếu tố đầu vào cho mọi hoạt động được thực hiện và là một kết quả của mỗi ứng phó được thực hiện. Đó là trách nhiệm của tất cả nhân viên phải làm việc một cách an toàn và tuân thủ các quy tắc và quy định an toàn đã được thiết lập.
All hazardous material responses pose varying dangers (health and safety) to responders, the environment, and the neighborhood. Safety considerations are an input to every activity that is undertaken and are an outcome of each response taken. It is the responsibility of all employees to work in a safe manner and follow established safety rules and regulations.

12.2. Ứng phó / Response

- Đảm bảo rằng nhân sự ứng phó với tình huống khẩn cấp được đào tạo, và PPE phải được trang bị. Chỉ những nhân viên được đào tạo về ứng phó sự cố mới phải làm như vậy và chỉ ở mức độ đào tạo của họ. Kế hoạch khẩn cấp của công ty phải xác định các quy trình và chính sách sẽ được tuân thủ trong ứng phó khẩn cấp [35, 36, 37].
Ensure that personnel responding to an emergency situation are trained, and PPE is worn. Only those employees trained in responding to an incident shall do so and only to the level of their training. The company's emergency plan shall identify the procedures and policies that will be followed in an emergency response [35, 36, 37].
- Việc ứng phó ngoài cơ sở yêu cầu tương tác với lực lượng ứng phó khẩn cấp của công ty khác. Nó có thể xảy ra trong quá trình vận chuyển hoặc tại địa điểm của khách hàng. Dù tại cơ sở hay ngoài cơ sở, thông tin chi tiết về cách xử lý các vấn đề như vậy có thể được tìm thấy trong AIGA 004 và *Sổ tay Hướng dẫn Ứng phó Khẩn cấp (ERG)* [35, 43, 19]. Có thể tham khảo thêm CGA P-63 [36].
Off-site response requires interaction with other company's emergency plan. It could occur during transportation or at the customer site. Whether on site or offsite, detailed information on how to handle such issues can be found in AIGA 004 and the Emergency Response Guidebook (ERG) [35, 43, 19]. Also refer to CGA P-63 [36].

13. Tài liệu tham khảo / References

- [1] *Khuyến nghị về Vận chuyển Hàng hóa Nguy hiểm—Quy định Mẫu*, Ủy ban Kinh tế Liên Hợp Quốc về Châu Âu. www.unece.org
Recommendation of the Transport of Dangerous Goods—Model Regulations, United Nations Economic Commission for Europe. www.unece.org
- [2] *Hệ thống Phân loại và Ghi nhãn Hóa chất Hòa toàn cầu (GHS)*, Ủy ban Kinh tế Liên Hợp Quốc về Châu Âu. www.unece.org
Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), United Nations Economic Commission for Europe. www.unece.org
- [3] *Bảng dữ liệu an toàn của nhà cung cấp khí.*
Gas supplier's safety data sheet.
- [4] *Sổ tay Khí nén, ấn bản thứ 5*, Hiệp hội Khí nén, Inc.. www.cganet.com
Handbook of Compressed Gases, 5th edition, Compressed Gas Association, Inc.. www.cganet.com
- [5] *Bản tin tình báo hiện hành 32, ngộ độc arsine (asen hiđrua) tại nơi làm việc*, Viện Quốc gia về An toàn và Sức khỏe Nghề nghiệp, Trung tâm Kiểm soát và Phòng ngừa Dịch bệnh. www.cdc.gov/niosh
Current intelligence bulletin 32, arsine (arsenic hydride) poisoning in the workplace, National Institute for Occupational Safety and Health, Center for Disease Control and Prevention. www.cdc.gov/niosh
- [6] *Hướng dẫn Quản lý Y tế đối với Arsine*, Cơ quan Đăng ký Chất độc và Bệnh tật (ATSDR).
Medical Management Guidelines for Arsine, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR).
www.atsdr.cdc.gov
- [7] Himi, K., “3.1.1 Về sự ổn định của các loại khí đặc biệt (Arsine và Phosphine) trong khí quyển”, Báo cáo từ Trung tâm Môi trường tỉnh Kanagawa, Nhật Bản, 29, 1988, 58-63.
Himi, K., “3.1.1 On the Stability of Special Gases (Arsine and Phosphine) in the Atmosphere”, Reports from the Kanagawa Prefect. Environ. Cent., Japan, 29, 1988, 58-63.
- [8] *Bảng dữ liệu an toàn, Sổ SDS 300000000007, Sản phẩm và hóa chất không khí.*
www.airproducts.com
Safety Data Sheet, SDS Number 300000000007, Air Products and Chemicals. www.airproducts.com
- [9] *Bách khoa toàn thư về khí, Asen, Air Liquide.* encyclopedia.airliquide.com
Gas Encyclopedia, Arsine, Air Liquide. encyclopedia.airliquide.com
- [10] *Sách dữ liệu khí Matheson*, Yaws, Carl, McGraw-Hill Professional. www.mcgraw-hill.com
Matheson Gas Data Book, Yaws, Carl, McGraw-Hill Professional. www.mcgraw-hill.com
- [11] *Sổ tay bỏ túi NIOSH về các mối nguy hóa chất—Arsine*, Viện Quốc gia về An toàn và Sức khỏe Nghề nghiệp. www.cdc.gov/niosh

NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards—Arsine, The National Institute for Occupational Safety and Health. www.cdc.gov/niosh

- [12] Wald, P.H., Becker, C.E., *Các loại khí độc được sử dụng trong ngành công nghiệp vi điện tử*, *Occup. Med.*, 1(1), 1986 trang 110. academic.oup.com
Wald, P.H., Becker, C.E., Toxic gases used in the microelectronics industry, Occup. Med., 1(1), 1986, p.110. academic.oup.comacademic.oup.com
- [13] ICSC: 0222, “Arsine (ICSC)”, *Thẻ An toàn Hóa chất Quốc tế*, Chương trình Quốc tế về An toàn Hóa chất. www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0222.htm
ICSC: 0222, “Arsine (ICSC)”, International Chemical Safety Cards, The International Programme on Chemical Safety. www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0222.htm
- [14] *Bộ luật Quy định Liên bang, Tiêu đề 29 (Lao động)*, Cục In ấn Chính phủ Hoa Kỳ. www.gpo.gov
Code of Federal Regulations, Title 29 (Labor), U.S. Government Printing Office. www.gpo.gov
- [15] ISO 10156, *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
ISO 10156, 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
- [16] *Hệ thống Thông tin Rủi ro Tích hợp, Arsine; Số CAS 7784-42-1*, Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ. www.epa.gov/iris
Integrated Risk Information System, Arsine; CASRN 7784-42-1, U.S. Environmental Protection Agency. www.epa.gov/iris
- [17] *Đạo luật Ứng phó, Bồi thường và Trách nhiệm Môi trường Toàn diện (CERCLA)*, Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ. www.epa.gov/superfund
Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA), U.S. Environmental Protection Agency. www.epa.gov/superfund
- [18] *Bộ luật Quy định Liên bang, Tiêu đề 40 (Bảo vệ Môi trường)*, Cục In ấn Chính phủ Hoa Kỳ. www.gpo.gov
Code of Federal Regulations, Title 40 (Protection of Environment), U.S. Government Printing Office. www.gpo.gov
- [19] *Sổ tay Hướng dẫn Ứng phó Khẩn cấp*, Cục In ấn Chính phủ Hoa Kỳ. www.gpo.gov
Emergency Response Guidebook, U.S. Government Printing Office. www.gpo.gov
- [20] NFPA 1, *Quy tắc về Phòng cháy*, Hiệp hội Phòng cháy Quốc gia. www.nfpa.org
NFPA 1, Fire Code. National Fire Protection Association. www.nfpa.org
- [21] NFPA 70, *Quy tắc Điện Quốc gia®*, Hiệp hội Phòng cháy Quốc gia. www.nfpa.org
NFPA 70, National Electrical Code®, National Fire Protection Association. www.nfpa.org
- [22] NFPA 55, *Quy tắc Khí nén và lỏng siêu lạnh*, Hiệp hội Phòng cháy Quốc gia. www.nfpa.org
NFPA 55, Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code, National Fire Protection Association. www.nfpa.org
- [23] Ohtani, H., Horiguchi, S., Urano, Y., Iwasaki, M., Tokuhashi, K., và Kondo, S., “*Giới hạn cháy của Asin và photphin*”, *Combustion and Flame*, 76 (1989), 307-310. www.sciencedirect.com
Ohtani, H., Horiguchi, S., Urano, Y., Iwasaki, M., Tokuhashi, K., and Kondo, S., “Flammability limits of arsine and phosphine”, Combustion and Flame, 76 (1989), 307-310. www.sciencedirect.com
- [24] Henderson, Y., Haggard, H.W., *Khí độc hại và các Nguyên tắc Hô hấp Ảnh hưởng đến Hoạt động của Chúng*, Loạt Chuyên khảo số 35 của Hiệp hội Hóa học Hoa Kỳ, Ấn bản thứ 2, Tập đoàn Xuất bản Reinhold, 241-242.
Henderson, Y., Haggard, H.W., Noxious Gases and the Principles of Respiration Influencing Their Action, American Chemical Society Monograph Series No. 35, 2nd Edition, Reinhold Publishing Corporation, 241-242.
- [25] *Thông tin Lấy mẫu Hóa chất/Arsine*, Cục Quản lý An toàn và Sức khỏe Nghề nghiệp. www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_219590.html
Chemical Sampling Information/Arsine, Occupational Safety and Health Administration. www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_219590.html

- [26] *Tài liệu Đánh giá Hóa chất Quốc tế Tóm tắt 47, Asin: Các khía cạnh Sức khỏe Con người*, Tổ chức Y tế Thế giới. www.inchem.org
Concise International Chemical Assessment Document 47, Arsine: Human Health Aspects, World Health Organization. www.inchem.org
- [27] *Ba nghiên cứu độc tính cấp tính qua đường hô hấp của Asin trên chuột (báo cáo cuối cùng)*. Tập đoàn Nghiên cứu & Phát triển Quốc tế (IRDC). Báo cáo số 533-001, 533-002, và 533-003. Mattawan (MI).
Three acute inhalation toxicity studies of arsine on rats (final report). International Research & Development Corporation (IRDC). Report No. 533-001, 533-002, and 533-003. Mattawan (MI).
- [28] *Kết quả Asin, Mức Hướng dẫn Phơi nhiễm Cấp tính*, Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ. www.epa.gov/aegl
Arsine Results, Acute Exposure Guideline Levels, U.S. Environmental Protection Agency. www.epa.gov/aegl
- [29] *Thông tin Kỹ thuật, Khả năng Tương thích Khí*, Thiết bị Khí Chuyên dụng Tiên tiến tại trang web www.asge-online.com/pdf/GasCompatibilityTable.pdf
Technical Information, Gas Compatibility, Advanced Specialty Gas Equipment at web site www.asge-online.com/pdf/GasCompatibilityTable.pdf
- [30] ISO 11114-1, *Chai khí—Khả năng tương thích của vật liệu chai và van với thành phần khí—Phần 1: Vật liệu Kim loại*. Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. 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
- [31] ISO 11621:1997, *Chai khí—Quy trình thay đổi dịch vụ khí*. Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế. www.iso.org
ISO 11621:1997, Gas cylinders—Procedures for change of gas service. International Organization for Standardization. www.iso.org
- [32] CGA C-10, *Hướng dẫn Chuẩn bị Chai và Ống cho Khí và Thay đổi loại Khí chứa*, Hiệp hội Khí nén, Inc. 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.comwww.cganet.com
- [33] *Bộ luật Quy định Liên bang*, Tiêu đề 49 (Vận tải) Phần 100-180, Cục In ấn Chính phủ Hoa Kỳ. www.gpo.gov
Code of Federal Regulations, Title 49 (Transportation) Parts 100-180, U.S. Government Printing Office. www.gpo.gov
- [34] *Vận chuyển Hàng hóa Nguy hiểm Bằng Đường bộ Quốc tế (ADR)*, Ủy ban Kinh tế Liên Hợp Quốc về Châu Âu. www.unece.org
International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR), United Nations Economic Commission for Europe. www.unece.org
- [35] AIGA 004, *Thao tác Khẩn cấp Bình Chứa Khí*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á, www.asiaiga.org
AIGA 004, Handling Gas Container Emergencies, Asia Industrial Gases Association, www.asiaiga.org
- [36] AIGA 083, *Thải bỏ Khí*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á, www.asiaiga.org
AIGA 083, Disposal of Gases, Asia Industrial Gases Association, 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.

- [37] EIGA Doc 189, *Tính toán Khoảng cách Gây hại và Không Gây hại để tồn chứa và sử dụng Khí độc*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu. www.eiga.eu
EIGA Doc 189, The Calculation of Harm and No-Harm Distances for the Storage and Use of Toxic Gases, European Industrial Gases Association. www.eiga.euwww.eiga.eu

-
- [38] Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế (IEC). www.iec.ch
International Electro technical Commission (IEC). www.iec.ch
- [39] AIGA 003, *Hướng dẫn An ninh*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Á. www.asiaiga.org
AIGA 003, Security Guidelines, Asia Industrial Gases Association. www.asiaiga.org
- [40] EIGA Doc 907, *Hướng dẫn An ninh*, Hiệp hội Khí Công nghiệp Châu Âu. www.eiga.eu
EIGA Doc 907, Security Guidelines, European Industrial Gases Association. www.eiga.eu
- [41] CGA P-50, *Tiêu chuẩn An ninh Địa điểm*, Hiệp hội Khí nén, Inc. www.cganet.com
CGA P-50, Site Security Standard, Compressed Gas Association, Inc. www.cganet.com
- [42] CGA P-51, *Tiêu chuẩn An ninh Vận tải cho Ngành Công nghiệp Khí nén*, Hiệp hội Khí nén, Inc.
www.cganet.com
CGA P-51, Transportation Security Standard for the Compressed Gas Industry, Compressed Gas Association, Inc. www.cganet.com