



HỆ THỐNG ĐƯỜNG ỐNG CARBON MONOXIDE VÀ KHÍ TỔNG HỢP

CARBON MONOXIDE AND SYNGAS PIPELINE SYSTEMS

AIGA 034/15

Bản sửa đổi của AIGA 034/06
Revision of AIGA 034/06

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 68633379

Internet: <http://www.asiaiga.org> | LinkedIn Profile: <https://www.linkedin.com/company/asiaigaorg>



HỆ THỐNG ĐƯỜNG ỐNG CARBON MONOXIDE VÀ KHÍ TỔNG HỢP CARBON MONOXIDE AND SYNGAS PIPELINE SYSTEMS

Lời nói đầu

Preface

Là một phần của chương trình hài hòa hóa các tiêu chuẩn công nghiệp, Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Âu (EIGA), ấn phẩm “Hệ thống đường ống khí carbon monoxide và khí tổng hợp” đã được sử dụng làm cơ sở cho ấn phẩm của hiệp hội khí được hài hòa quốc tế về chủ đề này.

As part of a programme of harmonization of industry standards, the European Industrial Gases Association (EIGA), publication, “Carbon monoxide and Syn Gas Pipeline Systems” has been used as the basis of an internationally harmonized gas association’s publication on this subject.

Ấn phẩm này được dự định là ấn phẩm được hài hòa quốc tế để tất cả các thành viên của Hiệp hội Khí công nghiệp Châu Âu (AIGA), Hiệp hội Khí nén (CGA), EIGA và Hiệp hội Khí công nghiệp và Y tế Nhật Bản (JIMGA) sử dụng và áp dụng trên toàn thế giới. Các ấn bản khu vực có cùng nội dung kỹ thuật như ấn bản EIGA, tuy nhiên, có những thay đổi về biên tập chủ yếu về định dạng, đơn vị được sử dụng và chính tả. Ngoài ra, bất kỳ tham chiếu nào đến các yêu cầu quản lý của khu vực đều áp dụng cho các yêu cầu của Châu Âu.

This publication is intended as an international harmonized publication for the worldwide use and application by all members of Asia Industrial Gases Association (AIGA), Compressed Gas Association (CGA), EIGA, and Japan Industrial and Medical Gases Association (JIMGA). Regional editions have the same technical content as the EIGA edition, however, there are editorial changes primarily in formatting, units used and spelling. Also, any references to regional regulatory requirements are those that apply to European requirements.

Tuyên bố từ chối trách nhiệm

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 thông tin kỹ thuật khác được lấy từ các nguồn mà AIGA tin là đáng tin cậy và/hoặc dựa trên thông tin và kinh nghiệm kỹ thuật hiện có từ các thành viên của AIGA và những người khác vào ngày công bố. 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 chính xác của thông tin có trong các ấn phẩm này.

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

AIGA hoặc các thành viên của nó không đảm bảo về kết quả và không chịu trách nhiệm pháp lý liên quan đến việc tham chiếu hoặc sử dụng thông tin hoặc đề xuất có trong các ấn phẩm của AIGA.

AIGA không kiểm soát bất kỳ điều gì liên quan đến việc thực hiện hoặc không thực hiện, giải thích sai, sử dụng hợp lý hoặc không đúng cách 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 cả các thành viên AIGA) và AIGA từ chối rõ ràng mọi trách nhiệm pháp lý liên quan đến việc đó.

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

Disclaimer

All technical publications of AIGA or bearing AIGA’s name, including Codes of practice, Safety procedures and any other technical information contained in such publications were obtained from sources believed to be reliable and are based on technical information and experience currently available from members of AIGA and others at the date of their 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.

While AIGA recommends reference to or use of its publications by its members, such reference to or use of AIGA’s publications by its members or third parties are purely voluntary and not binding

Therefore, 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 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.

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

1.	Giới thiệu / <i>Introduction</i>	5
2.	Phạm vi và mục đích / <i>Scope and purpose</i>	5
3.	Định nghĩa / <i>Definitions</i>	6
4.	Triết lý thiết kế / <i>Design philosophy</i>	10
4.1.	Tiêu chí chung / <i>General criteria</i>	10
4.2.	Đặc tính của khí tổng hợp / <i>Properties of syngas</i>	11
4.3.	Vật liệu kim loại / <i>Metallic materials</i>	15
4.4.	Vật liệu phi kim loại / <i>Non metallic materials</i>	22
4.5.	Hệ thống đường ống / <i>Piping systems</i>	24
4.6.	Phân tích mối nguy và đánh giá rủi ro / <i>Hazard analysis and risk assessment</i>	28
4.7.	Vị trí đặt trạm / <i>Siting of stations</i>	34
5.	Đường ống, van và thiết bị / <i>Piping, valves and equipment</i>	35
5.1.	Tiêu chí chung / <i>General criteria</i>	35
5.2.	Tiêu chí lựa chọn vật liệu / <i>Material selection criteria</i>	35
5.3.	Yêu cầu về khu vực nguy hiểm điện / <i>Electrical hazardous area requirements</i>	35
5.4.	Đường ống / <i>Piping</i>	36
5.5.	Van / <i>Valves</i>	37
5.6.	Thiết bị khác / <i>Other equipment</i>	43
6.	Vệ sinh / <i>Cleaning</i>	44
6.1.	Yêu cầu chung / <i>General requirements</i>	44
6.2.	Vệ sinh sau lắp đặt / <i>Post-installation cleaning</i>	46
7.	Thi công / <i>Construction</i>	50
7.1.	Tiêu chí chung / <i>General criteria</i>	50
7.2.	Đặc điểm kỹ thuật và sản xuất vật liệu đường ống / <i>Specification and manufacture of line pipe material</i>	51
7.3.	Kế hoạch thi công / <i>Construction plan</i>	52
7.4.	Chế tạo và hàn ống / <i>Pipe fabrication and welding</i>	52
7.5.	Lắp ráp và lắp đặt / <i>Assembly and installation</i>	54
7.6.	Kiểm tra và khảo sát / <i>Inspection and examination</i>	56
7.7.	Thử nghiệm không phá hủy / <i>Non-destructive testing</i>	57
7.8.	Tài liệu / <i>Documentation</i>	59
8.	Thiết kế và xây dựng các trạm / <i>Design and construction of stations</i>	59
8.1.	Chức năng / <i>Function</i>	59
8.2.	Mô tả thiết kế tóm tắt / <i>Design brief</i>	60
8.3.	Tiêu chuẩn và quy chuẩn thiết kế / <i>Standards and design codes</i>	62
8.4.	Vật liệu và chế tạo / <i>Materials and fabrication</i>	62
8.5.	Hạn chế truy cập / <i>Access limitation</i>	62
8.6.	Vị trí / <i>Location</i>	63
8.7.	Tiếp địa / <i>Grounding</i>	63
8.8.	Lắp đặt / <i>Installation</i>	64
8.9.	Kiểm tra áp suất và rò rỉ / <i>Pressure and leak testing</i>	64

8.10.	Vận hành chạy thử / <i>Commissioning</i>	64
8.11.	Vận hành / <i>Operation</i>	66
9.	Vận hành và giám sát / <i>Operation and monitoring</i>	66
9.1.	Sổ tay vận hành và bảo trì / <i>Operation and maintenance manual</i>	66
9.2.	Hệ thống quản lý / <i>Management systems</i>	67
9.3.	Yêu cầu an toàn chung / <i>General safety requirements</i>	67
9.4.	Nhân sự vận hành và bảo trì / <i>Personnel for operation and maintenance</i>	68
9.5.	Hàn và cắt / <i>Welding and cutting</i>	68
9.6.	Ngừng hoạt động, sửa chữa và khởi động lại đường ống / <i>Shut down, repair and start up of pipelines</i>	69
9.7.	Xả và giảm áp / <i>Venting and pressure relief</i>	70
9.8.	Vận hành thử đường ống và trạm / <i>Commissioning pipelines and stations</i>	71
9.9.	Vận hành và giám sát / <i>Operation and monitoring</i>	71
9.10.	Thông tin cho bên thứ ba, công việc gần đường ống và cập nhật tài liệu / <i>Information to third parties, work adjacent to pipelines and update of documents</i>	72
9.11.	Khảo sát chuyên biệt / <i>Specialised surveys</i>	73
9.12.	Hư hỏng hệ thống đường ống / <i>Damage to the pipeline system</i>	73
10.	Các biện pháp bảo vệ chung / <i>General protective measures</i>	74
10.1.	Kế hoạch ứng phó khẩn cấp / <i>Emergency response plan</i>	74
10.2.	Báo cáo tai nạn và hư hỏng / <i>Accident and damage report</i>	76
10.3.	Hệ thống quản lý an toàn / <i>Safety management system</i>	77
10.4.	Hệ thống phát hiện rò rỉ (LDS) / <i>Leak detection system (LDS)</i>	79
	Phụ lục A: Các bố trí điển hình cho hệ thống đường ống	81
	Appendix A: Typical arrangements for pipelines systems	81
	Phụ lục B: Các cơ chế giòn hóa và hư hỏng môi trường liên quan đến Syngas, hỗn hợp Carbon Monoxide; các phương pháp thử nghiệm áp dụng	82
	Appendix B: Embrittlement and environmental damage mechanisms involving Syngas, Carbon Monoxide mixtures; applicable test methods	82
	Phụ lục D: Các yếu tố luyện kim ảnh hưởng đến độ dai và cơ chế phá hủy giòn	90
	Appendix D: Metallurgical factors affecting toughness and brittle fracture mechanisms	90
	Phụ lục F: Ví dụ về chương trình bảo trì phòng ngừa cho đường ống carbon monoxide và syngas	95
	Appendix F: Example of preventive maintenance programme for carbon monoxide and syngas pipelines	95
	Phụ lục G: Tiêu chí thành phần cho CO và Syngas	98
	Appendix G: Composition criteria for CO and Syngas	98
	Phụ lục J: Tiêu chí chấp nhận xác suất	99
	Appendix J: Probability acceptance criteria	99
	Phụ lục K: Tài liệu tham khảo	101
	Appendix K: References	101

1. Giới thiệu / *Introduction*

- Ấn phẩm này được soạn thảo bởi một nhóm các chuyên gia về hệ thống đường ống, đại diện cho các nhà sản xuất khí công nghiệp lớn ở nhiều quốc gia tại châu Âu và Bắc Mỹ, dựa trên thông tin kỹ thuật và kinh nghiệm hiện có của các tác giả.

This publication has been prepared by a group of specialists in pipeline systems, representing major industrial gases producers in various countries of Europe and North America and is based on the technical information and experience currently available to the authors.

- Tuy nhiên, cần thừa nhận rằng các hệ thống đường ống, được phát triển trong hơn 40 năm tại các quốc gia châu Âu và Bắc Mỹ, đã cho thấy hồ sơ an toàn tốt và tương đương nhau, mặc dù các thực hành quốc gia cho thấy nhiều khác biệt trong thiết kế và vận hành. Một số cơ quan quốc gia cũng đã ban hành luật pháp, bắt buộc đối với các nhà vận hành ở những quốc gia đó.

It must be recognized, however, that pipeline systems, developed over 40 years in the various European countries and North America have shown good and comparable safety records, although national practices show many differences in design and operations. Some national authorities have also introduced legislation, which is mandatory for the operators in those countries.

- Các đơn vị theo hệ ISO và các đơn vị theo hệ Imperial tương ứng trong ngoặc được sử dụng trong tài liệu này. Các giá trị tương ứng có thể là gần đúng.

ISO units and corresponding Imperial units in brackets are used in this document. Corresponding values may be approximate.

- Những người tham gia vào việc thiết kế, vận hành và bảo trì an toàn các hệ thống truyền tải và phân phối khí cần biết về các tài liệu, hướng dẫn, ấn phẩm và tiêu chuẩn khác nhau được chuẩn bị bởi nhiều tổ chức đa quốc gia, có thể liên quan đến các hệ thống như vậy. Những tài liệu này được liệt kê trong Phụ lục K. Ngoài các tài liệu này, còn có một số ấn phẩm liên quan, bài báo kỹ thuật, bản tin, v.v. cung cấp thông tin hữu ích về vật liệu xây dựng, luyện kim, cơ chế suy thoái môi trường, v.v. cũng được tìm thấy trong Phụ lục K. Mặc dù các tài liệu tham khảo được trích dẫn cung cấp thông tin nền tảng quý giá, nhưng không thể khẳng định rằng đây là tất cả các tài liệu tiêu chuẩn hoặc bài báo kỹ thuật được xuất bản bởi các tổ chức quốc tế có thể liên quan đến chủ đề của ấn phẩm này.

Those involved in the safe design, operation, and maintenance of gaseous transmission and distribution systems should be aware of various documents, guidance, publications, and standards prepared by various multinational organizations which may be pertinent to such systems. These are listed in Appendix K. In addition to these documents, there are a number of pertinent publications, technical papers, bulletins, etc which provide useful information on materials of construction, metallurgy, environmental degradation mechanisms, etc found also in Appendix K. While the cited references provide valuable background, it cannot be stated that these are all of the standards documents or technical papers published by international organizations that could be pertinent to the subject of this publication.

- Đối với những người không có kinh nghiệm trong việc thiết kế, vận hành và bảo trì các hệ thống truyền tải và phân phối CO/ Khí tổng hợp (Syngas), ấn phẩm này là một nguồn thông tin hữu ích và việc sử dụng nó nên được thực hiện dưới sự hướng dẫn của các kỹ sư đường ống giàu kinh nghiệm, am hiểu sâu sắc về chủ đề này.

For those who do not have the experience in design, operation and maintenance of CO/Syngas transmission and distribution systems, this publication serves well as an information resource and the use of which should be under the guidance of experienced pipeline engineers intimately knowledgeable with the subject.

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

- Phạm vi của tài liệu này áp dụng cho các hệ thống đường ống truyền tải và phân phối dành cho carbon monoxide, hydro và hỗn hợp carbon monoxide (được gọi là Syngas trong phần còn lại của tài liệu này). Các cách bố trí điển hình cho các hệ thống đường ống này được thể hiện trong Sơ đồ 1 của Phụ lục A. Nó giới hạn ở các sản phẩm khí với phạm vi nhiệt độ từ -40°C (-40°F) đến 150°C (302°F), áp suất từ 0,1 MPa đến 15 MPa (2250 psig) và tiêu chí độ tinh khiết được định nghĩa trong Phụ lục G.

The scope of this document is for transmission and distribution piping systems for carbon monoxide and hydrogen and carbon monoxide mixtures (referred as Syngas in the remainder of this document). Typical arrangements for these pipeline systems are shown in Diagram 1 of Appendix A. It is limited to gaseous products with a temperature range between -40°C (-40°F) and 150°C (302°F), pressures from 0,1 MPa up to 15 MPa (2250 psig) and the purity criteria defined in Appendix G.

- Tài liệu này không áp dụng cho các quy trình sau:

This document does not apply to the following processes:

- Nhà máy nạp chai
cylinder filling plants
- Nhà máy sản xuất
producing plants

- Các đơn vị máy nén
compressor units
- Các cơ sở lưu trữ lượng lớn (khí dạng lỏng hoặc khí áp cao) tại địa điểm của khách hàng cho đến điểm khí đi vào hệ thống phân phối
Bulk facilities (liquid or high pressure gas) at the customer's site up to the point where gas enters the distribution systems
- Đường ống trên các thiết bị và máy móc chuyên dụng.
Piping on specialized equipment and machines.

Các hệ thống này có nhiều nhu cầu và yêu cầu chuyên biệt. Tuy nhiên, tài liệu này có thể cung cấp thông tin nền tảng hữu ích trong các quy trình khác có sự hiện diện của CO.

These systems have many specialized needs and requirements. However, this document may provide useful background information in other processes where CO is present.

- Mục đích của ấn phẩm này là nâng cao sự hiểu biết của những người tham gia vào việc thiết kế, vận hành và bảo trì an toàn các hệ thống truyền tải và phân phối. Nó không nhằm mục đích trở thành tiêu chuẩn hoặc quy tắc bắt buộc. Nó chứa đựng một bản tóm tắt các thực hành công nghiệp hiện tại. Nó dựa trên kiến thức, kinh nghiệm và thực hành kết hợp của các nhà sản xuất lớn ở châu Âu và Bắc Mỹ, được đại diện bởi các thành viên của họ trong nhóm đặc nhiệm CGA/EIGA/CGA về hệ thống vận chuyển đường ống.

The purpose of this publication is to further the understanding of those engaged in the safe design operation and maintenance of transmission and distribution systems. It is not intended to be a mandatory standard or code. It contains a summary of the current industrial practices. It is based upon the combined knowledge, experience, and practices of the major producers in Europe and North America as represented by their members on the CGA/EIGA/CGA Ad-Hoc group on pipeline transportation systems.

- Một số thực hành đại diện cho những thỏa hiệp thận trọng và không phải mọi tình huống đều được mô tả. Người thiết kế lưu ý rằng tài liệu này không phải là một cẩm nang thiết kế hoàn chỉnh và không thay thế nhu cầu về phán đoán và diễn giải kỹ thuật có thẩm quyền. Người dùng cần xem xét bất kỳ vấn đề hoặc mối quan ngại đặc biệt nào với nhà cung cấp CO/Syngas của họ, người có thể cung cấp lời khuyên và hướng dẫn.

Some of the practices represent conservative compromises and not all situations are described. The designer is cautioned that this document is not a complete design handbook and does not negate the need for competent engineering judgment and interpretation. It is suggested that the user reviews any special problems or concerns with his CO/Syngas supplier who should be able to provide advice and guidance.

- Mặc dù thông tin kỹ thuật được cung cấp trong tài liệu này không nhằm mục đích bắt buộc, từ "phải/shall" thường được sử dụng. Việc sử dụng "phải/shall" ngụ ý mỗi quan ngại mạnh mẽ rằng thực hành cụ thể được tham chiếu cần được tuân theo vì lý do an toàn. Việc sử dụng "nên/should" ngụ ý rằng thực hành được tham chiếu thường được tuân theo, nhưng thừa nhận rằng đôi khi các thực hành an toàn khác cũng được sử dụng.

Although the technical information provided in this document is not intended to be mandatory, the word « shall » is frequently used. The use of « shall » implies a strong concern that the particular practice referenced be followed for safety reasons. The use of « should » implies that the referenced practice is commonly followed, but recognizes that other safe practices are sometimes utilized.

3. Định nghĩa / Definitions

- **Đường ống phân phối:** Đường ống nằm trong khuôn viên (thường thuộc sở hữu của khách hàng) tại điểm sử dụng như đường chính, đường nhánh, các kết nối trong trạm và van.

Distribution piping: Piping contained on the property (generally owned by the customer) at the use point such as mains, feeders, station connections, and valves.

- **Đường ống nhà máy:** Đường ống trong cơ sở sản xuất.

Plant piping: Piping within the production facility.

- **Đường ống truyền tải:** Đường ống giữa ranh giới nhà máy sản xuất và ranh giới đường ống phân phối, bao gồm cả đường ống đi qua đất công cộng và tài sản của bên thứ ba.

Transmission piping: Piping between the production plant boundary and distribution piping boundary, including that which passes over public land and third party property.

- **Hợp kim gốc đồng:** Hợp kim gốc đồng được sử dụng trong các thành phần để truyền tải khí công nghiệp qua đường ống thường chứa ít nhất 55% khối lượng đồng. Nhóm này bao gồm đồng nguyên chất, đồng thau (đồng hợp kim chủ yếu với kẽm), đồng thiếc (đồng hợp kim với nhôm, silic, mangan, thiếc, chì, v.v.) và đồng niken (đồng hợp kim với niken).

Copper based alloys: Copper based alloys used in components for the transmission of industrial gases via pipeline generally contain at least 55 weight % copper. Included within this group are the coppers, brasses (copper alloyed primarily with zinc), bronzes (copper alloyed with aluminium, silicon, manganese, tin, lead, etc) and copper nickels (copper alloyed with nickel).

- **Hợp kim gốc niken:** Hợp kim dựa trên niken được sử dụng trong các thành phần cho hệ thống đường ống truyền tải khí chứa ít nhất 50% khối lượng niken và hàm lượng niken lên đến hơn 99% đã được sử dụng. Tuy nhiên, một số bảng phân loại hợp kim niken có thể liệt kê các hợp kim với hàm lượng niken thấp tới 30% khối lượng. Một số họ hợp kim niken chính và ví dụ cho từng loại bao gồm: Niken (Nickel 200), Niken-Đồng (Monel-400 và Monel-500), Niken-Crom (Inconel 600 và Inconel X-750) và Niken-Crom-Molybden (Hastelloy C-276 và Inconel 625). Đối với các ứng dụng truyền tải khí chứa hydro, cần xem xét khả năng giòn do hydro, điều này bị ảnh hưởng bởi độ bền kim loại và áp suất riêng phần của hydro.

***Nickel base alloys:** Nickel based alloys used in components for gas transmission pipeline systems contain at least 50 weight % nickel and nickel contents up to 99+ weight % have been used. However, some tabulations of nickel alloys may list alloys with nickel contents as low as 30 weight %. Some of the major nickel alloy families and examples of each are as follows: Nickel (Nickel 200), Nickel-Copper (Monel-400 and Monel-500), Nickel-Chromium (Inconel 600 and Inconel X-750) and Nickel-Chromium-Molybdenum (Hastelloy C-276 and Inconel 625). For hydrogen-containing gas transmission applications, the potential for hydrogen embrittlement, which is affected by metal strength and hydrogen partial pressure should be considered.*

- **Hợp kim thép không gỉ:** Hợp kim sắt trở thành thép không gỉ khi chúng chứa hàm lượng crom tối thiểu từ 10-13% khối lượng. Có nhiều phân loại thép không gỉ, phụ thuộc vào hàm lượng hợp kim, cấu trúc tinh thể, cơ chế tăng cường độ bền và tỷ lệ giữa chất ổn định ferit và chất ổn định austenit. Các phân loại thép không gỉ, với ví dụ cho từng loại, bao gồm:

***Stainless steel alloys:** Ferrous alloys become stainless when they contain a minimum chromium content of at least 10-13 weight %. There are a number of stainless steel classifications, which are dependent upon the alloy content, crystalline lattice, strengthening mechanisms and the ratio of ferrite stabilizers to austenitic stabilizers. Stainless steel classifications, with examples of each type, are as follows:*

- Austenit (304, 304L, 316, 316L, 321, 347)
Austenitic (304, 304L, 316, 316L, 321, 347)
- Ferit (430)
Ferritic (430)
- Martensite (410)
Martensitic (410)
- Tăng cứng kết tủa (17-4 PH)
Precipitation hardening (17-4 PH)
- Song pha (329, SAF 2205).
Duplex (329, SAF 2205).

Các ký hiệu hợp kim trước đây là dành cho các sản phẩm rèn nhưng cũng có các hợp kim như CF-8, CF-3, CF-8M, CF-3M là các chất tương tự đúc của 304, 304L, 316 và 316L tương ứng. Trong số các loại thép không gỉ khác nhau, thép không gỉ dòng 300 và các chất tương tự đúc của chúng là loại được sử dụng phổ biến nhất trong các hệ thống đường ống truyền tải và có độ dai tuyệt vời ngay cả trong điều kiện hydro áp suất cao.

The preceding alloy designations were for wrought products but there are alloys such as CF-8, CF-3, CF-8M, CF-3M which are the cast analogs of 304, 304L, 316 and 316L respectively. Of the various stainless steels, the 300 series stainless steels and their cast analogs are the most commonly used in gas transmission piping systems and have excellent toughness even in high pressure hydrogen.

- **Hợp kim coban:** Các danh sách thương mại của hợp kim coban thường bắt đầu với hàm lượng coban tối thiểu ít nhất 40% khối lượng. Các hợp kim chống mài mòn như Stellite 6 hoặc Stellite 6B đôi khi được sử dụng làm lớp phủ trên các bộ phận van để giảm thiểu hư hại do ăn mòn và cải thiện tuổi thọ van.

***Cobalt alloys:** The commercial listings of cobalt alloys generally start with a minimum cobalt content of at least 40 weight %. Wear resistant alloys such as Stellite 6 or Stellite 6B are sometimes used as coatings on valve trims to minimise erosion damage and improve valve life.*

- **Hợp kim phi sắt:** Khi thuật ngữ hợp kim phi sắt được sử dụng trong tài liệu này, nó chỉ bao gồm hợp kim đồng, niken và coban. Nó không bao gồm nhôm hoặc các vật liệu phản ứng như titan hoặc zirconium.

***Non ferrous alloys:** When the term nonferrous alloys is used in this document, it includes only copper, nickel and cobalt alloys. It does not include aluminium or reactive materials such as titanium or zirconium.*

- **Hợp kim sắt:** Bao gồm trong danh mục này là thép cacbon, thép hợp kim thấp và tất cả các loại thép không gỉ bất kể các họ hợp kim này ở dạng đúc hay rèn.

***Ferrous alloys:** Included in this category are carbon-steel, low-alloy steel and all stainless steels irrespective of whether these alloy families are in cast or wrought form.*

- **Thép vi lượng hợp kim:** Mô tả rộng nhất của vi lượng hợp kim là việc sử dụng một lượng nhỏ các nguyên tố hợp kim để đạt được sự cải thiện về tính chất thép, dường như không tương xứng với lượng nguyên tố hợp kim được thêm vào. Các đặc tính thép có thể được cải thiện bao gồm độ bền,

độ dai, khả năng hàn và khả năng định hình. Kim loại phản ứng, đất hiếm, boron và các chất phụ gia kiểm soát hình dạng sulfua sẽ được bao gồm trong danh mục các tác nhân vi hợp kim theo định nghĩa rộng nhất.

Microalloyed steels: *The broadest description of microalloying is the use of small additions of alloying elements which achieve improvements of steel properties which seem to be out of proportion to the amount of alloying elements which are added. The steel characteristics which may be improved include strength, toughness, weldability and formability. Reactive metals, rare earths, boron and sulfide shape control additives would be included in the inventory of microalloying agents in the broadest definition.*

Định nghĩa hẹp hơn của vi lượng hợp kim là việc sử dụng một lượng nhỏ các nguyên tố hợp kim như vanadi, niobi và titan, là những chất tạo cacbua và nitrua mạnh, để đạt được sự cải thiện về độ bền, độ dai và khả năng hàn thông qua các bước xử lý nhiệt cơ học cụ thể.

A more restricted definition of microalloying is the use of small amounts of alloying additions of elements such as vanadium, niobium and titanium which are strong carbide and nitride formers to achieve improvements in strength, toughness and weldability through specific thermomechanical processing steps.

- **Tương đương cacbon và tham số thành phần:**

Carbon equivalent and the composition parameter

- Tương đương cacbon (C.E.) là một tham số được sử dụng để đánh giá khả năng hàn của thép cacbon và thép hợp kim thấp và mức độ dễ bị nứt trong quá trình hàn. Thép có tương đương cacbon thấp thường không yêu cầu xử lý nhiệt trước hoặc sau hàn. Những loại có tương đương cacbon trung bình có thể yêu cầu gia nhiệt trước và những loại có tương đương cacbon cao yêu cầu cả gia nhiệt trước và sau hàn.

Carbon equivalent (C.E.) is a parameter used to assess the weldability of carbon and low alloy steels and their susceptibility to cracking during welding. Steels with low carbon equivalents generally do not require any preheating or post heating treatment. Those with intermediate carbon equivalents may require preheating and those with high carbon equivalents require both preheating and post heating.

- Nói chung, tương đương cacbon từ 0,55 trở lên được coi là cao và tương đương cacbon dưới 0,35 được coi là thấp. Tuy nhiên, độ dày, nhiệt lượng hàn và các yếu tố khác cũng góp phần vào đánh giá tổng thể.

Generally carbon equivalents of 0.55 and above are considered to be high and carbon equivalents less than 0.35 are considered to be low. However, thickness, weld heat input and other factors enter the overall assessment.

- Cần lưu ý rằng nhiều mối quan hệ tương đương cacbon đã được phát triển và công bố qua nhiều năm. Một trong những mối quan hệ tương đương cacbon sớm nhất là như sau:

It should be noted that various carbon equivalent relationships have been developed and published over the years. One of the earliest carbon equivalent relationships is the following:

$$C.E. = \%C + \%Mn/6$$

- Mối quan hệ tương đương cacbon phổ biến nhất hiện đang được sử dụng là:

The most common carbon equivalent relationship currently in use is:

$$C.E. = \%C + \%Mn/6 + (\%Mo + \%Cr + \%V)/5 + (\%Ni + \%Cu)/15$$

- Một lợi ích chính của thép vi hợp kim là có thể đạt được tương đương cacbon thấp và các hợp kim này có khả năng chống nứt hàn tốt hơn. Đối với thép có hàm lượng cacbon hoặc tương đương cacbon thấp hơn, tham số thành phần Pcm đã được sử dụng như một chỉ số về độ nhạy nứt. Giới hạn chấp nhận được là tối đa 0,2% cho công thức sau:

A major benefit of microalloyed steels is that low carbon equivalents may be achieved and the alloys are more resistant to weld cracking. For steels with lower carbon contents or carbon equivalents, the composition parameter Pcm has been used as an indicator of cracking susceptibility. An acceptable limit is 0.2% maximum for the following:

$$Pcm = \%C + (\%Mn + \%Si + \%Cu + \%Co)/20 + \%Ni/60 + \%Mo/15 + \%V/10 + 5\%B$$

- **Kim loại cơ bản:** Vật liệu sẽ được hàn, hàn đồng hoặc hàn thiếc.

Base metal: *The material which is to be welded, brazed or soldered.*

- Vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ):** Phần của mối hàn, mối hàn đồng hoặc mối hàn thiếc không bị nóng chảy nhưng nơi các tính chất cơ học hoặc vi cấu trúc đã bị thay đổi bởi nhiệt của quá trình hàn, hàn đồng hoặc hàn thiếc. Cần lưu ý rằng một số quy trình cắt cũng có thể dẫn đến một vùng ảnh hưởng nhiệt rõ rệt.

Heat affected zone (HAZ): *That portion of a weld, braze or solder joint that has not melted but where mechanical properties or microstructure have been altered by the heat of welding, brazing or soldering. It should be noted that certain cutting processes may also result in a discernible heat affected zone.*

- Hợp kim austenit không ổn định:** Đây là các hợp kim austenit có thành phần hóa học khiến vi cấu trúc austenit dễ chuyển đổi sang martensite khi chịu các quá trình nhiệt cơ học liên quan đến các kết

hợp khác nhau của biến dạng và nhiệt độ giảm. Tỷ lệ tương đối giữa chất ổn định austenit và chất ổn định ferit là quan trọng trong quá trình chuyển đổi này.

Metastable austenitic alloys: *These are austenitic alloys which have a chemistry which renders the austenitic microstructure susceptible to transformation to martensite when subjected to thermomechanical processes involving various combinations of strain and reduced temperatures. The relative ratio of austenite stabilizer to ferrite stabilizer is significant in the transformation process.*

- **Hợp kim austenit ổn định:** Đây là các hợp kim có tỷ lệ cao giữa chất ổn định hoặc tạo austenit so với chất ổn định hoặc tạo ferit. Khi chịu biến dạng cao và nhiệt độ giảm, hợp kim austenit này sẽ không chuyển đổi sang martensite.

Stable austenitic alloys: *These are alloys which have a high ratio of austenite stabilizers or formers to ferrite formers or stabilizers. When subjected to high strain and reduced temperature, the austenitic alloy will not transform to martensite.*

- **Chất ổn định hoặc tạo austenit:** Đây là các nguyên tố thúc đẩy sự hình thành austenit và ổn định austenit khi chịu ứng suất ở nhiệt độ giảm. Chúng bao gồm: niken, cacbon, mangan, nitơ, coban và đồng. Có nhiều mối quan hệ thực nghiệm định lượng sức mạnh của các nguyên tố hợp kim khác nhau như chất ổn định hoặc tạo austenit

Austenite stabilizers or formers: *These are elements which promote austenitic formation and stabilize austenite when stressed at reduced temperatures. They include: nickel, carbon, manganese, nitrogen, cobalt and copper. There are various empirical relationships which quantify the strength of various alloying elements as austenite stabilizer or formers.*

- **Chất ổn định hoặc tạo ferit:** Đây là các nguyên tố thúc đẩy sự hình thành ferit và ổn định nó. Chúng bao gồm: crom, molybden, silic và niobi. Các mối quan hệ thực nghiệm định lượng sức mạnh của các nguyên tố hợp kim trong khả năng này đã được phát triển.

Ferrite stabilizer or formers: *These are elements which promote the formation of ferrite and stabilize it. These include: chromium, molybdenum, silicon and niobium. Empirical relationships which quantify the strength of the alloying elements in this capacity have been developed.*

- **Hệ số ổn định austenit (Δ)**

Austenite stability factor (Δ)

- Các hệ số ổn định austenit đã được phát triển để xác định khi nào thép không gỉ austenit có khả năng chuyển đổi sang martensite ở mức giảm lạnh cao tới 80%. Dưới đây là mối quan hệ hệ số ổn định của Griffith và Wright:

Austenite stability factors have been developed to determine when an austenite stainless steel would be likely to transform to martensite at cold reductions as high as 80%. Shown below are the Griffith and Wright Stability Factor Relationship:

$$\Delta = \text{Ni} - [(\text{Cr} + 1.5\text{Mo} - 20)^2 / 12 - 0.5\text{Mn} - 35\text{C} - \text{Cu} - 27\text{N} + 15]$$

- và công thức Post và Eberly đã sửa đổi (xem tài liệu tham khảo Hydro và Vật liệu):

and the modified Post and Eberly formula (see reference Hydrogen and Materials):

$$\Delta = \text{Ni} + 0.5\text{Mn} + 35\text{C} - 0.0833(\text{Cr} + 1.5\text{Mo} - 20)^2 - 12$$

- Số âm cho thấy xu hướng cao của austenit chuyển đổi sang martensite khi bị biến dạng mạnh. Nếu hàm lượng Ni lớn hơn 10,5% trong thép không gỉ dòng 300, Δ thường là dương và thép ổn định.

Negative numbers indicate a high tendency for austenite to martensite transformations when severely strained. If Ni content is greater than 10.5% in a 300 series stainless steel, Δ is usually positive and the steel is stable.

- **Nhiệt độ chuyển đổi từ austenit sang martensite**

Austenite to martensite transition temperatures

- Ms là nhiệt độ mà tại đó austenit không ổn định chuyển đổi sang martensite khi làm nguội. Mối quan hệ Eichelmann và Hull như sau:

Ms is the temperature at which metastable austenite transformation to martensite occurs on cooling. The Eichelmann and Hull Relationship is as follows:

$$M_s (^\circ\text{F}) = 75(14.6 - \text{Cr}) + 110(8.9 - \text{Ni}) + 60(1.33 - \text{Mn}) + 50(0.47 - \text{Si}) + 3000[0.068 - (\text{C} + \text{N})]$$

- Md30 là nhiệt độ mà tại đó 50% austenit sẽ chuyển đổi sang martensite ở mức biến dạng 30%. Dưới đây là mối quan hệ do Angel phát triển:

Md30 is the temperature at which 50% austenite will transform to martensite at 30% strain. Shown below is the relationship developed by Angel:

$$Md_{30} (^\circ\text{F}) = 413 - 462(\text{C} + \text{N}) - 9.2\text{Si} - 8.1\text{Mn} - 13.7\text{Cr} - 9.5\text{Ni} - 18.5\text{Mo}$$

- **Tương đương crom và niken**

Chromium and nickel equivalents

- Mối quan hệ phổ biến nhất để tính toán tương đương crom là như sau:

The most common relationship for the calculation for the chromium equivalent is as follows:

$$\text{Cr eq} = \% \text{Cr} + \% \text{Mo} + 1.5 \% \text{Si} + 0.5 \% \text{Nb}$$

- Mối quan hệ phổ biến nhất để tính toán tương đương niken là như sau:

The most common relationship for the calculation of the nickel equivalent is as follows:

$$\text{Ni eq} = \% \text{Ni} + 30 \% \text{C} + 0.5 \% \text{Mn}$$

- Kết hợp với "Biểu đồ Shaeffler" [], tương đương crom và niken có thể được sử dụng để dự đoán xu hướng hình thành ferit và austenit của thép không gỉ austenit trong kim loại hàn và kim loại đúc. Cần lưu ý rằng các mối quan hệ mới hơn bao gồm ảnh hưởng của các nguyên tố khác ảnh hưởng đến sự hình thành hoặc ổn định của austenit và ferit cũng tồn tại.

In conjunction with a "Shaeffler Diagram" [], chromium and nickel equivalents can be used to predict the ferrite and austenite forming tendencies of austenitic stainless steels in weld metals and cast metals. It should be noted that newer relationships which include the effects of other elements which affect austenite and ferrite formation or stability do exist.

- Vận tốc:** Lưu lượng thể tích tại áp suất và nhiệt độ thực tế chia cho diện tích mặt cắt ngang bên trong của ống

Velocity: The volumetric flowrate at the actual pressure and temperature divided by the pipe inside cross-sectional area

- Áp suất khí:** Áp suất khí là áp suất vận hành của hệ thống đường ống.

Gas Pressure: The Gas Pressure is the operating pressure of the piping system.

4. Triết lý thiết kế / *Design philosophy*

4.1. Tiêu chí chung / *General criteria*

- Việc vận hành an toàn của hệ thống đường ống truyền tải phụ thuộc vào nhiều yếu tố có thể ảnh hưởng lẫn nhau. Chương này mô tả các rủi ro và nguy cơ chính liên quan đến hệ thống CO và Syngas và cách thức các mối nguy này có thể được giảm thiểu bằng thiết kế kỹ thuật tốt.

The safe operation of a transmission piping system depends on various factors which can influence each other. This chapter describes the principal risks and hazards associated with CO and Syngas systems and the manner in which the hazards can be minimized by good engineering design.

- Hệ thống đường ống truyền tải hoặc phân phối carbon monoxide hoặc Syngas an toàn, bao gồm tất cả các thành phần của nó, là hệ thống được thiết kế có tính đến:

A safe carbon monoxide or Syngas piping transmission or distribution system, including all its components, is one that is designed taking into account:

- Điều kiện địa phương, ví dụ: vùng động đất, đặc điểm đất.

Local conditions e.g. seismic zone, soil characteristics.

- Các quy chuẩn đường ống áp dụng cho thiết kế cơ học (bao gồm định mức áp suất và độ dày thành) và lắp đặt.

Applicable piping codes for mechanical design (including pressure rating and wall thickness) and installation.

- Điều kiện vận hành liên quan đến thành phần môi chất, vận tốc khí, áp suất, nhiệt độ và điểm sương.

Conditions of service with respect to fluid composition, gas velocity, pressure, temperature and dew point.

- Lựa chọn vật liệu kim loại.

Selection of metallic materials.

- Lựa chọn vật liệu phi kim.

Selection of non metallic materials.

- Luật và quy định quốc gia áp dụng chung cho đường ống truyền tải khí và đặc biệt cho các hệ thống dễ cháy.

National laws and regulations which apply to gas transmission pipelines generally and flammable systems specifically.

- Tiêu chuẩn về độ sạch cho vận hành.

Standards of cleanliness for service.

- Bộ quy tắc thực hành ngành liên quan đến hệ thống CO và Syngas.

Industry codes of practice relating to CO and Syngas systems.

- Các yếu tố nguy cơ như tính dễ cháy và độc tính của hệ thống Carbon monoxide và Syngas.

Hazard considerations such as flammability and toxicity of Carbon monoxide and Syngas systems.

- Đường ống truyền tải hoặc phân phối được chế tạo từ vật liệu phi kim, chẳng hạn như nhựa hoặc vật liệu composite, không được khuyến nghị do có khả năng tiếp xúc với hư hỏng bên ngoài.
Transmission or distribution pipelines fabricated from non metallic material, such as plastic or composite material are not recommended because of potential exposure to external damage.

4.2. Đặc tính của khí tổng hợp Syngas / *Properties of syngas*

- Khí tổng hợp Syngas, như thuật ngữ được hiểu trong tài liệu này và phần lớn trong ngôn ngữ công nghiệp nói chung, đề cập đến hỗn hợp chủ yếu là Hydro (H_2) và carbon monoxide (CO), cũng có thể chứa nồng độ đáng kể nhưng thấp hơn của metan (CH_4) và carbon dioxide (CO_2) cũng như một lượng nhỏ tạp chất như clorua, hợp chất lưu huỳnh và Hydrocacbon nặng hơn.
Syngas, as the term is meant in this document and for the most part in general industry parlance, refers to a mixture primarily of hydrogen (H_2) and carbon monoxide (CO) which may also contain significant but lower concentrations of methane (CH_4) and carbon dioxide (CO_2) as well as smaller amounts of impurities such as chlorides, sulphur compounds, and heavier hydrocarbons.
- Điều đặc biệt quan trọng là phải loại trừ nước khỏi đường ống trong dịch vụ CO hoặc Syngas vì sự hiện diện của nước gây ra các vấn đề ăn mòn nghiêm trọng, không được đề cập trong tài liệu này.
It is particularly important to exclude water from pipelines in CO or Syngas service since the presence of water introduces serious corrosion issues, which are not addressed in this document.
- Nếu biết hoặc nghi ngờ rằng nước trên mức quy định trong Phụ lục G có trong dòng khí, thì phải sử dụng các phương pháp và yêu cầu vượt quá các phương pháp và yêu cầu của tài liệu này để đảm bảo hệ thống an toàn và đáng tin cậy.
If it is known or suspected that water above the level specified in Appendix G is present in the gas stream, then methods and requirements beyond those of this document must be used to ensure a safe and reliable system.
- Trong phạm vi quan tâm của tài liệu này, có nhiều điểm tương đồng giữa H_2 và CO cũng như một số điểm khác biệt quan trọng. Các yêu cầu đối với Syngas là sự kết hợp giữa các thực hành an toàn cho H_2 và CO, vì cả hai đều hiện diện với tỷ lệ đáng kể. Trên thực tế, điều này có nghĩa là các yêu cầu hạn chế hơn của cả H_2 và CO đều được áp dụng.
Within the concern of this document, there are many similarities between H_2 and CO as well as some important differences. The requirements for Syngas are a combination of safe practices for H_2 and CO, since both are present in significant proportions. In practice this means that the more restrictive of both the H_2 and CO requirements apply.
- Để đáp ứng điều này, việc đặt một số ngưỡng đối với hỗn hợp của chúng là rất hữu ích, vượt quá ngưỡng đó, chúng ta bắt đầu coi chúng là Khí tổng hợp Syngas. Thực hành sau đây thường có thể được sử dụng an toàn với các yêu cầu của tài liệu này, miễn là đánh giá kỹ thuật được áp dụng để xác minh rằng không có điều kiện nào tồn tại trong một ứng dụng cụ thể cho thấy cách xử lý khác.
To accommodate this it is very helpful to set some thresholds on mixtures of them beyond which we start to consider them Syngas. The following practice can generally be safely used with the requirements of this document provided engineering judgment is applied to verify that no conditions exist in a particular application which would suggest other treatment.
- Xem Phụ lục G để biết các tiêu chí thành phần để áp dụng tài liệu này cho hệ thống sử dụng CO và Syngas.
See Appendix G for the composition criteria for application of this document for CO and Syngas services.

4.2.1. Tính dễ cháy / *Flammability*

- Cả CO và H_2 đều là khí dễ cháy
Both CO and H_2 are flammable gases

4.2.1.1. Hydro / *Hydrogen*

- Hydro nhẹ hơn không khí, rất dễ cháy, dễ bắt lửa, nóng lên khi giảm áp suất, không hỗ trợ hô hấp và là một trong những loại khí khó ngăn rò rỉ nhất. Ở trạng thái tinh khiết, nó thể hiện một số cơ chế ăn mòn độc đáo và khi kết hợp với ngay cả một lượng nhỏ tạp chất (ppm), các mối lo ngại về ăn mòn có thể nhân lên.
Hydrogen is lighter than air, highly flammable, easily ignited, heats up when reduced in pressure, does not support breathing and is one of the most difficult gases to prevent from leaking. In the pure state, it presents some unique corrosion mechanisms and when combined with even small impurities (ppm), the corrosion concerns can multiply.
- Hydro cháy trong không khí với ngọn lửa màu xanh nhạt, gần như vô hình, làm tăng nguy cơ thương tích trong trường hợp hỏa hoạn.

Hydrogen burns in air with a pale blue, almost invisible flame which increases the risk of injury in case of fire.

- Giới hạn cháy trên và dưới trong không khí là:
The lower and upper flammability limits in air are:
LFL: 4%
UFL: 75%
- Nhiệt độ bắt lửa tối thiểu của hỗn hợp Hydro-không khí là 500°C.
The minimum ignition temperature of hydrogen-air mixtures is 500°C.
- Hỗn hợp Hydro-không khí cực kỳ dễ bắt lửa, chỉ cần năng lượng đánh lửa 0,017 mJ so với 0,25 mJ đối với Hydrocacbon.
Hydrogen-air mixtures are extremely easy to ignite requiring only 0.017 mJ ignition energy compared to 0.25 mJ for hydrocarbons.
- Tốc độ lan truyền ngọn lửa tối đa lên tới 3 m/s trong không khí.
The maximum flame propagation rate is up to 3 m/s in air.
- Mặc dù sự tự bốc cháy của rò rỉ và đường xả ra khí quyền luôn có khả năng xảy ra với bất kỳ khí dễ cháy nào, nhưng Hydro đặc biệt dễ bị hiện tượng này. Điều này là do năng lượng đánh lửa thấp của Hydro và thực tế là, không giống như hầu hết các loại khí, Hydro tăng nhiệt độ khi nó giãn nở từ áp suất cao xuống áp suất thấp hơn. Xu hướng tự bốc cháy của rò rỉ và đường xả này, kết hợp với việc khó nhìn thấy ngọn lửa khiến rò rỉ nhỏ trở thành nguy cơ gây thương tích nghiêm trọng cho nhân viên.
Although auto-ignition of leaks and atmospheric vents is always a possibility with any flammable gas, hydrogen is especially prone to this phenomenon. This is due to hydrogen's low ignition energy and the fact that, unlike most gases, hydrogen increases in temperature when it expands from a higher to a lower pressure. This tendency towards auto-ignition of leaks and atmospheric vents, combined with the difficulty in seeing the flame make small leaks a serious potential personnel injury risk.
- Để giảm thiểu rủi ro về cháy, phải xem xét thực hành phòng cháy chữa cháy và đào tạo người vận hành (xem chương 9 và 10).
In order to mitigate fire risks, fire prevention practice and operator training shall be considered (see chapters 9 and 10).

4.2.1.2. Carbon monoxide

- Carbon monoxide là một chất khí dễ cháy.
Carbon monoxide is a flammable gas.
- Khi được đốt cháy trong không khí, nó cháy với ngọn lửa màu xanh lam ít chiếu sáng. Quá trình đốt cháy này tạo ra carbon dioxide (CO₂).
Ignited in air, it burns with a little illuminating blue flame. This combustion issues carbon dioxide (CO₂).
- The flammability limits in air are:
Giới hạn cháy trong không khí là:
LFL: 12.5%
UFL: 74%
- Nhiệt độ tự bốc cháy tối thiểu trong không khí là 630°C.
The minimum auto ignition temperature in air is 630°C.
- Để giảm thiểu rủi ro về cháy, phải xem xét thực hành phòng cháy chữa cháy và đào tạo người vận hành (xem chương 9 và 10)
In order to mitigate fire risks, fire prevention practice and operator training shall be considered (see chapters 9 and 10)

4.2.2. Độc tính / Toxicity

- Carbon monoxide là một loại khí độc (xem ghi chú).
Carbon monoxide is a toxic gas (see note).
- Vì lý do này, bất kỳ dự án đường ống CO hoặc Syngas nào cũng nên được coi là “cực kỳ quan trọng” theo nghĩa yêu cầu xem xét quản lý rủi ro chi tiết dưới sự chịu trách nhiệm của chủ sở hữu.
For this very reason, any CO or Syngas pipeline project should be considered as “critical” in the sense of requiring a detailed risk management review under the responsibility of the owner.
- Lưu ý: Carbon monoxide nhanh chóng cố định trên huyết sắc tố, gây giảm hô hấp tế bào, đặc biệt có hại cho hệ thần kinh trung ương. Do đó, điều quan trọng là phải hiểu tác động

tiềm ẩn của việc tiếp xúc với các nồng độ carbon monoxide khác nhau, có thể gặp phải để cung cấp một môi trường an toàn.

Note: Carbon monoxide is quickly fixed on haemoglobin, causing a decrease in cellular respiration, which is particularly harmful to the central nervous system. Therefore, it is important to understand the potential effect of exposure to various concentrations of carbon monoxide, which may be encountered so as to provide a safe environment.

- Giới hạn ngưỡng khuyến nghị cho carbon monoxide là 50 ppm, là nồng độ trong không khí mà hầu hết người lao động có thể tiếp xúc trong suốt 8 giờ làm việc mỗi ngày và 40 giờ làm việc mỗi tuần mà không có tác động bất lợi.

A threshold limit value of 50 ppm is recommended for carbon monoxide, as a concentration in air to which nearly all workers may be exposed during an 8-hour workday and 40-hour workweek, without adverse effects.

- Hậu quả của việc tiếp xúc với nồng độ cao hơn được thể hiện trong bảng dưới đây:

The consequences of exposure to higher concentrations are shown in the table below:

- Bảng các ảnh hưởng của carbon monoxide đối với sức khỏe và tính mạng

Table of the effects of carbon monoxide on health and life

Nồng độ tính bằng ppm <i>Concentration in ppm</i>	Hậu quả <i>Consequences</i>
50	Giới hạn chịu đựng khi tiếp xúc lâu <i>Limit of tolerance for long exposure</i>
50 đến 100	Sau vài ngày, ngộ độc mãn tính <i>After some days, chronic poisoning</i>
200	Ngộ độc bán cấp <i>Subacute poisoning</i>
1000-1500	Đau đầu, buồn nôn, ngộ độc và tử vong nếu tiếp xúc kéo dài (hơn 30 phút) <i>Headache, nausea, poisoning and fatal in case of prolonged exposure (more than 30 minutes)</i>
2500	Bất tỉnh nhanh chóng, tử vong trong vòng một hoặc hai giờ <i>Rapid collapse, death in one or two hours</i>
3760	LC50, tiếp xúc một giờ <i>LC50, one hour exposure</i>
5000	Ngộ độc nặng, tử vong trong vòng chưa đầy một giờ <i>Massive poisoning, death in less than one hour</i>
10000	Tử vong trong 10 đến 15 phút <i>Death in 10 to 15 minutes</i>
50000	Ngộ độc tức thì, tử vong ngay lập tức <i>Instantaneous poisoning, immediately fatal</i>

- Xác suất tử vong do phơi nhiễm chất độc cũng có thể được xác định bằng phương trình probit. Một số thông tin về phương trình probit được cung cấp trong Phụ lục J.

The probability of fatality from a toxic exposure can also be determined using probit equations. Some information about probit equations is given in Appendix J.

- Để ngăn ngừa việc người lao động tiếp xúc quá mức, các yêu cầu an toàn chung theo 9.3 phải được tuân thủ.

To prevent workers from overexposure the general safety requirements according to 9.3 shall be observed.

- Bên cạnh đó, phải đặc biệt chú ý đến việc đào tạo (xem chương 9.4)

Besides, special attention shall be paid on training (see chap.9.4)

- Đáng chú ý là phải xem xét các phương tiện sau:

Notably the following means shall be considered:

- Thiết bị phát hiện CO cá nhân
Individual CO detection device
- Phát hiện và giám sát CO cố định tại các trạm
Permanent CO detection and monitoring in stations
- Hệ thống phát hiện rò rỉ trên đường ống
Leak detection system on pipeline

- Trong trường hợp thông thổi hoặc xả, chương 9.7 phải được tuân thủ.

In case of purging or venting chapter 9.7 shall be observed.

- Ngoài độc tính của chính nó, Carbon monoxide còn chịu các phản ứng hóa học nguy hiểm. Khi tiếp xúc với một số kim loại nhất định, nó có thể tạo ra các carbonyl kim loại dễ bay hơi.
In addition to its own toxicity Carbon monoxide is subjected to dangerous chemical reactions In contact with certain metals it may create volatile metal carbonyls
- Kết hợp với clo, CO tạo ra phosgene gây chết người ở nồng độ 50 ppm.
Combined with chlorine, CO produces phosgene which is lethal at 50 ppm.
- Bất kỳ vấn đề nào liên quan đến độc tính, chẳng hạn như bảo vệ chống quá áp, bảo trì, sửa chữa, v.v. ..., phải được xử lý theo chương này.
Any toxicity related issue, such as protection against overpressure, maintenance, repairs, etc....., shall be dealt with considering this chapter.

4.2.3. Brittle fracture and environmental damage mechanisms / Cơ chế gãy giòn và hư hỏng môi trường

- Có một số cơ chế gãy giòn hoặc tác động suy thoái do Hydro gây ra. Tất cả những điều này được mô tả trong Phụ lục B. Tuy nhiên, không phải tất cả những điều này đều liên quan đến khí Hydro khô, carbon monoxide khô và hỗn hợp của chúng. Phải đặc biệt chú ý đến CO và hỗn hợp CO vì sự hiện diện đồng thời của CO, dấu vết của CO₂ và dấu vết của H₂O ở nhiệt độ dưới điểm sương sẽ tạo ra môi trường dễ bị nứt vỡ do ăn mòn ứng suất khi sử dụng carbon và thép hợp kim thấp. Cơ chế gãy giòn và hư hỏng môi trường liên quan đến việc truyền tải các loại khí này qua đường ống như sau:
There are a number of brittle fracture mechanisms or degradation effects attributed to hydrogen. These are all described in Appendix B. However, not all of these are pertinent to dry hydrogen gas, dry carbon monoxide and their mixtures. Special attention shall be given to CO and CO mixtures as the simultaneous presence of CO, traces of CO₂ and traces of H₂O at temperatures below the dew point, will provide a susceptible environment for stress corrosion cracking in the use of carbon and low alloy steels. Brittle fracture and environmental damage mechanisms that are pertinent to the transmission of these gases via pipelines are as follows:
- Đối với ăn mòn bên trong
For internal corrosion
 - Hiện tượng giòn Hydro (HGE) ở nhiệt độ môi trường xung quanh
Hydrogen gas embrittlement (HGE) at ambient temperature
 - Nứt vỡ do ăn mòn ứng suất (SCC) của carbon và thép hợp kim thấp trong môi trường CO
Stress corrosion cracking (SCC) of carbon and low alloy steels in CO environments
- Đối với ăn mòn bên ngoài trên tất cả các đường ống
For external corrosion on all pipelines
 - Nứt vỡ do ăn mòn ứng suất (SCC) của vật liệu ống dẫn trong môi trường ngầm.
Stress corrosion cracking (SCC) of line pipe materials in underground environments.
- HGE bao gồm một số tác động khác nhau được mô tả chi tiết trong Phụ lục B. SCC của vật liệu ống dẫn trong môi trường ngầm là một hiện tượng có thể liên quan đến một số yếu tố như lớp phủ bị lỗi, bảo vệ catốt không đúng cách và điều kiện đất kém. SCC của carbon và thép hợp kim thấp trong môi trường carbon monoxide thường là do sự hiện diện của các chất gây ô nhiễm trong carbon monoxide. Cả hai cơ chế SCC đều được đề cập chi tiết hơn trong Phụ lục B.
HGE covers a number of different effects which are described in detail in Appendix B. SCC of line pipe materials in underground environments is a phenomenon which may be linked to a number of factors such as defective coatings, improper cathodic protection and poor soil conditions. SCC of carbon and low alloy steels in carbon monoxide environments is usually attributed to the presence of contaminants in the carbon monoxide. Both SCC mechanisms are covered in more details in Appendix B.
- Thuật ngữ “sự tấn công của Hydro” đôi khi được sử dụng không đúng cách khi xem xét các đường ống Hydro. Tấn công Hydro chỉ xảy ra ở nhiệt độ từ 200°C trở lên và do đó không liên quan đến đường ống Hydro (xem Phụ lục B để biết thêm thông tin về các chế độ suy thoái ở nhiệt độ cao).
The term “hydrogen attack” is sometimes improperly used when hydrogen pipelines are considered. Hydrogen attack only occurs at temperatures of 200°C or more and consequently is not relevant to hydrogen pipelines (see Appendix B for more information about high temperature degradation modes).
- Ba hiện tượng được đề cập ở trên có thể dẫn đến hỏng hóc thảm khốc. Các phương pháp tiếp cận mà theo đó rủi ro liên quan đến các cơ chế này có thể được giảm thiểu bao gồm giảm mức độ ứng suất toàn cầu như được mô tả trong đoạn 4.3.2.1 và lựa chọn vật liệu cẩn thận như được mô tả trong đoạn 4.3. Các quy trình giảm thiểu sự hiện diện của H₂O và CO₂ có lợi cho các dịch vụ CO như được chỉ ra trong đoạn 4.2.3.

The three above mentioned phenomena could lead to catastrophic failures. Approaches by which the risks associated with these mechanisms can be minimised include reductions in global stress levels as described in paragraph 4.3.2.1 and careful materials selection as described in paragraph 4.3. Procedures which minimise H₂O and CO₂ presence are beneficial for CO services as indicated in paragraphs 4.2.3.

4.3. Vật liệu kim loại / *Metallic materials*

4.3.1. Tổng quan / *Generalities*

4.3.1.1. Độ bền, độ cứng và cấu trúc vi mô / *Strength, hardness and microstructure*

- Nhiều vật liệu kim loại có thể bị giòn trong môi trường chứa khí Hydro. Chúng bao gồm thép (đặc biệt là thép cường độ cao), thép không gỉ và hợp kim niken.

Many metallic materials can suffer embrittlement in environments containing hydrogen gas. These include steels (especially high strength steels), stainless steel, and nickel alloys.

- Thép được sử dụng trong dịch vụ đường ống dẫn khí chứa Hydro phải có độ cứng tối đa khoảng 22 HRC (Độ cứng Rockwell C) hoặc 250 HB (Độ cứng Brinell). Giới hạn độ cứng này xấp xỉ tương đương với giới hạn độ bền kéo khoảng 116 Kpsi (800 MPa). Mỗi hàn cũng phải có độ cứng tối đa là 22 HRC hoặc 250 HB. Cần lưu ý rằng vùng hàn thường cứng hơn và do đó dễ bị giòn hơn kim loại cơ bản.

Steels used in hydrogen – containing gas pipeline service should have a maximum hardness of approximately 22 HRC (Hardness Rockwell C) or 250 HB (Hardness Brinell). This hardness limit is approximately equivalent to a tensile strength limit of about 116 Kpsi (800 MPa). Welds should also have a maximum hardness of 22 HRC or 250 HB. It shall be noted that the welded zone is often harder and therefore more susceptible to embrittlement than the base metal.

- Để đạt được độ cứng vùng hàn chấp nhận được, có thể cần sử dụng thép có cường độ thấp hơn so với chỉ định ở trên (500 MPa). Các quy trình hàn đặc biệt và xử lý nhiệt trước hoặc sau khi hàn có thể là một phương pháp khác.

To achieve an acceptable weld zone hardness, it may be necessary to use lower strength steels than indicated above (500 MPa). Special welding procedures and pre or post welding thermal treatments may be another approach.

- Trong các hệ thống đường ống, có thể cần “bộ đệm” thường là bình chịu áp không hàn. Thép được sử dụng cho bình không hàn có thể có độ bền kéo tối đa (UTS) lên đến 950 MPa (ISO 9809 và ISO 11120).

In the pipeline systems, there may be a need for “buffers” which are usually seamless pressure vessels. Steels used for seamless vessels may have an ultimate tensile strength (UTS) up to 950 MPa (ISO 9809 and ISO 11120).

- Các hợp kim kỹ thuật được sử dụng ở các vị trí quan trọng phải có độ bền cao ở trạng thái chế tạo và tương đối không nhạy cảm với các vấn đề về hàn, ví dụ: vùng cứng/giòn, vết nứt vi mô, vết nứt, v.v.

The engineering alloys used in critical locations should have high toughness levels in the fabricated condition and be relatively insensitive to welding problems, e.g., hard/brittle areas, microcracks, fissures etc.

- Có một số biến số có thể ảnh hưởng đến mức độ nghiêm trọng của các cơ chế giòn gặp phải như độ tinh khiết, nhiệt độ và áp suất. Người ta thường công nhận rằng xu hướng giòn trong môi trường Hydro tăng lên khi áp suất tăng.

There are a number of variables, which can affect the severity of the embrittlement mechanisms encountered such as purity, temperature and pressure. It is generally recognised that the tendency for embrittlement in hydrogen atmospheres increases with increasing pressure.

- Nhìn chung, những điều sau đây là những cân nhắc quan trọng về luyện kim đối với HGE:

In general, the following are significant metallurgical considerations for HGE:

- Ưu tiên sử dụng hợp kim có cấu trúc vi mô hạt mịn đồng nhất
Use of alloys with homogenous fine-grained microstructures is preferred
- Tránh các hợp kim có độ cứng hoặc cường độ cao quá mức, xem ở trên.
Avoidance of excessively hard or high strength alloys, see above.
- Sử dụng thép có độ sạch được tăng cường để giảm thiểu các tạp chất phi kim loại, làm giảm độ bền và khả năng chống giòn Hydro.
Use of steels with enhanced cleanliness so non-metallic inclusions, which reduce toughness and hydrogen embrittlement resistance are minimized.
- Các thành phần không có khuyết tật bề mặt và bên trong đáng kể
Components free from significant surface and internal defects

- Liên quan đến những điều trên, có thể có những quan điểm khác nhau về mức độ áp dụng những điều trên và ở áp suất nào. Phụ lục D đề cập rất chi tiết về nội dung trước đó. Mỗi người dùng phải xác định xem những cân nhắc nào ở trên nên được áp dụng cho các ứng dụng cụ thể của họ.

With respect to the above, there may be somewhat different positions on the degree to which the above are applied and at what pressures. Appendix D covers the preceding in great detail. Each user must determine which of the above considerations should be applied to their specific applications.

- Yêu cầu về ứng suất đối với thép carbon được trình bày chi tiết bên dưới trong tiểu đoạn 4.3.2.

The stress requirement for carbon steel is detailed below in subparagraph 4.3.2.

4.3.1.2. Hàn / Welding

- Tính chất cơ học của mối hàn: Quy trình hàn và trình độ của người vận hành nên xác minh rằng mẫu hàn đáp ứng các yêu cầu về độ bền và độ bền giống như kim loại mẹ

Mechanical properties of welds: Welding processes and operators qualification should verify that weld sample meet the same strength and toughness requirement as the parent metal

- Mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt của mối hàn (HAZ): Mức độ cứng của mối hàn và HAZ của mối hàn không nên vượt quá Rockwell C 22, tương đương với 250 HB hoặc Vickers 248. Việc xác định độ cứng phải được thực hiện thông qua các đường ngang vi độ cứng trên các mẫu kim loại được gắn đã được lấy ra khỏi các mẫu kiểm tra trình độ hàn của quy trình/người vận hành. Nên xem xét các thử nghiệm độ cứng sản xuất (xem tiểu đoạn 7.7.2.4)

Weld and weld Heat Affected Zone (HAZ): The hardness level of welds and the weld HAZ should not exceed Rockwell C 22 which is equivalent to 250 HB or Vickers 248. The hardness determination is to be made via microhardness traverses on mounted metallographic samples removed from process/operator weld qualification samples. Production hardness tests should be considered (see subparagraph 7.7.2.4)

4.3.1.3. Điều kiện bề mặt / Surface condition

- Bề mặt bên trong không nên có khuyết tật như vết xước, vết khía, cặn cacbon và ăn mòn.

Inside surface should be free of defects such as scratches, notches, carbon deposits and corrosion.

4.3.1.4. Thử nghiệm thủy tĩnh / Hydrostatic tests

- Ống phải được thử nghiệm trong khoảng từ 75% đến 100% giới hạn chảy tối thiểu quy định (SMYS) với thời gian giữ áp suất ít nhất 5 - 10 giây tùy thuộc vào đường kính.

Pipe shall be tested between 75% and 100% of the specified minimum yield strength (SMYS) with a holding time at pressure of at least 5 - 10 seconds depending on the diameter.

4.3.1.5. Kiểm tra / Inspection

- Vật liệu, nguồn sản xuất vật liệu, tất cả các giai đoạn thử nghiệm, mẫu thử nghiệm, kết quả, v.v. phải có sẵn để kiểm tra và phê duyệt.

The materials, source of materials manufacturing, all phases of testing, test specimens, results, etc. shall be available for inspection and approval.

4.3.2. Thép cacbon / Carbon steels

4.3.2.1. Tổng quan / General

- Thép cacbon là họ hợp kim được sử dụng phổ biến nhất trong đường ống dẫn khí. Các thông số kỹ thuật thép cacbon khác nhau cho đường ống được liệt kê trong Phụ lục C. Việc lựa chọn loại cụ thể sẽ phụ thuộc vào nhiều yếu tố, chẳng hạn như mức độ khắc nghiệt của dịch vụ và khả năng cung cấp. Do độc tính của carbon monoxide và Syngas và khả năng nứt gãy do ăn mòn ứng suất, cần xem xét duy trì ứng suất thấp trên đường ống. Hệ số thiết kế từ 25% đến 30% SMYS được khuyến nghị trong tài liệu. Ví dụ:

Carbon steel is the alloy family most commonly used in gas transmission pipelines. Various carbon steel specifications for pipelines are listed in Appendix C. The choice of the specific grade will depend on many factors, such as the severity of the service and the availability. Due to the toxicity of carbon monoxide and Syngas and the possibility of stress corrosion cracking, consideration should be given to maintain low stress on the pipeline. A design factor between 25% and 30% SMYS is recommended in the literature. For example:

- Áp suất nạp CO được giới hạn ở mức 100 bar trong chai thép có áp suất vận hành ít nhất là 150 bar. Với những điều kiện này, ứng suất tối đa trong thép tương ứng với 25% SMYS (tham khảo EIGA Doc 95).

The CO filling pressure is limited to 100 bar in steel cylinder whose service pressure is at least 150 bar. With these conditions, the maximum stress in the steel corresponds to 25% of the SMYS (refer to EIGA Doc 95).

- Hệ số thiết kế nhỏ hơn 30% SMYS được khuyến nghị bởi BS 8010 cho các đường ống vận chuyển các chất thuộc loại D. Các chất thuộc loại D này được định nghĩa là các chất dễ cháy và độc hại, là chất khí ở nhiệt độ môi trường xung quanh và điều kiện áp suất khí quyển, do đó bao gồm cả CO.

A design factor of less than 30 % of the SMYS is recommended by the BS 8010 for pipelines conveying category D substances. These category D substances are defined as flammable and toxic substances, which are gases at ambient temperature and atmospheric pressure conditions, thus including CO.

4.3.2.2. Xử lý nhiệt / Heat treatment

- Nên tránh sử dụng các dạng nguyên bản sau gia công từ nhà máy (chưa được thường hóa) khi có thể, do độc tính của CO. Việc cung cấp vật liệu thép carbon ở trạng thái đã được thường hóa đảm bảo tạo ra cấu trúc vi mô đồng nhất với hạt mịn, giúp tăng độ bền và được ưu tiên. Cần lưu ý rằng các ống hàn phải được thường hóa cục bộ tại mối hàn (xem thêm mục 7.2.3). Ngoài ra, cần đặc biệt chú ý đến tình trạng bề mặt của các dạng hợp kim từ nhà máy trong và sau quá trình xử lý nhiệt.

It is recommended that as-worked mill forms (not normalized) be avoided when practical to do so due to the toxicity of CO. Supplying carbon steel materials in the normalized condition assures the presence of fine grained homogenous microstructures which results in greater toughness and this is preferred. It should be noted that seam welded pipes must be normalized locally in the seam weld (see also subparagraph 7.2.3). Special attention also should be given to the surface condition of alloy mill forms during and after heat treatment

4.3.2.3. Thành phần hóa học / Chemistry

- Tổng quan / General

Tất cả các loại thép ống dẫn và sản phẩm từ Phụ lục C đều có phạm vi thành phần quy định cho các nguyên tố hóa học. Giới hạn thành phần hóa học được thực hiện trong luyện kim thép carbon thông thường thường được coi là phù hợp cho các ứng dụng đường ống Syngas và carbon monoxide. Với các quy trình nấu chảy mới hơn, có thể giảm lưu huỳnh và photpho. Việc sử dụng mức lưu huỳnh và photpho thấp hơn là một phương pháp giúp tăng cường độ bền của thép và do đó nên được xem xét cho các ứng dụng khắc nghiệt.

All of the line pipe steels and products from Appendix C have specified compositional range for chemical elements. Chemical composition limits as practiced in conventional carbon steel metallurgy have generally been found to be suitable for Syngas and carbon monoxide pipeline applications. With newer melting processes, reduced sulphur and phosphorous are possible. The use of lower sulphur and phosphorous levels is an approach which enhances steel toughness and therefore should be considered for severe applications.

- Tương đương cacbon

Carbon equivalent

Tương đương cacbon (CE) tối đa là 0.43

The maximum carbon equivalent (CE) is 0.43

- Nồng độ của các nguyên tố hợp kim

Concentrations of alloy elements

Tất cả các nguyên tố được bổ sung một cách có chủ ý phải được báo cáo như canxi và đất hiếm để kiểm soát hình dạng sunfua, nhôm để khử oxy và các nguyên tố có thể được sử dụng trong tính toán tương đương cacbon.

All elements which are deliberately added are to be reported such as calcium and rare earths for sulphide shape control, aluminium for deoxidization and elements which may be used in carbon equivalent calculations.

4.3.2.4. Yêu cầu về độ bền kéo / Tensile strength requirements

- Loại hợp kim thép carbon được chọn nên có độ bền kéo thấp nhất có thể phù hợp với ứng dụng thực tế. Do dễ bị một số dạng ăn mòn trong môi trường hydro hoặc carbon monoxide, việc thay thế vật liệu có độ bền cao hơn thường không phải là một cải tiến. Độ bền kéo tối đa 800 MPa (116 Kpsi) được khuyến nghị.

The carbon steel alloy grade that is selected should have the lowest possible tensile strength consistent with the actual application. Because of greater susceptibility to some forms of corrosion in a hydrogen or carbon monoxide environment, substituting a higher strength material is generally not an improvement. A maximum tensile strength of 800 MPa (116 Kpsi) is recommended.

4.3.2.5. Yêu cầu về độ bền / Toughness requirement

- Khi áp suất đường ống tăng lên, độ bền ngày càng trở nên quan trọng. Thép và các dạng cán được xác định bằng chú thích (1) trong Phụ lục C phải đáp ứng các yêu cầu thử nghiệm va đập trong các thông số kỹ thuật API, ASTM hiện hành. Nói chung, các dạng nguyên bản phải đáp ứng các yêu cầu về độ bền và đập được làm từ thép khử oxy theo phương pháp hạt mịn.

As the pipeline pressure increases, toughness is increasingly important. Steels and the mill forms identified with the footnote (1) in Appendix C have to meet impact test requirements in the applicable API, ASTM specifications. Generally, the mill forms which have to meet impact toughness requirements are made from killed steel per a fine grain practice.

- Nên xem xét yêu cầu về độ bền trên một số dạng thép nguyên bản được sử dụng trong các ứng dụng đường ống Syngas và carbon monoxide. Các yêu cầu về độ bền có thể được tìm thấy trong Tài liệu tham khảo (Mohitpour, Golshan và Murray, trang 594 và 595). Điều này đặc biệt quan trọng đối với các ứng dụng ở áp suất từ 50 bar trở lên.

It is recommended that toughness requirement be considered on certain steel mill forms to be used in Syngas and carbon monoxide pipeline applications. Toughness requirements may be found in References (Mohitpour, Golshan, and Murray, p 594 and 595). It is especially important for applications at pressures of 50 bars and above.

4.3.3. Thép vi hợp kim / *Microalloyed steels*

4.3.3.1. Tổng quan / *General*

- Thép vi hợp kim được mô tả chi tiết hơn các vật liệu khác trong tài liệu này để giúp người đọc làm quen với công nghệ tương đối mới và đầy hứa hẹn này. Các đường ống dẫn khí tự nhiên quy mô lớn đã đánh dấu việc sử dụng đáng kể đầu tiên của ống dẫn vi hợp kim trong các ứng dụng truyền tải khí. Kể từ đầu những năm 1990, một lượng đáng kể ống dẫn vi hợp kim trong loại API 5L X52 đã được sử dụng để truyền tải hydro ở áp suất trên 7 MPa (1000 psi). Ống dẫn vi hợp kim được áp dụng cho việc truyền tải Syngas và carbon monoxide.

Microalloyed steels are described in more detail than other materials in this document to familiarize readers with this relatively new and promising technology. Large scale natural gas pipelines marked the first significant utilization of microalloyed line pipe in gas transmission applications. Since early 1990s, a significant amount of microalloyed line pipe in the API 5L X52 grade has been used to transmit hydrogen gas at pressure in excess of 7 MPa (1000 psi). Microalloyed line pipe is applicable to the transmission of Syngas and carbon monoxide.

- Phần này đề cập đến các yêu cầu đặc biệt đối với việc sản xuất ống dẫn ERW vi hợp kim dùng cho áp suất cao. Ứng dụng yêu cầu mức độ bền cao trong ống dẫn chế tạo và độ nhạy tương đối với các vấn đề hàn do hậu quả của các tình huống giòn có thể gặp phải trong quá trình sử dụng.

This section covers special requirements for the production of microalloyed ERW line pipe intended for high pressure service. The application requires high toughness levels in the fabricated line pipe and relative insensitivity to welding problems as a consequence of possible embrittlement scenarios with may be encountered in service.

- Lưu ý rằng không có loại API 5L PSL 2 (hoặc PSL 1) nào được liệt kê là “thép vi hợp kim” trong tiêu chuẩn. Nếu ưu tiên dùng thép hợp kim, người dùng nên chỉ định các yêu cầu bổ sung thích hợp, bao gồm các yêu cầu về hóa học và tính chất bổ sung, để đạt được lợi ích của thép vi hợp kim. Người dùng có trách nhiệm xác định các yêu cầu bổ sung cần thiết. Hướng dẫn sẽ có trong các phần sau.

Note that none of the API 5L PSL 2 (or PSL 1) grades are listed as “microalloyed steel” in the standard. If microalloyed steel is preferred, the user should specify appropriate supplementary requirements, including added chemistry and property requirements, to attain the benefits of microalloyed steel. It is the responsibility of the user to determine the necessary supplemental requirements. The following sections provide guidance.

- Do độc tính của carbon monoxide và Syngas và khả năng nứt gãy do ăn mòn ứng suất, cần xem xét duy trì ứng suất thấp trên đường ống. Hệ số thiết kế từ 25% đến 30% SMYS được khuyến nghị trong tài liệu.

Due to the toxicity of carbon monoxide and Syngas and the possibility of stress corrosion cracking, consideration should be given to maintain low stress on the pipeline. A design factor between 25% and 30% SMYS is recommended in the literature.

4.3.3.2. Quy chuẩn, tiêu chuẩn và phân loại / *Codes, standard and grades*

- Ống phải được sản xuất theo tất cả các quy định của phiên bản mới nhất của Thông số kỹ thuật API 5L hoặc tương đương ngoại trừ những sửa đổi theo các yêu cầu bổ sung được ghi trong tài liệu này.

Pipe must be manufactured in accordance with all the provisions of the latest edition of API Specification 5L or equivalent except as may be modified by the additional requirements noted in this document.

- Các loại API 5L cụ thể được phép ở dạng vi hợp kim cho đường ống Syngas và carbon monoxide là X42 và X52. Nhà sản xuất không được thay thế thép dành cho các loại có độ bền cao hơn.

The specific API 5L grades allowed in microalloyed form for Syngas and carbon monoxide pipelines are X42 and X52. The manufacturer shall not substitute steel intended for higher strength grades.

4.3.3.3. Quy trình sản xuất và vật liệu / Process of manufacture and material

- Vật liệu được sử dụng để chế tạo ống phải là thép lò oxy bazơ hoặc lò điện được đúc liên tục. Tất cả thép phải được khử oxy hoàn toàn.

The material used in making the pipe shall be basic oxygen or electric furnace steel that is continuously cast. All steel must be fully killed.

- Mỗi hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt phải được xử lý nhiệt để mô phỏng quá trình xử lý nhiệt thường hóa. Có thể giảm ứng suất nhiệt độ thấp của ống chế tạo trước khi thử nghiệm thủy tĩnh.

The weld seam and heat affected zone shall be heat treated so as to simulate a normalizing heat treatment. Low temperature stress relief of fabricated pipe prior to hydrotesting is permissible.

4.3.3.4. Thành phần hóa học / Chemistry

- Hàm lượng lưu huỳnh không được vượt quá 0,01% (giới hạn API 5L PSL 2 là 0,015%)

The sulphur content shall not exceed 0.01% (API 5L PSL 2 limit is 0.015%)

- Hàm lượng photpho không được vượt quá 0,015% (giới hạn API 5L PSL 2 là 0,025%)

The phosphorus content shall not exceed 0.015% (API 5L PSL 2 limit is 0.025%)

- Cho phép sử dụng các chất kiểm soát hình dạng sunfua như canxi. Tuy nhiên, tất cả các chất bổ sung được thực hiện cho mục đích này phải được báo cáo.

The use of sulphide shape control agents such as calcium is permitted. However, all additions made for this purpose must be reported.

- Giới hạn tương đương carbon (CE) tối đa là 0.35. (Giới hạn API 5L PSL 2 là 0.43%)

The maximum carbon equivalent (CE) is 0.35. (API 5L PSL 2 limit is 0.43%)

- Nồng độ của bất kỳ nguyên tố nào được thêm vào một cách có chủ ý như đất hiếm, Ti, Nb, B, Al, v.v. phải được báo cáo. Cũng cần báo cáo bất kỳ nguyên tố nào ảnh hưởng đến việc xác định tương đương carbon.

The concentration of any intentionally added element such as rare earths, Ti, Nb, B, Al etc must be reported. Also to be reported are any elements which affect carbon equivalent determinations.

4.3.3.5. Khảo sát kim tương và vi mô / Metallographic & microscopic examination

- Kích thước hạt ferrite cuối cùng phải đạt tiêu chuẩn ASTM 8 hoặc mịn hơn. Các mẫu mỗi hàn dọc sẽ được cắt từ một đoạn ống có chiều dài bằng một phần trăm chiều dài hoặc một phần nhỏ của nó và được kiểm tra để đảm bảo rằng sự nóng chảy của mỗi hàn đã đạt được sự đồng đều trên toàn bộ chiều dày của mỗi hàn. Ngoài ra, các phép đo độ cứng Rockwell phải được thực hiện trên toàn bộ vùng hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt của kim loại gốc và các đoạn thử nghiệm. Độ cứng không được vượt quá 95HRB.

The final ferrite grain size shall be ASTM 8 or finer. Samples of the seam weld will be cut from one pipe length of each one hundred lengths or fraction and examined to ensure that proper weld fusion has been obtained across the thickness of the weld. In addition, Rockwell hardness surveys shall be conducted across the weld-and- heat affected zone of the parent metal and test sections. Hardness shall not exceed 95HRB.

4.3.3.6. Tính chất cơ học / Mechanical properties

- Giới hạn chảy và giới hạn kéo thực tế phải nhỏ hơn giá trị tối đa sau đây so với mức tối thiểu được chỉ định cho các cấp API 5L khác nhau:

Actual yield and tensile strengths shall be less than the following maximum above the minimum specified for different API 5L grades:

X-52 24,000 psi (165 MPa)

X-42 25,000 psi (172 MPa)

- Tiêu chí chấp nhận thử nghiệm ép dẹt cho ống ERW phải được tăng lên 1/2 đường kính ngoài ban đầu mà không làm hỏng mỗi hàn thay vì tiêu chí xuất hiện trong API 5L.

The flattening acceptance test criterion for ERW pipe shall be increased to 1/2 of original OD without weld opening instead of that appearing in API 5L.

4.3.3.7. Thử nghiệm va đập / Impact tests

- Nhiệt độ thử nghiệm sẽ là 0 °C (32 °F). Với mỗi lần nung, một bộ ba mẫu va đập ngang và ba mẫu dọc sẽ được thử nghiệm va đập. Đối với các ống có đường kính nhỏ, chỉ yêu cầu các mẫu dọc.

The test temperature will be 0 °C (32 °F). For each heat a set of three transverse and three longitudinal impact specimens will be impact tested. For small diameter pipes, only longitudinal specimens are required.

- Bảng sau liệt kê năng lượng hấp thụ tối thiểu có thể chấp nhận được cho các kích thước khác nhau của mẫu Charpy V-notch.

The following table lists minimum acceptable absorption energies for different sizes of Charpy V notch specimens.

	Năng lượng Hấp thụ, ngang <i>Absorbed Energy, transverse</i> Ft-lb (J)		Năng lượng Hấp thụ, Dọc <i>Absorbed Energy, Longitudinal</i> Ft-lb (J)	
Kích thước Mẫu <i>Specimen Size</i>	Trung bình <i>Average</i>	Đơn Tối thiểu <i>Minimum Single</i>	Trung bình <i>Average</i>	Đơn Tối thiểu <i>Minimum Single</i>
Kích thước Đầy đủ <i>Full Size</i>	69 (94)	52 (71)	87 (118)	65 (88)
3/4	52 (71)	39 (53)	65 (88)	49 (67)
2/3	35 (48)	35 (48)	58 (78)	43 (58)
1/2	26 (35)	26 (35)	43 (58)	32 (43)
1/3	17 (23)	17 (23)	29 (39)	22 (30)
1/4	13 (18)	13 (18)	22 (30)	16 (22)

- Các mẫu có độ dày thành ống đầy đủ sẽ được sử dụng trong thử nghiệm. Giá trị năng lượng hấp thụ cho các mẫu này sẽ thu được thông qua phép nội suy tuyến tính giữa "Kích thước tiêu chuẩn".

Full wall thickness specimens will be used in the testing. Energy absorption values for these specimens will be obtained via linear interpolation between "Standard Sizes".

- Mẫu Charpy có kích thước lớn nhất phù hợp với độ dày thành ống khả dụng sẽ được sử dụng cho thử nghiệm gãy. Các mẫu ngang sẽ được làm phẳng nếu cần thiết để có được các mẫu đại diện hơn cho toàn bộ độ dày thành ống. Việc làm phẳng nên được thực hiện bằng phương pháp cơ học mà không sử dụng nhiệt, ví dụ như đèn khò.

The largest size Charpy specimen that is consistent with the available wall thickness of the pipe will be utilized for the fracture testing. Transverse specimens will be flattened if necessary to obtain specimens more representative of the full wall thickness. The flattening should be done mechanically with no application of heat e.g., torches.

- Tỷ lệ trượt dẻo sẽ tối thiểu là 75% cho trung bình 3 mẫu mà không có giá trị đơn lẻ nào dưới 60%.

Ductile shear percentage will be a minimum of 75% for an average of 3 specimens with no single value below 60%.

4.3.4. Thép hợp kim thấp Carbon-Molypden (C-Mo) và Carbon-Molypden-Crom (C-Mo-Cr)/ Carbon-Molybdenum (C-Mo) and Carbon-Molybdenum-Chrome (C-Mo-Cr) low alloy steels

- Thông thường, các loại thép chịu nhiệt độ cao này không được sử dụng trong đường ống truyền tải Syngas hoặc carbon monoxide áp suất cao mà được sử dụng cho "bộ đệm", xem tiểu đoạn 4.3.1.1. Tuy nhiên, có thể hình dung rằng các hợp kim này có thể được hàn vào đường ống truyền tải. Theo đó, một số tiêu chuẩn và thành phần ống hợp kim thấp C-Mo và C-Mo-Cr ASTM phổ biến được liệt kê trong Phụ lục C. Cần lưu ý rằng các cấp có hàm lượng Cr cao có thể khó hàn hơn, dễ bị nứt và có thể có các điểm cứng cục bộ trong HAZ mối hàn. Do đó, việc xử lý nhiệt trước và sau khi hàn thường cần thiết hơn đối với các loại thép này so với thép carbon.

Normally, these high temperature steels are not used in high pressure Syngas or carbon monoxide gas transmission pipelines but for "buffers" see subparagraph 4.3.1.1. However, it is conceivable that these alloys might be welded to a gas transmission pipeline. Accordingly, some of the common ASTM C-Mo and C-Mo-Cr low alloy pipe standards and compositions are listed in Appendix C. It should be noted that the high Cr content grades may be more difficult to weld, subject to cracking and could have local

hard spots in the weld HAZ. Consequently, preheating and post weld heat treatments are more often needed for these steels than for carbon steels.

- Do độc tính của carbon monoxide và Syngas và khả năng nứt gãy do ăn mòn ứng suất, cần xem xét việc duy trì ứng suất thấp trên đường ống. Một hệ số thiết kế từ 25% đến 30% SMYS được khuyến nghị trong tài liệu.

Due to the toxicity of carbon monoxide and Syngas and the possibility of stress corrosion cracking, consideration should be given to maintain low stress on the pipeline. A design factor between 25% and 30% SMYS is recommended in the literature.

4.3.5. Thép không gỉ / *Stainless steels*

- Hàm lượng crom bằng hoặc lớn hơn 13% làm giảm sự nứt gãy do ăn mòn ứng suất CO và sự hình thành carbonyl. Chỉ cần chú ý đặc biệt đến việc sử dụng thép không gỉ cho Syngas.

A chromium content equal or more than 13% mitigates the CO stress corrosion cracking and carbonyl formation. Special attention for the use of stainless steel is required only for Syngas service.

4.3.5.1. Thép không gỉ Austenit / *Austenitic stainless steels*

- Một số vật liệu được liệt kê trong Phụ lục C có thể được sử dụng để truyền tải Syngas, đặc biệt là ở áp suất cao hơn. Độ bền tuyệt vời và dễ hàn, đặc biệt là tại các vị trí hiện trường, là những thuộc tính quan trọng.

Some of the materials listed in Appendix C might be used to transmit Syngas, particularly, at higher pressures. The excellent toughness and ease of welding particularly in field locations are important attributes

- Các vật liệu này cũng có thể được sử dụng để truyền tải Syngas ở áp suất cao ngoài phạm vi ứng dụng được trích dẫn trong tài liệu này. Thông thường, sự hiện diện của môi trường ăn mòn nhẹ cũng có thể yêu cầu sử dụng các cấp cacbon thấp (304L, 316L) hoặc các cấp ổn định (316Ti, 321 và 347) khi hàn. Trong ứng dụng này, vị trí ăn mòn rất có thể là ở mặt ngoài của ống. Đối với dịch vụ Syngas, thép không gỉ có độ ổn định austenit cao được ưu tiên (tức là độ ổn định austenit cao hoặc tương đương niken cao).

These materials might also be used for Syngas transmission at elevated pressures outside of the application range cited in this document. Typically, the presence of even mildly corrosive environments may require that the low carbon (304L, 316L) or stabilized grades (316Ti, 321 and 347) be used when welding is used. In this application, the most likely corrosion site may be on the outside of the pipe. For Syngas service stainless steels with high austenite stability are preferred (i.e., high austenite stability or high nickel equivalents)

- Thép không gỉ Austenit có hệ số ổn định austenit dương theo “công thức Post và Eberly sửa đổi” (xem tài liệu tham khảo Hydro và Vật liệu) được coi là phù hợp cho dịch vụ Hydro.

Austenitic stainless steels with a positive austenitic stability factor according to a “modified Post and Eberly formula” (see reference Hydrogen and Materials) were found suitable for hydrogen service.

4.3.5.2. Các loại thép không gỉ khác / *Other stainless steels*

- Các loại thép không gỉ khác như ferritic, martensitic, duplex hoặc kết tủa cứng có thể được sử dụng trong các thành phần đường ống Syngas miễn là chúng được sử dụng ở ứng suất thấp. Độ bền của các loại thép này nhìn chung không tốt bằng các loại austenit. Mức độ bền vững nên ở mức tối thiểu và phù hợp với ứng dụng. Trạng thái ủ hoàn toàn được ưu tiên cho thép ferritic và duplex. Các cấp martensitic và kết tủa cứng nên được xử lý nhiệt để đạt được mức độ bền vững ở mức thấp nhất trong phạm vi khả dụng.

Other stainless steels such as ferritic, martensitic, duplex or precipitation hardened may be used in Syngas pipeline components providing they are used at low stress. The toughness of these steels is generally not as good as the austenitic varieties. Strength levels should be minimal and consistent with the application. The fully annealed condition is preferred for the ferritic and duplex steels. Martensitic and precipitation hardening grades should be heat treated to develop strength levels at the low end of the available range.

4.3.6. Hợp kim niken / *Nickel alloys*

- Nhiều hợp kim niken dễ bị giòn Hydro. Nên tránh hợp kim niken trừ khi người dùng xác minh hợp kim đó phù hợp với syngas. Monel K-500 và Inconel X-750 là các hợp kim kết tủa cứng có thể được sử dụng với giới hạn độ cứng trong các thành phần phụ, nơi yêu cầu độ bền cao. Một lần nữa, mức độ bền vững vừa phải và tránh hàm lượng niken cao là điều cần lưu ý. Hợp kim niken cũng có xu hướng hình thành carbonyl cao. Hợp kim có hàm lượng Niken dưới 50%, chẳng hạn như Incoloy, có thể được chấp nhận.

Many nickel alloys are susceptible to hydrogen embrittlement. Nickel alloys should be avoided unless the user verifies the alloy is suitable for syngas gas service. Monel K-500 and Inconel X-750 which are precipitation hardened alloys may be used with hardness limits in subcomponents where high strength is required. Again, modest strength levels and avoidance of high nickel levels are worth noting. Nickel

alloys also suffer from a high propensity to form carbonyls. Alloys with less than 50% Nickel, such as the Incoloy may be acceptable.

4.3.7. Hợp kim đồng và coban / *Copper and cobalt alloys*

- Hợp kim đồng dễ bị hư hỏng do Hydro khi đồng chứa oxy. Hydro có thể xâm nhập vào kim loại và phản ứng với oxy trong dung dịch rắn hoặc tạp chất oxit để tạo thành nước. Ở nhiệt độ cao, lớn hơn 370°C (700°F), áp suất hơi nước đủ cao để gây nứt. Hầu hết các hợp kim đồng đều được khử oxy, và những hợp kim này thường không bị giòn Hydro và phù hợp để sử dụng cho CO/Syngas.

Copper alloys are subject to hydrogen damage when copper contains oxygen. Hydrogen can enter the metal and react with oxygen in solid solution or oxide inclusions to form water. At elevated temperatures, greater than 370°C (700°F), steam pressure is high enough to cause cracking. Most copper alloys are deoxidized, and these generally do not suffer hydrogen embrittlement and are suitable for use in CO/Syngas service.

- Một số hợp kim coban có thể được sử dụng khi yêu cầu khả năng chống mài mòn hoặc chống mòn. Đây thường là các công thức Stellite. Hợp kim coban được coi là có thể chấp nhận được cho CO/Syngas.

Certain cobalt alloys may be used where abrasion resistance or wear resistance is required. These usually are Stellite formulations. Cobalt alloys are considered acceptable for CO/Syngas service.

4.3.8. Sự hình thành Carbonyl / *Carbonyl formation*

- Sự hình thành Carbonyl được thảo luận ngắn gọn trong Phụ lục B3.8. Các tài liệu xuất bản cho thấy rằng tình trạng bề mặt kim loại rất quan trọng trong việc hình thành carbonyl. Việc lựa chọn hợp kim và xử lý bề mặt có thể làm giảm sự hình thành carbonyl.

Carbonyl formation is briefly discussed in Appendix B3.8. Published literature suggests that the condition of metal surfaces is very important in the formation of carbonyls. Alloy selection and surface treatment may mitigate carbonyl formation.

4.4. Vật liệu phi kim loại / *Non metallic materials*

- Xem thêm ISO 11114-2 về khả năng tương thích với vật liệu phi kim.

See also ISO 11114-2 for compatibility with non metallic materials

4.4.1. Sự tương thích của CO với vật liệu phi kim / *CO compatibility with non metallic material*

- Khả năng kháng hóa chất của một số chất đàn hồi và nhựa đối với carbon monoxide được đưa ra trong bảng dưới đây:

The chemical resistance of certain elastomers and plastics to carbon monoxide is given in the table below:

Vật liệu <i>Material</i>	Tương thích <i>Compatibility</i>
Teflon ®	A
Cao su tự nhiên <i>Natural rubber</i>	C
Neoprene ®	C
Hypalon ®	B
Cao su Butyl <i>Butyl rubber</i>	C
Kel-F ®	A
Buna N ®	C

A: khả năng kháng tốt B: khả năng kháng trung bình C: khả năng kháng kém

A: good resistance B: fair resistance C: poor resistance

4.4.2. Sự tương thích của H₂ với vật liệu phi kim / *H₂ compatibility with non metallic material*

- Nhựa thể hiện các hành vi khác nhau khi có Hydro.

Plastics exhibit varying behaviour in the presence of hydrogen.

- Nhiệt độ mà tại đó khả năng kháng của một số loại nhựa khi có sự hiện diện của hydro có vẻ được đảm bảo được đưa ra trong bảng dưới đây. Trong một số trường hợp, các giá trị này không loại trừ khả năng kháng ở nhiệt độ cao hơn.

The temperatures at which the resistance of some plastics in the presence of hydrogen seems assured are given in the table below. In certain cases these values do not exclude the possibility of resistance at higher temperatures.

Vật liệu <i>Material</i>	Nhiệt độ (°C) <i>Temperature</i>
Plasticized cellulose	20
Cellulose di-acetate	20
Formo-aniline	20
Formo-urea	20
Phenol-formaldehyde	20
Furaphenol	20
Polyamides	20
Polyfuran	110
Polychloroprene	100
Polyepoxydiphenylopropane	90
Polyethylene glycol terephthalate	20
Polyurethane	20
Polyurethylmethacrylate	20
Polyvinyl acetate	20
Polyvinyl chloride	60
Polytrifluorochlorethylene	180
Polytetrafluoroethylene	250
Polyethylene	60
Polyisobutylene	100
Polystyrene	20
Polyacrylonitrile	20
Polyvinyl-vinylidene chloride (20-80%)	60

- Khi sử dụng các loại nhựa khác, nên tiến hành các thử nghiệm độ bền phù hợp trước khi sử dụng.

In using other plastics, it is advisable to conduct suitable strength tests prior to use.

- Hầu hết các chất đàn hồi đều tương thích với hydro. Khả năng kháng hóa chất của chúng được đưa ra trong bảng dưới đây:

Most elastomers are compatible with hydrogen. Their chemical resistance is given in the table below:

Vật liệu <i>Material</i>	Tương thích <i>Compatibility</i>
Cao su tự nhiên <i>Natural rubber</i>	B
Cao su Butyl <i>Butyl rubber</i>	A
Cao su Silicone <i>Silicone rubber</i>	B
Neoprene ®	A
Buna S ®	A
Hypalon ®	A
Viton ®	A
Buna N ®	A

A: tốt / *good*

B: khá / *fair*

- Sự thẩm thấu của hydro qua chất đàn hồi ở 25 °C

Permeation of hydrogen through elastomers at 25 °C

(nhân các giá trị này với 10^{-10} để có được $\text{cm}^{-3} \text{ S.T.P.mm.giây}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ (cmHg^{-1}))

(multiply these values by 10^{-10} to obtain $\text{cm}^{-3} \text{ S.T.P.mm.sec}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ (cmHg^{-1}))

Vật liệu <i>Material</i>	Sự thẩm thấu <i>Permeation</i>
Cao su tự nhiên	492

<i>Natural rubber</i>	
Cao su Butyl	74
<i>Butyl rubber</i>	
Buna S ®	399
Perbunan ® G	158
Neoprene ® G	133
Hycar hoặc / or 15 ®	74
Polybutadiene	424
Polymethylpentadiene	428
Perbunan 18 ®	251
Đồng trùng hợp Isoprene-methacryl-nitrile	138
<i>Isoprene-methacryl-nitrile copolymer</i>	
Hycar hoặc / or 25 ®	118
Polydimethylbutadiene	172
Vulcoprene A ®	64
Đồng trùng hợp Isoprene-acrylonitrile	74
<i>Isoprene-acrylonitrile copolymer</i>	
Thiokol S	16

4.4.3. Khí tổng hợp / Syngas

- Vật liệu phi kim loại được sử dụng trong dịch vụ Syngas phải tương thích với H₂ và CO ở các điều kiện vận hành
Non metallic material used in Syngas service should be compatible with H₂ and CO at the operating conditions.

4.5. Hệ thống đường ống / Piping systems

4.5.1. Hệ thống đường ống ngầm / Underground piping systems

- Đường ống phải được thi công hoàn toàn bằng phương pháp hàn theo tiêu chuẩn kỹ thuật và kiểm tra như API 1104, EN12732, EN 14161, EN 1594 (xem Phụ lục K hoặc bất kỳ quy chuẩn nào khác được công nhận). Đường ống ngầm phải được phủ bên ngoài theo tiêu chuẩn được phê duyệt, để bảo vệ chống ăn mòn đất. Nên tham khảo các tiêu chuẩn và thông số kỹ thuật về lớp phủ được quốc tế chấp nhận hiện hành (xem Phụ lục K)
Piping should be of all welded construction in accordance with a specification and inspection code such as API 1104, EN12732, EN 14161, EN 1594 (see Appendix K or any other recognized code). Underground piping must be externally coated to an approved specification, to protect against soil corrosion. Reference to current, internationally accepted, coatings standards and specifications is recommended (see Appendix K)
- Đường ống ngầm phải được chôn cẩn thận để bảo vệ nó khỏi sương giá, thi công bề mặt ngẫu nhiên, dịch chuyển do đất không ổn định, hư hỏng lớp phủ ngoài của ống hoặc lớp phủ do lấp đất, và tải trọng trên mặt đất như xe cộ hoặc thiết bị di chuyển trên đường ống. Vỏ bọc ống hoặc tấm chắn tải, nếu được yêu cầu bởi các cơ quan đặc biệt, phải được lắp đặt tại các đường giao nhau đường sắt hoặc đường bộ hoặc nơi có thể xảy ra tải trọng trên mặt đất bất thường. Vỏ bọc hoặc ống bọc cần được xem xét cẩn thận và các biện pháp đặc biệt để tránh các vấn đề bảo vệ catốt và phóng hồ quang, có thể xảy ra do hình thành kết nối điện giữa ống bọc và ống dẫn do lún, v.v. Nói chung, nên tránh sử dụng vỏ bọc hoặc ống bọc kim loại bất cứ khi nào có thể.
Underground piping should be adequately buried to protect it from frost, casual surface construction, shifting due to unstable soil, back fill damage to the external surface of pipe or the coating, and aboveground loads such as vehicles or equipment moving over the path of the pipeline. Pipe casings or load shields, if required by special agencies, should be installed at railroad or road crossings or where unusual aboveground loading can occur. Casings or sleeves require careful consideration and special measures to avoid cathodic protection problems and arcing, which can be caused due to an electrical connection forming between the sleeve and carrier pipe due to settlement, etc. In general the use of metallic casings or sleeves is to be avoided wherever possible.
- Đường ống carbon monoxide và Khí tổng hợp ngầm dễ bị hư hại do sét đánh hoặc điều kiện lỗi nối đất, có thể làm vỡ vật liệu ống. Để giảm khả năng xảy ra một trong những điều này, nên tránh tính liên tục điện giữa đường ống ngầm và đường ống nổi hoặc các cấu trúc kim loại khác.

Underground carbon monoxide and Syngas piping is vulnerable to damage by lightning strikes or ground fault conditions, which may rupture the pipe material. To reduce the likelihood of one of these occurring, electrical continuity between underground piping and above ground piping, or other metal structures, should be avoided.

- Do khả năng rò rỉ nên tốt nhất là không có khớp nối mặt bích hoặc khớp nối cơ học khác dưới lòng đất. Nếu không thể tránh khỏi thì số lượng phải được giới hạn và chúng phải được lắp đặt theo cách cung cấp khả năng tiếp cận để kiểm tra và bảo trì, ví dụ: trong hố van.

Due to the possibility of leaks it is preferable to have no flanged or other mechanical joints underground. If this cannot be avoided then the number should be limited and they should be installed in a way which provides access for inspection and maintenance e.g. in valve pits.

4.5.2. Hệ thống đường ống trên mặt đất / *Above-ground piping systems*

- Hệ thống đường ống carbon monoxide và Khí tổng hợp trên mặt đất phải tuân theo các biện pháp thiết kế cơ khí tốt được áp dụng cho bất kỳ hệ thống đường ống trên mặt đất khác. Do độc tính, mối lo ngại về rò rỉ quan trọng hơn nhiều so với các loại khí khác. Nên sử dụng các kết nối hàn bất cứ khi nào có thể. Đường ống trên mặt đất phải được sơn theo tiêu chuẩn được phê duyệt để bảo vệ chống ăn mòn trong không khí.

Above-ground carbon monoxide and Syngas piping systems should follow good mechanical design practices as applied to any other above-ground piping system. Due to its toxicity, leakage concern are much more important than with other gases. The use of welded connections is strongly recommended whenever this is possible. Above-ground piping should be painted to an approved specification to protect against atmospheric corrosion.

- Các phần nổi của hệ thống đường ống phải kết nối với các phần ngầm thông qua khớp nối cách điện để cách ly hệ thống bảo vệ catốt ngầm (xem 5.6.4).

Above-ground portions of pipeline systems should connect to underground portions through an electrically insulated joint to isolate the underground cathodic protection system (see 5.6.4).

- Tất cả các đường ống trên mặt đất phải có tính liên tục điện trên tất cả các kết nối, ngoại trừ mặt bích cách điện, và phải được nối đất ở các khoảng cách thích hợp để bảo vệ chống lại tác động của sét và tĩnh điện. Điện trở nối đất của đường ống lắp đặt không được vượt quá 10 ohms để bảo vệ con người khỏi bị điện giật hoặc điện áp cao.

All above-ground pipelines shall have electrical continuity across all connections, except insulation flanges, and shall be earthed at suitable intervals to protect against the effects of lightning and static electricity. The electrical resistance to earth of the installed pipeline should not exceed 10 ohms for personnel protection against electrical or high voltage shock.

- Bu lông mặt bích sẽ cung cấp liên kết điện cần thiết với điều kiện bu lông không được phủ vật liệu điện môi hoặc sơn và được bảo trì tốt để tránh rỉ sét.

Flange bolting will provide the necessary electrical bond provided the bolts are not coated with a dielectric material or paint and are well maintained to avoid rust.

- Trong trường hợp các đoạn trên mặt đất ngắn và không sử dụng mặt bích cách điện, ống phải được cách điện khỏi kết cấu giá đỡ bằng đệm cách điện.

In the case of short above ground sections, where insulating flanges are not used, the pipe should be insulated from the support structure by means of an isolating pad.

- Đường ống CO/Khí tổng hợp không được tiếp xúc với các lực bên ngoài có thể gây hư hỏng hoặc tình huống nguy hiểm như va chạm bên ngoài từ khí nóng hoặc đường xả, sự rung động từ các nguồn bên ngoài, dầu rò rỉ nhỏ giọt lên đường ống, v.v.

CO/Syngas piping should not be exposed to external forces which can cause a failure or dangerous situation such as external impingement from hot gas or steam vents, vibration from external sources, leaking oil dripping onto the line, etc.

- Hệ thống đường ống trên mặt đất và bên ngoài hàng rào nhà máy có thể bị hư hỏng do cố ý hoặc vô tình. Cần xem xét việc lắp đặt ống và van dưới lòng đất, được mở rộng cho người vận hành và thiết bị đo đạc trên mặt đất.

Above-ground piping systems outside plant fence lines may be subject to deliberate or accidental damage. Consideration should be given to installing pipe and valves below ground, with extensions for above ground operators and instrumentation.

4.5.3. Đánh dấu đường ống / *Pipeline markers*

- Đường ống trên cao nên được mã hóa màu và/hoặc được xác định. Đường ống ngầm nên được xác định bằng các cọc mốc trên mặt đất gần đường ống được chôn. Các cọc mốc phải được đặt cách nhau một khoảng thích hợp để chỉ ra tuyến đường của đường ống.

Overhead piping should be colour coded and/or identified. Underground piping should be identified with markers placed on the ground near the buried pipeline. Markers should be suitably spaced to indicate the route of the line.

4.5.4. Bảo vệ chống ăn mòn / Corrosion protection

4.5.4.1. Đường ống ngầm / Underground pipelines

- Ăn mòn do tác động điện giữa mặt ngoài ống và lòng đất có lẽ là nguyên nhân gây rò rỉ thường xuyên nhất ngoại trừ hư hỏng cơ học. Nó được gây ra bởi sự chênh lệch điện thế giữa ống và lòng đất tạo ra một tế bào điện hóa. Tế bào điện phân này hoạt động để liên tục loại bỏ kim loại khỏi ống và lắng đọng nó trong lòng đất. Nếu không được ngăn chặn hoặc ức chế đầy đủ, cuối cùng một hoặc nhiều lỗ sẽ được tạo ra trong ống trong suốt vòng đời hoạt động của nó. Bảo vệ chống ăn mòn đạt được bằng bảo vệ catốt, bằng anốt hy sinh hoặc dòng điện cưỡng bức, kết hợp với cách ly điện bằng lớp phủ. Để đạt được khả năng bảo vệ catốt tốt trong một trường hợp nhất định, cần phải hiểu các điều kiện của lòng đất và các phương pháp chống ăn mòn được sử dụng bởi các đường ống gần đó. Khuyến cáo nên tham khảo ý kiến của chuyên gia về những vấn đề này ở các khu vực khó khăn do ăn mòn đã biết và là một biện pháp phòng ngừa hợp lý ở bất kỳ khu vực nào. Bảo vệ catốt có thể được thực hiện theo các tiêu chuẩn được công nhận, chẳng hạn như NACE RP 177 hoặc EN 12954. Người ta đề xuất rằng cách ly điện (lớp phủ đường ống) cộng với một trong hai phương pháp được liệt kê dưới đây phải được sử dụng trên mọi đường ống ngầm.

Corrosion caused by galvanic action between the outside of the pipe and the soil is probably the most frequent cause of leaks except for mechanical damage. It is caused by the difference in electric potential between the pipe and the soil which sets up an electro-chemical cell. This electrolytic cell acts to continuously remove metal from the pipe and deposit it in the soil. If not prevented or sufficiently inhibited eventually a hole(s) is made in the pipe during its working life. Corrosion protection is achieved by cathodic protection, either by sacrificial anode or by impressed current, both in combination with electrical isolation by coating. To achieve a good cathodic protection in a given circumstance, it is necessary to understand the soil conditions and the anti-corrosion methods used by near-by pipelines. The advice of an expert in these matters is strongly recommended in known difficult corrosion areas and is a worthwhile precaution in any area. Cathodic protection may be done according to recognized standards, such as NACE RP 177 or EN 12954. It is suggested that electrical isolation (pipeline coating) plus one other of the two methods listed below be employed on every underground pipeline.

- 1) Cách ly điện – phương pháp này hoạt động để ngăn ngừa ăn mòn bằng cách cách ly điện đường ống khỏi đất. Đây là kỹ thuật cơ bản nhất và tối thiểu phải được thực hiện trên mọi đoạn đường ống ngầm. Ống được cách ly khỏi đất trực tiếp bằng lớp phủ bên ngoài và gián tiếp bằng mặt bích cách ly nơi nó kết nối với đường ống trên mặt đất. Điểm yếu là ngay cả những sai sót nhỏ trong lớp phủ cũng trở thành vị trí làm cho tốc độ ăn mòn rất nhanh. Những sai sót này có thể có trong lớp phủ khi được cung cấp, do hư hỏng trong quá trình lắp đặt, xảy ra khi lớp phủ mất cường độ điện môi hoặc sau một thời gian sử dụng có thể do hoạt động của vi khuẩn. Nên giả định rằng một số khuyết tật trong lớp phủ tồn tại hoặc sẽ tồn tại trong suốt vòng đời của đường ống. Điều này không phủ nhận giá trị của nó nhưng dẫn đến việc cần phải cung cấp một phương tiện bảo vệ khác cùng với cách ly điện.

Electrical isolation – this method acts to prevent corrosion by electrically isolating the pipeline from the soil. This is the most basic technique and, as a minimum should be practiced on every section of underground pipeline. The pipe is isolated from the soil directly by an external coating and indirectly by isolating flanges where it connects to above ground piping. The weakness is that even small flaws in the coating become sites for what is often very rapid rates of corrosion. These flaws may be present in the coating as supplied, come from damage during installation, occur as the coating loses its dielectric strength or after some time in service may be caused by bacterial activity. It should be assumed that a number of defects in the coating exist or will come to exist during the lifetime of the pipeline. This does not negate its value but does lead to the necessity of providing another means of protection together with electrical isolation.

- 2) Anốt hy sinh – phương pháp này hoạt động để ngăn ngừa ăn mòn ống bằng cách cung cấp nguồn vật liệu hoạt động điện phân mạnh hơn (anốt) so với vật liệu đường ống. Ăn mòn diễn ra ưu tiên trên anốt hy sinh này và do đó đường ống được bảo vệ – ít nhất là cho đến khi anốt bị ăn mòn hết. Anốt hy sinh hiệu quả nhất khi được sử dụng cùng với cách ly điện vì chúng rất phù hợp để bảo vệ chống lại các vùng ăn mòn nhỏ như xảy ra ở các khuyết tật trong lớp phủ ống. Tuy nhiên, có một khoảng cách giới hạn mà anốt hy sinh có hiệu quả, do đó, nhiều anốt được yêu cầu ở các khoảng cách dọc theo đường ống.

Sacrificial anode – this method acts to prevent corrosion of the pipe by providing a source of material which is more electrolytically active (anodic) than the piping material. Corrosion takes place preferentially on this sacrificial anode and the pipeline is thereby spared – at least until the

anode is used up. Sacrificial anodes are most effective when used together with electrical isolation since they are well suited to protecting against small areas of corrosion such as occur at flaws in the pipe coating. However, there is a limited distance in which a sacrificial anode is effective so that many of them are required at intervals along the pipeline.

- 3) Dòng điện cưỡng bức – Để không bị giới hạn điện áp dẫn động liên quan đến hệ thống anot hy sinh, dòng điện từ một số nguồn bên ngoài có thể được áp đặt lên đường ống bằng cách sử dụng nền đất anot và nguồn điện, phổ biến nhất là bộ chỉnh lưu. Bộ chỉnh lưu chuyển đổi AC thành DC và thường được cung cấp phương tiện để thay đổi điện áp đầu ra DC, theo các giá trị nhỏ, trong một phạm vi khá rộng. Hầu hết các bộ chỉnh lưu đường ống hoạt động trong phạm vi rộng từ 10 đến 50 vôn và có thể thu được với dòng điện đầu ra tối đa từ dưới 10 ampe đến vài trăm ampe. Các anot được sử dụng trong hệ thống dòng điện cưỡng bức thường phụ thuộc vào quá trình oxy hóa điện hóa của nước và các hóa chất khác trong đất hoặc chất điện phân để trao đổi dòng điện với môi trường... Các vật liệu cụ thể được sử dụng cho anot là: graphit (carbon), hợp kim sắt silicon cao, titan hoặc niobi mạ bạch kim và một số oxit kim loại hỗn hợp dẫn điện được áp dụng cho để kim loại titan. Hầu hết các anot được sử dụng trong hệ thống dòng điện cưỡng bức đều thể hiện điện thế cao quý hơn sắt hoặc thép. Do đó, bản thân các anot vẫn tương đối trơ và không bị ảnh hưởng bởi sự truyền dòng điện. Nguồn dòng điện phải vượt qua điện thế ngược này cũng như điện trở trong mạch trước khi dòng điện chạy theo đúng hướng. Anot thép, chẳng hạn như thanh ray, cũng thường được sử dụng, nhưng chúng sẽ bị hao mòn 9 kg/Amp.năm. Chúng phải được thay thế khi cần thiết.

Impressed current – To be free of the limited driving voltage associated with sacrificial anode systems, current from some outside source may be impressed on the pipeline by using an anode ground bed and a power source, the most common of which is a rectifier. The rectifier converts AC to DC, and is usually provided with means of varying the DC output voltage, in small increments, over a reasonably wide range. Most pipeline rectifiers operate in a wide range between 10 and 50 volts and can be obtained with maximum current outputs ranging from less than 10 amps to several hundred amps. The anodes employed in impressed current systems generally depend on electrochemical oxidation of water and other chemicals in the soil or electrolyte to exchange current with the environment... Specific materials used for anodes are: graphite (carbon), high silicon iron alloys, platinized titanium or niobium, and certain conductive mixed metal oxides applied to a titanium metal base. Most anodes used in an impressed current system, exhibit an electrical potential that is more noble than iron or steel. Therefore, the anodes themselves remain relatively inert and unaffected by the transfer of current. The source of electric current must overcome this back potential as well as electrical resistance in the circuit before current will flow in the proper direction. Steel anodes, such as rails, are also commonly used, but they will exhibit a wear of 9 kg/Amp.year. They have to be replaced, when necessary.

- Do tính phức tạp, việc triển khai đúng cách đòi hỏi nhiều kiến thức chuyên môn và kinh nghiệm. Nên tham khảo ý kiến chuyên gia.
Because of the complexity involved, it requires the most experienced and specialized knowledge to properly implement. It is strongly recommended that an expert be consulted.
- Việc giám sát hệ thống bảo vệ chống ăn mòn theo định kỳ trong suốt vòng đời của đường ống là điều cần thiết để đạt được kết quả tốt. Trong trường hợp sử dụng anot hy sinh và hệ thống dòng điện cưỡng bức, việc này yêu cầu giám sát điện thế tại các trạm bảo vệ catot và tại các điểm giám sát giữa các trạm.

Monitoring of the corrosion protection system at intervals over the lifetime of the pipeline is essential to achieving satisfactory results. In the case of sacrificial anodes and impressed current systems, this requires monitoring the electrical potential at the cathodic protection stations and at monitoring points in between stations.

4.5.4.2. Đường ống trên mặt đất / Above ground pipelines

- Do đường ống trên mặt đất có thể được kiểm tra bằng mắt thường, nên việc kiểm soát ăn mòn có thể dễ dàng hơn. Tuy nhiên, điều này chỉ đúng nếu việc kiểm tra được thực hiện thường xuyên, có phương pháp và tất cả các sự cố được phát hiện đều được khắc phục.
Because above ground pipelines can be visually inspected, corrosion can be more easily controlled. However, this is only the case if the inspections are frequent, methodical and all the discovered problems remediated.
- Đường ống trên mặt đất không có bảo ôn phải được bảo vệ chống ăn mòn môi trường bằng hệ thống sơn phủ thích hợp, thường là sơn. Việc lựa chọn hệ thống sẽ thay đổi tùy theo môi trường, nhưng theo nguyên tắc chung, tối thiểu nên sử dụng hệ thống phù hợp với môi trường nhà máy hóa chất.

Uninsulated above ground pipelines should be protected against environmental corrosion by an appropriate coating system, usually paint. The selection of the system will vary with the environment,

but as a general rule a system suitable for a chemical plant environment should be used as a minimum.

- Đường ống trên mặt đất có bảo ôn cũng dễ bị ăn mòn do môi trường, xảy ra bên dưới lớp cách nhiệt và do đó không thể nhìn thấy được. Loại ăn mòn này khá phổ biến và được công nhận là một vấn đề đáng kể trong ngành công nghiệp. Có thể tham khảo các tiêu chuẩn, chẳng hạn như NACE RP 01-98. Ống phải được sơn trước khi bảo ôn để bảo vệ bề mặt. Đường ống phải được kiểm tra thường xuyên để phát hiện ăn mòn dưới lớp bảo ôn bằng cách loại bỏ các phần nhỏ của lớp bảo ôn ở nhiều vị trí khác nhau và kiểm tra bằng mắt thường. Một dấu hiệu rõ ràng là nguyên nhân để loại bỏ thêm các mẫu trong cùng đoạn ống cho đến khi xác định được toàn bộ mức độ ăn mòn. Sau đó, cần tiến hành khắc phục và bảo ôn lại.

Insulated above ground pipelines are also subject to environmentally caused corrosion which occurs underneath the insulation and is therefore not visible. This type of corrosion is quite common and is recognized as a significant problem in industry. Reference could be made to standards, such as NACE RP 01-98. The pipe should be painted before insulating to provide surface protection. The pipeline should be regularly inspected for corrosion under the insulation by removing small sections of insulation at various places and visually checking. A positive indication is cause to remove further samples in the same area until the full extent of the corrosion has been identified. Remediation and re-insulation should then follow.

4.5.5. Khảo sát rò rỉ / *Leakage surveys*

- Đường ống dẫn khí nguy hiểm như CO và Syngas có thể gây ra rủi ro môi trường cao.
Pipelines for dangerous gases such as CO and Syngas may present high environmental risks.
- Điều đặc biệt quan trọng là phải kiểm tra định kỳ đường ống bằng máy kiểm tra rò rỉ. Chế độ chính xác để thực hiện kiểm tra này sẽ thay đổi tùy theo mật độ dân số trong khu vực và các quy định quốc gia. Tối thiểu nên kiểm tra đường ống ba tháng một lần với tần suất bổ sung cho các khu vực dễ bị rò rỉ đã biết như các kết nối mặt bích, thân van và khớp nối nén.

It is particularly important to periodically examine pipelines with a leak detector. The exact regimen for performing this examination will vary with the population density in the area and national regulations. A suggested minimum would be to examine pipelines once every three months with additional frequency for known leak prone areas such as flanged connections, valve stems, and compression fittings.

- Ngoài ra, để giảm thiểu rủi ro rò rỉ, việc lắp đặt Hệ thống Phát hiện Rò rỉ (LDS) phải được xem xét, nếu đường ống nằm trong phạm vi công cộng. Hệ thống như vậy có thể phát hiện rò rỉ trong thời gian thực và ước tính mức độ và vị trí của rò rỉ, cho phép nhân viên vận hành đánh giá mức độ nghiêm trọng của rò rỉ và loại phản ứng cần thiết. Hệ thống phát hiện rò rỉ và hệ thống giám sát và điều khiển liên quan phải được thiết kế với độ tin cậy cao.

In addition, to mitigate the risk of leaks, the installation of a Leak Detection System (LDS) shall be considered, if the pipeline is in the public domain. Such a system can detect a leak in real time and estimates the size and location of the leak which allows operations staff to assess the severity of the leak and the type of response that is required. The Leak detection system and the related monitoring and controlling system must be designed with a high level of reliability.

4.6. Phân tích mối nguy và đánh giá rủi ro / *Hazard analysis and risk assessment*

4.6.1. Tổng quan / *General*

- Một mức độ rủi ro nhất định thường có trong tất cả các hoạt động của con người và phải thực hiện các bước tích cực để giảm rủi ro này xuống mức hợp lý khi nào có thể. Mọi hệ thống đường ống vận chuyển mới phải được thiết kế, xây dựng và vận hành theo cách mà rủi ro bổ sung đối với con người, tài sản và môi trường được kiểm soát trong giới hạn chấp nhận được.

Some level of risk is inherent to all human activities and positive steps should be taken to reduce the risks to a reasonable level whenever this is possible. Every new transportation pipeline system must be designed, constructed and operated in such a way that the additional risk to people, property and the environment is kept within acceptable limits.

- Để đạt được mục đích này, cần thực hiện phân tích an toàn trên mọi hệ thống đường ống mới hoặc sửa đổi đáng kể đối với hệ thống hiện có. Phân tích an toàn là một cách đã được chứng minh để đánh giá rủi ro của hệ thống đường ống đối với môi trường, rủi ro đối với đường ống từ môi trường của nó, cũng như để xác định các biện pháp, được áp dụng trong quá trình thiết kế, xây dựng và vận hành, để giảm xác suất xảy ra và hậu quả của các sự kiện bất thường. Xem tài liệu tham khảo, chẳng hạn như EIGA DOC 75 về việc xác định khoảng cách an toàn.

To this end, a safety analysis should be performed on every new pipeline system or significant modification to an existing system. The safety analysis is a proven way to assess the risks of the pipeline system to the environment, the risks to the pipeline from its environment, as well as to define

the measures, to be applied during design, construction and operation, to reduce the probability of occurrence and the consequences of abnormal events. See references, such as EIGA DOC 75 about determination of safety distances.

- Thông thường, mức độ chi tiết của phân tích an toàn dựa trên mật độ dân số xung quanh tuyến ống, mức độ nghiêm trọng tiềm ẩn của sự cố và khả năng xảy ra sự cố.
Normally, the level of detail of the safety analysis is based on the population density around the pipe route, the potential severity of an incident, and the likelihood an incident could occur.
- Phương pháp thường được sử dụng trong đánh giá an toàn là xác định rủi ro do cá nhân và chỉ ra rằng nó nằm trong giới hạn chấp nhận được. Việc xác định rủi ro cá nhân không phải là bất thường, như xác suất một người ở lại một địa điểm ngoài trời nhất định mọi lúc bị thương vong do bất kỳ sự kiện bất thường nào ảnh hưởng đến đường ống và đưa ra giới hạn chấp nhận được về số người tử vong trên số năm.
The method typically used in a safety evaluation is to determine the individual risk and to show that it is within acceptable limits. It is not unusual to define individual risk, as the probability of a person remaining at a given open-air location at all times being fatally injured as a result of any abnormal event affecting the pipeline and to give an acceptable limit in terms of fatalities per number of years.
- Ở những khu vực cụ thể, chẳng hạn như khu vực mật độ dân số cao, rủi ro xã hội phải được tính đến do đặc tính độc hại của CO.
In specific areas, such as high population density zones, the societal risk must be taken into account due to the toxic properties of CO.
- Các quy định địa phương thường cung cấp hướng dẫn về việc thực hiện phân tích an toàn và đưa ra các giới hạn chấp nhận được. Khi không có quy định nào, có thể tham khảo một trong các quy chuẩn quốc gia được chấp nhận chung như quy định của Hà Lan hoặc Anh.
Local regulations often provide guidelines on performing safety analysis and specify acceptable limits. When no regulation exists, one of the generally accepted country codes such as the Dutch or British regulation is often referred to.
- Đánh giá rủi ro bao gồm các bước sau:
The risk assessment comprises the following steps:
 - Đánh giá rủi ro cá nhân, là xác suất một người ở lại một địa điểm ngoài trời nhất định mọi lúc bị thương vong do bất kỳ sự kiện bất thường nào ảnh hưởng đến đường ống.
Assessment of the individual risk, which is the probability of a person remaining at a given open-air location at all times being fatally injured as a result of any abnormal event affecting the pipeline.
 - Đánh giá rủi ro xã hội, để tính đến số người tử vong có thể xảy ra trong trường hợp có sự kiện bất thường ảnh hưởng đến đường ống, đặc biệt là ở các khu vực đông dân cư và ở những nơi tụ tập đông người. Xác suất tối đa cần thiết của sự kiện bất thường giảm dần theo số người tử vong.
Assessment of the societal risk, in order to take into account the number of fatalities which may occur in case of an abnormal event affecting the pipe, particularly in highly populated areas and in places of public assembly. The required maximum probability of the abnormal event decreases with the number of resulting fatalities.

4.6.2. Nhận diện các mối nguy / *Identification of the hazards*

- Danh sách tối thiểu các mối nguy cần xem xét là:
The minimum list of hazards to be considered is:
 - Thiệt hại do bên thứ ba
Damage by third parties
 - Sử dụng vật liệu và thiết bị không tương thích ở tất cả các điều kiện vận hành
Use of non compatible materials and equipment at all operating conditions
 - Nứt vỡ do ăn mòn ứng suất khi có tạp chất CO₂ và H₂O dưới điểm sương
Stress corrosion cracking in the presence of CO₂ and H₂O impurities below the dew point
 - Ăn mòn bên trong nghiêm trọng khi có nước
Severe internal corrosion in presence of water
 - Giòn hoá do Hydro đối với hỗn hợp có Hydro
Hydrogen embrittlement for mixtures with hydrogen
 - Ăn mòn bên ngoài do bảo vệ catot không đúng cách
External corrosion due to improper cathodic protection
 - Rò rỉ ở lớp đệm van, gioăng,..
Leaks at valve packing, gaskets,..
 - Áp suất đường ống quá cao
Over pressurisation of the pipeline

- Quy trình làm trơ không đúng cách
Improper inerting procedure
- Quy trình xả không đúng cách
Improper venting procedure
- Vận hành và bảo trì đường ống không đúng cách
Improper operation and maintenance of the pipeline
- Tải trọng bất thường do lở đất, lũ lụt, động đất, đường bộ, đường sắt giao nhau,..
Abnormal loads due to land slide, floods, earthquakes, crossing of roads, railways, ..
- Ảnh hưởng của các công trình khác, chẳng hạn như đường điện cao thế, đường sắt chạy điện
Influence of other structures, such as high power electrical lines, electrical railways
- Thiệt hại do sự kiện bất thường trên đường ống song song
Damage due to an abnormal event on a parallel pipe
- Tai nạn giao thông hoặc hỏa hoạn gần các bộ phận trên mặt đất của đường ống
Road accident or fire in the vicinity of above ground parts of the pipeline
- Bức xạ từ đám cháy do xả hoặc cháy rò
The radiation from a vent fire or a flare

4.6.3. Biện pháp giảm thiểu / *Mitigating measures*

- Đối với mỗi mối nguy, phải xác định các biện pháp giảm thiểu, chẳng hạn như:
For each hazard, mitigation measures shall be identified, such as:
 - Kiểm soát sự can thiệp của bên thứ ba
Control of third party interference
 - Đảm bảo nguồn cấp khí luôn khô
Ensuring that the gas feed remains dry
 - Tăng độ dày của ống
Increased thickness of the pipe
 - Tăng độ sâu của đường ống
Increased pipeline depth
 - Lắp đặt trong đường ống hoặc hành lang bảo vệ
Installation in pipe ways or corridors
 - Thử không phá hủy mối hàn
Non destructive test on welds
 - Làm trơ ống
Inerting of the pipe
 - Đánh dấu đường ống
Pipeline marking
 - Thiết bị cảnh báo đường ống cụ thể: thảm hoặc băng đánh dấu
Specific pipelines warning devices: marking mats or tapes
 - Van cách ly
Isolation valves
 - Van ngắt do quá lưu lượng hoặc áp suất thấp
Excess flow or low pressure shut down valves
 - Hệ thống phát hiện rò rỉ bằng phân tích dòng động
Leak detection system by dynamic flow analysis
 - Bảo vệ vật lý: lớp phủ hoặc vỏ bê tông, tấm bê tông
Physical protections: concrete coating or casing, concrete slabs
 - Quy trình vận hành, bao gồm: chương trình kiểm tra, khảo sát phát hiện rò rỉ, chương trình kiểm soát ăn mòn, kế hoạch khẩn cấp, đào tạo nhân sự, thông tin của bên thứ ba, cộng tác với chính quyền địa phương
Operating procedures, including: inspection programmes, leak detection surveys, corrosion control programmes, emergency plan, personnel training, information of third parties, collaboration with local authorities

4.6.4. Kịch bản sự kiện điển hình / *Typical event scenario*

- Để dễ dàng phân tích, các sự kiện thường được xem xét đối với đường ống là:
For ease of analysis, the events frequently considered for a pipeline are:
 - Vỡ ống hoàn toàn

the full bore rupture

- Vỡ 50%
the 50% full bore
- Rò rỉ nhỏ (5% toàn bộ)
a small leak (5% of the full bore)

4.6.5. Hậu quả của những sự kiện này / *Consequences of these events*

- Đối với carbon monoxide và syngas, hậu quả của việc rò rỉ là hình thành đám mây độc hại và dễ cháy ở vùng lân cận. Đám mây có thể bắt lửa. Tùy thuộc vào mô hình được sử dụng để đánh giá độc tính, bao gồm cả khả năng tự sơ tán của các cá nhân, hậu quả của bức xạ đối với các cá nhân có thể lớn hơn độc tính. Cả hai loại hậu quả phải được xem xét.
For carbon monoxide and syngas the consequences of a release is the forming of a toxic and flammable cloud in the vicinity. The cloud may ignite. Depending upon the model used for evaluating the toxicity, including possible self evacuation of individuals, the consequences of radiation on individuals may be greater than that of toxicity. Both types of consequences must be considered.

4.6.6. Lựa chọn các thông số mô hình mô phỏng / *Selection of simulation model parameters*

- Các mô hình thường được sử dụng là tính toán phân tán và phần mềm bức xạ nhiệt của ngọn lửa, chẳng hạn như PHAST được phát triển bởi The Det Norske Veritas.
Models frequently used are dispersion calculation and thermal radiation of flame software, such as PHAST developed by The Det Norske Veritas.
- Các mục sau đây phải được tính đến để chạy mô hình mô phỏng:
The following items must be taken into account in order to run the simulation model:
 - Sụt áp do dòng động trong đường ống
Pressure drop due to the dynamic flow in the pipe
 - Chế độ dòng chảy tức thời do quá trình giảm áp của đường ống
Transient flow regime due to the decompression of the pipe
 - Vận tốc dòng khí tại điểm bị vỡ
Velocity of the gas at the breach
 - Tốc độ và hướng gió cùng điều kiện không khí
Wind speed and direction and air conditions

4.6.7. Tiêu chí cho sự kiện đáng lo ngại / *Criteria for the feared event*

- Một cách để đánh giá ảnh hưởng của việc rò rỉ CO/Syngas đối với môi trường là xác định nguy cơ độc tính và cường độ bức xạ nhiệt trong trường hợp bắt lửa ở các khoảng cách khác nhau từ đường ống.
A way to evaluate the effect on the environment of a CO/Syngas release is to determine the toxicity risk and the magnitude of the thermal radiation in case of ignition at different distances from the pipe.

4.6.7.1. Nguy cơ độc tính / *Toxicity risk*

- Đối với độc tính, trong trường hợp không có các quy định địa phương được ưu tiên, tối thiểu hai giới hạn sau đây cần được xem xét:
For toxicity, in the absence of local regulations which would take precedence, as a minimum the following two limits should be considered:
 - Khu vực có tác động gây chết người: giá trị ngưỡng tương ứng với việc vượt quá 7000 ppm trong 10 phút (4,5% trường hợp tử vong, Probit DNV)
The area of lethal effects : threshold value corresponding to an exceeding of 7000 ppm during 10 minutes (4.5% of fatalities, Probit DNV)
 - Khu vực có tác động không thể phục hồi đối với sức khỏe con người: giá trị ngưỡng tương ứng với việc vượt quá 1500 ppm trong 30 phút (tương đương với Nguy hiểm Ngay lập tức đến Tính mạng hoặc Sức khỏe)
The area of irreversible effects for human health : threshold value corresponding to an exceeding of 1500 ppm during 30 minutes (Immediately Dangerous to Life or Health equivalent)
- Cần lưu ý rằng các trường hợp có thể đề xuất bổ sung các tiêu chí. Xem thêm mục 4.2.2 và Phụ lục J.
It should be noted that circumstances may suggest that additional criteria be included. See also section 4.2.2 and Appendix J.

4.6.7.2. Nguy cơ bức xạ nhiệt / *Thermal radiation risk*

- Phương pháp Eisenberg để xác định vùng nguy hiểm là sử dụng phương pháp tiếp cận liều bức xạ. Điều này xem xét rằng ảnh hưởng của nhiệt bức xạ lên con người là một hàm của

cả cường độ bức xạ và thời gian tiếp xúc. Eisenberg và cộng sự (tài liệu tham khảo được liệt kê trong Phụ lục K) đã nghiên cứu dữ liệu về khả năng gây chết người do bức xạ nhiệt và kết luận rằng mối quan hệ giữa liều lượng-phản ứng đối với các xác suất khác nhau của thương tích/tử vong nên ở dạng:

The Eisenberg method to define the hazard zone is to use the radiation dose approach. This considers that the effect of radiant heat on humans is a function of both radiation intensity and duration of exposure. Eisenberg et al. (reference listed in Appendix K) studied data on the lethality from thermal radiation and concluded that the dosage-response relationship for various probabilities of injury/fatality should be in the form:

$$D = t I^{4/3} \text{ trong đơn vị } (W/m^2)^{4/3} - \text{giây}$$

$$D = t I^{4/3} \text{ in units of } (W/m^2)^{4/3} - \text{sec}$$

trong đó:

where:

D	=	liều lượng cho các xác suất thương tích khác nhau
<i>D</i>	=	<i>dosage for various probability of injury</i>
t	=	thời gian tiếp xúc, giây
<i>t</i>	=	<i>duration of the exposure, sec</i>
I	=	cường độ bức xạ nhiệt, W/m ²
<i>I</i>	=	<i>thermal radiation intensity, W/m²</i>

- Tiêu chí đánh giá thiệt hại do bức xạ nhiệt

Damage Criteria For Thermal Radiation

Mức độ thiệt hại <i>Damage Levels</i>	Thermal Dosage, D <i>Liều nhiệt, D</i>
Cực kỳ đau đớn <i>Extreme Pain</i>	1.1 x 10 ⁶
Độ hai (ngưỡng phỏng rộp) <i>Second Degree (blistering threshold)</i>	2.4 x 10 ⁶
Ngưỡng độ ba <i>Third Degree threshold</i>	7.2 x 10 ⁶
Độ hai dưới 9.3 oz/yd ² (FRT Cotton) <i>Second Degree under 9.3 oz/yd² (FRT Cotton)</i>	10.3 x 10 ⁶
Tử vong 1% <i>1% Fatality</i>	10.6 x 10 ⁶
Độ hai dưới 6.8 oz/yd ² (Nomex) <i>Second Degree under 6.8 oz/yd² (Nomex)</i>	13.1 x 10 ⁶
Tử vong 50% <i>50% Fatality</i>	23.0 x 10 ⁶
Tử vong 99% <i>99% Fatality</i>	65.7 x 10 ⁶

- Dữ liệu của Eisenberg được điều chỉnh cho thời gian bức xạ dưới 45 giây. Việc sử dụng các tiêu chí thiệt hại nên được giới hạn trong thời gian tiếp xúc ngắn.

Eisenberg's data is adapted for radiation durations less than 45 seconds. Usage of the damage criteria should be limited to short exposure durations.

- Đối với các khoảng thời gian dài hơn, có thể sử dụng các giới hạn bức xạ nhiệt được liệt kê ở trên, so với các tiêu chí thiệt hại của Eisenberg:

For longer periods, the thermal radiation limits listed above, compared to the damage criteria of Eisenberg may be used:

- 3 kW/m²: trong thời gian tiếp xúc 120 giây - giới hạn tiếp cận đối với công chúng. Điều này nằm ngoài giới hạn tương quan của Eisenberg vì thời gian tiếp xúc lớn hơn 45 giây.
3 kW/m²: for an exposure time of 120 seconds - limit of approach for the public. This is outside the limits of the Eisenberg correlation since the exposure time is greater than 45 seconds.
- 5 kW/m²: được coi là mức bức xạ mà tại đó xảy ra hiện tượng vỡ kính do tác động nhiệt và cũng là mức gây bỏng độ 2 trên da của người không được bảo vệ tiếp xúc trong 30 giây
5 kW/m²: taken as the radiation level at which breakage of glass by thermal effect occurs and also at which 2nd degree burns on the skin of a non protected person exposed for 30 seconds

- giới hạn tiếp cận của người vận hành hoặc nhân viên được đào tạo khác. Điều này tương ứng với liều lượng $2,6 \times 10^6$, tức là gần với ngưỡng phỏng rộp
limit of approach of the operators or other trained personnel. This corresponds to a dose of 2.6×10^6 , i.e. close to the blistering threshold
 - $12,5 \text{ kW/m}^2$: được coi là mức bức xạ mà tại đó lửa lan truyền trên các bình được phun nước và cũng là lúc bắt đầu cảm thấy đau trên da của người không được bảo vệ tiếp xúc trong 6 giây
 $12,5 \text{ kW/m}^2$: taken as the radiation level at which fire propagates on vessels sprayed with water and also the onset of pain on the skin of a non protected person exposed for 6 seconds
 - giới hạn sơ tán nhà ở và các tòa nhà thường xuyên có người ở khác. Điều này tương ứng với liều lượng $1,7 \times 10^6$ mà phương trình của Eisenberg sẽ phân loại là cực kỳ đau đớn.
limit of evacuation of housing and other normally occupied buildings. This corresponds to a dose of 1.7×10^6 which Eisenberg's equation would categorize as extreme pain.
- Với các tiêu chí này, có thể chuyển đổi kết quả mô phỏng thành khoảng cách xung quanh đường ống, để xác định các khu vực liên quan đến sự xuất hiện của sự kiện lớn.
With these criteria, it is possible to transform in distances around the pipe the results of the simulations, in order to identify the zones concerned by the occurrence of the major event.
 - Phương pháp đánh giá rủi ro này là một phương pháp xác định và được yêu cầu ở một số quốc gia.
This risk evaluation method is a deterministic approach and is required in certain countries.
- 4.6.8. Định nghĩa khu vực cần nghiên cứu xung quanh đường ống / *Definition of the zone to be studied around the pipe***
- Tính đến các khoảng cách được tìm thấy bằng mô phỏng, các khu vực xung quanh đường ống phải được nghiên cứu trên toàn bộ chiều dài của đường ống. Vì độc tính của CO phải được xem xét cũng như khả năng bắt lửa của nó, nên việc xem xét các khoảng cách lớn hơn so với trường hợp chỉ xem xét khả năng bắt lửa là điều không có gì lạ.
Taking into account the distances found by the simulation, the zones around the pipeline must be studied for the whole length of the pipe. Since the toxicity of CO must be considered as well as its flammability, larger distances than would have been the case when considering flammability alone are not unusual.
 - Một phương pháp khác được sử dụng rộng rãi để xác định khu vực xung quanh đường ống có thể bị ảnh hưởng bởi rò rỉ hoặc nổ ống là sử dụng bán kính tác động tiềm năng. Phương pháp này được ghi lại trong ASME B31.8S và phụ thuộc vào MAOP và đường kính ngoài của đường ống.
Another widely used method to define the zone around the pipe that could be affected by a leak or rupture is using a potential impact radius. This method is documented in ASME B31.8S and is dependent on the MAOP and outside diameter of the pipeline.
 - Ở những khu vực cụ thể, các biện pháp bù trừ sẽ được xem xét.
In particular areas, compensatory measures will be considered.
- 4.6.9. Tiêu chí rủi ro / *Risk criteria***
- Khi sử dụng phương pháp tiếp cận xác suất, cần xét tới rủi ro cá nhân và xã hội.
When the probabilistic approach is used, individual and societal risks are considered.
 - Đối với rủi ro cá nhân, xác suất tử vong của một người thường xuyên có mặt ở một khoảng cách nhất định so với đường ống được tính toán, có tính đến tất cả các sự kiện đáng lo ngại và xác suất của chúng.
For the individual risk, the probability of fatality of a person permanently present at a given distance of the pipe is computed, taking into account all feared events and their probability.
 - Đối với rủi ro xã hội, có tính đến tất cả các sự kiện đáng lo ngại và xác suất của chúng, xác suất của một số lượng tử vong nhất định cũng được tính toán ở một khoảng cách nhất định so với đường ống.
For the societal risk, taking into account all feared events and their probability, the probability of a given number of fatalities is also computed at a given distance of the pipe.
 - Các tiêu chí rủi ro được tính đến phụ thuộc vào các quy định quốc gia. Các tiêu chí rủi ro, được biểu thị bằng xác suất tử vong mỗi năm đối với rủi ro cá nhân và xác suất của một số lượng người nhất định đối với rủi ro xã hội, được đưa ra trong Phụ lục J cho Hà Lan, Bỉ và Vương quốc Anh để biết thông tin.
The risk criteria taken into account depend on the national regulations. The risk criteria, expressed in probability of fatality per year for the individual risk and in probability of a given number of persons for

the societal risk, are given in Appendix J for the Netherlands, Belgium and the United Kingdom for information.

4.7. Vị trí đặt trạm / *Siting of stations*

4.7.1. Tổng quan / *General*

- Vị trí của các trạm cần được lựa chọn cẩn thận và, trong chừng mực thực tế, để tránh sự tiệp cận ngay lập tức với các khu vực và thiết bị dễ bị tổn thương như thiết bị điện, bồn chứa sản phẩm dễ cháy, đường, toà nhà công cộng, bãi đậu xe và trạm trung chuyển.
The location of stations should be chosen with care and, in so far as is practical, to avoid the immediate proximity of vulnerable areas and equipment such as electrical equipment, flammable product storage tanks, public roads, public buildings, car parks and transfer stations.
- Vị trí đặt và khoảng cách an toàn nên tuân theo các thông lệ đã được thiết lập và các quy định hiện hành.
Siting and safety distances should follow established practices and applicable regulations.
- Việc rò rỉ CO hoặc Syngas tạo ra hai loại rủi ro, một là tác động nhiệt, nếu sự rò rỉ dẫn đến bắt lửa, hai là độc tính, do sự hiện diện của CO.
A release of CO or Syngas creates two types of risks, one is the thermal effect, if the release is ignited, the other is the toxicity, due to the presence of CO.
- Vì vậy, các khoảng cách an toàn cho trạm Hydro phải được xem xét ở mức tối thiểu, xem các ấn phẩm EIGA/CGA/AIGA về hệ thống đường ống Hydro.
So, the safety distances for Hydrogen stations must be considered as a minimum, see EIGA/CGA/AIGA publications on Hydrogen pipeline systems.
- Hơn nữa, đối với rủi ro về độc, các loại rò rỉ sau đây phải được xem xét cho việc thiết kế và vị trí của các trạm:
Furthermore, for the toxicity risk, the following types of releases have to be considered for the design and location of stations:

4.7.2. Xả CO/Syngas trong quá trình bảo trì / *Release of CO/Syngas during maintenance*

- Lượng khí xả bị giới hạn ở lượng khí trong trạm, trừ trường hợp rò bên trong van cách ly đường ống hoặc lỗi của con người.
The mass of released gas is limited to the mass contained in the station, except in case of internal leak of an isolating valve of the pipe or human error.
- Các thông số cần được tính đến cho nghiên cứu phân tán và xác định các vùng an toàn là chiều cao của đường xả, lưu lượng, vận tốc và thời gian xả.
The parameters to be taken into account for the dispersion study and the definition of the safety zones are the height of the vent, the flow, the velocity and the duration of the gas released.
- Các hoạt động xả và thông thổi được mô tả trong phần 9.7.
Venting and purging operations are described in section 9.7.

4.7.3. Trường hợp rò rỉ CO/Syngas / *Case of CO/Syngas leaks*

- Trừ khi sử dụng các van hàn và van cầu, sự cố rò rỉ bất ngờ vào khí quyển có thể xảy ra từ các thiết bị như mặt bích và bộ phận làm kín van.
Unless the use of welded and bellow valves, unexpected leaks to the atmosphere may happen from equipment such as flanges, and valve packings.
- Phương tiện phát hiện và thời gian ứng phó khẩn cấp là các yếu tố cần được tính đến trong thiết kế của các trạm
Detection means and emergency response time are factors to take into account in the design of the stations
 - Các trạm trong phạm vi công cộng
Stations in the public domain
 - Chúng thường nằm dọc theo đường ống và thời gian ứng phó khẩn cấp có thể hơn ½ giờ. Thiết kế của trạm phải sao cho có mức nguy độc tính chấp nhận được tại hàng rào của trạm. Xem 4.6.7.1.
They are generally along the pipe and emergency response time may be more than ½ hour. The design of the station should be such that there is an acceptable toxicity risk at the fence of the station. See 4.6.7.1.
 - Một giải pháp khả thi là lắp đặt tất cả các thiết bị của trạm bên trong vỏ bọc được trang bị máy dò. Trong trường hợp rò rỉ, máy dò sẽ tạo ra báo động, khởi động hệ thống thông gió cưỡng bức để pha loãng và phân tán khí vào khí quyển.

A possible solution is to install all equipment of the station inside an enclosure equipped with a gas detector. In case of leak, the detector generates an alarm, starts a forced ventilation to dilute and disperse the gas to the atmosphere.

- Các trạm sản xuất hoặc tại địa điểm của khách hàng.

Stations in production or at customer sites.

- Chúng được lắp đặt trong các khu vực hạn chế tiếp cận. Máy dò có thể được lắp đặt để phát hiện rò rỉ. Nhân viên vận hành có năng lực có thể can thiệp trong vòng vài phút.

They are installed in restricted access areas. Detectors may be installed in order to detect leaks. Skilled operators are able to intervene within a few minutes.

5. Đường ống, van và thiết bị / *Piping, valves and equipment*

5.1. Tiêu chí chung / *General criteria*

- Chương này mô tả cách triết lý thiết kế được trình bày trong Chương 4 có thể được áp dụng trong thực tế cho đường ống, van, các thành phần đường ống cụ thể và cấu hình thiết bị.

This chapter describes how the design philosophy presented in Chapter 4 can be applied in practice to piping, valves, specific piping components and equipment configurations.

5.2. Tiêu chí lựa chọn vật liệu / *Material selection criteria*

- Việc lựa chọn vật liệu cho đường ống, van, thiết bị, v.v. phải tuân theo các mục 4.3, 4.4 và 4.5.

Selection of material for pipes, valves, equipment, etc. shall be in accordance with sections 4.3, 4.4 and 4.5.

- Do tính chất nguy hiểm của khí, các bộ phận chịu áp như đường ống, thân van, vỏ lọc và bộ lọc, v.v. chỉ được làm bằng vật liệu kim loại. Việc sử dụng vật liệu phi kim loại phải được giới hạn ở các ứng dụng như bên trong van (chỉ riêng phần chèn), lớp phủ bên ngoài, v.v. mà không phải là các chi tiết chịu cường độ cơ học chính.

Due to the hazardous nature of the gas, pressure containing parts such as piping, valve bodies, strainer and filter housings, etc. shall be made of metallic materials only. The use of non-metallic materials shall be limited to services such as valve internals (inserts only), external coatings, etc. which do not provide primary mechanical strength.

- Một trong những tiêu chí quan trọng nhất là khả năng chống nứt ăn mòn ứng suất và giòn hydro. Rủi ro xảy ra những sự cố này tăng ở nhiệt độ và áp suất cao và được giảm thiểu bằng mức ứng suất thấp. Do đó, việc lựa chọn vật liệu, quy trình chế tạo và độ dày vật liệu nên được lựa chọn nhằm đạt được ứng suất dư thấp. Các phương pháp điển hình để giảm ứng suất sau khi đã quyết định nhiệt độ và áp suất vận hành là khoảng cách giá đỡ ống gần hơn, thành ống dày hơn, giảm ứng suất dư hàn bằng nhiệt.

One of the most important criteria is resistance to stress corrosion cracking and hydrogen embrittlement. The risk of these occurring is increased at higher temperatures and pressures and is mitigated by low stress levels. Therefore, material selection, fabrication processes, and material thicknesses should be chosen with a view towards achieving low residual stresses. Typical methods of lowering stresses once the operating temperature and pressure have been decided are closer pipe support spacing, thicker pipe walls, thermal relieving residual welding stresses.

- Không có giới hạn đặc biệt về vận tốc đối với đường ống trong carbon monoxide hoặc Syngas ngoài các yếu tố kinh tế cơ bản. Tuy nhiên, vận tốc âm thanh của hydro xấp xỉ gấp bốn lần so với hầu hết các khí dễ cháy. Do đó, cần chú ý đến khả năng ăn mòn và mài mòn ở các thiết bị như van điều khiển và van xả, thường có vận tốc âm thanh hoặc gần âm thanh. Do vận tốc âm thanh cao, rất có thể các vấn đề sẽ phát sinh ở áp suất chênh lệch mà ở hầu hết các loại khí khác sẽ không gặp vấn đề.

There are no special velocity restrictions for piping in carbon monoxide or Syngas service other than the underlying economics. However, the sonic velocity of hydrogen is approximately four times that of most flammable gases. Therefore, close attention should be paid to possible erosion and abrasion at such items as control valves and relief valves which usually will have sonic or near sonic velocities. Because of the high sonic velocity, it is quite possible that problems will arise at differential pressures which would not have caused a problem with most other gases.

5.3. Yêu cầu về khu vực có mối nguy về điện / *Electrical hazardous area requirements*

- Vì các hệ thống carbon monoxide và Syngas có thể gây ra mối nguy cháy hoặc nổ, nên các hệ thống điện phải tuân theo các quy tắc hiện hành. Các quy tắc này cung cấp các yêu cầu và đề xuất để xác định mức độ mối nguy (phân loại) và giảm thiểu các mối nguy liên quan. Các quy tắc thường được sử dụng là:

As carbon monoxide and Syngas systems may pose a fire or explosion risk, electrical systems must be in accordance with the applicable codes. These provide requirements and suggestions for determining the level of hazard (classification) and mitigating the risks involved. Typically used codes are:

- Hiệp hội Phòng cháy Chữa cháy Quốc gia (NFPA) 70
National Fire Protection Association (NFPA) 70
- IEC 79
- NFPA 496, 497
- Viện Dầu khí Hoa Kỳ RP 500 A,B,C
American Petroleum Institute RP 500 A,B,C
- Chỉ thị Châu Âu ATEX 94/9
European directive ATEX 94/9
- Khuyến nghị tối thiểu nên sử dụng NFPA 70 hoặc IEC 79.
It is recommended that as a minimum either NFPA 70 or IEC 79 be used.
- Loại thiết bị điện có thể được lắp đặt và phương pháp lắp đặt phụ thuộc vào mức độ phân loại mối nguy và được mô tả trong các phần quy định của quy tắc.
The type of electrical equipment which may be installed and the installation methods depend upon the level of hazard classification and are described in the prescriptive sections of the codes.
- Cần lưu ý rằng thiết bị và đường ống phải được liên kết và nối đất cẩn thận để giải phóng tĩnh điện và dẫn dòng điện sự cố xuống đất, để ngăn chặn sự phóng tia lửa điện có thể đốt cháy rò rỉ CO/Syngas trong khu vực.
It is worth noting that the equipment and piping should be carefully bonded and grounded to drain static electricity and to carry electrical fault currents to earth ground, to prevent the release of electric sparks which could ignite CO/Syngas leaks in the area.

5.4. Đường ống / Piping

- Kết nối hàn được ưu tiên và nên được sử dụng bất cứ khi nào thực tế để giảm thiểu các nguồn rò rỉ tiềm ẩn. Các kết nối ren được hàn kín được coi là kết nối hàn cho mục đích này. Phải sử dụng ống không hàn hoặc hàn dọc và phụ kiện ren hoặc gia công trừ những trường hợp đặc biệt, ví dụ: hoàn toàn không có sẵn.
Welded connections are preferred and should be used wherever practical to minimize potential leak sources. Threaded connections which are seal welded are considered as welded connections for this purpose. Either seamless or longitudinally welded pipe and wrought or machined fittings shall be used except in exceptional circumstances e.g. absolute unavailability.

5.4.1. Hệ thống xả và đốt / Venting and flare destruction systems

- Carbon monoxide và Syngas được xả ra phải được chứa, thu gom và xử lý an toàn. Carbon monoxide và Syngas với lượng nhỏ, chẳng hạn như từ bộ lọc, có thể được xả trực tiếp vào khí quyển, nếu được dẫn đến vị trí an toàn. Nếu không, các dòng xả carbon monoxide và Syngas phải được chứa và xử lý đúng cách. Vì mục đích này, van xả áp được coi là đường xả lớn. Phương pháp được sử dụng gần như phổ biến là đốt để tiêu hủy khí.
Carbon monoxide and Syngas vents must be contained, collected, and disposed of safely. Carbon monoxide and Syngas in small amounts, such as from filters, may be vented directly to the atmosphere, if routed to a safe location. Otherwise, carbon monoxide and Syngas vent streams must be contained and disposed of properly. For this purpose, pressure relief valves are considered large vents. The almost universally used method is a flare which destroys the gas by burning.
- Áp suất ngược do hệ thống thu gom tạo ra phải được tính toán hợp lý trong thiết kế, đặc biệt là trên các đường xả của van an toàn (API RP 520, 521 thường là tài liệu tham khảo được sử dụng cho việc này).
The back pressure created by the collection system must be properly accounted for in the design, especially on safety relief valve discharges (API RP 520, 521 are often used reference documents for this).
- Đường ống thu gom và xử lý khí xả cũng nên được sử dụng cùng loại vật liệu được sử dụng ở những nơi khác trong đường ống.
The same materials as are used elsewhere in the pipe line should also be used for vent collection and disposal piping.
- Thiết kế hệ thống thu gom và đốt khí dễ cháy là một nhiệm vụ thiết kế phức tạp và chỉ nên được thực hiện bởi những người quen thuộc và có kinh nghiệm trong lĩnh vực này. API 521 là một nguồn tham khảo tốt.
The design of a vent collection and flare system for flammable gases is a complex design task and should only be performed by persons familiar and experienced in this area. For a good reference and a layman's understanding API 521 a good source.
- Khi gắn vào hệ thống thu gom và/hoặc đốt cháy hiện có, cần hiểu cơ sở thiết kế của hệ thống để ý định của người thiết kế không vô tình bị ảnh hưởng tiêu cực. Hiệu suất của phần

đính kèm mới ảnh hưởng đến hiệu suất của hệ thống hiện có, có thể là tiêu cực. Các vấn đề như áp suất ngược trên thiết bị, dòng chảy ngược, thể tích tức thời, thông thổi khí trơ, vật liệu xây dựng, v.v. thường liên quan. Chủ cơ sở của hệ thống xả/đốt hiện có thường là nguồn lực tốt nhất để đảm bảo tính tương thích và khuyến nghị anh ta trực tiếp tham gia xem xét thiết kế và chế tạo phần đính kèm và được anh ta chấp thuận. Nếu không thể, thì phải phân tích hệ thống này từ các tài liệu hiện có và kiểm tra thiết bị và kết quả được sử dụng để thiết kế phần đính kèm.

When attaching to an existing vent collection and / or flare system it is essential to understand the basis of the system's design so that the designer's intent is not inadvertently compromised. The performance of the new attachment affects the performance of the existing system, possibly negatively. Issues such as back pressure on devices, back flow, instantaneous volume, inert purge, materials of construction, etc. are typically involved. The owner of the existing vent / flare system is usually the best resource to ensure compatibility and it is greatly preferred that he be directly involved in reviewing the design and fabrication of the attachment and that his approval be obtained. If this is not possible, then an analysis of the existing system shall be performed from existing documents and inspection of the equipment and the results used to design the attachment.

5.4.2. Mặt bích và gioăng / *Flanges and gaskets*

- Trường hợp không thể hàn được thì mặt bích là lựa chọn tốt nhất tiếp theo. Phải sử dụng các loại mặt bích chống rò rỉ như bích lồi, có rãnh và lưỡi hoặc mặt bích có vòng đệm. Vật liệu gioăng phải phù hợp với áp suất và nhiệt độ thiết kế, tương thích với hydro và carbon monoxide và chống rò rỉ. Ngoài ra, cần xem xét khả năng chống cháy do tính dễ cháy của khí. Nhìn chung, gioăng thép xoắn được ưu tiên sử dụng với mặt bích nổi, nhưng gioăng hỗn hợp gốc graphit cũng được sử dụng ở áp suất thấp hơn. Vòng kim loại mềm được ưu tiên sử dụng với mặt bích vòng đệm. Nhìn chung, gioăng thép xoắn có chứa Teflon hoặc graphit với mặt bích nổi hoặc vòng đồng với mặt bích có vòng đệm là những lựa chọn điển hình vì chúng thể hiện các đặc điểm mong muốn ở mức độ lớn. Vì rò rỉ nhỏ vào khí quyển gây ra mối nguy an toàn đáng kể, nên cân nhắc sử dụng nắp chụp mặt bích.

Where welded connections are not practical flanges are the next best choice. Leak resistant flange types such as raised face, tongue and groove, or ring joint flanges shall be used. Gasket materials shall be appropriate for the design pressures and temperatures, and be hydrogen and carbon monoxide compatible and leak resistant. In addition, consideration should be given to resistance to fire, due to the flammability of the gas. In general filled spiral wound steel gaskets are preferred with raised flanges, but composition gaskets which are graphite based are also used at lower pressures. Soft metallic rings are preferred with ring joint flanges. Overall then, a Teflon or graphite filled spiral wound gasket with a raised face flange or a copper ring with a ring joint flange are typical choices since they embody the desired features to a large extent. Since small leaks to atmosphere present a significant safety risk, flange covers should be considered.

5.4.3. Kết nối ren / *Threaded connections*

- Kết nối ren chỉ nên được sử dụng khi các kết nối hàn (bao gồm cả kết nối ren hàn kín) và kết nối mặt bích không khả thi. Vật liệu làm kín phải tương thích với hydro và carbon monoxide và nên chịu được nhiệt độ cao để giảm nguy cơ rò rỉ trong trường hợp hỏa hoạn. Các ứng dụng điển hình của kết nối ren là để phù hợp với thiết bị, đặc biệt là các dụng cụ.

These shall be used only where welded (including seal welded threaded connections) and flanged connections are not practical. The sealant shall be hydrogen and carbon monoxide compatible and should be high temperature resistant to reduce the risk of leaks during a fire. Typical uses of threaded connections are to match equipment, especially instruments.

5.4.4. Đường ống đo lường / *Instrument tubing*

- Việc sử dụng đường ống liên tục, liền mạch phải được tối đa hóa để giảm số lượng phụ kiện vì chúng có thể là nguồn rò rỉ. Ống đo lường phải bằng thép không gỉ (Xem mục 4.3.5), kết nối bằng phụ kiện nén hoặc hàn.

The use of continuous runs shall be maximized to reduce the number of fittings since these can be leak sources. Instrument tubing shall be stainless steel (See section 4.3.5) with compression fittings or welded.

5.5. Van / *Valves*

5.5.1. Tổng quan / *General*

- Mối quan tâm chính đặc thù với việc sử dụng carbon monoxide và Syngas là ngăn rò rỉ ra môi trường xung quanh hoặc qua van.

The major concern specific to carbon monoxide and Syngas service is to prevent leakage either to the ambient or across the valve.

- Sự rò rỉ ra môi trường xung quanh thường gặp nhất là do rò rỉ ở cơ cấu làm kín và nắp chụp và ở mức độ thấp hơn là do rò rỉ vật liệu đúc. Để giảm thiểu khả năng rò rỉ, phải xem xét các điều sau đây hoặc tương đương:
Leakage to ambient is most frequently caused by packing and bonnet leaks and to a lesser extent by leaking castings. To minimize the potential for leaks the following, or equivalent, shall be considered:
 - Van có đệm kín kép hoặc van cầu
Double packing or bellow seal valves
 - Nắp chụp bu lông chịu tải trực tiếp
Live loaded bolted bonnet
 - Thân van phải được kiểm tra rò rỉ thủy lực
Valve bodies to be hydraulically leak tested
 - Đệm kín mềm trong chốt hãm kim loại cho van tự động trên đường ống và đường xả tự động; chỉ định ngắt kín hoàn toàn
Soft seat in a metal retainer for in-line automatic valves and automatic vents; specify bubble tight shut off
 - Đệm kim loại với kim loại hoặc đệm mềm trong chốt hãm của van tay; chúng nên được kết hợp với một phương tiện cách ly dương nếu được sử dụng để ngăn dòng khí trước khi tiến hành bảo trì hoặc kiểm tra bên trong đường ống.
Metal to metal seat or soft seat in a retainer for in-line manual valves; these should be combined with a means of positive isolation if used to block flow before attempting maintenance or inspection inside the line.
 - Đệm kim loại với đầu ra van bị chặn. Các cách bố trí điển hình được sử dụng là van kép, mặt bích mù, nút hoặc nắp (chấp nhận kết nối ren).
Metallic seat with valve outlet blocked. Typical arrangements used are double valves, blind flange, plug, or cap (threaded connections are acceptable).
 - Không có kết nối ren trong cụm thân van; ưu tiên không có bu lông xuyên qua hoặc mặt bích thân
No threaded connections in assembly of the valve body; preference for no through bolting or body flanges
 - Van cách ly đường ống chính nên được thiết kế dạng full port, khi dự kiến sử dụng pigging để kiểm tra đường ống
Mainline isolation valves should be of full port design, when pipeline pigging for inspection is foreseen

5.5.2. Van chức năng / **Valve functions**

5.5.2.1. Van cách ly / **Isolation valves**

- Van cách ly có khả năng khóa được sử dụng để cách ly các phần của đường ống trong trường hợp khẩn cấp hoặc để bảo trì và kiểm tra định kỳ. Chúng nên được lắp đặt ở vị trí dễ tiếp cận vì chúng có thể cần phải được đóng bằng tay trong trường hợp khẩn cấp.
Isolation valves with lock out capabilities are used to isolate portions of the pipe line in emergencies or for routine maintenance and inspection. These should be installed in an accessible location since they may need to be manually closed on an emergency basis.
- Để tiếp cận bảo trì an toàn, cần phải có phương tiện cách ly dương với quy trình bảo trì khóa hoặc gắn thẻ hỗ trợ. Các cách bố trí được chấp nhận điển hình là van xả kép và xả, mặt bích bịt kín, van bi gắn trực tiếp với đường xả thân hoặc loại bỏ ống chỉ.
For safe maintenance access it is necessary to have a means of positive isolation with a supporting lock out or tag out maintenance procedure. Typical accepted arrangements are double block and bleed valves, blind flange, double trunnion mounted ball valves with a body vent or spool removal.
- Đây thường là van bi, van nút, van cổng hoặc van bướm.
These are typically ball, plug, gate, or butterfly type valves.

5.5.2.2. Van cách ly khẩn cấp / **Emergency isolation valves**

- Van Cách ly Khẩn cấp (EIV) được sử dụng để cung cấp khả năng chặn dòng khẩn cấp. Chúng có thể được vận hành bằng tay, tự động hoặc cả hai. Mặc dù số lượng vị trí và loại EIV phụ thuộc vào các chi tiết cụ thể của chiến lược kiểm tra, bảo trì và quản lý rủi ro, nhưng tối thiểu chúng phải được cung cấp ở đầu đường ống và tại mỗi người dùng.
Emergency Isolation Valves (EIV) are used to provide emergency blockage of the flow. They may be manual, automatic, or both. Although the number location and type of EIV's depend on the specifics of the inspection, maintenance and risk management strategies, as a minimum they shall be provided at the beginning of the pipeline and at each user.

- EIV phải có khả năng đóng hoàn toàn để đảm bảo không bị rò rỉ và trong trường hợp van tự động phải được thiết kế để đóng khi khí điều khiển, tín hiệu, thủy lực và điện bị lỗi. Cách bố trí điển hình sẽ là bộ truyền động hồi vị lò xo đóng khi xảy ra lỗi. Van lỗi là không thể chấp nhận được.

EIV's shall be capable of being fully closed to ensure against gas leakage and in the case of automatic valves shall be designed to close on instrument air, signal, hydraulic and electrical failure. A typical arrangement would be spring return actuators which fail closed. Fail in place valves are not acceptable.

- Khi được tự động hóa, EIV thường là van bi hoặc van cổng và được chế tạo an toàn cho hỏa hoạn. Khi vận hành bằng tay, các van này thường là van cổng. Thông thường nên lắp đặt phương tiện cách ly dương cùng với EIV.

When automated, EIV's are typically ball or gate valves and are of fire safe construction. When manual, these valves are typically gate valves. It is often advisable to install a means of positive isolation along with an EIV.

5.5.2.3. Van điều khiển, van giảm áp và bộ điều áp / Control and pressure reducing valves and regulators

- Chúng được sử dụng cho các chức năng điều khiển lưu lượng và áp suất. Nên xem xét việc sử dụng đế và nút cứng hoặc các tính năng thiết kế đặc biệt khác khi áp suất giảm qua van hoặc bộ điều áp trên 10% áp suất đầu vào do vận tốc âm thanh cao của Syngas. Sự ăn mòn, mài mòn và tiếng ồn quá mức nên được giải quyết trong thiết kế.

These are used for flow and pressure control functions. The use of hardened seats and plugs or other special design features should be considered when the pressure drop through the valve or regulator is greater than 10% of the upstream pressure because of the high sonic velocity of Syngas. Erosion, abrasion, and excessive noise should be addressed in the design.

- Các van này thường là van cầu, nhưng van bi có khía cũng được sử dụng.

These are frequently globe valves, but notched ball valves are also used.

- Không nên xả khí trong dây chuyền từ bộ điều áp ra môi trường xung quanh một cách không kiểm soát. Chúng nên xả bên trong hoặc đường xả nên được xử lý như trong mục 5.4.1.1 ở trên.

Regulators should not vent process gas to the ambient in an uncontrolled way. They should either vent internally or the vent should be treated as in section 5.4.1.1 above.

5.5.2.4. Van an toàn / Safety relief valves

- Mục đích của van an toàn là bảo vệ hệ thống và các bộ phận trong hệ thống khỏi hư hại do áp suất vượt quá áp làm việc tối đa cho phép (MAWP). Hệ thống carbon monoxide và Syngas nói chung không yêu cầu phân tích nghiêm ngặt hơn hoặc ít nghiêm ngặt hơn hầu hết các loại khí dễ cháy khác, ngoại trừ việc nên đặc biệt chú ý đến khả năng rò rỉ khí qua van khi nó đóng và các yêu cầu của mục 5.4.1 ở trên để xả an toàn phải được tuân thủ. Số lượng, vị trí, loại, tiêu chí kích thước, vị trí xả an toàn và khoảng thời gian kiểm tra cho các thiết bị giảm áp được quy định bởi cơ quan quản lý địa phương và các yêu cầu này phải được tuân thủ nghiêm ngặt. Thông thường các bình chịu áp lực, ví dụ như các bộ lọc có vỏ cỡ lớn, sẽ thuộc các quy định về bình chịu áp lực và còn lại sẽ thuộc các quy định về đường ống và / hoặc đường ống.

The purpose of safety relief valves is to protect the system and its components from damage caused by pressures above the maximum allowable working pressure (MAWP). Carbon monoxide and Syngas service does not in general require a more or less severe analysis than most other flammable gases except that special attention should be paid to the potential of the gas leaking through the valve when it is closed and the requirements of section 5.4.1 above for safe venting must be followed. The number, location, type, sizing criteria, safe venting, and inspection intervals for pressure relief devices are governed by local regulatory authority and these requirements must be strictly followed. Typically pressure vessels, for example large filter housings, will fall under the pressure vessel regulations and the balance will fall under the piping and / or pipe line regulations.

- Một số điều nên và không nên làm thường được thực hiện là:

Some of the dos and don'ts as typically practiced are:

- Van an toàn nên được đặt càng gần vật mà chúng bảo vệ càng tốt.
Safety valves should be located as close as possible to the item which they protect.
- Phải xem xét áp suất ngược trên đường xả của van an toàn và thậm chí cả sự nhiễm bẩn từ dòng ngược, do hệ thống thu gom đường xả gây ra.
Back pressure on the safety valve discharge and even back flow contamination, caused by the vent collection system, shall be considered.
- Phải xem xét các lực phản ứng khi van an toàn xả.
Consideration shall be given to the reaction forces when a safety valve discharges.

- Phương pháp thiết kế hệ thống xả và giảm áp của van an toàn có thể được tìm thấy trong các tài liệu tham khảo, chẳng hạn như API RP 520 và 521.
Safety valve relief and vent system design methods may be found in reference documents, such as API RP 520 and 521.

- Mặc dù không nên, nhưng đôi khi cần phải lắp đặt van chặn và / hoặc van nối tắt cùng với van an toàn để đáp ứng các quy định kiểm định / thử nghiệm tại địa phương hoặc khi kết nối với hệ thống xả hoặc đốt hiện có. Tuy nhiên, điều này gây ra rủi ro về an toàn vì van an toàn có thể bị chặn. Do đó, phải thực hiện phân tích cẩn thận toàn bộ hệ thống, các bộ phận của nó và các quy trình về vận hành và bảo trì hỗ trợ (ví dụ: khóa lock out) bởi một chuyên gia giàu kinh nghiệm.

Although it is preferable not to, it is sometimes necessary to install block and / or by-pass valves together with safety relief valves to meet local inspection/testing regulations or when connecting to an existing vent or flare system. However, this presents inherent safety risks since the safety valve could be blocked. Therefore, a careful analysis of the entire system, its components, and the supporting operational and maintenance procedures (e.g. lock out) by an experienced professional shall be performed.

- Đôi khi việc xử lý khí xả một cách an toàn tại các trạm giảm áp của đường ống là không thực tế vì độc tính ngăn cản việc xả trực tiếp một lượng đáng kể ra khí quyển. Trong những trường hợp như vậy, nên xem xét một phương pháp thay thế, đó là bảo vệ chống quá áp bằng cách sử dụng hai van cách ly tự động nối tiếp. Các van này sẽ được điều khiển bởi ba bộ cảm biến áp suất dự phòng với cơ chế tác động nếu hai trong ba cảm biến phát hiện áp suất vượt ngưỡng, hoặc sử dụng hệ thống chốt nổ.

It is sometimes impractical to safely dispose of vented gas at pressure let-down stations of the pipeline since the toxicity precludes direct venting of significant quantities to the atmosphere. In such instances, an alternate method should be considered, which is to protect against overpressure by the use of two automatic isolation valves in series. These valves will be controlled by triple redundant pressure transmitters with two out of three voting or a rupture pin system.

5.5.2.5. Van xả và van xả đáy thủ công / *Manual vent and drain valves*

- Trong thực tế, để đảm bảo độ kín tuyệt đối khi đóng van, người ta thường sử dụng phương pháp lắp đặt dự phòng. Cách bố trí phổ biến nhất là dùng hai van nối tiếp, hoặc kết hợp với mặt bích mù, nút hoặc nắp bịt. (Nút và nắp bịt nên được vật ren mà được hàn kín vì cần phải tháo khi cần mở van để xả thực hiện chức năng của nó).

Typical practice is to provide positive sealing through the valve by redundancy. The most common arrangements used are double valves, blind flange, plug, or cap (plugs and caps should be threaded without seal welding since it is necessary to remove them for the vent valve to perform its function).

- Các loại van này thường là van bi, van nút, van cổng hoặc van cầu.

These are typically ball, plug, gate, or globe valves.

5.5.2.6. Van ngắt lưu lượng (EFV)/ *Excess flow valves (EFV)*

- Chúng thường được thiết kế tương tự như van cách ly khẩn cấp (EIV).

These are usually designed similarly to emergency isolation valves (EIV).

5.5.2.7. Van một chiều (van không hồi lưu)/ *Check valves (non-return valves)*

- Khí carbon monoxide và Syngas không gây ra vấn đề đặc biệt nào đối với van một chiều ngoài nguy cơ rò rỉ. Những mối lo ngại liên quan đến van một chiều cũng tương tự như với van tự động. Vì vậy, người ta thường ưu tiên sử dụng ghế van mềm được giữ trong vỏ kim loại, hoặc ghế van kim loại được mài chính xác để khớp kín với nhau, đặc biệt trong trường hợp rò rỉ ngược dù rất nhỏ cũng có thể gây nguy hiểm. Giống như với tất cả các van một chiều, việc lắp đặt đúng chiều là rất quan trọng. Thông thường, van một chiều không được coi là thiết bị chặn dòng hoàn toàn đáng tin cậy. Do đó, van một chiều không được sử dụng thay thế cho van cách ly.

Carbon monoxide and Syngas do not present special concerns for check valves besides leakage. The concerns are similar to those for automatic valves and a soft seat in a metal retainer or specially lapped metal to metal seats are preferred, especially when small back leakage would present a significant risk. As with all check valves installation in the proper orientation can be crucial. Typically check valves are not considered fully reliable flow stoppers. Therefore, a check valves shall not be used as a substitute for an isolation valve.

5.5.3. Sơ lược về các loại van / *Valve type summary*

5.5.3.1. Van bi và van nút / *Ball and plug valves*

- Van bi và van nút vốn có đặc tính đóng/mở nhanh và khả năng làm kín tốt. Chúng có thể được vận hành thủ công hoặc tự động. Chúng thường được ưu tiên sử dụng làm van cách

ly, van cách ly khẩn cấp, van giới hạn lưu lượng và van xả. Chúng cũng có thể được sử dụng làm van điều khiển trong một số trường hợp nhất định mặc dù các đặc tính điều khiển của chúng nhìn chung kém chính xác hơn van cầu hoặc van bướm. Van bi thường có thiết kế lỗ thông suốt (full port) và phải là loại full port nếu cần chạy thiết bị kiểm tra trong đường ống. Van bi và van nút thường được sử dụng cho đường ống có kích thước nhỏ.

Ball and plug valves are inherently quick opening and good sealing. They can be manually or automatically operated. They are frequently preferred as isolation, emergency isolation, excess flow, and vent and drain valves. They can also be used as control valves in certain circumstances although their control characteristics are generally less precise than globe valves or butterfly valves. Ball valves are usually full ported and must be full ported if it is required to run a pipeline internal inspection device through them. Ball and plug valves are typically used in small sizes.

5.5.3.2. Van bướm / Butterfly valves

- Van bướm đĩa lệch tâm (loại hiệu suất cao) có thể được sử dụng trong hệ thống. Chúng có thể được vận hành thủ công hoặc tự động và có thể được sử dụng làm van điều khiển khi chênh áp qua van không quá lớn. Nhược điểm chính là để van đặc biệt dễ bị hư hại do các hạt rắn trong dòng khí. Nếu chọn sử dụng, cần đảm bảo van là loại lệch tâm kép và có khả năng đóng kín hoàn toàn. Van bướm không phù hợp để chạy thiết bị kiểm tra trong đường ống vì đĩa và trục van luôn nằm trong dòng chảy.

Eccentric disc wafer valves (high performance butterfly) may be used. They can be manually or automatically operated and can be used as a control valve when the pressure drop across the valve is not too large. The main disadvantage is that the valve seat is particularly exposed to particulate damage. If these are chosen, they shall be double eccentric and bubble tight shut off. Butterfly valves are not suitable to run a pipeline internal inspection device through since the disc and pin sit permanently in the flow path.

- Tài liệu này không đưa ra quan điểm về việc nên sử dụng các van này hay không vì hiện vẫn còn nhiều ý kiến trái chiều: một số đơn vị vận hành đường ống cho phép sử dụng trong một số trường hợp nhất định, trong khi những đơn vị khác thì không cho phép sử dụng hoàn toàn. Tuy vậy, do loại van này có thể mang lại lợi ích trong một số tình huống cụ thể, nên tài liệu vẫn đưa ra mô tả để người đọc tham khảo.

This document does not take a position on the use of these valves other than to acknowledge that there is difference of opinion about their use with some pipe line operators allowing them in certain circumstances and others not permitting them at all. However, as there are potential benefits in certain situations, a description of them was considered appropriate to include.

5.5.3.3. Van cổng / Gate valves

- Van cổng (van cửa) là loại van bền chắc, đã được kiểm chứng trong thực tế, thường được dùng để chặn dòng chảy. Mặc dù chúng có thể được tự động hóa nhưng cho đến nay chúng thường được vận hành thủ công. Nhược điểm chính là khả năng làm kín không cao (trừ một số thiết kế đặc biệt có dải làm kín mềm trên đĩa van), nên không kín bằng van bi, van nút, van bướm hoặc van cầu. Để giảm thiểu điều này, nên chọn loại van có nêm linh hoạt (cổng). Van cổng phù hợp để chạy thiết bị kiểm tra bên trong đường ống.

Gate valves are rugged proven valves which are typically used to block flows. Although they can be automated they are by far most often manually operated. The main disadvantage is that, except for certain special designs with soft sealing strips on the disc, they are not as tight sealing as ball, plug, butterfly, or globe valves. To mitigate this they should be specified with flexible wedges (gates). Gate valves are suitable to run a pipeline internal inspection device through them.

5.5.3.4. Van cầu / Globe valves

- Van cầu thường được sử dụng trong các ứng dụng điều khiển dòng chảy và khi có yêu cầu việc đóng kín tuyệt đối. Chúng có thể được vận hành thủ công hoặc tự động. Chúng được sử dụng rộng rãi làm van điều khiển do tính chất chính xác của các đặc tính điều khiển. Chúng cũng được sử dụng làm van xả và van cách ly tự động vì khả năng đóng kín tốt. Van cầu thường được dùng cho đường ống có kích thước nhỏ. Khí chảy qua van cầu buộc phải đổi hướng. Đây là cách tạo ra đặc tính điều khiển chính xác của nó, tuy nhiên, nó khiến chúng dễ bị ăn mòn và mài mòn. Vì vậy, trong các ứng dụng có chênh lệch áp suất lớn, nên dùng vật liệu cứng cho đĩa và đế van. Với khí tổng hợp (syngas), do tốc độ âm thanh cao, hiện tượng mài mòn có thể xảy ra ngay cả khi chênh áp không quá lớn.

Globe valves are commonly used in control applications and where a tight shut off is a pre-eminent concern. They can be manually or automatically operated. They are widely used as control valves because of the precise nature of their control characteristics. They are also used as automated vent and isolation valves because of their tight shut off. They are more used at smaller sizes than larger sizes. The gas which flows through a globe valve is forced to change direction. This is how its precise control characteristic is created, however, it makes them susceptible to erosion and abrasion. For this reason the use of hardened plug and seat materials should be considered in applications which have a

large pressure drop across the valve. The high sonic velocity of Syngas means that this problem occurs at lower pressure drops than with most other gases.

5.5.3.5. Van xả áp / Pressure relief valves

- Đây là loại van được thiết kế đặc biệt để ngăn hệ thống bị quá áp, bằng cách tự động xả khí khi áp suất vượt ngưỡng cài đặt. Van xả áp hoạt động hoàn toàn độc lập, không cần người vận hành hay hệ thống điều khiển. Có nhiều loại van xả áp như: loại tác động trực tiếp, loại điều khiển bằng pilot, loại chịu áp suất ngược thay đổi, v.v. Van xả áp dùng lò xo tác động trực tiếp là loại chấp nhận được. Các bộ phận bên trong van phải làm từ vật liệu chống ăn mòn phù hợp với khí CO và syngas. Nên dùng đế van mềm để đảm bảo đóng kín tuyệt đối..

These are valves which are specifically designed to prevent over pressurization of an item or system by automatically and reliably stopping the increase of internal pressure by venting gas once a pre set pressure has been reached. Pressure relief valves are self contained in that they do not require operator or control system actuation to perform their function. There are several different types and styles of safety relief valves including direct acting, pilot operated, variable back pressure, etc. Direct acting spring actuated relief valves are acceptable. Internals shall be of carbon monoxide and Syngas compatible corrosion resistant materials. Soft seats shall be used to provide a tight shut-off.

- Van xả áp thường phải tuân thủ các quy định quốc tế, quốc gia và địa phương, bao gồm: thiết kế, vật liệu chế tạo, kiểm tra, đảm bảo chất lượng, kiểm định trong quá trình sử dụng, và niêm phong chính thức sau khi cài đặt áp suất xả để tránh bị can thiệp.

Pressure relief valves typically must meet international, national, and local regulatory requirements which typically include design, materials of construction, testing, quality assurance, inspection in service, and often official sealing after the relief pressure has been set to guard against tampering.

- Mặc dù có thể dùng nhiều loại vật liệu cho thân van, nhưng thép carbon hoặc thép không gỉ là lựa chọn ưu tiên vì giá thành hợp lý và giảm nguy cơ ăn mòn nếu có tạp chất xâm nhập vào đường ống.

Although many materials may be used for the valve body, it is preferable to use either carbon steel or stainless steel since these materials are economic and avoid some of the potential corrosion issues which could arise if impurities entered the pipe line.

5.5.3.6. Van một chiều (van không hồi lưu) / Check valves (non-return valves)

- Đây là các loại van được thiết kế đặc biệt để cho phép dòng chảy theo một chiều và ngăn dòng chảy ngược. Có nhiều loại van một chiều khác nhau như loại bản lề (swing), loại nắp lật (flapper), loại bi (ball), loại nút (poppet), loại lò xo (spring loaded), loại vận hành bằng trọng lực (gravity operated), loại hỗ trợ thủy lực (hydraulic assisted), v.v. Loại bản lề và nắp lật thường được sử dụng cho các kích thước lớn, còn loại bi hoặc nút thì dùng cho kích thước rất nhỏ (<2"). Để giảm thiểu rò rỉ ngược khi van đóng, nên sử dụng đế van mềm trong vỏ kim loại hoặc đế van kim loại được mài chính xác để khớp kín, đặc biệt trong trường hợp dòng chảy ngược nhỏ có thể gây rủi ro nghiêm trọng. Giống như tất cả các loại van một chiều, việc lắp đặt đúng chiều là rất quan trọng. Thông thường, van một chiều không được xem là thiết bị chặn dòng đáng tin cậy như van cách ly, do đó, van một chiều không được sử dụng thay thế cho van cách ly.

These are valves which are specifically designed to permit flow in one direction and to stop it in the reverse direction. There are numerous types including swing, flapper, ball, poppet, spring loaded, gravity operated, hydraulic assisted, etc. Swing and flapper types are most often used in larger sizes and ball or poppets in very small sizes (<2"). To minimize back leakage when the valve is closed, a soft seat in a metal retainer or specially lapped metal to metal seats are preferred, especially when a small backwards flow would present a significant risk. As with all check valves, installation in the proper orientation can be crucial. Typically check valves are not considered as reliable flow stoppers as isolation valves and, therefore, a check valve shall not be used as a substitute for an isolation valve.

5.5.4. Các vấn đề khác về van / Miscellaneous valve issues

5.5.4.1. Gioăng đệm / Packing

- Việc đảm bảo độ kín tuyệt đối của các bộ phận đệm kín là rất quan trọng trong hệ thống sử dụng khí carbon monoxide và syngas. Vật liệu đệm phải tương thích với khí CO và syngas, đồng thời chịu được nhiệt độ cao để duy trì độ bền trong trường hợp xảy ra hỏa hoạn. Các hợp chất gốc graphite (than chì) thường được sử dụng. Nên xem xét sử dụng đệm kép (double packing) để giảm nguy cơ rò rỉ khí ra môi trường, vì điều này có thể gây ra nguy cơ độc hại và/hoặc cháy nổ.

Positive sealing of packing glands is important in carbon monoxide and Syngas service. Packing materials shall be carbon monoxide and Syngas compatible and suitable for high temperatures to better maintain their integrity in case of a fire. Graphite based compounds are typically used. Double packing should be considered to mitigate the chance of leakage to atmosphere which can present a toxicity or/and flammability safety risk.

5.5.4.2. Hư hỏng do hạt cứng / *Damage from particulates*

- Để bảo vệ để mềm khỏi hư hỏng có thể xảy ra do các hạt cứng trong dòng khí, có thể lắp đặt bộ lọc 300 micron (lưới 50) hoặc mịn hơn ở phía thượng nguồn của van hoặc cụm van với để mềm thường mở để dòng chảy trong quá trình vận hành. Thông thường, điều này không bao gồm van xả và van xả áp suất (van xả áp suất không nên có bộ lọc ở phía thượng nguồn của chúng trong mọi trường hợp vì bộ lọc bị chặn một phần sẽ làm giảm khả năng xả).

To protect soft seats from possible damage from particulates carried with the gas, a strainer of 300 microns (50 mesh) or finer may be installed upstream of valves or valve clusters with soft seats which are normally open to flow during operation. Typically this excludes vents, drains, and pressure relief valves (pressure relief valves should not have a strainer upstream of them in any case since a partially blocked strainer would reduce the relieving capacity).

5.6. Thiết bị khác / *Other equipment*

5.6.1. Bộ lọc và lưới lọc / *Strainers and filters*

- Khuyến nghị lắp đặt bộ lọc và bộ lọc để tránh nhiễm bẩn, đặc biệt là ở phía trước của thiết bị đo lường và điều áp, vì vận tốc âm của Syngas rất cao so với hầu hết các loại khí khác. Vật liệu vỏ ngoài của lọc tối thiểu phải tương đương với đường ống và các bộ phận bên trong phải được làm bằng kim loại chống ăn mòn.

Strainer and filter installation is recommended to avoid contamination, particularly upstream of pressure control and metering devices, as the sonic velocity of Syngas is very high compared with most gases. The housing material should as a minimum be equivalent to the pipe and the internals should be of a corrosion resistant metal.

5.6.2. Thiết bị đo lưu lượng / *Flow measuring devices*

- Các loại thiết bị như đĩa đo lưu lượng (orifice plate), ống Venturi (venturi) và đồng hồ tuabin (turbine meters) thường được sử dụng.

Orifice plate, venturi and turbine meters are frequently used.

- Việc lựa chọn loại thiết bị đo lưu lượng thường dựa trên yêu cầu về độ chính xác trong phạm vi lưu lượng khí cần đo để đáp ứng nhu cầu của khách hàng. Hệ thống thiết bị đo có thể sử dụng hệ thống điện tử tích hợp để chuyển đổi tín hiệu từ thiết bị đo thể tích ban đầu thành lưu lượng khối lượng, bao gồm các thành phần như:

The selection of flow meter type is normally based on the accuracy requirements for the required range of gas flow to meet customer requirements. Instrumentation for converting the output from the volumetric primary device into a mass flow may use an Integrated Electronic System, which may comprise the following:

- cảm biến áp suất
pressure transmitter
- cảm biến nhiệt độ
temperature transmitter
- cảm biến chênh áp
differential pressure transmitter
- máy tính lưu lượng khối lượng
mass flow computer

5.6.3. Đĩa nổ / *Rupture discs*

- Rupture discs should not be used, due to toxicity risk.

Đĩa nổ không nên được sử dụng, do nguy cơ độc tính.

5.6.4. Khớp cách điện / *Insulating joints*

- Khớp cách điện về cơ bản là hai đoạn ống được ngăn cách bởi một vật liệu có hằng số điện môi cao (chất cách điện) để cách ly điện hai hệ thống hoặc thiết bị. Thông thường, điều này được thực hiện để tạo ra các vùng ăn mòn riêng biệt, ví dụ như giữa các đoạn đường ống ngầm và trên mặt đất. Mặc dù thiết kế của các thiết bị này đã được biết rõ, nhưng vẫn có khả năng tia lửa điện được tạo ra giữa các đoạn được cách ly điện và tia lửa điện này có thể gây cháy. Việc chỉ định và lắp đặt khớp cách điện đúng cách là cần thiết để giảm thiểu rủi ro này. Do đó, một người có kiến thức và kinh nghiệm phải xem xét kỹ lưỡng thông số kỹ thuật và việc lắp đặt hạng mục này.

Insulating joints are essentially two pieces of pipe separated by a material with a high dielectric constant (insulator) so as to electrically isolate two systems or items. Typically this is done to create separate zones of possible corrosion for example between underground and aboveground segments of the pipe line. Although the design of these devices is well known, there is still a possibility that a spark

may be created between the electrically isolated sections and that this spark might ignite a fire. Proper specification and installation of insulating joints is necessary to mitigate this risk. Therefore, a knowledgeable and experienced person should review the specification and installation of this item.

5.6.5. Kết nối mềm (ống mềm, khớp nối giãn nở, v.v.)/ *Flexible connections (hose, expansion joint, etc.)*

- Khi đường ống và thiết bị nóng lên, nó sẽ giãn nở gây áp lực lên hệ thống khi nó thay đổi hình dạng để phù hợp với vật liệu dài hơn bây giờ. Kết nối mềm là một thiết bị cho phép sự phát triển này bằng tính linh hoạt vốn có của nó; nó giãn nở để đường ống không bị ảnh hưởng. Tuy nhiên, khớp nối linh hoạt kém bền hơn đáng kể so với ống thép thông thường, và điều này làm tăng đáng kể nguy cơ hư hỏng – điều này đặc biệt nguy hiểm với các loại khí dễ cháy, và càng nguy hiểm hơn với khí carbon monoxide và syngas. Giải pháp ưu tiên là thiết kế độ linh hoạt ngay trong hệ thống đường ống bằng cách sử dụng vòng giãn nở – tức là các đoạn ống chạy lệch khỏi mặt phẳng chính – và đây phải là phương án thiết kế được áp dụng, trừ khi không còn lựa chọn khả thi nào khác. Trong trường hợp không thể tránh khỏi việc sử dụng khớp nối mềm, thì thiết bị này phải được làm bằng kim loại chống ăn mòn, có lớp lót bên trong, và phải được kiểm tra thường xuyên xuyên trong quá trình vận hành để phát hiện sớm các dấu hiệu hư hỏng tiềm ẩn. Các khớp giãn nở có thể được thiết kế theo các tiêu chuẩn hiện hành, ví dụ như của Hiệp hội các nhà sản xuất khớp giãn nở (EJMA). Việc lựa chọn và lắp đặt đúng kỹ thuật cho khớp nối linh hoạt là rất quan trọng, nếu không chúng có thể bị hỏng sớm hoặc thậm chí ngay lập tức. Do đó, việc xem xét thông số kỹ thuật và lắp đặt thiết bị này cần được thực hiện bởi người có kiến thức và kinh nghiệm chuyên môn.

When piping and equipment warms up, it expands putting stress on the system as it changes shape to accommodate the now longer material. A flexible connection is a device to allow for this growth by its inherent flexibility; it expands so the piping does not have to. Unfortunately, flexible connections are significantly less robust in service than pipe, and this presents a significantly increased risk of failure, which would be dangerous with any flammable gas, and even more so with carbon monoxide and Syngas. The preferred solution is to design flexibility into the piping system by means of expansion loops (out of plane runs of pipe) and this shall be the design used unless there is no practical alternative. In case a flexible connection is unavoidable it shall be made of corrosion resistant metal, have a liner, and shall be inspected frequently in service to detect early signs of incipient failure. Expansion joints may be in accordance with existing standards, such as of the Expansion Joint Manufacturer's Association (EJMA). Proper specification and installation of flexible connections is necessary or they may fail prematurely or even immediately. Therefore, a knowledgeable and experienced person should review the specification and installation of this item.

5.6.6. Các hạng mục thiết bị khác / *Miscellaneous equipment items*

- Nhìn chung, mối quan tâm đối với hầu hết các hạng mục đường ống và thiết bị trong dịch vụ carbon monoxide và Syngas cũng tương tự như các dịch vụ khí dễ cháy khác. Sự khác biệt chính là rò rỉ có nhiều khả năng xảy ra hơn và phải tính đến tác động của carbon monoxide như một loại khí độc. Việc thiết kế, lắp đặt và kiểm tra các hạng mục này phải tuân theo các nguyên tắc và đề xuất trong tài liệu này khi chúng áp dụng cho từng hạng mục.

In general, the concern with most piping and equipment items in carbon monoxide and Syngas service is similar to other flammable gas services. The major difference is that leaks are more likely to occur and that the action of carbon monoxide as a toxic gas must be taken into account. The design, installation, and inspection of these items should follow the principals and suggestions in this document as they apply to each item.

6. Vệ sinh / *Cleaning*

6.1. Yêu cầu chung / *General requirements*

6.1.1. Chiến lược vệ sinh / *Cleaning strategy*

- Việc vệ sinh hệ thống đường ống CO/Syngas thường được thực hiện bằng cách kết hợp giữa việc lắp đặt sạch ngay từ đầu và làm sạch hoàn thiện sau khi thi công. Trong quá trình thi công, các đoạn ống được kiểm tra bằng mắt thường khi lắp ráp, để đảm bảo không còn chất bẩn lớn bên trong ống. Ngoài ra, các kỹ thuật chế tạo được áp dụng sao cho không đưa tạp chất vào bên trong ống. Sau đó, toàn bộ hệ thống đường ống sẽ được làm sạch kỹ lưỡng sau khi thi công hoàn tất. Việc kiểm tra toàn bộ hệ thống đường ống sau khi thi công và làm sạch để đảm bảo độ sạch là không khả thi và không thể thực hiện đầy đủ, do đó phương pháp làm sạch được sử dụng phải đảm bảo đạt mức độ sạch cần thiết. Vì vậy, rất khuyến khích xây dựng một quy trình bằng văn bản chi tiết, bao gồm trình tự thi công và làm sạch, và phải được thiết lập rõ ràng và tuân thủ nghiêm ngặt trong suốt dự án. Thiết kế hệ thống đường ống phải tương thích với các phương pháp làm sạch, thi công và thử áp sẽ

được sử dụng. Việc kiểm tra bằng mắt để đánh giá độ sạch nên được thực hiện xuyên suốt các giai đoạn chuẩn bị vật liệu và thi công..

Cleaning of a CO/Syngas pipeline system is normally accomplished by a combination of building clean and final cleaning after construction. During construction, visual is performed on sections of pipe as they are assembled, making sure there is no gross contamination left in the pipe. In addition, fabrication techniques are used which do not introduce contamination to the pipe. This is followed by a thorough cleaning of the pipeline system after construction. It is both impractical and impossible to fully inspect a pipeline system for cleanliness after construction and final cleaning, so the methods used must provide an adequate cleanliness level. It is therefore strongly recommended that a detailed written procedure, including the sequence for construction and cleaning, be well established and carefully followed throughout the project. The piping system design must be compatible with cleaning, construction and pressure testing methods to be used. A visual inspection for cleanliness should be applied throughout the material preparation and construction stages.

6.1.2. Tiêu chuẩn vệ sinh / *Standard of cleanliness*

- Một hệ thống được coi là sạch đối với CO và Syngas khi các hạt bụi bên trong đã được loại bỏ triệt để. Quá trình vệ sinh phải đảm bảo loại bỏ các chất gây ô nhiễm như bụi bẩn, nước, mặt sắt, cặn bẩn, văng hàn, sơn hoặc các vật liệu lạ khác khỏi bên trong hệ thống đường ống. Mức độ sạch sẽ này thường được gọi là “sạch về mặt thương mại”. Các yêu cầu theo hợp đồng hoặc thông số kỹ thuật của khách hàng có thể yêu cầu quy trình vệ sinh nghiêm ngặt hơn.

A system is considered to be clean for CO and Syngas when internal particulate matter has been extensively removed. The cleaning process shall assure the removal of contaminants such as dirt, water, filings, scale, weld spatter, paints, or other foreign material from the interior of the pipeline system. This level of cleanliness is often referred to as “commercially clean”. Contractual requirements or customer specifications may require a more stringent cleaning process.

6.1.3. Phương pháp vệ sinh / *Cleaning methods*

- Việc vệ sinh đường ống carbon monoxide và Syngas có thể được thực hiện bằng một trong các phương pháp sau đây hoặc kết hợp nhiều phương pháp:

The cleaning of carbon monoxide and Syngas pipelines may be accomplished by anyone, or a combination of more than one, of the following methods:

- Chạy thiết bị làm sạch đường ống
Pigging
- Cạo cơ học
Mechanical scraping
- Thông thổi khí tốc độ cao.
High velocity gas purge.

- Thiết bị làm sạch đường ống thường được sử dụng để vệ sinh bên trong đường ống. Các loại quả pig có sẵn được chia thành các nhóm sau:

Pigs are commonly used for internal cleaning of pipelines. The types of pigs available fall into the following broad categories:

Loại / <i>Type</i>	Ứng dụng / <i>Application</i>
Đo kích thước <i>Gauging</i>	Để đảm bảo không bị tắc nghẽn <i>To ensure freedom from obstruction</i>
Bọt (hoặc pig mềm) <i>Foam (or soft pig)</i>	Làm khô đường ống <i>Dewatering</i>
	Loại bỏ bụi và các mảnh vụn nhỏ, rời <i>Removal of fine, loose debris and dust</i>
Đĩa hoặc cốc cao su <i>Rubber disc or cup</i>	Làm khô đường ống <i>Dewatering</i>
	Loại bỏ các mảnh vụn rời <i>Removal of loose debris</i>
Bàn chải sắt <i>Wire brush</i>	Loại bỏ cặn bám trong ống <i>Removal of pipe scale</i>
	Loại bỏ các hạt bám dính và rỉ sét <i>Removal of adhered particles and rust</i>
Cạo <i>Scraping</i>	Loại bỏ cặn bám trong ống <i>Removal of pipe scale</i>
	Loại bỏ các hạt bám dính và rỉ sét <i>Removal of adhered particles and rust</i>

- Nhìn chung, các thiết bị pig sẽ được chế tạo từ vật liệu tương thích với khí carbon monoxide và Syngas. Vì lý do này, cùng với yêu cầu về mức độ sạch cần đạt được, pigging thường là phương pháp được lựa chọn chính để làm sạch đường ống khí carbon monoxide và Syngas. Việc lựa chọn đúng loại pig và sử dụng phù hợp với tình trạng dự kiến của bề mặt bên trong đường ống ở từng giai đoạn vệ sinh sẽ giúp giảm thiểu nguy cơ hư hỏng thiết bị pig và đạt được mức độ sạch mong muốn.

In general, pigs will be fabricated from materials that would be compatible with carbon monoxide and Syngas. For this reason, along with the level of cleanliness required, pigging is normally the primary choice for cleaning of carbon monoxide and Syngas pipelines. The correct selection and use of pigs to suit the anticipated condition of the internal surface of the pipe at the various stages of cleaning will minimize the likelihood of damage to the pigs and lead to the desired level of cleanliness.

6.1.4. Các thành phần đường ống / Pipeline components

- Thiết bị như tê, van, van một chiều, khớp cách điện, bộ điều áp, đồng hồ đo, bộ lọc và các phụ kiện khác thường sẽ được mua với mức độ vệ sinh có thể chấp nhận được cho carbon monoxide và Syngas và được lắp đặt sau khi hoàn thành các hoạt động vệ sinh đường ống. Việc kiểm tra bằng mắt thường các hạng mục thiết bị phải được thực hiện ngay trước khi lắp đặt để đảm bảo đáp ứng tiêu chuẩn vệ sinh theo yêu cầu. Nếu các hạng mục được xác định là không đáp ứng các tiêu chí vệ sinh, chúng phải được vệ sinh tại chỗ cho đến khi đạt được mức độ sạch mong muốn.

Equipment such as tees, valves, check valves, insulation joints, regulators, meters, filters and other fittings will normally be purchased with cleaning levels acceptable for carbon monoxide and Syngas service and installed after the completion of pipeline cleaning operations. Visual inspection of equipment items should be carried out just before installation to ensure that the required standard of cleanliness has been met. If items are identified as being deficient in meeting cleaning criteria they shall be cleaned at the site until the desired level of cleanliness has been achieved.

- Các đường nhánh và đường song song phải được coi là các hệ thống riêng biệt cho mục đích vệ sinh và các mối nối cuối cùng phải được thực hiện sau khi vệ sinh xong. Điều này là cần thiết để chắc chắn rằng môi trường vệ sinh cho dù là quả cầu, khí tốc độ cao hay dụng cụ cạo thực sự tiếp cận được tất cả các đường ống và không có nhánh nào bị đoản mạch.

Branch lines and parallel lines shall be treated as separate systems for the purpose of cleaning, and the final tie-ins shall be made after cleaning is completed. This is necessary to be certain that the cleaning medium whether pig, high velocity gas, or scraper actually reaches all the pipe and that no branch has been short circuited.

6.1.5. Hàn / Welding

- Các đoạn ống phải được hàn lại với nhau bằng quy trình hàn được công nhận. Cuối cùng, điều cần thiết là các bề mặt hàn bên trong phải nhẵn và không có xỉ, hạt hoặc vụn rời, nhờ đó giữ được độ sạch bên trong. Đường hàn gốc của tất cả các mối hàn đối đầu phải được thực hiện thông thổi bằng khí trơ vì điều này giảm thiểu khả năng lắng đọng xỉ ở mặt dưới mối hàn. Tham khảo mục 7.3 để biết thêm thông tin về các yêu cầu hàn.

The pipe sections shall be welded together using a recognized welding process. Ultimately, it is essential that the internal weld surfaces are smooth and substantially free of slag, beads or loose debris thereby preserving the internal cleanliness. It is recommended that the root pass of all butt welds be done with a welding technique which uses an inert gas purge since this minimizes the chance of slag deposits on the underside of the weld. Refer to section 7.3 for further information on welding requirements.

6.1.6. Thử áp / Pressure testing

- Việc thử áp phải được thực hiện theo cách không ảnh hưởng đến độ sạch của ống. (xem mục 7.7.1 để biết thêm chi tiết)

Pressure test should be performed in such a way that cleanliness of the pipe is not compromised. (see section 7.7.1 for further details)

6.1.7. Lắp đặt thiết bị đường ống / Installation of pipeline equipment

- Sau khi hoàn thành việc vệ sinh cuối cùng, tất cả các kết nối trên mặt đất có thể được lắp đặt, bao gồm tê, van, phụ kiện, đường ống nhánh và các hạng mục khác đã được làm sạch và thử nghiệm trước. Xem đoạn 7.6.2 để biết các yêu cầu thử không phá hủy.

On completion of final cleaning all aboveground connections can be installed, including pre-cleaned and pre-tested tees, valves, fittings, branch piping and other items. See paragraph 7.6.2 for non-destructive testing requirements.

6.2. Vệ sinh sau lắp đặt / Post-installation cleaning

6.2.1. Tổng quan / General

- Tất cả các đường ống phải được lắp đặt với các đoạn ống thường phù hợp với mục 5.4. Nếu không thì không có yêu cầu đặc biệt nào khác. Tuy nhiên, điều quan trọng là phải xác định tình trạng có thể xảy ra của đường ống (ví dụ: mức độ cáu cặn) khi được giao từ kho hoặc nhà máy của nhà sản xuất để đảm bảo rằng phương pháp làm sạch được đề xuất có khả năng đạt được thông số kỹ thuật mong muốn của chủ sở hữu đường ống.
All line pipes should be installed with sections of pipe that are generally in accordance with section 5.4. Otherwise there are no other special requirements. It is important, however, to ascertain the likely condition of the piping (e.g. degree of mill scale) as delivered from the stockist or manufacturer's works to ensure that the proposed cleaning method is capable of achieving the desired specification of the pipeline owner.
- Đường ống khí carbon monoxide và Syngas thường được làm sạch bằng nhiều loại thiết bị pig khác nhau như: pig có gắn bàn chải sắt, pig bằng bọt mềm, pig cạo, pig làm khô, pig có kích thước bằng đường ống và pig có kích thước lớn hơn đường ống. Các thiết bị này được đẩy qua đường ống bằng hệ thống áp suất.
Carbon monoxide and Syngas Pipelines are normally cleaned using various types of pigs; wire, foam, scraper, dewatering, line-sized, and oversized. They are pushed through the pipeline using a pressurized system.
- Một thiết bị phóng pig phải được sử dụng để đưa pig vào đường ống. Bộ phóng pig phải có cơ cấu đóng mở nhanh, van một chiều có kích thước bằng đường ống và các van đóng ngắt phù hợp để cho phép việc phóng pig được thực hiện nhanh chóng và thường xuyên.
A pig launcher shall be used for injecting pigs into the pipeline. The pig launcher shall have a quick-opening closure, a full-pipe-size check valve, and adequate shutoff valves to permit rapid and frequent launching of the pigs.
- Một thiết bị thu pig (pig catcher) phải được sử dụng để thu hồi các pig sau khi chúng thoát ra khỏi đường ống. Thiết bị thu pig phải ngăn không cho pig bay ra ngoài và gây nguy hiểm cho con người. Thiết bị này phải được thiết kế sao cho giảm thiểu tối đa hư hỏng cho pig để có thể tái sử dụng.
A pig catcher shall be used to capture pigs exiting the pipeline. The pig catcher shall prevent the pigs from becoming airborne and endangering personnel. The pig catcher shall be designed to minimize any damage to the pigs so that they can be reused.
- Trước và trong khi sử dụng, bộ phóng và thu pig phải được giữ sạch sẽ.
Before and during use, pig launchers and catchers should be kept clean.
- Chỉ những pig mới hoặc pig đã qua sử dụng nhưng đã được chứng minh là còn tốt mới được sử dụng khi bắt đầu vệ sinh. Pig có thể được tái sử dụng trong quá trình làm sạch cho đến khi chúng bị mòn và không thể thực hiện chức năng dự định một cách hiệu quả.
Only new pigs or used ones which have been shown to be in good repair shall be used at the start of cleaning. Pigs may be reused during cleaning until they become worn and cannot perform their intended function efficiently.
- Tốc độ của pig phải được kiểm soát như được chỉ ra trong thông số kỹ thuật này. Điều này có thể được thực hiện bằng cách kiểm soát lượng môi chất đẩy pig vào đường ống phía sau pig. Việc điều áp ngược đường ống để kiểm soát tốc độ của pig cũng được chấp nhận.
The velocity of the pigs should be controlled as indicated in this specification. This can be done by controlling the amount of the pig driving media flowing into the pipeline behind the pig(s). Back pressuring the pipeline to control the velocity of the pigs is also acceptable.
- Quá trình làm sạch thường được thực hiện sau khi hoàn tất thử thủy tĩnh hoặc khí nén, vì điều này cũng giúp làm khô đường ống. Nếu cần thiết, quá trình làm sạch có thể được thực hiện trước khi tiến hành thử áp bằng khí.
The cleaning operation is normally done after the hydrostatic or pneumatic pressure tests are complete as this accomplishes dewatering as well. If necessary, the cleaning operation may precede a pneumatic pressure test.
- Thiết bị đường ống như tê, van, van một chiều, khớp cách điện, bộ điều áp, đồng hồ đo, bộ lọc và các phụ kiện khác không được lắp đặt cho đến khi đường ống đã được làm sạch. Điều này giảm thiểu khả năng hư hỏng các vật dụng hoặc pig và cung cấp đường dẫn dòng chảy rõ ràng trong quá trình làm sạch.
Pipeline equipment such as tees, valves, check valves, insulation joints, regulators, meters, filters and other fittings shall not be installed until the pipeline has been cleaned. This minimizes the chance of damage to the items or pigs and provides unambiguous flow paths during cleaning.

6.2.2. Propelling medium/ Môi chất đẩy

- Khi sử dụng khí nén để đẩy pig qua đường ống, các cặn bẩn như nước, dầu và hạt phải được loại bỏ khỏi dòng khí. Thông thường, khí nén được dẫn qua bộ sấy, ví dụ như với lớp

kép và có thể chuyển đổi của silica gel hoặc nhôm hoạt tính, bộ tách dầu và bộ lọc trước khi đi vào hệ thống đang được làm sạch bằng pig. Khí khô, không dầu phải có điểm sương là -40°C (-40°F) hoặc thấp hơn và hàm lượng hydrocarbon nhỏ hơn 5 mg trên mét khối.

When compressed air is used for propelling pigs through the pipeline, residues such as water, oil, and particulate should be removed from the air stream. Generally, compressed air is passed through a drier, for example with dual and switchable beds of silica gel or activated alumina, an oil coalescer, and a filter before entering the system being pigged. The dry, oil-free air shall have a dew point of -40°C (-40°F) or lower and a hydrocarbon content of less than 5 mg per cubic meter.

- Khi sử dụng nitơ khô, không dầu từ bơm nitơ lỏng, xe moóc ống nitơ dạng khí hoặc nguồn khác, phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa để thông gió thích hợp vì có thể tạo ra môi trường gây ngạt. Nhân viên ở đầu ra của đường ống dễ bị ảnh hưởng bởi một lượng lớn nitơ. Công nhân phải được đào tạo về mối nguy hiểm ẩn của tình trạng thiếu oxy hoặc gây ngạt.

When dry, oil-free nitrogen from a liquid nitrogen pumper, gaseous nitrogen tube trailer or other source is used, precautions must be taken to provide appropriate ventilation as an asphyxiating atmosphere may be created. Employees at the exit end of the pipeline are susceptible to large volumes of nitrogen. Workers must be trained for the potential hazard of anoxia or asphyxiation.

6.2.3. Chuỗi làm sạch điển hình / *Typical cleaning sequence*

- Các bước sau đây phác thảo chuỗi làm sạch bắt đầu sau khi thử thủy lực
The following steps outline the cleaning sequence that begins after the hydraulic pressure test

6.2.3.1. Tách nước / *Dewatering*

- Việc tách nước đường ống phải được thực hiện sau khi đường ống đã được thử áp lực bằng phương pháp thủy tĩnh. Quá trình tách nước nên được thực hiện bằng cách sử dụng các thiết bị pig tách nước được chế tạo từ bọt polyurethane cứng, có hai đầu dạng chỏm cầu được bịt kín. Không được gắn bàn chải sắt hoặc thiết bị cạo vào các pig làm khô này, cũng không được bao gồm chúng như một phần của pig tách nước.

Dewatering shall be done after the pipeline has been hydrostatically pressure tested. Dewatering should be completed using dewatering pigs made of hard polyurethane foam with sealed, double-dished ends. Wire brushes or scrapers shall not be attached to nor included as part of these dewatering pigs.

- Môi chất đẩy cho pig phải là không khí hoặc nitơ không dầu như được định nghĩa trong đoạn 6.3.2 của thông số kỹ thuật này.

The propelling media for the pigs shall be oil-free air or nitrogen as defined in paragraph 6.3.2 of this specification.

- Pig phải bịt kín hiệu quả với thành ống bên trong để giảm thiểu rò rỉ nước qua pig.

The pigs shall effectively seal against the interior pipe wall to minimize water leakage past the pigs.

- Pig phải được chạy qua đường ống cho đến khi không còn nước tích tụ tại bộ thu pig. Tối thiểu, không ít hơn ba pig tách nước phải được chạy qua đường ống.

The pigs shall be run through the pipeline until no water is accumulated at the pig catcher. At a minimum, no less than three dewatering pigs shall be run through the pipe.

- Để tránh hư hỏng cơ học tiềm ẩn cho đường ống và cũng vì lý do an toàn, tốc độ của pig tách nước ban đầu không được vượt quá 5 km/h (3 mph) và tốc độ của pig tách nước tiếp theo không được vượt quá 16 km/h (10 mph).

To avoid potential mechanical damage to the pipeline and also for safety reasons, the velocity of the initial dewatering pig should not exceed 5 km/h (3 mph) and the velocity of subsequent dewatering pigs should not exceed 16 km/h (10 mph).

6.2.3.2. Làm khô / *Drying*

- Sau khi đường ống đã được tách nước, nước bám vào thành ống bên trong phải được loại bỏ bằng cách chạy pig làm khô polyurethane trần mới qua đường ống.

After the line has been dewatered, the water adhering to the interior pipe wall shall be removed by running new, bare polyurethane drying pigs through the pipeline.

- Môi chất đẩy cho pig làm khô phải là không khí hoặc nitơ khô, không dầu như được định nghĩa trong đoạn 6.3.2.

The propelling media for the drying pigs shall be dry, oil-free air or nitrogen as defined in paragraph 6.3.2.

- Để có kết quả tốt và cũng vì lý do an toàn, tốc độ tối đa của pig làm khô phải vào khoảng 6,5 km/h (4 mph).

For good results and also for safety reasons, the maximum velocity of the drying pigs should be around 6.5 km/h (4 mph).

- Những pig làm khô này phải được chạy qua đường ống cho đến khi chúng không còn hút nước nữa. Điều này có thể được xác định bằng cách cảm nhận bề mặt pig làm khô xem có khô hay không.
These drying pigs shall be run through the pipeline until they do not absorb any more water. This can be determined by feeling the drying pig surface for dryness.
- Pig làm khô có thể được tái sử dụng nếu chúng không bị bão hòa nước và ít hơn 70% diện tích bề mặt của chúng bị đổi màu.
Drying pigs may be reused if they are not saturated with water and less than 70% of their surface area is discoloured.
- Thao tác này phải tiếp tục cho đến khi bề mặt bên trong đường ống khô hoàn toàn. Điều này sẽ được coi là đã đạt được khi điểm sương bên trong ở đầu nhận pig làm khô được đo ở mức tối đa -20°C (-4°F).
This operation shall continue until the pipeline interior surface is completely dry. This will be considered to have been achieved when the interior dew point at the drying pig receiving end is measured at -20°C (-4°F) maximum.

6.2.3.3. Làm sạch khô / Dry cleaning

- Sau khi đường ống đã được làm khô, đường ống phải được làm sạch gỉ và cặn bằng cách sử dụng chổi dây và pig bọt.
After the line has been dried, the line shall be cleaned of rust and mill scale by using wire-brush and foam pigs.
- Môi chất đẩy cho pig phải là không khí hoặc nitơ khô, không dầu như được định nghĩa trong đoạn 6.3.2 của thông số kỹ thuật này. Điểm sương của môi chất đẩy cho giai đoạn cuối cùng của việc chải dây và tạo bọt pig phải được kiểm soát ở mức -20°C (-4°F) hoặc thấp hơn.
The propelling media for the pigs shall be dry, oil-free air or nitrogen as defined in paragraph 6.3.2 of this specification. The dew point of the propelling media for final stages of wire brushing and foam pigging shall be controlled at or below -20°C (-4°F).
- Pig gắn bàn chải sắt phải được làm bằng bột polyurethane cứng phủ lông thép cứng bằng lửa và phải mới và không có dầu mỡ.
The wire brush pigs shall be made of hard polyurethane foam covered with flame-hardened steel bristles and shall be new and free of all oil and grease.
- Pig phải được phóng từng cái một hoặc theo đoàn, với tần suất ngăn pig tụ tập và nằm lại trong đường ống hoặc các pig hoặc đoàn pig liên tiếp đến cùng nhau tại bộ thu pig hoặc điểm cuối của đoạn đường ống đang được làm sạch.
Pigs shall be launched one at a time, or in trains, at a frequency that will prevent pigs from gathering and lodging in the pipeline, or successive pigs or trains of pigs from arriving together at the pig catcher or terminus of the pipeline segment being cleaned.
- Để có kết quả tốt và cũng vì lý do an toàn, tốc độ pig tối đa cho thao tác làm sạch này phải vào khoảng 40 km/h (25 mph).
For good results and also for safety reasons, the maximum pig velocity for this cleaning operation should be around 40 km/h (25 mph).
- Pig chổi sắt phải được chạy cho đến khi không còn bụi bẩn, bụi hoặc bất kỳ mảnh vụn nào khác lắng đọng ở cuối đường ống và điểm sương ở đầu nhận dưới -20°C (-4°F).
Wire-brush pigs shall be run until no dirt, dust, or any other debris is deposited at the end of the pipe, and the dew point at the receiving end is below -20°C (-4°F).
- Pig chổi sắt có thể được tái sử dụng nếu chúng khớp với đường ống bên trong, có hơn 90% lông dây có sẵn để làm sạch và không có sự tích tụ cặn bẩn trong lông.
The wire-brush pigs may be reused if they have an interference fit with the pipeline interior, have over 90% of wire bristles available for cleaning, and have no accumulation of deposits in the bristles.
- Pig chổi sắt có thể yêu cầu môi chất đẩy nhiều hơn tới 50% so với pig bọt. Yêu cầu môi chất bổ sung này là cần thiết do một lượng lớn dòng chảy đi qua pig chổi sắt vì sợi sắt dài. Nhà thầu có thể chọn chạy pig bọt ngay phía sau pig chổi sắt để hạn chế việc bỏ qua môi chất đẩy xung quanh pig chổi sắt.
Wire-brush pigs may require up to 50% more driving media than foam pigs. This extra media requirement is necessary because of large amounts of flow bypassing the wire brush pigs because of the long wire bristles. The contractor may elect to run a foam pig directly behind the wire brush pigs to limit the bypass of the driving media around the wire brush pigs.
- Sau khi vận hành các quả pig chổi sắt, phải vận hành các pig bọt cho đến khi đường ống sạch hoàn toàn.

After wire-brush pigs have been run, foam pigs shall be run until the line is clean.

- Sau khi hoàn thành việc làm sạch, phải lắp đặt tất cả các van, tê và đồng hồ đo đã được làm sạch trước.

Following completion of cleaning, all precleaned valves, tees, and meters shall be installed.

6.2.3.4. Sấy khô cuối cùng / Final drying

- Sấy khô cuối cùng thường được thực hiện bằng cách thông thổi gián đoạn và nạp khí nitơ khô vào đường ống cho đến khi đạt được mức điểm sương mong muốn. Tại thời điểm này, tất cả các van, tê và đồng hồ đo đã được làm sạch trước phải được lắp đặt.

Final drying is typically accomplished by the intermittent purging and bottling of the pipeline with dry nitrogen gas until the desired dew point level is achieved. At this point all precleaned valves, tees, and meters shall be installed.

- Có thể áp dụng việc làm khô chân không sau khi thực hiện chuỗi sấy khô thông thổi nitơ, nếu mong muốn điểm sương thấp hơn. Sấy khô Chân không có thể đạt được điểm sương trong khoảng âm 70°F đến âm 105°F.

Vacuum Drying can be utilized after executing the nitrogen purge drying sequence, if lower dew points are desired. Vacuum Drying can achieve dew points in the range of minus 70°F to minus 105°F.

6.2.4. Duy trì độ sạch / Maintaining cleanliness

- Trong quá trình lắp đặt đường ống, cần tránh tối đa sự xâm nhập của các chất gây ô nhiễm (ví dụ: dầu, mỡ, đất, vụn và nước tràn).

During the installation of the pipeline, ingress of contaminants should be avoided as much as possible (e.g. oil, grease, soil, debris, and runoff water).

6.2.5. Kiểm tra / Inspection

- Sau khi hoàn thành việc thi công, thử nghiệm và làm sạch, đường ống phải được kiểm tra ở cả đầu vào và đầu xả và tại tất cả các điểm có thể tiếp cận để đánh giá tình trạng của bề mặt bên trong. Hồ sơ kiểm tra mô tả bề mặt bên trong đường ống phải được duy trì như một phần của hồ sơ kiểm soát chất lượng đường ống.

After satisfactory completion of the construction, testing and cleaning processes, the pipeline shall be inspected at both the inlet and discharge ends and at all accessible points to assess the condition of the internal surface. A record of the inspections that is descriptive of the interior pipe surface shall be maintained as part of the pipeline quality control dossier.

6.2.6. Tiêu chí nghiệm thu / Acceptance criteria

- Đường ống được coi là sạch khi không còn bụi thoát ra khỏi đường ống và các quả pig bọt xuất hiện với màu xám nhạt hoặc nâu nhạt đã thấm vào bề mặt của quả cầu không quá 3 đến 6 mm (1/8 đến 1/4 in).

The pipeline is considered clean when no more dust leaves the pipeline and the foam pigs emerge with a light grey or light brown colour that has penetrated the pig's surface no more than 3 to 6 mm (1/8 to 1/4 in).

6.2.7. Làm kín, làm trơ, kiểm tra rò rỉ và giám sát / Sealing, inerting, leak testing and monitoring

- Sau khi kiểm tra đường ống và chấp nhận tiêu chuẩn sạch sẽ, đường ống sẽ được làm kín ở tất cả các đầu hở bằng nắp hàn hoặc mặt bích mù và thông thổi bằng nitơ. Khi hàm lượng oxy và điểm sương đạt đến mức yêu cầu, hệ thống đường ống phải được bịt kín và điều áp bằng nitơ đến khoảng 0,06 MPa (10 psig). Áp suất phải được theo dõi thường xuyên để kiểm tra không có rò rỉ và duy trì ở trạng thái này cho đến khi đường ống được yêu cầu đưa vào vận hành với khí sản phẩm. Vì nitơ được sử dụng, phải dán các bảng cảnh báo ngạt thở.

Following the pipeline inspection and acceptance of the standard of cleanliness, the pipeline will be sealed at all open ends with either welded caps or blind flanges and purged with nitrogen. Once the oxygen content and dew point have reached the required levels, the pipeline system shall be sealed and pressurised with nitrogen to about 0,06 MPa (10 psig). The pressure shall be monitored on a regular basis to check the absence of leaks and maintained in this condition until the pipeline is required for service with the product gas. As nitrogen is used, warning panels against anoxia must be affixed.

7. Thi công / Construction

7.1. Tiêu chí chung / General criteria

- Toàn bộ việc lắp đặt đường ống, bao gồm thử nghiệm và làm sạch, phải được thực hiện bởi một tổ chức có uy tín với hồ sơ kinh nghiệm đã được chứng minh trong việc xây dựng đường ống. Các quy trình chế tạo, thử nghiệm và làm sạch phải được người mua xem xét và phê duyệt trước.

khi bắt đầu công việc. Chương trình xây dựng chi tiết, bao gồm trình tự các quy trình thử nghiệm và làm sạch, phải được xác định cho phù hợp với các yêu cầu cụ thể của dự án. Thiết kế của hệ thống đường ống phải có quy định về các phương pháp làm sạch và thử áp sẽ được sử dụng.

The total installation of the pipeline, including testing and cleaning, should be undertaken by a reputable organisation with a proven record of experience in pipeline construction. The fabrication, testing and cleaning procedures shall have been reviewed and approved by the purchaser before work is begun. The detailed construction programme, including the sequence of testing and cleaning procedures, shall be defined to suit specific project requirements. The design of the pipeline system shall have made provision for the cleaning and pressure testing methods to be used.

- Việc xây dựng hệ thống đường ống phải tuân theo thực hành kỹ thuật tốt theo các quy chuẩn xây dựng và đường ống quốc gia hoặc quốc tế được công nhận.
The construction of the piping systems should follow good engineering practice in accordance with recognised national or international piping and construction codes.
- Hệ thống làm việc phải được thiết lập để đảm bảo an toàn cho nhân viên xây dựng trong khu vực chế tạo và lắp dựng và công chúng nói chung trong bất kỳ khu vực đông dân cư liền kề nào.
Systems of work shall be in place to ensure the safety of the construction personnel in the fabrication and erection areas and the general public in any adjacent populated areas.
- Phải áp dụng các biện pháp phù hợp để đảm bảo chất lượng và an toàn vận hành của đường ống đang được lắp đặt.
Appropriate efforts shall be made to ensure the quality and the operational safety of the piping being installed.
- Hệ thống đường ống phải được chế tạo và lắp đặt theo các quy chuẩn đường ống và xây dựng như được xác định trong đặc điểm kỹ thuật của dự án.
The piping system shall be fabricated and installed in accordance with the piping and construction codes as defined in the project specification.
- Cần thực hiện các biện pháp phòng ngừa và biện pháp cần thiết để bảo vệ vật liệu và đường ống khỏi bị hư hỏng trong quá trình dỡ hàng, lưu trữ, lắp đặt hoặc các hoạt động khác. Đường ống phải được bảo quản và xử lý cẩn thận để tránh nhiễm bẩn bên trong đường ống và để tránh làm hỏng lớp phủ bảo vệ bên ngoài (nếu có).
Necessary precautions and measures should be taken to protect materials and piping from damage caused during off-loading, storing, installation, or other activities. Piping should be carefully stored and handled to prevent contamination of the interior of the pipe and to prevent damage to the exterior protective coating (if applied).
- Đường ống phải được chế tạo và/hoặc lắp đặt theo bản vẽ đã được phê duyệt. Việc lắp đặt đường ống phải bao gồm tất cả các van tay, các hạng mục đường ống đặc biệt, van điều khiển, van an toàn, các hạng mục trên đường ống và giá đỡ đường ống theo yêu cầu của bản vẽ đã được phê duyệt.
The line pipe shall be fabricated and/or installed in accordance with approved drawings. Installation of the line pipe shall include all manual valves, special piping items, control valves, relief valves, in-line items and pipe supports as required by the approved drawings.
- Nếu có yêu cầu, hệ thống đường ống phải được xây dựng để phù hợp với việc lắp đặt các thiết bị kiểm tra bên trong. Tiêu chí này không áp dụng cho các trạm đo đếm hoặc trạm điều áp.
If required, the piping system shall be constructed to accommodate the passage of instrumented internal inspection devices. This criterion does not apply to meter stations or regulator stations.
- Các thủ tục cho bất kỳ công việc khắc phục nào có thể được yêu cầu phải được thống nhất với người mua trước khi thực hiện công việc.
Procedures for any remedial work that might be required should be agreed with the purchaser prior to the work being performed.

7.2. Đặc điểm kỹ thuật và sản xuất vật liệu đường ống / *Specification and manufacture of line pipe material*

7.2.1. Yêu cầu chung / *General requirements*

- Tất cả các yêu cầu thiết yếu cho đặc điểm kỹ thuật và sản xuất đường ống có liên quan trực tiếp đến quy trình làm sạch phải được chính thức gửi đến nhà cung cấp ống như một phần của đặc điểm kỹ thuật đầy đủ cho việc mua đường ống. Nguồn gốc và kiểm soát chất lượng của đường ống đã mua phải được truy xuất nguồn gốc đầy đủ và tài liệu liên quan được gửi cho người mua để lưu giữ.

All essential requirements for the specification and manufacture of the line pipe which have a direct bearing on the cleaning process should be formally submitted to the pipe supplier as part of the full technical specification for the purchase of the line pipe. The origin and quality control of the purchased

line pipe shall be fully traceable and the relevant documentation submitted to the purchaser for retention.

7.2.2. Quy chuẩn và tiêu chuẩn / *Codes and standards*

- Nói chung, quy trình sản xuất, vật liệu, cấp và các yêu cầu kiểm tra đối với đường ống phải tuân theo các tiêu chuẩn, chẳng hạn như đặc điểm kỹ thuật EN 10208-2 hoặc API 5L hoặc các quy chuẩn khác như được xác định trong đặc điểm kỹ thuật của dự án do yêu cầu của người mua, quy định quốc gia hoặc các lý do khác. Thành phần vật liệu nói chung phải phù hợp với các quy chuẩn nói trên và tiêu chuẩn thông thường của nhà sản xuất đối với đường ống.

Generally, the manufacturing process, material, grade, and inspection requirements for the piping should be in accordance with standards, such as EN 10208-2 or API 5L specification or other codes as defined in the project specification as a result of purchasers requirements, national regulations, or other reasons. The material composition should generally be in accordance with the aforesaid codes and the manufacturers' normal standard for line pipe.

7.2.3. Quy trình sản xuất / *Manufacturing process*

- Cả ống không hàn và ống hàn đều có thể được sử dụng. Trong trường hợp sau, đường ống phải được sản xuất bằng quy trình Hàn Cảm Ứng Tần Số Cao (HFI) hoặc Hàn Điện Trở (ERW) hoặc Hàn Hồ Quang Chìm (SAW). Không nên sử dụng đường ống được sản xuất bằng các quy trình khác khi chưa có sự chấp thuận trước của người mua.

Both seamless and welded pipes may be used. In the latter case, the line pipe shall be manufactured using either the High Frequency Induction (HFI) or Electric Resistance Welding (ERW) or Submerged Arc Welding (SAW) process. Line pipe manufactured by other processes should not be used without the prior approval of the purchaser.

7.2.4. Xử lý nhiệt / *Heat treatment*

- Xử lý nhiệt cho mối hàn dọc (thường được thực hiện như một phần của quy trình sản xuất HFI hoặc ERW hoặc SAW liên tục) hoặc thân ống phải sao cho đường ống hoàn thiện về cơ bản không có cấu cặn.

Heat treatment for either the longitudinal weld (normally carried out as part of the continuous HFI or ERW or SAW production process) or the pipe body should be such that the finished line pipe is essentially free of mill scale.

7.2.5. Thử nghiệm thủy tĩnh của đường ống / *Hydrostatic test of the line pipe*

- Bất kể bản chất của thử áp được thực hiện tại hiện trường, nhà sản xuất đường ống phải, như một phần của quy trình sản xuất và kiểm soát chất lượng, thực hiện thử nghiệm thủy tĩnh trên mỗi đoạn ống hoàn thiện. Thử nghiệm phải tuân theo các yêu cầu của quy định hoặc quy chuẩn quốc gia hiện hành, chẳng hạn như EN 10208-2 hoặc API 5L, trừ khi được quy định khác đi trong đặc điểm kỹ thuật của dự án do yêu cầu của người mua.

Regardless of the nature of the pressure test carried out in the field, the manufacturer of the line pipe shall, as part of the manufacturing and quality control process, carry out a hydrostatic test on each section of the finished pipe. The test should be in accordance with the requirements of the applicable national regulations or codes, such as EN 10208-2 or API 5L, unless dictated otherwise in the project specification as a result of the purchaser's requirements.

7.3. Kế hoạch thi công / *Construction plan*

- Cần xây dựng một kế hoạch thi công chính thức, cung cấp tiến độ công việc toàn diện, hợp lý bao gồm giám sát thích hợp, kiểm tra thường xuyên và xác minh. *A formal construction plan should be developed which provides a comprehensive, logical progression of work including proper supervision, regular inspection, and verification.*

7.4. Chế tạo và hàn ống / *Pipe fabrication and welding*

7.4.1. Tổng quát / *General*

- Đường ống phải được lắp đặt bằng phương pháp hàn nhiều nhất có thể. Trường hợp không thể kết nối hàn, phải sử dụng kết nối mặt bích nếu có thể. Hạn chế việc kết nối ren.

To the greatest extent possible piping shall be assembled by welding. Where welded connections are not possible, flanged connections shall be used wherever practical. Threaded connections shall be kept to an absolute minimum.

- Để giữ độ sạch bên trong đường ống, các bề mặt hàn bên trong phải nhẵn và không có xỉ, bụi hoặc vụn rời. Phương pháp hàn Hồ quang Vonfram Khí (GTAW), còn được gọi là Vonfram Khí trơ (TIG), phải được sử dụng cho đường hàn gốc trên các mối hàn nối này. Các đường hàn tiếp theo có thể được thực hiện bằng cách sử dụng GTAW hoặc các quy trình hàn khác theo ý muốn. Bản thân quy trình này sẽ tạo ra lớp hoàn thiện nhẵn mong

muốn trên bề mặt hàn bên trong. Khi sử dụng Kỹ thuật hàn hồ quang Thủ công (MMA), còn được gọi là hàn hồ quang kim loại có vỏ bọc (SMAW), phải làm sạch các bề mặt hàn bên trong bằng bàn chải dây hoặc dụng cụ lưỡi dao để loại bỏ xỉ, bụi hàn và vụn rời, từ đó đạt được lớp hoàn thiện mong muốn.

To preserve the internal cleanliness of the piping, the internal weld surfaces must be smooth and substantially free of slag, beads or loose debris. The Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) also known as Tungsten Inert Gas (TIG) shall be used for the root pass on these tie-in welds. Subsequent weld passes can be made using either the GTAW or other weld processes as preferred. This process will in itself produce the desired smooth finish on the internal weld surface. When using the Manual Metal Arc (MMA) welding technique, also known as the Shielded Metal Arc Welding (SMAW), followed by cleaning of the internal weld surfaces with wire brush or blade tool pigs to remove slag, beads and loose debris and thereby achieve the desired finish.

- Hàn hồ quang kim loại khí (GMAW) là một phương pháp được chấp nhận cho việc chế tạo ống sơ bộ tại xưởng.

Gas Metal Arc Welding (GMAW) is an acceptable practice for shop pre-fabrication of piping.

- Việc kiểm tra phải được thực hiện đối với tất cả các đoạn ống và các thành phần trước khi lắp ráp để đảm bảo rằng mặt bích hoặc mặt hàn sạch sẽ và không có bụi bẩn hoặc tạp chất bên trong. Vụn hoặc vật liệu lạ bên trong ống phải được loại bỏ trước khi thực hiện hàn ống hoặc kết nối mặt bích.

Inspection should be made of all pipe spools and components prior to assembly to ensure that flange or weld faces are clean and that there is no dirt or contamination inside the pipe. Any debris or foreign material inside the pipe shall be removed before pipe welds or flange connections are made.

- Khi áp suất vận hành tăng, có thể cần chú ý nhiều hơn đến các quy trình hàn, ví dụ như các đường hàn gốc TIG, xử lý nhiệt sau hàn, v.v. Phân tích cơ chế gãy có thể được yêu cầu.

As service pressure increases, greater attention to welding processes may be required, for example TIG root passes, post weld heat treatment, etc. Fracture mechanisms analysis may be required.

7.4.2. Trình độ chuyên môn / *Qualifications*

- Việc hàn ống phải được thực hiện theo các quy trình hàn và bởi thợ hàn đủ tiêu chuẩn theo các quy trình phù hợp với quy chuẩn đường ống được xác định trong đặc điểm kỹ thuật của dự án và theo yêu cầu của các quy định địa phương hoặc quốc gia.

All pipe welding shall be performed in accordance with welding procedures and by welders qualified to the procedures in accordance with the piping code as defined in the project specification and as required by local or national regulations.

7.4.3. Vòng đệm lót hàn / *Backing rings*

- Các vòng đệm lót hàn giữ nguyên trong đường ống không được phép sử dụng vì chúng sẽ gây cản trở cho quá trình vận hành thiết bị pig và kiểm tra mối hàn.

Backing rings, which remain in place, are not allowed as they will interfere with pipeline pigging operations and weld inspections.

7.4.4. Chuẩn bị hàn / *Preparation for welding*

- Tất cả các mối hàn phải được chuẩn bị theo quy trình hàn đã được phê duyệt và quy chuẩn đường ống liên quan. Các mối hàn dọc của ống hàn trong các đoạn ống liền kề phải được so le.

All weld joints shall be prepared in accordance with the approved welding procedure and the relevant piping code. The longitudinal seams of welded pipe in adjoining pipe sections shall be staggered.

7.4.5. Yêu cầu hàn đối với vật liệu / *Welding requirements for materials*

- Nên sử dụng que hàn hydro thấp. Việc giữ cho que hàn khô trong thời gian thi công là rất quan trọng. Việc kiểm tra phải được thực hiện theo 7.6.

Use of low hydrogen welding rods is recommended. Keeping the weld rods dry during the construction period is very important. Inspections shall be performed according to 7.6.

- Quy trình hàn nên được lựa chọn sao cho độ cứng hàn hoàn thiện nhỏ hơn 22 Rockwell C, tương đương với 250 HB hoặc 248 Vickers trong chính mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt.

The welding procedure should be selected so that the finished weld hardness is less than 22 Rockwell C, equivalent to 250 HB or 248 Vickers in the weld itself and the heat affected zone.

- Nên xem xét xử lý nhiệt sau hàn để hạn chế độ cứng tối đa hoặc sự thay đổi lớn về độ cứng trong vùng ảnh hưởng nhiệt, đặc biệt là trong trường hợp vật liệu đường ống có đương lượng cacbon bằng hoặc lớn hơn 0,43.

Post weld heat treatment should be considered to limit the maximum hardness or large variations of hardness in the heat effected zone, particularly in the case of pipeline materials with a carbon equivalent equal to or greater than 0,43.

- Trong trường hợp thép không gỉ austenit, hàm lượng ferit trong vùng hàn nên được giới hạn ở mức 7%. Hàm lượng ferit quá thấp có thể dẫn đến nứt nóng.
In the case of austenitic stainless steel, the ferrite content in the welding zone should be limited to 7%. Too low ferrite content may lead to hot cracking.

7.5. Lắp ráp và lắp đặt / *Assembly and installation*

7.5.1. Căn chỉnh / *Alignment*

- Trước khi bắt vít, độ lệch căn chỉnh của mặt bích và lỗ bu lông mặt bích phải không vượt quá các giá trị được xác định trong đặc điểm kỹ thuật của dự án; tất cả các bu lông phải dễ dàng đi qua cả hai mặt bích.
Before bolting up, the alignment deviation of the flange face and flange bolt holes shall not exceed the values defined in the project specification; all bolts shall pass easily through both flanges.
- Dung sai khi kết thúc tất cả các đường ống khác với kết nối mặt bích phải được hiển thị trong bản vẽ thiết kế và thông số kỹ thuật.
The tolerance on the termination of all piping other than flanged connections shall be as shown in the design drawings and specifications.

7.5.2. Khớp nối mặt bích / *Flanged joints*

- Không được treo đường ống từ mặt bích của máy nén hoặc thiết bị khác mà không có giá đỡ thích hợp.
Piping must not be hung from flanges of compressors or other equipment without adequate supports.
- Gioăng phải được lắp đặt theo bản vẽ thiết kế. Rò rỉ gioăng thường là kết quả của việc căn chỉnh không đúng và không tuân theo các quy trình siết bu lông được khuyến nghị. Khi sử dụng gioăng có chứa các bộ phận phi kim, vật liệu phi kim loại phải được chọn theo 4.4.2. Việc sử dụng các loại gioăng hoặc vật liệu khác với những loại được xác định trong đặc điểm kỹ thuật của dự án phải bị cấm trừ khi được người mua chấp thuận.
Gaskets shall be installed in accordance with the design drawings. Gasket leaks are often a result of improper alignment and not following recommended tightening procedures. When gaskets containing non metallic parts are used, non metallic materials must be chosen according to paragraph 4.4.2. The use of gasket types or materials other than those defined in the project specification shall be prohibited unless approved by the purchaser.
- Việc xiết bu lông phải được thực hiện dần theo trình tự chéo. Loại và kích thước bu lông phải phù hợp với mặt bích và vật liệu gioăng. Nếu, trong những trường hợp đặc biệt, tải trọng bu lông được chỉ định, nhà thầu nên sử dụng thiết bị xiết bu lông để đạt được lực xiết bu lông chính xác. Nếu giá trị mô-men xoắn được chỉ định, nhà thầu có thể sử dụng cờ lê lực qua các đai ốc để tạo ra tải trọng bu lông cần thiết. Việc sử dụng cờ lê lực có thể yêu cầu sử dụng chất bôi trơn phù hợp trên ren bu lông. Nếu không có tải trọng bu lông hoặc giá trị mô-men xoắn nào được chỉ định, bu lông phải được siết chặt đầy đủ, phù hợp với thực hành kỹ thuật tốt hoặc thông tin của nhà cung cấp, để đảm bảo rằng khớp nối có khả năng giữ được độ kín mà không bị rò rỉ.
Bolting shall be pulled up gradually using a crossover sequence. The bolt type and size shall be matched to the flange and gasket material. If, in special circumstances, bolt loads are specified, the contractor should use bolt tensioning equipment to achieve the correct bolt loading. If torque values are specified, the contractor can use torque wrenches via the nuts to develop the necessary bolt load. The use of torque wrenches might dictate the use of a suitable lubricant on the bolt threads. If no bolt loads or torque values are specified, bolts shall be tightened sufficiently, in accordance with good engineering practice or vendor information, to ensure that the joint is capable of holding the tightness test without leakage.
- Không cho phép tái sử dụng gioăng; cần phải lắp gioăng mới mỗi khi tháo mặt bích. Khi một khớp nối bị rò rỉ trong quá trình thử áp suất, khớp nối phải được làm lại bằng gioăng mới.
The re-use of any gasket is prohibited; it is essential that new gaskets be inserted every time a flange is released. When a joint leaks on pressure test, the joint shall be re-made using new gaskets.
- Gioăng, đai ốc và bu lông phải được kiểm tra bằng mắt thường để đảm bảo rằng chúng sạch và trong tình trạng tốt. Nếu muốn, có thể bôi chất bôi trơn phù hợp, được xác định trong đặc điểm kỹ thuật của dự án, lên ren của bu lông và mặt trong đai ốc và vòng đệm trước khi lắp bu lông vào mặt bích và siết chặt.
Gaskets, nuts and bolts shall be visually inspected to ensure that they are clean and in good condition. If so desired, a suitable lubricant, as defined in the project specification, can be applied to bolt threads and bearing faces of nuts and washers before bolts are inserted into flanges and tightened.
- Ngoài ra, có thể không sử dụng chất bôi trơn bằng cách sử dụng vật liệu chống ăn mòn thích hợp cho bu lông, đai ốc và vòng đệm.

Alternatively, lubrication can be avoided by the use of appropriate, corrosion resistant materials for bolts, nuts and washers.

7.5.3. Khớp cách điện / *Insulating joints*

- Các khớp cách điện cho hệ thống bảo vệ catốt, đặc biệt là loại nguyên khối, dễ bị hư hỏng và rò rỉ nếu bị quá tải theo chiều ngang hoặc chiều dọc. Việc căn chỉnh chính xác các khớp cách ly mặt bích cũng rất quan trọng để lắp đặt chính xác các ống bọc bao phủ bu lông để cách ly đúng cách sau khi siết chặt. Để giảm khả năng biến dạng khớp nối vượt quá giới hạn cho phép, điều quan trọng là các khớp nối phải được hỗ trợ đầy đủ và lắp đặt chính xác theo bản vẽ thiết kế và thực hành thi công tốt. Xem thêm các đoạn 4.4.2 và 5.5.5. Các khớp nối này phải được kiểm tra cách ly điện trước khi đưa đường ống vào vận hành.

Insulating joints for cathodic protection systems, particularly those of the monoblock type, are prone to damage and leakage if overstressed either laterally or longitudinally. Proper alignment of flanged isolation joints is also critical to proper installation of sleeves covering bolts for proper isolation after tightening. To reduce the likelihood of joint deformation beyond the acceptable limit, it is important that joints are adequately supported and correctly installed in accordance with design drawings and good construction practices. See also paragraphs 4.4.2 and 5.5.5. These joints shall be tested for electrical isolation prior to pipeline being placed in service.

7.5.4. Khớp nối ren / *Threaded joints*

- Bất kỳ khớp nối ren nào cũng nên được giữ ở mức tối thiểu dựa trên các sản phẩm mà đặc điểm kỹ thuật này đề cập. Nên hàn kín khớp nối ren kết nối trực tiếp với đường ống nếu không có phương pháp cách ly. Tất cả các đầu nối ren hở ra ngoài khí quyển phải được bịt kín bằng nút bịt. Phải sử dụng ren côn cắt sạch theo yêu cầu thiết kế và được loại bỏ hoàn toàn ba vĩa.

Any threaded joints should be kept to a minimum based on the products that this specification is covering. It is recommended that any threaded joints directly connected to the pipeline without a method of isolation shall be properly seal welded. All threaded end connections open to the atmosphere shall be sealed with a plug. Clean cut taper threads in accordance with the design requirements shall be used and shall be fully deburred.

- Ống thép không gỉ được khuyến nghị sử dụng cho các thiết bị đo.

Stainless steel tubing is recommended for instrumentation.

7.5.5. Đường ống tube / *Tubing*

- Ống thép không gỉ được khuyến nghị sử dụng cho thiết bị đo lường. Không được sử dụng ống đồng cho các mạch tiếp xúc với khí của đường ống chính.

Stainless steel tubing is recommended for instrumentation. Copper tubing shall not be used for circuits which are exposed to the pipeline gas.

7.5.6. Van / *Valves*

- Tất cả các van phải được cung cấp kèm theo thẻ hoặc bảng nhận dạng và được lắp đặt ở vị trí được xác định bởi bản vẽ thiết kế. Thẻ hoặc bảng nhận dạng phải vẫn được gắn vào mỗi van sau khi lắp đặt. Không được phép hoán đổi van.

All valves shall be supplied with identification tags or plates and installed in the location defined by the design drawings. Identification tags or plates shall remain attached to each valve after installation. It is not permitted to interchange valves.

- Để giảm thiểu nguy cơ hư hỏng, các bộ phận hoạt động trên cùng của van, bộ truyền động và các thiết bị liên quan khác nên được bảo quản trong điều kiện sạch và lắp đặt theo yêu cầu sau khi hoàn thành công việc xây dựng chính.

To minimise exposure to damage, valve top works, actuators and other associated equipment should be stored in a clean condition and installed as required after major construction work has been completed.

- Tất cả các van phải được lắp đặt theo bản vẽ thiết kế đường ống và được xử lý theo cách duy trì độ sạch sẽ và ngăn ngừa sự xâm nhập của hơi ẩm, dầu, bụi và các chất gây ô nhiễm khác. Cần đặc biệt cẩn thận với các van, cho dù là van thủ công, van tự động hay van xả áp, để đảm bảo rằng cả hướng dòng chảy và hướng đều chính xác.

All valves shall be installed in accordance with the piping design drawings and handled in a way which maintains their cleanliness and prevents ingress of moisture, oil, dust, and other contaminants. Particular care should be taken with valves, whether manual, automated or pressure relief, to ensure that both the flow direction and orientation are correct.

- Các biện pháp phòng ngừa sau phải được tuân thủ đối với việc lắp đặt van xả áp và các thiết bị xả áp khác:

The following precautions shall be observed with respect to the installation of pressure relief valves and other pressure relief devices:

- Ngoài những van cần thiết cho mục đích xây dựng và thử nghiệm, không được lắp đặt van xả áp hoặc các thiết bị xả áp suất khác cho đến khi tất cả các công việc thử áp, làm sạch và xả đã hoàn thành.
Apart from those required for construction and testing purposes, no pressure relief valves or other pressure relief devices shall be installed until all pressure testing, cleaning and blowout work have been completed.
- Nền trang bị cho đường ống xả các thiết bị bảo vệ để ngăn chặn các hạn chế đối với chức năng hoạt động bình thường của van xả, như tổ chim hoặc băng.
It is recommended that vent piping be fitted with protective devices that will prohibit restrictions to the proper functionality of the relief valve, like bird nests or ice.
- Tất cả các lỗ thông của van xả phải được dẫn bằng đường ống đến đầu đốt khí.
All relief valve vents must be piped to a flare.
- Trước khi hàn van vào hệ thống đường ống, van phải được mở hoàn toàn. Bộ phận điều khiển phía trên của van nên được tháo ra để ngăn ngừa biến dạng nhiệt đến các linh kiện của van. Gioăng mềm và các bộ phận khác thường dễ bị hư hỏng do nhiệt. Sau khi hàn, gioăng mềm và các bộ phận dễ bị hư hại khác phải được kiểm tra. Nếu cần dùng lực quá mức để vận hành van thì phải thực hiện hành động khắc phục.
Before welding any valve into a piping system, the valve shall be fully opened. The top works should be removed to prevent thermal distortion of the valve components. Soft seats and other components are usually vulnerable to damage by heat. After welding, soft seats and other vulnerable components should be checked. If excessive force is required to operate the valve remedial action shall be taken.

7.5.7. Giá đỡ, thanh dẫn và neo / **Supports, guides and anchors**

- Giá đỡ, thanh dẫn và neo phải được định vị và cố định trước khi lắp đặt đường ống. Có thể sử dụng thêm giá đỡ tạm thời trong quá trình lắp đặt nhưng chúng không được hàn hoặc bắt vít vào bất kỳ cấu kiện kết cấu vĩnh cửu nào. Giá đỡ, thanh dẫn và neo tạm thời phải được tháo ra trước khi đưa đường ống vào vận hành.
Supports, guides and anchors shall be positioned and secured before the installation of the piping. Additional temporary supports can be used during installation but they shall not be welded or bolted to any permanent structural members. Temporary supports, guides and anchors must be removed before the pipeline is commissioned.
- Tất cả các kết nối hàn, chẳng hạn như kẹp nối đất hoặc giá đỡ, được gắn trực tiếp vào đường ống công nghệ hoặc thiết bị dự định sử dụng ở áp suất cao phải được thực hiện trước khi thử áp. Không được phép hàn trên thiết bị chịu áp lực sau khi hoàn thành thử áp.
All welded connections, such as earth clamps or supports, attached directly to process piping or equipment intended for service at elevated pressures shall be made before pressure testing. Welding on pressure containing equipment after the successful completion of a pressure test is not permitted.
- Bất kỳ giá đỡ nào cho đường ống được bảo vệ catốt phải được cách ly điện để không ảnh hưởng đến việc bảo vệ đường ống.
Any support for cathodically protected piping must be electrically isolated so that the protection of the pipeline is not compromised.

7.6. Kiểm tra và khảo sát / **Inspection and examination**

- Trong quá trình thi công, nên kiểm tra định kỳ tại chỗ để đảm bảo các quy trình lắp đặt chính xác đang được tuân thủ. Trong và sau khi thi công, đường ống phải được kiểm tra và thử nghiệm theo quy trình và quy chuẩn đường ống liên quan như được xác định trong đặc điểm kỹ thuật của dự án. Các cuộc kiểm tra này tối thiểu phải bao gồm những cuộc kiểm tra để xác minh những điểm sau:
During construction, regular on-site inspections should be made to ensure that correct procedures for installation are being observed. During and after construction, the pipeline should be inspected and tested in accordance with the relevant piping code and procedures as defined in the project specification. Such inspections should, as a minimum, include those to verify the following:
- Vật liệu chính xác (tối thiểu bằng dấu đóng dấu và/hoặc giấy tờ kèm theo. Cũng nên thực hiện kiểm tra nhận dạng vật liệu tại chỗ.)
Correct materials (as a minimum by stamped markings and / or accompanying paperwork. It is recommended that spot Positive Materials Identification be performed as well.)
- Độ đồng tâm của ống.
Pipe concentricity
- Độ dày thành ống theo quy định.
Specified wall thickness

- Độ sạch bên trong.
Internal cleanliness
- Tính toàn vẹn của lớp phủ bảo vệ.
Protective coating integrity
- Cách ly điện.
Electrical isolation
- Không có hư hỏng cơ học, ví dụ: vết xước, vết lõm, v.v.
Absence of mechanical damage e.g. gouges, dents etc.
- Chuẩn bị mối nối.
Joint preparation
- Hàn gá.
Welding fit-up
- Hàn.
Welding
- Không có vết cháy hồ quang.
Absence of arc burns
- Xem xét chụp X quang hoặc kiểm tra khác.
Review of radiographic or other examination

7.7. Thử nghiệm không phá hủy *Non-destructive testing*

7.7.1. Thử áp / *Pressure testing*

- Đường ống phải được thử áp bằng khí nén hoặc thủy tĩnh ở áp suất theo yêu cầu của quy chuẩn đường ống đã được xây dựng. Ưu tiên là thử nghiệm thủy tĩnh. Dù chọn phương pháp thử nghiệm nào, nó phải được tiến hành tại một điểm thuận tiện trong quá trình xây dựng đường ống tổng thể để phù hợp với yêu cầu của dự án và giảm thiểu khả năng phải làm lại tốn kém.
The pipeline shall be subject to either a pneumatic or a hydrostatic pressure test at the pressure required by the code to which the pipeline has been constructed. The preference is for a hydrostatic test. Whichever test method is selected, it shall be conducted at a convenient point in the overall pipeline construction to suit project requirements and to minimise the likelihood of costly rework.
- Việc thử bền phải được hoàn thành bằng cách tiến hành thử thủy tĩnh bằng nước sạch. Thử nghiệm phải được thực hiện theo đúng quy chuẩn đường ống đã được thiết kế và xây dựng.
The strength test should be completed by conducting a hydrostatic test using clean water. The test shall be carried out in accordance with the code to which the pipeline has been designed and constructed.
- Các hoạt động nạp và thử nghiệm phải được lên kế hoạch như một hoạt động liên tục để đảm bảo rằng nước không tồn tại trong hệ thống đường ống lâu hơn mức cần thiết, đặc biệt nếu dự báo nhiệt độ môi trường dưới mức đóng băng trong thời gian thử nghiệm. Phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa an toàn đầy đủ để giảm thiểu hậu quả tiềm ẩn của việc xả áp trong khi thử nghiệm đang diễn ra. Nếu thử nghiệm bằng khí nén được tiến hành và nitơ được sử dụng làm môi trường thử nghiệm, thì phải đánh giá nguy cơ tiếp xúc của nhân viên với môi trường thiếu oxy và thực hiện các biện pháp phòng ngừa thích hợp.
The filling and testing operations shall be planned as a continuous operation to ensure that water does not remain in the pipeline system for any longer than necessary, particularly if below freezing ambient temperatures are foreseen during the test period. Adequate safety precautions to minimise the potential consequences of a pressure release must be taken while the test is in progress. If a pneumatic test is conducted and nitrogen is used as the test medium, the risk of exposure of personnel to oxygen deficient atmospheres must be assessed and appropriate precautions taken.
- Nước để thử nghiệm và bất kỳ lần xả nào sau đó phải sạch và không có bất kỳ chất lơ lửng hoặc hòa tan nào có thể gây hại cho vật liệu ống hoặc có thể hình thành cặn bên trong đường ống. Đối với đường ống thép carbon, độ pH phải nằm trong khoảng từ 5 đến 8 và clorua không quá 1000 mg/lít (50mg/lít đối với thép không gỉ). Tốt nhất là giảm thiểu thời gian nước thử thủy lực còn lại trong đường ống, vì nước thúc đẩy quá trình ăn mòn và hoạt động sinh học. Nếu nước tồn tại trong đường ống hơn 8 ngày, độ pH phải được giới hạn trong khoảng từ 6 đến 7,5 và nồng độ clorua nhỏ hơn 500mg/lít (5mg/lít đối với thép không gỉ). Cần đặc biệt cẩn thận khi xử lý các nguồn nước có chứa hóa chất hoặc vi khuẩn có hại tiềm ẩn.
Water for testing and any subsequent flushing should be clean and free from any suspended or dissolved substance which could be harmful for the pipe material or which could form deposits within the pipeline. For carbon steel pipelines, the pH should be between 5 and 8 and the chloride not more than 1000 mg/litre (50mg/litre for stainless steel). It is best practice to minimize the time the hydrotest

water remains in the pipeline, as water promotes corrosion and biological activity. If the water stays more than 8 days in the pipeline, the pH should be limited between 6 and 7.5 and chloride concentration less than 500mg/litre (5mg/litre for stainless steel). Special care is needed in dealing with water sources containing potentially harmful chemicals or bacteria.

- Sau khi hoàn thành thử thủy tĩnh, tốt nhất là nên loại bỏ nước ngay lập tức bằng cách xả hoặc làm sạch bằng pig hoặc kết hợp cả hai. Xem 6.3.4.

After the completion of a hydrostatic test the water should be preferable removed immediately either by draining or pigging or a combination of the two. See 6.3.4.

- Nước còn sót lại nào trong đường ống CO hoặc Syngas sau thử thủy tĩnh có thể dẫn đến các cơ chế hư hỏng bên trong đường ống, do đó bắt buộc phải đạt điểm sương tối đa là -50 độ C. Vì lý do thực tế, trong trường hợp nối ống hoặc hàn đóng cuối cùng, có thể chấp nhận được việc miễn trừ nhu cầu thử áp với điều kiện là phương pháp thử nghiệm không phá hủy thay thế theo quy định được thực hiện và các quy định địa phương không cấm điều này.

Any residual water in a CO or Syngas pipeline following a hydrostatic test could lead to failure mechanisms within the pipeline therefore it is imperative to achieve a maximum dew point of -50OC. For reasons of practicality, in the case of pipe tie-ins or final closing welds it may be acceptable to waive the need for a pressure test provided that a prescribed alternative method of non-destructive testing is carried out and local regulations do not prohibit this.

7.7.2. Kiểm tra không phá hủy (NDE) / Non destructive examination (NDE)

7.7.2.1. Tổng quát / General

- Tất cả các kiểm tra NDE phải được thực hiện bởi một người vận hành có trình độ được cấp phép, ngoại trừ kiểm tra thẩm thấu thuốc nhuộm và kiểm tra từ tính có thể được thực hiện bởi một thợ lý được đào tạo và được diễn giải bởi một người vận hành được cấp phép. Tất cả các hoạt động NDE phải hoàn toàn có thể theo dõi, tốt nhất là với bản đồ hàn. Phải lập báo cáo xác định từng mối hàn được kiểm tra và hiển thị vị trí của nó, quy trình hàn được sử dụng, người vận hành hàn thực hiện mối hàn, quy trình NDE được sử dụng và kết quả bao gồm cả việc sửa chữa.

All NDE examinations shall be performed by a licensed qualified operator with the exception of dye penetrant and magnaflux examination which may be applied by a trained assistant and interpreted by a licensed operator. All NDE activities shall be fully traceable preferably with a weld map. A report shall be made identifying each weld which is examined and showing its location, the weld procedure used, the weld operator who made the weld, NDE procedure used, and results including repairs.

- Các đường nối ống dọc, tồn tại do quá trình sản xuất ống, được miễn thử nghiệm không phá hủy tại chỗ (Xem Mục 5.3).

Longitudinal pipe seams, which exist as a result of the pipe manufacturing process, are exempt from on-site non destructive testing (See Section 5.3).

7.7.2.2. Kiểm tra bằng tia X / Radiographic examination

- Tất cả các ảnh chụp X quang phải có toàn bộ chiều dài của mối hàn (chụp X quang toàn bộ). Yêu cầu 100% các mối hàn đối đầu trong đường ống phải được kiểm tra bằng tia X đầy đủ như được xác định trong đặc điểm kỹ thuật của dự án. Các mối hàn đóng cuối cùng phải được chụp X quang.

All radiographs shall be of the entire length of the weld (full radiography). It is required that 100% of the butt weld joints in the pipeline be fully radiographically examined as defined in the project specification. Final closing welds must be radiographed.

- Trong những trường hợp mà các mối nguy phóng xạ do tia X (hoặc tia Gamma) gây ra không thể được xử lý bằng các phương tiện hợp lý, thì có thể thay thế 100% kiểm tra không phá hủy bằng phương pháp tương đương như UT.

In situations where the radiological hazards presented by X-rays (or Gamma rays) cannot be accommodated by reasonable means, 100% non destructive examination by an equivalent method such as UT may be substituted.

7.7.2.3. Kiểm tra thẩm thấu và kiểm tra từ tính / Dye penetrant and magnaflux examination

- Mối hàn lồng và hàn góc không thể được chụp X quang phù hợp nhưng phải được kiểm tra bằng phương pháp thẩm thấu hoặc kiểm tra từ tính. Khuyến nghị nên kiểm tra 100% các mối nối này.

Socket weld and fillet weld joints cannot be suitably radiographed but should be examined using dye penetrant or magnaflux examination. It is recommended that 100% of these joints be examined.

7.7.2.4. Thử nghiệm độ cứng vi mô/ Micro hardness test

- Để kiểm soát rằng độ bền của vật liệu ống không bị ảnh hưởng bởi các mối hàn, nên thực hiện thử nghiệm độ cứng vi mô như một phần của quy trình hàn và thử nghiệm người vận hành hàn, và bằng các mẫu của mối hàn sản xuất.

In order to control that the toughness of the pipe material is not affected by the welds, it is recommended to perform micro hardness tests as part of the weld procedure and weld operator testing and, by samples of production welds.

7.8. Tài liệu / *Documentation*

- Các tài liệu sau đây liên quan đến việc xây dựng và lắp đặt đường ống phải được người vận hành lưu trữ và tập hợp trong một bộ hồ sơ để tham khảo khi cần thiết:

The following documents relating to the construction and installation of the pipeline shall be retrieved and collected in a dossier that is retained for reference by the operator:

- Báo cáo thử áp /
Pressure test report
- Quy trình hàn, trình độ quy trình và hồ sơ trình độ thợ hàn.
Weld procedures, procedure qualifications, and qualification records for each welder.
- Báo cáo NDE mối hàn (Bao gồm các mối hàn bị loại/sửa chữa, bản đồ hàn, thông tin thợ hàn, kỹ thuật hàn được sử dụng).
Weld joint NDE reports (Including rejects/repairs, weld map, weld operator identification, welding technique used).
- Tóm tắt tất cả các quy trình NDE chứng minh rằng tất cả các yêu cầu về quy chuẩn, quy định và dự án cụ thể đã được đáp ứng.
Summary of all NDE procedures demonstrating that all code, regulatory, and project specific requirements have been met.
- Báo cáo về việc làm sạch và kiểm tra trong đường ống.
Report of internal pipe cleaning and inspection.
- Báo cáo của tất cả các hoạt động kiểm tra.
Inspection reports for all inspection activities
- Bản vẽ hoàn công.
As-built drawings.
- Nhật ký dữ liệu hoàn công.
As-built data logs.
- Hồ sơ về trình độ chuyên môn của nhân viên thi công.
Records of construction personnel qualifications.
- Chứng nhận vật liệu.
Material control certificates.
- Các báo cáo và chứng nhận khác theo yêu cầu của chính quyền địa phương và/hoặc quốc gia, quy chuẩn đường ống liên quan và đặc điểm kỹ thuật của dự án.
Other reports and certificates required by local and/or national authorities, the relevant piping code and the project specification.
- Báo cáo kiểm tra tính toàn vẹn của lớp phủ bảo vệ (báo cáo về lỗ kim hoặc khuyết tật trong lớp phủ bên ngoài).
Protective coating integrity test report (report on pinholes or defects in the external coating)
- Báo cáo về bảo vệ catốt và cách ly điện.
Cathodic protection and electrical isolation report.
- Khi hoàn thành công việc, nhà chế tạo phải cung cấp một tuyên bố bằng văn bản rằng tất cả các yêu cầu NDE đã được đáp ứng, được thực hiện bởi giám sát viên đảm bảo chất lượng hoặc các cá nhân đủ điều kiện khác.
At the completion of the work, the fabricator should supply a written statement that all NDE requirements have been met which has been executed by the quality assurance supervisor or other qualified individuals.

8. Thiết kế và xây dựng các trạm / *Design and construction of stations*

8.1. Chức năng / *Function*

- Chức năng của một trạm điều khiển quá trình là điều khiển và đo khí kết hợp với một đường ống cung cấp. Mỗi trạm điều khiển được thiết kế và xây dựng theo yêu cầu của từng khách hàng và kết hợp các thiết bị điều khiển quá trình phù hợp. Các sắp xếp điển hình được hiển thị trong Phụ lục A, Sơ đồ 1.

The function of a process control station is to control and meter gas in conjunction with a supply pipeline. Each process control station is designed and constructed for individual customer requirements and

incorporates appropriate process control equipment. Typical arrangements are shown in Appendix A, Diagram 1.

- Các chức năng khác nhau có thể là: cách ly để bảo trì và/hoặc cho trường hợp khẩn cấp, đo lường, điều chỉnh áp suất và/hoặc lưu lượng, lọc.
The different functions may be : isolation for maintenance and/or for emergency, metering, pressure and/or flow regulation, filtration.
- Loại trạm này thường được đặt tại địa điểm của khách hàng.
This type of station is typically located at a customer's site.
- Ngoài ra, các yêu cầu quy định có thể yêu cầu các trạm cách ly tại các khoảng thời gian xác định dọc theo đường ống.
Additionally regulatory requirements may require isolation stations at defined intervals along the pipeline.

8.2. Mô tả thiết kế tóm tắt / *Design brief*

- Một mô tả thiết kế tóm tắt các yêu cầu cơ bản (Định nghĩa Quá trình và Sơ đồ P&ID) phải được sử dụng làm cơ sở cho thiết kế.
A design brief summarising the basic requirements (Process Definition and P & I Diagram) should be used as the basis for design.
- Mô tả thiết kế tóm tắt phải được phát triển bằng cách tham khảo những điều sau:
The design brief should be developed by reference to the following:
 - dữ liệu mẫu quy trình do khách hàng cung cấp.
process pattern data supplied by customer
 - các yêu cầu về môi trường, khách hàng và các yêu cầu theo luật định khác.
environmental, customer, and other statutory requirements
 - các yêu cầu của địa điểm, bao gồm cả sự tương tác với nhà máy xung quanh, ví dụ: hệ thống thu gom khí xả.
site requirements, including interaction with surrounding plant, e.g. vent collection system.
 - Nghiên cứu Hazop và Đánh giá Rủi ro phải được xem xét cùng với mô tả thiết kế tóm tắt.
A Hazop study and Risk Assessment shall be considered with the design brief.
- Một ví dụ về một trạm điều khiển quá trình hoàn chỉnh hiển thị các thành phần có thể có được hiển thị trong Phụ lục A, Sơ đồ 2.
An example of a complete process control station showing possible components is shown in Appendix A, Diagram 2.

8.2.1. Van giới hạn lưu lượng / *Excess flow valves*

- Phải cung cấp van giới hạn lưu lượng phải để bảo vệ chống lại sự cố đường ống. Việc đóng van có thể được kích hoạt bằng tay hoặc tự động từ phòng điều khiển trung tâm hoặc bằng tín hiệu tự động dựa trên lưu lượng cao, áp suất thấp hoặc tốc độ giảm áp trong đường ống.
Excess flow valves should be provided to afford protection against pipeline failures. The closure of the valves can be initiated manually or automatically from a central control room or by automatic signals derived from high flowrate, low pressure or rate of decay of line pressure.

8.2.2. Van cách ly / *Isolation valves*

- Do rủi ro về độc tính và bắt lửa của rò rỉ carbon monoxide hoặc Syngas, việc bảo trì phải được thực hiện sau khi cách ly chắc chắn thiết bị liên quan, tiếp theo là làm trơ. Việc cách ly chắc chắn có thể được thực hiện bằng van xả kép, mặt bích mù, van bi gắn trunnion kép được trang bị đường xả thân van hoặc tương đương.
Due to the risks of toxicity and ignition of a carbon monoxide or Syngas leakage, maintenance should be done after positive isolation of the concerned installation, followed by inerting. Positive isolation may be done by double block and bleed valves, blind flange, double trunnion mounted ball valve equipped with a body vent or equivalent.

8.2.3. Bộ lọc và lưới lọc / *Filters and strainers*

- Bộ lọc có thể được lắp đặt ở đầu vào của trạm điều khiển quá trình để bảo vệ các thiết bị điều khiển khỏi các hạt rắn (có nguồn gốc từ đường ống thép carbon hoặc thiết bị/máy móc ở phía trước) có thể bị cuốn vào dòng khí.
Filters may be installed at the inlet to the process control station to protect control devices from particulate matter (originating from the upstream carbon steel pipeline or equipment/machinery) which may be entrained in the gas stream.

8.2.4. Đồng hồ đo lưu lượng / *Flow meters*

- Đồng hồ đo trong thanh toán đo chính xác tổng lượng khí đi qua trạm điều khiển. Đồng hồ bao gồm một thiết bị chính và thiết bị đo đặc để chuyển đổi các biến quy trình thành giá trị lưu lượng thể tích hoặc khối lượng.

The billing quality meter measures accurately the total quantity of gas passing through the process control station. The meter consists of a primary device and instrumentation to convert the process variables to a volumetric or mass flow value.

- Nên có đường bypass để tạo điều kiện thuận lợi cho việc tháo gỡ để hiệu chuẩn và bảo trì.
- Việc lựa chọn loại đồng hồ đo lưu lượng thường dựa trên các yêu cầu về độ chính xác cho phạm vi lưu lượng khí cần thiết để đáp ứng yêu cầu của khách hàng. Thiết bị đo đặc bao gồm cảm biến áp suất, cảm biến chênh áp và nhiệt độ, đo và chuyển đổi các biến quy trình thành tín hiệu thường được nhập vào máy tính lưu lượng. Máy tính lưu lượng sử dụng các đầu vào này để tính toán lưu lượng được tích hợp trong một khoảng thời gian cụ thể để tính toán và ghi lại khối lượng.

A bypass is recommended to facilitate removal for calibration and maintenance.
The selection of flow meter type is normally based on the accuracy requirements for the required range of gas flow to meet customer requirements. Instrumentation comprised of pressure, differential pressure and temperature transmitters measure and convert the process variables into signals that are typically input into a flow computer. The flow computer uses these inputs to calculate a flow rate which is integrated over a specific time period to calculate and record volumes.

8.2.5. Điều khiển lưu lượng và áp suất / *Flow and pressure control*

- Các thiết bị điều khiển lưu lượng thường được cung cấp để khắc phục các kiểu lưu lượng thất thường để tạo ra nguồn cung ổn định bất kể nhu cầu của khách hàng hoặc để hạn chế lưu lượng khả dụng cho khách hàng. Hệ thống điều áp giúp điều chỉnh sự thay đổi áp suất đường ống để cung cấp khí ở áp suất không đổi cho khách hàng.

Flow control devices are typically provided to overcome erratic flow patterns to produce constant supply irrespective of customer demand, or to limit the flow available to the customer. Pressure control systems regulate the variable pipeline pressure to deliver gas at constant pressure to the customer.

- Van chặn và van bypass thủ công được lắp đặt là phạm vi tối thiểu được khuyến nghị để đạt được nguồn cung cấp đáng tin cậy và dễ bảo trì. Trong một số trường hợp, có thể nên xem xét một van điều khiển dự phòng thay vì van bypass thủ công để có độ tin cậy cao hơn nữa.

Installed block and manual by-pass valves are the recommended minimum scope to achieve reliable supply and provide for ease of maintenance. In some cases it may be preferable to consider a redundant control valve instead of the manual by-pass for even higher reliability.

8.2.6. Tồn chứa khí / *Gas storage*

- Bồn chứa hoặc thể tích đường ống bổ sung có thể được yêu cầu để cung cấp một dung tích đệm để đáp ứng nhu cầu cao điểm của khách hàng và cung cấp lưu lượng ở hạ lưu để tạo điều kiện thuận lợi cho hoạt động của van điều khiển hiệu quả.

Storage vessels or additional volume of piping may be required to provide buffer capacity to satisfy peaks in customer demand and to provide downstream capacity to facilitate efficient control valve operation.

- Nếu có nguy cơ gây độc trong trường hợp rò rỉ, nên tránh sử dụng các bồn tồn chứa khí.

Due to the risk of toxicity in case of leak, gas storage vessels should be avoided.

- Khi được sử dụng, rủi ro của chúng phải được tính đến trong đánh giá rủi ro hệ thống đường ống. Vật liệu chế tạo của các bồn chứa này tối thiểu phải tuân theo các yêu cầu về đường ống về mục đích và tiêu chí lựa chọn. Bồn phải được thiết kế với độ bền của kim loại gốc và vùng hàn đủ để đạt tiêu chí rò rỉ trước khi bị nổ và chịu được mỏi trong quá trình sử dụng.

When used, their risks must be taken into account in the pipeline system risk assessment. The materials of construction of these storage vessels should as a minimum follow the pipeline requirements in intent and selection criteria. Vessels should be designed with sufficient parent metal and weld zone toughness for leak before break criterion and to withstand fatigue in service.

8.2.7. Xả áp / *Pressure relief*

- Theo thứ tự ưu tiên dựa trên thiết kế an toàn, các điều khoản sau được khuyến nghị:

In order of preference based on fail safe design, the following provisions are recommended:

- Toàn bộ trạm phải được thiết kế cho MAWP của đường ống để tránh sự cần thiết của van xả áp để bảo vệ trạm khỏi quá áp.

The entire station should be designed for the MAWP of the pipeline to avoid the need for pressure relief valves to protect the station from over pressure.

- Trường hợp không thực hiện được, nên sử dụng van an toàn được xả an toàn vào hệ thống thu gom kín.
Where this is not practical, then safety valves safely vented to a closed collection system are recommended.
- Khi không có sẵn hệ thống thu gom khí xả, một hệ thống ngắt tự động, sử dụng hai van cách ly tự động nối tiếp được điều khiển bởi ba cảm biến áp suất dự phòng, tác động đóng khi hai trong số ba tín hiệu được kích hoạt hoặc hệ thống chốt nổ phải được xem xét.
Where a vent collection system is not readily available to tie into, an automatic shutoff system, the use of two automatic isolation valves in series controlled by triple redundant pressure transmitters with two out of three voting or a rupture pin system should be considered.
- Các hệ thống này có thể yêu cầu một van an toàn nhỏ ở hạ lưu của thiết bị này, vì người ta cho rằng tất cả các van đều bị rò rỉ. Cả hai hệ thống phải đáp ứng các yêu cầu của quy chuẩn hiện hành. Van ngắt và hệ thống điều khiển phải được kiểm tra chức năng.
These systems may require a small pressure relief valve downstream of this device, as it is assumed that all valves leak through. Either systems must meet applicable codes requirements. The shutoff valve and control system should be given a functional test.

8.2.8. Thiết bị đo / *Instruments*

- Thiết bị đo thường là điện, điện tử, khí nén hoặc kết hợp các loại hệ thống này. Hệ thống thiết bị đo và điều khiển phải được thiết kế để an toàn khi xảy ra sự cố về điện và khí nén trừ khi khách hàng mong muốn một hệ thống hỏng tại chỗ để có độ tin cậy cao hơn. Nhà cung cấp đường ống nên cân nhắc những lợi thế và rủi ro đối với sự bố trí ít an toàn khi hỏng hóc hơn nhưng đáng tin cậy hơn này trước khi đồng ý. Trong mọi trường hợp, nên nhận được hướng dẫn bằng văn bản từ khách hàng trước khi tiếp tục.
Instruments are usually electric, electronic, pneumatic, or a combination of these types of systems. The instrument and control system should be designed to fail safe electrically and pneumatically unless the customer desires a fail in place system for higher reliability. The pipeline supplier should consider the advantages and risks to this less fail-safe but more reliable arrangement before agreeing. In any case it is recommended that written instructions be received from the customer before proceeding.

8.2.9. Điện / *Electrical*

- Xem mục 5.2 ở trên.
See section 5.2 above.
- Một phần hoặc toàn bộ trạm được phân loại là khu vực điện nguy hiểm và thiết bị cũng như việc lắp đặt phải tuân thủ các yêu cầu của quy chuẩn liên quan.
Part or all of the station is classified as a hazardous electrical area and the equipment and installation must conform to the relevant code requirements.
- Thiết bị và đường ống phải được kết nối điện và nối đất để xả tĩnh điện và dẫn dòng điện sự cố xuống đất, để ngăn chặn phát sinh tia lửa điện có thể gây cháy rò rỉ hydro trong khu vực.
The equipment and piping shall be electrically connected and grounded to drain static electricity and to carry electrical fault currents to earth ground, to prevent release of electric sparks which could ignite hydrogen leaks in the area.

8.3. Tiêu chuẩn và quy chuẩn thiết kế / *Standards and design codes*

- Thiết kế, chế tạo, kiểm tra, xem xét và thử nghiệm phải tuân theo các tiêu chuẩn quốc gia hoặc quốc tế, chẳng hạn như ASME B31.3 và B31.8.
Design, fabrication, inspection, examination and testing shall be in accordance with national or international standards, such as ASME B31.3 and B31.8.
- Việc lắp đặt điện và thiết bị đo phải được thiết kế và lắp đặt theo các tiêu chuẩn quốc tế hoặc quốc gia có liên quan đối với phân loại khu vực nguy hiểm về điện.
Electrical and instrument installations shall be designed and installed in accordance with the relevant international or national standards for the electrical hazardous area classification.

8.4. Vật liệu và chế tạo / *Materials and fabrication*

- Việc chế tạo phải được thực hiện bởi các nhà thầu được phê duyệt trong lĩnh vực cụ thể, ví dụ như Cơ khí, Xây dựng, Điện, Thiết bị. Công việc lắp đặt phải được hoàn thành theo đúng bản vẽ thiết kế và thông số kỹ thuật. Công việc đã hoàn thành phải được kiểm tra và phê duyệt bởi cơ quan kỹ thuật có liên quan.
Fabrication shall be carried out by contractors approved in their particular discipline, i.e. Mechanical, Civil, Electrical, Instruments. Installation work shall be completed in accordance with the design drawings and specifications. The completed work should be inspected and approved by the relevant technical authority.

8.5. Hạn chế truy cập / *Access limitation*

- Mỗi trạm phải được đặt trong một khu vực được đánh dấu rõ ràng với các biển báo chỉ dẫn rủi ro và phản ứng khẩn cấp cần thiết.
Each station should be enclosed within a clearly marked area with signs indicating the risk and the necessary emergency response.
- Khi một trạm được đặt trong khu vực công cộng, phải có một hàng rào quanh trạm, không cản trở sự lưu thông không khí để ngăn chặn sự truy cập trái phép. Khu vực hàng rào phải có ít nhất 2 cửa và có thể khóa được. Cửa ra phải mở ra ngoài và đi ra khu vực không có vật cản.
When a station is located in a public area, a fence which does not inhibit free air flow should enclose the station to prevent unauthorized access. The enclosure should have at least 2 gates and be lockable. Exits should open outwards into areas that are free of obstructions.
- Khi trạm được đặt trong nhà máy, thì trong một số trường hợp, có thể chỉ cần sử dụng dây xích bao quanh hàng rào.
When a station is located on a plant site, then a chain instead of a fence may be considered sufficient in some cases.

8.6. Vị trí / Location

- Vị trí và thiết kế của trạm phải được thực hiện theo kết quả phân tích về độc tính.
The location and the design of the station should be made according to the results of a toxicity analysis.
- Do nguy cơ độc tính, việc phân tích cẩn thận việc lắp đặt phải được thực hiện để đảm bảo lối vào an toàn cho người vận hành cả trong thiết kế và quy trình vận hành. Việc giám sát bầu khí quyển ở những vị trí khác nhau trong khu vực trạm và thiết kế hệ thống thông gió là những yếu tố quan trọng cần được đưa vào phân tích. Cần lưu ý rằng việc đặt trạm trong nhà, hoặc trong hố luôn yêu cầu thiết kế nghiêm ngặt hơn về điện.
Due to toxicity risk, a careful analysis of the installation must be done to ensure that safe entry is provided for operators both in the design and in operating procedures. Monitoring the atmosphere at different places in the enclosure and the design of ventilation systems are important topics to be included in the analysis. It is worth noting that locating a station indoors may, and locating one in a pit always, require more stringent hazardous electrical designs.
- Khi lựa chọn vị trí, nên có không gian trống đáng kể xung quanh khu vực trạm. Điều này có thể không phải lúc nào cũng thực tế. Một số ví dụ về thực hành lựa chọn vị trí tốt được đưa ra trong Phụ lục E.
When selecting a location, it is preferable to have significant clear space around the enclosure. This may not always be practical. Some examples of good siting practice are given in Appendix E.
- Đường ống có thể được lắp đặt trên một tấm bê tông và trạm phải được bao quanh bởi một hàng rào.
Piping may be installed on a concrete slab and the station should be surrounded by a fence.
- Hàng rào, có chiều cao ít nhất 2 m, sẽ được trang bị ít nhất hai cửa thoát hiểm khẩn cấp ở hai phía đối diện.
The fence, of a height of at least 2 m, will be provided with at least two emergency escape doors in opposite sides.
- Van cũng có thể được lắp đặt dưới lòng đất, nếu có lo ngại về an ninh.
Valves may also be installed below ground, if there are security concerns.
- Các hoạt động liên quan đến việc sử dụng hoặc tạo ra ngọn lửa, tia lửa hoặc các nguồn gây cháy khác đều bị cấm trong khu vực bao quanh hoặc khoảng cách theo yêu cầu của các quy tắc hiện hành, tùy theo mức yêu cầu nào lớn hơn, trừ khi có giấy phép làm việc an toàn cho phép.
Activities involving the use or production of flames, sparks or other ignition sources are forbidden within the enclosure or the distance requirements of the applicable codes, whichever is greater, except as authorised by a safety work permit.
- Hệ thống chiếu sáng đạt tiêu chuẩn phải được cung cấp để chiếu sáng trạm, khi điều này được coi là cần thiết để đảm bảo an toàn cho nhân viên. Đèn chiếu sáng và việc lắp đặt phải tuân thủ các yêu cầu của quy tắc đối với khu vực nguy hiểm về điện.
An acceptable standard of lighting shall be provided to illuminate the station, when this is deemed necessary to ensure personnel safety. The lighting fixtures and installation must conform to the code requirements for the hazardous electrical area.

8.7. Tiếp địa / Grounding

- Điện trở nối đất của hệ thống ống tại trạm không được vượt quá 10 ohm tại bất kỳ điểm nào trong toàn bộ hệ thống; các phép đo phải được thực hiện từ một điểm nối đất đã biết. Nếu cần thiết, có thể phải sử dụng phương pháp nối bọc mặt bích để đạt được giá trị tối thiểu đã nêu. Nếu đã áp dụng phương pháp nối bọc, cần thực hiện các biện pháp để ngăn ngừa ăn mòn các bộ phận cấu kiện.

The resistance to earth (or ground) of the station pipework should not exceed 10 ohms at any point throughout the installation; tests shall be conducted from a known earth point. If necessary cross flange bonding may be required to achieve the stated minimum value. If cross bonding has been adopted, measures shall be taken to prevent corrosion of component parts.

- Hệ thống đường ống không được sử dụng như là thanh nối đất. Mỗi thiết bị phải được nối đất riêng lẻ.
Pipework systems should not be used as grounding rods. Each piece of equipment should be individually earthed.
- Tất cả việc nối đất phải được nối với lưới nối đất chung để đảm bảo rằng tất cả các thiết bị, bao gồm cả đường ống, được đưa về cùng một điện thế.
All grounding should be to a common grounding grid to ensure that all items, including the pipe work, are brought to a common electrical potential.
- Tất cả kết quả kiểm tra bao gồm điểm đất tham chiếu phải được ghi lại và kiểm tra định kỳ.
All test results including reference earth point shall be recorded and periodic testing undertaken.

8.8. Lắp đặt / *Installation*

- Việc lắp đặt phải được thực hiện bởi các nhà thầu được phê duyệt trong lĩnh vực cụ thể của họ, ví dụ như Cơ khí, Xây dựng, Điện, Thiết bị. Công việc lắp đặt phải được hoàn thành theo đúng bản vẽ thiết kế và thông số kỹ thuật. Việc lắp đặt đã hoàn thành phải được kiểm tra và phê duyệt bởi cơ quan kỹ thuật có liên quan.
Installation shall be carried out by contractors approved in their particular discipline, i.e. Mechanical, Civil, Electrical, Instruments. Installation work shall be completed in accordance with the design drawings and specifications. The completed installation should be inspected and approved by the relevant technical authority.

8.9. Kiểm tra áp suất và rò rỉ / *Pressure and leak testing*

- Kiểm tra áp suất để đáp ứng các yêu cầu của quy chuẩn là bắt buộc. Thông thường, trạm được kiểm tra riêng biệt với đường ống. Việc này có thể diễn ra tại xưởng chế tạo hoặc tại hiện trường. Nếu thử nghiệm thủy tĩnh, đường ống phải được xả hết nước, làm khô và làm sạch kỹ sau khi thử nghiệm.
Pressure testing to meet code requirements is required. Usually the station is tested separately from the pipeline. This may take place either at a fabricator or in the field. If hydrostatic testing is used, the piping shall be thoroughly drained, dried and cleaned after testing.
- Kiểm tra rò rỉ bằng khí nén cũng có thể được yêu cầu. Việc này có thể thực hiện tại xưởng chế tạo hoặc tại hiện trường hoặc tốt nhất là cả hai. Việc làm trơ đường ống đôi khi được kết hợp với kiểm tra rò rỉ. Vì nitơ được sử dụng làm khí thử nghiệm / khí trơ, các biện pháp phòng ngừa chống ngạt phải được quy định. Đường xả phải được lắp đặt khi cần thiết, để đảm bảo rằng khí được thải ra khu vực an toàn.
Pneumatic leak testing is also required. This may take place either at a fabricator or in the field or preferably both. Inerting the pipeline is sometimes combined with the leak test. As nitrogen is used as the test / inerting gas, precautions against asphyxiation shall be specified. Vent pipes should be fitted, where necessary, to ensure that gas is discharged to a safe area.

8.10. Vận hành chạy thử / *Commissioning*

- Việc chuẩn bị quy trình vận hành chạy thử phù hợp phải được thực hiện với các chi tiết sau đây được điều chỉnh:
The preparation of a suitable commissioning procedure should be undertaken with details of the following accommodated:
 - tương tác với các quy trình của khách hàng
interaction with customer processes
 - các cân nhắc về an toàn
safety considerations
 - phải chỉ định một người có kiến thức và kinh nghiệm để kiểm soát tất cả các khía cạnh của quy trình vận hành chạy thử.
A knowledgeable and experienced person shall be appointed to control all aspects of the commissioning procedure.

8.10.1. An toàn / *Safety*

- Chỉ những nhân viên được ủy quyền mới được phép ở gần trạm trong quá trình vận hành chạy thử. Người chịu trách nhiệm phối hợp và kiểm soát việc vận hành chạy thử phải đảm bảo rằng Khách hàng và tất cả nhân viên được thông báo đầy đủ. Thông thường, một chương trình và quy trình vận hành chạy thử sẽ được chuẩn bị và thảo luận với tất cả các

bên liên quan trước khi bắt đầu vận hành chạy thử. Tất cả các lệnh thường trực và hướng dẫn an toàn của Nhà cung cấp khí và Khách hàng phải được tuân thủ.

Only authorised personnel should be allowed in the vicinity of the station during commissioning. The person responsible for the co-ordination and control of the commissioning shall ensure that the Customer and all personnel are properly briefed. Normally a commissioning programme and procedure will be prepared and discussed with all concerned before commissioning starts. All Gas Supplier and Customer standing orders and safety instructions shall be observed.

8.10.2. Kiểm tra trước khi vận hành chạy thử / *Pre-commissioning checks*

- Quy trình vận hành chạy thử phải bắt đầu sau khi hoàn thành kiểm tra áp suất và cấp giấy chứng nhận kiểm tra có liên quan. Quy trình phải bao gồm các kiểm tra trước khi vận hành chạy thử sau:

The commissioning procedure should start after satisfactory completion of pressure testing and the issue of the relevant test certificates. The procedure should include the following pre-commissioning checks:

- P & ID được so sánh và xác minh với thiết bị và đường ống mới của trạm
P & I D is compared and verified with the new station equipment and piping
- vật liệu, quy trình làm sạch, hiệu chuẩn được xác thực và giấy chứng nhận kiểm tra có liên quan
relevant material, cleaning, authenticated calibration and test certificates are available
- các thông báo cảnh báo và bảng hướng dẫn
warning notices and instruction plates are posted
- phần tử lọc được lắp đặt, nếu có và ở nơi được chỉ định
filter elements are fitted, if and where specified
- vận hành và điều chỉnh đạt yêu cầu của:
satisfactory operation and adjustment of:
 - đồng hồ đo
meters
 - bộ điều khiển dòng chảy
flow Controllers
 - van xả
spill valves
 - bộ điều áp
pressure controllers
 - van an toàn (nếu có)
safety valves (if fitted)
 - van ngắt an toàn (nếu có)
safety shut-off valves (if fitted)
 - van ngắt
shut-off valves
 - thiết bị an toàn, báo động và ngắt
safety devices, alarms and trips
 - tất cả các hành động và phản hồi tự động
all automatic actions and responses
- Việc xác minh lắp đặt và hiệu chuẩn đồng hồ đo bởi đại diện của khách hàng thường được yêu cầu.
Verification of meter installation and calibration by a customer's representative is frequently required.

8.10.3. Làm trơ / *Inerting*

- Việc làm trơ các trạm có thể được thực hiện bằng phương pháp tăng và giảm áp liên tiếp (bơm áp suất) vì các trạm luôn có các khoang không thoát nước (đường ống chết). Tối thiểu ba chu kỳ tăng áp và giảm áp phải được thực hiện. Đề xuất xác minh rằng việc làm trơ đã hoàn tất bằng phân tích cục bộ. Việc làm trơ cũng có thể được thực hiện bao gồm đường ống và các trạm bằng cách chỉ cần cho nitơ chảy qua hệ thống, xem 8.10.4.

Inerting of stations may be performed by the method of successive pressurizations and depressurizations (pressure pumping) since the stations invariably have undrained cavities (dead legs, hands). A minimum of three cycles of pressurization and depressurization must be performed. Verifying that the inerting is complete by local analysis is suggested. Inerting may also be done including piping and stations by simply flowing nitrogen through the system, see 8.10.4.

- Trong quá trình vận hành chạy thử, đồng hồ chênh áp của bộ lọc phải được giám sát, đặc biệt là trong giai đoạn đầu của vận hành chạy thử, để phát hiện khi nào cần thay lưới lọc.

Việc giám sát như vậy cũng phải được thực hiện sau các hoạt động bảo trì / ngừng hoạt động.

During commissioning the filter differential pressure gauges should be monitored, especially in the first phases of commissioning, in order to detect when filter element changes are required. Such a monitoring exercise should also be carried out following maintenance / shutdown operations.

8.10.4. Kiểm tra trước khi vận hành chạy thử toàn bộ hệ thống đường ống / Pre-commissioning checks of the whole pipeline system

- Khi đường ống và các trạm đã được làm trơ, hàm lượng oxy phải được đo để đảm bảo rằng không còn không khí hoặc oxy trong đường ống. Sau đó, hydro có thể được đưa vào hệ thống đường ống cho đến khi tất cả nitơ đã được thay thế. Áp suất hydro được tăng dần từng bước và được kiểm tra ở mức ổn định. Trong quá trình đó, các mặt bích và khớp nối cơ khí, không thể kiểm tra trước đó, được kiểm tra rò rỉ bằng cách sử dụng ví dụ như máy đo nồng độ khí dễ cháy.

When pipeline and stations have been inerted, the oxygen content must be measured to ensure that there is no more air or oxygen in the pipeline. Then hydrogen can be introduced into the pipeline system until all nitrogen has been displaced. Hydrogen pressure is increased step by step and checked to be at a stable level. During that process, flanges and mechanical joints, which could not be previously tested, are checked for leaks using for example an explosimeter.

8.11. Vận hành / Operation

- Các trạm điều khiển quá trình thường hoạt động tự động sau khi cài đặt điều khiển. Các thao tác thủ công duy nhất được yêu cầu là:

Process control stations are normally automatic in operation once the controls have been set. The only manual operations required are:

- Mở và đóng các van cách ly cho phù hợp với yêu cầu quy trình và bảo trì
Opening and closing of isolating valves to suit process and maintenance requirements
- Giám sát đồng hồ đo và các màn hình chỉ báo khác để đảm bảo trạm điều khiển quá trình hoặc các bộ phận đang hoạt động trong giới hạn cho phép
Monitoring of gauges and other indicator displays to ensure the process control station or components are operating within limits
- Duy trì khu vực trạm điều khiển quá trình sạch sẽ và đặc biệt là loại trừ các sản phẩm dễ cháy
Maintenance of a clean process control station area and particularly the exclusion of flammable products
- Thực hiện chương trình bảo trì
Implementation of a maintenance programme

- Nhân viên được giao vận hành trạm phải được đào tạo về các kỹ thuật vận hành cần thiết, các mối nguy tiềm ẩn liên quan đến carbon monoxide và Syngas và các quy trình khẩn cấp.

Personnel entrusted with the operation of the process control station shall have been trained in the operating techniques required, the potential hazards associated with carbon monoxide and Syngas and in the emergency procedures.

8.11.1. Bộ lọc / lưới lọc / Filters / screens

- Ban đầu tại một trạm mới, do thử nghiệm vận tốc cao và lưu lượng thông thổi trong quá trình vận hành chạy thử, bộ lọc có thể nhận được một lượng đáng kể vật chất lạ từ đường ống và có thể bị tắc nghẽn nhanh chóng. Do đó, sau một thời gian ngắn hoạt động, cần kiểm tra chênh áp của bộ lọc / lưới lọc và làm sạch bộ lọc / lưới lọc nếu cần. Tùy thuộc vào mức độ sạch sẽ của đường ống và đường ống của trạm, có thể cần lặp lại quy trình này.

Initially on a new station, due to high velocity test and purge flowrates during commissioning, any filters may receive a considerable amount of foreign matter from the pipeline and may choke rapidly. Therefore, after a short time in operation, the filter / screen differential pressure should be checked and the filter / screen cleaned if necessary. Depending on the degree of cleanliness of the pipeline and station piping, it may be necessary to repeat this process.

9. Vận hành và giám sát / Operation and monitoring

9.1. Sổ tay vận hành và bảo trì / Operation and maintenance manual

- Cần có Sổ tay Vận hành và Bảo trì cho việc vận hành tất cả các đường ống CO và Syngas. Người vận hành phải cung cấp tất cả thông tin cần thiết cho việc vận hành an toàn đường ống dưới dạng các quy tắc, hướng dẫn và quy trình trong tài liệu này.

An Operations and Maintenance Manual is required for the operation all CO, and Syngas pipelines. The operator shall provide all information needed for safe operation of the pipeline in the form of rules, guidelines, and procedures within this document.

- Hệ thống đường ống có thể bị ảnh hưởng bởi độ tin cậy của từng bộ phận riêng lẻ cũng như kinh nghiệm và đào tạo của nhân viên vận hành. Để đáp ứng các tiêu chuẩn hiệu suất này, cần xem xét các biện pháp phòng ngừa và quy định sau:
The pipeline system can be influenced by the reliability of the individual components and the experience and training of the operations personnel. In order to meet these performance standards the following precautions and provisions shall be considered:
 - Đảm bảo vận hành an toàn hệ thống đường ống
Ensure safe operation of the pipeline system
 - Giám sát tình trạng của nó
Monitor its condition
 - Thực hiện bảo trì an toàn và hiệu quả
Perform maintenance safely and effectively
 - Xử lý hiệu quả và có trách nhiệm các sự cố và tình huống khẩn cấp
Deal effectively and responsibly with incidents and emergencies

9.2. Hệ thống quản lý / *Management systems*

- Một hệ thống quản lý phải được thiết lập và triển khai với các mục tiêu đảm bảo những điều sau:
A management system shall be established and implemented with the objectives of insuring the following:
 - Vận hành an toàn hệ thống đường ống
Safe operation of the pipeline system
 - Tuân thủ thiết kế
Compliance with design
 - Quản lý tính toàn vẹn của đường ống
Managing pipeline integrity
 - Thực hiện bảo trì, sửa đổi và ngừng hoạt động một cách an toàn và hiệu quả
Safe and effective execution of maintenance, modifications and abandonment
 - Xử lý hiệu quả các sự cố và tình huống khẩn cấp Hệ thống quản lý nên bao gồm những điều sau:
Dealing effectively with incidents and emergencies The management system should include the following:
 - Xác định nhân sự chịu trách nhiệm quản lý vận hành và bảo trì đường ống cũng như các hoạt động chính
Identification of personnel responsible for the management of the operation and maintenance of the pipeline and for key activities
 - Sơ đồ tổ chức phù hợp
An appropriate organization chart
 - Kế hoạch bằng văn bản bao gồm các quy trình vận hành và bảo trì
A written plan covering operation and maintenance procedures
 - Kế hoạch ứng phó khẩn cấp bằng văn bản, bao gồm sự cố hệ thống đường ống và các sự cố khác
A written emergency response plan, covering failure of pipeline systems and other incidents
 - Hệ thống giấy phép làm việc bằng văn bản
A written work permit system
 - Quy trình Quản lý sự Thay đổi bằng văn bản
A written Management of Change Process
 - Chương trình đào tạo và cấp chứng chỉ cho người vận hành bằng văn bản
A written operator training and qualification programme
 - Quy trình xem xét và cập nhật định kỳ
A periodic review and update process
 - Hệ thống quản lý tính toàn vẹn đường ống hiệu quả
Effective pipeline integrity management system

9.3. Yêu cầu an toàn chung / *General safety requirements*

- Khi thực hiện công việc trên hệ thống CO hoặc Khí tổng hợp (Syngas), các yêu cầu sau phải được tuân thủ:
When performing work on a CO or Syngas system the following will be required:
 - Cấm hút thuốc và các nguồn gây cháy khác trong các trạm và trong phạm vi tối thiểu 5 mét
Smoking and other sources of ignition are forbidden in stations and within a minimum distance of 5 meters

- Thiết bị bảo hộ cá nhân bao gồm quần áo chống cháy
Personal protective equipment including flame retardant clothing
- Sử dụng dụng cụ không phát tia lửa
Use of non sparking tools
- Yêu cầu giấy phép làm việc khi thực hiện bảo trì và/hoặc sửa chữa
Work permit required when performing maintenance and/or repairs
- Yêu cầu cách ly tuyệt đối trước khi thực hiện bảo trì và/hoặc sửa chữa. Nên yêu cầu sự hiện diện của tối thiểu hai người khi có công việc có thể liên quan đến việc rò rỉ khí
Positive isolation is required prior to performing maintenance and/or repairs. It should request the presence of minimum two persons, when there is work which may involve a release of gas
- Yêu cầu thông thổi và làm trơ đúng cách trước khi hàn hoặc cắt
Proper purging and inerting required prior to any welding or cutting
- Yêu cầu giám sát cháy khi thực hiện hàn hoặc cắt.
Fire watch required when performing welding or cutting.
- Khuyến nghị nối đất tạm thời trong quá trình bảo trì và/hoặc sửa chữa
Temporary grounding is recommended during maintenance and/or repair
- Yêu cầu phát hiện và giám sát khí trước và trong khi thực hiện công việc trên hệ thống CO hoặc Khí tổng hợp (Syngas).
Gas detection and monitoring required prior to and while performing work on a CO or Syngas system.
- Yêu cầu có sẵn Thiết bị Thở Độc lập (SCBA) tại khu vực làm việc ngay lập tức khi thực hiện công việc trên hệ thống CO hoặc Khí tổng hợp (Syngas).
Standby Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA) required in the immediate work area when performing work on a CO or Syngas system.
- Tất cả nhân viên phải đeo thiết bị phát hiện rò rỉ CO
CO gas detection monitoring badge must be worn by all personnel
- Yêu cầu xả ra hệ thống đốt khí (flare system) khi thông thổi hệ thống CO hoặc Khí tổng hợp (Syngas).
Venting to a flare system is required when purging of a CO or Syngas system.

9.4. Nhân sự vận hành và bảo trì / *Personnel for operation and maintenance*

- Ngoài kiến thức an toàn lao động thông thường, nhân sự vận hành, bảo trì và sửa chữa hệ thống CO hoặc Syngas cũng phải có kiến thức đặc biệt về cách xử lý CO hoặc Syngas và các mối nguy tiềm ẩn liên quan. Họ phải nắm rõ vị trí của các đường ống, trạm và thiết bị điều khiển. Tất cả các quy trình vận hành và an toàn phải có sẵn cho nhân sự.
As well as having the usual work safety knowledge, personnel who operate, maintain and repair CO or Syngas systems must also have special knowledge of how to handle CO or Syngas and the potential hazards that are involved. They must be well acquainted with the location of the pipelines, the stations and the control equipment. All the operating and safety procedures must be available to the personnel.
- Tất cả nhân sự, bao gồm cả nhà thầu phụ, phải được thông báo về bất kỳ điều kiện vận hành bất thường nào và có quyền tiếp cận tất cả thông tin an toàn liên quan.
All personnel including Sub-contractors must be made aware of any abnormal operating conditions and have access to all the relevant safety information.

9.5. Hàn và cắt / *Welding and cutting*

9.5.1. Hàn và cắt khi hệ thống đang vận hành / *In service welding and cutting*

- Bất kỳ hoạt động hàn nào trên đường ống CO hoặc Syngas đang vận hành đều có thể gây ra nhiệt cục bộ và/hoặc ảnh hưởng xấu đến tính toàn vẹn của hệ thống đường ống, do đó phải tránh.
Any welding on in-service CO or Syngas pipelines could cause localized heating and/or adversely affect the integrity of the piping system and therefore shall be avoided.
- Các trường hợp ngoại lệ duy nhất là:
The only exceptions are:
 - khoan các lỗ nhỏ trên đường ống đã giảm áp trong quá trình đấu nối
drilling small openings in depressurised pipelines during connection work
 - hàn trên các thiết bị bảo vệ catốt
welding on cathodic protection devices
- Công việc trên yêu cầu thiết bị và quy trình đặc biệt; nó chỉ có thể được thực hiện dưới sự giám sát của nhân sự có kinh nghiệm và được đào tạo chuyên sâu. Việc đánh giá quy trình phải xác minh rằng cấu trúc kim loại và các đặc tính của đường ống không bị ảnh hưởng

xấu bởi quy trình. Mặc dù ưu tiên thực hiện các quy trình này khi đường ống ngừng hoạt động, nhưng vẫn có thể xảy ra trường hợp không khả thi, và những trường hợp này phải được giảm thiểu tối đa.

The above work requires special equipment and procedures; it may only be carried out under the supervision of highly experienced and trained personnel. The process qualification should verify that the pipe metallurgy and properties are not adversely affected by the process. Although it is preferred that these processes be done when the line is out of service, it is recognized that occasions may arise when this is not practical, but these should be minimized.

9.5.2. Hàn cắt khi hệ thống ngừng vận hành / *Out of service welding and cutting*

- Tất cả hoạt động hàn bảo trì đường ống CO hoặc Khí tổng hợp (Syngas) phải tuân thủ các tiêu chuẩn và yêu cầu tương tự như đã nêu trong phần xây dựng ở trên. Mỗi hàn không thể sửa chữa như đã nêu trên có thể được sửa chữa bằng cách lắp đặt ống bọc hàn toàn bộ chu vi bằng cách sử dụng mối hàn góc chu vi hoặc cắt bỏ và thay thế đoạn ống đó.

All maintenance welding of CO or Syngas pipelines shall be to the same standards and requirements called for in the construction section above. A weld that cannot be repaired as outlined above may be repaired by installing a full encirclement welded split sleeve using circumferential fillet welds or cutting out and replacing that section of pipe.

- Nếu một đoạn của đường ống được sửa chữa bằng cách cắt bỏ phần bị hư hỏng dưới dạng hình trụ, thì đoạn bị cắt phải có chiều dài ít nhất bằng hai lần đường kính ống ở mỗi phía của điểm hư hỏng hoặc mối hàn. Đoạn ống thay thế phải có độ bền và thành phần kim loại tương đương, và phải phù hợp để sử dụng với khí CO hoặc Syngas ở áp suất làm việc tối đa cho phép (MAWP). Đoạn ống thay thế phải được kiểm tra trước để đảm bảo phù hợp với MAWP của toàn tuyến ống. Tất cả các mối hàn nối vòng ngoài tại hiện trường, nếu không được kiểm tra độ bền, thì phải được kiểm tra bằng phương pháp chụp X-quang sau khi lắp đặt.

If a segment of a pipeline is repaired by cutting out the damaged portion of the pipe as a cylinder, the removed section should be cut at least two pipe diameters on each side of the defect or weld. The replacement pipe must be of comparable strength and metallurgy and be suitable for the CO or Syngas service at the intended maximum allowable working pressure (MAWP). The replacement section of pipe must be pre-tested to match the MAWP of the pipeline. All field girth butt welds not strength tested must be radiographically examined after installation.

- Ưu tiên cắt nguội đường ống để đấu nối và sửa chữa nhằm giảm khả năng gây cháy, đồng thời lưu ý rằng điều này không làm giảm bất kỳ yêu cầu nào đối với các hoạt động bảo trì an toàn.

Cold cutting of pipelines for tie-in and repairs is preferred to reduce the possibility of ignition keeping in mind that this does not reduce any of the requirements for safe maintenance activities.

9.6. Ngừng hoạt động, sửa chữa và khởi động lại đường ống / *Shut down, repair and start up of pipelines*

- Nói chung, yêu cầu giấy phép làm việc nguy hiểm cho việc ngừng hoạt động, sửa chữa, khởi động lại và bảo trì đường ống. Nhân sự tham gia công việc, bao gồm cả nhà thầu, phải đủ trình độ và được thông báo về các điều kiện vận hành bất thường liên quan đến CO hoặc Syngas và các nhiệm vụ cần thực hiện.

A hazardous work permit is generally required for shut down, repair and start up and maintenance of pipelines. The personnel involved in the work, including contractors, must be qualified and be informed of the abnormal operating conditions related to CO or Syngas and the tasks to be performed.

- Yêu cầu ngắt tuyệt đối. Việc ngắt này có thể được thực hiện bằng cách:

A positive shut-off is required. This shut off can be carried out by:

- Ngắt kết nối hoàn toàn đoạn liên quan khỏi hệ thống đường ống
Complete disconnection of the section concerned from the pipeline system

- Lắp đặt mặt bích mù
Installing blind flanges

- Đóng và khóa cơ khí hai van được bố trí nối tiếp với một van xả mở ở giữa (nếu van có bộ truyền động điện, nguồn điện cũng phải được ngắt kết nối): hoặc van bi lắp trên gối đỡ đôi được trang bị van xả thân.

Closure and mechanical locking of two valves arranged in tandem with an open venting valve between them (if the valve has an electric drive, the power should also be disconnected) : or a double trunnion mounted ball valve equipped with a body vent.

- Không thể sử dụng van một chiều làm cơ chế ngắt cho công việc bảo trì.

A check valve cannot be used as a shut-off mechanism for maintenance work.

- Việc làm trơ đoạn ống cần sửa chữa, bao gồm cả phân tích tại chỗ, phải được thực hiện trước khi bắt đầu bất kỳ công việc nào.
Inerting of the section of pipe to be repaired, which should include local analysis, must be done prior to the start of any work.
- Các quy trình khóa và gắn thẻ phải được sử dụng để chỉ ra rằng thiết bị đã được đặt ở vị trí ngắt và để giảm nguy cơ vận hành van không kiểm soát. Bộ phận vận hành phải thông báo cho đội bảo trì rằng đường ống đã sẵn sàng cho công việc của họ.
Lock out and tag out procedures shall be used to indicate that the equipment has been placed in the shut off position and to reduce the risk of uncontrolled operation of the valves. Operations must inform the maintenance team that the pipeline is ready for their work.

9.7. Xả và giảm áp / *Venting and pressure relief*

9.7.1. Xả / *Venting*:

- Một lượng nhỏ CO hoặc syngas có thể được xả ra khí quyển tại một vị trí an toàn và duy trì vận tốc hướng lên cao để tạo điều kiện phân tán, cuối cùng bằng cách thêm nitơ.
Small quantities of CO or syngas may be vented to the atmosphere in a safe location and maintaining a high upwards velocity, to facilitate dispersion, eventually by adding nitrogen.
- Một lượng lớn CO hoặc syngas phải được dẫn đến hệ thống đốt (cố định hoặc di động).
Large quantities of CO or syngas shall be directed to a flare system (permanent or mobile).
- Trong trường hợp khẩn cấp, khi một lượng lớn CO hoặc khí tổng hợp (syngas) phải được xả ra khí quyển, việc xả phải được thực hiện qua ống khói để hướng ra xa nhân sự, tòa nhà và khu vực kín, tại một vị trí mà cả nhân sự lẫn các thiết bị dễ bị tổn thương đều không tiếp xúc với CO hoặc syngas. Nên giả định rằng dòng khí xả có thể bốc cháy, trong trường hợp đó, tiêu chí bức xạ trong Mục 4.6.7 không được vượt quá. Việc xả không nên diễn ra trực tiếp bên dưới bất kỳ đường dây điện hoặc thông tin liên lạc trên cao nào.
In case of emergency, when large quantities of CO or syngas must be vented to atmosphere, the vent must be carried out to a stack in order to be directed away from personnel, buildings and enclosures, in a location where neither personnel nor vulnerable items of equipment are exposed to CO or syngas. It should be assumed that the vent flow may ignite, in which case radiation criteria in Section 4.6.7 should not be exceeded. Venting should not take place directly beneath any overhead power or communication lines.

9.7.2. Thông thổi / *Purging*

- Việc thông thổi CO hoặc syngas, ngoại trừ lượng tương đối nhỏ, yêu cầu sử dụng hệ thống đốt. Hệ thống đốt khí phải được thông thổi sạch không khí trước khi đưa CO/Syngas vào, để tránh cháy bên trong đường ống.
Purging of CO or syngas, except for relatively small quantities, requires the use of a flare system. The flare system must be purged of air before the introduction of the CO/Syngas, to avoid ignition inside the piping.
- Phải sử dụng nitơ hoặc khí trơ khác để thông thổi CO hoặc Syngas ra khỏi đường ống trước khi nới lỏng hoặc ngắt kết nối mặt bích, thiết bị đo, v.v. Các nhánh chết của hệ thống đường ống không thể được quét sạch bằng nitơ phải được thông thổi áp lực. Số chu kỳ thông thổi áp lực phải được đánh giá cho từng công việc cụ thể.
Nitrogen or other inert gas must be used to purge CO or Syngas from the pipeline before loosening or disconnecting flanges, instruments, etc. Dead ended legs of the pipeline system that cannot be swept by nitrogen must be pressure purged. The number of pressure purging cycles must be evaluated for each specific job.
- Nên chuẩn bị một kế hoạch thông thổi bằng văn bản để đảm bảo tất cả CO hoặc Syngas được loại bỏ khỏi hệ thống đường ống đến mức không thể phát hiện được.
A written purging plan should be prepared that insures all CO or Syngas is removed from the pipeline system to non-detectable levels.
- Khi sử dụng nitơ, phải đảm bảo ngăn chặn việc tiếp cận trái phép đến cửa xả và không ai bị nguy hiểm do môi trường thiếu oxy.
When using nitrogen, it must be ensured that unauthorised access to the outlet is prevented and that no-one can be endangered by oxygen deficient atmospheres.

9.7.3. Bảo trì và sửa chữa / *Maintenance and repair*

- Công việc bảo trì và sửa chữa không nên được thực hiện bất cứ khi nào CO hoặc khí tổng hợp có mặt trong không khí xung quanh.
Maintenance and repair work should not be accomplished whenever CO or syngas is present in the ambient air.

9.8. Vận hành thử đường ống và trạm / *Commissioning pipelines and stations*

- Sau khi hoàn thành cơ khí thành công công việc lắp đặt, sửa chữa hoặc bảo trì, bao gồm tất cả các thử nghiệm, làm sạch và làm khô, đường ống đã sẵn sàng để vận hành thử. Đội bảo trì
After the successful mechanical completion of the installation, repair or maintenance work, including all testing, cleaning and drying, the pipeline is ready for commissioning. The maintenance team
- Nên thông báo cho bộ phận vận hành về việc hoàn thành công việc và hệ thống đã sẵn sàng để vận hành thử lại.
should inform operations of the completion of the work and that the system is ready for recommissioning.
- Các bước vận hành thử đường ống là:
The steps in commissioning the pipeline are:
 - Tháo bỏ tất cả các mặt bích mù.
Remove any blind flanges.
 - Thông thổi đường ống bằng dòng chảy và áp suất với nitơ cho đến khi tất cả không khí được loại bỏ và xác minh bằng phân tích
Flow and pressure purge the pipeline with nitrogen until all air is removed and verify by analysis
 - Đưa CO hoặc Khí tổng hợp vào và xả
Introduce CO or Syngas and vent
 - Thông thổi áp suất bất kỳ nhánh cụt nào bằng CO hoặc Khí tổng hợp
Pressure purge any dead-ended legs with CO or Syngas
 - Kiểm tra độ tinh khiết yêu cầu của CO hoặc Khí tổng hợp.
Test for required purity of CO or Syngas.
 - Đóng tất cả các van xả và thông thổi
Close off all vent and purge valves
 - Gây áp suất cho hệ thống đến áp suất vận hành
Pressurize system to operating pressure
 - Kiểm tra rò rỉ tất cả các van, mặt bích và phụ kiện.
Leak check all valves, flanges, and fittings.
- Khi bắt đầu vận hành thử, đường ống phải được thông thổi trước tiên bằng CO hoặc khí tổng hợp để loại bỏ nitơ đã có sẵn trong ống. Quá trình thông thổi được thực hiện bằng cách sử dụng van tiết lưu và van bypass, nếu có (tùy thuộc vào đường kính danh nghĩa của đường ống) thông qua van cuối cùng dưới áp suất. CO hoặc Khí tổng hợp nên được đưa vào theo một hướng cụ thể để đảm bảo độ tinh khiết của CO hoặc Khí tổng hợp. Tất cả quá trình thông thổi bằng dòng chảy nên được thực hiện ở áp suất thấp như một biện pháp phòng ngừa an toàn.
When commissioning starts, the pipeline must first be purged with CO or syngas so that the nitrogen that is already in the pipe is removed. The purging process is carried out using throttling and bypass valves, if present (depending on the nominal diameter of the pipeline) via the last valve under pressure. The CO or Syngas should be introduced in a specific direction in order to ensure CO or Syngas purity. All flow purging should be done at low pressure as a safety precaution.
- Độ tinh khiết của CO hoặc syngas nên được đo tại tất cả các điểm ra bằng thiết bị phân tích. Nếu độ tinh khiết, theo yêu cầu của thông số kỹ thuật khách hàng, là đủ tại điểm ra, van liên quan có thể được đóng lại.
The purity of the CO or Syngas should be measured at all outlets using analysis equipment. If the purity, as required by the customer specifications, is adequate at the outlet, the relevant valve can be closed.
- Khi đường ống đã được thông thổi và tất cả các điểm thông thổi đã được đóng lại, đường ống có thể được gây áp suất, sử dụng một van bypass, van tiết lưu hoặc van điều khiển để từ từ gây áp suất cho ống lên đến áp suất vận hành.
When the pipeline has been purged and all the purging points have been closed, the pipeline can be pressurised, using a by-pass, a throttling valve or a control valve in order to slowly pressurise the pipe up to the operating pressure.
- Tất cả các kết nối cơ khí như mặt bích, nắp van, khớp nối ren, v.v. nên được kiểm tra rò rỉ định kỳ trong quá trình vận hành thử.
All mechanical connections such as flanges, valve bonnets, threaded couplings, etc should be checked for leaks at regular intervals during commissioning.

9.9. Vận hành và giám sát / *Operation and monitoring*

- Các hướng dẫn từ nhà cung cấp và nhà sản xuất đối với thiết bị và hệ thống phải được tuân thủ đúng như đã nhận từ nhà cung cấp hoặc theo phiên bản đã được cập nhật bởi người có thẩm quyền trong công ty vận hành. Hệ thống đường ống và các trạm phải được duy trì trong tình trạng hoạt động tốt, đảm bảo cả về mặt vận hành và an toàn. Người vận hành phải tuân theo một

chương trình bảo trì đã được xác định rõ, bao gồm tất cả các biện pháp giám sát kỹ thuật và an toàn. Mô tả chi tiết về công việc cần thực hiện phải được lập thành tài liệu, trong đó nêu rõ các nhiệm vụ cụ thể thường xuyên được sử dụng trong công tác bảo trì đường ống.

Supplier's and manufacturer's instructions for the equipment and systems shall be followed as received from the supplier or as upgraded by an authorized person in the operating company. Pipeline and stations must be kept in good working order from an operational and safety point of view. The operator shall follow a defined maintenance programme, including all safety and technical monitoring measures. A detailed description of the work to be carried out should be documented by outlining specific tasks that are routinely used for pipeline maintenance.

- Một ví dụ về chương trình bảo trì phòng ngừa có thể được tham khảo trong Phụ lục F, trong đó minh họa các nhiệm vụ chính cần thực hiện. Tần suất thực hiện các cuộc kiểm tra sẽ được quy định bởi các quy định quốc gia và/hoặc theo thông lệ đã được thiết lập của công ty.

An example of a preventive maintenance programme can be seen in Appendix F, which illustrates the main tasks to be performed. The frequency at which inspections are performed will be dictated by national regulations and/ or established company practices.

9.10. Thông tin cho bên thứ ba, công việc gần đường ống và cập nhật tài liệu / Information to third parties, work adjacent to pipelines and update of documents

9.10.1. Chung / General

- Việc bảo trì đường ống không chỉ liên quan đến các cân nhắc kỹ thuật và vận hành. Thống kê từ các công ty đường ống cho thấy hơn hai phần ba số tai nạn xảy ra trên đường ống ngầm là do các sự kiện bên ngoài.

The maintenance of pipelines does not concern just technical and operational considerations. Statistics from pipeline companies show that more than two accidents out of three occurring on underground pipelines are due to external events.

- Để bảo vệ đường ống và đảm bảo độ tin cậy của nguồn cung, cần thiết phải thông báo cho bên thứ ba về vị trí của đường ống, bất kỳ công việc nào gần đường ống và thông tin liên quan đến việc lắp đặt đường ống mới.

To protect pipelines and ensure the reliability of supply, it is necessary that third parties be informed of the location of the pipelines, any work adjacent to the pipelines and information regarding the installation of new pipelines.

9.10.2. Luồng thông tin / Flow of information

- Các quy định quốc gia, khi tồn tại, phải được tuân thủ. Các quy định này thường yêu cầu:

National regulations, when they exist, must be followed. These regulations typically require:

- Người vận hành các công trình ngầm (ống, cáp, v.v.) nộp một bản khai báo cho các cơ quan chức năng địa phương có liên quan.

That operators of underground structures (pipes, cables, etc.) submit a declaration to the local authorities concerned.

- Rằng các nhà thầu thực hiện công tác đào đắp trong khu vực các công trình ngầm thông báo cho người vận hành các công trình ngầm đó, dưới hình thức bản khai báo, về tính chất của công việc đó trước khi bắt đầu bất kỳ công việc nào.

That contractors performing earthworks in the area of underground structures inform the operators of those underground structures, in the form of a declaration, about the nature of such work prior to starting any work.

- Rằng người vận hành phản hồi cho các nhà thầu một cách kịp thời.

That operators respond to the contractors in timely manner.

- Rằng người vận hành có một thanh tra viên đủ trình độ có mặt trong suốt thời gian bất kỳ công tác đào đắp nào của bên thứ ba trên, gần hoặc dưới các công trình ngầm của họ trong suốt thời gian công việc đang được thực hiện.

That operators have a qualified inspector present during any third party earthworks over, adjacent to or under its underground structures at all times while the work is being performed.

- Trong trường hợp không có quy định quốc gia, một kế hoạch tương tự về luồng thông tin nên được áp dụng.

In absence of national regulations, a similar plan for information flow should be adopted.

9.10.3. Tóm tắt công việc / Summary of work

- Người vận hành đường ống nên lập một bản tóm tắt về công việc đã thực hiện trên hoặc gần đường ống và cả công việc chưa thực hiện.

A summary of work carried out on pipelines or near pipelines and also of work not performed should be made by the pipeline operator.

- Khi công việc được thực hiện gần đường ống, bản tóm tắt nên được chính thức hóa bằng việc ban hành một văn bản có chữ ký xác nhận của quản lý công trường.
When work is performed adjacent to pipelines, the summary should be formalised by the issue of a written document countersigned by the site manager.

9.10.4. Hồ sơ / *Records*

- Người vận hành đường ống nên lập hồ sơ về những điều sau:
Records of the following should be made by the pipeline operator:
 - yêu cầu từ các nhà thầu
requests from contractors
 - các phản hồi cho những yêu cầu đó, kèm theo các tài liệu đã gửi, bao gồm tốt nhất là tọa độ GPS của công việc
replies to those requests, with the transmitted documents, including preferably GPS coordinates of the work
 - tài liệu giám sát công việc
work supervision documentation

9.10.5. Cập nhật bản vẽ đường ống / *Updating of pipeline drawings*

- Việc cập nhật tài liệu đường ống, đặc biệt là bản vẽ hoặc bản đồ lắp đặt ống, nên được thực hiện trên các đường ống hiện có để phản ánh các sai lệch và sửa đổi đã xảy ra khi công việc được thực hiện.
Updating of pipeline documents, in particular pipe installation drawings or maps, should be carried out on existing pipelines to reflect deviations and modifications which occurred when work was performed.

9.11. Khảo sát chuyên biệt / *Specialised surveys*

- Ngoài việc giám sát định kỳ điện thế của hệ thống bảo vệ catốt, cần xem xét việc điều tra tính toàn vẹn của hệ thống lớp phủ đường ống và các lỗi khác, có thể làm giảm hiệu quả của hệ thống bảo vệ catốt (C.P).
In addition to the routine monitoring of cathodic protection system potentials, consideration should be given to investigating the integrity of the pipeline coating system and other faults, which may reduce the effectiveness of the cathodic protection (C.P) system.
- Điều này có thể đạt được bằng cách sử dụng các kỹ thuật khảo sát chuyên biệt, chẳng hạn như.
 - Khảo sát Pearson.
Pearson survey.
 - Khảo sát suy giảm dòng điện.
Current attenuation survey.
 - Khảo sát điện thế khoảng cách gần.
Close interval potential survey.
 - Gradient điện áp dòng điện một chiều.
Direct current voltage gradient.
- Các cuộc điều tra này có thể được thực hiện theo chu kỳ 5 đến 10 năm, tùy thuộc vào đường ống cụ thể và loại hệ thống bảo vệ catốt được áp dụng. Việc so sánh kết quả của các cuộc khảo sát này với kết quả thu được ngay sau khi lắp đặt là một thực hành phổ biến. Để tham khảo, xem NACE RP 0502.
These investigations can be undertaken at 5 to 10 year intervals, depending on the particular pipeline and the type of cathodic protection system applied. It is common practice to compare the results of such surveys with those obtained immediately following installation. For reference, see NACE RP 0502.

9.12. Hư hỏng hệ thống đường ống / *Damage to the pipeline system*

9.12.1. Rò rỉ / *Leakage*

- Điều cần thiết là tất cả các điểm rò rỉ phải được xác định nhanh chóng để có thể thực hiện biện pháp khắc phục phù hợp. Nếu nghi ngờ có rò rỉ sản phẩm từ đường ống mà không thể xác định vị trí bằng chứng cứ trực quan, âm thanh hoặc phân tích, có thể cần phải cô lập đường ống theo từng đoạn và thử áp suất để xác định nguồn rò rỉ hoặc chứng minh rằng đường ống còn nguyên vẹn.
It is essential that all leaks be quickly identified so that proper remediation can take place. If a leakage of product from the pipeline is suspected, and cannot be located through visual, audible or analytical evidence, it may be necessary to isolate the pipeline in sections and pressure test it to identify the source of the leak or prove that the pipeline is sound.

- Một phương pháp khác để xác định vị trí các điểm rò rỉ nhỏ là sử dụng thiết bị phát hiện tinh vi có thể xác định lượng rất nhỏ các chất trơ được gọi là hợp chất đánh dấu được bơm vào đường ống.

Another method of locating small leaks is to use sophisticated detection equipment that can identify minute amounts of inert substances known as tracer compounds that are injected into the pipeline.

9.12.2. Các khuyết tật khác / *Other defects*

- Các khuyết tật khác có thể là khuyết tật lớp phủ, vết lõm, vết xước, vết cháy hồ quang hàn, vết rỗ, vết nứt và hư hỏng do ăn mòn trên ống. Các khuyết tật này phải được đánh giá để xác định loại sửa chữa, thay thế hoặc gia cố đường ống bị hư hỏng phù hợp và khắc phục theo yêu cầu.

Other defects can be coating defects, dents, gouges, welding arc strikes, pits, cracks and corrosion damages to the pipe. These defects must be evaluated to define the proper type of repair, replacement or reinforcement of the damaged piping and remediated as required.

- Lỗi lớp phủ có thể không cần sửa chữa, nếu chúng không ảnh hưởng đến hiệu quả của hệ thống bảo vệ catốt.

Coating defects may not need to be repaired, if they do not compromise the efficiency of the cathodic protection.

- Điều quan trọng là phải ghi lại tọa độ địa lý của các hư hỏng trên đường ống và theo dõi việc sửa chữa.

It is important to capture the geographic coordinates of the damages to the pipe and trace the repairs.

9.12.3. Phát hiện lỗi / *Detection of defects*

- Có thể sử dụng nhiều phương pháp khác nhau để phát hiện các lỗi do nhiều loại mối nguy khác nhau đối với đường ống gây ra. Một số phương pháp đánh giá bao gồm kiểm tra nội tuyến, thử áp lực và các loại đánh giá trực tiếp. Quy trình xác định và đánh giá lỗi được quy định trong tiêu chuẩn ASME B31.8S, có tiêu đề “Quản lý tính toàn vẹn hệ thống đường ống dẫn khí”.

Various methods can be used to detect defects as caused by the many different types of threats to a pipeline. Some of the assessment methods include in-line inspection, pressure testing, and types of direct assessment. The process of determining and assessing defects is defined in ASME B31.8S, titled, “Managing System Integrity of Gas Pipelines”.

9.12.4. Đánh giá lại / *Revalidation*

- Cần xem xét việc tái xác nhận (một cuộc kiểm tra chi tiết, bao gồm thử áp lực) để xác định sự phù hợp của đường ống cho việc tiếp tục vận hành sau khi xảy ra sự cố có thể gây nghi ngờ về điều này. Các sự cố điển hình như vậy là rò rỉ, cháy hoặc sự cố đáng kể khác, không phải do sự can thiệp của bên thứ ba. Tương tự, một sửa đổi đáng kể đối với hệ thống đường ống có thể gợi ý hành động tương tự.

Consideration should be given to revalidation (a detailed inspection, including a pressure test) to establish the pipeline’s suitability for continued service after an incident occurs which may call this into question. Typical of such incidents are leakage, fire or other significant incident, not attributable to third party interference. Similarly a significant modification to the pipeline system may suggest comparable action.

10. Các biện pháp bảo vệ chung / *General protective measures*

10.1. Kế hoạch ứng phó khẩn cấp / *Emergency response plan*

- Một tài liệu quy trình khẩn cấp cho phép tất cả nhân viên vận hành và những người khác có thể liên quan, bao gồm cả cơ quan công quyền, được thông báo đầy đủ về hành động cần thực hiện trong trường hợp khẩn cấp. Các quy trình nên được xây dựng để đáp ứng nhu cầu cụ thể của từng hệ thống đường ống riêng lẻ. Luật hoặc quy định quốc gia có thể quy định hình thức và nội dung của quy trình như vậy, tuy nhiên, ngay cả khi không có quy định nào tồn tại, nhà vận hành vẫn rất nên xây dựng một kế hoạch ứng phó khẩn cấp. Sau đây là danh sách các chủ đề điển hình được đưa ra làm hướng dẫn để xem xét khi biên soạn các quy trình như vậy.

An emergency procedure document enables all operating staff and others, who may be involved, including the public authorities, to be adequately informed of the action to be taken in the event of an emergency. Procedures should be developed to meet the particular needs of each individual pipeline system. National laws or regulations may dictate the form and content of such a procedure, however, even if no regulation exists, it is strongly recommended that an emergency response plan be developed by the operator. The following is a typical list of subjects issued as a guide to be considered when compiling such procedures.

10.1.1. Liên lạc với cơ quan nhà nước và các bên tư vấn khác / *Liaison with public authorities and other consultees*

- Việc thao tác hiệu quả một sự cố đường ống thường sẽ yêu cầu sự hợp tác của các cơ quan công quyền (ví dụ: Cảnh sát, Cứu hỏa, Công ty tiện ích công cộng, v.v.). Nên lập một danh sách liên lạc khẩn cấp và gửi các bản sao các phần liên quan của quy trình khẩn cấp cho các cơ quan có thể liên quan.

The effective handling of a pipeline incident will often require the co-operation of public authorities (e.g. Police, Fire, Public Utilities etc.). A list of emergency contacts should be established and copies of the relevant sections of the emergency procedure should be circulated to those authorities that may be involved.

10.1.2. Mô tả hệ thống đường ống / *Description of pipeline system*

- Điều này nên bao gồm tất cả dữ liệu kỹ thuật liên quan như tuyến đường, chiều dài, đường kính, áp suất của đường ống, vị trí, bản vẽ các trạm điều khiển bao gồm vị trí các van cách ly.

This should include all relevant technical data such as routing, length, diameter, pressure of the pipeline, location, drawings of control stations including location of isolating valves.

10.1.3. Trung tâm điều khiển / *Control centres*

- Nên chỉ định một nhóm hoặc cá nhân duy nhất chịu trách nhiệm kiểm soát các hoạt động trong trường hợp khẩn cấp. Vai trò và vị trí của trung tâm điều khiển để xử lý trường hợp khẩn cấp nên được thiết lập và các phương tiện liên lạc (ví dụ: điện thoại, bộ đàm, e-mail và/hoặc fax) nên được xác định. Các hướng dẫn rõ ràng để xử lý trường hợp khẩn cấp nên được thiết lập chính thức và phổ biến rộng rãi.

It is recommended that a single designated group or individual be responsible to control activities during an emergency. The role and location of the control centre for dealing with an emergency should be established and communication media (e.g. telephone, radio, e-mail and/or fax) should be identified. Clear instructions for dealing with emergencies should be formally established and generally available.

10.1.4. Thông báo sự cố / *Notification of an incident*

- Sự cố có thể được phát hiện bởi nhân viên vận hành tại trung tâm điều khiển đường ống hoặc được thông báo bởi bên thứ ba thông qua việc quan sát một số điều kiện bất thường tại hiện trường. Trung tâm điều khiển nên chịu trách nhiệm xác định vị trí chính xác của sự cố, ghi lại tất cả chi tiết và chuyển thông tin cho đội ứng phó khẩn cấp mà không chậm trễ. Thông báo nên bao gồm các cơ quan có thẩm quyền chịu trách nhiệm về an toàn công cộng như cơ quan cứu hỏa, cảnh sát và giao thông vận tải.

The incident may be detected by operators at a pipeline control centre or be notified by a third party through the observation of some abnormal condition on site. The control centre should be responsible for identifying the precise location of the incident, recording all details and passing the information to the emergency response team without delay. Notification should include the appropriate authorities responsible for public safety such as fire, police and transportation authorities.

10.1.5. Quy trình cảnh báo / *Alerting procedure*

- Trung tâm điều khiển có trách nhiệm cảnh báo kỹ sư và nhân viên trực. Quy trình khẩn cấp nên xác định rõ hành động ban đầu mà tất cả nhân viên phải thực hiện khi nhận được cuộc gọi khẩn cấp. Bất kỳ hạn chế nào khi vào khu vực đất đai nên được bao gồm. Phải có quy định về việc huy động một người chịu trách nhiệm tại hiện trường cùng với nhân viên có khả năng đánh giá và xử lý quy mô hoạt động.

It is the responsibility of the control centre to alert the engineer and personnel on call. The emergency procedure should clearly identify the initial action to be taken by all personnel on receiving an emergency call. Any restrictions on entering land should be included. Provision shall be made for the mobilisation of a responsible person at the site together with staff capable of assessing and dealing with the scale of the operation.

- Quy trình cảnh báo nên bao gồm một vành đai an toàn được xác định rõ ràng xung quanh trung tâm sự cố mà không người không có thẩm quyền nào được phép vào.

The alerting procedure should include a clearly defined safety perimeter around the incident centre into which no unauthorized persons may enter.

- Quy trình cảnh báo cũng nên bao gồm các yêu cầu thông báo cho tất cả các bên liên quan khi điều kiện bình thường được khôi phục.

The alerting procedure should also include requirements to inform all concerned when normal conditions are restored.

10.1.6. Ngừng hoạt động đường ống / *Shutting down a pipeline*

- Nên thiết lập một quy trình rõ ràng và sự hiểu biết với các cơ quan công quyền về việc cách ly và ngừng hoạt động đường ống trong tình huống khẩn cấp. Nên khuyến nghị trung tâm

điều khiển đường ống chịu trách nhiệm về các sự kiện này vì lợi ích an toàn của tất cả những người liên quan.

A clear procedure and understanding with the public authorities regarding the isolation and shutdown of the pipeline in an emergency situation should be established. It is recommended that the pipeline control centre take charge of these events in the interests of the safety of all involved.

10.1.7. Thiết bị khẩn cấp / *Emergency equipment*

- Thiết bị để xử lý trường hợp khẩn cấp phải được giữ trong tình trạng sẵn sàng tại một địa điểm thích hợp. Các ví dụ điển hình là phương tiện vận chuyển thiết bị và nhân lực, hệ thống liên lạc hiệu quả giữa các trung tâm điều khiển và địa điểm sự cố, thiết bị phân tích, bình chữa cháy, quần áo bảo hộ và thiết bị an toàn, mặt nạ thoát hiểm và thiết bị thở độc lập, bộ chiếu sáng và nguồn điện, vật liệu và dụng cụ sửa chữa.

Equipment to deal with the emergency must be kept in a state of readiness at an appropriate location. Typical examples are transportation for equipment and manpower, effective communication system between control centres and the incident location, analysis equipment, fire extinguishers, protective clothing and safety devices, escape masks and self contained breathing apparatus, lighting sets and power supply, repair materials and tools.

10.1.8. Hành động khắc phục / *Remedial action*

- Việc đánh giá chi tiết hành động cần thực hiện để xử lý trường hợp khẩn cấp chỉ có thể được thiết lập sau khi đánh giá ban đầu tại hiện trường.

A detailed assessment of the action to be taken in dealing with the emergency can only be established following an initial assessment at the site.

- Tuy nhiên, các hướng dẫn chung về cách tiếp cận đối với các tình huống có khả năng xảy ra và nguy hiểm hơn nên được nêu rõ trong quy trình, ví dụ: các bước cần thực hiện khi xử lý sự cố.

However general guidelines on the approach to be taken for the more likely and dangerous situations should be indicated in the procedure, e.g. steps to be taken in dealing with an incident.

- Việc rà soát hàng năm kế hoạch ứng phó khẩn cấp với chính quyền địa phương thường là một yêu cầu bắt buộc và được coi là một biện pháp hành động tốt trong mọi trường hợp.

Annual reviews of emergency response plans with local authorities is often a mandated requirement and is considered a good practice in any event.

10.1.9. Đường ống có hệ thống bảo vệ catốt / *Pipelines with cathodic protection*

- Nếu đường ống bị cắt đứt, hệ thống bảo vệ catốt nên được cách ly và thiết lập các mối nối tạm thời nếu cần.

If a pipeline has been severed, the cathodic protection system should be isolated and temporary bonds established if required.

10.1.10. Mẫu báo cáo sự cố / *Incident report form*

- Chi tiết về sự cố nên được ghi lại và lưu giữ trong hồ sơ của nhà vận hành. Chúng nên được biên soạn và ghi lại trên mẫu theo yêu cầu của luật pháp quốc gia liên quan và/hoặc quy trình báo cáo của công ty. Tọa độ địa lý (GPS) của sự cố cũng có thể được ghi lại.

Details of the incident should be written down and maintained in the files of the operator. They should be compiled and recorded on the form required by the legislative requirements of the country concerned and/or the company reporting procedure. The geographic co-ordinates (GPS) of the incident may be also recorded.

10.1.11. Diễn tập khẩn cấp / *Emergency drills*

- Để đảm bảo rằng quy trình khẩn cấp bao gồm đầy đủ các yêu cầu của hệ thống đường ống mà nó được xây dựng và để cung cấp các tình huống thực hành cho nhân viên, nên khuyến nghị thực hiện các cuộc diễn tập khẩn cấp định kỳ.

To ensure that the emergency procedure adequately covers the requirements of the pipeline system for which it is drawn up and to provide practice situations for personnel, it is recommended that emergency drills be carried out periodically.

10.2. Báo cáo tai nạn và hư hỏng / *Accident and damage report*

- Nếu xảy ra tai nạn đường ống, cần tiến hành điều tra kỹ lưỡng và ban hành báo cáo rõ ràng, súc tích. Báo cáo nên chứa mô tả chính xác về các điều kiện tồn tại trong những phút cuối trước khi tai nạn xảy ra, vật liệu liên quan và hậu quả của tai nạn, chẳng hạn như cháy thứ cấp, thương tích cho người và hư hỏng thiết bị hoặc tài sản. Đối với các sự cố nghiêm trọng, nên thực hiện Phân tích nguyên nhân gốc rễ để xác định những gì cần thay đổi nhằm ngăn chặn sự cố tương tự xảy ra.

If a pipeline accident occurs a thorough investigation should take place and a clear and concise report issued. The report should contain an accurate description of the conditions which pertained during the last minutes before the accident, the material involved and the consequences of the accident, such as a secondary ignition, injury to people and damage to equipment or property. It is a recommended practice that for serious incidents, a Root Cause Analysis be conducted in order to determine what should be changed to prevent a similar occurrence.

10.3. Hệ thống quản lý an toàn / *Safety management system*

- Cần xem xét việc thiết lập một hình thức hệ thống quản lý an toàn chuyên biệt, thường được gọi là Hệ thống quản lý tính toàn vẹn đường ống (*Pipeline Integrity Management System* - P.I.M.S.). Hệ thống như vậy cho phép thiết lập và chứng minh việc kiểm soát chính thức các khía cạnh chính của quản lý an toàn.

Consideration should be given to establishing a specialised form of safety management system, commonly referred to as a Pipeline Integrity Management System (P.I.M.S.). Such a system enables formal control of key aspects of safety management to be established and demonstrated.

- Một hệ thống hiệu quả thường cung cấp thông tin chi tiết, cụ thể cho từng đường ống riêng biệt để bao gồm các đầu mục chủ đề sau.

An effective system typically provides detailed information, specific to the particular pipeline to cover the following subject headings.

10.3.1. Thông báo cho cơ quan chức năng và tham vấn về tuyến đường / *Notification to authorities and consultation on routing*

- Những điều này thường được quy định trong luật và quy tắc hiện hành áp dụng cho quốc gia nơi đường ống sẽ được lắp đặt.

These are normally stipulated in the prevailing legislation and rules applying to the country the pipeline is to be installed in.

10.3.2. Thiết kế và thi công / *Design and construction*

- Thực hành thiết kế và thi công tổng thể được quy định bởi các tiêu chuẩn thiết kế, quy phạm thực hành và quy cách kỹ thuật liên quan được công nhận tại quốc gia liên quan. Ngoài ra, các tiêu chuẩn và quy cách kỹ thuật của ngành và/hoặc công ty liên quan đến sản phẩm cụ thể được vận chuyển cũng được áp dụng.

Overall design and construction practice is dictated by the relevant design standards, codes of practice and specifications acknowledged in the country concerned. In addition to these, industry and/or company standards and specifications which relate to the particular product to be transmitted are applied

10.3.3. Hệ thống ngừng hoạt động / *Shutdown systems*

- Việc ngừng hoạt động có thể là thủ công hoặc tự động. Các thiết bị ngừng hoạt động (ví dụ: van ngắt khẩn cấp) có thể được kích hoạt bởi hệ thống phát hiện rò rỉ hoặc bằng cách cảm biến lưu lượng cao, áp suất thấp hoặc tốc độ suy giảm áp suất đường ống.

Shutdown may be manual or automatic. Shutdown devices (e.g. emergency shutoff valves) may be actuated by a leak detection system or by sensing high flow, low pressure, or rate of decay of line pressure.

10.3.4. Vận hành / *Operations*

- Một chiến lược kiểm soát được xây dựng để kiểm soát nguồn cung đường ống trong các thông số vận hành an toàn. Các biến số được đưa vào chiến lược kiểm soát có thể bao gồm

A control strategy is devised to control the pipeline supply within safe operating parameters. Variables incorporated into the control strategy may include

- Áp suất: nhằm đảm bảo áp suất cấp từ đường ống luôn được duy trì ở mức yêu cầu. Việc bảo vệ chống quá áp thường không phải là vấn đề lớn, vì các đường ống thường được thiết kế để chịu được áp suất cao hơn mức tối đa mà đơn vị sản xuất có thể tạo ra. Tuy nhiên, có thể cần lắp đặt một thiết bị xả áp phù hợp ở phía trước đường ống để bảo vệ hệ thống khỏi tình trạng quá áp vượt quá tiêu chuẩn thiết kế.

Pressure: to ensure that the required delivery pressure from the pipeline is maintained. Protection against excess pressure is generally not an issue, since pipelines are normally designed to withstand pressures in excess of the maximum that can be developed by the production unit. A suitable pressure relief device may be required upstream of the pipeline to provide protection against overpressure beyond the design criteria.

- Nhiệt độ: để đảm bảo các chất lỏng siêu lạnh từ các đơn vị tồn chứa không đi vào hệ thống đường ống.

Temperature: to ensure that cryogenic liquids from the storage units do not enter the pipeline system.

- Lưu lượng: để đáp ứng nhu cầu khách hàng bằng lưu lượng sản phẩm vào đường ống.
Flow: to match customer demand by product flow into the pipeline.
- Độ tinh khiết sản phẩm: để đảm bảo bất kỳ sản phẩm nào không đáp ứng quy cách không đi vào hệ thống đường ống.
Product purity: to ensure any product which does not meet specification does not enter the pipeline system.
- Bất kỳ việc thải bỏ sản phẩm nào cần thiết để duy trì các điều kiện đường ống yêu cầu tốt nhất nên được thực hiện thông qua việc xả khí có kiểm soát tại địa điểm sản xuất.
Any product disposal needed to maintain the required pipeline conditions is preferably achieved through controlled venting on the production site.

10.3.5. Kiểm soát sự can thiệp của bên thứ ba / *Control of third-party interference*

- Các biện pháp thường được áp dụng là:
Measures typically employed are:
 - Các cột mốc trên tuyến đường ống.
Marker posts on the pipeline route.
 - Phân phát bản vẽ hoàn công và thông tin về tuyến đường ống cho chủ đất, cán bộ quy hoạch chính quyền địa phương và các bên quan tâm khác.
Distribution of "as built" drawings and information on the pipeline route to landowners, local authority planners, and other interested parties.
 - Thông tin tương tự cũng được phân phối đến các hệ thống "một điểm gọi" (one call), là nơi liên hệ duy nhất để có thể tra cứu thông tin về tất cả các đường ống và dịch vụ liên quan – (nếu có áp dụng)
Similar information is also distributed to "one call" systems, a single point of contact where information on all pipelines and services can be obtained - (where applicable).
 - Tuần tra đường ống theo lịch trình bằng cách đi bộ hoặc khảo sát trên không để tìm kiếm sự can thiệp trái phép và xác định các điều kiện bất thường. (Xem thêm 10.6.10).
Scheduled patrols of the pipeline by foot or aerial survey to search for unauthorised interference and to identify abnormal conditions. (See also 10.6.10).

10.3.6. Bảo trì và kiểm tra / *Maintenance and inspection*

- Khuyến nghị một hệ thống bảo trì và khắc phục theo kế hoạch (bao gồm cả tuần tra đường ống định kỳ).
A planned maintenance and remediation system (including routine patrols of the pipeline) is recommended.
- Các ví dụ về các công việc điển hình được bao gồm trong các chương trình như vậy, được liệt kê như minh họa để hướng dẫn, là:
Examples of typical tasks included in such programmes listed as illustrations for guidance are:
 - kiểm tra định kỳ hệ thống bảo vệ catốt
routine testing of cathodic protection system
 - kiểm tra rò rỉ bằng mắt thường trên các mặt bích trên mặt đất
visual leak check on above-ground flanges
 - kiểm tra bằng mắt thường các dấu hiệu can thiệp trái phép vào hệ thống đường ống
visual check for signs of unauthorised interference with the pipeline system
 - kiểm tra bằng mắt thường các dấu hiệu sụt lún đất
visual check for signs of land subsidence
 - kiểm tra bằng mắt thường bất kỳ hư hỏng ngẫu nhiên nào đối với hệ thống
visual check for any accidental damage to the system
 - kiểm tra bằng mắt thường bất kỳ hoạt động phát triển nào trong vùng lân cận đường ống
visual check for any development activities in the vicinity of the pipeline
 - kiểm tra xem tất cả các thiết bị đánh dấu đường ống có đúng vị trí không
check that all pipeline marking devices are in place
 - kiểm tra bằng mắt thường thực vật chết hoặc bị cháy
visual checks for dead or burned vegetation
 - kiểm tra bằng mắt thường xem có sủi bọt không
visual checks for bubbling

10.3.7. Các chính sách phòng ngừa tai nạn nghiêm trọng và hệ thống quản lý an toàn / *Major accident prevention policies and safety management systems*

- Một tài liệu chi tiết về tổ chức và nhân sự, nhận dạng và đánh giá mối nguy, kiểm soát vận hành, quản lý thay đổi, lập kế hoạch ứng phó khẩn cấp, giám sát hiệu suất, kiểm toán/đánh giá có thể được chuẩn bị (tùy thuộc vào mức độ và bản chất nhận thức được của các mối nguy tai nạn nghiêm trọng do đường ống gây ra cũng như các quy định và thực hành tại địa phương).

A document detailing the organisation and personnel, hazard identification and evaluation, operational control, management of change, planning for emergencies, monitoring performance, audit/review may be prepared (dependent upon the perceived extent and nature of the major accident hazards presented by the pipeline and local regulations and practice).

10.3.8. Kế hoạch ứng phó khẩn cấp / *Emergency planning*

- Một kế hoạch ứng phó khẩn cấp được chuẩn bị để bất kỳ sự cố nào cũng có thể nhận được phản ứng hiệu quả. Kế hoạch này dành riêng cho (các) địa điểm gốc và xác định vai trò của nhân sự địa phương trong tình huống khẩn cấp. Nó cũng xác định bất kỳ liên hệ khẩn cấp nào, cả nội bộ và bên ngoài công ty vận hành. Kế hoạch được cấu trúc để tự chủ tại địa phương.

An emergency plan is prepared so that any incident can receive effective response. This plan is specific to the parent site(s), and defines the roles of local personnel in an emergency situation. It also identifies any emergency contacts, both internal and external to the operating company. The plan is structured to be locally self-sufficient.

- Nhân sự có thể được triệu tập để xử lý sự cố phải được đào tạo phù hợp với vai trò của họ trong sự kiện đó. Bất kỳ quần áo và thiết bị bảo hộ đặc biệt nào có thể được yêu cầu đều được giữ sẵn sàng tiếp cận và được bảo trì trong tình trạng phù hợp để sử dụng.

Personnel who could be called on to deal with an incident shall receive training appropriate to their role in such an event. Any special protective clothing and equipment that might be required is kept readily accessible and is maintained in a fit condition for use.

10.3.9. Thông tin cho công chúng và các bên quan tâm / *Information to the public and interested parties*

- Các kế hoạch và tài liệu minh họa tuyến đường ống nên được gửi đến bộ phận quy hoạch của chính quyền địa phương, chủ đất và các bên khác có thể quan tâm đến đường ống (ví dụ: cơ quan đường sắt, cơ quan khai thác mỏ, cơ quan đường bộ, sở cứu hỏa và cảnh sát.) Khi thích hợp, thông tin cũng được cung cấp cho công chúng thông qua các cột mốc dọc theo tuyến đường ống; xem thêm mục 4.5.

Plans and documentation illustrating the route of the pipeline should be sent to the local government authority planning department, landowners and other parties who may have an interest in the pipeline (e.g. railway, mining authorities, road authorities, fire and police departments.) Where appropriate, information is also provided to the public by means of marker posts along the route of the pipeline; see also section 4.5.

10.3.10. Quy hoạch sử dụng đất / *Land use planning*

- Người vận hành đường ống có thể thực hiện một số quyền kiểm soát đối với khu vực đất được xác định bởi thỏa thuận quyền sử dụng/đường đi của mình. Tuy nhiên, đất nằm ngoài giới hạn của “quyền đi lại” này không do người vận hành đường ống kiểm soát. Mặc dù tài sản liền kề không do người vận hành đường ống kiểm soát, điều này không làm giảm trách nhiệm của họ trong việc cố gắng nắm rõ và nếu khả thi thì giám sát các hoạt động và rủi ro liên quan đến các hoạt động trên và việc sử dụng các tài sản liền kề. Nói cách khác, người vận hành nên là một người hàng xóm quan tâm.

The pipeline operator can exercise some control over the land area defined by his /easement agreement. Land outside the limits of this “right of way” is not however controlled by the pipeline operator. Although adjacent property is not controlled by the pipeline operator, this does not relieve him of the responsibility to attempt to be familiar with and if practical to monitor the activities and risks associated with the activities on and the uses of the abutting properties. In other words the operator should be a concerned neighbour.

10.3.11. Báo cáo tai nạn / *Accident reporting*

- Điều này thường được bao gồm trong các yêu cầu pháp lý của từng Quốc gia Thành viên hoặc chính quyền địa phương.

This is normally included in the legislative requirements of individual Member States or local authorities.

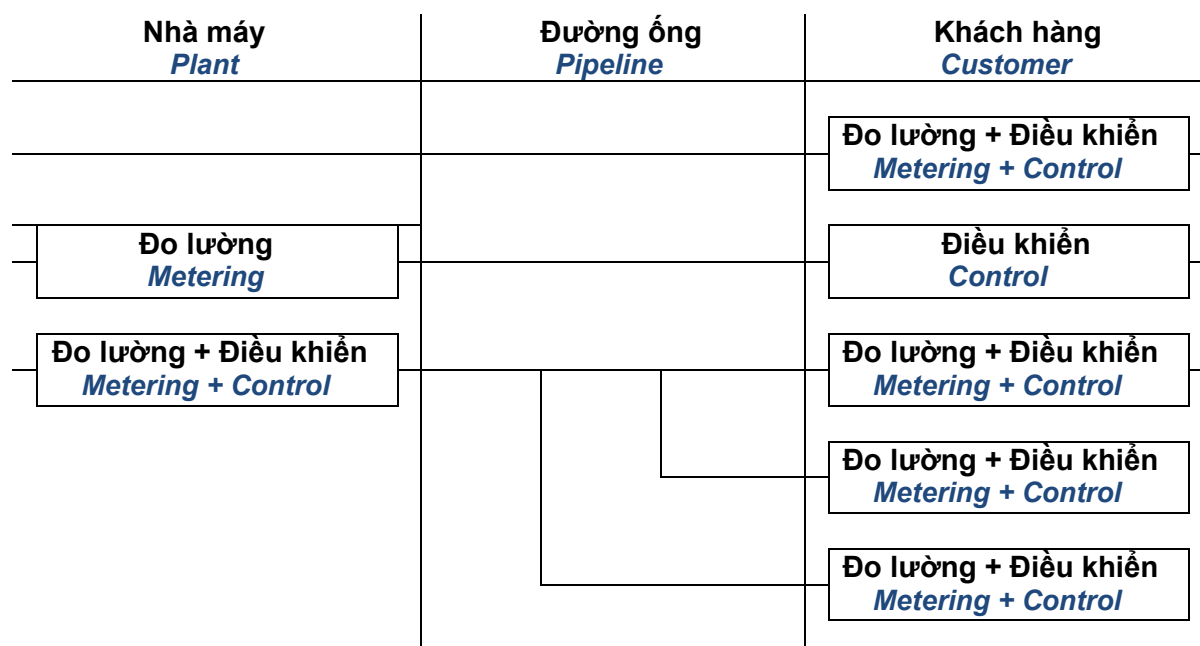
10.4. Hệ thống phát hiện rò rỉ (LDS) / *Leak detection system (LDS)*

- Khi vận hành đường ống CO hoặc Syngas được trang bị Hệ thống phát hiện rò rỉ, điều quan trọng là phải kiểm tra định kỳ mức độ nhận biết của hệ thống.

When operating a CO or Syngas pipeline equipped with a Leak Detection System it is important to check periodically the awareness of the system.

- Bất kỳ thay đổi nào của hệ thống đường ống sẽ yêu cầu xác nhận mới cho LDS.
Any change of the piping system will require a new validation of the LDS.

Phụ lục A: Các bố trí điển hình cho hệ thống đường ống
Appendix A: Typical arrangements for pipelines systems

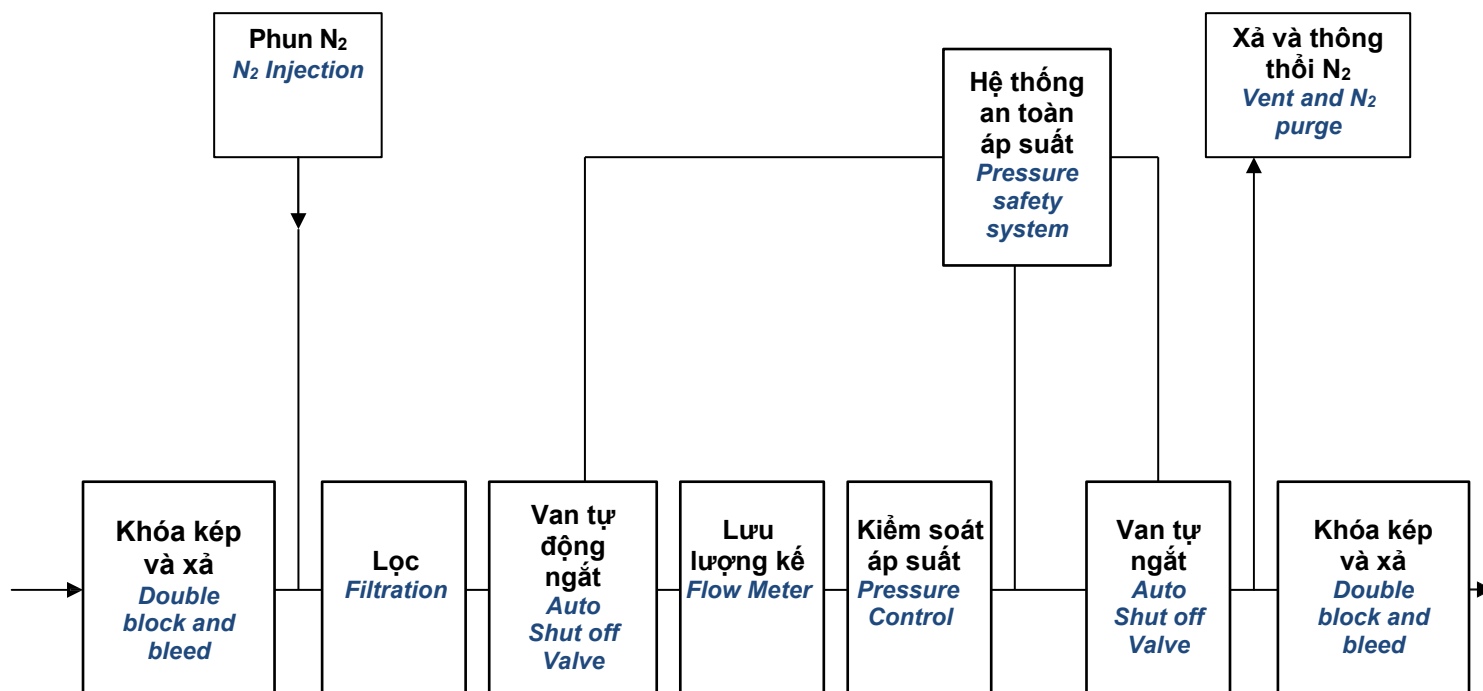


Sơ đồ 1: Các hệ thống đường ống truyền tải và phân phối điển hình
Diagram 1: Typical transmission and distribution piping systems

Lưu ý: hệ thống đường ống truyền tải bao gồm trạm đo lường/kiểm soát tại nhà máy sản xuất, bản thân đường ống và thiết bị liên quan cũng như các trạm kiểm soát/đo lường tại địa điểm khách hàng.

Note: the transmission pipeline system includes the metering/control station at the production plant, the pipeline itself and related equipment and the control/metering stations at customer site.

Sơ đồ 2: Bố trí điển hình cho trạm cách ly và đo lường CO
Diagram 2: Typical arrangement for a CO isolation and metering station



Phụ lục B: Các cơ chế giòn hóa và hư hỏng môi trường liên quan đến Syngas, hỗn hợp Carbon Monoxide; các phương pháp thử nghiệm áp dụng
Appendix B: Embrittlement and environmental damage mechanisms involving Syngas, Carbon Monoxide mixtures; applicable test methods

B1. Giới thiệu / Introduction

- Khi làm việc với môi trường khí tổng hợp (Syngas) và carbon monoxide, cần xem xét đến các cơ chế giòn và suy giảm vật liệu liên quan đến sự hiện diện của hydro cũng như các cơ chế liên quan đến carbon monoxide. Có nhiều cơ chế liên quan đến hydro đã được ghi nhận là gây ra hiện tượng giòn hoặc hư hỏng cho các hợp kim kỹ thuật. Một số trong các cơ chế này có thể gây ảnh hưởng đến đường ống dẫn Syngas, trong khi những cơ chế khác thì không. Phần sau sẽ mô tả ngắn gọn các cơ chế thuộc hai nhóm này. Ngoài ra, còn có một cơ chế gây giòn khác gọi là nứt do ăn mòn ứng suất, cơ chế này cũng đáng quan tâm đối với các đường ống dẫn Syngas và carbon monoxide, mặc dù nó không nhất thiết liên quan đến hydro trong quá trình gây giòn. Cơ chế giòn này có thể ảnh hưởng đến bề mặt ngoài của đường ống. Đối với các đường ống dẫn carbon monoxide, còn tồn tại một cơ chế ăn mòn ứng suất khác đặc trưng cho khí CO và các hỗn hợp của nó. Các mô tả ngắn gọn về các cơ chế ăn mòn ứng suất này cũng sẽ được trình bày sau.

In dealing with Syngas and carbon monoxide atmospheres, consideration must be given to embrittlement and degradation mechanisms related to the hydrogen presence and those associated with carbon monoxide. There are a number of mechanisms involving hydrogen which have caused embrittlement or damage to engineering alloys. Some of these may be of concern in pipelines used for the transmission of Syngas and the others are not. A brief description of the mechanisms which fall into the two categories follows. In addition, there is a brittle fracture mechanism known as stress corrosion cracking which is of concern to Syngas and carbon monoxide pipelines but it does not necessarily involve hydrogen in the embrittlement process. This embrittlement mode may affect the exterior surfaces of pipelines. Particular to carbon monoxide pipelines, there is another stress corrosion mechanism specific to carbon monoxide and its mixtures. Brief descriptions of the stress corrosion mechanisms also follow.

B2. Các cơ chế giòn hóa hoặc hư hỏng môi trường liên quan đến đường ống Syngas và Carbon Monoxide / Embrittlement or environmental Damage Mechanisms Pertinent to Syngas and Carbon Monoxide Pipelines

B2.1. Giòn hóa do khí Hydro / Hydrogen gas embrittlement

- Giòn hóa do khí Hydro (HGE) là thuật ngữ chung bao gồm tất cả các tác động bất lợi mà các hợp kim kỹ thuật có thể gặp phải trong khí Hydro hoặc hỗn hợp khí Hydro ở nhiệt độ môi trường. Một số tác động nghiêm trọng hơn những tác động khác. Các biến số vật liệu và điều kiện vận hành thực tế sẽ có ảnh hưởng đến sự xuất hiện của các dạng HGE khác nhau.
Hydrogen Gas Embrittlement (HGE) is the generic term which encompasses all of the detrimental effects which engineering alloys might experience in hydrogen gas or hydrogen gas mixtures at ambient temperatures. Some of the effects are more serious than others. Materials variables and actual service conditions will have an effect on the appearance of the various HGE modes.

- Có một số phương pháp thử nghiệm để đánh giá sự phù hợp của vật liệu để chống lại hiện tượng giòn hóa do khí Hydro (xem ISO 11114-4 và B4 dưới đây), một số sử dụng mẫu thử cơ học phá hủy, số khác sử dụng mẫu thử kéo hoặc mẫu thử dạng đĩa.
A number of test methods are available to evaluate the suitability of material to resist hydrogen gas embrittlement (see ISO 11114-4 and B4 below), some make use of fracture mechanics specimens, others of tensile test or disk specimens.

- Nói chung, sự suy giảm tính chất cơ học của vật liệu là lớn nhất khi tốc độ biến dạng thấp và áp suất hydro cùng độ tinh khiết cao. Trong các điều kiện phù hợp nhất với hoạt động của đường ống dẫn khí hydro, người ta thường tin rằng khí này khô. Mỗi không được coi là vấn đề và các loại chất góp phần gây ăn mòn môi trường không được cho là có mặt. Tuy nhiên, những điều sau đây đã được chọn là mối quan tâm lớn nhất đối với đường ống Syngas:

In general, the degradation of the mechanical properties of materials is greatest when the strain rate is low and the hydrogen pressure and purity is high. Under the conditions most appropriate to the operation of a hydrogen gas transmission pipeline, it is generally believed to be true that the gas is dry. Fatigue is not supposed to be a problem and species which contribute to environmental aggressiveness are not supposed to be present. Nevertheless, the following have been selected as most likely to be of concern in Syngas pipelines:

B2.1.1. Nứt do ứng suất hydro (HSC) / Hydrogen stress cracking (HSC)

- Nứt do ứng suất hydro mô tả một hiện tượng tương tự như nứt do ăn mòn ứng suất nhưng xảy ra trong khí hydro. Khi có khí hydro (hoặc khí khác chứa hydro), vật liệu có thể trở nên giòn và có thể hỏng nếu mức ứng suất quá cao. Hiện tượng này xảy

ra tối ưu quanh nhiệt độ phòng đối với các vật liệu kim loại thông thường như thép ferit. Nó không áp dụng cho thép trên 150 °C nhưng sau đó có thể được thay thế ở nhiệt độ cao bằng “tấn công hydro” (xem tài liệu tham khảo Interaction of steels with Hydrogen in petroleum industry pressure vessel service, Paris 89). Nó cũng có xu hướng không đáng kể ở nhiệt độ siêu lạnh ngoại trừ một số loại thép không gỉ Austenit không ổn định.

Hydrogen stress cracking describes a phenomenon which resembles stress corrosion cracking but occurs in hydrogen gas. In the presence of hydrogen gas (or another gas bearing hydrogen) a material can become brittle and may fail if the stress level is too high. This phenomenon is optimum around room temperature for usual metallic materials such as ferritic steels. It does not apply for steels above 150 °C but could then be replaced at high temperature by “hydrogen attack” (see reference Interaction of steels with Hydrogen in petroleum industry pressure vessel service, Paris 89). It also tends to be negligible at cryogenic temperature except for some unstable austenitic stainless steels.

- Nếu các thử nghiệm độ bền đứt của mẫu có vết nứt sẵn của các vật liệu được chọn được so sánh trong môi trường khí trơ so với tác nhân gây giòn như hydro, các vật liệu nhạy cảm sẽ cho thấy sự giảm thông số độ bền đứt trong các môi trường như hydro. Mức độ mất tính chất là một hàm của hợp kim và các yếu tố môi trường. Lợi ích chính của các thử nghiệm và kết quả như vậy là tồn tại các kỹ thuật phân tích để xác định kích thước khuyết tật tới hạn trong các cấu trúc kỹ thuật có thể được phát hiện thông qua các kỹ thuật NDT. Đối với một hợp kim và môi trường nhất định, một cường độ ứng suất tới hạn (thường được gọi là KH) có thể được xác định, dưới mức đó sự phát triển vết nứt do hydro sẽ không xảy ra. Một lợi ích khác của dữ liệu như vậy là nó có thể được sử dụng để xác định các điều kiện mà gây “rò rỉ trước khi gãy” sẽ tồn tại so với gãy chạy thảm khốc. Các phương pháp pháp thử nghiệm khác đôi khi xác định chỉ số giòn tối đa để chấp nhận vật liệu.

If “precracked” fracture toughness tests of selected materials are compared in an inert atmosphere vs an embrittling agent such as hydrogen, susceptible materials will show a reduction in the fracture toughness parameter in environments such as hydrogen. The extent of the property loss is a function of alloy and environmental factors. The major benefit of such tests and results is that analytical techniques exist for determining critical flaw sizes in engineering structures which can be detected via NDT techniques. For a given alloy and environment, a critical stress intensity (typically called KH) can be determined below which hydrogen induced crack growth will not occur. Another benefit of such data is that it can be used to identify the conditions under which “leak before break” fracture will exist vs catastrophic running fractures. The other test methods define sometimes a maximum embrittlement index for the acceptance of materials.

- Các kỹ thuật kiểm tra không phá hủy có thể được sử dụng để xác định xem có khuyết tật không chấp nhận được hay không. Khiếm khuyết cục bộ có thể đóng vai trò là điểm tập trung ứng suất.

Non-destructive inspection techniques can be used to determine if unacceptable flaws are present. Local imperfections can act as a stress raiser.

- Vật liệu nhạy cảm, khi có ứng suất kéo, dù là ứng suất dư hay tác dụng trực tiếp, có thể phát triển vết nứt trong môi trường khí hydro. Các biến số vật liệu ảnh hưởng đến tính nhạy cảm của hợp kim kỹ thuật bao gồm thành phần hóa học hợp kim, cấu trúc vi mô, độ cứng và mức độ bền. Các biến số hydro ở nhiệt độ môi trường có ý nghĩa bao gồm tạp chất và áp suất.

Susceptible materials may, in presence of tensile stresses either residual or directly applied, develop cracks in hydrogen gas environments. Material variables which affect the susceptibility of engineering alloys include alloy chemistry, microstructure, hardness and strength level. Hydrogen variables at ambient temperature which are significant include impurities and pressure.

- Các quy trình sản xuất hoặc xử lý nhiệt loại bỏ ứng suất kéo dư sẽ giảm thiểu HSC. Trong trường hợp thép carbon hoặc hợp kim thấp, các xử lý như vậy có thể làm mềm vùng ảnh hưởng nhiệt mỗi hàn và ram mactenxit có thể có trong các vùng đó. Lựa chọn hợp kim cần trọng bao gồm quy định mức độ bền tối đa hoặc xử lý nhiệt hợp kim có thể được sử dụng để loại bỏ hoặc giảm thiểu vấn đề.

Manufacturing or heat treatment procedures which eliminate residual tensile stresses, mitigate HSC. In the case of carbon or low alloy steels such treatments may soften weld heat affected zones and temper martensite which may be present in such areas. Prudent alloy selection including the specification of maximum strength levels or alloy heat treatment can be used to eliminate or mitigate the problem.

- Cần lưu ý rằng một số hợp kim niken có thể bị ảnh hưởng bởi hiện tượng này.

It should be noted that certain nickel alloys may be subject to this phenomenon.

- Nứt do ứng suất hydro được đặc trưng bởi sự nứt giòn của một hợp kim thông thường dẻo dưới tải trọng duy trì khi có hydro. Thông thường nhất, nứt xảy ra ở tải trọng duy trì dưới giới hạn chảy của vật liệu. Cơ chế nứt này phụ thuộc vào độ bay hơi hydro, mức độ bền của vật liệu, xử lý nhiệt/cấu trúc vi mô, ứng suất tác dụng và nhiệt độ. Đối với nhiều loại thép, tồn tại một ứng suất ngưỡng mà dưới mức đó nứt do ứng suất hydro không xảy ra. Ngưỡng này là một hàm của mức độ bền của thép và môi trường chứa hydro cụ thể. Do đó, ứng suất ngưỡng hoặc cường độ ứng suất đối với nứt do ứng suất hydro không được coi là tính chất vật liệu. Nói chung, ứng suất ngưỡng giảm khi giới hạn chảy và độ bền kéo của hợp kim tăng lên. Nứt do ứng suất hydro liên quan đến sự hấp thụ hydro và thời gian hồng chậm (thời gian ủ) trong đó hydro khuếch tán vào các vùng ứng suất ba trục cao. Nứt do ứng suất hydro có thể thúc đẩy một kiểu nứt trong hợp kim thay vì dạng khác thường được quan sát trong môi trường lạnh tĩnh. Do đó, tất cả các kiểu nứt đã được quan sát trong hầu hết các hệ hợp kim thương mại; tuy nhiên, nứt do ứng suất hydro thường tạo ra các vết nứt đơn sắc nét trái ngược với sự phân nhánh rộng được quan sát trong SCC.

Hydrogen stress cracking is characterized by the brittle fracture of a normally ductile alloy under sustained load in the presence of hydrogen. Most often, fracture occurs at sustained loads below the yield strength of the material. This cracking mechanism depends on the hydrogen fugacity, strength level of the material, heat treatment/microstructure, applied stress, and temperature. For many steels, a threshold stress exists below which hydrogen stress cracking does not occur. This threshold is a function of the strength level of the steel and the specific hydrogen-bearing environment. Therefore, threshold stress or stress intensity for hydrogen stress cracking is not considered a material property. Generally, the threshold stress decreases as the yield strength and tensile strength of an alloy increase. Hydrogen stress cracking is associated with absorption of hydrogen and a delayed time to failure (incubation time) during which hydrogen diffuses into regions of high triaxial stress. Hydrogen stress cracking may promote one mode of fracture in an alloy rather than another form normally observed in benign environments. Thus, all modes of cracking have been observed in most commercial alloy systems; however, hydrogen stress cracking usually produces sharp singular cracks in contrast to the extensive branching observed in HSC.

B2.1.2. Giảm độ dẻo kéo và độ bền kéo có rãnh khía trong khí hydro / Reduction of tensile ductility and notched tensile strength in hydrogen gas

- Khí hydro sẽ làm giảm độ bền kéo, độ dẻo và độ bền kéo tại điểm có khía của các vật liệu nhạy cảm trong môi trường áp suất cao. Tác động này có thể được xác định bằng cách thực hiện các thử nghiệm kéo trên các vật liệu ứng viên trong môi trường không khí khô hoặc khí trơ, sau đó so sánh với kết quả của các thử nghiệm tương tự trong môi trường chứa hydro. Hiện tượng này đã được ghi nhận là nguyên nhân gây ra các hư hỏng sớm của đĩa nổ.

Hydrogen gas will reduce the tensile strength/ductility and notched tensile strength of susceptible materials in high pressure environments. The effect can be determined by conducting tensile tests of candidate materials in dry air or inert gas comparing the results of similar tests conducted in a hydrogen environment. Premature failures of burst discs have been attributed to this phenomenon.

B2.1.3 Tăng tốc độ phát triển vết nứt mỏi trong khí hydro và môi trường hydro / Accelerated fatigue crack growth in hydrogen gas and hydrogen environments

- Hiện tượng tăng tốc độ phát triển vết nứt do mỏi và suy giảm giới hạn chịu mỏi đã được quan sát trong các thử nghiệm trên vật liệu nhạy cảm, sử dụng cả mẫu có vết nứt sẵn và mẫu trơn trong môi trường khí hydro khô. Thép carbon và thép hợp kim thấp cho thấy sự suy giảm này ngay cả ở áp suất hydro tương đối thấp. Đây là một cơ chế cần được xem xét và nên tránh nếu có thể trong các ứng dụng như vậy. Tuy nhiên, do các đường ống thường vận hành ở áp suất gần như không đổi, nên hiện tượng nứt do mỏi thường không phải là mối lo ngại chính.

Acceleration of fatigue crack growth and degradation in fatigue endurance limits have been observed in tests of susceptible materials via both pre-cracked specimens and smooth specimens in dry hydrogen gas environments. Carbon and low alloy steels show such degradation even at relatively low pressures in hydrogen gas. This is a mechanism which should be considered, preferably avoided if possible, in such applications. Since pipelines normally operate at near constant pressure, fatigue cracking is usually not a concern.

- Các thử nghiệm đã được tiến hành ở áp suất lên tới 45 MPa (7000 psig) trong cả điều kiện tĩnh và động. Thép không gỉ Austenit ổn định nói chung cho thấy ít hư hại môi trường trong các thử nghiệm như vậy. Tuy nhiên, các vật liệu nhạy cảm bao

gồm thép không gỉ Austenit không ổn định, thép không gỉ Ferit, thép không gỉ Mactenxit và thép carbon/hợp kim thấp cho thấy một số suy giảm về độ bền kéo, độ dẻo và độ bền kéo có rãnh khía, ảnh hưởng này phụ thuộc vào mức độ bền hợp kim, xử lý nhiệt và áp suất hydro.

Tests have been conducted at pressures up to 45 MPa (7000 psig) under both static and dynamic conditions. Stable austenitic stainless steels generally show little environmental damage in such tests. However susceptible materials including metastable austenitic stainless steels, ferritic stainless steels, martensitic stainless steels and carbon/low alloy steels show some degradation in tensile strength ductility and notch tensile strength, this effect being dependent upon alloy strength level, heat treatment and hydrogen pressure.

- Sự tăng tốc độ phát triển vết nứt mỏi và suy giảm giới hạn bền mỏi đã được quan sát trong các thử nghiệm trên vật liệu nhạy cảm thông qua cả mẫu có vết nứt sẵn và mẫu trơn trong môi trường khí hydro khô. Thép carbon và hợp kim thấp cho thấy sự suy giảm như vậy ngay cả ở áp suất tương đối thấp trong khí hydro. Tốc độ phát triển vết nứt mỏi tăng tốc rõ rệt hơn ở nhiệt độ môi trường và trở nên ít nghiêm trọng hơn ở nhiệt độ cao. Sự hiện diện của hydro làm giảm hệ số cường độ ứng suất chu kỳ ngưỡng (ΔK_{th}) cũng như tuổi thọ mỏi. Sự suy giảm tính chất mỏi được quy cho việc giảm độ dẻo đầu vết nứt khi có hydro. Mặc dù được cho là không có điều kiện mỏi trong đường ống, mỏi có thể là vấn đề trong một số trường hợp.

Acceleration of fatigue crack growth and degradation in fatigue endurance limits have been observed in tests of susceptible materials via both pre-cracked specimens and smooth specimens in dry hydrogen gas environments. Carbon and low alloy steels show such degradation even at relatively low pressures in hydrogen gas. The accelerated fatigue crack growth is more pronounced at ambient temperatures and becomes less severe at elevated temperatures. The presence of hydrogen reduces the threshold cyclic stress intensity factor (ΔK_{th}) as well as fatigue life. The degradation of fatigue properties is attributed to the reduction in crack tip ductility in presence of hydrogen. Despite the supposed absence of fatigue conditions in pipelines, fatigue may be a problem in some cases.

B2.2. Nứt do ăn mòn ứng suất (SCC) của thép ống dẫn trong môi trường ngầm / Stress corrosion cracking (SCC) of line pipe steel in underground environments

- Đã có báo cáo về hiện tượng nứt do ứng suất trên đường ống thép carbon/thép hợp kim thấp trong môi trường ngầm, xuất phát từ cả cơ chế ăn mòn ứng suất anod và/hoặc nứt do ứng suất hydro. Đây thường là hiện tượng ăn mòn bên ngoài và không bị ảnh hưởng bởi khí hydro được vận chuyển. Cơ chế này đòi hỏi phải có ứng suất kéo dư hoặc ứng suất kéo tác động trực tiếp, môi trường dễ gây ăn mòn và kim loại nhạy cảm. Các yếu tố góp phần gây ra hiện tượng nứt do ứng suất, ngoài các yếu tố trên, có thể bao gồm: vùng cứng cục bộ, martensite chưa được ram trong vùng mối hàn, khuyết tật lớp phủ, hoạt động vi sinh vật và hệ thống bảo vệ cathodic không đầy đủ hoặc không phù hợp. Việc lựa chọn hợp kim cẩn thận, kiểm soát thành phần hóa học của hợp kim và kiểm soát quy trình sản xuất sẽ giúp giảm thiểu vấn đề này.

Stress cracking of carbon/low alloy steel line pipe in underground environments from both anodic stress corrosion and/or hydrogen stress cracking mechanisms has been reported. This is usually an external corrosion phenomenon and is not influenced by the hydrogen gas being transported. The presence of residual or directly applied tensile stresses, the presence of a susceptible environment and susceptible metals are required for the mechanism. Factors which contribute to stress cracking, in addition to the preceding, may be hard spots, untempered martensite in weld areas, coating defects, microbiological activity and inadequate or improper cathodic protection schemes. Careful alloy selection, controlled alloy chemistries and controls over manufacturing processes will help mitigate this problem.

- Nứt do ăn mòn ứng suất là một quá trình điện hóa với các phản ứng anod và catốt riêng biệt. Các chuyên gia ăn mòn nói chung công nhận nứt do ăn mòn ứng suất thực sự là một cơ chế trong đó nứt được kiểm soát bởi phản ứng anod và coi nứt được kiểm soát bởi phản ứng catốt là một dạng giòn hydro. Thực hành bảo vệ catốt kém có thể góp phần vào cơ chế gây giòn. Bên ngoài phòng thí nghiệm, có thể khó phân biệt sự khác biệt giữa hai cơ chế nứt.

Stress corrosion cracking is an electrochemical process with distinct anodic and cathodic reactions. Corrosion specialists generally recognize true stress corrosion cracking as a mechanism in which cracking is controlled by the anodic reaction and consider cracking which is controlled by the cathodic reaction as a form of hydrogen embrittlement. Poor cathodic protection practices could contribute to the embrittlement mechanism. Outside of the laboratory, it may be difficult to discern the differences between the two cracking mechanisms.

B2.3. Nứt do ăn mòn ứng suất trong môi trường CO / Stress corrosion cracking in CO environments

- Người ta thường chấp nhận rằng nứt ăn mòn do ứng suất trong môi trường CO là một quá trình nứt ăn mòn do ứng suất thực sự dưới sự kiểm soát anot. Phản ứng của hydro không đóng vai trò trong sự khởi đầu và lan truyền vết nứt.

It is generally accepted that stress corrosion cracking in CO environments is a true stress corrosion cracking process under anodic control. Hydrogen reactions do not play a role in crack initiation and propagation.

- Nứt ăn mòn do ứng suất (*SCC*) đòi hỏi sự hiện diện đồng thời của ứng suất kéo, dù là ứng suất dư hay tác dụng trực tiếp, và một môi trường nhạy cảm. Sự hiện diện đồng thời của CO, dấu vết CO₂ và dấu vết H₂O ở nhiệt độ dưới điểm sương sẽ tạo ra một môi trường nhạy cảm cho nứt ăn mòn do ứng suất khi sử dụng thép carbon và thép hợp kim thấp. Trong môi trường CO tinh khiết, các loại CO₂ và H₂O có thể hiện diện dưới dạng chất gây ô nhiễm trong những trường hợp nhất định.

Stress corrosion cracking (SCC) requires the simultaneous presence of tensile stresses either residual or directly applied and a susceptible environment. The simultaneous presence of CO, traces of CO₂ and traces of H₂O at temperatures below the dew point, will provide a susceptible environment for stress corrosion cracking in the use of carbon and low alloy steels. In pure CO environments, CO₂ and H₂O species may under certain circumstances be present as contaminants.

- Các quy trình sản xuất hoặc xử lý nhiệt giúp giảm ứng suất kéo dư sẽ giảm thiểu *SCC*. Về mặt này, xử lý nhiệt sau hàn (*PWHT*) có lợi trong việc giảm tính nhạy cảm với *SCC* nếu nước lỏng hiện diện. Các quy trình làm sạch, vận hành và lắp ráp cấu kiện giúp giảm thiểu sự hiện diện của H₂O và CO₂ là có lợi. Nói chung, *SCC* do CO sẽ không xảy ra miễn là đường ống khô ráo.

Manufacturing or heat treatment procedures which reduce residual tensile stresses mitigate SCC. In this regard, post weld heat treatment (PWHT) is beneficial in reducing SCC susceptibility should liquid water be present. Cleaning, operational and component assembly procedures which minimize H₂O and CO₂ presence are beneficial. Generally, CO SCC will not occur as long as the pipeline is dry.

B2.4. Tác dụng ức chế của CO trong môi trường Hydro / Inhibiting effects of CO in H₂ environments

- Người ta đã xác định rằng CO ức chế nứt giòn hydro. Các tạp chất khí khác bao gồm O₂, CS₂ và SO₂ cũng có tác dụng ức chế. Các khí này là chất độc xúc tác hấp phụ lên bề mặt thép ưu tiên hơn hydro và làm ngộ độc các vị trí hoạt động hóa học tại đó phân tử hydro phân ly thành các nguyên tử hydro. Chính các nguyên tử hydro hòa tan vào kim loại và gây ra nứt giòn hydro.

It has been established that CO inhibits hydrogen embrittlement cracking. Other gas impurities including O₂, CS₂, and SO₂ also have an inhibiting effect. These gases are catalytic poisons that adsorb on the steel surface in preference to the hydrogen and poison the chemically active sites at which the hydrogen molecule dissociates into hydrogen atoms. It is the hydrogen atoms that dissolve into the metal and cause hydrogen embrittlement cracking.

- Lượng CO cần thiết để ức chế nứt giòn hydro chưa được xác định rõ, nhưng một tài liệu tham khảo chỉ ra rằng nứt bị ức chế ở tỷ lệ CO trên hydro là 0.1, trong khi các tài liệu tham khảo khác cho thấy lượng CO ít hơn cũng có hiệu quả. Hầu hết các thành phần khí tổng hợp có tỷ lệ CO / hydro lớn hơn nhiều so với 0.1 và do đó ít có khả năng gây ra nứt giòn hydro. Tương tự, dòng CO chứa lượng nhỏ hydro sẽ không thúc đẩy nứt giòn hydro.

The amount of CO needed to inhibit hydrogen embrittlement is not well established, but one reference indicates that cracking is inhibited at CO to H₂ ratio of 0.1, while other references suggest that less CO is effective. Most syngas compositions have CO / H₂ ratios much greater than 0.1 and are therefore unlikely to cause hydrogen embrittlement. Similarly, CO streams with small amounts of hydrogen will not promote hydrogen embrittlement.

- Mặc dù nồng độ CO cao hiện diện, việc tránh sử dụng thép cường độ cao và thép hợp kim (thép có giới hạn bền kéo lớn hơn 800 MPa) được coi là thận trọng. Nói chung, thép cường độ trung bình đủ cho các yêu cầu về áp suất và cấu trúc và sẽ kháng nứt giòn hydro nếu xảy ra tiếp xúc ngoài kế hoạch với khí hydro.

Even though high CO concentrations are present, it is considered prudent to avoid the use of high strength steels and alloy steels (steels with tensile strength greater than 800 MPa). Generally, moderate strength steels are adequate for the pressure and structural requirements and will be resistant to hydrogen embrittlement should unplanned exposure to hydrogen gas occur.

B2.5. Sự hình thành carbonyl / Carbonyl formation

- Các carbonyl sắt và niken được hình thành do tác dụng của carbon monoxide lên các hợp kim chứa sắt và niken. Sự hiện diện của carbonyl sắt và/hoặc niken trong khí quy trình có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng. Dữ liệu từ tài liệu cho thấy sự tấn công lên thép ống trong hỗn hợp khí ở nhiệt độ trung bình (100-300 °C) là một hàm của thành phần hợp

kim, tình trạng bề mặt, thành phần khí, *lưu lượng* khí, áp suất khí và nhiệt độ với tốc độ tối đa ở khoảng 200 °C. Nói chung, tốc độ phản ứng hình thành carbonyl đủ thấp để tính toán vẹn cấu trúc của đường ống không bị ảnh hưởng ngay cả sau thời gian sử dụng lâu dài.

Iron and nickel carbonyls are formed by the action of carbon monoxide upon alloys that contain iron and nickel. The presence of iron and/or nickel carbonyl in process gases may have serious consequences. Literature data indicate that the attack upon pipe steels in gas mixture at moderate temperature (100-300 °C) is a function of alloy composition, surface condition, gas composition, gas flow rate, gas pressure and temperature with a maximum rate at about 200 °C. Generally, carbonyl formation reaction rates are low enough that pipeline structural integrity is not affected even after long term service.

B3. Các cơ chế nứt giòn hoặc hư hỏng không liên quan đến đường ống hydro hoặc CO hoặc khí tổng hợp / Brittle fracture or damage mechanisms not pertinent to hydrogen or CO or Syngas pipelines

- Do các điều kiện vận hành như nhiệt độ cao, các chất gây ô nhiễm cụ thể thường không liên quan đến đường ống hydro, CO hoặc khí tổng hợp và tính đặc thù của vật liệu liên quan, có những cơ chế nứt giòn hoặc hư hỏng không liên quan. Mô tả ngắn gọn về các cơ chế này như sau
- As a consequence of operating conditions such as elevated temperatures, specific contaminants not normally associated with hydrogen, CO or Syngas pipelines and the specificity of materials involved, there are brittle fracture or damage mechanisms which are not pertinent. A brief description of these follows:*

B3.1 Ảnh hưởng của môi trường ở nhiệt độ cao lên hợp kim sắt / Elevated temperature environmental effects on ferrous alloys

- Tấn công hydro và khử cacbon là hai cơ chế hư hỏng phổ biến gặp phải ở thép carbon hoặc thép hợp kim thấp liên quan đến hydro ở nhiệt độ cao. "Tấn công hydro" của thép carbon hoặc thép hợp kim thấp là phương thức mà cacbon phản ứng với hydro tạo thành metan, dẫn đến sự hình thành vết nứt. "Khử cacbon" của thép carbon hoặc thép hợp kim thấp cũng có thể xảy ra trong môi trường hydro. Thép không gỉ Austenit được coi là miễn nhiễm với khử cacbon và tấn công hydro

Hydrogen attack and decarburization are the two common damage mechanisms encountered by carbon or low alloy steels involving hydrogen at elevated temperatures. "Hydrogen attack" of a carbon steel or low alloy steel is a mode by which carbon reacts with hydrogen to form methane which results in crack formation. "Decarburization" of a carbon or low alloy steel may also occur in hydrogen atmospheres. Austenitic stainless steels are considered immune to decarburization and hydrogen attack.

- "Biểu đồ Nelson" chỉ ra giới hạn vận hành đối với thép carbon và thép hợp kim thấp trong môi trường hydro ở nhiệt độ và áp suất cao. Cần lưu ý rằng Biểu đồ Nelson chỉ liên quan đến hai cơ chế đã nêu trước đó và không liên quan đến các cơ chế hư hỏng khác liên quan đến hydro (xem ví dụ tài liệu tham khảo API 941).

The "Nelson Chart" shows operating limits for carbon and low alloy steels in hydrogen atmospheres at elevated temperature and pressures. It should be noted that the Nelson Chart is only pertinent to the two mechanisms previously cited and not to other damage mechanisms involving hydrogen (see for example reference API 941).

B3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ cao lên hợp kim đồng / Elevated temperature effects on cuprous Alloys

- Hợp kim đồng chịu một dạng tấn công hydro đặc biệt ở nhiệt độ cao. Nếu hợp kim không được khử oxy, hydro sẽ phản ứng với oxit đồng(I) tạo thành nước. Sau đó, ranh giới hạt sẽ bị nứt. Hợp kim đồng được khử oxy đúng cách không nhạy cảm.

Cuprous alloys are subject to a special form of hydrogen attack at elevated temperatures. If the alloy is not deoxidized, hydrogen will react with cuprous oxide to form water. Subsequently, grain boundaries will fissure. Properly deoxidized copper alloys are not susceptible.

B3.3 Phồng rộp do hydro / Hydrogen blistering

- Hiện tượng phồng do hydro (hydrogen blistering) không liên quan trong trường hợp này vì nó đòi hỏi phải có sự hiện diện của chất điện phân có tính axit với hàm lượng đáng kể. Trong cơ chế này, thép tiếp xúc với chất điện phân axit sẽ hấp thụ một lượng lớn hydro tại các cực âm cục bộ, sau đó gây ra hiện tượng nứt và phồng rộp

Hydrogen blistering is not pertinent because it requires the presence of acidic electrolyte in substantial amounts. In this mechanism, steels exposed to acid electrolyte absorb large quantities of hydrogen at local cathodes and subsequently fissure and blister.

B3.4 Nứt do ứng suất sunfua (SSC) / Sulphide stress cracking (SSC)

- Đây là một tập con của nứt giòn hydro, trong đó phản ứng catot kiểm soát phản ứng nứt. Tuy nhiên, *SSC* xảy ra trong nước trong một số phạm vi hàm lượng hydro sunfua nhất định. Một số môi trường mỏ dầu và khí tự nhiên "chua" liên quan đến cơ chế nứt này.
This is a subset of hydrogen embrittlement in which the cathodic reaction controls the cracking reaction. However, SSC occurs in water within certain ranges of hydrogen sulphide content. Certain oilfield environments and "sour" natural gas are associated with the cracking mechanism.
- Do đó, nếu khí tự nhiên chua được trộn với khí tổng hợp hoặc hỗn hợp carbon monoxide, cơ chế nứt này sẽ đáng lo ngại.
Consequently, if sour natural gases are mixed with Syngas or carbon monoxide mixtures, this cracking mechanism would be of concern.

B3.5 Nứt do hydro gây ra (HIC) / Hydrogen induced cracking (HIC)

- HIC là một dạng suy thoái thường xảy ra trong dịch vụ khí ẩm chua. Trong dạng hư hỏng do môi trường này, hydro nguyên tử được hình thành trong quá trình ăn mòn bị mắc kẹt trong các lỗ rỗng siêu nhỏ xung quanh các tạp chất phi kim loại. Thông thường, đây là loại mangan sunfua. Áp suất khí cao bị mắc kẹt xung quanh tạp chất có thể tạo ra ứng suất cục bộ rất cao, có thể khởi đầu các mầm nứt song song với hướng cán của vật liệu. Khi các mầm nứt liên kết lại, các vết nứt bậc thang sẽ phát triển và gây ra hỏng hóc. *HIC* đôi khi được gọi là "nứt bậc thang".
HIC is a degradation mode which generally occurs in sour wet gas service. In this mode of environmental damage, atomic hydrogen formed during the corrosion process is trapped in microscopic voids around nonmetallic inclusions. Usually, these are of the manganese sulfide type. High gas pressure trapped around the inclusion can generate highly localized stresses which may initiate crack nuclei parallel to the rolling direction of the material. As crack nuclei link up, stepwise cracks will develop and cause failure. HIC is sometimes referred to as "stepwise cracking".

B3.6 Sự hình thành hydrua / Hydride formation

- Sự suy giảm tính chất cơ học và nứt là do sự kết tủa của các pha hydrua kim loại. Các vật liệu nhạy cảm nhất là hợp kim titan, magie và niobi. Ứng suất tác dụng có thể thúc đẩy sự hình thành hydrua trong một số hệ hợp kim.
The degradation of mechanical properties and cracking is due to the precipitation of metal hydride phases. The most susceptible materials are titanium, magnesium and niobium alloys. The applied stress may promote the formation of hydride in some alloy systems.

B4. Các phương pháp thử nghiệm liên quan / Pertinent test methods

- Môi trường chứa hydro có thể ảnh hưởng đến mọi khía cạnh của tính chất cơ học như giới hạn bền kéo, độ giãn dài, tuổi thọ mỏi, tốc độ phát triển vết nứt mỏi và độ bền chống nứt. Các thuộc tính của tính chất cơ học có thể được đánh giá bằng cách tiến hành các thí nghiệm liên quan trong môi trường hydro mong muốn hoặc trên các mẫu đã được nạp hydro trước.
Hydrogen containing environments may affect every aspect of mechanical properties such as tensile strength, elongation, fatigue life, fatigue crack growth rate and fracture toughness. The attributes of the mechanical properties can be evaluated by conducting the pertinent experiments in the desired hydrogen environment or on hydrogen precharged specimens.
- Một số phương pháp thử nghiệm đã được phát triển trong những năm qua. Tồn tại các phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn phù hợp cho nứt giòn hydro trong khí hydro. Vì nứt giòn hydro và nứt ăn mòn do ứng suất có nhiều đặc điểm chung, các thử nghiệm để đánh giá khả năng kháng *SCC* của vật liệu cũng có thể được áp dụng để nghiên cứu hành vi của vật liệu trong môi trường hydro, khí tổng hợp và carbon monoxide. Các thử nghiệm điển hình cho nứt giòn hydro được mô tả như sau:
Several test methods were developed over the past years. Standard test methods appropriate for hydrogen embrittlement in gaseous hydrogen exist. Since hydrogen embrittlement and stress corrosion cracking share many common features, the tests to evaluate materials resistance to SCC can also be applied to study materials' behaviour in hydrogen, Syngas and carbon monoxide environment. Typical tests for hydrogen embrittlement are described as follows:

B4.1. Tính chất kéo và kéo có rãnh / Tensile and notched tensile properties

- Tính nhạy cảm của kim loại với nứt giòn hydro có thể được đánh giá bằng cách tiến hành các thử nghiệm kéo trên các mẫu nhẵn hoặc có rãnh trong môi trường hydro ở các áp suất khác nhau. Phương pháp thử nghiệm được mô tả trong ASTM G 142-98 "Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn để xác định tính nhạy cảm của kim loại với hiện tượng giòn trong môi trường chứa hydro ở áp suất cao, nhiệt độ cao hoặc cả hai".
The susceptibility of metals to hydrogen embrittlement can be evaluated by conducting tensile tests on smooth or notched specimens in hydrogen environment at different pressures. The test method is

described in ASTM G 142-98 "Standard Test Method for Determination of Susceptibility of Metals to Embrittlement in Hydrogen Containing Environments at High Pressure, High Temperature, or Both".

B4.2. Thử nghiệm KIH hoặc KICO, Syngas / KIH or KICO, Syngas test

- Thử nghiệm này là thử nghiệm cơ học phá hủy để đánh giá hệ số cường độ ứng suất ngưỡng đối với nứt do ứng suất môi trường. Trong thử nghiệm này, mẫu có vết nứt ban đầu được chịu tải kéo trong môi trường khí. Hệ số cường độ ứng suất tối thiểu được áp dụng có thể gây ra sự lan truyền vết nứt (K1H hoặc KICO, Syngas) có thể được sử dụng để đánh giá khả năng chống nứt do môi trường hỗ trợ trong H₂ hoặc CO. Có nhiều quy trình thử nghiệm ASTM hoặc ISO khác nhau có thể được điều chỉnh cho các thử nghiệm này.

This test is a fracture mechanics test to evaluate the threshold stress intensity factor for environmental stress cracking. In this test, a precracked specimen is loaded in tension and in the gaseous environment. The minimum applied stress intensity factor that can cause crack propagation (K1H or KICO, Syngas) can be used to evaluate the resistance to environmentally assisted cracking in H₂ or CO. There are various ASTM or ISO test procedures that can be modified for these tests.

B4.3. Thử nghiệm tốc độ biến dạng chậm (SSR) / Slow strain rate (SSR) test

- Vì sự tấn công của môi trường là một quá trình phụ thuộc thời gian, thử nghiệm tốc độ biến dạng chậm có thể được sử dụng để đánh giá độ nhạy với tốc độ biến dạng của vật liệu trong các môi trường như Syngas hoặc CO. Trong thử nghiệm tốc độ biến dạng chậm, thử nghiệm được tiến hành ở tốc độ biến dạng thấp tới 10⁻⁷. Thử nghiệm có thể được thực hiện trong các môi trường được chọn. Quy trình chung của các thử nghiệm SSR được mô tả trong ASTM G129-00 "Thực hành Tiêu chuẩn về Thử nghiệm Tốc độ Biến dạng Chậm để Đánh giá Tính Nhạy cảm của Vật liệu Kim loại đối với Nứt do Môi trường Hỗ trợ".

Since the environmental attack is a time dependent process, a slow strain rate test can be employed to evaluate the strain rate sensitivity of the materials in environments such as Syngas or CO. In the slow strain rate test, the test is conducted at strain rates as low as 10⁻⁷. The test can be done in selected environments. A general procedure of SSR tests is described in ASTM G129-00 "Standard Practice for Slow Strain Rate Testing to Evaluate the Susceptibility of Metallic Materials to Environmentally Assisted Cracking".

B4.4. Thử áp đĩa / Disk pressure test

- Thử áp đĩa đo lường tính nhạy cảm với sự giòn hydro của vật liệu kim loại dưới áp suất hydro cao. Mẫu đĩa mỏng được đặt như một màng trong buồng thử nghiệm chịu áp suất cao của heli và hydro. Tỷ lệ giữa áp suất nổ của heli và áp suất nổ của hydro cho thấy tính nhạy cảm của vật liệu đối với sự giòn hydro do môi trường. Một quy trình thử nghiệm tiêu chuẩn đã được thiết lập là ASTM F1459 "Phương pháp Thử nghiệm Tiêu chuẩn để Xác định Tính Nhạy cảm của Vật liệu Kim loại đối với Sự Giòn Hydro Khí". Tương đương ISO là ISO 11114-4. Mặc dù phương pháp này ban đầu được thiết kế cho môi trường hydro áp suất cao, có thể nó có thể được sử dụng để đánh giá kim loại trong Syngas hoặc carbon monoxide.

Disk pressure test measures susceptibility to hydrogen embrittlement of metallic materials under high pressure hydrogen. A thin disk sample is placed as a membrane in a test cell is subject to high pressure helium and hydrogen. The ratio between the helium burst pressure and the hydrogen burst pressure indicates the susceptibility of the material to environmental hydrogen embrittlement. A standard test procedure has been established as ASTM F1459 "Standard Test Method for Determination of the Susceptibility of Metallic Materials to Gaseous Hydrogen Embrittlement". The ISO equivalent is ISO 11114-4. While the method was originally intended for high pressure hydrogen environments, it is possible that it could be used to evaluate metals in Syngas or carbon monoxide.

Phụ lục D: Các yếu tố luyện kim ảnh hưởng đến độ dai và cơ chế phá hủy giòn *Appendix D: Metallurgical factors affecting toughness and brittle fracture mechanisms*

D1. Giới thiệu / *Introduction*

- Người ta thường công nhận rằng các hợp kim kỹ thuật được sử dụng trong việc truyền dẫn khí áp cao qua đường ống phải có độ dai thích hợp. Bên cạnh đó, cũng được công nhận rằng khí hydro có thể gây giòn và ảnh hưởng tiêu cực đến độ dai của nhiều loại hợp kim kỹ thuật. Các thông số khí có thể ảnh hưởng đến độ dai và các tính chất liên quan bao gồm độ tinh khiết của hydro, thành phần khí, nhiệt độ và áp suất. Ngoài ra, còn có các yếu tố luyện kim cũng đóng vai trò quan trọng. Phần này sẽ đề cập ngắn gọn đến các yếu tố luyện kim được xem là có ảnh hưởng đáng kể đến hiện tượng giòn do hydro.

It is generally acknowledged that engineering alloys used in the transmission of high pressure gas via pipelines must have adequate toughness. In addition, it is also acknowledged that hydrogen gas may embrittle and adversely affect the toughness of many engineering alloys. Gas parameters that may affect toughness and related properties include factors such as hydrogen purity, gas composition, temperature and pressure. In addition, there are metallurgical factors which also play an important role. This section will briefly touch on the metallurgical factors which are considered significant in hydrogen embrittlement.

D2. Cấu trúc tinh thể / *Crystal structure*

- Các hợp kim kỹ thuật chủ yếu có cấu trúc tinh thể dạng lập phương tâm mặt (FCC), lập phương tâm khối (BCC) và lục giác xếp chặt (HCP). Trong một số điều kiện nhất định như làm nguội nhanh hoặc hàn, sự chuyển biến thù hình bị ức chế sẽ dẫn đến sự hình thành martensite, một mạng tinh thể dạng tứ giác tâm khối. Martensite cũng có thể được hình thành do biến dạng cơ học. Thông thường, độ dai cao nhất đạt được với cấu trúc FCC, tiếp theo là BCC và HCP. Các hợp kim được sử dụng phổ biến nhất cho việc truyền dẫn khí áp suất cao là thép carbon, vốn có cấu trúc BCC. Ngoài ra, mặc dù các hợp kim niken thường có cấu trúc FCC, một số trong số đó vẫn có thể bị giòn trong môi trường chứa H₂.

The major engineering alloys have crystal structures which are face centered cubic (FCC), body centered cubic (BCC) and hexagonal closed-packed (HCP). Under certain conditions such as rapid quenching and welding, suppressed allotropic transformation will result in the formation of martensite, a body centered tetragonal lattice. Strain induced martensite is also possible. Generally, the highest toughness is achieved with FCC structures followed by BCC and HCP. The most common used alloys for the transmission of high pressure gas are carbon steels which have a BCC structure. Also, while nickel alloys generally have FCC structure, some of them are subject to embrittlement in H₂.

D3. Các kiểm soát luyện kim chính / *Key Metallurgical controls*

- Các kiểm soát hoặc kỹ thuật luyện kim chính ảnh hưởng đến độ dai và đóng vai trò trong thép ống dẫn đường là như sau:

Key metallurgical controls or techniques which impact toughness and play a role in line pipe steels are as follows:

- Kiểm soát thành phần hóa học hợp kim
Controls on alloy chemistry
- Các phụ gia kiểm soát hình dạng tạp chất
Inclusion shape control additives
- Cấu trúc vi mô hạt mịn
Fine grained microstructures
- Sử dụng thép khử oxy
Use of killed steels
- Hàm lượng carbon tương đương thấp hoặc giảm
Low or reduced carbon equivalents
- Hợp kim hóa vi lượng
Microalloying

- Cần lưu ý rằng một số yếu tố trên thuộc nhiều hơn một loại và có liên quan với nhau về ảnh hưởng đến độ dai.

It should be noted that some of the above fall in more than one category and are related in terms of the effects on toughness.

D4. Kiểm soát thành phần hóa học hợp kim / *Controls on alloy chemistry*

- Ảnh hưởng của hàm lượng lưu huỳnh và photpho đến độ dai của thép đã được biết đến từ lâu. Các nguyên tố như lưu huỳnh, photpho, antimon, thiếc và asen cùng các hợp chất của chúng

cũng được phát hiện là ức chế phản ứng tái hợp hydro, do đó làm tăng sự nạp hydro nguyên tử vào hợp kim.

The effects of sulfur and phosphorus contents on the toughness of steel have been known for some time. Elements such as sulfur, phosphorus, antimony, tin and arsenic and their compounds also have been found to inhibit the hydrogen recombination reaction, thus increasing the charging of atomic hydrogen into the alloy.

- Lưu huỳnh thường tồn tại dưới dạng các tạp chất sulfua kéo dài. Nồng độ tạp chất sulfua cao làm giảm độ dai, đặc biệt theo phương ngang của ống hoặc tấm. Với các quy trình sản xuất thép hiện đại, mức lưu huỳnh tối đa 0.01% là khả thi và mong muốn đối với các sản phẩm cán luyện có độ dai cao.

Sulfur is usually present in the form of elongated sulfide inclusions. High concentrations of sulfide inclusions reduce toughness particularly in the transverse direction of pipes or plates. With modern steel making processes, maximum sulfur levels of 0.01% are feasible and desirable for high toughness wrought mill forms.

- Phốt pho có ảnh hưởng bất lợi đến độ dai. Nó làm tăng nhiệt độ chuyển đổi và đập lên tới 8 °C (15 °F) cho mỗi lần tăng 0.01%P. Mức tối đa 0.015% P được khuyến nghị.

Phosphorus has a deleterious effect on toughness. It raises the impact transition temperature by as much as 8 °C (15 °F) for each increase of 0.01%P. A maximum level of 0.015% P is recommended.

- Hàm lượng carbon và mangan rất quan trọng trong thép carbon. Tỷ lệ Mn:C ít nhất 3:1 là mong muốn. Mn có xu hướng làm giảm nhiệt độ chuyển đổi và đập trong khi C sẽ làm tăng nó. Tuy nhiên, tỷ lệ Mn:C cao khi hàm lượng carbon cao có thể gây ra vấn đề về khả năng tôi và khả năng hàn.

Carbon and manganese levels are very important in carbon steels. A Mn:C ratio of at least 3:1 is desirable. Mn tends to reduce the impact transition temperature while C will raise it. However, high Mn:C ratios when carbon levels are high may cause problems with hardenability and weldability.

D5. Kiểm soát hình dạng sulfua / *Sulfide shape control*

- Ảnh hưởng bất lợi của tạp chất sulfua chủ yếu là do hình dạng của chúng, dài với các đầu nhọn và giống như vết nứt. Việc thêm các nguyên tố như nguyên tố đất hiếm hoặc canxi có thể thay đổi hình dạng sulfua để tạo ra các tạp chất sulfua có hình cầu, không làm giảm độ dai. Công nghệ kiểm soát hình dạng sulfua có thể được sử dụng kết hợp với việc giảm mức lưu huỳnh tối đa.

The detrimental effect of sulfide inclusions is primarily due to their shapes which are elongated with sharp ends and akin to cracks. Additions of species such as rare earth elements or calcium can modify the sulfide shape to produce sulfide inclusions with globular shapes which do not reduce toughness. Sulfide shape control technology can be used in conjunction with reduced maximum sulfur levels.

D6. Thép khử oxy / *Killed steels*

- Kiểm soát oxy dư bằng cách sử dụng các chất “khử oxy” hoặc chất khử oxy sẽ cải thiện độ dai. Khử oxy bằng nhôm có lợi thế bổ sung là tạo ra nitrua nhôm, góp phần tạo ra cấu trúc vi mô hạt mịn. Silic và các kim loại phản ứng như vanadi, titan, v.v. cũng có thể được sử dụng để khử oxy thép.

Control of residual oxygen by utilizing “killing” agents or deoxidizers will improve toughness. Aluminum killing has the additional advantage of forming aluminum nitrides which contribute to forming fine grained microstructures. Silicon and reactive metals such as vanadium, titanium etc. may also be used to kill or deoxidize steels.

D7. Cấu trúc vi mô và ảnh hưởng của cấu trúc vi mô hạt mịn / *Microstructure and effects of fine grained microstructure*

- Các cấu trúc vi mô mactenxit, thường hóa và tạo hình nóng được sử dụng trong các sản phẩm cán luyện của thép carbon và thép hợp kim thấp. Mactenxit tôi và ram nói chung có độ dai cao nhất và tiếp theo là cấu trúc vi mô thường hóa hạt mịn. Trong ống dẫn đường, cấu trúc mactenxit tôi và ram tương đối hiếm. Các cấu trúc vi mô thường hóa và tạo hình nóng thường gặp. Khi cần độ dai cao, thường hóa là phương pháp phổ biến nhất cho ống dẫn đường. Thường hóa tạo ra cấu trúc vi mô hạt mịn đồng nhất khi được thực hiện đúng cách. Sự thay đổi cấu trúc vi mô một cấp hạt ASTM có thể làm dịch chuyển nhiệt độ chuyển đổi dẻo sang giòn khoảng 10-15 °C.

Martensitic, normalized and hot formed microstructures are used in mill forms of carbon and low alloy steels. Quench and tempered martensite generally has the highest toughness and this is followed by fine grained normalized microstructure. In line pipe, quench and tempered martensite structures are relatively rare. Normalized and hot formed microstructures are commonly encountered. When high toughness is needed, normalizing is the most usual approach for line pipe. Normalizing produces a uniform fine grained microstructure when done properly. A change in the microstructure of one ASTM grain size can shift the ductile to brittle transition temperature by approximately 10-15 °C.

- Quá trình nhiệt cơ điển hình được sử dụng trong sản xuất ống dẫn đường hợp kim vi lượng ERW là một kỹ thuật khác để thu được cấu trúc vi mô hạt mịn. Độ dai của các loại thép này vượt trội

đáng kể so với thép ống dẫn đường được sản xuất bằng các kỹ thuật xử lý thép carbon truyền thống.

Thermomechanical processing typically used in the manufacture of ERW microalloyed line pipe is another technique for obtaining fine grained microstructure. The toughness of such steels greatly exceeds that of line pipe steels produced by traditional carbon steel processing techniques.

D8. Kiểm soát hàm lượng carbon tương đương / *Control of Carbon Equivalent*

- Hàn là một yếu tố cần thiết trong chế tạo đường ống dẫn khí công nghiệp áp suất cao. Trong luyện kim thép carbon thông thường, carbon và mangan là các nguyên tố chính chịu trách nhiệm phát triển các tính chất bền cần thiết, nhưng các nguyên tố khác như Cr, Mo, Ni, Cu, v.v. cũng sẽ đóng góp.

Welding is a necessary consideration in the fabrication of high pressure industrial gas pipelines. In conventional carbon steel metallurgy, carbon and manganese are the major elements responsible for developing necessary strength properties but other elements such as Cr, Mo, Ni, Cu etc. will also contribute.

- Vấn đề chính là khi hàm lượng các nguyên tố hợp kim tăng lên, khả năng tôi tăng lên và khả năng hình thành mactenxit không ram cứng và giòn sau khi hàn cũng tăng lên. Sự hiện diện của mactenxit không ram giòn có thể dẫn đến các vết nứt vi mô và làm tăng tính nhạy cảm với các cơ chế phá hủy liên quan đến hydro.

The major problem is that as the levels of alloying elements increase, the hardenability increases and so does the potential for forming hard and brittle untempered martensite after welding. The presence of brittle untempered martensite can lead to microcracks and increase susceptibility to failure mechanisms involving hydrogen.

- Một phương pháp kiểm soát là đặt ra các giới hạn về thành phần hóa học cho thép đường ống hoặc thép cấu kiện bằng phương pháp đương lượng carbon. Có nhiều công thức tính đương lượng carbon khác nhau nhưng công thức đương lượng carbon (C.E.) phổ biến nhất hiện nay là:

One method of control is to place limitations on chemistry for pipelines or component steels by the carbon equivalent approach. There are various carbon equivalent formulas but the most common carbon equivalent (C.E.) formula in use today is:

$$CE = \%C + \frac{\%Mn}{6} + \frac{\%Cr + \%Mo + \%V}{5} + \frac{\%Ni + \%Cu}{15}$$

- Trong các tài liệu tham khảo cũ hơn, đương lượng carbon tối đa 0,55 được coi là giới hạn cho các loại thép như API 5L X52 trong môi trường Hydro. Gần đây hơn, đương lượng carbon tối đa 0,43 đã được coi là mức tối đa cho phép đối với đường ống, nhưng các trường hợp đặc biệt có thể yêu cầu mức đương lượng carbon thấp hơn.

In older references, a carbon equivalent of 0.55 maximum was considered to be the limit for steels such as API 5L X52 in hydrogen service. More recently, a maximum carbon equivalent of 0.43 has been cited as the maximum allowable for pipelines, but special cases may require lower carbon equivalent levels.

- Đối với các loại thép hợp kim micro mới hơn có hàm lượng carbon thấp, các công thức tính đương lượng carbon thay thế có thể được sử dụng. Đối với thép có hàm lượng carbon thấp hoặc đương lượng carbon bằng hoặc nhỏ hơn 0,12%, thông số thành phần Pcm đã được chứng minh là một chỉ số tốt hơn về tính nhạy cảm với nứt. Thông số này, được phát triển bởi Ito-Bessyo, như sau:

With respect to the newer microalloyed steels with low carbon contents, alternative carbon equivalent formulas may be utilized. For steels with low carbon contents or carbon equivalents equal to or less than 0.12%, the composition parameter Pcm, has been found to be a better indicator of crack susceptibility. This parameter developed by Ito-Bessyo is as follows:

$$P_{cm} = \%C + (\%Mn + \%Si + \%Cu + \%Co) / 20 + \%Ni / 60 + \%Mo / 15 + \%V / 10 + 5 \%B$$

- Giới hạn chấp nhận được là tối đa 0,20%.

The acceptable limit is 0.20% maximum.

D9. Độ cứng Vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ) mối hàn / *Weld Heat Affected Zone (HAZ) Hardness*

- Việc kiểm soát độ cứng của mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt mối hàn có thể được cải thiện để loại bỏ hoặc giảm thiểu sự hiện diện của martensite chưa ram cứng giòn. Cả quy trình hàn và chứng chỉ thợ hàn đều có thể được kiểm soát liên quan đến độ cứng mối hàn và HAZ. Giới hạn độ cứng phổ biến nhất là mức Rockwell C 22, tương đương với Vickers 248. Thông thường, các mẫu mối hàn được gắn kết được kiểm tra bằng kỹ thuật microhardness. Giới hạn độ cứng này đã được áp dụng cho kim loại gốc ống trong môi trường khí chua và cũng áp dụng cho môi trường Hydro.

Controls over the weld and weld heat affect zone hardness can be improved to eliminate or minimize the presence of hard brittle untempered martensite. Both weld procedure and weld operator qualification can be controlled with respect to weld and HAZ hardness. The most common hardness limitation is a level of Rockwell C 22 which is equivalent to Vickers 248. Typically, mounted weld samples are tested using

microhardness techniques. The hardness limitation has been applied to pipe parent metal in sour gas services and it is applicable to hydrogen service also.

D10. Xử lý nhiệt trước và sau hàn để giảm ứng suất / *Pre and post weld stress relief*

- Một lựa chọn để kiểm soát độ cứng HAZ mỗi hàn khi hàn các loại thép có thể nhạy cảm với sự hình thành martensite trong HAZ là thông qua việc điều chỉnh quy trình hàn. Xử lý nhiệt trước hàn giúp ngăn ngừa sự hình thành martensite trong khi xử lý nhiệt sau hàn sẽ ram bất kỳ martensite nào và đồng thời giảm ứng suất trong HAZ. Nói chung, xử lý nhiệt trước và sau hàn làm tăng chi phí và phương pháp ưu tiên là đặt ra các giới hạn về thành phần hóa học hợp kim.
One option for controlling weld HAZ hardness when welding steels which may be susceptible to HAZ martensite formation is through modification of the welding process. Pre weld heat thermal treatment helps prevent martensite formation while post weld heat treatment will temper any martensite and stress relieve the HAZ simultaneously. Generally, pre and post weld heat treatments have added costs and the preferred approach is to place limitations on alloy chemistry.
- Liên quan đến việc đánh giá độ ổn định của austenite và các thành phần cấu trúc micro, có thể cần làm quen với các thông số sau:
In regard to an assessment of austenite stability and microstructural constituents, some familiarity with the following parameters may be needed:
 - 1) Hệ số ổn định (Δ)
Stability factor (Δ)
 - 2) Các hệ số biến đổi austenite (M_s , M_d30)
Austenite transformation factors (M_s , M_d30)
 - 3) Đương lượng Chromium, C_{req}
Chromium equivalent, C_{req}
 - 4) Đương lượng Nickel, N_{eq}
Nickel Equivalent, N_{eq}
- Các thông số được định nghĩa trong phần trước nhưng "Handbook of Stainless Steels" của Peckner và Bernstein được khuyến nghị làm tài liệu tham khảo để có thêm thông tin nền.
The parameters are defined in an earlier section but Peckner and Bernstein's "Handbook of Stainless Steels" is recommended as a reference for additional background.

D11. Thép không gỉ Austenitic không ổn định (Metastable) / *Metastable Austenitic Stainless Steels*

- Thép không gỉ austenitic có độ bền và khả năng chống hư hại môi trường tuyệt vời đối với các cơ chế liên quan đến Hydro. Trong một số loại thép không gỉ austenitic nhất định như 201, 301, 302, 304, 304L và 321, austenite không ổn định và có thể biến đổi thành martensite khi bị biến dạng, đặc biệt là khi nhiệt độ giảm. Sự hiện diện của martensite do biến dạng gây ra với lượng quá mức là có hại; sự gia tăng từ tính trong thép austenitic không ổn định được gia công nguội hoặc làm cứng biến dạng có thể là do sự hiện diện của martensite do biến dạng gây ra hoặc delta ferrite.
Austenitic stainless steels have excellent toughness and resistance to environmental damage for mechanisms involving hydrogen. In certain austenitic stainless steels such as 201, 301, 302, 304, 304L and 321, the austenite is metastable and may transform to martensite when strained, particularly, when temperature is reduced. The presence of strain induced martensite in excessive amount is detrimental; increases in magnetism in cold worked or strain hardened metastable austenitic steels may be due to the presence of strain induced martensite or delta ferrite.
- Các vấn đề với thép không gỉ austenitic không ổn định không có khả năng nghiêm trọng ở áp suất Hydro thấp nhưng có thể đáng lo ngại ở áp suất cao. Một giải pháp cho áp suất cao là chọn thép không gỉ austenitic có độ ổn định austenite cao, ví dụ: 316 hoặc 316L.
The problems with metastable austenitic stainless steels are not likely to be severe at low hydrogen pressure but might be of concern at high pressures. A solution for high pressure is to select austenitic stainless steels with high austenite stability, e.g., 316 or 316L.

D12. Mức độ bền / *Strength level*

- Trong thép carbon có độ bền thấp, hư hại do Hydro xảy ra chủ yếu do mất độ bền kéo hoặc phồng rộp. Thép có độ bền thấp thường bị hỏng theo kiểu dẻo trong môi trường Hydro. Thép carbon có độ bền cao hơn dễ bị giòn Hydro và thường bị nứt theo kiểu giòn. Ở cùng mức độ bền, cấu trúc micro hạt mịn được tôi và ram có khả năng chống nứt do Hydro tốt hơn so với cấu trúc micro thường hóa.
In low strength carbon steels, hydrogen damage occurs predominantly by loss in tensile ductility or blistering. Low strength steels usually fail in a ductile mode in hydrogen environment. Higher strength carbon steels are prone to hydrogen embrittlement and usually fracture in a brittle mode. At the same strength level, a quenched and tempered fine grain microstructure is more resistance to hydrogen cracking than the normalized microstructure.

- Tính nhạy cảm của thép không gỉ với giòn Hydro cũng phụ thuộc vào mức độ bền. Thép không gỉ ferritic có khả năng chống giòn Hydro ở mức độ bền thấp. Thép không gỉ austenitic có khả năng chống nứt do Hydro rất cao hoặc miễn nhiễm trong điều kiện ủ hoặc gia công nguội nhẹ. Thép không gỉ martensitic và làm cứng kết tủa cực kỳ nhạy cảm với giòn Hydro khi độ bền chảy tăng. Các mức ram có độ bền thấp hơn của thép làm cứng kết tủa được ưu tiên sử dụng cho các dịch vụ Hydro.

The susceptibility of stainless steels to hydrogen embrittlement is also dependent on the strength level. Ferritic stainless steels are resistant to hydrogen embrittlement at low strength levels. Austenitic stainless steels are highly resistant or immune to hydrogen cracking in the annealed or lightly cold worked condition. Martensitic and precipitation hardening stainless steels are extremely susceptible to hydrogen embrittlement with increasing yield strength. The lower strength tempers of precipitation hardening steels are preferred for hydrogen services.

D13. Thép hợp kim micro / *Microalloyed steels*

- Một phát triển lớn trong lĩnh vực ống dẫn là sự ra đời của thép hợp kim micro; đặc biệt là trong ống ERW. Hợp kim micro đề cập đến việc sử dụng một lượng nhỏ các nguyên tố hợp kim tạo ra hiệu ứng thường rất đáng kể và dường như không tương xứng với lượng thêm vào. Ví dụ về các tác nhân hợp kim micro bao gồm: Nb, V, Ti, các nguyên tố đất hiếm và Ca.

A major development in the area of line pipe has been the introduction of microalloyed steels; particularly, in ERW pipe. Microalloying refers to the use of small amounts of alloying elements which produce an effect generally very significant and seemingly out of proportion to the amount added. Examples of microalloying agents include: Nb, V, Ti, rare earth elements and Ca.

- Việc sử dụng thép hợp kim micro kết hợp với quy trình xử lý nhiệt cơ đặc biệt tạo ra các loại thép có cấu trúc micro hạt rất mịn, độ bền và khả năng hàn vượt trội do đương lượng carbon thấp. Sự kết hợp độ bền cao và đương lượng carbon thấp vượt trội so với thép carbon thông thường với carbon và mangan là các nguyên tố hợp kim chính.

The use of microalloyed steels coupled with the special thermal mechanical processing results in steels with very fine grained microstructures, exceptional toughness and weldability due to low carbon equivalent. The high strength and low carbon equivalent combinations are superior to conventional carbon steels with carbon and manganese as the major alloying elements.

- Nguyên tố hợp kim micro chính được sử dụng trong ống dẫn ERW là Nb. Có thể thêm Ca để kiểm soát hình dạng sulfide. V thường là tác nhân hợp kim micro chính trong ống hàn không hàn. Tiêu chuẩn API 5L đặt ra các kiểm soát về tổng lượng các nguyên tố chính thường được sử dụng trong ống dẫn thép hợp kim micro.

The major microalloying element used in ERW line pipe is Nb. Ca addition may be made for sulfide shape control. V is usually the major microalloying agent in seamless weld pipe. Specification API 5L places controls on the total amount of major elements typically used in microalloyed steel line pipe.

- Rất có thể nhiều người sử dụng ống dẫn đang sử dụng thép hợp kim micro mà không hề hay biết.

It is very possible that many users of line pipes are using microalloyed steels and are unaware of this.

D14. Hàn / *Welding*

- Đã có những tham chiếu đến việc hàn trong các phần trước của mục này. Hàn là cực kỳ quan trọng. Quy trình hàn phải tạo ra các mối hàn không có khuyết tật và các vùng ảnh hưởng nhiệt mối hàn phù hợp với các tính chất cơ học và độ bền của ống dẫn được nối. Điều quan trọng là mức độ cứng trong mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt mối hàn phải được kiểm soát để tránh các điểm cứng. Kim loại phụ hàn, chứng chỉ quy trình hàn, chứng chỉ thợ hàn, các thử nghiệm cơ học, các kỹ thuật luyện kim và các kỹ thuật NDT đều đóng vai trò trong việc đảm bảo rằng đường ống chế tạo có đủ độ bền cho các ứng dụng Hydro.

There have been references to welding in previous portions of this section. Welding is extremely critical. The welding process should produce defect free welds and weld heat affected zones which match the mechanical and toughness properties of the line pipe being joined. It is important that hardness levels in the weld and weld heat affected zone be controlled to avoid hard spots. Weld filler metals, weld process qualification, weld operator qualification, mechanical tests, metallographic techniques and NDT techniques all play a role in ensuring that the fabricated pipeline has adequate toughness for hydrogen applications.

Phụ lục F: Ví dụ về chương trình bảo trì phòng ngừa cho đường ống carbon monoxide và syngas

Appendix F: Example of preventive maintenance programme for carbon monoxide and syngas pipelines

Lưu ý: Các khoảng thời gian hiển thị chỉ là ví dụ và không phản ánh thực hành bắt buộc hoặc phổ quát.

Note: Intervals shown are only examples and do not reflect required or universal practice.

a. Hệ thống đường ống / Pipeline systems

		Khoảng thời gian kiểm tra <i>Checking interval</i>						
Đường ống ngầm <i>Underground pipelines</i>		1 tháng <i>1 Month</i>	3 tháng <i>3 Months</i>	6 tháng <i>6 Months</i>	1 năm <i>1 Year</i>	3 năm <i>3 Year</i>	5 năm <i>5 Year</i>	Khi cần thiết <i>When required</i>
	Tuần tra đường ống <i>Pipeline patrol</i>	X						
	Tuần tra đường ống ở khu vực trọng yếu <i>Pipeline patrol in critical areas</i>	Hàng ngày <i>Daily</i>						
	Kiểm tra bảo dưỡng đi bộ <i>On-foot servicing inspection</i>				X			
	Kiểm tra ống đứng và ống bọc đường ống <i>Pipeline risers and casing inspection</i>			X				
	Anh hưởng của khai thác mỏ (lún đất) <i>Effect of mining (subsidence)</i>					X		
Đường ống trên mặt đất <i>Above-ground pipelines</i>								
	Tuần tra và bảo dưỡng đường ống <i>Pipeline patrol and servicing</i>			X				
	Cầu ống - kiểm tra và sơn <i>Pipe bridges- inspection and painting</i>				X			
	Giá đỡ và neo <i>Supports and anchorages</i>						X	
	Kiểm tra bên trong đường ống <i>Inner pipeline inspection</i>							X

b. Bảo vệ cathodic / Cathodic protection

		Khoảng thời gian kiểm tra <i>Checking interval</i>						
		1 tháng <i>1 Month</i>	3 tháng <i>3 Months</i>	6 tháng <i>6 Months</i>	1 năm <i>1 Year</i>	3 năm <i>3 Year</i>	5 năm <i>5 Year</i>	Khi cần thiết <i>When required</i>
	Trạm thoát nước <i>Drainage stations</i>	X						
	Trạm dòng điện cưỡng bức <i>Impressed current stations</i>	X						
	Thiết bị bảo vệ chống dòng AC <i>Protection devices against AC</i>	X						

	Điện thế DC ống/đất, bật/tắt <i>Pipe/ground DC potential, on/off</i>			X				
	Điện thế và dòng điện AC ống/đất <i>Pipe/ground AC potential and current</i>			X				
	Nối đất, anode, <i>Earths, anodes,</i> kết nối, cầu chì, khe phóng điện <i>connections fuses, spark gaps</i>			X				
	Mối nối cách điện <i>Insulating joints</i>			X				
	Hiệu quả CP tổng thể <i>Overall CP effectiveness</i>				X			
	Phát hiện lỗi lớp phủ ở khu vực nhạy cảm <i>Coating defect detection in sensitive areas</i>						X	
	Kiểm tra hệ thống toàn diện <i>Comprehensive system audit</i>							X

c. Kiểm tra các trạm / Checking of stations

		Khoảng thời gian kiểm tra <i>Checking interval</i>						
		1 tháng <i>1 Month</i>	3 tháng <i>3 Months</i>	6 tháng <i>6 Months</i>	1 năm <i>1 Year</i>	3 năm <i>3 Year</i>	5 năm <i>5 Year</i>	Khi cần thiết <i>When required</i>
	Độ kín chung <i>General tightness</i>	X						
	Hệ thống viễn thông <i>Telecommunication system</i>	X						
	Ghi lại các phép đo máy dò khí <i>Record measurements gas detector</i>	X						
	Van ngắt khẩn cấp <i>Emergency shut-off valve</i>			X				
	Van, van điều khiển, v.v. <i>Valves, control valves, etc.</i>				X			
	Vệ sinh bộ lọc <i>Cleaning filter</i>				X			
	Van an toàn (nếu có) <i>Safety valve (if any)</i>					X		
	Vệ sinh và sơn lại đường ống <i>Cleaning and repainting piping</i>			X				
	Hiệu chuẩn lưu lượng kế <i>Calibration flow meters</i>						X	

d. Hệ thống quản lý an toàn / Safety management system

		Khoảng thời gian kiểm tra <i>Checking interval</i>						
		1 tháng <i>1 Month</i>	3 tháng <i>3 Months</i>	6 tháng <i>6 Months</i>	1 năm <i>1 Year</i>	3 năm <i>3 Year</i>	5 năm <i>5 Year</i>	Khi cần thiết <i>When required</i>
	Đào tạo nhân sự <i>Training of personnel</i>				X			

	Kế hoạch ứng phó khẩn cấp - kiểm tra và cập nhật <i>Emergency response plan- test and update</i>				X			
	Kiểm tra Hệ thống Quản lý An toàn <i>Audit Safety Management System</i>						X	
	Hệ thống Phát hiện Rò rỉ - kiểm tra <i>Leak Detection System - test</i>				X			
	Thông tin cho cơ quan chức năng <i>Information to authorities</i>					X		

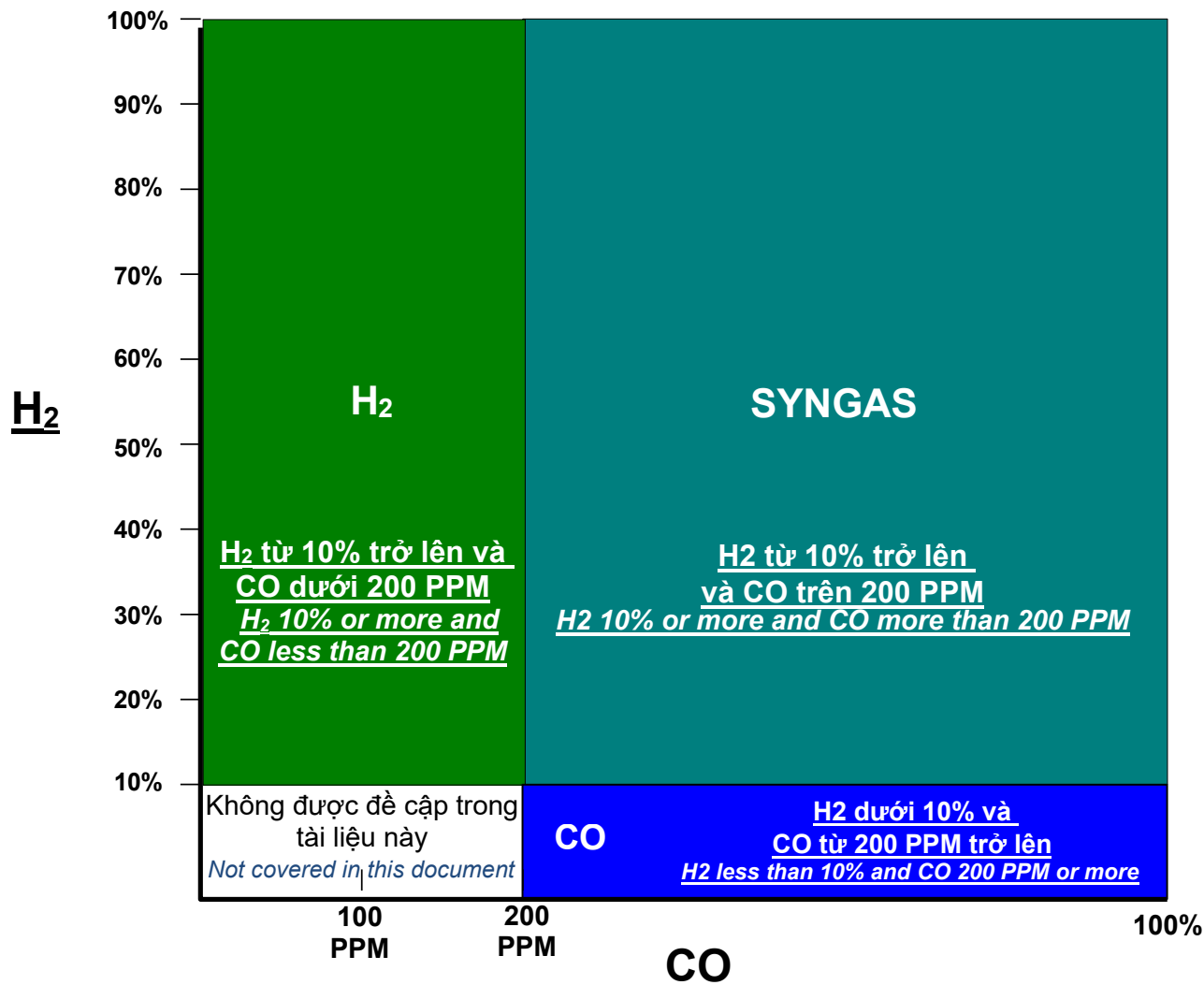
Phụ lục G: Tiêu chí thành phần cho CO và Syngas

Appendix G: Composition criteria for CO and Syngas

- Tài liệu này đặc biệt đề cập đến carbon monoxide và syngas như được định nghĩa dưới đây:
This document specifically refers to carbon monoxide and syngas as defined below:
 - Trạng thái: Khí
State : Gas
 - Thành phần (theo mol) :
Components (molar) :
 - Nước : nhỏ hơn 20 PPM (điểm sương @ 1 atmosphere = -55°C/-67°F)
Water : less than 20 PPM (dew point @ 1 atmosphere = -55°C/-67°F)
 - Khí trơ và / hoặc metan (khí tự nhiên): phần còn lại
Inerts and / or methane (natural gas): balance
 - CO₂ : nhỏ hơn 100 PPM
CO₂ : less than 100 PPM
 - H₂ và CO theo biểu đồ Phân loại hỗn hợp H₂ / CO Các thành phần khác : không đáng kể
H₂ and CO per Classification of H₂ / CO Mixtures diagram Other components : negligible
- Điều quan trọng cần lưu ý là độ ẩm là một chất gây ô nhiễm nghiêm trọng trong ngữ cảnh này và tài liệu này không nên được sử dụng cho các hỗn hợp mà sự ngưng tụ độ ẩm có thể dự kiến xảy ra.
It is important to note that moisture is a critical contaminant in this context and this document should not be used for mixtures in which condensation of moisture may be expected to occur.
- Xem ấn phẩm của EIGA/CGA/AIGA Đường ống vận chuyển hydro
See the EIGA/CGA/AIGA publication Hydrogen transportation pipelines

Phân loại Hỗn hợp khí chứa H₂ và / hoặc CO

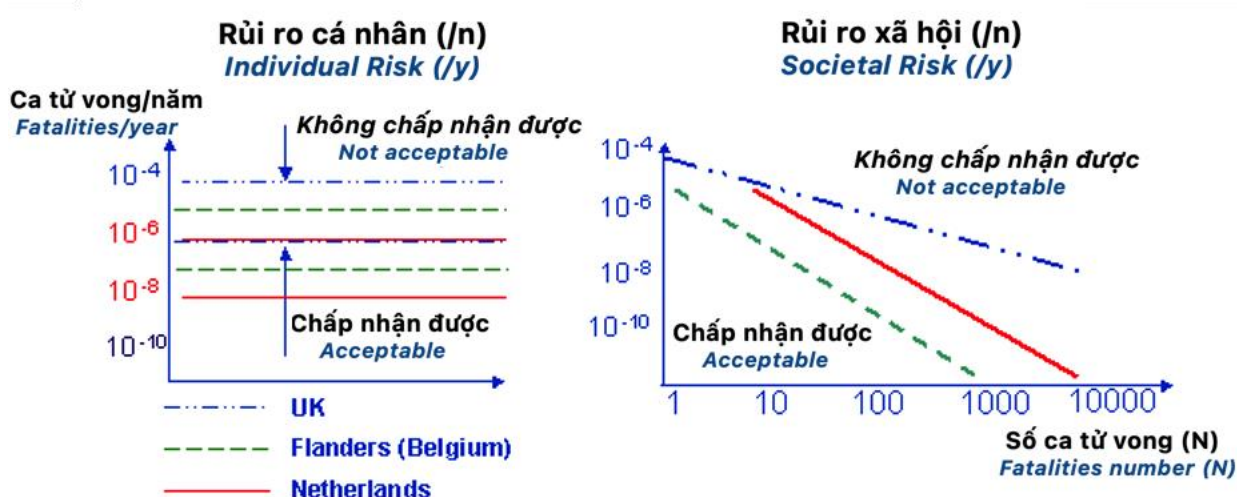
Classification of Gas Mixtures Containing H₂ and / or CO



Phụ lục J: Tiêu chí chấp nhận xác suất

Appendix J: Probability acceptance criteria

- Có tham khảo bài báo “Tổng quan về các biện pháp rủi ro định lượng đối với tổn thất sinh mạng và thiệt hại kinh tế”, của S.N. Jonkman, P.H.A.J.M. van Gelder và J.K. Vrijling, xuất bản trên Tạp chí Vật liệu Nguy hiểm (*Journal of Hazardous Materials*)
Reference is made to the article “An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage”, by S.N. Jonkman, P.H.A.J.M. van Gelder and J.K. Vrijling, published in the Journal of Hazardous Materials
- **Ví dụ về các tiêu chí rủi ro áp dụng tại Hà Lan và Vương quốc Anh**
Examples of risk criteria applicable in the Netherlands and in the United Kingdom
 - Rủi ro cá nhân được định nghĩa là xác suất một người ở tại một vị trí ngoài trời nhất định mọi lúc bị thương chí mạng do bất kỳ sự kiện bất thường nào ảnh hưởng đến đường ống.
The individual risk is defined as the probability for a person remaining at a given open air location at all times being fatally injured as a result of any abnormal event affecting the pipe.
 - Rủi ro xã hội tính đến số người tử vong, có thể xảy ra trong trường hợp sự kiện bất thường ảnh hưởng đến đường ống. Xác suất tối thiểu yêu cầu của sự kiện bất thường giảm khi số người tử vong tăng lên.
The societal risk takes into account the number of fatalities, which may occur in the case of an abnormal event affecting the pipe. The required minimum probability of the abnormal event decreases with the number of fatalities



- **Xác suất rủi ro độc tính của CO sử dụng hàm Probit**
Probability of CO toxicity risk using Probit functions
 - Một phương trình probit có thể được sử dụng để xác định xác suất tử vong do phơi nhiễm độc hại. Phương trình probit là:
A probit equation can be used to determine the probability of fatality from a toxic exposure. The probit equation is:

$$\text{Probit} = A + B \ln(C^n t)$$
 - Trong đó A, B và n là các hệ số probit đặc trưng cho vật liệu từ phơi nhiễm độc hại trên động vật, C là nồng độ vật liệu độc hại tính bằng ppm và t là thời gian phơi nhiễm tính bằng phút.
Where A, B and n are material specific probit coefficients from toxic exposures to animals, C is the concentration of the toxic material in ppm and t is the exposure time in minutes.
 - Xác suất tử vong được cho bởi hàm phân phối chuẩn. Probit 2.67 tương ứng với 1% khả năng tử vong. Probit 5 tương ứng với xấp xỉ 50% khả năng tử vong. Probit 8 được giả định có nghĩa là 100% khả năng tử vong.
The probability of fatality is given by a normal distribution function. A probit of 2.67 corresponds to a 1% chance of fatality. A probit of 5 corresponds to approximately 50% chance of fatality. A probit of 8 is assumed to mean 100% chance of fatality.
 - Chương trình mô hình hóa hậu quả có sẵn trên thị trường, PHAST, cung cấp theo mặc định các hệ số probit cho cacbon monoxit.
The commercially available consequence modelling programme, PHAST, provides by default the probit

coefficients for carbon monoxide.

	A	B	n
PHAST	-37.98	3.7	1

- Các giá trị probit được so sánh với tác động dự kiến (tham khảo 4.2.2) của nồng độ và thời gian phơi nhiễm được liệt kê ở trên. Sự so sánh này được tóm tắt dưới đây.

The probit values were compared with the expected impact (referring to 4.2.2) of the exposure concentration and duration listed above. This comparison is summarized below.

Nồng độ <i>Concentration</i> (ppm)	Thời gian phơi nhiễm (phút) <i>Exposure time</i> (min)	Mô tả ảnh hưởng trong tài liệu EIGA <i>Effects description in EIGA document</i>	PHAST probit	Tỷ lệ tử vong (%) <i>Percentage of</i> <i>fatalities</i>
1 500	30	Đau đầu, buồn nôn, ngộ độc và tử vong trong trường hợp phơi nhiễm kéo dài (hơn 30 phút) <i>Headache, nausea, poisoning and fatal in case of prolonged exposure (more than 30 minutes)</i>	1.66	< 1%
2 500	60	Suy sụp nhanh, tử vong trong một hoặc hai giờ <i>Rapid collapse, death in one or two hours</i>	6.12	87 %
5 000	30	Ngộ độc nặng, tử vong trong vòng chưa đầy một giờ <i>Massive poisoning, death in less than one hour</i>	6.12	87 %
7000	10	1% tử vong <i>1% fatalities</i>	3.30	4.5 %
10 000	10	Tử vong trong 10 đến 15 phút <i>Death in 10 to 15 minutes</i>	4.62	35 %
50 000	2	Ngộ độc tức thời, tử vong ngay lập tức <i>Instantaneous poisoning, immediately fatal</i>	4.62	35 %

- Đối với phơi nhiễm 7000 ppm trong 10 phút, probit cao hơn mức tử vong 1% (tức là probit 2.67) được liệt kê trong bảng trên như mô tả về tác động của phơi nhiễm đó.
For the 7000 ppm exposure for 10 minutes, the probit is above the 1% fatality (i.e. probit of 2.67) listed in table above as a description of the impact of such an exposure.

- Các mô tả còn lại được liệt kê trong bảng trên dường như phù hợp tốt với xác suất tử vong được dự đoán bởi probit. Probit cho các phơi nhiễm này là khoảng 5 (tức là 50% khả năng tử vong cho phơi nhiễm đó).

The rest of the descriptions listed in the above table appear to agree well with the probability of fatalities predicted by the probit. The probit for the exposures are around 5 (i.e. 50% chance of fatality for such an exposure).

- Mặc dù không có sự đồng thuận chung về các giá trị probit nên được sử dụng cho các tính toán này, probit có thể cung cấp hiểu biết tốt hơn về tác động của nồng độ và/hoặc thời gian không được liệt kê trong bảng và tác động của phơi nhiễm với nồng độ CO thay đổi theo thời gian.

Although there is not universal consensus on the probit values that should be used for these calculations, probits can provide a better understanding of the impact of concentrations and/or durations that are not listed in the table and the impact of exposure to time-varying concentrations of CO.

Phụ lục K: Tài liệu tham khảo

Appendix K: References

ASM

- Sổ tay ASM “Tính chất và Lựa chọn: Sắt, Thép và Hợp kim Hiệu suất cao”, Tập 1, ASM International, Metals Park, OH, 1990
ASM Handbook “Properties and Selection: Irons, Steels and High Performance Alloys”, Vol. 1, ASM International, Metals Park, OH, 1990
- Sổ tay ASM “Hàn, Hàn cứng và Hàn mềm”, Tập 6, ASM International, Metals Park, OH 1993
ASM Handbook “Welding, Brazing and Soldering”, Vol. 6, ASM International, Metals Park, OH 1993

ASME

- Thiết kế và Xây dựng Đường ống xuất bản bởi ASME năm 2000, trang 581-604 B31.3 : Hệ thống đường ống chịu áp lực cho Nhà máy lọc dầu và Nhà máy hóa chất
Pipeline Design and Construction published by ASME in 2000, pages 581-604 B31.3 : Pressure Piping for Refineries and Chemical Plants
- B31.8 : Hệ thống đường ống truyền tải và phân phối khí
B31.8 : Gas transmission and distribution piping systems

API

- API 5L : Tiêu chuẩn kỹ thuật cho đường ống
API 5L : Specification for line pipe
- API 520 : Tính toán kích thước, lựa chọn và lắp đặt các thiết bị giảm áp trong nhà máy lọc dầu
API 520 : Sizing, selection and installation of pressure-relieving devices in refineries
- API 521 : Hướng dẫn về hệ thống giảm áp và xả
API 521 : Guide for pressure-relieving and depressuring systems
- API 941: Khuyến nghị thực hành cho Thép sử dụng trong môi trường hydro ở nhiệt độ và áp suất cao trong Nhà máy lọc dầu và Nhà máy hóa dầu
API 941: Recommended Practice for Steels for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures in Petroleum Refineries and Petrochemical Plants
- API 1104: Hàn đường ống và các cơ sở liên quan
API 1104: Welding of pipelines and related facilities
- API RP500 A, B, C: Khuyến nghị thực hành phân loại khu vực cho lắp đặt điện tại các cơ sở dầu khí
API RP500 A, B, C: Recommended practice for classification of locations for electrical installations at petroleum facilities

ASTM

- G 142: Phương pháp thử tiêu chuẩn để xác định tính nhạy cảm của kim loại đối với hiện tượng giòn hóa trong môi trường chứa hydro ở áp suất cao, nhiệt độ cao hoặc cả hai
G 142: Standard Test method for Determination of Susceptibility of Metals to Embrittlement in Hydrogen Containing Environment at High pressure, High Temperature or both
- G 129: Thực hành tiêu chuẩn cho thử nghiệm tốc độ biến dạng chậm để đánh giá tính nhạy cảm của vật liệu kim loại đối với nứt do môi trường
G 129: Standard Practice for Slow Strain Rate Testing to Evaluate the Susceptibility of Metallic Materials to Environmentally Assisted Cracking
- F 1459: Phương pháp thử tiêu chuẩn để xác định tính nhạy cảm của vật liệu kim loại đối với hiện tượng giòn hóa do hydro dạng khí
F 1459: Standard test method for determination of the susceptibility of metallic materials to gaseous hydrogen embrittlement

ATEX

- 94/9: Chỉ thị Châu Âu về môi trường dễ cháy nổ
94/9: European directive on explosive atmospheres

NASA

- Tiêu chuẩn an toàn cho hydro và Hệ thống hydro: Hướng dẫn thiết kế Hệ thống hydro, lựa chọn vật liệu, vận hành, *tồn chứa* và vận chuyển
Safety Standard for Hydrogen and Hydrogen Systems: Guidelines for Hydrogen System Design, Materials

Selection, Operations, Storage and Transportation
NACE

- MR0 175-2000: Yêu cầu vật liệu tiêu chuẩn cho vật liệu kim loại chống nứt do ứng suất sunfua cho thiết bị mỏ dầu
MR0 175-2000: Standard Material Requirements for Sulphide Stress Cracking Resistant Metallic Materials for Oilfield Equipment
- Tiêu chuẩn TM0284-96, mục N°21215, Phương pháp thử tiêu chuẩn, Đánh giá thép đường ống và *bình chịu áp lực* về khả năng chống nứt do hydro
Standard TM0284-96, item N°21215, Standard test method, Evaluation of pipeline and pressure vessel steels for resistance to hydrogen-induced cracking
- Tiêu chuẩn RP0177-95: Giảm thiểu tác động của dòng điện xoay chiều và sét lên cấu trúc kim loại và hệ thống kiểm soát ăn mòn
Standard RP0177-95: Mitigation of Alternating Current and Lightning Effects on Metallic Structures and Corrosion Control Systems
- Tiêu chuẩn RP01-98: Kiểm soát ăn mòn dưới lớp cách nhiệt và vật liệu chống cháy
Standard RP01-98: Control of corrosion under thermal insulation and fire proofing material
- Tiêu chuẩn RP05 02: Phương pháp đánh giá trực tiếp ăn mòn ngoài đường ống
Standard RP05 02: Pipeline external corrosion direct assessment methodology

EIGA

- Doc 100: Chai hydro và Bình bồn vận chuyển
Doc 100: Hydrogen Cylinders and Transport Vessels
- Doc 15: Trạm hydro dạng khí
Doc 15: Gaseous Hydrogen Stations
- Doc 95: Khuyến nghị tránh hỏng hóc Chai chứa CO và Hỗn hợp CO/CO2
Doc 95: Recommendation for the Avoidance of Failure of CO and CO/CO2 Mixture Cylinders
- DOC 75/01: Xác định khoảng cách an toàn
DOC 75/01: Determination of safety distances

CGA

- G 5.4: Tiêu chuẩn cho hệ thống đường ống Hydro tại địa điểm tiêu thụ G 5.5: Hệ thống xả Hydro
G 5.4: Standard for hydrogen piping systems at consumer locations G 5.5: Hydrogen vent systems

ISO

- ISO 13623: Công nghiệp dầu khí - Hệ thống vận chuyển bằng đường ống
ISO 13623: Petroleum and natural gas industries-Pipeline transportation systems
- EN ISO 11114-Phần 1: Chai khí. Tính tương thích của vật liệu chai khí và van với thành phần khí: Vật liệu kim loại
EN ISO 11114-Part 1: Gas Cylinder. Compatibility of Gas cylinder and valve materials with gas contents: Metallic materials
- EN ISO 11114-Phần 2: Chai khí. Tính tương thích với vật liệu phi kim loại EN ISO 11114-Phần 4: Tính tương thích với Hydro - Phương pháp thử nghiệm
EN ISO 11114-Part 2: Gas cylinders. Compatibility with non-Metals EN ISO 11114-Part 4: Hydrogen compatibility-Test methods
- ISO 9809: Thiết kế chai
ISO 9809: Cylinder design
- ISO 11120: Thiết kế ống Jumbo
ISO 11120: Jumbo tubes design

EN

- EN1594: Hệ thống cung cấp khí - Đường ống cho áp suất vận hành tối đa trên 16 bar EN 14161: tương tự ISO 13623
EN1594: Gas supply systems- Pipelines for maximum operating pressures over 16 bars EN 14161: same as ISO 13623
- EN 10208-2: Ống thép cho đường ống dẫn chất lỏng dễ cháy
EN 10208-2: Steel pipes for pipelines for combustible fluids
- EN 12954: Bảo vệ catốt cho cấu trúc kim loại chôn ngầm hoặc ngâm trong nước

EN 12954: Cathodic protection of buried or immersed metallic structures

- EN10285: Ống và phụ kiện thép cho đường ống trên bờ và ngoài khơi - Lớp phủ ngoài ba lớp đùn gốc polyetylen
EN10285: Steel tubes and fittings for on and offshore pipelines- External three layer extruded polyethylene based coatings
- EN12732: Hệ thống cung cấp khí. Hàn đường ống thép - Yêu cầu chức năng
EN12732: Gas supply systems. Welding steel pipework- Functional requirements
- EN60079-10: Thiết bị điện cho môi trường khí nổ - Phần 10: Phân loại khu vực nguy hiểm
EN60079-10: Electrical apparatus for explosive gas atmospheres- Part 10: Classification of hazardous Areas
- EN60079-14: Thiết bị điện cho môi trường khí nổ - Phần 14: Lắp đặt điện trong khu vực nguy hiểm
EN60079-14: Electrical apparatus for explosive gas atmospheres- Part 14: Electrical installations in hazardous areas
- EN61508: An toàn chức năng của hệ thống liên quan đến an toàn điện/điện tử/điện tử có thể lập trình
EN61508: Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems

NFPA

- NFPA 50A: Tiêu chuẩn cho hệ thống Hydro dạng khí tại địa điểm tiêu thụ NFPA - 70: Quy chuẩn Điện Quốc gia
NFPA 50A: Standard for gaseous hydrogen systems at consumer sites NFPA - 70 : National Electric Code
- NFPA-496: Vỏ bọc được làm sạch
NFPA-496: Purged enclosures
- NFPA-497: Vị trí lắp đặt điện trong khu vực quy trình hóa chất
NFPA-497: Locations for electrical installations in chemical process areas

IEC

- IEC 79: Thiết bị điện cho môi trường khí nổ
IEC 79: Electrical apparatus for explosive gas atmospheres

TIÊU CHUẨN ĐỨC / GERMAN STANDARDS

- TRFL: Quy tắc kỹ thuật cho hệ thống đường ống dẫn (2003)
TRFL: Technische Regel für Rohrfernleitungsanlagen (2003)

TIÊU CHUẨN ANH / BRITISH STANDARDS

- BS 8010: Đường ống, Phần 2. Đường ống trên đất liền: thiết kế, xây dựng và lắp đặt
BS 8010: Pipelines, Part 2. Pipelines on land : design , construction and installation
- BS PD 8010: Phần 1, Đường ống trên đất liền: thiết kế, xây dựng và lắp đặt (dự kiến ban hành năm 2004)
BS PD 8010: Part 1, Pipelines on land: design, construction and installation (scheduled to be issued in 2004)

TÀI LIỆU KỸ THUẬT KHÁC / *OTHER TECHNICAL LITERATURE*Khí Hydro / *Hydrogen Gas*

- Bách khoa toàn thư về khí, Air Liquide
Gas encyclopaedia, Air Liquide
- A.W. Thompson, "Hydro: Công nghệ và những hàm ý," Tập 2, CRC Press, Cleveland, 1977.
A.W. Thompson, "Hydrogen: Its Technology and Implications," Vol. 2, CRC Press, Cleveland, 1977.
- Ảnh hưởng của Hydro lên vật liệu
Hydrogen Effects on Materials
- Barthelemy, Herve, "Hiện tượng giòn hóa do Hydro của một số thép không gỉ Austenit, Hội nghị Hydro và Vật liệu", Bắc Kinh, 9-13 tháng 5, 1988
Barthelemy, Herve, "Hydrogen gas embrittlement of some austenitic stainless steels, Hydrogen and materials Conference", Beijing, May, 9-13, 1988
- Barthelemy, Herve, "Tương tác của thép với Hydro trong dịch vụ bình chịu áp lực công nghiệp dầu khí", Hội nghị Quốc tế, Paris, 28-30 tháng 3, 1989
Barthelemy, Herve, "Interaction of steels with hydrogen in petroleum industry pressure vessel service", International Conference, Paris, March 28-30, 1989
- Loginow, A.W. và Phelps, E.H., "Thép cho bình chịu áp lực Hydro không hàn," Corrosion, 31 (1975), tr. 404.
Loginow, A.W. and Phelps, E.H., "Steel for Seamless Hydrogen Pressure Vessels," Corrosion, 31 (1975), p. 404.
- Walter, R.J., Jewett, R.P., và Chandler, W.T., "Về cơ chế giòn hóa do Hydro của hợp kim gốc sắt và niken," Materials Science and Engineering, 5 (2), 99-110 (tháng 1, 1970).
Walter, R.J., Jewett, R.P., and Chandler, W.T., "On the Mechanism of Hydrogen Embrittlement of Iron-and-Nickel-Base Alloys," Materials Science and Engineering, 5 (2), 99-110 (January, 1970).
- Vennett, R.M. và Ansell, G.S., "Nghiên cứu về hư hỏng do Hydro dạng khí trong một số kim loại mạng FCC," ASM Transactions Quarterly, 62 (4), 1007-1013 (tháng 12, 1969).
Vennett, R.M. and Ansell, G.S., "A Study of Gaseous Hydrogen Damage in Certain FCC Metals," ASM Transactions Quarterly, 62 (4), 1007-1013 (December, 1969).
- Cavett, R.H., và VanNess, H.C., "Hiện tượng giòn hóa thép do khí Hydro áp suất cao," Welding Journal, Welding Research Supplement, 42, 316s-319s (tháng 7, 1963).
Cavett, R.H., and VanNess, H.C., "Embrittlement of Steel by High-Pressure Hydrogen Gas," Welding Journal, Welding Research Supplement, 42, 316s-319s (July, 1963).
- Steinman, J.B., VanNess, H.C. và Ansell, G.S. Ảnh hưởng của Hydro áp suất cao lên độ bền kéo có rãnh và mô hình gãy của thép 4140," Welding Journal, Welding Research Supplement, 44, 221s-224s (tháng 5, 1965).
Steinman, J.B., VanNess, H.C. and Ansell, G.S. The Effect of High-Pressure Hydrogen Upon the Notch Tensile Strength and Fracture Model of 4140 Steel," Welding Journal, Welding Research Supplement, 44, 221s-224s (May, 1965).
- Wachab và Nelson, H.B., "Ảnh hưởng của Hydro trong kim loại," Warrendale, PA, AIME 1981.
Wachab and Nelson, H.B., "Hydrogen Effects in Metals," Warrendale, PA, AIME 1981.
- Walter, R.J. và Chandler, W.T., "Ảnh hưởng của Hydro lên hành vi của vật liệu," biên tập bởi A.W. Thompson và I.M. Bernstein, New York, AIME, 1976.
Walter, R.J. and Chandler, W.T., "Effects of Hydrogen on Behavior of Materials," edited by A.W. Thompson and I.M. Bernstein, New York, AIME, 1976.
- Holbrook, J.H. và Cicione, H.J., "Ảnh hưởng của Hydro lên tuổi thọ mỗi chu kỳ thấp và sự phát triển vết nứt dưới tải hạn trong thép đường ống," Battelle Columbus Laboratories chuẩn bị cho Ban Ứng dụng và Phân tích Năng lượng, Khoa Khoa học Ứng dụng theo Hợp đồng phụ số 550772-S, 1982.
Holbrook, J.H. and Cicione, H.J., "The Effect of Hydrogen on Low-Cycle-Fatigue Life and Subcritical Crack Growth in Pipeline Steels," Battelle Columbus Laboratories prepared for the Energy Applications and Analysis Division Department of Applied Science Under Subcontract No. 550772-S, 1982.
- Chandler, W.T. và Walter, R.J., "Thử nghiệm để xác định ảnh hưởng của môi trường Hydro áp suất cao lên tính chất cơ học của kim loại," Hydrogen Embrittlement Testing, ASTM STP 543, ASTM, 1974.
Chandler, W.T. and Walter, R.J., "Testing to Determine the Effect of High Pressure Hydrogen Environments on the Mechanical Properties of Metals," Hydrogen Embrittlement Testing, ASTM STP 543, ASTM, 1974.
- S.L. Robinson và R.E. Stoltz, "Giảm độ bền và hành vi gãy của thép Carbon-Mangan cường độ

thấp trong môi trường Hydro,” Sandia National Laboratories, Livermore, CA, tháng 7 năm 1976.
S.L. Robinson and R.E. Stoltz, “Toughness Losses and Fracture Behavior of Low Strength Carbon-Manganese Steel in Hydrogen,” Sandia National Laboratories, Livermore, CA, July 1976.

- P.H. Pumphrey, “Ảnh hưởng của tạp chất sunfua lên sự khuếch tán của Hydro trong thép,” Tài liệu nội bộ - Central Electricity Generating Board, Surrey, Anh, 1978.
P.H. Pumphrey, “The Effect of Sulphide Inclusions on the Diffusion of Hydrogen in Steels,” Internal Paper-Central Electricity Generating Board, Surrey, England, 1978.
- Các thông số liên quan đến Hydro và sự suy giảm do Hydro của một số loại thép, John Smith, Jan Kowalski, Northwest University, University of Gdansk
Hydrogen-related parameters and hydrogen degradation of some steels, John Smith, Jan Kowalski, Northwest University, University of Gdansk
- Hư hỏng do hydro trong thép, Khalid Al-Nabulsi, Đại học Penn State Ăn mòn do hydro, Avery, Chui, Kariya, Larson, UC Berkeley
Hydrogen damage in steels, Khalid Al-Nabulsi, Penn State University Hydrogen induced corrosion, Avery, Chui, Kariya, Larson, UC Berkeley

Đường ống / Pipelines

- M. Mohitpour, và cộng sự, “Cơ sở thiết kế được phát triển cho đường ống Hydro,” Oil and Gas Journal, 28 tháng 5, 1990, tr. 83-94.
M. Mohitpour, et.al., “Design Basis Developed for Hydrogen Pipelines,” Oil and Gas Journal, May 28, 1990, pp. 83-94.
- M.W. Mucek, “Thông số kỹ thuật ống đường ống của Amoco vượt tiêu chuẩn ngành,” Oil and Gas Journal, 11 tháng 6, 1990, tr. 45-47.
M.W. Mucek, “Amoco’s Line Pipe Specs Exceed Industry Standards,” Oil and Gas Journal, June 11, 1990, pp. 45-47.
- Holbrook, J.H., Cialone, H.J. và Scott, P.M., “Báo cáo tóm tắt về sự suy giảm của thép đường ống do Hydro”, Battelle Columbus Laboratories, tháng 7, 1984, Hợp đồng DOE số DE-ACO2-76CH00016.
Holbrook, J.H., Cialone, H.J. and Scott, P.M., “Hydrogen Degradation of Pipeline Steels Summary Report,” Battelle Columbus Laboratories, July, 1984, DOE Contract No. DE-ACO2-76CH00016.
- Thompson, A.W. và Bernstein, I.M., “Lựa chọn vật liệu kết cấu cho đường ống và bình tồn chứa Hydro”, Tạp chí Năng lượng Hydro Quốc tế, Tập 2, tr. 163-173, Permagon Press, 1977.
Thompson, A.W. and Bernstein, I.M., “Selection of Structural Materials for Hydrogen Pipelines and Storage Vessels,” International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 2, pp. 163-173, Permagon Press, 1977.

Vật liệu / Materials

- Hợp kim hóa vi mô '75, Kỷ yếu, Washington DC, ngày 1-3 tháng 10, 1975
Micro Alloying '75, Proceedings, Washington DC, October 1-3, 1975
- “Sổ tay Tiêu chuẩn Thép Thế giới So sánh”, Xuất bản lần thứ 2, J. E. Bringas, biên tập viên, ASTM International, West Conshohocken, PA 19428, 2002
“Handbook of Comparative World Steel Standards”, 2nd Edition, J. E. Bringas, editor, ASTM International, West Conshohocken, PA 19428, 2002
- Peckner, D. và Bernstein, J. M., “Sổ tay Thép không gỉ”, McGraw-Hill, Inc., New York, 1977
Peckner, D. and Bernstein, J. M., “Handbook of Stainless Steels”, McGraw-Hill, Inc., New York, 1977

Sự hình thành Carbonyl / Carbonyl Formation

- J. Brynestad, “Sự hình thành Carbonyl Sắt và Niken trong ống thép và biện pháp ngăn chặn – Khảo sát tài liệu”, ORNL/TM 5499, Oak Ridge National Laboratory, tháng 9 năm 1976.
J. Brynestad, “Iron and Nickel Carbonyl Formation in Steel Pipes and Its Prevention – Literature Survey”, ORNL/TM 5499, Oak Ridge National Laboratory, September 1976.
- V. P. Sirohi, “Sự hình thành Carbonyl trong các nhà máy khí hóa than”, Báo cáo tạm thời cho
V. P. Sirohi, “Carbonyl Formation in Coal Gasification Plants”, Interim Report for
- Cục Nghiên cứu và Phát triển Năng lượng và Hiệp hội Khí đốt Hoa Kỳ, tháng 12 năm 1974.
Energy Research and Development Administration and The American Gas Association, December 1974.

Nứt ăn mòn do ứng suất / Stress Corrosion Cracking

- Leis, B.N. và Colwell, I.A., “Khởi đầu nứt ăn mòn do ứng suất trong đường ống truyền dẫn khí”, Ảnh hưởng của môi trường đến sự khởi đầu phát triển vết nứt, ASTM 1298, W.A. VanDerSluys, R.S. Piascek, và R. Zawierucha, Biên tập viên, Hiệp hội Thử nghiệm và Vật liệu Hoa Kỳ, 1997.
Leis, B.N. and Colwell, I.A., “Initiation of Stress-Corrosion Cracking in Gas Transmission Piping,” Effects of

the Environment in the Initiation of Crack Growth, ASTM 1298, W.A. VanDerSluys, R.S. Piascek, and R. Zawierucha, Eds., American Society for Testing and Materials, 1997.

Khác / Miscellaneous

- Wilson, A.D., “Ảnh hưởng của tạp chất đến độ bền va đập và tính chất mỏi của thép A516-70”, Tạp chí Vật liệu và Công nghệ Kỹ thuật, Tập 101, tr. 265-274, tháng 7 năm 1979.
Wilson, A.D., “The Influence of Inclusions on the Toughness and Fatigue Properties of A516-70 Steel,” Journal of Engineering Materials and Technology, Vol. 101, pp. 265-274, July 1979.
- Williams, D. N., “Việc sử dụng mẫu dẹt để đo mẫu thử va đập Charpy V-Notch của ống thành mỏng”, Battelle, Columbus, OH, tháng 8 năm 1988.
Williams, D. N., “The Use of Flattened Specimens to Measure the Charpy V-Notch Impact Specimens of Thin Wall Pipe”, Battelle, Columbus, OH, August 1988.
- Makhnenko, V.I., “Ảnh hưởng của ứng suất dư đến sự lan truyền vết nứt mỏi trong các bộ phận cấu thành của kết cấu hàn”, Welding Research Abroad, tháng 1 năm 1981.
Makhnenko, V.I., “The Effects of Residual Stresses on the Propagation of Fatigue Cracks in the Component Parts of Welded Structures,” Welding Research Abroad, January 1981.
-