

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 8611:2021**

**Xuất bản lần 2**

**DỰ THẢO**

**KHÍ THIÊN NHIÊN HÓA LỎNG (LNG) –  
HỆ THỐNG THIẾT BỊ VÀ LẮP ĐẶT –  
THIẾT KẾ HỆ THỐNG TRÊN BỜ**

*Liquefied natural gas (LNG) –  
Equipment and installations –  
Design of onshore installations*

**HÀ NỘI – 2021**



## Mục lục

	Trang
Lời nói đầu.....	4
1 Phạm vi áp dụng .....	5
2 Tài liệu viện dẫn .....	6
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	11
4 An toàn và môi trường.....	19
5 Cầu tàu và cảng biển.....	37
6 Hệ thống tồn chứa và ngăn tràn .....	38
7 Thiết bị bơm LNG .....	52
8 Hóa hơi LNG .....	53
9 Đường ống.....	55
10 Giao nhận khí thiên nhiên.....	68
11 Nhà máy xử lý và thu hồi khí bay hơi (BOG) .....	69
12 Mạng điện và công trình phụ trợ.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
13 Quản lý mối nguy hiểm.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
14 Hệ thống kiểm soát và giám sát.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
15 Xây dựng, chạy thử và sửa chữa lớn định kỳ.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
16 Bảo quản và chống ăn mòn.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
17 Đào tạo vận hành .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
18 Đào tạo trước vận hành tại cảng biển.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Phụ lục A .....	149
Phụ lục B .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Phụ lục C .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Phụ lục D .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Phụ lục E .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Phụ lục F .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Phụ lục G .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Phụ lục H .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Phụ lục I.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Phụ lục J.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Phụ lục K .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Phụ lục L.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Phụ lục M.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Thư mục tài liệu tham khảo.....	150

**Lời nói đầu**

TCVN 8611:2021 tương đương có sửa đổi với BS EN 1473:2016.

TCVN 8611:2021 do ..... biên soạn,  
..... đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## Khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG) – Hệ thống thiết bị và lắp đặt – Thiết kế hệ thống trên bờ

*Liquefied natural gas (LNG) –*

*Equipment and installations – Design of onshore installations*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn quy định về thiết kế, xây dựng và vận hành các công trình khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG) trên bờ đối với hệ thống hoá lỏng khí, tồn chứa, hoá khí, vận chuyển và giao nhận LNG.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các nhà máy có kho chứa LNG ở áp suất thấp hơn 0,5 bar và công suất trên 200 tấn và các kho cảng, nhà máy sau:

- Kho cảng (nhà máy) hóa lỏng LNG, nằm trong giới hạn quy định đầu vào và đầu ra của khí, đầu ra thường là hệ thống phân phối sản phẩm của tàu và/ hoặc trạm xe tải; khí cấp có thể từ mỏ khí, khí đồng hành từ mỏ dầu, khí đường ống từ mạng lưới vận chuyển khí hoặc từ năng lượng tái tạo;;
- Kho cảng (nhà máy) tái hóa LNG, giới hạn từ hệ thống phân phối của tàu đến vị trí quy định đầu ra của khí;
- Nhà máy điều phối nhu cầu LNG, nằm trong ranh giới quy định đầu vào và đầu ra của khí.

Mô tả sơ lược về các hệ thống này được nêu trong Phụ lục G.

Các kho nổi (FPSO, FSRU, SRV), dù ở ngoài khơi hay gần bờ, đều không thuộc phạm vi của tiêu chuẩn này ngay cả khi một số khái niệm, nguyên tắc hoặc khuyến nghị có thể được áp dụng. Tuy nhiên, trong trường hợp kho FSRU cập bến và LNG được chuyển lên cầu tàu, các khuyến nghị sau áp dụng cho cầu tàu và các thiết bị bề mặt nếu cầu tàu nằm trong phạm vi 3.000 m tính từ đường bờ biển.

Trong trường hợp kho nổi loại FSU, phần trên bờ được áp dụng các khuyến nghị của tiêu chuẩn này.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho kho cảng được đề cập cụ thể trong các tiêu chuẩn khác, ví dụ: trạm tiếp nhiên liệu LNG, phương tiện chuyên chở LNG đường bộ (xe bồn) hoặc đường sắt (toa tàu hỏa) và tàu tồn chứa LNG.

Các nhà máy có kho dự trữ từ 50 tấn đến 200 tấn với các bồn chứa ở áp suất cao hơn 0,5 bar được áp dụng tiêu chuẩn TCVN 11278.

## **TCVN 8611:2021**

### **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau đây, toàn bộ hay từng phần là cần thiết khi áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các bản sửa đổi (nếu có).

TCVN 5868:2009 (ISO 9712:2005), *Thử không phá hủy - Trình độ chuyên môn và cấp chứng chỉ cá nhân.*

TCVN 6700-1 (ISO 9606-1), *Kiểm tra chấp nhận thợ hàn - Hàn nóng chảy - Phần 1: Thép.*

TCVN 7026 (ISO 7165:1999), *Chữa cháy - Bình chữa cháy xách tay - Tính năng và cấu tạo.*

TCVN 7027 (ISO 11601:1999), *Chữa cháy - Xe đẩy chữa cháy - Tính năng và cấu tạo.*

TCVN 7665 (ISO 1460:1992), *Lớp phủ kim loại - Lớp phủ kẽm nhúng nóng trên vật liệu chứa sắt - Xác định khối lượng lớp mạ trên đơn vị diện tích.*

TCVN 8612 (ISO 16904), *Khí thiên nhiên hoá lỏng (LNG) - Hệ thống thiết bị và lắp đặt - Thiết kế và thử nghiệm cần xuất nhập.*

TCVN 8613 (EN ISO 28460), *Khí thiên nhiên hoá lỏng (LNG) - Hệ thống thiết bị và lắp đặt - Quy trình giao nhận sản phẩm.*

TCVN 8614 (EN 12308:1998), *Khí thiên nhiên hoá lỏng (LNG) – Hệ thống thiết bị và lắp đặt – Thử nghiệm tính tương thích của các loại vòng đệm được thiết kế cho đầu nối bằng mặt bích trên đường ống LNG.*

TCVN 8615-1,2 (EN 14620-1,2:2006), *Thiết kế, chế tạo tại công trình bể chứa bằng thép, hình trụ đứng, đáy phẳng dùng để chứa các loại khí hoá lỏng được làm lạnh ở nhiệt độ vận hành từ 0 °C đến –165 °C - Phần 1: Quy định chung, Phần 2: Các bộ phận kim loại.*

TCVN ISO 9001 (ISO 9001), *Hệ thống quản lý chất lượng - Các yêu cầu.*

TCVN 10888-0 (IEC 60079-0), *Khí quyển nổ - Phần 0: Thiết bị - Yêu cầu chung.*

TCVN 10888-1 (IEC 60079-1), *Khí quyển nổ - Phần 1: Bảo vệ thiết bị bằng vỏ bọc không xuyên nổ “d”*

API 610, *Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical, and Natural Gas Industries (Bơm li tâm cho công nghiệp dầu khí, hóa dầu và khí thiên nhiên)*

ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC), Section IX - *Welding, Brazing & Fusing Qualifications (Quy chuẩn Nồi hơi và Bình chịu áp lực – Phần IX: Hàn và cấp chứng chỉ)*

ASME B31 *Code for Pressure Piping (Tiêu chuẩn Đường ống chịu áp)*

EN 809, *Pumps and pump units for liquids - Common safety requirements (Máy bơm và các bộ phận máy bơm chất lỏng - Yêu cầu an toàn chung).*

EN 1092-1, *Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated - Part 1: Steel flanges* (Mặt bích và mối nối - Mặt bích tròn cho đường ống, van, khớp nối và phụ kiện, quy định chỉ số áp suất PN - Phần 1: Mặt bích thép).

EN 1127-1, *Explosive atmospheres - Explosion prevention and protection - Part 1: Basic concepts and methodology* (Môi trường khí gây nổ - Phòng và chống nổ - Phần 1: Khái niệm cơ bản và phương pháp luận).

EN 1514-1, *Flanges and their joints - Dimensions of gaskets for PN - designated flanges - Part 1: Non-metallic flat gaskets with or without inserts* (Mặt bích và mối nối - Kích thước của vòng đệm sử dụng cho mặt bích có quy định chỉ số áp suất PN - Phần 1: Vòng đệm phẳng phi kim loại có hoặc không có đệm lót).

EN 1519, *Flanges and their joints – Design rules for gasketed circular flange connections* (Mặt bích và mối nối – Nguyên tắc thiết kế mối nối mặt bích tròn có vòng đệm)

EN 1776, *Gas infrastructure - Gas measuring systems - Functional requirements* (Cơ sở hạ tầng khí - Các hệ thống đo khí - Yêu cầu chức năng).

EN 1991-1-2, *Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire* (Tiêu chuẩn Châu Âu 1: Tác động đến kết cấu - Phần 1-2: Tác động chung - Tác động đến kết cấu tiếp xúc với đám cháy).

EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings* (Tiêu chuẩn Châu Âu 2: Thiết kế kết cấu bê tông - Phần 1-1: Nguyên tắc chung và nguyên tắc cho công trình xây dựng).

EN 1992-1-2, *Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design* (Tiêu chuẩn Châu Âu 2: Thiết kế kết cấu bê tông - Phần 1-2: Nguyên tắc chung - Thiết kế kết cấu chịu lửa).

EN 1993-1-1, *Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings* (Tiêu chuẩn Châu Âu 3: Thiết kế kết cấu thép - Phần 1-1: Nguyên tắc chung và nguyên tắc cho công trình xây dựng).

EN 1993-1-2, *Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design* (Tiêu chuẩn Châu Âu 3: Thiết kế kết cấu thép - Phần 1-2: Nguyên tắc chung - Thiết kế kết cấu chịu lửa).

EN 1994-1-1, *Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings* (Tiêu chuẩn Châu Âu 4: Thiết kế kết cấu thép composit và bê tông - Phần 1-1: Nguyên tắc chung và nguyên tắc cho công trình xây dựng).

EN 1994-1-2, *Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design* (Tiêu chuẩn Châu Âu 4: Thiết kế kết cấu thép composit và bê tông - Phần 1-2: Nguyên tắc chung - Thiết kế kết cấu chịu lửa).

## **TCVN 8611:2021**

EN 1997 (all parts), *Eurocode 7: Geotechnical design (Tất cả các phần, Tiêu chuẩn Châu Âu 7: Thiết kế Địa kỹ thuật)*

EN 1998-1, *Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings (Tiêu chuẩn Châu Âu 8: Thiết kế kết cấu chống chịu động đất - Phần 1: Nguyên tắc chung, tác động địa chấn và nguyên tắc cho công trình xây dựng).*

EN 1998-5, *Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects (Tiêu chuẩn Châu Âu 8: Thiết kế kết cấu chống chịu động đất - Phần 5: Nền móng, kết cấu ngăn giữ và khía cạnh địa kiến tạo).*

EN 10204, *Metallic products - Types of inspection documents (Sản phẩm kim loại - Các loại hồ sơ kiểm định).*

EN 12065, *Installations and equipment for liquefied natural gas - Testing of foam concentrates designed for generation of medium and high expansion foam and of extinguishing powders used on liquefied natural gas fire (Thiết bị và lắp đặt thiết bị cho khí thiên nhiên hóa lỏng - Kiểm tra nồng độ bọt dùng để tạo bọt giãn nở cao và trung bình và bột chữa cháy cho đám cháy khí thiên nhiên).*

EN 12066, *Installation and equipment for liquefied natural gas - Testing of insulating linings for liquefied natural gas impounding areas (Thiết bị và Lắp đặt thiết bị cho khí thiên nhiên hóa lỏng - Kiểm tra lớp cách nhiệt của khu vực ngăn tràn khí thiên nhiên hóa lỏng).*

EN 12162, *Liquid pumps - Safety requirements - Procedure for hydrostatic testing (Bơm chất lỏng - Yêu cầu an toàn - Quy trình thử thủy tĩnh).*

EN 12434, *Cryogenic vessels - Cryogenic flexible hoses (Bồn chứa lạnh - Ống mềm lạnh).*

EN 12567, *Industrial valves - Isolating valves for LNG - Specification for suitability and appropriate verification tests (Van công nghiệp - Van cô lập dùng cho LNG - Đặc tính kỹ thuật cho sự phù hợp và phép thử thẩm định thích hợp).*

EN 13445 (tất cả các phần), *Unfired pressure vessels (Bình chứa chịu áp không cháy).*

EN 13480 (tất cả các phần), *Metallic industrial piping (Đường ống công nghiệp bằng kim loại).*

EN 60079-2, *Explosive atmospheres - Part 2: Equipment protection by pressurized enclosures "p" (IEC 60079-2) (Khí quyển nổ - Phần 2: Bảo vệ thiết bị bằng vùng chịu áp suất "p").*

EN 60079-5, *Explosive atmospheres - Part 5: Equipment protection by powder filling "q" (IEC 60079-5) (Khí quyển nổ - Phần 5: Bảo vệ trang thiết bị bằng cách phủ bột "q").*

EN 60079-6, *Explosive atmospheres - Part 6: Equipment protection by liquid immersion "o" (IEC 60079-6) (Khí quyển nổ - Phần 6: Bảo vệ thiết bị bằng cách nhúng chìm chất lỏng "o").*

EN 60079-7, *Explosive atmospheres - Part 7: Equipment protection by increased safety "e" (IEC 60079-7) (Khí quyển nổ - Phần 7: Bảo vệ trang thiết bị bằng cách tăng độ an toàn "e").*



- EN 60079-10-1, *Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres (IEC 60079-10-1) (Khí quyển nổ - Phần 10-1: Phân loại khu vực – Môi trường khí gây nổ)*.
- EN 60079-10-2, *Explosive atmospheres - Part 10-2: Classification of areas – Explosive dust atmospheres (IEC 60079-10-2) (Khí quyển nổ - Phần 10-2: Phân loại khu vực – Môi trường bụi gây nổ)*.
- EN 60079-11, *Explosive atmospheres - Part 11: Equipment protection by intrinsic safety “i” (IEC 60079-11) (Khí quyển nổ - Phần 11: Bảo vệ thiết bị bằng khả năng tự đảm bảo an toàn “i”)*.
- EN 60079-13, *Explosive atmospheres - Part 13: Equipment protection by pressurized room “p” (IEC 60079-13) (Khí quyển nổ - Phần 11: Bảo vệ thiết bị bằng phòng áp lực “p”)*.
- EN 60079-14, *Explosive atmospheres - Part 14: Electrical installation design, selection and erection (IEC 60079-14) (Khí quyển nổ - Phần 14: Thiết kế lắp đặt điện, lựa chọn và lắp ráp)*.
- EN 60079-15, *Explosive atmospheres - Part 15: Equipment protection by type of protection “n” (IEC 60079-15) (Khí quyển nổ - Phần 15: Bảo vệ thiết bị theo kiểu bảo vệ “n”)*.
- EN 60079-17, *Explosive atmospheres - Part 17: Electrical installations inspection and maintenance (IEC 60079-17) (Khí quyển nổ - Phần 17: Giám định và bảo dưỡng công trình điện)*.
- EN 60079-18, *Explosive atmospheres - Part 18: Equipment protection by encapsulation “m” (IEC 60079-18) (Khí quyển nổ - Phần 18: Bảo vệ trang thiết bị bằng vỏ bảo vệ “m”)*.
- EN 60079-19, *Explosive atmospheres - Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation (IEC 60079-19) (Khí quyển nổ - Phần 19: Sửa chữa, đại tu và hiệu chỉnh trang thiết bị)*.
- EN 60079-20-1, *Explosive atmospheres - Part 20-1: Material characteristics for gas and vapour classification – Test methods and data (IEC 60079-20-1) (Khí quyển nổ - Phần 20-1: Đặc tính của vật liệu để phân loại dạng khí và hơi – Dữ liệu và phương pháp thử nghiệm)*.
- EN 60079-25, *Explosive atmospheres - Part 25: Intrinsically safe electrical systems (IEC 60079-25) (Khí quyển nổ - Phần 25: Hệ thống điện an toàn thực chất)*.
- EN 60079-26, *Explosive atmospheres - Part 26: Equipment with Equipment Protection Level (EPL) Ga (IEC 60079-26) (Khí quyển nổ - Phần 26: Trang thiết bị có mức độ bảo vệ thiết bị Ga)*.
- EN 60079-27, *Explosive atmospheres - Part 27: Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO) (IEC 60079-27) (Khí quyển nổ - Phần 27: Khái niệm an toàn nội tại)*.
- EN 61508-1, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety - related system - Part 1: General requirements (IEC 61508 - 1) (Chức năng an toàn của hệ thống an toàn điện/điện tử/điện tử lập trình - Phần 1: Yêu cầu chung)*.
- EN 62305 (all parts), *Protection against lightning (IEC 62305) (Tất cả các phần, Bảo vệ chống sét)*.

## **TCVN 8611:2021**

ISO 1461, *Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods* (Lớp mạ kẽm nhúng nóng trên vật phẩm bằng thép và sắt - Đặc tính kỹ thuật và phương pháp thử).

EN ISO 3452-1, *Non-destructive testing – Penetrant testing – Part 1: General principles* (ISO 3452-1) (Kiểm tra không phá hủy - Kiểm tra khuyết tật bề mặt bằng phương pháp thẩm thấu – Phần 1: Nguyên tắc chung).

EN ISO 9606-1, *Qualification testing of welders – Fusion welding – Part 1: Steels* (ISO 9606-1) (Kiểm tra hợp chuẩn máy hàn – Hàn nóng chảy – Phần 1: Vật liệu thép).

EN ISO 9712, *Non-destructive testing – Qualification and certification of NDT personnel* (ISO 9712) (Kiểm tra không phá hủy – Trình độ và chứng chỉ của kỹ thuật viên thử nghiệm không phá hủy).

ISO 10456, *Building materials and products – Hygrothermal properties – Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values* (Vật liệu và sản phẩm xây dựng - Quy trình xác định nhiệt trị khai báo và thiết kế).

ISO 10497, *Testing of valves - Fire type - testing requirements* (Kiểm tra van – Kiểu đốt cháy – Các yêu cầu kiểm tra).

ISO 12944 (tất cả các phần), *Paints and varnishes - Corrosion protection of steel structures by protective paint systems* (Sơn và vec ni - Chống ăn mòn cho kết cấu thép bằng hệ thống sơn bảo vệ).

ISO 13709, *Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries* (Bơm ly tâm cho ngành công nghiệp dầu khí, hóa dầu và khí thiên nhiên).

ISO 15607, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - General rules* (Đặc tính kỹ thuật và hợp cách quy trình hàn cho vật liệu kim loại - Quy tắc chung).

ISO 15609-1, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure specification - Part 1: Arc welding* (Đặc tính kỹ thuật và hợp cách quy trình hàn cho vật liệu kim loại - Đặc tính quy trình hàn - Phần 1: Hàn hồ quang).

ISO 15614-1, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure test - Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of nickel and nickel alloys* (Đặc tính kỹ thuật và hợp cách quy trình hàn cho vật liệu kim loại - Kiểm tra quy trình hàn - Phần 1: Hàn hồ quang và hàn hơi thép; hàn hồ quang niken và hợp kim niken alloys).

EN ISO 16903, *Petroleum and natural gas industries – Characteristics of LNG, influencing the design, and material selection* (ISO 16903) (Công nghiệp Dầu khí – Đặc tính LNG ảnh hưởng đến thiết kế và lựa chọn vật liệu).

EN ISO 17636-1, *Non-destructive testing of welds – Radiographic testing – Part 1: X- and gamma-ray techniques with film* (ISO 17636-1) (Kiểm tra không phá hủy mối hàn – Kiểm tra X quang – Phần 1: Kỹ thuật chụp phim tia X và gamma).

EN ISO 17636-2, *Non-destructive testing of welds – Radiographic testing – Part 2: X- and gamma-ray techniques with digital detectors (ISO 17636-2) (Kiểm tra không phá hủy mối hàn – Kiểm tra X quang – Phần 2: Kỹ thuật chụp máy dò kỹ thuật số với tia X và gamma)*.

EN ISO 17637, *Non-destructive testing of welds – Visual testing of fusion-welded joints (ISO 17637) (Kiểm tra không phá hủy mối hàn – Kiểm tra trực quan các mối hàn nóng chảy)*.

EN ISO 17640, *Non-destructive testing of welds – Ultrasonic testing – Techniques, testing levels, and assessment (ISO 17640) (Kiểm tra không phá hủy mối hàn – Kiểm tra siêu âm – Kỹ thuật, mức độ kiểm tra và đánh giá)*.

HD 60364-5-54, *Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors (IEC 60364-5-54) (Công trình điện hạ thế - Phần 5-54: Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện - Bố trí tiếp đất và ống dẫn bảo vệ (IEC 60364-5-54)*.

IEC/TR 60079-16, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 16: Artificial ventilation for the protection of analyzer(s) houses (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 16: Thông gió tự nhiên để bảo vệ phòng phân tích)*.

### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

#### **3.1**

##### **Vận hành bất thường (Abnormal operation)**

Là các điều kiện vận hành như dừng nhà máy, sản xuất và xả bỏ sản phẩm không đạt cũng như vận hành với các thiết bị sản xuất bị lỗi hoặc trong điều kiện bảo dưỡng là các chế độ vận hành bất thường chứ không phải sự kiện bất thường.

#### **3.2**

##### **Sự kiện bất thường (Accidental event)**

Sự kiện phát sinh từ tình huống mất kiểm soát hoặc không nằm trong kế hoạch gây hậu quả về mặt an toàn và/hoặc môi trường.

#### **3.3**

##### **Hàng rào ranh giới (Boundary)**

Đường ranh giới trên đất liền hoặc mặt nước mà trong phạm vi đường ranh giới đó người vận hành/người chủ sở hữu nhà máy có toàn quyền kiểm soát hoặc sử dụng cơ sở vật chất của nhà máy.

#### **3.4**

## **TCVN 8611:2021**

### **Đê hoặc tường ngăn (Bund or bund wall)**

Cấu trúc không thấm nước, có khả năng chịu được áp suất tĩnh và nhiệt độ của chất lỏng tràn, được dựng lên bao quanh một khu vực để ngăn chặn sự tràn hydrocacbon, thường gắn liền với khu vực tồn chứa.

### **3.5**

#### **Khí ngưng tụ (Condensate)**

Hydrocacbon dạng lỏng (trạng thái lỏng tại điều kiện tiêu chuẩn) được tạo ra từ quá trình phân tách sơ bộ khí thiên nhiên tại mỏ.

CHÚ THÍCH: Khí thiên nhiên ngưng tụ chủ yếu bao gồm pentan và các cấu tử nặng hơn, mặc dù có thể có một lượng nhất định propan và butan hòa tan trong hỗn hợp này.

### **3.6**

#### **Bồn chứa chính (Primary container)**

Lớp bồn chứa trực tiếp tiếp xúc với LNG, ví dụ như:

- Lớp bồn chịu lạnh của bể chứa đơn;
- Lớp bồn chịu lạnh của bể chứa hình cầu;
- Lớp bồn chịu lạnh của bể chứa kép;
- Lớp bồn tự đỡ bằng thép 9% Ni;
- Lớp bồn tự đỡ bằng bê tông;
- Lớp bồn loại vách chịu nhiệt độ lạnh sâu của bể vách.

### **3.7**

#### **Bồn chứa ngoài (Secondary container)**

Lớp bồn chứa ngoài chỉ tiếp xúc với LNG trong trường hợp lớp bồn chứa chính bị hỏng, bao gồm:

- tường ngăn của các bể chứa đơn, bể chứa kép, và bể chứa hình cầu;
- bồn chứa ngoài của bể chứa tích hợp bằng thép 9% Ni, hoặc bể vách hoặc bể chứa bằng bê tông chịu nhiệt độ thấp.

### **3.8**

#### **Kho cảng LNG trên bờ thông thường (Conventional onshore LNG terminal)**

Kho cảng xuất hoặc tiếp nhận LNG trên bờ được trang bị cơ sở vật chất phục vụ cho việc giao nhận LNG với các phương tiện chuyên chở LNG đường biển.

CHÚ THÍCH: Cơ sở vật chất phục vụ việc giao nhận LNG được đặt ở bến cảng hoặc ở vùng biển, có nơi neo đậu chắc chắn hoặc có cầu tàu đủ khả năng chịu tải trọng để phương tiện chuyên chở LNG đường biển chứa đầy hàng cập cảng và thả neo an toàn. Cầu tàu được liên kết với bờ bằng cơ cấu giá đỡ, trụ đỡ, đảm bảo thực hiện giao nhận LNG, các dịch vụ phụ trợ được dễ dàng, đảm bảo lối ra vào an toàn cho nhân viên thực hiện nhiệm vụ vận hành và bảo dưỡng.

### **3.9**

#### **Động đất OBE - động đất cho phép vận hành nhà máy (Operating basis earthquake)**

Động đất mạnh xảy ra ở mức độ mạnh nhất mà không gây bất kỳ thiệt hại nào, có thể khởi động lại và tiếp tục vận hành nhà máy một cách an toàn.

CHÚ THÍCH: Loại động đất này với khả năng xảy ra cao hơn sẽ không gây thiệt hại vật chất đối với công trình và an toàn công cộng được đảm bảo.

### **3.10**

#### **Động đất SSE - động đất bắt buộc ngừng sản xuất (Safe shutdown earthquake)**

Động đất ở mức độ mạnh nhất xảy ra theo đó các cơ chế và chức năng an toàn thiết yếu khi có lỗi được thiết kế để dừng sản xuất.

CHÚ THÍCH: Loại động đất này với khả năng xảy ra thấp hơn có thể gây ra tổn thất lâu dài, tuy nhiên không gây thiệt hại cho sự toàn vẹn tổng thể của công trình. Công trình không được vận hành trở lại khi chưa có báo cáo kiểm tra chi tiết và kết luận đánh giá hiện trạng.

### **3.11**

#### **Hệ thống dừng khẩn cấp (Emergency shutdown system)**

Hệ thống dừng toàn bộ công trình hoặc từng bộ phận riêng biệt một cách an toàn và hiệu quả để giảm đến mức thấp nhất thiệt hại lan truyền.

### **3.12**

#### **Khu vực cháy (Fire area)**

Khu vực trong nhà máy được phân định bằng đường ranh giới vật lý hoặc ngăn cách với các khu vực cháy khác bởi ranh giới như đường nội bộ.

CHÚ THÍCH 1: Mỗi dây chuyền sản xuất trong nhà máy LNG lớn được gọi là một khu vực cháy. Các cụm thiết bị công nghệ khác nhau, ngăn cách nhau bởi đường nội bộ là các khu vực cháy riêng lẻ. Khu vực cháy có thể là nhà máy đơn lẻ, kho chứa hoặc khu vực tiện ích hoặc một khu vực hoạt động riêng biệt, như khoang tải của xe bồn chở LNG.

CHÚ THÍCH 2: Đường đi chính của hệ thống ống phun nước chữa cháy thường được đặt bao quanh từng khu vực cháy.

## **TCVN 8611:2021**

CHÚ THÍCH 3: Các trụ đỡ ống kết nối các khu vực nhà máy được coi là không ảnh hưởng đến các khảo sát về khu vực cháy.

### **3.13**

#### **Vùng cháy (Fire zone)**

Một khu vực của nhà máy hoặc hệ thống chế biến trong khu vực cháy, cần được cách ly bởi các van ESD trong trường hợp xảy ra hỏa hoạn hoặc do trực trực công nghệ hoặc sau chức năng để kiểm soát và giảm thiểu hư hại.

### **3.14**

#### **Khí dễ cháy (Flammable gases)**

Khí hoặc hơi khi hòa trộn với không khí theo tỷ lệ nhất định sẽ tạo hỗn hợp cháy.

### **3.15**

#### **Nhà máy hóa lỏng khí và sản xuất LNG nổi (floating liquefied natural gas unit, FLNG)**

Nhà máy hóa lỏng nổi sản xuất LNG, có chức năng xử lý khí để tạo thành LNG như một sản phẩm chính, lưu trữ và vận chuyển LNG đến tàu chở LNG.

### **3.16**

#### **FPSO**

Là từ thay thế cho FLNG, sử dụng trong kinh doanh LNG.

### **3.17**

#### **Tần suất (Frequency)**

Số lần xuất hiện trên một đơn vị thời gian.

### **3.18**

#### **Hệ thống tồn chứa và tái hóa khí nổi (floating storage regasification unit, FSRU)**

### **3.19**

#### **Hệ thống tồn chứa nổi (floating storage unit, FSU)**

### **3.20**

#### **Hàn hóa nhiệt (Golden weld)**

Mỗi hàn không thể thử áp lực do bản chất hoặc vị trí của mối hàn, và do vậy sẽ được kiểm tra không phá hủy mức độ cao để chứng nhận mối hàn là an toàn.

### **3.21**

#### **Mối nguy (Hazard)**

Tính chất nguy hiểm của vật chất hoặc tình trạng vật lý có nguy cơ gây tổn hại cho sức khỏe con người và/hoặc môi trường.

### **3.22**

#### **Khu vực ngăn tràn (Impounding area)**

Khu vực mà chất lỏng tràn ra từ bồn chứa hydrocacbon dạng lỏng có thể được ngăn chặn hoặc kiểm soát.

### **3.23**

#### **Bể chứa chất lỏng tràn (Impounding basin)**

Bể chứa nằm trong phạm vi hoặc được nối với khu vực ngăn tràn hoặc khu vực thu gom chất lỏng chảy tràn, nơi hydrocacbon lỏng chảy tràn được thu gom, ngăn chặn và kiểm soát một cách an toàn.

### **3.24**

#### **Trạng thái giới hạn (Limit state)**

3.24.1. **Trạng thái giới hạn sử dụng ((Serviceability limit state - SLS)**, được xác định trên cơ sở các tiêu chí áp dụng cho năng lực thực hiện chức năng hoặc tính bền dưới tác dụng lực thông thường)

3.24.2. **Trạng thái giới hạn độ bền (Ultimate limit state - ULS)**, được xác định trên cơ sở rủi ro hỏng hóc, dịch chuyển đàn hồi biên độ rộng, hoặc sức căng so với hỏng hóc dưới tác động của lực gia tăng.

### **3.25**

#### **Khí thiên nhiên hóa lỏng (Liquefied natural gas, LNG)**

Khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG): Khí thiên nhiên được xử lý, tách loại tạp chất và được hóa lỏng tại nhiệt độ khoảng  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ở áp suất khí quyển.

### **3.26**

#### **Trạm cấp LNG cho tàu biển (LNG bunkering station)**

Trạm LNG nơi LNG được chuyển đến bằng đường bộ, đường sắt, đường biển, đường ống chịu lạnh từ một trạm hoặc cảng gần đó, và sau đó tiếp LNG cho tàu làm nhiên liệu.

## **TCVN 8611:2021**

CHÚ THÍCH 1: Việc vận chuyển LNG có thể được thực hiện bằng đường bộ, đường biển hoặc bằng đường ống dẫn khí cố định dọc theo cầu tàu.

### **3.27**

#### **Nhà máy hóa lỏng LNG (LNG liquefaction plant)**

Nơi khí thiên nhiên được vận chuyển bằng đường ống từ một hay nhiều mỏ khí hoặc từ các nguồn khác, được hóa lỏng, tồn trữ cho mục đích vận chuyển tiếp theo, thông thường bằng đường biển, đến các địa điểm khác.

CHÚ THÍCH: Trạm hóa lỏng LNG được trang bị cơ sở vật chất phục vụ cho việc xuất LNG đường bộ, đường sắt, xà lan hoặc tàu chuyên chở.

### **3.28**

#### **Hệ thống tồn trữ LNG tiết giảm phụ tải đỉnh theo mùa (LNG peak - shaving plant)**

Các nhà máy LNG được kết nối với mạng lưới khí và được sử dụng để điều hòa nhu cầu khí.

CHÚ THÍCH: Hàng năm trong giai đoạn nhu cầu sử dụng khí thấp, khí thiên nhiên được hóa lỏng và tồn trữ. LNG có thể được hóa khí nhanh chóng khi nhu cầu sử dụng khí cao.

### **3.29**

#### **Kho cảng tiếp nhận LNG (LNG receiving terminal)**

Nơi các tàu chở LNG xuất hàng, là nơi LNG có thể được tồn trữ trong các bể chứa, được hóa hơi và vận chuyển tới mạng lưới khí hoặc các hộ tiêu thụ khí.

CHÚ THÍCH: Kho cảng tiếp nhận LNG được trang bị cơ sở vật chất phục vụ cho việc tiếp nhận LNG đường biển, và có các trạm/bến xuất LNG cho phương tiện chuyên chở LNG đường bộ (xe bồn), đường sắt (toa tàu hỏa), đường thủy (xà lan).

### **3.30**

#### **Trạm cấp LNG vệ tinh (LNG satellite plant)**

Trạm cấp LNG quy mô nhỏ tại đó LNG được cung cấp bằng đường bộ (xe bồn), đường sắt (toa tàu hỏa), đường thủy (xà lan) hoặc các phương tiện chuyên chở LNG nhỏ.

CHÚ THÍCH 1: LNG được lưu trữ trong các bình chịu áp suất cách nhiệt, được hóa hơi và đưa vào mạng lưới.

### **3.31 Khí thiên nhiên dạng lỏng (Natural gas liquid, NGL)**

Chất lỏng bao gồm các hydrocarbon nhẹ (chủ yếu từ etan đến hexan và cấu tử nặng hơn) được ngưng tụ từ khí thiên nhiên trước khi hóa lỏng.

### **3.32**



**Vận hành bình thường** (Normal operation)

Vận hành bao gồm vận hành gián đoạn như là giao nhận tàu, khởi động máy móc thiết bị nhà máy, bảo dưỡng, dừng sản xuất theo kế hoạch, chạy thử.

**3.33****Đơn vị vận hành** (Operator/occupier)

Công ty chịu trách nhiệm vận hành nhà máy.

**3.34****Chủ đầu tư** (Owner)

Công ty chịu trách nhiệm thiết kế, xây dựng và lắp đặt công trình nhà máy an toàn.

**3.35****Hệ số ổn định khí quyển PASQUILL** (PASQUILL atmospheric stability factors)

Các hệ số ổn định khí quyển PASQUILL được xác định như là một hàm số của tốc độ gió, bức xạ nhiệt, bao gồm sáu hệ số sau đây:

- A: không ổn định mức độ cao;
- B: không ổn định mức độ vừa phải;
- C: không ổn định mức độ thấp;
- D: trung bình;
- E: ổn định mức độ thấp;
- F: ổn định mức độ vừa phải.

**3.36****Xác suất xảy ra** (Probability)

Số trên thang chia từ 0 đến 1 thể hiện khả năng có thể xảy ra một sự cố.

**3.37****Hệ thống dừng công nghệ** (PSD (Process Shut Down) system)

Hệ thống dừng hoạt động các cụm/bộ phận thiết bị riêng biệt trong nhà máy một cách an toàn và hiệu lực vì các lý do công nghệ liên quan đến quy trình sản xuất.

**3.38**

## **TCVN 8611:2021**

### **Rủi ro (Risk)**

Tổng hợp các hậu quả và tần suất các mối nguy hiểm cụ thể xảy ra trong một giai đoạn xác định trong trường hợp nhất định.

### **3.39**

#### **Hệ thống quản lý an toàn (Safety Management System)**

Quy trình quản lý xác định và giám sát sơ đồ tổ chức, các trách nhiệm, các thủ tục, các quy trình và các nguồn tài nguyên cho việc thiết lập và thực thi chính sách phòng ngừa sự cố/tai nạn chính/chủ yếu.

### **3.40**

#### **Mức độ toàn vẹn an toàn (Safety Integrity Level, SIL)**

Mức độ toàn vẹn an toàn theo yêu cầu của hệ thống liên quan đến an toàn quy định trong EN 61508.

### **3.41**

#### **Khu vực thu gom chất lỏng tràn (Spill collection area)**

Khu vực tại nơi LNG được sản xuất LNG hoặc giao nhận mà tại đó cho phép ngăn chặn và kiểm soát được sự rò rỉ, thông thường bằng cách sử dụng bờ đá và/hoặc gạch lát có độ dốc nhất định.

### **3.42**

#### **Cụm thiết bị tồn trữ và tái hóa khí (Shuttle regasification vessel, SRV)**

### **3.43**

#### **Bể chứa (Tank)**

Thiết bị tồn chứa LNG.

CHÚ THÍCH: Các loại bể chứa khác nhau với áp suất nhỏ hơn 0,5 bar mô tả/đề cập trong tiêu chuẩn TCVN 8615 (EN 14620) hoặc Phụ lục H.

### **3.44**

#### **Khu vực giao nhận LNG (Transfer area)**

Khu vực có hệ thống đường ống vận chuyển chất lỏng hoặc khí dễ cháy vào hoặc ra khỏi nhà máy, hoặc hệ thống khớp nối đường ống được nối vào hoặc tháo ra định kỳ thường xuyên.

### **3.45**

#### **Mô hình thực nghiệm (Validated model)**

Mô hình toán học mà cơ sở khoa học của nó được chấp nhận một cách chắc chắn và được chứng minh là cung cấp được thông tin toán học đầu ra cho vấn đề toán học liên quan, và được trình bày để bao quát toàn bộ phạm vi sử dụng của mô hình đã được hiệu chỉnh hoặc kiểm tra bằng những dữ liệu hoặc kết quả kiểm tra thực tế.

### **3.46**

#### **Ống thông hơi (Vent stack)**

Hệ thống thoát khí nằm ở vị trí cao, dùng để phân tán an toàn hơi thoát ra từ nhà máy.

## **4 An toàn và môi trường**

### **4.1 Yêu cầu chung**

Các giai đoạn thiết kế, cung cấp thiết bị, xây dựng và vận hành phải tuân thủ các yêu cầu của hệ thống quản lý Chất lượng, Sức khỏe, An toàn và Môi trường.

Ngoài ra, mỗi giai đoạn phải được kiểm soát bởi hệ thống quản lý an toàn đã được phê duyệt.

Trong trường hợp mở rộng hoặc nâng công suất nhà máy, các tác động đến môi trường và sự an toàn phải được đánh giá theo các khuyến cáo dưới đây. Các hậu quả tiềm ẩn phải được phân tích/đánh giá theo các quy định hiện hành.

Trong trường hợp cải tạo để kéo dài tuổi thọ, các tác động đến môi trường và sự an toàn cũng phải được đánh giá theo các khuyến cáo này. Việc áp dụng các quy định hiện hành và phạm vi áp dụng phải được thỏa thuận với cơ quan có thẩm quyền.

Trong trường hợp cải tạo mà không kéo dài tuổi thọ và không nâng công suất nhà máy, nguyên tắc không hồi tố phải được ưu tiên áp dụng.

### **4.2 Tác động môi trường**

#### **4.2.1 Đánh giá tác động môi trường**

Trong giai đoạn nghiên cứu khả thi dự án, phải thực hiện đánh giá tác động môi trường sơ bộ (EIA) đối với địa điểm dự kiến theo các quy định, quy chuẩn hiện hành. Cần phải xem xét các đặc điểm môi trường tại địa điểm công trình được lưu trữ chính thức.

Khi địa điểm công trình được lựa chọn, phải thực hiện đánh giá tác động môi trường chi tiết.

Tất cả phát thải từ nhà máy như là chất rắn, chất lỏng (bao gồm cả nước), chất khí (bao gồm cả chất có mùi độc hại) phải được xác định và đo đếm để đảm bảo các chất phát thải này không được gây hại cho người, tài sản, động thực vật. Quy định này không chỉ đối với phát thải thông thường, mà còn đối với phát thải bất thường.

## **TCVN 8611:2021**

Trước hoặc trong quá trình vận hành, phải thiết lập quy trình quản lý phát thải. Phải đưa ra những biện pháp phòng ngừa trong việc xử lý vật chất độc hại và phải thường xuyên được cập nhật bởi người vận hành.

Phải đánh giá tác động môi trường trong/do xây dựng, vận hành và phải loại bỏ, giảm thiểu hoặc hạn chế các hoạt động không mong muốn. Bảng danh mục kiểm tra sau đây thể hiện các mục chính:

- Tăng dân số, lâu dài và tạm thời;
- Tăng lưu lượng giao thông đường bộ, đường sắt, đường thủy;
- Tăng độ ồn, tiếng ồn đột ngột và không liên tục;
- Tăng mức độ rung động, đột ngột và không liên tục;
- Tăng thời gian làm việc ban đêm, ảnh hưởng của ánh sáng và ánh sáng không liên tục;
- Đốt/xả khí, gián đoạn và/hoặc liên tục;
- Nước ấm hoặc nước lạnh.

### **4.2.2 Phát thải nhà máy**

Khi thiết kế phải lập kế hoạch để loại bỏ, giảm thiểu hoặc chỉ phát thải những chất không gây hại từ các hoạt động chạy thử, vận hành, bảo dưỡng, và phải thiết lập giới hạn cho phép về lượng và nồng độ của chất thải.

### **4.2.3 Kiểm soát phát thải**

Phải kiểm soát các mục sau đây một cách an toàn:

- Các sản phẩm cháy;
- Thoát khí thông thường hoặc bất thường;
- Đốt/xả khí thông thường hoặc bất thường;
- Thải bỏ dung môi tách khí axit;
- Thải bỏ tác nhân xử lý thủy ngân đã sử dụng (vì quá trình xử lý loại bỏ thủy ngân là quá trình không tái sinh, nên phải tồn chứa sau đó xử lý chất hấp thụ đã qua sử dụng hoặc thuê đơn vị có giấy phép xử lý chất thải);
- Nước lẫn dầu ngưng tụ trong quá trình tái sinh làm khô hoặc từ các máy móc thiết bị;
- Tạp chất hydrocacbon trong nước làm mát từ ống trao đổi nhiệt bị rò rỉ trong trường hợp dùng thiết bị làm mát bằng nước;
- Thải bỏ các phế phẩm (bao gồm dầu thải và các hợp chất hữu cơ chứa clo);
- Nước dùng trong thiết bị hóa khí;

- Hóa chất tạo mùi.

#### 4.2.4 Đốt/xả khí

Các nhà máy được thiết kế trên nguyên tắc không sử dụng đốt/xả khí liên tục. Phải tính toán dự phòng khi thiết kế và vận hành để đảm bảo các dòng khí thải, ở những nơi có thể, đều được thu hồi và không được cho thải ra đường đốt/xả khí trong quá trình nhà máy vận hành bình thường.

#### 4.2.5 Kiểm soát tiếng ồn

Thiết kế nhà máy phải xem xét ảnh hưởng của tiếng ồn đối với nhân viên nhà máy và đối với cộng đồng dân cư xung quanh nhà máy.

Khuyến cáo thiết kế nhà máy nên tuân theo TCVN ISO 15664.

#### 4.2.6 Đường giao thông bên ngoài nhà máy

Đường giao thông bên ngoài gần nhà máy LNG phải được liệt kê trong bản đánh giá tác động môi trường, ghi rõ lưu lượng giao thông hiện tại và dự đoán mức tăng trong tương lai khi nhà máy đi vào hoạt động. Phải kiểm tra các mục cụ thể sau đây:

- Đường bộ (đường ô tô, đường sắt);
- Đường thủy (đường biển, đường sông, kênh đào);
- Đường hàng không, vùng lân cận sân bay.

#### 4.2.7 Sự thoát nước

Phải nghiên cứu tác động của việc thoát nước (nhiệt độ, dòng chảy, gió,...).

### 4.3 Yêu cầu chung về an toàn

#### 4.3.1 Nguyên tắc tiếp cận

Công trình LNG phải được thiết kế đảm bảo mức độ rủi ro được chấp nhận (xem Phụ lục K) đối với đời sống cũng như tài sản bên trong và ngoài phạm vi nhà máy. Để đảm bảo mức độ an toàn cao trong các thiết bị nhà máy LNG và khu vực xung quanh, an toàn phải được xem xét trong toàn bộ các giai đoạn của dự án: thiết kế, xây dựng, khởi động, vận hành, chạy thử. Cụ thể là, phải thực hiện đánh giá mối nguy hiểm, xem mục 4.4, và phải thực thi các biện pháp an toàn được yêu cầu để đảm bảo mức độ rủi ro chấp nhận được.

ISO/TS 16901 trình bày các rủi ro được đề cập trong đánh giá định lượng rủi ro QRA (được nêu sau điều 4.3) và cách tiếp cận để giải quyết các tình huống tiềm ẩn, xác suất xảy ra và phân tích hệ quả của chúng..

#### 4.3.2 Công trình và khu vực xung quanh

## **TCVN 8611:2021**

### **4.3.2.1 Mô tả công trình**

Phải có bản mô tả chức năng của toàn bộ công trình và/hoặc của từng quy trình sản xuất để phục vụ cho việc đánh giá an toàn.

### **4.3.2.2 Nghiên cứu hiện trường**

Nghiên cứu hiện trường địa điểm công trình bao gồm:

- Khảo sát đất;
- Nghiên cứu địa hình để có thể đánh giá sự phân tán chất lỏng và đám mây chất khí;
- Nghiên cứu thực vật để có thể xác định cụ thể nguy cơ gây cháy do thực vật;
- Nghiên cứu nước của khu đất;
- Nghiên cứu xác định nguồn dòng điện rò (ví dụ nguồn điện phát ra từ đường dây cao thế, đường sắt);
- Nghiên cứu môi trường sinh vật biển và lòng biển;
- Nghiên cứu nhiệt độ và chất lượng nước biển;
- Nghiên cứu điều kiện thủy triều;
- Nghiên cứu sóng mạnh, lũ lụt (sóng thần, vỡ đê,...);
- Khảo sát cơ sở hạ tầng xung quanh (ví dụ công trình công nghiệp, khu vực xây dựng, phương tiện thông tin liên lạc);
- Khu vực hoạt động, các khoảng cách an toàn khi phương tiện chuyên chở LNG đang hoạt động trong cảng biển và tại nơi neo đậu (xem Điều 5 và TCVN 8613 (EN ISO 28460)).

Khảo sát đất phải bao gồm:

- Khảo sát địa kỹ thuật để có thể xác định đặc tính cơ địa của đất ngầm;
- Khảo sát địa chất và địa kiến tạo.

Phải kiểm tra đầy đủ chi tiết các đặc điểm địa chất của khu vực để hiểu được các quá trình tự nhiên hình thành nên khu vực, cũng như là xu hướng hoạt động địa chấn trong tương lai.

Phải thực hiện khảo sát cụ thể hơn tại hiện trường và khu vực liền kề để phát hiện sự có mặt của vùng đá vôi, thạch cao, đất sét có tính trương nở, lớp trầm tích muối tan, sự hóa lỏng của đất, sự dịch chuyển khối,... và phải đánh giá tác động liên quan của những hiện tượng này.

Những hiện tượng này không được phép xảy ra dưới bề chứa và/hoặc nền móng của các thiết bị trừ khi có thể chứng minh được rằng đã tiến hành các biện pháp phù hợp để giải quyết những vấn đề có nguy cơ xảy ra.

### **4.3.2.3 Nghiên cứu về khí hậu**

Nghiên cứu về khí hậu phải bao gồm các mục sau:

- Sức gió và hướng gió bao gồm tần suất và cường độ của bão;
- Nhiệt độ;
- Độ ổn định khí quyển;
- Phạm vi và tốc độ thay đổi của áp suất khí quyển;
- Lượng mưa;
- Đặc tính ăn mòn của không khí;
- Nguy cơ lũ lụt;
- Tần suất sét đánh;
- Độ ẩm tương đối.

Biến đổi khí hậu phải được phân tích như một phần của các yêu cầu thẩm tra, tùy theo điều kiện địa phương..

#### 4.3.2.4 Địa chấn học

Một trận động đất được xác định bởi gia tốc nền phương thẳng đứng và nằm ngang. Các gia tốc này được mô tả theo EN 1997 (tất cả các phần) và EN 1998 bởi:

- Tần suất phổ động đất;
- Biên độ phổ dao động.

Phải thực hiện phân tích động đất tại hiện trường cụ thể. Phân tích này phải bao gồm các đánh giá về nguy cơ xảy ra động đất, sóng thần, sụt lún đất và núi lửa hoạt động. Phân tích này phải được trình bày dưới dạng Báo cáo địa chấn trong đó các đặc điểm địa chất và địa chấn của công trình và khu vực xung quanh, cũng như thông tin về địa kiến tạo đều phải được xem xét. Báo cáo này phải đưa ra kết luận về tất cả các thông số địa chấn cần thiết cho việc thiết kế.

Quy mô của khu vực phải khảo sát phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên của vùng đất xung quanh công trình, các điều kiện địa chất, địa kiến tạo có được từ kết quả khảo sát địa chất, xem 4.3.2.2. Thông thường khu vực này được giới hạn nhỏ hơn 320 km tính từ địa điểm xây dựng công trình, tuy nhiên trong một số trường hợp nó có thể bao gồm toàn bộ đới kiến tạo (nguyên tắc chung được đề cập trong [22]). Trong trường hợp này, độ sâu khảo sát tối thiểu phải bằng hai lần đường kính của **(a)** khối kiến trúc xây dựng; hoặc **(b)** nền móng bao quanh khu vực tương đương khối kiến trúc đó.

Phải thực hiện phân tích cấp độ hai trong phạm vi 80 km kể từ hiện trường (khảo sát địa chấn - kiến tạo khu vực) nhằm phát hiện sự có mặt của đứt gãy địa chất đang hoạt động. (xem [23])

Những khảo sát này nêu đầy đủ các nghiên cứu, xem xét, đánh giá các trận động đất trong lịch sử đã gây ảnh hưởng, hoặc nhiều khả năng đã gây ảnh hưởng tới địa điểm xây dựng.

## **TCVN 8611:2021**

Trong trường hợp có đứt gãy địa chấn ở vùng phụ cận ngay sát với địa điểm xây dựng, các điều tra tiếp theo phải được tiến hành để đánh giá khả năng hoạt động của các đứt gãy này. Đối với các đứt gãy không hoạt động thì không được phép cắt qua khu vực xây dựng hoặc trong phạm vi ảnh hưởng được xác định bởi đặc điểm địa mạo.

Để có thông tin chi tiết về điều tra, khảo sát, phân tích địa chấn và định dạng dải phân bố đáp ứng, tham khảo tiêu chuẩn EN 1997 (tất cả các phần), EN 1998-1 và EN 1998-5.

Các nghiên cứu địa chất, kiến tạo, địa chấn học giúp thiết lập:

- Động đất SSE;
- Động đất OBE.

Phải thiết lập những điều sau:

- Động đất gây ra dịch chuyển mặt đất với sự tái diễn trung bình bằng thời gian tạm ngừng hoạt động tối thiểu 5 000 năm đối với động đất SSE và 475 năm đối với động đất OBE (tính theo xác suất thống kê);
- Giả sử rằng động đất tương tự với những trận động đất mạnh nhất được biết trong lịch sử có khả năng xảy ra trong tương lai với vị trí tâm động đất gây ra tác động mạnh nhất về mặt cường độ đến địa điểm xây dựng, đồng thời vẫn tương thích với dữ liệu địa chất và địa chấn (tính theo các phương pháp tất định truyền thống).

CHÚ THÍCH: Cả động đất OBE và SSE đều chỉ ra các giới hạn tác động cụ thể của những cơn địa chấn cường độ mạnh gây ra đối với hệ thống, được nêu ra ở 4.5.2.2.

### **4.3.2.5 Địa điểm xây dựng**

Trong giai đoạn nghiên cứu khả thi dự án, phải thực hiện việc đánh giá địa điểm xây dựng nhằm đảm bảo sự phù hợp của các phương án lựa chọn địa điểm với sự phát triển của khu vực lân cận. Đánh giá tối thiểu phải đề cập đến các vấn đề sau:

- Sự phát triển khu dân cư;
- Sự phát triển trung tâm thương mại, khu giải trí;
- Sự phát triển của trường học, bệnh viện, nhà dưỡng lão, sân vận động,...;
- Sự phát triển công nghiệp;
- Cơ sở hạ tầng giao thông vận tải;
- Quy hoạch các công trình ngầm, đường dây điện, viễn thông, đường ống cấp/thoát nước,...

Khi địa điểm xây dựng đã được lựa chọn, phải thực hiện đánh giá chi tiết địa điểm xây dựng. Phạm vi và phương pháp đánh giá địa điểm xây dựng phải đề cập đến vấn đề tồn kho hóa chất nguy hiểm trong nhà máy và sự có mặt và quy mô của các công trình xây dựng hiện tại liền kề và đã có kế hoạch phát triển trong tương lai, đồng thời phải tuân thủ các quy định của nhà nước và địa phương.



Khuyến cáo rằng:

- Đánh giá được cập nhật định kỳ theo thông lệ và khi xảy ra những thay đổi hoặc biến đổi lớn;
- Sự phát triển xung quanh nhà máy được kiểm soát để giảm đến mức thấp nhất sự phát triển không phù hợp sau này.

Hướng dẫn về các tiêu chí công nhận đánh giá mang tính xác suất đối với địa điểm xây dựng công trình được trình bày ở Bảng K.2. Các tiêu chí công nhận tối thiểu này có thể được áp dụng trong trường hợp nhà máy được xây dựng tại quốc gia không ban hành các tiêu chí này.

#### **4.4 Đánh giá mối nguy hiểm**

##### **4.4.1 Yêu cầu chung**

Phải thực hiện đánh giá mối nguy hiểm trong quá trình thiết kế nhà máy và cũng nên thực hiện khi có sự thay đổi hoặc điều chỉnh lớn.

Để có thông tin về các yêu cầu và phương pháp luận tham khảo các Phụ lục trình bày ví dụ về dải tần suất, phân loại hậu quả và các mức độ rủi ro. Tuy nhiên mỗi quốc gia hay công ty sẽ có mức độ thông số chấp nhận được khác nhau và do vậy các ví dụ trình bày trong Phụ lục I, J, K phải được xem như là các yêu cầu tối thiểu. Trong trường hợp một quốc gia hay địa phương có yêu cầu nghiêm ngặt hơn thì yêu cầu này phải được áp dụng để thay thế các yêu cầu tối thiểu.

##### **4.4.2 Đánh giá**

###### **4.4.2.1 Phương pháp luận**

Phương pháp luận đánh giá mối nguy hiểm có thể tiếp cận theo phương pháp tất định và/hoặc phương pháp xác suất.

Tiếp cận theo phương pháp tất định bao gồm:

- Liệt kê các mối nguy hiểm tiềm tàng có nguồn gốc nội tại và ngoại lai;
- Xác định các mối nguy hiểm có nhiều khả năng xảy ra;
- Xác định hậu quả;
- Biện luận các giải pháp nâng cao an toàn cần thiết để hạn chế hậu quả.

Tiếp cận theo phương pháp xác suất bao gồm:

- Liệt kê các mối nguy hiểm tiềm tàng có nguồn gốc nội tại và ngoại lai;
- Xác định hậu quả của từng loại mối nguy hiểm và phân loại chúng (xem ví dụ trong Phụ lục J);
- Thu thập dữ liệu về tỷ lệ hỏng hóc;
- Xác định xác suất hoặc tần suất của từng loại mối nguy hiểm;

## **TCVN 8611:2021**

- Tổng hợp tần suất xảy ra tất cả các loại mối nguy hiểm đối với một loại hậu quả và phân loại phạm vi tần suất cho loại hậu quả đó (xem ví dụ trong Phụ lục I);
- Phân loại mối nguy hiểm theo phạm vi tần suất và loại hậu quả, nhằm mục đích xác định mức độ rủi ro (xem ví dụ trong Phụ lục K).

Trong trường hợp việc xác định rủi ro đưa ra kết quả "mức độ rủi ro không thể chấp nhận được" (ví dụ như rủi ro mức độ 3 trong Phụ lục K), cần thay đổi thiết kế nhà máy hoặc quy trình vận hành và thực hiện lại quá trình đánh giá cho đến khi không còn kết quả "mức độ rủi ro không thể chấp nhận". Trong trường hợp việc xác định rủi ro đưa ra kết quả mức độ rủi ro bình thường, có thể chấp nhận (ví dụ rủi ro mức độ 1 trong Phụ lục K), thì không cần thiết phải thực hiện thêm các đánh giá. Đối với rủi ro đã xác định mức độ nhưng có yêu cầu giảm mức độ (ví dụ rủi ro mức độ 2 trong Phụ lục K), phải xem xét các biện pháp an toàn bổ sung để giảm mức độ rủi ro xuống mức thấp nhất có thể.

Đánh giá mối nguy hiểm có thể dựa trên các phương pháp truyền thống như:

- Đánh giá rủi ro trong vận hành (HAZOP);
- Phân tích ảnh hưởng chế độ vận hành khi có sự cố (FMEA);
- Phương pháp cấu trúc cây sự kiện (ETM);
- Phương pháp cấu trúc cây lỗi hỏng (FTM).

Quy trình đánh giá mối nguy hiểm phải được tiến hành trong tất cả các giai đoạn của quá trình thiết kế. Khuyến cáo thực thi việc đánh giá trong giai đoạn đầu dự án hoặc khi thay đổi thiết kế, điều này cho phép cải thiện những thiết kế không được chấp thuận một cách hiệu quả nhất về chi phí.

Các tiêu chí công nhận tối thiểu của phương pháp đánh giá theo xác suất đưa ra trong Bảng K.1 dựa trên rủi ro đối với nhân viên làm việc trong nhà máy. Các phân loại so sánh đối với lượng hydrocarbon lớn phát thải cũng được đưa ra trong hướng dẫn ở Phụ lục J. Các phương pháp đánh giá rủi ro khác có thể sử dụng để đánh giá sự phù hợp của thiết kế nhà máy, quá trình sản xuất và đánh giá rủi ro các mối nguy hiểm. Tuy nhiên rủi ro tối thiểu đối với nhân viên phải được đánh giá và phê duyệt khi thiết kế nhà máy và khi có thay đổi lớn.

Việc phân tích và đánh giá rủi ro phải độc lập với quá trình triển khai thiết kế.

### **4.4.2.2 Xác định mối nguy hiểm có nguồn gốc bên ngoài**

Phải thực hiện các nghiên cứu để xác định những mối nguy hiểm phát sinh từ bên ngoài nhà máy. Những mối nguy hiểm loại này có thể là do:

- Phương tiện chuyên chở LNG tiếp cận nơi neo đậu với tốc độ hoặc góc hướng vượt quá giới hạn cho phép;
- Khả năng xảy ra va chạm giữa cầu tàu và/hoặc phương tiện chuyên chở LNG ở nơi neo đậu do tàu trọng tải lớn đi ngang qua;

- Tác động của vật bị phóng ra và hậu quả của va chạm (tàu biển, xe ô tô, máy bay,...);
- Thiên tai (sét, lũ lụt, động đất, thủy triều lớn, băng trôi, sóng thần,...);
- Bắt cháy do sóng vô tuyến năng lượng cao;
- Vùng lân cận với sân bay và/hoặc đường băng;
- "Hiệu ứng domino" bắt nguồn từ việc cháy và/hoặc nổ ở công trình liền kề;
- Hiện tượng di chuyển của các đám mây khí dễ cháy, độc hại hoặc gây ngạt;
- Sự tồn tại của nguồn đánh lửa gây cháy thường trực như đường dây điện cao thế (hiệu ứng hào quang);
- Vùng lân cận với bất kỳ nguồn gây cháy không kiểm soát được ở bên ngoài.

#### 4.4.2.3 Xác định mối nguy hiểm có nguồn gốc bên trong

##### 4.4.2.3.1. Nguy hiểm bắt nguồn từ LNG

Tất cả thiết bị bao gồm hệ thống giao nhận trên phương tiện chuyên chở LNG phải được đánh giá về khả năng xảy ra hao hụt LNG hoặc khí thiên nhiên. Để đơn giản hóa việc nghiên cứu, có thể thiết lập các kịch bản sau.

Các kịch bản này phải được xác định rõ về mặt:

- Khả năng hoặc tần suất xảy ra mối nguy hiểm;
- Vị trí rò rỉ;
- Bản chất của môi chất (LNG hay khí, xác định rõ nhiệt độ);
- Tốc độ và khoảng thời gian xảy ra rò rỉ;
- Điều kiện thời tiết (tốc độ và hướng gió, sự ổn định khí quyển, nhiệt độ môi trường, độ ẩm tương đối);
- Tính chất nhiệt và địa hình khu đất (bao gồm cả khu vực ngăn tràn);
- Cấu trúc thép có thể bị giòn do tiếp xúc với nhiệt độ thấp hoặc nhiệt độ lạnh sâu. Với những trường hợp cụ thể, khi một lượng LNG bị lẫn vào nước, có thể xảy ra sự quá áp không gây cháy; hiện tượng này được gọi là sự chuyển pha nhanh (RPT). Tham khảo TCVN 12984 và tài liệu tham khảo [33], [34].

Các kịch bản cụ thể cho các loại bồn chứa khác nhau được liệt kê trong Bảng 1.

**Bảng 1 – Phân loại kịch bản đánh giá mối nguy hiểm theo loại hình bồn chứa**

Loại bồn chứa <sup>d</sup>	Tất cả bằng kim loại hoặc chỉ phần mái bằng kim loại	Bê tông dự ứng lực (bao gồm mái bê tông gia cường)
Đơn	a	
Kép	b	
Tổ hợp	b	c

Chôn ngầm dưới đất	b	c
<p>Các kích bản được xem xét:</p> <p>a) Trong trường hợp bồn chứa chính gặp sự cố, kích thước vùng cháy tương ứng với khu vực ngăn tràn.</p> <p>b) Trong trường hợp mái bồn chứa gặp sự cố, kích thước vùng cháy tương ứng với bồn chứa phụ.</p> <p>c) Phần mái bị hỏng không được xét đến đối với những bồn chứa loại này trừ khi được nêu rõ trong phân tích rủi ro.</p> <p>d) Xem định nghĩa trong Mục 6.3.</p>		

**4.4.2.3.2. Nguy hiểm không liên quan đến LNG**

Những nguyên nhân gây mỗi nguy hiểm không liên quan đến LNG sau đây phải được xem xét:

- Tồn chứa LPG và hydrocacbon nặng hơn;
- Xuất nhập đồng thời nhiều loại sản phẩm trên cầu cảng đa sản phẩm;
- Trao đổi thông tin giữa tàu và bờ kém;
- Giao thông nội bộ nhà máy trong quá trình xây dựng và vận hành;
- Rò rỉ các loại hóa chất độc hại khác, đặc biệt là môi chất lạnh dễ cháy;
- Vật phóng ra từ vụ nổ;
- Thiết bị sinh hơi nước, tạo áp lực;
- Các bộ nồi hơi, gia nhiệt bằng cách đốt lửa trực tiếp;
- Thiết bị quay;
- Các vật dụng, chất xúc tác, hóa chất (dầu FO, dầu bôi trơn, metanol,...);
- Tạp chất trong khí nguyên liệu đầu vào của các nhà máy sản xuất khí hóa lỏng;
- Thiết bị điện;
- Bến cảng gắn liền với nhà máy sản xuất LNG;
- Các vấn đề về an ninh (ví dụ: hành động xâm phạm, phá hoại);
- Tai nạn xảy ra trong quá trình xây dựng và bảo dưỡng;
- Các tai nạn có tính chất.

**4.4.2.4 Đánh giá khả năng xảy ra**

Việc ước lượng tần suất xảy ra một mối nguy hiểm cụ thể phải dựa trên nguồn cơ sở dữ liệu đáng tin cậy được phổ biến rộng rãi và phù hợp với ngành công nghiệp LNG hoặc phải dựa trên những phương pháp đã được trình bày ở mục 4.4.2.1 (xem Phụ lục I). Có xét đến yếu tố con người .

#### 4.4.2.5 Đánh giá hậu quả

Hậu quả của mỗi loại kịch bản trình bày ở trên sẽ phụ thuộc vào đặc tính của LNG và các hiện tượng khác được mô tả trong TCVN 12984. Đối với tính chất nguy hiểm của các môi chất khác LNG, phải tham khảo Bảng dữ liệu an toàn hóa chất (MSDS).

##### 4.4.2.5.1. Sự bay hơi của LNG bị tràn

Cần tính đến hiện tượng bay hơi tức thời (flash, bao gồm khả năng tạo thành sol khí/huyền phù khí) .

Việc tính toán quá trình bay hơi do truyền nhiệt phải được thực hiện bằng cách áp dụng các mô hình phù hợp.

Mô hình tính toán phải xét đến các yếu tố sau:

- Lưu lượng LNG và khoảng thời gian;
- Thành phần LNG;
- Tính chất của nền đất (độ dẫn nhiệt, nhiệt dung riêng, tỷ trọng,...);
- Nhiệt độ của nền
- đất hoặc của nước;
- Điều kiện khí quyển (nhiệt độ, độ ẩm môi trường, vận tốc gió);
- Độ ổn định khí quyển hoặc biến thiên nhiệt độ.

Mô hình phải xác định được:

- Tốc độ lan truyền của vũng chất lỏng;
- Diện tích thấm ướt theo thời gian, đặc biệt là diện tích thấm ướt lớn nhất;
- Tốc độ bay hơi theo thời gian, đặc biệt là tốc độ bay hơi lớn nhất.

##### 4.4.2.5.2. Sự khuếch tán hơi LNG trong khí quyển

Việc tính toán quá trình khuếch tán của đám mây khí LNG tạo thành do quá trình bay hơi khi chảy tràn và khi tiếp xúc với đất hoặc nước phải được tiến hành trên cơ sở áp dụng các mô hình phù hợp.

Tối thiểu các nội dung sau phải được xem xét khi xác định sự khuếch tán hơi LNG:

- Đường kính của vũng chất lỏng bay hơi;
- Tốc độ bay hơi;
- Tính chất của hỗn hợp hơi;
- Tính chất của nền đất (độ dẫn nhiệt, nhiệt dung riêng, tỷ trọng,...);
- Nhiệt độ của đất hoặc nước;
- Điều kiện khí quyển (nhiệt độ, độ ẩm môi trường, tốc độ gió);

## **TCVN 8611:2021**

- Độ ổn định khí quyển hoặc biến thiên nhiệt độ;
- Địa hình vị trí (ví dụ sự gồ ghề/độ nhám bề mặt).

Việc mô phỏng quá trình khuếch tán hơi LNG trong khí quyển phải dựa trên sự kết hợp giữa tốc độ gió và độ ổn định khí quyển, hai thông số này có thể xuất hiện một cách đồng thời và dẫn đến khoảng cách khuếch tán được dự đoán là xa nhất theo hướng gió thổi trong khoảng thời gian tối đa là 10 % tổng thời gian rò rỉ.

Trong trường hợp không có thông tin nào khác, điều kiện khí quyển sau đây cần được sử dụng để đánh giá: độ ổn định khí quyển F (PASQUILL) hoặc biến thiên nhiệt độ tương đương, trong điều kiện tốc độ gió là 2 m/s và độ ẩm tương đối là 50 %.

Mô hình phải xác định được:

- Nồng độ hỗn hợp khí tại đường bao;
- Khoảng cách tới giới hạn cháy dưới.

### **4.4.2.5.3. Xả nhanh khí thiên nhiên hoặc khí thiên nhiên hóa lỏng LNG**

Việc tính toán quá trình khuếch tán hơi LNG trong khí quyển do việc xả nhanh phải được thực hiện dựa trên các mô hình phù hợp nhằm xác định tối thiểu chiều cao hoặc độ dài và nồng độ của dòng hơi khí tại các điểm tham chiếu.

Nguồn xả nhanh bao gồm việc xả từ các van an toàn, đuốc không đánh lửa và xả nguội, có tính đến khả năng tạo thành sol khí/huyền phù khí (nếu thích hợp).

### **4.4.2.5.4. Quá áp**

Sự bắt cháy khí thiên nhiên có thể tạo ra tiếng nổ gây ra sóng quá áp trong một số trường hợp cụ thể (ví dụ khu vực chật hẹp hạn chế về không gian). Dải bắt cháy của hỗn hợp khí và không khí được quy định trong TCVN 12984.

Có thể áp dụng các phương pháp và mô hình được công nhận để tính quá áp, ví dụ phương pháp đa năng lượng và/hoặc phương pháp bốc cháy ở tốc độ không đổi. Cần xác định rõ phạm vi áp dụng của hiện tượng quá áp cho các thiết bị, công trình xây dựng, kết cấu.

Luôn luôn có đặc tính sóng tác động đến ở nơi xảy ra quá áp như bồn chứa, thiết bị, công trình xây dựng hoặc kết cấu. Trong trường hợp này, có thể giả sử rằng một vụ nổ bùng cháy gần một bồn chứa gây ra quá áp đối với nửa chu vi của bồn chứa trong trường hợp xấu nhất. Ứng suất trong bồn chứa gây ra bởi quá áp được xác định bằng tính toán động. Đối với cấu trúc khác, ứng suất có thể được xác định bằng tính toán tĩnh.

Cần phải xem xét ảnh hưởng của hiện tượng quá áp xảy ra do đám cháy xuất hiện bên dưới khu vực đặt bồn chứa (trường hợp bồn chứa được đặt ở trên cao).

Ảnh hưởng của sóng phản xạ trên những đối tượng thuộc trách nhiệm của nhà cung cấp thiết bị.

#### 4.4.2.5.5. Bức xạ

Việc tính toán bức xạ gây ra bởi sự cháy hơi LNG tại vũng chất lỏng bay hơi, vòi phun LNG, hoặc nơi xả khí thiên nhiên được thực hiện trên cơ sở áp dụng các mô hình phù hợp.

Mô hình tính toán phải tính đến các yếu tố sau:

- Diện tích của đám cháy hoặc kích thước của ngọn lửa;
- Năng lượng thoát nhiệt bề mặt của đám cháy hoặc ngọn lửa [xem TCVN 12984];
- Nhiệt độ môi trường, tốc độ gió và độ ẩm tương đối.

Việc tính toán bức xạ phải dựa trên sự kết hợp giữa tốc độ gió và các điều kiện khí quyển xuất hiện một cách đồng thời và gây ra bức xạ dự đoán tối đa ở mức 10 % tổng thời gian.

Trường hợp nếu không có thông tin nào khác, điều kiện khí quyển sau đây sẽ được xem xét áp dụng: tốc độ gió là 10 m/s và độ ẩm tương đối là 50 %.

Mô hình tính toán phải xác định được bức xạ tới tại những khoảng cách và độ cao khác nhau.

#### 4.4.3 Nâng cao an toàn

Khi đánh giá an toàn chỉ ra các giá trị giới hạn an toàn trong Phụ lục A bị vượt quá hoặc yêu cầu phải cải thiện mức độ rủi ro (xem Phụ lục K), cần áp dụng các biện pháp sau đây:

- Thiết lập hệ thống an toàn cho phép phát hiện sớm rò rỉ và cho phép hạn chế hậu quả của đám cháy (xem mục 4.5 và 13);
- Tăng cường pha loãng đám mây khí dễ cháy;
- Loại bỏ nguồn có khả năng gây cháy trong đám mây khí dễ cháy;
- Giảm tốc độ bay hơi thông qua việc giảm thiểu truyền nhiệt;
- Giảm bức xạ nhiệt bằng màn nước, hệ thống nước chảy tràn, bọt hoặc cách nhiệt;
- Giảm khoảng cách khuếch tán hơi bằng cách sử dụng bọt hoặc phun nước dạng sương để làm ẩm đám mây khí;
- Tăng khoảng không gian giữa các thiết bị;
- Bảo vệ công trình tránh sự nổ;
- Hệ thống báo động như là thiết bị ngắt có mặt kính, điện thoại, máy nhắn tin, hệ thống truyền hình cáp, còi báo động.

### 4.5 Kỹ thuật an toàn trong quá trình thiết kế và xây dựng

#### 4.5.1 Giới thiệu

## **TCVN 8611:2021**

Trong quá trình thiết kế và xây dựng, vấn đề an toàn phải luôn được nghiên cứu kỹ lưỡng để đảm bảo mức độ an toàn phù hợp với báo cáo đánh giá mức độ nguy hiểm.

Việc quản lý an toàn trong quá trình thiết kế và xây dựng phải bao gồm việc cân nhắc trong quá trình thiết kế và thường xuyên xem xét đánh giá lại như đã được trình bày tại mục 4.5.2 và 4.5.3.

### **4.5.2 Thiết kế**

#### **4.5.2.1 Đặc điểm chung về an toàn trong thiết kế**

##### **4.5.2.1.1 Thiết kế thiết bị và đường ống làm việc ở nhiệt độ thấp**

Áp suất và nhiệt độ thiết kế của đường ống/ thiết bị phải được lựa chọn có dự tính cho tất cả các điều kiện vận hành và khi xảy ra sự cố. Vật liệu phù hợp được liệt kê trong TCVN 12984.

Ứng suất trong đường ống và thiết bị chịu ảnh hưởng của hiện tượng co/giãn do thay đổi nhiệt độ, khả năng xảy ra sốc nhiệt và phương pháp cách nhiệt. Cần tính đến các hiện tượng vật lý như là: búa chất lỏng, xâm thực/ tạo bong bóng, bay hơi đột ngột/ tức thì/ nhanh và dòng chảy hai pha. Có thể áp dụng các khuyến cáo tại Điều 9. Đường ống chính được khuyến cáo duy trì ở điều kiện lạnh, ví dụ bằng cách tuần hoàn LNG, cách nhiệt.

##### **4.5.2.1.2 Phân loại vùng nguy hiểm**

Tất cả các lắp đặt đều phải qua phân tích vùng nguy hiểm. Cần đánh giá phân loại vùng nguy hiểm cho tất cả các thiết bị/cụm thiết bị. Tham khảo tiêu chuẩn liên quan như (EN 60079-10-1, TCVN 7702 và TCVN 10888.

Việc phân loại vùng nguy hiểm có thể khác nhau tùy thuộc vào tiêu chuẩn chuyên ngành hoặc quốc gia được áp dụng, tuy nhiên phải tuân theo các phương pháp luận được thiết lập trong EN 60079-10-1 và EN 60079-10-2. Cần tham chiếu TCVN 8613 (ISO 28460) đối với cầu tàu, đặc biệt là vùng nguy hiểm phát sinh khi phương tiện chuyên chở LNG neo đậu dọc theo cầu tàu.

Việc lựa chọn thiết bị sử dụng tại các vị trí cụ thể phải được xác định trên cơ sở phân loại vùng nguy hiểm tại vị trí lựa chọn và phải tuân theo TCVN 7702 và bộ tiêu chuẩn EN/IEC (phần 0 đến 25).

##### **4.5.2.1.3 Bảo vệ quá áp bên trong**

Cần lắp đặt các thiết bị an toàn để ngăn chặn rủi ro quá áp bên trong kể cả những rủi ro do đám cháy.

Việc xả LNG từ các thiết bị an toàn thông thường (van an toàn, van xả giảm áp) được khuyến cáo dẫn tới hệ thống đốt/xả khí hoặc bồn chứa. LNG xả ra từ van an toàn của bồn chứa và thiết bị hóa khí, nếu không được dẫn tới hệ thống đốt/xả khí, thì phải được dẫn tới vị trí an toàn được xác định trong đánh giá mối nguy hiểm.

Trường hợp sử dụng chung 01 hệ thống cho việc xả các nguồn khí cao áp và thấp áp thì cần tránh nguy cơ dội áp. Trong trường hợp xảy ra hiện tượng dội áp trong hệ thống xả thấp áp, cần tính đến việc lắp đặt hệ thống đốt/xả khí riêng biệt cho nguồn khí cao áp và thấp áp..



#### 4.5.2.1.4 Giảm áp suất khẩn cấp

Khuyến cáo sử dụng hệ thống giảm áp suất.

Mục đích của biện pháp này là để:

- Giảm áp suất nội tại;
- Giảm nguy cơ rò rỉ;
- Tránh nguy cơ đường ống và bồn áp lực chứa LNG, chứa chất làm lạnh hydrocacbon hoặc chứa khí bị hư hỏng do bức xạ bên ngoài.

Thiết bị giảm áp suất phải cho phép áp suất của một hay nhiều thiết bị giảm một cách nhanh chóng. Khí xả ra phải được kết nối với hệ thống đốt/xả khí có khả năng làm việc ở nhiệt độ thấp do quá trình giảm áp suất gây nên.

Phải bố trí các van cô lập, được kích hoạt từ phòng điều khiển hoặc từ xa, hoặc được kích hoạt tự động sao cho hệ thống thiết bị có thể được cô lập thành các cụm nhỏ/ khác nhau, và cô lập các thiết bị nhạy cảm khi có yêu cầu. Điều này giúp giảm áp suất từng khu vực của nhà máy, trong khi vẫn hạn chế được hydrocacbon vào trong vùng có đám cháy.

#### 4.5.2.1.5 Hệ thống kiểm soát an toàn

Nhà máy phải được trang bị hệ thống kiểm soát an toàn (xem Điều 14) để xác định, thông báo và phản ứng thích hợp với những tình huống nguy hiểm. Hệ thống kiểm soát an toàn phải độc lập với hệ thống kiểm soát quy trình sản xuất và phải xác định được mối nguy hiểm, tự động đưa nhà máy trở lại tình trạng an toàn.

#### 4.5.2.1.6 Hệ thống an toàn “nội tại/vốn có”

Các biện pháp đảm bảo an toàn nội tại phải được áp dụng nhằm:

- Chứa LNG tràn trong phạm vi hàng rào, và giảm thiểu khả năng có thể xảy ra nguy cơ lan tràn đám mây hơi bên ngoài hàng rào ngoài vi nhà máy;
- Giảm thiểu khả năng đám cháy tại một khu vực bất kỳ trong nhà máy lan ra khu vực khác;
- Giảm thiểu thiệt hại tại khu vực liền kề với đám cháy bằng cách sử dụng khoảng cách phân chia, giảm đến mức thấp nhất nguồn cung cấp hydrocacbon gây cháy (bằng cách phân chia nhà máy thành các vùng cháy khác nhau và bằng các van cô lập).

Ưu tiên sử dụng hệ thống an toàn “nội tại” so với việc sử dụng những hệ thống phức tạp.

Các biện pháp bảo vệ an toàn “nội tại” được nêu chi tiết tại mục 13.1.

#### 4.5.2.1.7 Chống giòn và chống cháy thụ động

Phải có biện pháp bảo vệ chống giòn và cháy bị động để:

## **TCVN 8611:2021**

- Bảo vệ thiết bị và kết cấu chính khỏi tác hại từ đám cháy cục bộ, giảm đến mức thấp nhất việc lan rộng đám cháy lan rộng và gây nguy hiểm cho nhân viên xử lý sự cố;
- Bảo vệ kết cấu chính khỏi các hư hỏng do giòn gãy gây ra bởi hiện tượng giãn nở nhiệt cục bộ và gây nên sụp đổ toàn bộ kết cấu.

Biện pháp bảo vệ bị động được trình bày chi tiết tại mục 13.2.

### **4.5.2.1.8 Chống cháy chủ động**

Phải cung cấp thiết bị và/hoặc hệ thống để kiểm soát và ứng cứu các tình huống khẩn cấp.

Các thiết bị và hệ thống này được mô tả tại mục 13.6.

### **4.5.2.1.9 Biện pháp an toàn bổ sung cho nhà máy LNG**

Việc rò rỉ LNG và hydrocacbon lỏng như khí thiên nhiên dạng lỏng (NGL) và chất làm lạnh sẽ tạo ra đám mây hơi dễ cháy nặng hơn không khí. Do vậy nhà máy phải được thiết kế sao cho loại bỏ hoặc giảm tới mức thấp nhất khối lượng và khả năng xảy ra hiện tượng rò rỉ do sự cố hoặc theo kế hoạch.

Điều này đạt được bằng cách sử dụng hệ thống quản lý an toàn trong suốt quá trình thiết kế, mua sắm thiết bị, chế tạo, xây dựng và vận hành nhà máy để đảm bảo rằng công nghệ tối ưu nhất được áp dụng. Phải xem xét cụ thể các vấn đề sau đây:

- Trong điều kiện cho phép, nhà máy và bồn chứa chất lỏng dễ cháy phải được đặt ở nơi thông thoáng; tuy nhiên, công tác bảo dưỡng và điều kiện khí hậu sẽ ảnh hưởng đến quyết định này;
- Mặt bằng nhà máy phải được bố trí sao cho giảm đến mức thấp nhất sự tắc nghẽn giao thông nội bộ;
- Bố trí hệ thống đường ống linh hoạt thích hợp để đáp ứng mọi điều kiện vận hành của nhà máy;
- Số lượng mặt bích trên đường ống phải được giảm tới mức tối thiểu bằng cách sử dụng các van hàn trên đường ống, cùng với sự xem xét kỹ lưỡng về chạy thử, cô lập và bảo dưỡng. Khi sử dụng mặt bích, phải lựa chọn gioăng đệm đảm bảo chất lượng theo TCVN 8614 (EN 12308), phù hợp cho việc kết nối; trong điều kiện cho phép, mặt bích phải được lắp theo hướng sao cho nếu xảy ra rò rỉ thì dòng môi chất không gây ảnh hưởng đến các thiết bị xung quanh;
- Vị trí đường ống ở đuôi van xả phải được bố trí nhằm giảm thiểu mức độ nguy hiểm;;
- Áp suất thiết kế phải cao hơn áp suất vận hành một khoảng đủ lớn để giảm tới mức thấp nhất tần suất hoạt động của van xả;
- Phải sử dụng máy bơm được làm kín chống rò rỉ hoặc máy bơm chìm cho LNG và LPG;
- Đối với các bề mặt được mạ kẽm được khuyến cáo đặt ở vị trí tránh khả năng kẽm nóng chảy gây nhiễm bẩn đường ống và thiết bị bằng thép không gỉ austenite trong trường hợp cháy, có khả năng dẫn đến giòn nứt vỡ hoặc hư hỏng nhanh chóng;

- Phải chú ý tới việc lắp đặt vật liệu kẽm và nhôm lên trên hệ thống bằng đồng và thép không có lớp bảo vệ bề mặt. Nếu nhôm hoặc kẽm bị nung nóng trong thời gian dài cùng với vật liệu thép hoặc đồng, vật liệu đó sẽ tạo ra các lỗ hoặc vết châm kim do hình thành hợp kim trong quá trình vận hành sau này. Hiện tượng này không xảy ra liên tục nhưng sẽ gây ảnh hưởng đến tính toàn vẹn của nhà máy trong vận hành sau này (xem [14]);
- Phải lắp đặt van cô lập gần nhất đến mức có thể với vòi phun, nhưng ở bên ngoài ống bọc, trên đường xuất chất lỏng của bồn chịu áp lực chứa chất lỏng dễ cháy. Những van cô lập này có thể vận hành từ xa bằng nút bấm đặt tại vị trí an toàn hoặc vận hành tự động bằng thiết bị dừng khẩn cấp ESD (xem Điều 14).

#### 4.5.2.1.10 Bồn hứng chất lỏng tràn

Quy mô các bồn hứng chất lỏng tràn và kênh thu gom chất lỏng tràn đối với thiết bị và hệ thống đường ống LNG và hydrocacbon phải được đưa vào nội dung trong báo cáo đánh giá các mối nguy hiểm (xem 4.4). Nhìn chung việc thu gom chất lỏng tràn tại điểm nối trên đường ống LNG và hydrocacbon không phân nhánh, không có mặt bích, hoặc thiết bị kết nối, thì không được đánh giá mối nguy hiểm.

Nếu yêu cầu, phải thiết kế bồn hứng chất lỏng tràn để đối phó với nguy cơ rò rỉ được xác định trong đánh giá mối nguy hiểm.

LNG và hydrocacbon tràn phải cho thoát xuống bồn hứng chất lỏng tràn có chất tạo bọt hoặc biện pháp khác nhằm cải thiện việc để kiểm soát quá trình bay hơi.

Phải áp dụng phương án dự phòng thu hồi nước được nêu tại Điều 6.8.4.

#### 4.5.2.2 Đặc trưng hiện trường: bảo vệ địa chấn

Nhà máy phải được thiết kế để có thể nhanh chóng vận hành trở lại ở chế độ OBE sau động đất (xem quy định trong Điều 3).

Các hệ thống sau đây phải đủ khả năng chống chịu các tác động gây ra bởi động đất mạnh hơn (từ cấp độ OBE cho tới cấp độ SSE):

- Các hệ thống mà sự cố gãy, đứt, vỡ có thể gây nguy hiểm cho nhà máy;
- Hệ thống bảo vệ yêu cầu phải vận hành để giữ mức an toàn tối thiểu.

Để đạt mục đích này, hệ thống nhà máy và các bộ phận phải được phân loại trên cơ sở tầm quan trọng (xem Phụ lục C). Sự phân loại này phải được phân tích khi đánh giá mối nguy hiểm:

- **Nhóm A:** các hệ thống quan trọng đối với sự an toàn của nhà máy hoặc các hệ thống bảo vệ yêu cầu phải vận hành để giữ mức an toàn tối thiểu. Những hệ thống này phải duy trì hoạt động ngay cả khi xảy ra động đất OBE và SSE. Hệ thống thiết bị dừng khẩn cấp và bồn chứa LNG phụ được phân loại nhóm A.

## **TCVN 8611:2021**

– **Nhóm B:** các hệ thống thực hiện chức năng quan trọng đối với vận hành nhà máy hoặc hệ thống mà sự cố gãy, đứt, vỡ có thể gây nguy hiểm cho nhà máy, dẫn đến tác động lớn đến môi trường hoặc gây ra những thiệt hại hậu quả khác. Những hệ thống này phải duy trì hoạt động sau khi xảy ra động đất OBE và phải giữ được sự nguyên vẹn trong trường hợp xảy ra động đất SSE. Bồn chứa chính chứa LNG được phân loại nhóm B.

– **Nhóm C:** các hệ thống khác. Những hệ thống này phải duy trì hoạt động sau động đất OBE và không bị hư hỏng hoặc gây tác động cho các hệ thống và bộ phận khác sau động đất SSE.

Những hệ thống này bao gồm các thiết bị, đường ống, van, thiết bị đo đếm, nguồn cấp điện và các thiết bị phụ trợ liên quan. Kết cấu phải được thiết kế tuân theo phân loại của bộ phận quan trọng nhất trong hệ thống mà kết cấu được sử dụng để đỡ.

Công trình xây dựng có chức năng an toàn hoặc thường xuyên có người làm việc bên trong phải được thiết kế sao cho giữ được sự toàn vẹn trong trường hợp động đất SSE. Hệ thống cấp nhiệt, thông gió và điều hòa không khí phải thiết kế để đáp ứng đầy đủ các tiêu chí của hệ thống được phân loại trong công trình xây dựng.

### **4.5.3 Đánh giá**

Phải tổ chức đánh giá theo các tiêu chí áp dụng nghiêm ngặt của hệ thống QA đảm bảo chất lượng tổng thể (xem 15).

Việc đánh giá phải tối thiểu bao gồm:

- Phân tích mối nguy hiểm sơ bộ;
- Đánh giá lại việc bố trí mặt bằng;
- Đánh giá rủi ro trong quá trình vận hành (HAZOP - hazard and operability);
- Đánh giá lại công tác bảo dưỡng và khả năng thực hiện/tiếp cận;
- Đánh giá mức độ toàn vẹn an toàn của công trình (SIL - safety integrity level);
- Đánh giá lại công tác chuẩn bị khởi động nhà máy.

## **4.6 An toàn trong vận hành sản xuất**

### **4.6.1 Yêu cầu chung**

Các quy định hiện hành được ưu tiên áp dụng nhưng việc áp dụng phải đảm bảo bao gồm các mục liệt kê trong 4.6.2 và 4.6.3.

### **4.6.2 Chuẩn bị vận hành nhà máy**

Công tác chuẩn bị vận hành nhà máy phải bao gồm:

- Đào tạo nhân lực, theo quy định trong Điều 17;

- Hoàn thành các quy trình vận hành, bảo dưỡng và kiểm tra nhà máy;
- Hoàn thành các quy trình đảm bảo an toàn, an ninh, được tích hợp với quy trình khẩn cấp tại bến cảng và quy định an ninh đối với cơ sở vật chất cảng và tàu quốc tế (ISPS) có liên quan.

#### 4.6.3 An toàn khi vận hành nhà máy

Phải đảm bảo an toàn khi vận hành nhà máy thông qua các biện pháp sau đây:

- Kiểm soát vận hành, hệ thống giám sát và bảo vệ bao gồm cả phiếu công tác;
- Giảm nguồn gây cháy không được kiểm soát;
- Kiểm soát tại chỗ và từ xa hệ thống chữa cháy.

## 5 Cầu tàu và cảng biển

### 5.1 Yêu cầu chung

Điều này đề cập đến vấn đề lựa chọn địa điểm, thiết kế kỹ thuật, đào tạo trước vận hành và yêu cầu an toàn của cơ sở vật chất tại cầu tàu và cảng biển.

### 5.2 Lựa chọn địa điểm

Vị trí của cầu tàu tại kho cảng LNG là yếu tố quan trọng nhất phải xem xét để xác định rủi ro chung của hoạt động giao nhận giữa /bờ, và một nghiên cứu chi tiết để xác định vị trí chấp nhận được nhất trong giai đoạn thiết kế sơ bộ của dự án. Xác định những gì có thể chấp nhận được trong các trường hợp cụ thể phải dựa trên đánh giá rủi ro thực tế xảy ra bởi hoạt động của các địa điểm lân cận và giao thông bến cảng.

Các điều khoản trong TCVN 8613 (ISO 28460) nên được đưa vào thiết kế cầu tàu và giao diện tàu/bờ. Tham khảo thêm các tài liệu quốc tế liên quan khác.

### 5.3 Thiết kế kỹ thuật

Phải áp dụng tiêu chuẩn phù hợp cho các công trình biển để lựa chọn các thông số thiết kế liên quan và phương pháp tính toán để tính toán các lực tác động lên kết cấu cầu tàu. Tính toán phải tính đến điều kiện đất, cộng thêm tải trọng tác dụng lên cầu tàu tại kho cảng LNG do hiện tượng tự nhiên như gió, thủy triều, sóng, nhiệt độ thay đổi, băng, động đất và những tác động do các hoạt động vận hành như neo buộc tàu, giao nhận hàng, các phương tiện giao thông qua lại khi xây dựng, vận hành, bảo dưỡng..

Cần phải tiến hành nghiên cứu khả năng tương thích để đảm bảo phạm vi các tàu mà dự kiến sẽ neo đậu một cách an toàn tại kho cảng [xem TCVN 8613 (ISO 28460)].

Trong thiết kế phải xem xét khả năng tràn LNG, đặc biệt là ở khu vực liền kề với hệ thống cần giao nhận LNG. Các phương án dự phòng ngăn chặn tràn LNG, chống gion kết cấu thép cacbon, hoặc bằng các biện pháp thích hợp khác.

## **TCVN 8611:2021**

Cần có phòng điều hành cầu tàu được trang bị đầy đủ phương tiện thông tin liên lạc với tàu và phòng điều hành kho cảng. Phòng điều khiển cầu tàu phải có các bộ điều khiển dừng khẩn cấp, nhả khẩn cấp cho hệ thống giao nhận LNG, thiết bị kiểm soát hơi, thiết bị chữa cháy điều khiển từ xa tại cầu tàu. Phải có thiết bị theo dõi các điều kiện thời tiết và biển, vị trí tàu và sức căng của dây neo.

Phải trang bị hệ thống dò tìm phát hiện và cảnh báo rò rỉ LNG hoặc khí thiên nhiên và cảnh báo cháy. Hệ thống này khi được kích hoạt phải tự động khởi động thiết bị dừng khẩn cấp của hệ thống giao nhận giữa tàu và bờ, phát tín hiệu báo động trong phòng điều khiển cầu tàu, phòng điều khiển kho cảng, đồng thời liên lạc với tàu qua các phương thức được khuyến cáo theo tiêu chuẩn EN ISO 28460. Phải sử dụng hệ thống giao nhận chuyên dụng cho công trình biển để giao nhận LNG giữa tàu và cảng. Những thiết bị này phải được trang bị khớp nối dừng khẩn cấp vận hành bằng động cơ tuân theo TCVN 8612 (EN 1474).

Phải trang bị móc neo buộc tàu tháo nhanh và hệ thống này phải được thiết kế sao cho thao tác vận hành bằng một nút bấm, hoặc hư hỏng một bộ phận không thể giải phóng đồng thời tất cả các móc neo buộc.

### **5.4 An toàn**

Tại nơi tàu neo đậu, phải có đường vào và ra dành cho xe hoặc tàu chữa cháy, cứu thương hoặc kiểm soát ô nhiễm.

Có thể cần phải bố trí lối đi vượt qua, đường vòng, đường dự phòng khi xem xét khả năng tiếp cận của phương tiện nếu vướng hoặc bị cản trở.

Phải bố trí lối thoát hiểm khi xảy ra sự cố cháy hoặc chất lỏng tràn. Từ bất kỳ vị trí nào tại nơi tàu neo đậu cũng có thể thoát ra vị trí an toàn. Có thể thoát ra nhanh nhất bằng cách bố trí hai đường thoát hiểm độc lập:

- Đường đi bộ phụ;
- Xuồng dự phòng.

Phải bảo vệ đường thoát hiểm bằng phun nước nếu đánh giá mối nguy hiểm thấy cần thiết.

Đường lên tàu từ cầu tàu phải tuân theo các yêu cầu trong TCVN 8613 (ISO 28460).

Người không phận sự không được phép vào khu vực cầu tàu. Tại những nơi sử dụng rào chắn an ninh, phải lưu ý đến quy định đề phòng cháy và lối thoát khẩn cấp.

## **6 Hệ thống tồn chứa và ngăn tràn**

### **6.1 Yêu cầu chung**

Thiết kế và chế tạo bể chứa LNG bằng thép, đáy phẳng, hình trụ thẳng đứng được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 8615.

## 6.2 Các loại bể chứa

Bể chứa được phân loại bởi công nghệ, bồn chứa phụ và nền móng của chúng.

Các công nghệ chính bao gồm:

- bể tự đỡ bằng thép 9% Niken;
- bể vách;
- bể bê tông.

Các loại bồn chứa được mô tả trong Điều 6.3.

Các loại bể chứa khác có thể được chấp nhận với điều kiện là khái niệm và độ an toàn của loại bồn đó có thể được chứng minh là phù hợp với các chức năng quy định tại điều 6.4.2 và các yêu cầu tại điều 6.4.1.

Các bể chứa có thể được đặt nổi ở trên mặt đất, nửa ngầm, hoặc chôn ngầm dưới đất, hoặc đặt trong hầm. Móng bè của bể chứa có thể được đỡ bằng các cọc nổi. Loại nền móng phụ thuộc vào kết quả khảo sát nghiên cứu đất và địa chấn.

Các loại bể chứa khác được mô tả trong tiêu chuẩn TCVN 8615 (EN 14620) hoặc trong phụ lục H.

## 6.3 Các loại bồn chứa

### **Bồn chứa đơn**

Một bồn chứa đơn phải được thiết kế để đảm bảo các chức năng sau:

- Bồn chứa chính, hoặc bể chứa trong phải chứa môi chất làm lạnh sâu;
- Bồn chứa trong có thể chứa hơi LNG hoặc khí nitơ hoặc phần lớp vỏ bên ngoài có thể chứa hơi LNG hoặc khí nitơ tương tự.

Trong trường hợp rò rỉ ở bể chứa trong, các tình huống sau đây phải được cân nhắc:

- Xả LNG lạnh;
- Xả hơi LNG (áp dụng trong cả trường hợp rò rỉ lớp vỏ bên ngoài).

Trong trường hợp bồn chứa đơn, bể chứa trong phải được bao quanh bởi một vách ngăn để đảm bảo chống tràn LNG.

### **Bồn chứa kép**

Một bồn chứa kép phải được thiết kế đảm bảo các chức năng sau:

- Bồn chứa chính, hoặc bể chứa trong phải chứa môi chất làm lạnh sâu;
- Vỏ ngoài phải chứa hơi LNG hoặc khí nitơ;
- Bồn chứa phụ/thứ cấp, hoặc đê ngăn phải chứa LNG bị tràn trong trường hợp rò rỉ ở bồn chứa chính.

## **TCVN 8611:2021**

Trong trường hợp rò rỉ bể chứa trong, việc xả LNG lạnh phải được cân nhắc.

Trong trường hợp rò rỉ vỏ ngoài, việc xả hơi LNG một cách không kiểm soát phải được cân nhắc.

### **Bồn chứa tổ hợp**

Một bồn chứa tổ hợp phải được thiết kế đảm bảo các chức năng sau:

- Bồn chứa chính, hoặc bể chứa trong phải chứa môi chất làm lạnh sâu;
- Bồn chứa phụ/thứ cấp, hoặc bể ngoài phải chứa hơi LNG và LNG bị tràn trong trường hợp rò rỉ ở bồn chứa chính.

Khí hóa hơi được sinh ra trong quá trình rò rỉ ở bồn chứa chính phải được chứa hoàn toàn trong bồn chứa phụ/thứ cấp với khả năng kiểm soát xả khí qua hệ thống van xả áp. Tuy nhiên, có thể chấp nhận rằng một số khí rò có thể bị tràn qua bồn chứa phụ trong sự kiện bất ngờ.

## **6.4 Nguyên tắc thiết kế**

### **6.4.1 Yêu cầu chung**

Tiêu chuẩn TCVN 8615 (EN 14620) không áp dụng với bể chứa có áp suất thiết kế lớn hơn 500 mbarg. Bể chứa với áp suất lớn hơn phải đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn sử dụng cho thiết kế của bồn chứa chịu áp lực. Bể chứa LNG bằng thép, đáy phẳng, hình trụ thẳng đứng phải đáp ứng các quy định trong TCVN 8615 (EN 14620).

Bể chứa LNG bằng bê tông chịu lạnh sâu hình trụ và bể chứa hình cầu phải được thiết kế theo các quy định của các tiêu chuẩn hoặc quy chuẩn đang áp dụng và các yêu cầu liên quan đến bồn chứa LNG trong tiêu chuẩn này.

Các bể chứa LNG được thiết kế để:

- Tồn chứa chất lỏng an toàn ở nhiệt độ lạnh sâu;
- Đảm bảo độ kín khí;
- Cho phép nạp và xả LNG an toàn;
- Cho phép xả khí bay hơi một cách an toàn;
- Tránh sự xâm nhập của không khí và hơi ẩm, trừ trường hợp nhằm tránh sự xuất hiện của hiện tượng chân không trong không gian hơi;
- Hạn chế tối đa tổn thất nhiệt, phù hợp với yêu cầu vận hành và tránh đóng băng;
- Chịu được các tổn thất gây ra mất khả năng tồn chứa do các yếu tố nội tại và ngoại lai nêu ở Điều 4;
- Vận hành an toàn trong dải áp suất thiết kế;
- Chịu được số chu kỳ nạp và xả, số lần vận hành làm lạnh và sưởi nóng được dự tính trong suốt tuổi thọ thiết kế.



### 6.4.2 Độ kín

Bể chứa phải đảm bảo độ kín đối với chất khí và chất lỏng khi vận hành bình thường.

Mức độ chống rò rỉ được đáp ứng trong trường hợp xảy ra quá tải bên ngoài như tác động phá hủy, bức xạ nhiệt, công phá do nổ phải được xác định rõ trong báo cáo đánh giá mối nguy hiểm (xem Điều 4).

Độ kín LNG của bồn chứa chính phải được đảm bảo bằng tấm hàn liên tục, vách hoặc bê tông dự ứng lực chịu nhiệt độ lạnh sâu có gia cố đông lạnh.

Độ kín LNG của bồn chứa phụ phải được đảm bảo bằng:

- Tấm hàn liên tục;
- Bê tông;
- Đất hoặc cát nén chặt với điều kiện độ kín của LNG có thể được đảm bảo;
- Các loại vật liệu thích hợp được xác nhận khác.

Phải thiết kế lớp bên ngoài của bể chứa nổi (bằng kim loại hoặc bê tông) sao cho giảm đến mức thấp nhất sự thấm nước, kể cả nước bề mặt, nước chứa cháy, nước mưa hoặc độ ẩm không khí. Độ ẩm có thể gây ra vấn đề ăn mòn, hỏng lớp cách nhiệt, hỏng bê tông.

Để chứa chất lỏng trong trường hợp LNG rò rỉ từ bể chứa kép và bể chứa tích hợp (được định nghĩa theo chức năng tại Điều 6.3), các yêu cầu sau đây được áp dụng cho bồn chứa phụ:

- Nếu làm bằng kim loại, phải là loại chịu lạnh sâu;
- Nếu làm bằng bê tông dự ứng lực, nhiệt độ của cửa cấp dự ứng lực phải tương thích với mức áp suất thủy tĩnh lớn nhất. Việc tính toán trên cơ sở giả định nhiệt độ của LNG tác dụng trực tiếp lên bề mặt bên trong của bồn chứa, bao gồm cả lớp cách nhiệt, nếu có.
- Phải đáp ứng các điều kiện chịu tải trong quá trình vận hành và khi sự cố nêu trong TCVN 8615 (EN 14620), và tất cả các điều kiện nguy hiểm được nêu trong báo cáo đánh giá định lượng rủi ro QRA (tham khảo Điều 4.4). Trong trường hợp bồn chứa phụ bị hư hỏng, kích thước bồn chứa phải được giới hạn nhằm tránh hiệu ứng domino và bảo toàn tính nguyên vẹn của bồn chứa chính.

Đối với bồn chứa phụ bằng bê tông có liên kết nền móng/tường cố định, phải dự phòng một hệ thống bảo vệ nhiệt để tránh nứt vỡ không kiểm soát trong khu vực liên kết. Hệ thống bảo vệ nhiệt này phải được thiết kế theo 7.1.11 của TCVN 8615-1 (EN 14620-1).

### 6.4.3 Hệ thống đường ống kết nối các bể chứa

Hệ thống đường ống kết nối ngoài các bể chứa phải được thiết kế cho phép chịu được tải trọng của phần đường ống trong và bên ngoài bồn chứa, nếu có..

Hệ thống đường ống vận chuyển chất lỏng và khí đưa vào bồn chứa phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Không gây ra sự gia tăng nhiệt quá mức (không tạo ra hiện tượng quá nhiệt);

## **TCVN 8611:2021**

- Trường hợp nếu có sự co ngót và giãn nở nhiệt nhanh; nếu cần thiết phần đường ống bên trong phải được gia cố và phần đường ống bên ngoài phải được thiết kế để truyền tải trọng đường ống bên ngoài đến hệ thống giãn nở nhiệt bù trừ;
- Không thiết kế hệ thống đường ống xuyên qua khu vực nền móng hoặc vách ngăn của bồn chứa chính và phụ;
- Nếu cần thiết, phải bố trí đường cấp khí nitơ vào không gian hình xuyên giữa phần bồn chứa bên trong và bồn chứa bên ngoài nhằm mục đích đuổi không khí ra ngoài trước khi tiến hành chạy thử và đuổi hết LNG ra khỏi bồn chứa khi tiến hành bảo dưỡng.

Việc không bố trí đường ống xuyên qua vách ngăn hoặc nền móng dẫn đến yêu cầu phải sử dụng máy bơm chìm. Phải thiết kế sàn thao tác và thiết bị nâng hạ thích hợp trên nắp bể chứa nhằm mục đích lấy máy bơm chìm ra khi bảo dưỡng.

Việc thiết kế phải tránh hiệu ứng siphông.

### **6.4.4 Lớp cách nhiệt**

Vật liệu cách nhiệt phải được lựa chọn tuân theo TCVN 12984.

Hệ thống cách nhiệt được lắp đặt phải không chứa tạp chất có thể gây ăn mòn hoặc làm hỏng bộ phận chịu áp lực tiếp xúc với hệ thống cách nhiệt.

Trường hợp cần thiết phải lắp đặt lớp cách nhiệt ở phía dưới đáy bồn chứa chính nhằm giảm truyền nhiệt từ nền móng, và do vậy có thể hạn chế được việc gia nhiệt cho nền đất tránh hiện tượng đóng băng.

Hệ thống cách nhiệt được lắp đặt ở đáy bồn phải được thiết kế và sao cho có thể chịu được các loại tổ hợp tác động được nêu trong TCVN 8615 (EN 14620).

Cần tính đến sự giãn nở nhiệt của các bộ phận; đối với trường hợp lớp cách nhiệt lắp bên ngoài bồn chứa chính sử dụng vật liệu perlite giãn nở, khi đó việc sử dụng vật liệu bằng tấm lót thủy tinh sẽ cho phép bảo vệ & hấp thụ/bù trừ được sự thay đổi về kích thước/đường kính của bồn chứa chính.

Lớp cách nhiệt của bể chứa vách/dạng màng phải chịu được tải trọng thủy lực.

Lớp cách nhiệt của bể chứa hình cầu phải ở bên ngoài hình cầu và không chịu tác động thủy lực hoặc cơ khí từ bên trong.

Lớp cách nhiệt bên ngoài phải được bảo vệ chống ẩm bằng lớp sơn phủ và lớp chặn hơi.

Lớp cách nhiệt lộ thiên phải là loại không cháy.

Chất lượng của lớp cách nhiệt phải đảm bảo sao cho không có điểm nào trên lớp vỏ ngoài bồn chứa (không bao gồm những bộ phận đâm xuyên qua) duy trì ở nhiệt độ dưới 0 °C khi nhiệt độ không khí lớn hơn hay bằng 5 °C. Cần tính đến các điều kiện liên quan (môi trường, đất đá, thiết kế,...) khi tính toán chiều dày lớp cách nhiệt.

Trường hợp bồn chứa nằm trên mặt đất, tốc độ gió tối thiểu cần tính đến là 1,5 m/s.

#### **6.4.5 Hoạt động vận hành**

Bể chứa LNG phải đủ khả năng chống chịu tổ hợp các tác động quy định trong TCVN 8615 (EN 14620) và những tác động sinh ra từ sự thay đổi nhiệt độ, áp suất trong quá trình:

- Bắt đầu làm lạnh và sưởi nóng tới nhiệt độ môi trường;
- Chu trình nạp và đuổi hết LNG trong bồn chứa.

Nhà sản xuất phải chỉ ra tốc độ thay đổi nhiệt độ tối đa cho phép mà bồn chứa có thể chịu được trong quá trình làm lạnh và sưởi nóng.

Đối với bể chứa bằng thép không có gia cường, phải thiết kế bồn chứa chính để chịu sự thay đổi áp suất lớn nhất có thể xảy ra trong tất cả các giai đoạn vận hành. Nếu cần thiết, phải bố trí hệ thống chống nâng sàn.

#### **6.5 Nguyên tắc thiết kế chung**

Phải thiết kế kết cấu của bể chứa để chịu được các tổ hợp tác động tối thiểu quy định trong TCVN 8615 (EN 14620).

Ngoài ra các kết cấu và bộ phận phải:

- Duy trì đặc tính trong điều kiện thường có tính đến sự thoái hóa của đất đá, sự dịch chuyển, sụt lún và dao động;
- Có đủ giới hạn an toàn liên quan đến khả năng chống hư hỏng do mỏi;
- Có độ dẻo phù hợp cùng với đặc tính ngăn sự phát triển của các vết nứt và ít khi xảy ra các hư hỏng/phá hủy cục bộ.;
- Có đường đặc tuyến ứng suất ổn định với sự tập trung ứng suất thấp.;
- Phù hợp với giám sát tình trạng, bảo dưỡng, sửa chữa.

Việc thiết kế phải giảm đến mức thấp nhất sự lão hóa/suy thoái của cốt thép hoặc bê tông ảnh hưởng đến tính toàn vẹn cấu trúc của bồn chứa trong tuổi thọ thiết kế.

#### **6.6 Nền móng**

Nền móng được thiết kế để tránh hiện tượng sụt lún vượt quá hơn giới hạn cho phép của hệ thống móng bè.

Phải thiết kế nền móng sao cho tránh được việc đóng băng bằng cách bố trí/ định vị các tấm chân đế hoặc dùng hệ thống gia nhiệt. Trường hợp sử dụng hệ thống gia nhiệt thì hệ thống này phải có khả năng cho phép sửa chữa hoặc thay thế và đảm bảo độ dự phòng là 100 %.

## **TCVN 8611:2021**

Việc phân tích địa chấn và địa chất kỹ thuật đất phải đưa ra được các tiêu chí cho việc thiết kế nền móng. Vật liệu cách ly địa chấn có thể được yêu cầu nhằm giảm hậu quả của các trận động đất. Chúng phải được thiết kế/bố trí cho phép thay thế mà không cần dừng hoạt động của bồn chứa.

Phần móng bè có thể được bố trí cao hơn nền đất, nằm trên mặt đất, lấp đất một nửa hoặc chôn ngầm.

Trường hợp bố trí hệ móng bè được nâng lên cao, khoảng trống giữa phần móng bè & nền đất phải đủ rộng cho phép thông gió tự nhiên nhằm duy trì nhiệt độ mặt dưới của móng bè không thấp hơn 5 °C so với nhiệt độ khí quyển. Thiết bị báo rò rỉ khí phải được lắp đặt tại khoảng trống dưới đáy này để kiểm soát sự có mặt hoặc tích tụ khí rò rỉ. Cần đánh giá & có biện pháp nhằm giảm nhẹ ảnh hưởng của hiện tượng quá áp do bất lửa của hỗn hợp cháy.

Bể chứa hình cầu đặt trên nền đá cứng không cần bố trí thiết bị gia nhiệt nếu mặt đất được thoát nước một cách phù hợp và khoảng trống giữa lớp vỏ cách nhiệt và lớp đá được thông gió phù hợp.

### **6.7 Thiết bị đo**

#### **6.7.1 Yêu cầu chung**

Thiết bị đo đầy đủ được yêu cầu để đảm bảo bể chứa chạy thử, vận hành, dừng hoạt động một cách an toàn. Thiết bị đo ít nhất phải bao gồm:

- Chỉ thị báo mức và/hoặc các công tắc cảm biến;
- Chỉ thị áp suất và/hoặc các công tắc cảm biến; ;
- Chỉ thị nhiệt độ và/hoặc các công tắc cảm biến;
- Chỉ thị tỷ trọng, (không lắp đặt tại các cơ sở tồn chứa LNG phục vụ nhu cầu theo mùa nếu đã áp dụng các biện pháp an toàn theo quy định tại tài liệu EN ISO 16903 nhằm tránh hiện tượng hóa hơi nhanh LNG do hiện tượng phân lớp).

Thông thường, độ tin cậy của những biện pháp đo này phải đảm bảo các yêu cầu tối thiểu sau đây:

- Thiết bị đo phải duy trì hoạt động bình thường trong bể chứa;
- Thiết bị đo liên quan đến an toàn và vận hành mà khi có yêu cầu cần bảo dưỡng/ tháo dỡ thì phải có đủ độ dự phòng;
- Thiết bị dò tìm ngưỡng có chức năng an toàn (áp suất, mức LNG,...) phải độc lập với trình tự đo đếm;
- Kết quả đo và tín hiệu báo động phải được truyền về phòng điều khiển;
- Trong khu vực xảy ra động đất, tín hiệu báo động quan trọng như áp suất và mức chất lỏng phải được truyền bằng nhiều đường khác nhau về phòng điều khiển trung tâm.

#### **6.7.2 Đo mức chất lỏng**

Khuyến cáo sử dụng thiết bị báo mức độc lập, có độ chính xác cao như là một biện pháp chống chảy tràn, thay vì sử dụng ống chảy tràn.

Bể chứa phải được lắp thiết bị đo để kiểm soát mức LNG, và cho phép điều khiển. Thiết bị này phải cho phép thực hiện các hoạt động sau:

- Đo liên tục mức chất lỏng từ ít nhất hai hệ thống riêng biệt có độ tin cậy phù hợp; mỗi hệ thống phải bao gồm báo động mức cao và mức rất cao;
- Phát hiện mức rất cao dựa trên thiết bị đo có độ tin cậy phù hợp, độc lập với kết quả đo mức liên tục nêu trên và việc phát hiện này sẽ kích hoạt chức năng dừng khẩn cấp (ESD) đối với bơm và van nạp liệu trên đường nạp liệu và tuần hoàn khép kín.

### **6.7.3 Đo áp suất**

Bể chứa phải được lắp thiết bị cố định ở vị trí thích hợp để kiểm soát áp suất như sau:

- Đo áp suất liên tục;
- Phát hiện áp suất quá cao bằng thiết bị đo độc lập với thiết bị đo áp suất liên tục nêu trên;
- Phát hiện áp suất quá thấp (chân không) bằng thiết bị đo độc lập với thiết bị đo áp suất liên tục nêu trên. Trường hợp phát hiện chân không, máy nén khí bay hơi (boil-off compressor) và máy bơm bị dừng hoạt động và nếu cần thiết bơm khí tăng áp phá chân không bằng hệ thống điều khiển tự động;
- Nếu không gian được cách nhiệt không có sự kết nối với bồn chứa bên trong, phải lắp đặt cảm biến sai khác áp suất giữa không gian cách nhiệt và bồn chứa bên trong hoặc cảm biến áp suất riêng biệt tại không gian cách nhiệt.

### **6.7.4 Đo nhiệt độ**

Bể chứa phải được lắp đặt thiết bị đo nhiệt độ cố định tại vị trí thích hợp để kiểm soát các vấn đề sau đây:

- Nhiệt độ chất lỏng ở các độ sâu khác nhau, khoảng cách theo chiều dọc giữa hai cảm biến liên tiếp không lớn hơn (được vượt quá) 2 m;
- Nhiệt độ pha hơi;
- Nhiệt độ đáy và thành bồn chứa chính;
- Nhiệt độ đáy và thành bồn chứa phụ (trừ khi bồn chứa phụ là tường ngăn).

### **6.7.5 Đo tỷ trọng**

Tỷ trọng LNG phải được giám sát theo độ sâu mức chất lỏng.

## **6.8 Áp suất và bảo vệ chân không**

## **TCVN 8611:2021**

### **6.8.1 Yêu cầu chung**

Cần tính đến các lưu lượng khác nhau khi xác định kích thước van an toàn xả áp & hệ thống xử lý/tái hóa lỏng khí bay hơi (boil off gas) như quy định tại Phụ lục B. Lưu lượng tham chiếu áp dụng cho từng bồn chứa riêng biệt. Phải tính toán dự phòng đủ khoảng chênh lệch giữa áp suất vận hành và áp suất thiết kế của bồn chứa để tránh xả áp suất không cần thiết.

### **6.8.2 Nguồn gốc của khí bay hơi trong không gian hơi của bể chứa**

Không phân biệt biện pháp thu hồi lượng khí bay hơi (ví dụ như hóa lỏng lại, nén), Không gian hơi trong bể chứa phải được kết nối với hệ thống đốt flare/xả khí (xem Điều 11), van an toàn (6.7.3), hoặc có thể kết nối với van xả dạng màng – van đĩa (rupture disk) (6.7.4), cho phép xả khí khi xảy ra bất kỳ tổ hợp các nguyên nhân nào dưới đây:

- Hóa hơi do nhiệt cấp vào bể chứa, thiết bị và đường tuần hoàn khép kín;
- Chất lỏng chuyển dịch do nạp nhiên liệu ở tốc độ dòng tối đa hoặc hơi hồi lưu từ phương tiện chuyên chở khi giao nhận;
- Bay hơi nhanh khi nạp nhiên liệu;
- Thay đổi áp suất khí quyển (xem B.7);
- LNG hóa hơi trong thiết bị làm giảm quá nhiệt;
- Tuần hoàn khép kín từ máy bơm chìm;
- Cuộn xoáy.

### **6.8.3 Van xả áp**

Bể chứa phải được lắp các van chống quá áp theo nguyên tắc dự phòng (n+1), xả trực tiếp ra ngoài khí quyển, ngoại trừ trường hợp khi xả khí trong trường hợp khẩn cấp sẽ dẫn đến những tình huống không mong muốn được nêu tại 4.5.2.1.3. Trong trường hợp này, các van xả áp phải được nối với hệ thống flare đốt/xả nguội. Lưu lượng xả tối đa ở áp suất vận hành tối đa được tính trên cơ sở lưu lượng khí do nhiệt cấp từ đám cháy hoặc do tổ hợp các nguyên nhân sau đây:

- Hóa hơi do được nhiệt cấp vào bể chứa;
- Chất lỏng chuyển dịch do nạp nhiên liệu;
- Bay hơi nhanh khi nạp nhiên liệu;
- Thay đổi áp suất khí quyển (xem B.7);
- Tuần hoàn khép kín từ máy bơm chìm;
- Hồng van điều khiển;
- Cuộn xoáy, trong trường hợp không có thiết bị dự phòng (xem 6.7.4).

#### 6.8.4 Van an toàn dạng màng – Van đĩa

Trong trường hợp các tính toán về hệ thống van an toàn chống quá áp hoặc hệ thống đốt/xả khí chưa tính đến trường hợp cuộn xoáy, phải lắp đặt các van an toàn dạng màng – van đĩa hoặc thiết bị tương đương kể cả khi đã áp dụng các biện pháp bổ sung khác (như chính sách quản lý lượng chất lỏng tồn chứa trong bồn, bố trí nhiều đường nạp nhiên liệu).

Van đĩa có thể được sử dụng để bảo vệ bể chứa không bị quá áp. Thiết bị này được xem như biện pháp cuối cùng để bảo đảm tính toàn vẹn cho bể chứa bằng cách hy sinh độ kín khí một cách tạm thời.

Van đĩa được thiết kế sao cho:

- Có thể thay thế khi hỏng;
- Mảnh vỡ không rơi vào trong bể chứa;
- Mảnh vỡ không gây hư hỏng cho bất kỳ bộ phận nào khác của bể chứa.
- Hoạt động của van đĩa (bị nổ/phá hủy do quá áp) phải theo nguyên lý theo đó làm dừng tất cả các máy nén khí bay hơi dừng một cách tự động.

Cần trang bị các biện pháp để kiểm tra sự toàn vẹn của van đĩa.

#### 6.8.5 Chân không

##### 6.8.5.1 Yêu cầu chung

Bể chứa phải được ngăn không cho tạo thành áp suất âm dưới giới hạn cho phép, bằng cách tự động đóng bơm và máy nén đúng lúc, phun khí hoặc nitơ, và bằng van phá chân không bằng không khí.

Do việc bơm không khí vào bể có thể tạo hỗn hợp dễ cháy, van phá chân không bằng không khí chỉ được phép hoạt động như là giải pháp cuối cùng nhằm mục đích tránh thiệt hại lâu dài cho bồn chứa.

##### 6.8.5.2 Hệ thống phun khí

Khí có thể được phun bằng điều khiển tự động để hạn chế mức áp suất thấp trong bồn chứa (xem điều 6.6.3).

##### 6.8.5.3 Van xả chân không

Bể chứa phải được lắp các van xả chân không theo nguyên tắc dự phòng n+1. Lưu lượng xả tại áp suất âm lớn nhất phải đạt 110 % lưu lượng tối thiểu yêu cầu để mục đích giảm thiểu tác hại do tổ hợp các nguyên nhân sau:

- Thay đổi áp suất khí quyển;
- Sự hút vào của bơm;
- Sự hút vào của máy nén khí bay hơi;
- Phun LNG vào không gian bay hơi.

## **TCVN 8611:2021**

### **6.9 Tường ngăn và khu vực ngăn tràn của bể chứa đơn và kép**

#### **6.9.1 Yêu cầu chung**

Các quy tắc của điều khoản này không áp dụng cho loại bồn chứa tổ hợp phù hợp với TCVN 8615 và có bồn chứa thứ cấp đáp ứng yêu cầu của Điều 6.4.2.

#### **6.9.2 Khu vực ngăn tràn của bể chứa đơn**

Đối với bể chứa đơn hình trụ và bể chứa hình cầu, yêu cầu phải có đê bao ngăn tràn để thu gom và chứa LNG tràn.

Những bể chứa này nếu được lắp đặt trong hố đào thì mặt đất có thể đóng vai trò như là khu vực ngăn tràn với điều kiện là có đủ đặc tính thích hợp (xem 6.4.2 và 4.4.2.5).

Khu vực ngăn tràn của hai bể chứa có thể kết hợp với nhau. Thiết kế ngăn tràn phải đảm bảo rằng sự cố xảy ra không gây tổn hại cho bể chứa liền kề.

#### **6.9.3 Khu vực ngăn tràn của bể chứa kép**

Đối với bể chứa kép, tường ngăn phải bố trí trong phạm vi 6 m tính từ lớp vỏ ngoài của bồn chứa chính.

#### **6.9.4 Vật liệu**

Vật liệu làm hệ thống ngăn tràn phải là loại không thấm thấu LNG. Độ dẫn nhiệt của vật liệu sử dụng ảnh hưởng đến tốc độ hóa hơi. Sự cần thiết phải cách nhiệt khu vực ngăn tràn và bồn hứng chất lỏng tràn (xem 6.8.5) phụ thuộc vào kết quả báo cáo đánh giá mối nguy hiểm (xem 4.4). Lớp cách nhiệt cho hệ thống này phải được thiết kế theo tiêu chuẩn TCVN 12984:2020) và EN 12066 (TCVN 12066:2017).

Nền bãi của khu vực ngăn tràn không được rải sỏi vì đặc tính truyền nhiệt sẽ làm gia tăng sự hóa hơi. Phải thực hiện mọi biện pháp để giữ không cho cỏ, thực vật mọc ở nền bãi vì có thể là nguồn gây cháy.

#### **6.9.5 Thu hồi nước**

Tại các khu vực ngăn tràn LNG có hệ thống thu gom nước mưa hoặc nước chữa cháy thì các biện pháp nhằm thoát nước phải đáp ứng được yêu cầu về lưu lượng và tránh làm nổi bồn chứa.

#### **6.9.6 Sức chứa của khu vực ngăn tràn**

Khu vực ngăn tràn trong phạm vi tường ngăn phải đủ lớn để chứa được ít nhất 110 % dung tích của bồn chứa lớn nhất.

Người vận hành/ chủ đầu tư phải chứng minh được rằng chất lỏng sẽ không tràn qua tường ngăn, ngay cả trong trường hợp sự cố nghiêm trọng nhất được xác định trong báo cáo đánh giá mối nguy hiểm.

Nếu khoảng cách từ mép tường ngăn cách đến bể chứa quá 15m, phải xem xét việc bố trí một bồn hứng chất lỏng tràn trong phạm vi khu vực ngăn tràn. Yêu cầu này được xác định trong báo cáo đánh giá mối nguy hiểm tại Điều 4.4. Bồn hứng chất lỏng tràn phải đủ khả năng thu gom rò rỉ từ đường ống dẫn LNG



bao gồm cả đường ống chảy tràn (nếu có) trong phạm vi khu vực ngăn tràn. Áp dụng các nguyên tắc thiết kế sau:

- Sức chứa phải lớn hơn lượng chất lỏng có khả năng tràn do vỡ đường ống với tốc độ rò rỉ lớn nhất trong thời gian cần thiết đủ để phát hiện và ngăn chặn sự cố tràn;
- Bồn hứng chất lỏng tràn phải lộ thiên.

Vị trí của bồn hứng chất lỏng tràn đến các thiết bị liền kề phải tuân thủ báo cáo đánh giá mối nguy hiểm và mức bức xạ nhiệt được nêu trong Phụ lục A.

Ngoài ra, cần tính đến các biện pháp nhằm hạn chế tốc độ hóa hơi, giảm khả năng bắt cháy của phần chất lỏng bị tràn và các hậu quả có thể xảy ra.

## **6.10 Thiết bị an toàn**

### **6.10.1 Thiết bị chống cuộn xoáy**

Để tránh cuộn xoáy, phải áp dụng ít nhất các biện pháp sau đây:

- Hệ thống nạp LNG vào bồn chứa nêu trong 6.10.2;
- Hệ thống tuần hoàn khép kín;
- Giám sát tốc độ bay hơi;
- Đo nhiệt độ/tỷ trọng tại tất cả các độ sâu LNG;

Có thể áp dụng các biện pháp phòng ngừa trong quá trình vận hành như là:

- Tránh tồn chứa LNG có tính chất quá khác biệt trong cùng bồn chứa;
- Quy trình nạp LNG vào bồn chứa, có xem xét đến tỷ trọng tương ứng của LNG;
- Áp dụng quy trình xử lý riêng biệt đối với LNG có chứa nitơ với nồng độ phần mol lớn hơn 1 %;
- Sử dụng hoán đổi bồn chứa để tránh ứ đọng LNG trong quá trình lưu kho.

Việc thiết kế bồn chứa có thể dựa trên phần mềm mô phỏng tích hợp các hoạt động nạp/tháo cạn của LNG trong bồn chứa. Có thể sử dụng phần mềm để dự đoán xảy ra sự phân lớp, ước lượng hậu quả và đánh giá các biện pháp phòng tránh hoặc kiểm soát.

### **6.10.2 Bảo vệ chống sét**

Bồn chứa phải được bảo vệ chống sét theo Điều 12.2.

### **6.10.3 Độ tin cậy và giám sát kết cấu**

#### **6.10.3.1 Độ tin cậy**

## **TCVN 8611:2021**

Bể chứa LNG yêu cầu phải có thiết kế đảm bảo rằng, một mặt những thay đổi về mặt kết cấu của bồn chứa thì chậm và bị hạn chế; mặt khác cho phép giám sát các thông số đặc trưng về tình trạng của bồn chứa.

Để đạt được mức độ tin cậy cần thiết theo yêu cầu trong Điều 4 có thể phải dẫn đến việc dự phòng một số bộ phận nhất định trong kết cấu. Ví dụ sử dụng bồn chứa chính và phụ.

### **6.10.3.2 Giám sát kết cấu**

Thiết bị dùng để giám sát tình trạng chung của kết cấu bao gồm cả nền móng phải được thiết kế sao cho có đủ thời gian hành động nếu phát hiện thấy sự không bình thường.

Các giá trị giám sát phải được giải thích trên cơ sở xác định trước:

- Giá trị bình thường;
- Giá trị báo động;
- Giá trị tới hạn.

Các thông số yêu cầu phục vụ việc giám sát tình trạng chung của kết cấu bồn chứa được trình bày dưới đây.

### **6.10.3.3 Cảm biến nhiệt độ**

Yêu cầu có 3 bộ cảm biến nhiệt độ được bố trí:

- Trên lớp ngoài cùng của thân và đáy bồn chứa chính, để giám sát quá trình làm lạnh và gia nhiệt, ngoại trừ bề vách;
- Trên bề mặt ấm của lớp cách nhiệt (thân và đáy) để phát hiện rò rỉ và giám sát sự xuống cấp của lớp cách nhiệt, ví dụ như do sụt lún;
- Trên bề mặt ngoài của móng bê tông hoặc cột chống đỡ đối với tất cả các loại bồn chứa để giám sát biến thiên nhiệt độ.

Bề mặt ngoài của tường bê tông của bể ngoài có thể được trang bị hệ thống theo dõi nhiệt độ.

Biểu đồ nhiệt độ của tất cả các cảm biến phải được ghi chép và lưu giữ trong phòng điều khiển và khi xác nhận bất kỳ rò rỉ nào cũng phải phát tín hiệu báo động âm thanh. Việc bố trí các cảm biến phải đủ để phát hiện bất kỳ rò rỉ nào và giám sát được biến thiên nhiệt độ.

### **6.10.3.4 Kiểm soát hệ thống gia nhiệt**

Trường hợp bể chứa có hệ thống gia nhiệt, nhiệt độ và năng lượng tiêu thụ của hệ thống này phải được ghi lại một cách liên tục.

### **6.10.3.5 Giám sát lún**

Quan trắc lún nền móng phải được thực hiện trong quá trình thử thủy lực và khuyến cáo thực hiện trong quá trình vận hành.

### 6.10.3.6 Phát hiện rò rỉ tại bồn chứa chính

Đối với bồn chứa mà không gian cách nhiệt không tiếp xúc bồn chứa chính, phải bố trí hệ thống tuần hoàn nitơ trong phạm vi không gian cách nhiệt. Việc giám sát độ kín của bồn chứa chính khi đó sẽ được thực hiện thông qua việc phát hiện hydrocacbon trong quá trình xả đuổi khí nitơ.

### 6.10.3.7 Phát hiện cháy và rò rỉ bên ngoài bể chứa

Loại máy dò được sử dụng và vị trí của máy dò được nêu trong Điều 13.

## 6.11 Đường ống bể chứa

### 6.11.1 Đường ống làm lạnh

Phải có hệ thống làm lạnh bồn để tránh chất lỏng lạnh đổ xuống đáy của một bể chứa đang ấm. Có thể thực hiện điều này bằng cách sử dụng đầu phun hoặc vòng được khoét lỗ.

### 6.11.2 Đường ống nạp sản phẩm

Phải bố trí hòng nạp sản phẩm ở đỉnh và đáy bể chứa. Hòng nạp sản phẩm ở đáy bồn chứa phải có thiết bị cho phép trộn lẫn LNG từ các bể chứa khác nhau.

## 6.12 Khoảng cách giữa các bể chứa

Khoảng cách giữa các bể chứa phải xác định theo đánh giá mối nguy hiểm (xem 4.4), tuy nhiên không được nhỏ hơn các tiêu chí tối thiểu nêu trong 13.1.2.

## 6.13 Chạy thử và dừng hoạt động nhà máy

Phải xác định các thiết bị được sử dụng cho quá trình chạy thử và dừng hoạt động nhà máy trong giai đoạn thiết kế:

- Phải thiết kế hệ thống xả cho phép làm trơ và làm khô hoàn toàn, đặc biệt là đối với không gian cách nhiệt. Phải có phương án lấy mẫu để kiểm tra các thông số này;
- Trường hợp lớp cách nhiệt tiếp xúc trực tiếp với không gian chứa khí của bồn chứa, phải có phương án đuổi khí và làm trơ phần không gian này;
- Đường ống làm mát phải được thiết kế như trong 6.10.1;
- Bồn chứa chính tự hồi phải được trang bị đủ số cảm biến nhiệt độ cần thiết để giám sát chính xác biến thiên nhiệt độ về mặt không gian và thời gian (xem 6.7.3.4 và 6.10.3.3);
- Phải có thiết bị cân bằng áp suất để bảo vệ bồn chứa chính không bị tình trạng vượt quá áp âm liên tục (xem 6.7.3). Phải giám sát chênh lệch áp suất thực tế trong suốt quá trình chạy thử và dừng hoạt động nhà máy.

## 6.14 Thử nghiệm

## **TCVN 8611:2021**

Việc thử nghiệm phải tuân theo TCVN 8615 (EN 14620).

## **7 Thiết bị bơm LNG**

### **7.1 Yêu cầu chung**

Mục này đề cập đến những yêu cầu tối thiểu trong việc xác định đặc tính, thiết kế, chế tạo, thử nghiệm, lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng bơm ly tâm dùng cho LNG.

Yêu cầu kỹ thuật an toàn nêu trong EN 809 và biện pháp an toàn áp dụng trong nhà máy LNG nêu trong 4.5 được áp dụng đối với bơm ly tâm LNG được thiết kế, lắp đặt và vận hành trong nhà máy.

Yêu cầu thiết kế, chế tạo, thử nghiệm được nêu trong các tiêu chuẩn sau đây:

- TCVN 9222;
- EN 12162;
- TCVN 9733.

Các yêu cầu khác đối với bơm LNG được nêu trong Phụ lục D.

Nếu mô tơ điện của bơm dùng máy biến tần để điều chỉnh tốc độ khi vận hành, phải áp dụng các tiêu chuẩn sau đây:

- IEC 61800;
- TCVN 6627;
- EN 12483.

Các yêu cầu cho bơm LNG có thể tuân theo các tiêu chuẩn tương đương với các tiêu chuẩn nêu trên đây và phải được chủ sở hữu kho phê duyệt (ví dụ API 610).

Trong trường hợp này, phải thực hiện nghiên cứu về độ tương thích điện từ và khả năng điều hòa của điện lưới. Phải thực hiện những yêu cầu này để giảm hậu quả của việc sử dụng máy biến tần.

### **7.2 Vật liệu**

Phải lựa chọn vật liệu từ danh sách vật liệu được khuyến cáo sử dụng cho LNG nêu trong TCVN 12984.

Phải quan tâm đến độ tương thích giữa các loại vật liệu.

Có thể sử dụng các loại vật liệu khác với điều kiện nhà cung cấp phải chứng minh tính thích hợp.

### **7.3 Yêu cầu đặc biệt**

Mỗi bơm phải có van riêng biệt để cô lập, xả lỏng, đuổi khí khi bảo dưỡng.

Trường hợp các bơm hoạt động song song, phải lắp đặt van một chiều. Phải có biện pháp phòng tránh hiện tượng va đập thủy lực từ van một chiều.

Phải có biện pháp đảm bảo bơm không bị hư hỏng khi hoạt động với dòng lưu lượng thấp.

Đối với bơm cột, phải đảm bảo đủ xả khí cho túi khí.

Phải lắp đặt bộ giám sát các điều kiện trên bơm.

Bơm cột phải có phương án thực hiện việc đuổi khí, xả lỏng và cách ly cô lập. Nếu bơm được lắp đặt trong hố, phải đảm bảo rằng các van xả đáy, van xả khí có thể vận hành trong quá trình dừng hoạt động nhà máy.

#### **7.4 Kiểm định và thử nghiệm**

Phải thực hiện chương trình kiểm định và thử nghiệm cụ thể theo Phụ lục D để chứng tỏ bơm đủ khả năng hoạt động trong tất cả các điều kiện vận hành.

Phải xác định rõ các thử nghiệm về chịu tải với những điều kiện vận hành này.

### **8 Hóa hơi LNG**

#### **8.1 Yêu cầu chung**

##### **8.1.1 Chức năng**

Chức năng của thiết bị hóa khí là cấp nhiệt và làm bay hơi LNG để vận chuyển khí thiên nhiên vào mạng lưới phân phối ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ điểm sương của hydrocacbon và không thấp hơn 0 °C.

##### **8.1.2 Vật liệu**

Có thể lựa chọn vật liệu từ danh sách vật liệu dùng cho LNG liệt kê trong TCVN 12984. Vì thiết bị hóa khí tiếp xúc với dung môi gia nhiệt nên phải áp dụng một trong hai yêu cầu sau:

- Vật liệu tương thích (không ăn mòn) với dung môi gia nhiệt có tính chất phù hợp được xác định trước;
- Hoặc phải có lớp phủ bảo vệ bộ phận tiếp xúc với dung môi gia nhiệt.

Phải quan tâm đến tính tương thích của vật liệu: ví dụ phải lưu ý rằng chum ống thiết bị hóa khí thường làm bằng hợp kim nhôm trong khi đường ống LNG làm bằng thép không gỉ austenit.

Phải thực hiện phân tích đáp ứng để kiểm tra nguy cơ lan truyền lạnh trên đường ống hạ nguồn của thiết bị hóa khí (xem E.2.6 để có thông tin về giám sát và kiểm soát).

##### **8.1.3 Lớp phủ bảo vệ**

Khi sử dụng lớp phủ (sơn, phun phủ kim loại, mạ kim loại) để bảo vệ thiết bị hóa khí chống lại tác động hóa lý từ dung môi gia nhiệt, lớp phủ này phải ổn định ở cả nhiệt độ LNG và nhiệt độ cao nhất của dung môi gia nhiệt.

## **TCVN 8611:2021**

Lớp phủ bảo vệ có thể bị ăn mòn hoặc lão hóa một cách từ từ. Việc xác định được tốc độ ăn mòn lớp phủ lớn nhất phải tính đến các điều kiện vận hành (vận tốc dòng chảy, nhiệt độ, thành phần, thời gian sử dụng).

Nhà sản xuất thiết bị hóa khí sử dụng lớp phủ bề mặt phải cung cấp biện pháp sửa chữa hoặc thay thế lớp phủ.

Trong mọi trường hợp, nhà sản xuất phải cung cấp mô tả chi tiết phương pháp bảo dưỡng lớp phủ.

### **8.1.4 Đường ống dẫn khí thiên nhiên sau thiết bị hóa khí**

Tại đầu ra của thiết bị hóa khí, phải lựa chọn vật liệu đường ống theo nhiệt độ thấp nhất có thể xảy ra.

Nhiệt độ này phụ thuộc vào các yếu tố sau đây:

- Nhiệt độ cài đặt tự động đóng van cô lập;
- Thời gian yêu cầu để đóng van LNG;
- Nhiệt độ tức thời trước khi được ổn định;
- Việc giảm nhiệt độ gây ra bởi sự giãn nở khí ở nơi có áp suất thấp hơn.

Vật liệu sử dụng phải là:

- Thép không gỉ austenit cho đến trước vị trí van cô lập, van này được đóng lại trong trường hợp nhiệt độ khí thấp dưới ngưỡng quy định;
- Phù hợp với mức nhiệt độ thấp nhất có thể xuất hiện ở sau van cô lập trước khi van này có thể được đóng lại.

### **8.1.5 Ổn định/Rung động**

Thiết bị hóa khí phải hoạt động ổn định không bị rung động trong dải hoạt động quy định.

### **8.1.6 Van xả an toàn**

Để tránh quá áp, bất kỳ thiết bị hóa khí có khả năng bị cô lập phải được bố trí ít nhất một van xả an toàn.

Tốc độ xả quy định cho van xả an toàn phải được tính toán dựa trên những giả định sau:

- Thiết bị hóa hơi được điền đầy LNG tại nhiệt độ làm việc;
- Van cô lập của phần hóa hơi được đóng và giả định van đóng kín hoàn toàn;
- Hệ thống gia nhiệt (chất tải nhiệt, bồn gia nhiệt,...) duy trì công suất hoạt động tối đa (ở nhiệt độ tối đa và lưu lượng tối đa đối với chất tải nhiệt);
- Trừ trường hợp hệ số truyền nhiệt hệ kín được biết, còn lại thì hệ số truyền nhiệt phải dựa trên hoạt động ở điều kiện vận hành sạch (tức là không bám bẩn) và lưu lượng dòng LNG danh định.

Van xả an toàn có thể xả trực tiếp ra ngoài khí quyển tại địa điểm an toàn. Nếu không thì phải dẫn đường xả của van xả an toàn đến hệ thống đốt (flare)/xả khí.

### 8.1.7 Thông số kỹ thuật của thiết bị hóa khí

Nhà sản xuất phải đảm bảo giá trị danh định của thông số kỹ thuật thiết bị hóa khí liệt kê dưới đây:

- Lưu lượng dòng nhỏ nhất, lớn nhất;
- Nhiệt độ đầu ra nhỏ nhất;
- Tổn thất áp suất lớn nhất;
- Lưu lượng khí nhiên liệu lớn nhất hoặc lưu lượng chất tải nhiệt lớn nhất và công suất yêu cầu;
- Áp suất tối thiểu.

### 8.2 Điều kiện thiết kế

Thiết bị hóa khí phải được thiết kế tối thiểu chịu được các điều kiện thiết kế đồng thời nêu trong Bảng 2.

**Bảng 2 – Điều kiện thiết kế đồng thời**

Điều kiện thiết kế	Kết hợp các điều kiện cố định và thay đổi						
	Khối lượng	Thử áp suất	Áp suất vận hành	Ứng suất làm mát	Ứng suất nhiệt	Gió	Động đất OBE
Thử nghiệm	1	1	-	-	-	1	-
Làm mát	1	-	1	1	-	1	-
Vận hành bình thường	1	-	1	-	1	1	1

### 8.3 Yêu cầu cho thiết bị hóa khí

Các yêu cầu cụ thể cho thiết kế một số loại thiết bị hóa khí thường sử dụng được nêu trong Phụ lục E.

## 9 Đường ống

### 9.1 Yêu cầu chung

Điều này đề cập đến một vài đặc điểm thiết kế đường ống liên quan đến công trình LNG.

### 9.2 Hệ thống đường ống

#### 9.2.1 Phạm vi hệ thống đường ống

Hệ thống đường ống chính trong nhà máy LNG bao gồm:

- Hệ thống công nghệ chính;
- Hệ thống công nghệ phụ trợ;
- Hệ thống phụ trợ;

## **TCVN 8611:2021**

- Hệ thống chữa cháy.

### **9.2.2 Hệ thống công nghệ chính**

Hệ thống này phụ thuộc vào loại nhà máy, tuy nhiên có thể bao gồm:

- Hệ thống khí thiên nhiên áp suất cao, dẫn khí đến hoặc đi từ mạng lưới đường ống vận chuyển khí thiên nhiên;
- Hệ thống LNG cao áp và thấp áp;
- Hệ thống giao nhận giữa tàu vận chuyển và kho tồn chứa; hệ thống này kết thúc tại mặt bích kết nối với hệ thống cần xuất nhập;
- Hệ thống khí bay hơi, bao gồm cả hệ thống xả khí ra đốt/xả khí và đường hơi hồi lưu về phương tiện chuyên chở LNG đường biển;
- Hệ thống làm lạnh, giữa máy nén hóa lỏng, thiết bị trao đổi nhiệt và bồn chứa môi chất làm lạnh.

### **9.2.3 Hệ thống công nghệ phụ trợ**

Bao gồm những hệ thống sau:

- Hệ thống xả thải (thu gom hydrocacbon thải ra từ hệ thống sản xuất và thiết bị đến bồn chứa chất thải hoặc bồn tách trước khi dẫn ra hệ thống đuốc/flare);
- Hệ thống khí thiên nhiên được sử dụng như là khí nhiên liệu cho nhà máy, khí đốt cấp cho mục đích nội dùng/khí đốt nội dùng, khí dùng để giải đông, khí công cụ/điều khiển trong nhà máy và phục vụ mục đích an toàn của các bồn tồn chứa;
- Hệ thống làm lạnh các thiết bị lớn;
- Hệ thống làm lạnh và duy trì lạnh (ví dụ dùng để duy trì hệ thống vận chuyển LNG ở nhiệt độ lạnh khi hệ thống đang ở chế độ chờ (standby)).

### **9.2.4 Hệ thống phụ trợ**

Tùy thuộc vào loại hình nhà máy, hệ thống phụ trợ bao gồm:

- Nước, dầu hoặc môi chất tải nhiệt được sử dụng như là nguồn gia nhiệt hoặc để làm mát;
- Hệ thống khí nitơ phục vụ mục đích bảo dưỡng, dùng cho phòng thí nghiệm và cho các mục đích đặc biệt như là:
  - + Làm tro đường ống và thiết bị;
  - + Làm khô đường ống và thiết bị như là cần xuất giao nhận, giếng bơm,...;
  - + Nén vào các bình chứa loại nhỏ chịu áp lực để vận chuyển dưới dạng lỏng;
  - + Đệm làm kín thiết bị chuyển động quay chịu lạnh sâu;



- + Hiệu chỉnh chỉ số Wobbe và nhiệt trị của khí thiên nhiên;
- + Đuổi khí nhằm làm sạch khoảng không gian cách nhiệt bên ngoài bồn chứa chính của bồn chứa LNG;
- Hệ thống khí:
  - + Khí điều khiển thiết bị;
  - + Khí nén dùng cho hộp điều khiển điện;
  - + Khí dùng cho bảo dưỡng;
  - + Khí dùng cho hô hấp;
- Hệ thống vận chuyển LNG:
  - + Ni tơ lỏng;
  - + Nhiên liệu trên tàu thủy;
  - + Nước uống;
  - + Nước chữa cháy;
- Hệ thống nước cấp cho nồi hơi;
- Nước chữa cháy khẩn cấp từ tàu chữa cháy đến khớp nối cầu tàu.

Phải có biện pháp dự phòng đặc biệt nhằm tránh thiệt hại do hiện tượng đông cứng bằng cách cô lập, khoanh vùng giới hạn, tuần hoàn hoặc chôn lấp các hệ thống dễ bị ảnh hưởng.

### 9.2.5 Hệ thống chữa cháy

Hệ thống chữa cháy được nêu trong Điều 13 bao gồm:

- Hệ thống phun nước làm mát;
- Hệ thống màn nước làm mát;
- Hệ thống chữa cháy bằng bọt;
- Hệ thống chữa cháy bằng bột khô.

## 9.3 Nguyên tắc thiết kế

### 9.3.1 Yêu cầu chung

Phải áp dụng các tiêu chuẩn tính toán được công nhận đối với đường ống công nghiệp cho các hệ thống được nêu trong Điều 9.2.

Hệ thống đường ống phải tuân theo các tiêu chuẩn về đường ống ASME B31 hoặc EN 13480 (tất cả các phần) hoặc các tiêu chuẩn tương đương được chủ sở hữu kho phê duyệt.

## **TCVN 8611:2021**

### **9.3.2 Đặc tính dòng chảy**

Phải thiết kế đường ống đảm bảo dòng chảy êm tránh hiệu ứng động lực như tạo sóng, va đập thủy lực hoặc rung động, và tĩnh điện ngược.

Vận tốc tối đa của mỗi loại môi chất phải được xác định như là một hàm số của môi chất, tỷ trọng và điện thế tĩnh điện.

Việc tính toán tổn thất áp cần phải được thực hiện nhằm đảm bảo điều kiện áp suất yêu cầu phục vụ mục đích vận hành một cách phù hợp/đúng đắn hệ thống bơm giao nhận LNG nhằm trên tàu, nạp nhiên liệu vào bồn chứa (trường hợp nhà máy sản xuất khí hóa lỏng LNG) hoặc xuất nhiên liệu từ bồn chứa.

Tổn thất áp suất phải được tính toán bằng các phương pháp phù hợp (ví dụ công thức Colebrook để tính toán hệ số ma sát).

### **9.4 Thử áp lực**

Tất cả hệ thống đường ống phải được thử áp lực theo tiêu chuẩn tính toán áp dụng cho đường ống công nghiệp. Trường hợp không có đủ thông tin, khuyến cáo sử dụng phương pháp thử sau đây:

- Thử thủy lực: Theo quy định về thiết bị áp lực PED hoặc bằng 150 % áp suất thiết kế nếu PED không được áp dụng;
- Hoặc thử khí nén: theo quy định PED, hoặc bằng 110 % áp suất thiết kế nếu quy định PED không được áp dụng.

Đối với hệ thống đường ống siêu lạnh ưu tiên sử dụng thử khí nén. Thử khí nén chỉ được phép thực hiện khi có sự đồng ý của cơ quan có thẩm quyền, dựa trên thuyết minh rằng các biện pháp thích hợp được áp dụng để bảo vệ người lao động và năng lượng/áp suất tồn lưu nằm trong giới hạn cho phép.

Khoảng cách an toàn có thể được xác định bằng cách phân tích sự cố có nguy cơ xảy ra trong quá trình thử.

Trong trường hợp không có các phân tích kể trên, có thể áp dụng các hướng dẫn trong Bảng 3.

Hướng dẫn này dựa trên kết quả thử nghiệm một đoạn đường ống dài 300 mm đường kính 2 in bị bung ra khỏi hệ thống khi thử áp lực bằng khí nén.

Trong trường hợp không thể áp dụng thử khí nén, phải thực hiện thử thủy lực và phải làm khô kỹ sau khi thử; bao gồm cả việc tháo van nếu cần thiết. Chất lượng nước phục vụ thử áp lực phải thích hợp, đặc biệt lưu ý đến hàm lượng clo khi thử đường ống thép không gỉ, xem Điều 15.3.

Phần giá đỡ đường ống phải được kiểm tra về khả năng chịu tải khi đường ống chứa đầy nước.

Trong quá trình thử, hệ thống và cụm hệ thống (nhóm các thiết bị tổ hợp) phải được thiết kế để giảm số lượng mối hàn tạm.

Các kết nối bằng mặt bích phải được kiểm tra rò rỉ sau khi làm sạch và lắp đặt lại thiết bị khi hệ thống được tăng . Các mối hàn tạm cũng phải được kiểm tra độ kín.

Không chấp nhận rò rỉ trong hệ thống.

**Bảng 3 – Khoảng cách an toàn khuyến cáo trong quá trình thử khí nén**

Áp suất bar	Khoảng cách m
≤ 10	30
> 10 tới 22	60
> 22 tới 36	90
> 36 tới 52	120
> 52 tới 69	150
> 69 tới 80	170
> 80	-

## 9.5 Các cấu kiện của hệ thống đường ống

### 9.5.1 Yêu cầu chung

Việc phải lựa chọn vật liệu sử dụng cho đường ống và phụ kiện phải phù hợp theo điều kiện sử dụng. Ví dụ về những vật liệu này được nêu trong TCVN 12984.

Có 02 trường hợp cần phải xem xét/cân nhắc/tính đến khi lựa chọn:

- Vật liệu thường xuyên hoặc không thường xuyên tiếp xúc với LNG;
- Vật liệu ngẫu nhiên tiếp xúc với LNG do hiện tượng rò rỉ hoặc tràn LNG.

Trong trường hợp thứ nhất, vật liệu phải có tính chất chịu lạnh sao cho không xảy ra rủi ro giòn gãy khi tiếp xúc với LNG.

Trong trường hợp thứ hai, theo kết quả báo cáo đánh giá mối nguy hiểm (xem 4.4.2.3), các biện pháp đề phòng cần phải lưu ý, ví dụ:

- Sử dụng vật liệu chịu lạnh;
- Cách nhiệt bằng vật liệu thích hợp.

Để nâng cao khả năng chịu lửa, hệ thống đường ống có khả năng chịu tác động của đám cháy hoặc nhiệt không được chế tạo từ vật liệu có điểm nóng chảy thấp hơn điểm nóng chảy của thép. Đường ống tiếp xúc với đám cháy có thể lắp đặt tại những nơi mà hydrocarbon tràn được thu gom hoặc tích tụ và đốt cháy, hoặc tại những nơi bị ảnh hưởng của đám cháy do hydrocarbon phun ra thành dòng do sự cố hoặc xả hydrocarbon.

## **TCVN 8611:2021**

Đối với đường ống LNG hoặc khí lạnh, phải thực hiện các biện pháp để ngăn ngừa các sự cố sau đây:

- Co ngót gây biến dạng, kẹt các bộ phận chuyển động, hiện tượng cong vênh...;
- Đóng băng các bộ phận tiếp xúc với không khí. Nếu hiện tượng này không thể tránh khỏi, phải xem xét khối lượng băng tích tụ để tính toán giá đỡ.

Phải áp dụng biện pháp cô lập chủ động tại những nơi cần thiết nhằm bảo vệ nhân viên thực hiện việc kiểm tra, bảo dưỡng bên trong thiết bị. Biện pháp cô lập có thể ở dạng:

- Ống nối có thể tháo rời;
- Màn chắn kính hoặc tấm đệm.

### **9.5.2 Đường ống**

#### **9.5.2.1 Yêu cầu chung**

Đường ống phải tuân theo các tiêu chuẩn được công nhận.

#### **9.5.2.2 Mối nối đường ống**

Mối nối các đường ống bằng phương pháp hàn phải tuân theo các quy định sau đây:

- Chỉ dùng kim loại hàn được chủ đầu tư phê duyệt;
- Hàn theo quy trình đảm bảo chất lượng theo TCVN 11244 (ISO 15614-1);
- Sử dụng thợ hàn đủ năng lực chuyên môn theo TCVN 6700 (ISO 9606-1);
- Giám sát trước, trong và sau khi hàn theo TCVN 5868 (ISO 9712).

Ngoài các TCVN và ISO nêu trên, các quy định về hàn có thể tuân theo ASME BPVC Section IX hoặc các tiêu chuẩn tương đương được chủ sở hữu kho phê duyệt.

Hàn các vật liệu đường ống khác nhau phải được thực hiện dưới sự giám sát đặc biệt nhất là vấn đề liên quan tới ứng suất nhiệt phát sinh từ sự co ngót không đều và ăn mòn điện hóa.

Phải giới hạn số lượng mối nối bằng mặt bích đến mức thấp nhất đặc biệt đối với hoạt động bảo dưỡng. Nếu sử dụng loại mối nối này, phải lưu ý đặc biệt khi siết chặt bulông. Phải đặc biệt thận trọng khi thao tác với hệ thống lạnh sâu, tránh rò rỉ trong quá trình làm lạnh, ví dụ tạo ứng suất trước cho bulông, vòng đệm lò xo. Các mối ghép mặt bích phải được thiết kế tuân theo tiêu chuẩn EN 1591 (tất cả các phần).

Áp suất danh định (PN) của mặt bích và gioăng đệm phải tuân theo tiêu chuẩn EN 1092-1 và gioăng đệm dẹt phi kim loại phải tuân theo tiêu chuẩn EN 1514-1.

Mối nối không hàn phải được kiểm tra theo TCVN 8614 (EN 12308).

#### **9.5.2.3 Giá đỡ đường ống**

Giá đỡ phải cho phép đường ống chuyển dịch do co giãn nhiệt mà không gây vượt quá ứng suất cho phép. Thiết kế giá đỡ phải phù hợp với chức năng và tránh truyền nhiệt lạnh giữa đường ống và cấu trúc mà giá đỡ đang tựa vào hoặc treo lên.

Việc thiết kế phần giá đỡ và đường ống liên quan phải tính đến rung động và sự thay đổi đột ngột do lưu chất vận chuyển trong đường ống.

#### 9.5.2.4 Bù co ngót do lạnh

Cần phân tích ứng suất của tất cả các hệ thống đường ống theo các tiêu chuẩn đường ống được công nhận. Phân tích này có thể là thực nghiệm hoặc dựa trên mô hình máy tính, tùy thuộc vào độ tin cậy để bảo đảm thích ứng tất cả các trường hợp chịu tải: trong quá trình vận hành (nhiệt năng, trọng lượng, áp suất trong hoặc chân không,...) và sự cố bất ngờ (tải tăng, động đất, lún,...). Độ tin cậy của kết quả phải được lập thành văn bản.

Phải áp dụng những biện pháp đặc biệt để hấp thụ những thay đổi về kích thước của đường ống liên quan đến nhiệt độ, ví dụ:

- Vòng bù giãn nở;
- Cơ cấu bù loại bản lề có khả năng dao động quanh trục dọc của cơ cấu (khoảng 5°);
- Hệ thống có khớp nối;
- Vật liệu (ví dụ: Hợp kim Invar) không bị giãn nở /co ngót quá mức.

Khuyến cáo không sử dụng khớp nối giãn nở dạng ống xếp trong dây chuyền công nghệ.

Phải quan tâm đặc biệt đến ống nhánh nhỏ kết nối với ống góp để tránh làm gãy hoặc oằn ống góp chính, nơi có thành ống mỏng, do tác động của tải trọng bên ngoài.

Trong trường hợp mở rộng nhà máy và các đường ống mới được kết nối với hệ thống đường ống hiện hữu, phân tích ứng suất phải được thực hiện tối thiểu từ hệ thống đường ống hiện có cho đến các điểm neo đầu tiên trên mỗi đường dây, nơi tất cả các trạng thái tự do của khí đều bị hạn chế. Trong trường hợp đường ống dao động, phân tích rung động phải được mở rộng theo các khuyến cáo của nghiên cứu rung động/ xung.

Trong trường hợp nâng cấp hoặc sửa chữa nhà máy, bất kỳ thay đổi nào trong hệ thống đường ống có khả năng ảnh hưởng đến hoạt động, tính ổn định hoặc tính toàn vẹn của đường ống phải được phân tích ứng suất mới. Trong trường hợp đường ống dao động, bất kỳ sự thay đổi nào làm thay đổi tần số tự nhiên của đường ống cần phải được phân tích rung động mới.

#### 9.5.3 Ống mềm

Có thể sử dụng ống mềm để kết nối tạm thời khi giao nhận LNG và chất lỏng lạnh khác như chất làm lạnh, nitơ lỏng, ví dụ khi xuất hoặc nạp LNG hoặc nitơ lỏng cho phương tiện chuyên chở đường bộ. Có

## **TCVN 8611:2021**

thể sử dụng ống mềm khi giao nhận giữa phương tiện chuyên chở LNG loại nhỏ và kho LNG vệ tinh. Việc sử dụng ống mềm phải tuân theo báo cáo đánh giá mối nguy hiểm (xem Điều 4).

Ống mềm có chiều dài không vượt quá 15 m và thể tích không vượt quá 0,5 m<sup>3</sup>. Áp suất danh định của ống mềm phải giới hạn đến PN 40.

Không sử dụng ống mềm cho giao nhận LNG thường xuyên giữa phương tiện chuyên chở LNG lớn và kho chứa LNG trên bờ.

Ống mềm phải được thiết kế theo tiêu chuẩn liên quan như EN 12434.

### **9.6 Van**

Van phải được thiết kế, chế tạo và thử nghiệm theo EN 12567.

- Van lạnh phải tuân theo những yêu cầu của EN 12567.;
- Khuyến cáo không sử dụng van có mối ghép dọc thân trong hệ thống lạnh;
- Van lắp đặt trong hệ thống độc hại và cung cấp hydrocacbon lạnh được khuyến cáo phải ở dạng hàn nối hai đầu;
- Khuyến cáo các van hàn sử dụng cho hệ thống lạnh phải được thiết kế sao cho khi bảo dưỡng không cần phải tháo rời thân van khỏi đường ống;
- Van cung cấp hydrocacbon phải đảm bảo an toàn cháy theo ISO 10497.

Số lượng van phải giảm đến mức thấp nhất để hạn chế khả năng rò rỉ. Tuy nhiên phải xem xét các vấn đề sau đây:

- Yêu cầu đối với việc giảm áp suất cục bộ trên đường ống và hệ thống thiết bị;
- Cô lập an toàn cho LNG, nguồn môi chất nguy hiểm khác, thiết bị đặc biệt hoặc bồn chứa;
- Giới hạn thể tích LNG hoặc bất kỳ chất lỏng nguy hiểm nào tràn ra trong trường hợp xảy ra hiện tượng rò rỉ.

Van dừng khẩn cấp (ESD) của thiết bị phải được lắp gần thiết bị hết mức có thể.

Không nên sử dụng van dừng khẩn cấp với vai trò một bộ phận trong hệ thống kiểm soát công nghệ. Van ESD phải là loại tự đóng khi xảy ra sự cố (fail-safe) với cơ cấu truyền động sử dụng khí nén hoặc thủy lực. Ưu tiên sử dụng cơ cấu truyền động bằng lò xo hồi vị. Tuy nhiên nếu không thể sử dụng loại này thì phải sử dụng bộ tích điện cục bộ/ ắc quy có đủ năng lượng cho 3 hoạt động đơn lẻ. Cơ cấu truyền động, thiết bị và cáp kết nối trên mặt đất phải là loại chống cháy (ví dụ ở 1 100 °C trong thời gian cần thiết để thực hiện chức năng đóng khẩn cấp, xem điều 14.3).

Các van ESD có thể được sử dụng cho mục đích khởi động công nghệ. Van ESD khi đã đóng thì chỉ có thể được mở lại tại vị trí cục bộ của van. Thời gian thao tác van dừng khẩn cấp ESD phải phù hợp với giả định trong báo cáo đánh giá các mối nguy hiểm (xem Điều 4). Người thiết kế phải đảm bảo rằng bất

kỳ tác động nào, ví dụ do va đập thủy lực (sóng) trong bồn chứa hoặc ống nổi gây ra bởi đóng van dừng khẩn cấp, đều nằm trong giới hạn cho phép.

Phải dự phòng cho mục đích mở rộng hệ thống hoạt động sau này - làm việc ở điều kiện lạnh - phải được lắp nắp đậy kín sao cho thân van ở vị trí thẳng đứng hoặc nghiêng góc 45° so với chiều thẳng đứng. Trước khi lắp đặt ở bất kỳ vị trí nào, van phải được thử nghiệm và kiểm định chứng tỏ ở vị trí đó thì thiết kế của van không gây ra nguy cơ rò rỉ hoặc kẹt. Yêu cầu này không áp dụng cho van cô lập thiết bị có kích thước nhỏ.

## 9.7 Van xả áp

Van xả áp suất thường được lắp tại các khu vực không cách nhiệt.

Việc lựa chọn kích thước van xả áp suất phải tuân theo những khuyến cáo trong tài liệu tham khảo [3] và [10] có tính đến nhiệt đầu vào từ đám cháy.

Phải lắp đặt van xả áp suất dạng nhiệt để bảo vệ thiết bị, đường ống, ống mềm tránh quá áp do nhiệt môi trường tác động vào khu vực tồn chứa LNG hoặc hydrocacbon lỏng khác. Yêu cầu phải có van xả áp suất tại những nơi mà áp suất của môi chất ở nhiệt độ môi trường lớn nhất – có tính đến cả bức xạ mặt trời, có thể vượt quá áp thiết kế, ít nhất tại những vị trí sau đây:

- Đường ống hoặc thiết bị chứa chất lỏng trong phạm vi nhà máy;
- Đường ống hoặc thiết bị có khả năng bị cô lập đặc biệt là các đoạn đường ống giữa hai van nơi mà LNG hoặc khí lạnh có nguy cơ bị giữ lại trong kho tồn chứa hoặc khu vực giao nhận.

Việc xả khí từ van xả áp theo mục 4.5.2.1.3.

Trường hợp van xả áp suất có khả năng bị cô lập khỏi thiết bị và/hoặc hệ thống mà nó đang bảo vệ, phải dự phòng các biện pháp đặc biệt để đảm bảo rằng áp suất của thiết bị và/hoặc hệ thống phải được liên tục giám sát và kiểm soát khi đóng van cô lập. Các biện pháp dự phòng có thể bao gồm:

- Van khóa liên động đối với trường hợp có nhiều van xả áp suất;
- Van có khóa hoặc niêm phong với hệ thống quản lý an toàn;
- Quy trình làm việc đặc biệt dưới sự giám sát của hệ thống cấp phép an toàn.

## 9.8 Cách nhiệt

### 9.8.1 Yêu cầu chung

Việc lựa chọn chất lượng & chủng loại vật liệu cách nhiệt phải dựa trên các yêu cầu sau đây:

- Mức độ dễ cháy và hấp thụ khí của vật liệu;
- Độ nhạy với độ ẩm của vật liệu cách nhiệt;
- Hệ số gradien nhiệt độ lớn;

## **TCVN 8611:2021**

- Nhiệt độ thấp.

Phải cung cấp đặc tính của vật liệu cách nhiệt phù hợp với các tiêu chuẩn liên quan.

Phải sử dụng vật liệu cách nhiệt có hàm lượng clo thấp để tránh ăn mòn thép không gỉ.

### **9.8.2 Cách nhiệt đường ống**

Phải cách nhiệt đường ống tại những vị trí yêu cầu để:

- Giảm đến mức thấp nhất tiêu thụ năng lượng;
- Bảo vệ khỏi hiện tượng ngưng tụ và/hoặc đóng băng;
- Bảo vệ nhân viên.

Cung cấp cách nhiệt bằng cách sử dụng:

- Vật liệu cách nhiệt;
- Màn chắn hơi đối với đường ống lạnh để ngăn chặn sự xâm nhập của không khí ẩm gây ra ngưng tụ và đóng băng hơi nước;
- Chống va đập cơ khí, chống chịu thời tiết, chống cháy khi có yêu cầu theo điều 9.8.3.

Khi sử dụng vật liệu cách nhiệt, cần thực hiện các biện pháp phòng ngừa sau:

- Bố trí đủ không gian thao tác cho việc siết chặt và tháo bulông tại các mặt bích;
- những bộ phận đường ống dịch chuyển;
- Giá đỡ và giá treo đường ống.

Lớp cách nhiệt tại các khớp nối ống (mối hàn, mặt bích) không được lắp vào trước khi kiểm định đường ống.

Phải xem xét kỹ lưỡng đường ống trước khi bọc cách nhiệt.

### **9.8.3 Đặc tính kỹ thuật về cháy**

Khi thiết kế hệ thống cách nhiệt nhiều thành phần, đặc tính kỹ thuật cháy của tất cả thành phần bao gồm mattit, chất bịt kín, màn chắn hơi và chất dính phải được xác nhận và chứng thực bằng tài liệu để đảm bảo rằng hệ thống cách nhiệt không gây ra cháy lan truyền và hơi phát thải không gây nguy cơ độc hại không thể chấp nhận.

### **9.8.4 Hấp thụ khí**

Vì lý do an toàn, không được sử dụng vật liệu cách nhiệt dạng lõi xốp có khả năng hấp thụ khí metan.

### **9.8.5 Chống ẩm**



Sự có mặt hơi ẩm trong hệ thống cách nhiệt sẽ nhanh chóng phá hỏng tính năng của vật liệu cách nhiệt. Ví dụ 1 % thể tích hơi ẩm trong vật liệu cách nhiệt làm giảm từ 20 % đến 30 % hiệu suất nhiệt của vật liệu.

Nước có thể thấm vào vật liệu cách nhiệt theo hai cách:

- Ở trạng thái lỏng;
- Hoặc ở trạng thái hơi ngưng tụ trong vật liệu cách nhiệt.

Một vài vật liệu cách nhiệt là loại chống nước đến một giới hạn nhất định, tuy nhiên phần lớn vật liệu cách nhiệt cho khí thấm qua và do vậy cho hơi nước thấm qua.

Để tránh sự xâm nhập của hơi nước, phải bố trí màng chắn hơi hiệu quả xung quanh vật liệu cách nhiệt, trừ trường hợp bản thân lớp cách nhiệt là loại không cho hơi nước thấm qua.

#### **9.8.6 Dịch chuyển vi sai**

Phải đạt được hệ thống cách nhiệt không thấm hơi nước. Phải thiết kế hệ thống để duy trì độ kín khí ngay cả sau khi trải qua dịch chuyển vi sai được dự đoán trước giữa đường ống và các bộ phận cấu thành hệ thống cách nhiệt (bao gồm màng chắn hơi, lớp phủ, chất điền đầy vi lỗ, vỏ bọc kim loại).

Phải thiết kế khớp nối, chủ yếu là khớp nối co ngót, để chịu được chu kỳ dịch chuyển vi sai liên quan đến sự thay đổi nhiệt độ bên trong và bên ngoài.

Chiều dày của từng lớp cách nhiệt phải được giới hạn để giảm ứng suất trượt (do biến thiên nhiệt độ giữa bề mặt có nhiệt độ ấm và lạnh) xuống giá trị nhỏ hơn ứng suất trượt tối đa cho phép, khi cân nhắc hệ số an toàn.

#### **9.8.7 Xác định chiều dày**

Việc tính toán chiều dày lớp cách nhiệt tuân theo tiêu chuẩn ISO 12241 (TCVN?) và có tính đến các yêu cầu sau đây:

- An toàn (lựa chọn kích thước van chống quá áp);
- Giới hạn bay hơi của lưu chất tồn chứa, giới hạn này được xác định vì các lý do khác nhau:
  - + Chi phí;
  - + Kích thước thiết bị xử lý khí (thiết bị ngưng tụ lại, đốt/xả khí);
- Kiểm soát ngưng tụ bề mặt.

Trường hợp yêu cầu theo ISO 12241, phải sử dụng các phương pháp chính xác hơn để dự đoán chính xác nhiệt gia tăng và nhiệt độ bề mặt cách nhiệt, xem ví dụ trong [20] và [21].

Ví dụ về hậu quả của quá trình ngưng tụ là:

## TCVN 8611:2021

– Ở vùng ôn đới hoặc lạnh, việc ngưng tụ hơi nước trên bề mặt ngoài có thể dẫn đến hiện tượng đóng băng và làm lão hóa sớm màng chắn hơi hoặc lớp phủ bảo vệ;

– Ở vùng ẩm ướt, một lượng lớn hơi nước ngưng tụ có thể gây ra ăn mòn và ảnh hưởng xấu đến thực vật, tảo, sự sinh sôi vi sinh vật, làm đẩy nhanh quá trình lão hóa mang chắn hơi hoặc lớp phủ bên ngoài.

Để tránh hiện tượng ngưng tụ bề mặt ngoài hệ thống cách nhiệt, phải hạn chế sự khác biệt giữa nhiệt độ môi trường bên ngoài và nhiệt độ bề mặt cách nhiệt, để đảm bảo rằng nhiệt độ bề mặt ngoài lớp cách nhiệt cao hơn nhiệt độ điểm sương trong khoảng 75 % thời gian khi trời không mưa.

Giới hạn này có thể được xác định cho từng trường hợp dựa vào điều kiện khí hậu từng khu vực.

Có thể dùng phương pháp tính toán khác dựa trên những giả thuyết trong Bảng 4. Khi đó trong các điều kiện tính toán này thì không xảy ra hiện tượng ngưng tụ.

**Bảng 4 – Các điều kiện khí quyển để tính toán chiều dày lớp cách nhiệt nếu không có dữ liệu khí hậu của khu vực**

	<b>Gió</b> m/s	<b>Độ ẩm tương đối</b> %	<b>Nhiệt độ</b> °C
Vùng nhiệt đới	1,5	85	35
Vùng cận nhiệt đới	1,5	80	32
Vùng sa mạc	1,5	70	32
Vùng địa trung hải	1,5	80	30
Vùng ôn đới	1,5	80	25
Vùng cực	1,5	75	20

Trường hợp khu vực nào không có thông gió tự nhiên, áp dụng điều kiện "không có gió" trong tính toán.

### 9.8.8 Độ dẫn nhiệt

Chiều dày lớp cách nhiệt phụ thuộc vào độ dẫn nhiệt của vật liệu tại dải nhiệt độ từ nhiệt độ môi chất đến nhiệt độ môi trường.

CHÚ THÍCH: Tài liệu của nhà sản xuất và tài liệu kỹ thuật không phải lúc nào cũng đưa ra độ dẫn nhiệt của các loại vật liệu ở nhiệt độ đông lạnh.

Đối với bọt nhựa, độ dẫn nhiệt chủ yếu phụ thuộc vào các yếu tố sau đây:

- Tỷ trọng;
- Chất tạo bọt (hiện nay các hợp chất chứa CFC đã không còn được phép sử dụng);
- Độ ẩm;
- Lão hóa.

Tất cả các vật liệu thấm hơi nước đều nhạy cảm với độ ẩm. Hậu quả là sự hiệu chỉnh độ dẫn nhiệt đối với các giá trị đo đạc khi xem xét đến yếu tố này phải lớn hơn so với trường hợp nhiệt độ gần với nhiệt độ môi trường, vì sự hấp thụ hơi ẩm lớn hơn nhiều.

Giá trị độ dẫn nhiệt được sử dụng để tính toán chiều dày lớp cách nhiệt cần tính đến các yếu tố sau đây (xem TCVN 13103):

- Lựa chọn vật liệu cách nhiệt;
  - + Độ kín hơi nước;
  - + Thay đổi về kích thước tại nhiệt độ lạnh sâu, đặc biệt là ở các vòng bù giãn nở;
  - + Việc suy giảm chất lượng lớp cách nhiệt (trong quá trình sử dụng);
- Lựa chọn và sử dụng màng chắn hơi
  - + Màng phủ hoặc lớp phủ;
  - + Một lớp bao ngoài hay nhiều lớp;
  - + Có phân chia theo chiều dọc hay không có;
  - + Tính chất của sản phẩm và nguồn cung cấp;
  - + Có gia cố hay không có;
  - + Nguy cơ hư hỏng, và nếu thiết bị bị hư hỏng, đánh giá thiệt hại cục bộ hoặc trên diện rộng;
  - + Độ bền đối với hoạt động bảo dưỡng;
- Các điều kiện khí hậu:
  - + Vùng khô, ôn đới hoặc nhiệt đới;
- Nguy cơ hư hỏng cơ khí
  - + Dẫn chân lên đường ống hoặc thiết bị;
  - + Thiết kế và chất lượng tại các vị trí quan trọng như tê, cút, giá đỡ, mặt bích, van,...;
  - + Chất lượng bảo dưỡng;
- Năng lực chuyên môn của nhà thầu cách nhiệt:
  - + Chất lượng tay nghề công nhân;
  - + Bảo vệ hiện trường khi thực hiện công việc lúc thời tiết xấu;
- Nhiệt độ vận hành;
- Nhiệt độ làm việc thay đổi hoặc cố định;
- Tính phức hợp của công việc:
  - + Số lượng cút, khớp nối, van,...

## **9.9 Sàn đỡ ống/Giá đỡ ống**

## **TCVN 8611:2021**

Đường ống được lắp đặt trên sàn đỡ hoặc giá đỡ ống. Hệ thống sàn đỡ chính và hệ thống phụ trợ dẫn đường ống phải bố trí lộ thiên càng nhiều càng tốt để tránh tích tụ khí dễ cháy.

Giá đỡ phải được xác định kích thước để chịu được các tác động nêu trong Phụ lục F.

Giá đỡ phải được bảo vệ chống cháy (xem điều 13.2.1), và/hoặc chống LNG hoặc khí lạnh rò rỉ (xem điều 13.2.2) nếu báo cáo đánh giá mối nguy hiểm yêu cầu.

Mặt đất bên dưới máng dẫn ống phải có độ dốc phù hợp để tránh đọng nước mưa và hydrocacbon tràn.

### **9.10 Ăn mòn**

Việc thiết kế hệ thống đường ống phải đảm bảo sao cho ngăn chặn bất kỳ rò rỉ nào do ăn mòn hoặc rỗ bề mặt đường ống. Phải lựa chọn vật liệu và mức giới hạn ăn mòn cho phép trên cơ sở điều kiện vận hành và điều kiện môi trường (sự có mặt của hợp chất clo, lưu huỳnh, nitơ).

Phải áp dụng các biện pháp đặc biệt như là bảo vệ catốt và sử dụng lớp phủ chống ăn mòn phù hợp với các rủi ro liên quan (xem điều 12.3 và 16.1).

## **10 Giao nhận khí thiên nhiên**

### **10.1 Đo đếm**

#### **10.1.1 Cơ sở**

Việc đo đếm nhằm phục vụ mục đích tài chính, giao nhận thương mại hoặc cân bằng vật chất. Độ chính xác của hệ thống đo đếm phải đáp ứng phù hợp với mục đích sử dụng.

#### **10.1.2 Đo lưu lượng**

Phải thực hiện đo lưu lượng theo tiêu chuẩn EN 1776.

Thiết bị đo lưu lượng dạng tuabin phải được bảo vệ tránh hư hại do sự cố vỡ bộ lọc sơ cấp.

### **10.2 Chất lượng khí**

#### **10.2.1 Cơ sở**

Khí thiên nhiên<sup>1</sup> phải đáp ứng các yêu cầu tối thiểu về chất lượng khí tại đầu vào của nhà máy hóa lỏng. Các yêu cầu tối thiểu này phải phù hợp với chất lượng khí dự kiến tại đầu ra của nhà máy. Chất lượng khí từ kho cảng nhận khí xuất ra mạng lưới phải đáp ứng yêu cầu địa phương theo các tiêu chí sau:

- Hàm lượng H<sub>2</sub>S tổng;
- Nhiệt trị trung bình và dải chỉ số Wobbe của khí.

Khí cung cấp nhu cầu dân dụng có thể cho thêm chất tạo mùi (xem Điều 10.3 và Phụ lục M).

---

<sup>1</sup> Nếu khí cấp là khí tổng hợp hoặc khí sinh học, các quy tắc tương tự sẽ được áp dụng.

Khí thiên nhiên đưa vào nhà máy LNG (nhằm mục đích xuất khẩu) có thể bị yêu cầu loại bỏ một số tạp chất nhất định trước khi được hóa lỏng (tham khảo Điều 12.6).

### **10.2.2 Điều chỉnh chất lượng khí**

Khí xuất ra khỏi nhà máy LNG phải tuân theo các thông số chất lượng của khí đường ống như chỉ số Wobbe, nhiệt trị và nồng độ chất tạo mùi nếu yêu cầu.

Yêu cầu phải phân tích chính xác dòng khí để đảm bảo rằng những thông số đó được đáp ứng. Phải có hệ thống kiểm soát trực tuyến và có các phương thức nhằm điều chỉnh chất lượng các thông số về chất lượng khí trong trường hợp các thông số này được dự đoán có thể sẽ nằm ngoài phạm vi quy định.

Biện pháp hiệu chỉnh có thể được thực hiện bằng cách thêm propan hoặc butan vào dòng khí có nhiệt trị thấp (chẳng hạn như thành phần khí nhẹ) hoặc thêm không khí/nitơ vào dòng khí có chỉ số Wobbe cao (như là LNG tồn kho lâu).

CHÚ THÍCH: Việc sản xuất LNG có chất lượng không nằm ngoài khoảng yêu cầu trong thời gian tồn chứa bình thường sẽ hiệu quả hơn về mặt chi phí so với việc điều chỉnh chất lượng khí khi xuất ra khỏi nhà máy.

Yêu cầu phải trang bị hệ thống kiểm soát, phân tích, đo lường chính xác để đảm bảo thực hiện việc hiệu chỉnh một cách nhanh chóng và dễ dàng.

### **10.3 Tạo mùi**

Hệ thống tồn chứa và bơm chất tạo mùi có thể được bố trí tại nhà máy theo quy định của cơ quan có thẩm quyền hoặc tại hệ thống cung cấp khí nơi khách hàng yêu cầu.

Đặc tính kỹ thuật của chất tạo mùi, việc xây dựng và vận hành hệ thống thiết bị tạo mùi phải tuân theo các tiêu chuẩn liên quan. Nếu không có tiêu chuẩn, hệ thống thiết bị tạo mùi có thể được thiết kế theo Phụ lục M.

## **11 Hệ thống xử lý và thu hồi khí bay hơi (BOG)**

### **11.1 Yêu cầu chung**

Phải xây dựng hệ thống thu hồi khí bay hơi nhằm thu gom lượng LNG bay hơi do hấp thụ nhiệt tại những điểm rò rỉ và hơi bốc lên khi nhập LNG vào bồn chứa hoặc xuất LNG cho các phương tiện chuyên chở.

Hơi LNG phải được xử lý an toàn thông qua quá trình tái hóa lỏng, được sử dụng làm nhiên liệu khí, hồi hơi về các tàu chứa (chỉ tại các kho cảng), được nén lại vào hệ thống hoặc đốt hoặc thải bỏ vào khí quyển.

Phải phòng tránh không khí xâm nhập vào hệ thống thu hồi khí bay hơi (BOG).

Hệ thống thu hồi khí bay hơi thông thường bao gồm:

- Đường ống thu gom khí bay hơi;

## **TCVN 8611:2021**

- Hệ thống giao nhận khí với phương tiện chuyên chở LNG;
- Máy nén khí bay hơi;
- Hệ thống ngưng tụ lại và/hoặc hóa lỏng lại.

### **11.2 Hệ thống thu hồi khí bay hơi (BOG)**

Phải thiết kế hệ thống thu hồi khí bay hơi sao cho không phát thải khí lạnh trực tiếp ra khí quyển trong quá trình vận hành bình thường.

Ít nhất phải thiết kế hệ thống thu hồi cho các hạng mục sau:

- Khí bay hơi của bồn chứa và tất cả các thiết bị tiếp nhận chứa LNG;
- Hệ thống khử khí trên đường ống và thiết bị chứa LNG;
- Khí hồi lưu từ phương tiện chuyên chở LNG trong quá trình giao nhận.

Khi thiết kế hệ thống thu hồi khí bay hơi, phải áp dụng các nguyên tắc thiết kế đồng nhất như quy định ở Điều 9. Vật liệu sử dụng phải có tính chất chịu nhiệt lạnh sâu (khí bay hơi có thể có nhiệt độ  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Lớp cách nhiệt của đường ống phải có cùng chiều dày với đường ống LNG áp suất thấp có cùng đường kính, trừ trường hợp khí bay hơi được dẫn tới hệ thống đốt/xả khí (xem Điều 11.6).

Áp suất làm việc lớn nhất của hệ thống thu hồi khí bay hơi phải tương thích với áp suất lớn nhất có khả năng phát sinh tại thời điểm mở hệ thống khử khí hoặc phải được trang bị thiết bị giới hạn áp suất kép.

Phải bố trí điểm xả đáy có van chặn kết nối với hệ thống xả đáy tại điểm thấp nhất của đường ống chính hoặc của đường ống trong hệ thống đốt/xả khí (đầu vào bình thu gom lỏng (KOD) của hệ thống đốt/ xả khí).

Khuyến nghị thực hiện kết nối giữa bồn chứa và hệ thống thu hồi khí bay hơi bằng van và thiết bị đo cho phép:

- Cô lập bồn chứa;
- Giảm áp suất của một bồn chứa, mà không làm thay đổi áp suất của các bồn chứa khác;
- Đo độ giảm tốc độ bay hơi trong mỗi bồn chứa, như là một phần trong biện pháp ngăn ngừa hiện tượng cuộn xoáy nêu trong 6.9.1.

### **11.3 Hệ thống khí hồi lưu về phương tiện chuyên chở LNG hoặc về kho xuất LNG**

Hệ thống kết nối hệ thống thu gom khí bay hơi với đường hồi lưu trên cầu tàu.

Hệ thống này phải được trang bị cho quá trình vận chuyển khí từ bồn chứa đến phương tiện chuyên chở LNG hoặc ngược lại, để bù đắp thể tích lỏng bị thay thế trong quá trình giao nhận, và để thu gom khí bay hơi từ tàu chuyên chở LNG khi đang neo đậu tại cầu tàu.

Nếu cần thiết có thể sử dụng máy thổi (Blower) hoặc máy tăng áp (booster compressor).

Đường ống phải có cùng đặc tính như của hệ thống thu gom.

#### 11.4 Thu hồi khí bay hơi

Khí bay hơi có thể được:

- Hóa lỏng lại;
- Ngưng tụ lại thành LNG trước khi hóa hơi;
- Sử dụng làm khí nhiên liệu;
- Nén lại và vận chuyển tới mạng lưới phân phối khí.

Tại kho tiếp nhận, khí bay hơi thường được nén và làm lạnh, sau đó được dẫn vào thiết bị ngưng tụ lại, nơi khí được hóa lỏng khi tiếp xúc với tất cả hoặc một phần dòng xuất LNG áp suất thấp.

Thiết bị ngưng tụ lại phải được thiết kế theo tiêu chuẩn EN 13445 (tất cả các phần) và phải được làm bằng vật liệu có tính chất chịu lạnh sâu, và phải được cách nhiệt.

#### 11.5 Máy nén khí

Máy nén khí phải được trang bị thiết bị giới hạn áp suất hạ nguồn nhằm tránh nguy cơ vượt quá áp suất thiết kế tối đa tại các thiết bị lắp đặt cuối nguồn.

Máy nén khí phải có tính năng dừng bằng tay hoặc tự động, cho phép máy nén được cách ly trong trường hợp bị hư hỏng nghiêm trọng.

Phải bố trí hệ thống thông/xả khí phù hợp cho khu vực máy nén khí do có thể xuất hiện tình trạng quá áp. Đường thông/xả khí sẽ được dẫn ra khu vực an toàn.

#### 11.6 Đốt/xả khí

##### 11.6.1 Yêu cầu chung

Tất cả các hoạt động xả thải vào khí quyển phải được theo dõi, kiểm soát và ghi nhận.

Nhà máy/cơ sở tồn chứa phải có hệ thống đốt/xả khí. Hệ thống này được thiết kế để làm việc ở hai chế độ: chế độ bình thường và chế độ khi có sự cố.

Chế độ bình thường được thiết lập trên cơ sở các chế độ vận hành, có thể là ổn định hoặc tạm thời, theo thiết kế hoặc một số tình huống vận hành phát sinh, nhưng vẫn nằm trong giới hạn thiết kế ban đầu của nhà máy/cơ sở tồn chứa.

Chế độ khi có sự cố là chế độ lưu lượng tối đa có thể xảy ra trong quá trình vận hành do sự kiện mất kiểm soát và/hoặc không theo kế hoạch đã được dự tính trước. Khi đó lưu lượng sự cố được tính bằng tổng của lưu lượng dòng khí vận hành bình thường và lưu lượng tổng cộng cao nhất của việc xảy ra đồng thời các tình huống mất kiểm soát/không theo kế hoạch đã được dự tính trước.

## TCVN 8611:2021

Báo cáo đánh giá các mối nguy hiểm phải xác định tập hợp các sự kiện có thể thực sự xảy ra đồng thời mà không gây ra mối nguy hiểm kép (các sự kiện không liên quan với nhau xảy ra đồng thời).

Nếu vì lý do bất kỳ, một vài tình huống hoạt động phát sinh chưa được tính đến trong thiết kế trong khái niệm "chế độ bình thường" (ví dụ khi chạy thử, làm lạnh tàu chở LNG sau đọt vào xưởng sửa chữa tàu (dry dock), người thiết kế phải kiểm tra tổng lưu lượng dòng ở chế độ hoạt động phát sinh cộng với tốc độ dòng bình thường thấp hơn lưu lượng dòng ở chế độ sự cố.

Các chế độ vận hành này khác nhau đáng kể giữa các kho cảng xuất & nhập LNG.

Mặt bằng bố trí hệ thống đốt/xả khí phải tuân theo mức độ thông lượng bức xạ nêu trong Bảng A.3 và nếu có thể thực hiện được, phải lựa chọn theo hướng gió chính tại khu vực để giảm đến mức thấp nhất nguy cơ bén lửa (đốt) và nguy cơ đám mây khí dễ cháy gặp nguồn gây cháy (xả khí).

### 11.6.2 Đối với kho nhập LNG

Kho nhập LNG được thiết kế theo nguyên tắc xung quanh hệ thống cơ sở hạ tầng không có hệ thống đốt/xả khí liên tục, xem 4.2.4. Khi xảy ra sự cố, hệ thống phải đốt/xả khí với lưu lượng được dự tính một cách an toàn. Hai chế độ vận hành bình thường và khi có sự cố được xác định và định nghĩa như sau:

- Lưu lượng bình thường là tổng của các lưu lượng được nêu tại mục 6.7.2, không bao gồm hiện tượng cuộn xoáy và khí bay hơi do lấy/hấp thụ nhiệt của thiết bị chứa LNG (trong đường ống, bình xả,...). Lưu lượng dòng này theo định nghĩa không có tính liên tục.
- Lưu lượng khi có sự cố là giá trị cao hơn trong 02 tổ hợp sau:
  - + Tổng lưu lượng bình thường và lưu lượng tại đầu ra của van xả an toàn của một thiết bị hóa khí được nêu tại mục 8.1.6, nếu chúng được kết nối với cùng một hệ thống đốt/xả khí;
  - + Tổng lưu lượng bình thường và lưu lượng tại đầu ra của van xả của một bồn chứa nêu tại mục 6.7.3, nếu chúng được kết nối với cùng một hệ thống đốt/xả khí.

Hệ thống đốt/xả khí phải được tính toán kích thước đáp ứng lưu lượng xả lớn nhất theo dự tính, ví dụ lưu lượng khi sự cố. Nếu van xả áp của bồn chứa và thiết bị hóa khí không được kết nối với hệ thống đốt/xả khí thì các chế độ dòng thay thế sẽ là cơ sở để xác định lưu lượng khi sự cố. Chế độ dòng thay thế có thể là một hoặc tổ hợp của các mục sau đây:

- Lưu lượng dòng bình thường, 6.7.2, không bao gồm cuộn xoáy;
- Quá trình nhập nhanh sản phẩm (ví dụ như nhập giảm áp);
- Một hoặc nhiều quá trình giao nhận LNG bất thường như là:
  - + Xuất LNG từ phương tiện chuyên chở LNG nhưng không mở đường hơi hồi lưu từ bồn chứa vì một vài lý do đặc biệt;
  - + Làm lạnh bồn chứa của phương tiện chuyên chở LNG;



- + Khí không đạt yêu cầu kỹ thuật (off-spec gas) không thể được thu hồi mà phải đốt/xả khí.

Việc xả khí ở áp suất cao có thể được thông qua một hệ thống đốt/xả khí riêng biệt, ví dụ như trong trường hợp dòng xả từ van xả áp của một thiết bị hóa khí khi xảy ra sự cố.

### **11.6.3 Đối với kho xuất LNG**

Những sự kiện gây nên chế độ dòng bất thường cho hệ thống đốt/xả khí phải được liệt kê thành bảng tổng hợp để thiết lập chế độ dòng bất thường cho đốt/xả khí.

Dòng khí xả áp phát sinh do hỏng van điều khiển và tắc nghẽn dòng chảy thường gây ra chế độ dòng bất thường.

Chế độ dòng bình thường phát sinh từ các sự kiện nằm trong tầm kiểm soát của người vận hành và các chế độ do rò rỉ nhiệt và vận hành giao nhận.

Thông thường sẽ bố trí/lắp đặt hệ thống đuốc thấp áp riêng cho khu vực tồn chứa và giao nhận.

Kho xuất LNG thường có hệ thống đốt khí "ẩm" và khí "khô".

Hệ thống đốt khí ẩm dùng cho khí có hàm lượng nước lớn.

Hệ thống đốt khí khô dùng cho khí siêu lạnh.

Đôi khi cũng bố trí hệ thống đốt khí "chua".

## **12 Mạng điện và hệ thống thiết bị phụ trợ**

### **12.1 Thiết bị điện**

#### **12.1.1 Yêu cầu chung**

Tất cả các thiết bị điện, thiết bị đo lường điều khiển được lắp đặt tại khu vực nguy hiểm (xem 4.5.2.2) phải tuân theo tiêu chuẩn TCVN 10888 và các phần tương ứng của tiêu chuẩn EN/IEC 60079.

Phải tiến hành nghiên cứu để xác định yêu cầu phân cấp bảo vệ (IP) đối với thiết bị điện được nêu trong TCVN 4255 và TCVN 6627-5.

#### **12.1.2 Nguồn điện chính**

Nhà máy có thể sử dụng điện từ lưới điện địa phương hoặc sử dụng máy phát điện riêng của nhà máy hoặc kết hợp sử dụng cả hai nguồn này.

Nếu sử dụng điện từ nguồn điện lưới địa phương, tốt nhất là sử dụng hai nguồn điện độc lập để đảm bảo duy trì mạng điện nhà máy liên tục. Nguồn điện cấp cho nhà máy phải được xem xét để xác định điểm các đường điện độc lập có thể kết nối với nhau (mất đi tính độc lập) hoặc xác định nơi có thể xảy ra nguy cơ cả hai nguồn cấp điện độc lập bị hỏng do cùng một nguyên nhân.

Đường điện cấp phải đảm bảo:

## **TCVN 8611:2021**

- a) Đủ công suất cho toàn bộ tải của nhà máy LNG chạy hết công suất;
- b) Cho phép khởi động động cơ có công suất lớn nhất của nhà máy vào bất kỳ thời điểm nào mà không gây sụt điện áp vượt mức cho phép tại thanh cái chính hoặc tại các điểm đấu nối cấp điện vào các động cơ khác.

Nguồn điện lưới (của hệ thống cấp điện) được hạ áp xuống điện áp phù hợp với yêu cầu sản xuất bằng các trạm biến áp tại đầu vào Nhà máy. Công suất của mỗi trạm biến áp phải có đủ khả năng cấp điện toàn bộ tải của Nhà máy chạy hết công suất. Nếu nhà máy có trạm máy phát điện riêng không kết nối với điện lưới, phải có một máy phát điện dự phòng ở chế độ chưa cấp nguồn (offline) mà vẫn duy trì được toàn bộ công suất điện cần thiết cho nhà máy.

Nếu nhà máy có trạm máy phát điện riêng, phải có phương án dự phòng để khởi động nhà máy sau khi ngừng hoạt động hoàn toàn. Quá trình khởi động này thường được gọi là "khởi động đen".

CHÚ THÍCH: Khởi động đen (Black start) là quá trình khôi phục lại nguồn điện cung cấp hoặc một phần nguồn điện lưới cho hệ thống mà không phụ thuộc vào nguồn điện lưới từ bên ngoài hệ thống.

Quy trình khởi động này cần tính đến việc nhiên liệu cần thiết cho các máy phát điện có thể không sẵn có khi "khởi động đen".

Người thiết kế nhà máy phải cân nhắc yêu cầu về tính ổn định của hệ thống điện, đặc biệt nếu sử dụng các thiết bị có yêu cầu nguồn điện với tần số khác nhau. Cần tính đến ảnh hưởng của hiện tượng sụt áp tức thời.

### **12.1.3 Nguồn cấp điện khẩn cấp (EPS)**

Phải có nguồn cấp điện khẩn cấp. Nguồn điện này được thiết kế sao cho vẫn duy trì toàn bộ các chức năng cần thiết nhằm đảm bảo an toàn cho người lao động và toàn bộ nhà máy trong trường hợp nguồn cấp điện chính bị hỏng.

Công suất của nguồn điện khẩn cấp phải đủ đưa nhà máy về trạng thái ngừng hoạt động có kiểm soát và theo đúng trình tự trong trường hợp mất điện toàn bộ. Người thiết kế phải xác định tất cả các phụ tải của máy phát điện khẩn cấp.

Trong trường hợp mở rộng nhà máy, công suất của nguồn điện khẩn cấp phải được kiểm tra để đảm bảo rằng nhu cầu tải tối thiểu vẫn được đáp ứng.

Tối thiểu nguồn điện khẩn cấp phải:

- Cung cấp điện cho các bơm trong bồn chứa;
- Đảm bảo tàu chuyên chở LNG có thể dừng hoạt động giao nhận và rời khỏi nơi neo đậu nếu được yêu cầu;
- Duy trì các tiêu chí an toàn; các tải (thiết bị đo đếm công nghệ, thiết bị chữa cháy, an toàn và các hệ thống liên quan, van vận hành cơ khí (MOV), phương tiện thông tin liên lạc, đèn cảnh báo, hệ thống chiếu sáng thiết yếu,...);

- Khởi động và chạy máy bơm bù áp hệ thống nước cứu hỏa;
- Duy trì đủ điện cho mạch điện của bộ phận gia nhiệt (nếu được lắp) cho nền móng bồn chứa LNG trong trường hợp bồn chứa nổi, hoặc duy trì đủ điện cho hệ thống gia nhiệt trong trường hợp bồn chứa chìm;
- Cung cấp điện cho hệ thống khí điều khiển và/hoặc hệ thống cung cấp nitơ nếu được yêu cầu cho các chức năng an toàn.

Máy phát điện khẩn cấp phải có bình chứa nhiên liệu tối thiểu đủ cho 24 h hoạt động và có khả năng nạp thêm nhiên liệu khi máy đang chạy.

Người thiết kế phải đảm bảo nguồn điện cho các thiết bị chính để có thể dừng hoạt động một cách an toàn và thực hiện hoàn toàn chu trình làm nguội (cool down) thiết bị/hệ thống.

#### **12.1.4 Bộ lưu điện UPS**

Phải có bộ lưu điện (nguồn cấp điện không gián đoạn).

Bộ lưu điện phải cung cấp điện cho các hệ thống điều khiển và hệ thống an toàn quan trọng sao cho nhà máy có thể giữ trạng thái an toàn trong ít nhất là 60 min.

Trong trường hợp mở rộng nhà máy, công suất của bộ lưu điện phải được kiểm tra nhằm đảm bảo khả năng duy trì được các hoạt động độc lập tối thiểu.

#### **12.1.5 Chiếu sáng**

Phải bố trí đèn chiếu sáng tại khu vực nhà máy, nơi yêu cầu hoạt động đi lại an toàn và các điều kiện an toàn cho công việc vào ban đêm.

Phải bố trí hệ thống chiếu sáng dùng pin/ắc quy dự phòng để duy trì hệ thống chiếu sáng cho phép nhân viên rời khỏi nhà máy an toàn trong trường hợp điện và thiết bị chiếu sáng chính bị hỏng hoặc trong tình huống khẩn cấp.

### **12.2 Chống sét và nối đất**

#### **12.2.1 Chống sét**

Chống sét phải tuân theo tiêu chuẩn TCVN 9888 (tất cả các phần).

Ít nhất các hạng mục sau đây phải được chống sét:

- Bể chứa và các thiết bị phụ trợ;
- Hệ thống cần xuất nhập tại cầu tàu;
- Các tòa nhà;
- Đuốc và hệ thống xả khí.

## **TCVN 8611:2021**

### **12.2.2 Nói đất**

Việc nối đất các thiết bị công nghiệp phải tuân theo TCVN 9358:2012 và các tiêu chuẩn IEC liên quan, ví dụ IEC 60364-5-54.

Việc thiết kế phải đảm bảo bảo vệ được con người và tránh việc chênh lệch điện thế giữa các bộ phận kim loại và tránh khả năng phát sinh tia lửa điện trong khu vực/vùng nguy hiểm.

### **12.3 Bảo vệ catốt**

Tất cả các bộ phận kim loại chôn ngầm dưới đất hoặc chìm dưới nước biển phải được bảo vệ chống ăn mòn sử dụng lớp phủ phù hợp và/hoặc bảo vệ catốt theo các tiêu chuẩn liên quan.

Trong trường hợp mở rộng nhà máy, các trạm anốt phải được kiểm tra để đảm bảo vẫn đủ công suất cho nhu cầu tải tối thiểu.

### **12.4 Đèn cảnh báo**

Bồn chứa và các kết cấu trên cao phải được lắp đèn cảnh báo tuân theo các quy định an toàn hàng không.

Cầu tàu/cầu cảng phải có đèn định vị theo quy định của hàng hải địa phương.

### **12.5 Cung cấp nước làm mát và trao đổi nhiệt**

#### **12.5.1 Yêu cầu chung**

Nước làm mát và trao đổi nhiệt có thể là nước biển hoặc nước sông (ngọt hoặc lợ).

Phải lựa chọn vật liệu kỹ lưỡng theo tiêu chí môi chất và môi trường công trình.

Phải đặc biệt chú ý đến tính tương thích của vật liệu tránh ăn mòn điện hóa.

#### **12.5.2 Bơm nước**

Số lượng và công suất của bơm nước làm mát hoặc bơm nước biển được khuyến nghị phải đảm bảo sao cho nếu bơm có công suất lớn nhất không hoạt động thì cũng không ảnh hưởng đến khả năng đáp ứng nhu cầu nước cho mục đích trao đổi nhiệt và làm mát.

Việc thiết kế đường hút nước biển thường yêu cầu nghiên cứu chi tiết để đảm bảo đưa ra một cách chính xác các yêu cầu về bộ lọc và các yêu cầu về thủy lực của bơm.

Bộ lọc phải được cung cấp theo yêu cầu của nhà sản xuất bơm và các thiết bị liên quan.

Đường ống nước dễ bị ăn mòn bên trong và/hoặc tắc nghẽn bởi sinh vật tự nhiên. Sử dụng các biện pháp nhằm hạn chế các yếu tố này nếu cần. Việc xả thải nước đã qua xử lý bằng hóa chất chống ăn mòn, chống tắc nghẽn phải tuân theo giấy phép xả nước thải của nhà máy (xem 4.2.1, 4.2.2 và 4.2.3).

Nhiệt độ của nước thải cũng phải tuân theo giấy phép xả nước thải.

## 12.6 Cụm thiết bị xử lý tạp chất khí

Một vài nhà máy hóa lỏng khí yêu cầu phải xử lý loại bỏ tạp chất trong khí đầu vào như thủy ngân, lưu huỳnh, cacbon dioxit, mercaptan và hợp chất thơm.

Cần bố trí thiết bị và có quy trình nhằm đảm bảo việc vận hành, tồn chứa và tái chế hoặc thải bỏ các tạp chất này và vật liệu hấp thụ tạp chất một cách an toàn (nếu cần thiết).

Bảng dữ liệu an toàn hóa chất (MSDS) của vật liệu hấp thụ và tác nhân phản ứng phải được cung cấp và phải nêu rõ các yêu cầu cụ thể cho việc thải bỏ an toàn hoặc tái chế vật liệu đã qua sử dụng cho mục đích này.

## 12.7 Khí điều khiển (instrument air)

Phải đảm bảo nguồn cung cấp khí điều khiển đáng tin cậy. Điều này đạt được bằng cách bố trí/lắp đặt ít nhất hai máy nén khí, mỗi máy có đủ khả năng đáp ứng tổng nhu cầu tiêu thụ của khí điều khiển.

Phải đảm bảo khí điều khiển được duy trì trong một khoảng thời gian cần thiết để đưa nhà máy về trạng thái an toàn khi nguồn điện chính bị hỏng. Thời gian tối thiểu này là 3 min. Điều này có thể thực hiện được bằng cách bố trí các bình tích khí để tồn chứa lượng khí điều khiển cần thiết.

Nếu các máy nén khí điều khiển dẫn động bằng điện thì tối thiểu một máy với công suất đủ đáp ứng tổng nhu cầu khí điều khiển tiêu thụ phải được cung cấp điện từ nguồn điện khẩn cấp.

Phải làm khô không khí đến điểm sương tương ứng với điều kiện nhiệt độ môi trường tối thiểu của nhà máy. Điểm sương tối thiểu là  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  và thấp hơn nhiệt độ môi trường  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (cả hai nhiệt độ này đều tham chiếu đến điều kiện áp suất khí quyển).

Hệ thống khí điều khiển phải độc lập với hệ thống khí nén phục vụ bảo dưỡng sửa chữa.

## 12.8 Khí nhiên liệu (dùng cho mục đích phụ trợ)

Nhà máy LNG có thể được trang bị hệ thống khí nhiên liệu. Mục đích chính của việc sử dụng khí nhiên liệu phụ thuộc vào các ứng dụng sau:

- Thiết bị hóa khí gia nhiệt bằng đốt khí;
- Tuabin khí hoặc máy nén, máy phát điện dẫn động bằng khí;
- Nồi hơi và thiết bị gia nhiệt;
- Khí phá chân không cho mục đích an toàn bồn chứa;
- Khí cho đường mồi của đuốc.

Khí nhiên liệu sử dụng nội bộ trong nhà máy phải không pha mùi. Cần lắp đặt hệ thống phát hiện rò rỉ theo mục 13.4.

## 12.9 Hệ thống nitơ

## **TCVN 8611:2021**

Nitơ có thể được sản xuất ngay tại nhà máy hoặc được vận chuyển dưới dạng nitơ lỏng bằng đường bộ hoặc đường sắt.

Một số điều kiện công nghệ như tái sinh rây phân tử hoặc quá trình bơm trộn nitơ như một cấu tử vào dòng khí thương phẩm có thể yêu cầu phải sử dụng nitơ có độ tinh khiết cao.

Nitơ được sử dụng chủ yếu cho:

- Xử lý khí (điều chỉnh nhiệt trị);
- Tăng áp (tạo áp lực);
- Đuổi khí làm sạch thiết bị/không gian cách nhiệt của bồn chứa LNG và đường ống;
- Làm khô và làm tro;
- Dập tắt nhanh đám cháy & xả khí;
- Làm lạnh;
- Chu trình chất tải lạnh.

Phải thiết kế đường ống nitơ lỏng bằng vật liệu chịu lạnh theo các tiêu chuẩn được công nhận, ví dụ về vật liệu được chấp nhận được nêu trong TCVN 12984 (EN ISO 16903).

Không được phép kết nối chéo giữa hệ thống khí nitơ và hệ thống không khí vì lý do an toàn.

### **12.10 Tòa nhà:**

Việc thiết kế và xây dựng các tòa nhà phải tuân theo các yêu cầu của báo cáo đánh giá mối nguy hiểm (xem mục 4.4.2.5), theo các tiêu chuẩn sau đây và theo các quy định địa phương, đặc biệt đối với thiết kế địa chấn:

- TCVN 5574 (EN 1992-1-1);
- TCVN 5575 (EN 1993-1-1);
- EN 1994-1-1;
- TCVN 9386 (EN 1998-1).

Đối với hệ thống thiết bị điện của tòa nhà, có thể xem tài liệu tham khảo tài liệu (tham khảo ghi chú) [11].

Trường hợp được quy định trong báo cáo đánh giá mối nguy hiểm thì các tòa nhà phải được giữ áp suất dương (xem hướng dẫn trong IEC 60079-13). Đường hút khí thông gió cưỡng bức cho tòa nhà phải được lắp đặt các đầu dò khí cho phép tắt quạt thông gió và ngăn chặn việc tái khởi động nhằm tránh nguy cơ hút khí cháy vào tòa nhà.

Phòng điều khiển phải được thiết kế sao cho có đủ thời gian triển khai hoạt động trong trường hợp khẩn cấp và sơ tán đến khu vực an toàn. Phải thiết kế hệ thống gia nhiệt, xả khí và điều hòa không khí có tính đến thông lượng bức xạ có thể tác động vào tòa nhà/khu vực (xem mục 4.4.2.5 và Phụ lục A).

Trường hợp tòa nhà được thiết kế chịu sóng nổ do quá áp, cần tính đến các mối nguy hiểm đối với con người do sóng áp suất cao đi vào công trình xây dựng qua đường xả khí.

## 13 Quản lý mối nguy hiểm

### 13.1 Tính an toàn riêng

#### 13.1.1 Khoảng cách an toàn tối thiểu

Khoảng cách an toàn phải được tính toán có tính đến mức bức xạ cháy có thể có và vùng phân tán của khí. Mức độ bức xạ nhiệt cho phép được nêu tại Phụ lục A. Khoảng cách an toàn giữa các bồn chứa LNG, cụm thiết bị công nghệ, các phòng điều khiển... phải tuân theo các yêu cầu tối thiểu để đạt được giá trị ngưỡng tối thiểu này.

#### 13.1.2 Bố trí mặt bằng nhà máy LNG

Việc bố trí nhà máy LNG trong tương quan với khu vực xung quanh phải tuân theo báo cáo đánh giá địa điểm, xem thêm mục 4.3.2.5.

Các điều khoản sau liên quan đến việc bố trí mặt bằng nhà máy có sử dụng thuật ngữ “khu vực nguy hiểm” và “khu vực bị ảnh hưởng bởi mối nguy hiểm”. Theo đó khu vực bị ảnh hưởng bởi mối nguy hiểm là nơi mà các sự kiện được mô tả trong mục 4.4 có thể xảy ra. Thuật ngữ khu vực nguy hiểm được áp dụng đặc biệt cho các khu vực nêu trong mục 4.5.2.1 b).

Nhà máy LNG phải được bố trí sao cho việc xây dựng, vận hành, bảo trì, các hoạt động khẩn cấp có thể được thực hiện một cách an toàn và phải tuân theo các quy định trong báo cáo Đánh giá các mối nguy hiểm tại mục 4.4.2.

Việc phân bố khoảng cách phải tính đến các yếu tố, cụ thể :

- Các mức thông lượng bức xạ;
- Đường bao giới hạn cháy dưới;
- Độ ồn;
- Hiệu ứng của vụ nổ.

Hướng gió chính cũng phải được xem xét trong việc bố trí mặt bằng nhà máy LNG. Nếu điều kiện mặt bằng cho phép, các công trình/tòa nhà, vật liệu dễ bắt cháy và nguồn gây cháy không được bố trí liên hoàn theo cùng một hướng gió bởi khả năng bắt cháy. Tất cả phải được bố trí ở ngoài khu vực nguy hiểm.

Nhà xưởng phải được bố trí ngoài khu vực có nguy cơ bị ảnh hưởng bởi mối nguy hiểm hoặc được thiết kế để chịu được các kịch bản rủi ro này. Mật độ người làm việc của tòa nhà cũng là một phần của báo cáo đánh giá trên.

## **TCVN 8611:2021**

Phòng điều khiển trung tâm phải bố trí ngoài các khu vực công nghệ và ngoài khu vực nguy hiểm. Hơn nữa, nó phải được thiết kế để có thể vận hành và chịu được tất cả các mối nguy hiểm được quy định trong báo cáo đánh giá các mối nguy hiểm.

Đối với tất cả các thiết bị, như máy nén khí, các thiết bị đốt, tuốc bin khí, bơm chữa cháy chạy bằng dầu diesel và máy phát điện khẩn cấp, đường dẫn không khí vào phải được bố trí ngoài vùng 0 và 1. Các đường dẫn không khí vào phải được lắp đặt thiết bị phát hiện khí để tự động ngắt các thiết bị.

Khoảng cách giữa hai bồn chứa liền kề được quy định trong báo cáo đánh giá các mối nguy hiểm. Khoảng cách này phải tối thiểu bằng một nửa đường kính của bồn chứa có kích thước lớn hơn (trong 02 bồn).

Tham khảo thêm hướng dẫn về bố trí mặt bằng nhà máy tại tài liệu tham khảo [8], [9] và [49].

### **13.1.3 Lối thoát hiểm**

Lối thoát hiểm phải được thiết kế cho tất cả các khu vực nhà máy, nơi có thể xảy ra nguy hiểm cho nhân viên. Lối thoát hiểm phải được thiết kế sao cho dễ nhìn nhất để hướng dẫn mọi người thoát từ vùng có độ nguy hiểm cao sang vùng có độ nguy hiểm thấp hơn và phải xét đến tình trạng hỗn loạn xảy ra trong tình huống khẩn cấp. Người thiết kế phải tính đến yếu tố như việc tràn LNG tạo thành lớp “sương mù” do ngưng tụ ở độ ẩm khí quyển.

### **13.1.4 Không gian hạn chế**

Phải hạn chế tối đa sự tồn tại của các khu vực hạn chế hoàn toàn hay cục bộ, cụ thể:

- Nếu có thể khắc phục, đường ống khí và LNG không được đặt trong các đường hầm kín, ví dụ nơi có cầu đường bộ vượt qua đường chạy của ống;
- Khoảng trống ở dưới trụ đỡ của bồn chứa dạng được nâng cao, nếu có, phải đủ cao để không khí có thể lưu thông;
- Nơi có dây cáp ngầm được sử dụng, chúng phải được lắp bằng cát nén và che bởi tấm phẳng có lỗ xả khí để hạn chế thấp nhất khả năng các khí dễ cháy đi dọc theo đường cáp. Vì cát sẽ lún theo thời gian nên tấm che sẽ bị thụt xuống do vậy cần thường xuyên bù lún bằng cách lắp thêm cát.

### **13.1.5 Khả năng có thể tiếp cận trực tiếp đến van và thiết bị khác**

Điều này đạt được bằng cách bố trí các phương cách tiếp cận an toàn cho toàn bộ đường, cầu thang và mặt sàn như đã được quy định tại 4.5.3.

Hệ thống đường phải được thiết kế để xe chữa cháy và các phương tiện phản ứng khẩn cấp có thể vào được.

### **13.1.6 Lựa chọn các thiết bị điện phù hợp với khu vực đã được phân loại**



Các thiết bị điện được lắp đặt trong các khu vực nguy hiểm phải đủ tiêu chuẩn tương ứng với bộ tiêu chuẩn TCVN 10888 theo Điều 2.

Tất cả chứng chỉ kiểm định phải được kiểm tra một cách cẩn thận.

### **13.1.7 Thu gom chất lỏng chảy tràn, bao gồm cả việc lát nền trong khu vực nguy hiểm**

Hạn chế mức độ rò rỉ LNG hoặc hydrocacbon bằng cách:

- Hạn chế lượng chất lỏng có thể tràn ra do sự cố;
- Ngăn dòng tràn bằng đê ngăn và chứa vào khu vực thu gom, để tránh sự lan tràn tới các khu vực khác trong và ngoài nhà máy và hạn chế thấp nhất vùng phân tán của đám mây hơi;
- Chuẩn bị phương án dự phòng để thoát nước mưa, trong khi LNG hoặc hydrocacbon bị rò rỉ đang chứa trong hệ thống thu gom, tránh việc chúng đi theo nước vào cống rãnh, dòng sông;
- Kiểm soát sự tràn và rò rỉ.

Khi tính toán độ phân tán cho thấy sự rò rỉ có thể tăng tới một mức độ nguy hiểm, phải bố trí hệ thống phát hiện rò rỉ có khả năng đưa ra khuyến cáo hoặc đóng nguồn rò rỉ, nhằm cách ly khu vực rò rỉ của nhà máy và đóng các nguồn gây cháy.

Việc thiết kế bồn hứng chất lỏng tràn sao cho dòng môi chất dễ cháy không thể xâm nhập vào hệ thống thoát nước bề mặt. Thiết bị phát hiện tràn và phương tiện kiểm soát tốc độ bay hơi (ví dụ: sự tạo bọt xem mục 13.6.5) phải được lắp đặt. Kênh dẫn và bồn hứng chất lỏng tràn phải có lớp ngăn cách để hạn chế sự bay hơi (xem EN 12066).

Không được sử dụng các hệ thống tách hoạt động dựa trên nguyên tắc chênh lệch tỷ trọng của nước và LNG.

### **13.1.8 Các hệ thống thu gom trong khu vực chế biến và giao nhận (LNG)**

Chất lỏng bị tràn trong khu vực công nghệ và giao nhận phải được giới hạn trong vùng xảy ra hiện tượng tràn và được thoát/xả về một bồn hứng.

Phụ thuộc vào kết quả của việc phân tích rủi ro, bồn hứng chất lỏng tràn có thể được bố trí liền kề hoặc tách biệt với khu vực thu gom. Khu vực thu gom và bồn hứng kết nối với nhau bởi kênh mở.

Đối với khu vực chế biến, hệ thống thu gom hoặc bồn hứng chất lỏng tràn phải đáp ứng được ít nhất 110 % tổng lượng chất lỏng bị tràn/bị rò theo báo cáo phân tích rủi ro. Khi tính toán công suất, có thể cân nhắc lượng chất lỏng bị hóa hơi tức thì. Trong trường hợp mở rộng hoặc nâng cấp nhà máy, hệ thống thu gom chất lỏng bị tràn và dung tích bể chứa phải được kiểm tra để phù hợp với nhu cầu của nhà máy mới nâng cấp.

Tại khu vực giao nhận và đường ống nội bộ, nơi mà có khả năng xảy ra rò rỉ (các van, thiết bị hoặc thiết bị đo), dung tích bồn hứng được xác định bằng việc phân tích rủi ro có tính đến nguồn rò rỉ, tốc độ dòng chảy, hệ thống phát hiện, việc bố trí nhân viên và thời gian đáp ứng.

## **TCVN 8611:2021**

### **13.2 Bảo vệ thụ động**

#### **13.2.1 Chống cháy**

Phải sử dụng biện pháp chống cháy thụ động để bảo vệ các thiết bị như: van đóng dừng khẩn cấp, thiết bị kiểm soát giới hạn an toàn, các bồn chứa hydrocacbon lỏng và các cấu trúc bộ đỡ, mà sự hỏng hóc của chúng có thể dẫn tới tai nạn nghiêm trọng hơn và/hoặc gây mối nguy hiểm cho hoạt động của nhân viên cứu hộ. Đối với các thiết bị có khả năng chịu/nhận bức xạ nhiệt vượt giới hạn ngưỡng được quy định trong Phụ lục A, trong một khoảng thời gian đủ dài sẽ gây hỏng hóc, phải được bố trí các biện pháp chống cháy thụ động. Biện pháp chống cháy thụ động phải bảo vệ được thiết bị trong khoảng thời gian xảy ra các sự kiện gây nguy hiểm, tối thiểu là trong 90 min.

Việc chống cháy bằng cách nhiệt hay phương pháp tưới nước phải được áp dụng cho các bồn chứa chịu áp suất – nơi nhận mức bức xạ nhiệt vượt quá giá trị ngưỡng được quy định trong Phụ lục A, nhằm tránh tình trạng các bồn chứa bị hỏng hóc và giải phóng dòng sản phẩm quá nhiệt, có thể dẫn đến một vụ nổ do giãn nở hơi chất lỏng sôi (BLEVE), [xem TCVN 12984 (EN ISO 16903)]. Bồn chứa LNG yêu cầu phải được bảo vệ khỏi bức xạ của một sự cố trong khoảng thời gian dài hơn 90 min. Lớp cách nhiệt có thể không thể bảo vệ được trong một thời gian dài, do vậy biện pháp dùng hệ thống tưới nước phải được sử dụng.

Việc tính toán tưới nước, lớp cách nhiệt chống cháy cho các kết cấu như là biện pháp bảo vệ khỏi cháy phải được thực hiện cho môi chất gây ra thông lượng bức xạ tới cao nhất.

Biện pháp chống cháy thụ động có thể đạt được bằng cách:

- Sử dụng bê tông phun;
- Sử dụng vật liệu cách nhiệt bằng sợi khoáng, gốm/sứ, canxi silicat hoặc thủy tinh xenlulô;
- Các loại sơn chống cháy/lớp phủ bên ngoài.

Chống cháy thụ động phải được thiết kế và thực hiện theo các tiêu chuẩn tương ứng (xem [7] và [31]).

#### **13.2.2 Chống giòn hóa**

Ảnh hưởng của sự tràn môi chất nhiệt độ thấp đến nhà xưởng, thiết bị và cấu trúc thép lân cận phải được đo lường, đánh giá để tránh thiệt hại, gây mối nguy hiểm tới an toàn của nhân viên, bằng cách chọn lựa vật liệu thích hợp của kết cấu hoặc bằng biện pháp bảo vệ chống giòn hóa.

Việc sử dụng các vật liệu phù hợp (bê tông, thép không gỉ,...) hoặc vật liệu cách nhiệt sẽ bảo vệ thiết bị và kết cấu đỡ khỏi hiện tượng sốc lạnh. Lớp cách nhiệt được thiết kế và lắp đặt theo tiêu chuẩn tương ứng và có tính toán dự phòng để bảo vệ bề mặt ngoài cùng tránh bị mài mòn và xước sát.

Thiết bị và các chi tiết kết cấu đỡ phải được bảo vệ sao cho chức năng và hình dạng của chúng được bảo toàn và giữ nguyên vẹn trong suốt quá trình vận hành nhà máy.

### **13.3 Giám sát an ninh**

Hệ thống giám sát an ninh phải bao gồm những mục sau:

– Chống xâm nhập

Hệ thống chống xâm nhập phải được lắp đặt dọc theo chiều dài của hàng rào để theo dõi sự xâm nhập trái phép vào nhà máy;

– Kiểm soát ra vào

Hệ thống kiểm soát ra vào phải được lắp đặt với mục đích kiểm soát việc ra vào khu vực bất kỳ của nhà máy;

Nó có thể bao gồm hệ thống đọc thẻ, hệ thống liên lạc nội bộ và thiết bị cảm ứng chống xâm nhập;

Hệ thống kiểm soát ra vào phải xem xét đến việc phân quyền truy cập khác nhau (phòng điều khiển, khu công nghệ, các thiết bị chung,...).

Hệ thống kiểm soát ra vào phải được kết nối với truyền hình mạch kín (CCTV) để cho phép việc theo dõi từ xa.

### 13.4 Phát hiện sự cố và phát tín hiệu/báo hiệu

Hệ thống phải được thiết kế nhằm phát hiện các biến cố bất ngờ có thể xảy ra trong nhà máy.

Việc bố trí các đầu dò/thiết bị phát hiện sự cố phải theo nguyên tắc luôn có độ dự phòng và tránh các báo động sai, giả mạo. Có thể bố trí theo nguyên tắc “biểu quyết”.

Các sự kiện có thể bao gồm:

– Động đất

Tại các khu vực có bố trí thiết bị theo dõi xung động địa chấn, cho phép phát tín hiệu để nhà máy bắt đầu tự động dừng mọi hoạt động khi động đất mạnh đến một mức định trước. Mức định trước này được lựa chọn bởi người vận hành.

– Sự tràn LNG, rò khí, cháy và khói

Các hệ thống dò/phát hiện có mục đích phát hiện nhanh và chính xác mọi sự cố tràn LNG, rò khí dễ cháy hoặc bất kỳ một mối hiểm họa cháy nào trong khu vực nhà máy.

Các hệ thống phát hiện hoạt động liên tục phải được lắp đặt ở tất cả các vị trí, bên trong, bên ngoài nơi có thể xảy ra rò rỉ.

Có thể bố trí/sử dụng các thiết bị phát hiện sau đây:

+ Phát hiện tràn LNG

+ LNG tràn phải được phát hiện bằng bộ cảm biến nhiệt độ thấp, ví dụ loại điện trở hoặc các hệ thống cáp quang. Các bộ cảm biến phải được bảo vệ khỏi sự hư hỏng ngẫu nhiên.

+ Phát hiện khí dễ cháy/đầu dò khí

## TCVN 8611:2021

Thiết bị phát hiện/đầu dò khí có thể là loại hồng ngoại, hoặc loại có tính năng tương đương.

Đọc theo các hàng rào quan trọng, có thể lắp đặt thiết bị phát hiện/đầu dò loại đường truyền mở.

Vị trí lắp đặt các thiết bị phát hiện/đầu dò khí, xem [27].

### + Phát hiện cháy/đầu dò cháy

Các đầu báo/đầu dò cháy phải phù hợp với quy mô và kiểu đám cháy, có thể sử dụng loại hồng ngoại/tử ngoại hoặc loại có tính năng tương đương.

### + Phát hiện nhiệt/đầu dò nhiệt

Thiết bị phát hiện nhiệt độ cao/đầu dò nhiệt độ cao phải được sử dụng để bảo vệ van giảm áp của bồn chứa và kích hoạt hệ thống chữa cháy nếu được trang bị.

Thiết bị phát hiện nhiệt/đầu dò nhiệt có thể sử dụng loại điện trở nhiệt dải nhiệt độ cao, loại khí nén nhạy cảm nhiệt độ hoặc loại có tính năng tương đương.

### + Phát hiện khói/đầu dò khói

Thiết bị phát hiện khói/đầu dò khói có thể là loại buồng ion hóa kép, hoặc loại có tính năng tương đương.

### – Hộp nút ấn báo cháy bằng tay.

Các nút ấn báo cháy phải được bố trí trong khu vực nguy hiểm, điển hình là những khu vực nhà máy được lắp đặt các đầu báo do nồng độ khí cháy và đầu báo cháy, và phải được lắp đặt tại đường thoát hiểm từ các khu vực này.

### – Theo dõi bằng hệ thống truyền hình mạch kín (CCTV)

Camera điều khiển từ xa phải được lắp đặt để xem được tất cả các sự việc có thể xảy ra trong khu vực nguy hiểm hoặc khu vực không người.

Khi gặp tình huống bất thường người vận hành phải có khả năng sử dụng hệ thống này để phân tích tình huống xảy ra.

Hệ thống này phải được ưu tiên khởi động và được kết nối vào hệ thống điện dự phòng UPS. Hệ thống phải tự động đáp ứng khi có báo động và nhấn mạnh thông tin quan trọng trên màn hình của phòng điều khiển tương ứng.

### – Hệ thống thông tin liên lạc

Người vận hành tại phòng điều khiển phải có khả năng liên lạc với người vận hành hiện trường thông qua hệ thống trạm thông tin (mạng radio hoặc điện thoại di động riêng).

Lưu ý đặc biệt cho các tòa nhà với độ ồn cao, nơi mà hệ thống/thiết bị báo động bằng hình ảnh phải được cài đặt.

Một hệ thống kết hợp giữa báo động hình ảnh và âm thanh phải được lắp đặt tại các vị trí nhà máy.

Phải có các đường kết nối thẳng với điều hành cảng, phương tiện chuyên chở LNG và trung tâm điều độ hệ thống đường ống.

### **13.5 Hệ thống dừng khẩn cấp (ESD)**

Hệ thống ESD được mô tả đầy đủ trong Điều 14, bao gồm:

- Hệ thống kiểm soát an toàn (SCS);
- Hệ thống báo cháy, tràn và rò khí (FSGDS).

Các báo động kích hoạt bởi FSGDS được ghi nhận và thực thi những hành động tự động cần thiết thông qua hệ thống kiểm soát an toàn (SCS).

Hệ thống giao diện SCS cung cấp cho người vận hành thông tin chi tiết của vùng bị ảnh hưởng khi xảy ra sự cố, loại nguy hiểm, nồng độ của khí, vị trí trong khu vực (nếu có), đầu dò và hệ thống mạch liên quan, trạng thái của bơm chữa cháy, hệ thống bảo vệ, các thiết bị HVAC liên quan (quạt, van thông gió,...), lực và hướng gió, nhiệt độ và độ ẩm tương đối, các lỗi hệ thống, sự suy giảm về mức độ an toàn trong vùng cháy.

Các báo động được tiếp nhận trong phòng điều khiển, chi tiết của các hoạt động tự động thực hiện bởi SCS cùng với thông tin chi tiết CCTV phải trợ giúp người vận hành trong việc lựa chọn thao tác điều khiển thích hợp, như:

- Đóng ngắt hoặc cách ly hệ thống công nghệ liên quan;
- Kích hoạt hệ thống chống cháy thích hợp từ xa;
- Khởi động/kích hoạt các hành động khẩn cấp với phương tiện chữa cháy cơ động/xách tay.

### **13.6 Bảo vệ chủ động**

#### **13.6.1 Quy định bảo vệ chủ động**

Việc bảo vệ chủ động phải bao gồm:

- Hệ thống nước chữa cháy với các hệ thống làm mát, trụ nước chữa cháy và lăng giá chữa cháy;
- Hệ thống phun nước làm mát (Drencher, Sprinkler);
- Hệ thống chữa cháy bằng bột;
- Màn nước;
- Hệ thống bột hóa học khô cố định;
- Xe chữa cháy;
- Bình chữa cháy xách tay và xe đẩy.

## **TCVN 8611:2021**

Chủng loại, số lượng và công suất của các biện pháp chữa cháy phải tuân theo quy định của pháp luật hiện hành.

### **13.6.2 Hệ thống nước cứu hỏa**

Chủng loại, số lượng và công suất của hệ thống chữa cháy bằng nước phải tuân theo quy định của pháp luật hiện hành.

Nước được sử dụng phổ biến đối với các hệ thống chữa cháy cho các công trình nói chung, và đặc biệt được dùng cho nhà máy LNG. Tuy nhiên đối với đám cháy LNG, không sử dụng nước để kiểm soát đám cháy và chữa cháy. Việc sử dụng nước làm tác nhân chữa cháy sẽ làm tăng quá trình hình thành hơi trên bề mặt chất lỏng, dẫn đến làm tăng tốc độ cháy gây hậu quả xấu đối với việc kiểm soát đám cháy. Khi xảy ra cháy ở nhà máy LNG, nước được sử dụng với khối lượng lớn để làm mát các bồn chứa, thiết bị và kết cấu chịu ảnh hưởng bởi bức xạ nhiệt và tác động từ ngọn lửa. Kết quả là đám cháy ko bị lan rộng và làm hỏng hóc thiết bị.

Hệ thống thu gom LNG tràn và các hệ thống thoát nước chữa cháy và nước bề mặt của nhà máy phải được thiết kế để giảm đến mức thấp nhất khả năng nước chữa cháy làm tăng độ bay hơi của LNG bị tràn. Điều này có thể đạt được bằng việc tách riêng khu vực nhà máy và hệ thống nước chữa cháy. Trong trường hợp nước chữa cháy bị nhiễm bẩn, phải có biện pháp phòng tránh ô nhiễm nguồn nước tự nhiên.

Phải lắp đặt ít nhất hai máy bơm nước chữa cháy (một máy bơm chữa cháy chính và một máy bơm chữa cháy dự phòng. Ngoài ra, trong trường hợp cần thiết phải lắp đặt bổ sung máy bơm bù áp lực). Phải bố trí các nguồn phát điện độc lập sao cho có thể vận hành hết công suất, có tính đến việc chỉ hoạt động một máy bơm.

Mạng lưới đường ống cấp nước chữa cháy phải được lắp đặt trong toàn bộ khu vực nhà máy. Hệ thống cung cấp nước chữa cháy phải được thiết kế theo từng khu vực riêng biệt để trong trường hợp bảo dưỡng hoặc khi hỏng một khu vực, sẽ không ảnh hưởng đến việc cung cấp nước cho các khu vực khác. Hai máy bơm không được xả vào một đầu phân phối chung.

Tất cả các mạng lưới này, bao gồm cả trụ cấp nước chữa cháy phải được duy trì mỗi ở áp suất tối thiểu tại tất cả các điểm, ví dụ bằng cách sử dụng bơm mỗi hoặc một tháp nước.

Phải áp dụng phương pháp dự phòng đặc biệt để tránh mọi hư hỏng do hiện tượng đóng băng; như là truy vết/đánh dấu.

Hệ thống cấp nước phải có thể cung cấp, ở áp suất vận hành của hệ thống chữa cháy, một lưu lượng nước không nhỏ hơn giá trị yêu cầu cho hệ thống chữa cháy liên quan đến sự cố đơn lẻ tối đa được xác định trong báo cáo Đánh giá các mối nguy hiểm ở mục 4.4, cộng thêm với lưu lượng 100 L/s cho các ống mềm. Lượng nước dự trữ chữa cháy phải đủ để giải quyết sự cố này nhưng không được ít hơn 2 h vận hành.

Các nhà máy LNG (nhất là các bồn ngăn tràn) phải được trang bị hệ thống thoát nước có khả năng thoát lượng nước do các hệ thống này tạo ra.

### 13.6.3 Hệ thống phun nước làm mát

Tầm quan trọng của việc làm mát các thiết bị và lượng nước yêu cầu sẽ phụ thuộc vào báo cáo đánh giá các mối nguy hiểm (xem mục 4.4).

Khi được yêu cầu, các hệ thống phun nước làm mát phải phân phối nước đều trên bề mặt tiếp xúc. Nhờ vậy, thiết bị chịu ảnh hưởng bởi bức xạ sẽ không bị quá nhiệt cục bộ.

Tuần hoàn nước đã qua sử dụng có thể được cân nhắc nếu khả thi và phải phụ thuộc vào khả năng làm nguội nó trong khi vẫn giữ cho các thiết bị hoạt động bình thường. Cần lưu ý rằng các vật liệu dễ cháy không được tái lưu chuyển cùng với nước.

Lượng nước phun cho mỗi bộ phận phải được tính toán trên cơ sở dữ liệu bức xạ đối với mỗi tình huống mô tả trong mục 4.4 – áp dụng mô hình thích hợp để giới hạn nhiệt độ bề mặt phù hợp với tình trạng nguyên vẹn của kết cấu.

### 13.6.4 Màn nước

#### 13.6.4.1 Yêu cầu chung

Màn nước có thể được sử dụng để giảm bớt sự thoát khí và chống lại bức xạ nhiệt.

Mục đích của hệ thống màn nước làm mát là làm giảm nhanh chóng nồng độ khí của đám mây hơi LNG xuống thấp hơn giới hạn cháy dưới (LFL) của khí trong không khí.

Màn nước trao đổi nhiệt với đám mây khí lạnh thông qua sự tiếp xúc giữa hơi LNG và các giọt nước.

Thêm vào đó, màn nước lôi cuốn một khối lượng lớn không khí vào quá trình trao đổi nhiệt, pha loãng đám mây hơi LNG, do đó làm cho nó trở nên nhẹ hơn, và dễ phân tán hơn.

Hiệu quả tác dụng của màn nước bị giảm khi vận tốc của gió tăng, nhưng độ phân tán tự nhiên lại tăng khi gió càng mạnh.

Hiệu quả của màn nước phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau, ví dụ như đầu phun, áp suất nước, vị trí đặt đầu phun, khoảng cách giữa các đầu phun.

Màn nước có tác dụng làm giảm bức xạ nhiệt và phân tán đám mây khí. Tuy nhiên không thể sử dụng màn nước như là biện pháp bảo vệ chính.

Màn nước có thể được lắp đặt tại các bồn hứng chất lỏng tràn để giúp phân tán hơi. Thiết kế tại bồn hứng phải giảm thiểu khả năng nước thoát ra từ các tấm chắn tràn nước vào bồn.

#### 13.6.4.2 Đặc điểm và vị trí

Vị trí màn nước được khuyến cáo bố trí theo yêu cầu của báo cáo đánh giá các mối nguy hiểm tại mục 4.4.

## TCVN 8611:2021

Màn nước được bố trí càng gần khu vực có khả năng tràn và tập trung LNG càng tốt. Khả năng nước từ màn nước chảy vào khu vực ngăn tràn phải được hạn chế đến mức thấp nhất để tránh làm tăng độ bốc hơi của LNG.

Màn nước có thể được bố trí xung quanh khu vực ngăn tràn. Theo cách này, màn nước đóng vai trò như một tấm chắn đám mây khí thiên nhiên lạnh thoát ra từ chỗ rò rỉ LNG.

Khoảng cách giữa các đầu phun nước phải theo khuyến nghị của nhà cung cấp hệ thống màn nước.

### 13.6.4.3 Hệ thống cấp nước và lưu lượng

Lưu lượng nước được khuyến cáo bằng 70 L/min/m khoảng cách.

### 13.6.5 Thiết bị tạo bọt

Chất tạo bọt chữa cháy được dùng để giảm bức xạ nhiệt từ vùng cháy LNG và hỗ trợ phân tán khí an toàn hơn trong trường hợp rò rỉ khí không bắt cháy. Việc sử dụng chất tạo bọt phụ thuộc vào báo cáo đánh giá các mối nguy hiểm, xem mục 4.4.

Thiết bị tạo bọt phải được thiết kế để có thể vận hành khi bị bao trùm trong đám cháy LNG, ngoại trừ trường hợp thiết bị tạo bọt được làm bằng các loại vật liệu có khả năng chịu được tác động thông lượng nhiệt cao. Thiết kế của hệ thống phải tránh nước ở dạng lỏng chảy vào khu vực ngăn tràn.

Chất tạo bọt phải là loại bọt khô phù hợp để sử dụng cho đám cháy LNG theo tiêu chuẩn EN 12065 (TCVN là gì?), có tỷ lệ giãn nở tiêu chuẩn khoảng 500:1.

Bể hứng LNG tràn hay khu vực ngăn tràn LNG phải được bố trí các thiết bị tạo bọt cố định cho phép phản ứng nhanh và kích hoạt từ xa.

Dung tích/thể tích chất tạo bọt cho các bể hứng và khu vực ngăn tràn LNG phải được xác định theo tiêu chuẩn EN 12065 nhằm giảm bức xạ nhiệt, có tính đến khả năng xảy ra lỗi của một trong các thiết bị tạo bọt và tốc độ phá hủy của bọt do ngọn lửa. Thiết bị ngăn bọt có thể được bố trí xung quanh bồn hứng chất lỏng tràn hoặc khu vực ngăn tràn – nơi có nguy cơ mất mát bọt do gió.

Chất tạo bọt phải được tồn chứa tại nơi phù hợp tránh các nguồn bức xạ nhiệt (từ đám cháy và ánh sáng mặt trời).

Thể tích tối thiểu của bồn chứa chất tạo bọt được tính như sau:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Trong đó:

$$Q_1 = t \times r \times S$$

$t$  là thời gian phun chất tạo bọt, tính bằng giờ (h), (tối đa là 48 h);

$r$  là độ phá hủy của chất tạo bọt, tính bằng mét trên giờ (m/h) (ví dụ  $r = 0,11$  m/h);

$S$  là diện tích lớn nhất được che phủ, tính bằng mét vuông (m<sup>2</sup>);



$Q_2$  là lượng chất tạo bọt cần thiết để thử hệ thống định kỳ. Khi không có thông tin thì được tính bằng lượng chất tạo bọt khi bơm ở công suất tối đa trong khoảng thời gian là 15 min;

$Q_3$  là lượng chất tạo bọt cần thiết cho việc tạo lớp bọt đầu tiên.

### **13.6.6 Thiết bị tạo bọt di động**

Những yêu cầu cho một thiết bị tạo bọt di động được quy định trong báo cáo đánh giá các mối nguy hiểm (xem mục 4.4). Trường hợp được bố trí, thiết bị tạo bọt di động được kết nối với nguồn cấp nước chữa cháy phải được trang bị với cuộn vòi chữa cháy đủ để tiếp cận vị trí nguy hiểm xa nhất cần được bảo vệ.

### **13.6.7 Chữa cháy LNG bằng bột khô**

#### **13.6.7.1 Yêu cầu chung**

Thiết bị chữa cháy LNG phải tuân theo các quy chuẩn và tiêu chuẩn tương ứng.

Khuyến cáo sử dụng chất chữa cháy dạng bột khô cho đám cháy LNG.

Để dập tắt đám cháy LNG, bột khô phải được sử dụng bao phủ bên trên bề mặt sao cho không va chạm và làm khuấy động bề mặt chất lỏng.

Việc khuấy động bề mặt chất lỏng sẽ làm tăng tốc độ cháy do gia tăng quá trình tạo thành hơi thay vì dập tắt đám cháy.

Để đạt được kết quả tối ưu trong việc dập tắt đám cháy LNG, khu vực cháy phải được bao phủ toàn bộ và ngay lập tức. Nếu không lửa tàn dư từ đám cháy LNG có thể nhanh chóng làm bùng cháy lại khí thoát ra từ vùng đã được dập cháy. Ngoài ra, phải áp dụng biện pháp dự phòng để làm lạnh bất cứ bề mặt kết cấu nào có khả năng kích hoạt gây cháy khí.

Lượng bột được khuyến cáo phải có đủ để cho phép chữa cháy lần hai trong trường hợp bị bốc cháy lại.

#### **13.6.7.2 Các loại bột khô**

Bột khô phải được thử tương thích cho việc dập tắt đám cháy khí, độ tương thích của bột phải tuân theo tiêu chuẩn EN 12065.

Bột khô có thể là một trong những loại sau:

- Natri cacbonat;
- Kali cacbonat.

#### **13.6.7.3 Vị trí đặt các hệ thống bột khô**

Các hệ thống bột khô nên được lắp đặt trong nhà máy LNG gần nơi có nguy cơ xảy ra rò rỉ hydrocarbon và LNG trên cơ sở báo cáo đánh giá các mối nguy hiểm và thường gần những thiết bị sau:

- Các khu vực giao nhận sản phẩm (theo quy định trong TCVN 8613 (EN ISO 28460));

## **TCVN 8611:2021**

- Các bơm LNG;
- Các van ESD;
- Đoạn ống sau van PSV bồn chứa (đối với hệ thống cố định).

### **13.6.8 Bình chữa cháy xách tay/di động**

Những loại bình chữa cháy được sử dụng:

- Bình bột chữa cháy trong khu vực có sử dụng dầu (nhà đặt máy nén khí, thiết bị thủy lực của hệ thống cần giao nhận sản phẩm tại cầu tàu);
- Bình chữa cháy khí CO<sub>2</sub> bố trí trong tòa nhà có liên quan đến việc sử dụng các thiết bị điện và điều khiển.
- Bình bột khô chữa cháy bố trí trong khu vực công nghệ.

Các bình chữa cháy này phải tuân theo quy định của TCVN 7026 (ISO 7165) và TCVN 7027 (ISO 11601).

Các bình chữa cháy được bố trí tại các vị trí trọng yếu dọc theo các lối đi hoặc sàn thao tác. Các bình chữa cháy phải đặt tại lối thoát hiểm, tách biệt khỏi vị trí mà nó dự kiến được sử dụng (để dập tắt đám cháy).

### **13.6.9 Xe chữa cháy**

Nếu không có sự hỗ trợ của lực lượng chữa cháy LNG bên ngoài trong trường hợp khẩn cấp thì nhà máy phải được trang bị ít nhất một xe chữa cháy để đáp ứng các yêu cầu trong trường hợp khẩn cấp.

Xe chữa cháy phải được trang bị hệ thống bọt hoặc bột thích hợp cho từng loại đám cháy.

Phải trang bị quần áo chống cháy thích hợp trong môi trường LNG (nổ và cháy).

Xe chữa cháy phải được trang bị đủ thiết bị và có nhân viên chữa cháy để đáp ứng kịp thời trường hợp khẩn cấp trong lúc chờ sự hỗ trợ từ bên ngoài.

## **13.7 Các yêu cầu khác**

### **13.7.1 Các biện pháp để giảm thiểu nguy hiểm trong các nhà xưởng/tòa nhà**

Điều này có thể đạt được bằng cách duy trì thông gió liên tục để làm lưu thông không khí trong các phòng điện và điều khiển của các tòa nhà nằm trong khu vực công nghệ.

Trong trường hợp phát hiện khí trong khu vực công nghệ, người vận hành trong phòng điều khiển phải có khả năng điều khiển từ xa để đóng/tắt hệ thống thông gió và điều hòa không khí tại khu vực đó.

Trường hợp phát hiện khí tại cửa hút gió/đường thông khí vào tòa nhà/nhà xưởng, hệ thống các quạt bên ngoài phải được kích hoạt đóng và các cửa hút gió phải được đóng lại để tránh sự xâm nhập của khí vào các phòng điện và phòng điều khiển, nơi nguy cơ bắt cháy có thể xảy ra.

### 13.7.2 Cabin chữa cháy/hộp vòi chữa cháy

Các thiết bị chữa cháy phải được bố trí tại các vị trí dễ tiếp cận, gần nơi các vòi nước được thiết kế để nhân viên nhà máy hoặc đội cứu hỏa địa phương sử dụng.

Các thiết bị chữa cháy chứa trong các cabin phải:

- Có thể xác định một cách rõ ràng;
- Cung cấp phương tiện để cất giữ thiết bị chữa cháy an toàn;
- Được xây lắp và bảo vệ thích hợp đối với môi trường nhà máy;
- Thông khí tự nhiên;
- Bố trí thuận tiện để có thể tiếp cận từ nơi an toàn;

Nơi bố trí cabin và các thiết bị chữa cháy chứa trong cabin phải được thông qua bởi cơ quan phòng cháy chữa cháy địa phương. Mỗi cabin phải được trang bị ít nhất:

- 02 lăng giá chữa cháy (01 lăng giá phun tia nước, 1 lăng giá phun đa năng có thể điều chỉnh chế độ phun: phun tia nước hoặc phun sương);
- 01 còi lê vận trụ cấp nước chữa cháy;
- 04 còi lê khớp nối;
- 02 gioăng đệm nối vòi chữa cháy;
- 04 cuộn vòi chữa cháy dài 20 m;;
- Danh mục các thiết bị.

### 13.7.3 Bảo dưỡng và diễn tập PCCC tại kho cảng

Đám cháy ít khi xảy ra ở khu vực kho cảng, tuy nhiên nếu xảy ra sẽ để lại hậu quả nghiêm trọng.

Vì vậy, để có được khả năng xử lý với tình huống khẩn cấp, cần giữ được sự tập trung cao độ của người vận hành thông qua quá trình luyện tập thích hợp bao gồm cả việc diễn tập sử dụng thiết bị PCCC.

Bảo dưỡng thiết bị chữa cháy đúng cách là yếu tố quan trọng hàng đầu. Việc kiểm tra và bảo dưỡng phải được đưa vào chương trình quản lý kho cảng để chắc chắn rằng tất cả các nhân viên đều được làm quen với thiết bị chữa cháy, vị trí của chúng và cách sử dụng trong tình huống khẩn cấp.

## 14 Hệ thống kiểm soát và giám sát

### 14.1 Yêu cầu chung

Các hệ thống kiểm soát và giám sát của nhà máy LNG phải cho phép người vận hành thực hiện được ít nhất những việc sau:

## **TCVN 8611:2021**

- Giám sát và kiểm soát quá trình công nghệ xử lý khí và các hệ thống phụ trợ thiết yếu;
- Thông tin nhanh chóng và chính xác, bất cứ sự cố nào có thể dẫn đến tình huống nguy hiểm;
- Giám sát và kiểm soát an toàn nhà máy;
- Giám sát và kiểm soát việc ra vào nhà máy;
- Trao đổi thông tin nội bộ và với bên ngoài trong cả điều kiện bình thường và khẩn cấp.

Nhìn chung những chức năng chính này của nhà máy phải được thực hiện bởi:

- Hệ thống điều khiển công nghệ;
- Hệ thống kiểm soát an toàn;
- Hệ thống chống xâm nhập và kiểm soát ra vào;
- Mạng lưới thông tin nội bộ và ngoại mạng.

Hệ thống kiểm soát an toàn phải độc lập với các hệ thống khác.

### **14.2 Hệ thống điều khiển công nghệ**

#### **14.2.1 Nguyên tắc**

Hệ thống điều khiển công nghệ cung cấp cho người vận hành thông tin thời gian thực cho phép điều khiển an toàn và hiệu quả nhà máy.

Một số thiết bị có thể có chế độ tự ngắt riêng (PSD).

Các thông số công nghệ cơ bản có thể dẫn đến việc đóng ngắt một nhóm thiết bị; chế độ đóng ngắt riêng có thể được kích hoạt bởi hệ thống điều khiển công nghệ hoặc hệ thống kiểm soát an toàn.

#### **14.2.2 Thiết kế hệ thống điều khiển công nghệ**

Hệ thống điều khiển phải có độ chính xác cao và phải được thiết lập ở chế độ đóng khi xảy ra sự cố (fail safe).

Lỗi của tất cả các phần hay là một phần của hệ thống điều khiển công nghệ phải không dẫn đến tình huống nguy hiểm.

Sử dụng các biện pháp dự phòng nhằm giảm thiểu hậu quả của lỗi bộ phận (tức là lỗi ở chế độ thông thường) ví dụ:

- Thiết bị công nghệ có cùng chức năng phải được tách riêng mô đun xử lý;
- Phải nghiên cứu, đánh giá hậu quả của lỗi ở chế độ thông thường cho phạm vi toàn nhà máy hoặc cục bộ;
- Đường truyền dữ liệu phải được thiết kế sao cho tối đa hóa độ tin cậy;

Nhà máy phải được thiết kế có năng lực xử lý và mô đun I/O dự phòng khi hoạt động hết công suất. Có tính đến phương án dự phòng tại chỗ. Trong trường hợp mở rộng nhà máy, năng lực xử lý dự phòng phải được khôi phục sau khi hoàn tất quá trình mở rộng.

Việc đánh giá lại thiết kế quy định tại mục 4.5.3 phải được thực hiện trên hệ thống điều khiển. Quy trình được chấp thuận phải bao gồm xác nhận hoạt động an toàn của hệ thống điều khiển công nghệ khi xảy ra sự cố.

Các thiết bị được điều khiển từ xa trong trường hợp khẩn cấp hoặc gặp sự cố phải có khả năng đóng ngắt tại chỗ.

Hệ thống điều khiển công nghệ phải chỉ ra được, lưu và/hoặc in mọi thông tin phản hồi từ các thiết bị phục vụ cho việc vận hành an toàn và hiệu quả nhà máy. Để phân tích một sự cố, hệ thống phải phân biệt trình tự và lưu giữ mọi thông tin xảy ra trong suốt quá trình và mọi thao tác xử lý bởi người vận hành trước và sau sự cố.

Hệ thống điều khiển công nghệ phải thông báo cho người vận hành các thông tin về thiết bị điện chủ yếu cần thiết để vận hành nhà máy.

Thiết kế hệ thống điều khiển công nghệ phải cung cấp cho người vận hành lượng thông tin tối ưu cần thiết để vận hành an toàn và hiệu quả nhà máy và phải giảm đến mức thấp nhất việc quá tải tín hiệu báo động trong trường hợp gặp sự cố hoặc khi thay đổi trạng thái/chế độ đột ngột.

### **14.3 Hệ thống kiểm soát an toàn**

#### **14.3.1 Nguyên tắc**

Hệ thống kiểm soát an toàn phải được thiết kế để phát hiện các tình huống nguy hiểm và giảm thiểu hậu quả của chúng. Hệ thống tối thiểu phải có các khả năng sau đây:

- Phát hiện khí (LNG, khí làm lạnh, khí thiên nhiên);
- Phát hiện tràn;
- Phát hiện lửa;
- Kích hoạt dừng khẩn cấp (ESD) từ hệ thống trung tâm và/hoặc tại chỗ;
- Theo dõi, kích hoạt và điều khiển các thiết bị an toàn;
- Theo dõi và điều khiển các thông số chính để giữ thiết bị trong tình trạng an toàn.

Tất cả các thay đổi của hệ thống kiểm soát an toàn phải tuân theo Hệ thống Quản lý An toàn.

#### **14.3.2 Dừng khẩn cấp (ESD) và các thao tác an toàn**

##### **14.3.2.1. Yêu cầu chung**

Kích hoạt ESD phải đóng ngắt thiết bị và các van ESD sang vị trí đóng khi sự cố để bảo toàn kho.

## TCVN 8611:2021

Tất cả các ESD phải được kích hoạt bởi hệ thống kiểm soát an toàn với kích hoạt phụ từ các vị trí ESD cục bộ. Việc kích hoạt ESD phải không dẫn đến tình huống nguy hiểm hoặc làm hỏng hóc máy móc hay thiết bị khác. Trong trường hợp không có phản hồi từ người vận hành đối với các cảnh báo của hệ thống phát hiện cháy, tràn và khí, việc kích hoạt ESD để ứng phó phải được thực hiện tự động từ hệ thống sau một khoảng thời gian thích hợp. Việc kích hoạt này không yêu cầu hệ thống phát hiện cháy, tràn và khí đột phải là loại SIL.

Việc kích hoạt này phải được truyền đến hệ thống điều khiển công nghệ để hệ thống này vận hành phù hợp với trạng thái này. Hệ thống điều khiển công nghệ phải đặt trình tự tự động sao cho tránh các thiết bị hay van không mong muốn có thể hoạt động trong thời gian khởi động lại ESD.

Các kết luận của báo cáo đánh giá các mối nguy hiểm phải được áp dụng để thiết kế hệ thống điều khiển an toàn. Chủng loại, hệ số dự phòng, số lượng và vị trí của thiết bị phát hiện và cảm biến phải được nghiên cứu để bảo đảm phát hiện nhanh chóng và chính xác các tình huống gây nguy hiểm. Yêu cầu về hệ thống được tính toán trên cơ sở các yêu cầu của báo cáo đánh giá các mối nguy hiểm tại mục 4.4.2. Một ma trận nguyên nhân và kết quả phải được đưa ra tương ứng với các yêu cầu của báo cáo đánh giá mối nguy hiểm và HAZOP.

Nguyên tắc của việc vận hành hệ thống ESD là giảm thiểu việc giải phóng hydrocarbon và hạn chế sự lan truyền của bất cứ sự cố nào tới các khu vực lân cận.

Nhà máy thường được phân chia ra thành các khu vực cháy và được chia nhỏ ra thành các vùng cháy cho phép xác định các hoạt động của hệ thống ESD nhằm hạn chế sự leo thang (lan truyền của bất cứ sự cố nào tới các khu vực lân cận).

Mối nguy cháy ở các vùng cháy này có thể được kiểm soát bởi việc vận hành hệ thống van ESD. ESD phải cách ly các vùng nhằm giảm thiểu việc giải phóng hydrocarbon từ vùng cháy và dòng chảy hydrocarbon tới khu vực đang cháy.

Vùng cháy có thể được giảm áp sau khi được cách ly bởi van ESD để giảm lượng tồn chứa hydrocarbon và giảm thiểu sự hỏng hóc của bồn chứa hoặc đổ vỡ của các kết cấu do cường độ và thời gian cháy.

Các van ESD cũng được dùng trong các vùng cháy để giảm thiểu sự giải phóng các vật liệu nguy hiểm khỏi từ các bồn chứa vì lỗi thiết bị hoặc đường ống phía hạ nguồn.

Việc vận hành ESD thường trên cơ sở phân cấp sự cố.

Các mức độ ESD điển hình:

- ESD 1: Dừng xuất/ nhập LNG;
- ESD 2: Ngắt kết nối với tàu;
- ESD 3: Dừng công nghệ (hóa lỏng hoặc hóa khí). Mức độ ESD 3 có thể được thiết lập để ngăn ngừa tổn thất do việc ngừng toàn bộ hoạt động vận hành, nếu áp dụng cho nhà máy;
- ESD 4: Đóng toàn bộ các thiết bị.

### 14.3.2.2. ESD cho các hoạt động vận tải hàng hải

Việc sử dụng các hệ thống ESD để bảo vệ các hoạt động vận tải hàng hải được mô tả trong tài liệu tham khảo số 56 – Bố trí ESD và hệ thống liên kết giao nhận của hiệp hội SIGTTO (Hiệp hội các nhà vận hành kho cảng & tàu vận chuyển khí) cho tàu vận chuyển Khí hóa lỏng trên cơ sở Quy phạm quốc tế về Xây dựng và Thiết bị cho tàu vận chuyển khí hóa lỏng (IGC Code).

### 14.3.3 Năng lực hệ thống kiểm soát an toàn

#### 14.3.3.1 Các chức năng chính

Hệ thống kiểm soát an toàn phải:

- Tự động khởi động các cơ cấu ESD phù hợp. Việc kích hoạt bằng tay hệ thống ESD chỉ được cho phép khi phù hợp với báo cáo đánh giá mối nguy hiểm đã được các cơ quan có thẩm quyền cho phép/phê duyệt;
- Khi thích hợp, tự động kích hoạt thiết bị bảo vệ cần thiết;
- Truyền thông tin tới hệ thống điều khiển công nghệ khi kích hoạt ESD;
- Điều khiển các thiết bị thông tin và hình ảnh như được quy định trong kế hoạch ứng cứu khẩn cấp;
- Mở các cổng để lực lượng ứng cứu xâm nhập và nhân viên di tản, khi kế hoạch khẩn cấp yêu cầu.

#### 14.3.3.2 Mức độ toàn vẹn an toàn (SIL)

Các chức năng an toàn được thiết kế để giảm rủi ro đến mức độ nhất định, do vậy mức độ toàn vẹn an toàn (SIL) có thể được quy định cho các chức năng này.

Hệ thống kiểm soát an toàn phải được thiết kế và vận hành theo các yêu cầu của tiêu chuẩn EN 61508-1. Các yêu cầu của SIL phải được nghiên cứu và đánh giá để phù hợp với mức độ yêu cầu an toàn của nhà máy.

Bộ xử lý tín hiệu ESD phải tương đương với mức SIL 3 hoặc cao hơn.

### 14.4 Hệ thống kiểm soát ra vào

Các điểm ra vào nhà máy phải được kiểm soát thông qua các barie độc lập, được điều chỉnh phù hợp đối với phương tiện xe cộ và nhân viên. Ít nhất phải có hai lối ra vào cho các phương tiện chữa cháy và cấp cứu.

Phụ thuộc vào quy mô của nhà máy, lối vào khu vực công nghệ nơi mà khí được tồn chứa, vận chuyển qua đường ống hoặc xử lý phải được kiểm soát. Việc kiểm soát này có thể bị hạn chế trong khu vực công nghệ hoặc mở rộng cho các khu vực khác. Việc kiểm soát ra vào có thể được thực hiện bởi nhân viên an ninh hoặc sử dụng thiết bị (như khóa, cửa điện từ,...).

### 14.5 Hệ thống bảo vệ chống xâm nhập

## **TCVN 8611:2021**

Nhà máy LNG phải được bao quanh bởi một hàng rào (xem [29]) và có thể được trang bị hệ thống phát hiện chống xâm nhập trái phép.

### **14.6 Hệ thống truyền hình mạch kín (CCTV)**

Hệ thống này phải tích hợp hệ thống truyền hình mạch kín CCTV. Hệ thống này sẽ giám sát khu vực công nghệ và đường tiếp cận có nguy cơ xảy ra rủi ro (được đề cập trong báo cáo đánh giá các mối nguy hiểm).

Xem thêm 13.4.

### **14.7 Điều khiển và giám sát cầu tàu và tàu vận chuyển**

Các chức năng sau phải được kết nối với hệ thống điều khiển và giám sát của nhà máy, nếu có:

- Giám sát các điều kiện thời tiết (gió, trạng thái biển,...);
- Giám sát neo buộc tàu (tốc độ, khoảng cách...);
- Giám sát thả neo (tải trọng thả neo);
- Trạng thái khớp nối nhanh;
- Giám sát và điều khiển hệ thống cần giao nhận sản phẩm của tàu;
- Hệ thống nhả khớp nối khẩn cấp giao nhận sản phẩm của tàu.

Xem chi tiết tại TCVN 8612 (EN 1474) và TCVN 8613 (EN ISO 28460).

### **14.8 Thông tin liên lạc**

Hệ thống liên lạc nội bộ phải phân biệt thông tin vận hành (của hệ thống điều khiển công nghệ) với thông tin an toàn (của hệ thống kiểm soát an toàn). Hệ thống liên lạc nội bộ phải được bảo mật khỏi hệ thống ngoại vi (khuyến cáo không sử dụng giao diện trực tiếp cho các nhà máy có người vận hành).

### **14.9 Giám sát và kiểm soát môi trường**

Chất xả thải của nhà máy phải được giám sát và kiểm soát.

## **15 Xây dựng, chạy thử và sửa chữa lớn định kỳ**

### **15.1 Bảo đảm chất lượng và kiểm soát chất lượng**

Một hệ thống quản lý chất lượng phải được áp dụng cho những giai đoạn sau đây:

- Tổ chức;
- Thiết kế và mua sắm;
- Thiết bị, chế tạo tại xưởng;



- Thiết bị, tồn chứa và vận chuyển;
- Xây dựng (đào đắp, lấp đặt, lấp đất, công trình dân dụng và kết cấu thép, kho chứa/bồn chứa, bồn chịu áp, bình tách, lò đốt, nồi hơi, bơm, đường ống trên mặt đất bao gồm cả giá đỡ, đường ống ngầm, khí điều khiển, hệ thống điện, bảo vệ ca tốt, sơn, cách nhiệt, chống cháy).

Phải thiết lập một chương trình kiểm soát chất lượng bao gồm việc kiểm tra và chạy thử để kiểm soát chất lượng của tất cả các giai đoạn khác nhau trong quá trình thiết kế, chế tạo và xây lắp.

Ít nhất phải có giấy chứng nhận kiểm định theo tiêu chuẩn EN 10204 đối với các bộ phận chịu áp của thiết bị hay hệ thống công nghệ.

## 15.2 Thử nghiệm

Thiết bị lắp đặt trong nhà máy phải được thử nghiệm theo các tiêu chuẩn và quy chuẩn liên quan, đặc biệt đối với:

- Đường ống làm việc ở áp suất cao;
- Các bồn chịu áp;
- Các thiết bị đốt.

Đối với bồn chứa LNG, việc kiểm tra/thử nghiệm theo tuân theo mục 6.14.

## 15.3 Chuẩn bị cho khởi động và dừng hoạt động

Việc có mặt của hydrocacbon và ở nhiệt độ thấp yêu cầu quy trình vận hành chạy thử và dừng hoạt động đặc biệt. Trước khi khởi động, quy trình đó bao gồm:

- Làm trơ loại bỏ oxy để đạt hàm lượng oxy lớn nhất là 8 %mol;
- Và làm khô sử dụng một trong những biện pháp sau:
  - 1) Kỹ thuật làm khô bằng chân không là một lựa chọn tốt cho đường ống dài chạy trên cầu tàu tuy nhiên đường ống phải được thiết kế để hút chân không hoàn toàn.
  - 2) Nitơ được làm nóng đến 60 °C thổi qua đường ống với áp suất thấp và lưu lượng cao. Sau đó nitơ được thải ra không khí. Ưu điểm của phương pháp này là đồng thời làm sạch và làm khô.
  - 3) Làm khô với khí thiên nhiên đã sấy nhưng cần đảm bảo rằng nước đã được loại bỏ tại tất cả các điểm của nhà máy bao gồm cả đường kết nối với thiết bị điều khiển. Nhược điểm của phương pháp này là những hạn chế mà hydrocacbon gây ra/mang lại cho thiết bị. Trong trường hợp sử dụng vòng làm lạnh khép kín, phương pháp khử đông lạnh động sử dụng máy nén có thể làm tăng tốc quá trình. Các bể chứa thường được làm khô sau khi thử thủy lực bằng việc lau và sủi để đảm bảo rằng không còn nước. Đối với bể chứa có bố trí hòng bơm, phải chắc chắn rằng không còn nước ở van xả đáy vì nó sẽ làm van đáy bị đóng băng và dẫn đến việc làm mất tác dụng của thiết bị này. Kinh nghiệm là không kết nối van xả đáy cho đến sau khi thử thủy lực.

## **TCVN 8611:2021**

Giới hạn thường được sử dụng cho điểm sương trong đường ống là -40 °C.

Trong thời gian dừng bảo dưỡng, nếu **yêu cầu mở thiết bị** (dừng dòng công nghệ), cần thiết phải:

- Cô lập hệ thống một cách chủ động;
- Loại bỏ hydrocacbon lỏng;
- Làm tan băng và sưởi ấm tới nhiệt độ môi trường bằng dòng khí khô nóng tuần hoàn;
- Cuối cùng làm sạch bằng khí nitơ trước khi mở ra không khí.

## **16 Bảo vệ và chống ăn mòn**

### **16.1 Sơn**

Yêu cầu phải có các biện pháp chống ăn mòn bề mặt kim loại của thiết bị, đường ống và kết cấu kim loại trong các công trình của nhà máy LNG. Kết cấu bê tông cũng có thể được sơn để bảo vệ chúng khỏi bị bào mòn.

Việc chuẩn bị bề mặt, các hệ thống sơn và sử dụng lớp phủ đối với kết cấu thép phải tuân theo tiêu chuẩn TCVN 12705 (ISO 12944) (tất cả các phần).

Các điều kiện vận hành và môi trường mặn hoặc ăn mòn phải được đưa vào tính toán khi lựa chọn hệ thống sơn.

Thép mạ kẽm nóng chất lượng cao theo TCVN 7665:2007 (ISO 1460) được yêu cầu cho toàn bộ các bề nền và kết cấu bê thép đỡ, cầu thang và chi tiết tay vịn, bậc thang, buồng thang máy và tấm lát sàn mát cáo. Các bộ phận hình ống được mạ cả trong lẫn ngoài.

Bề mặt mạ thường không sơn ngoại trừ trong môi trường biển khi được yêu cầu. Sử dụng ống bọc kim loại được mạ để bảo vệ lớp cách nhiệt của thiết bị hoặc ống dẫn như là lớp chống ăn mòn tăng cường. Cần tính đến việc thép không gỉ bị nhiễm tạp chất kẽm (xem thêm mục 4.5.2.1.i).

Vì lý do an toàn tất cả các thiết bị và đường ống trong kho LNG trên bờ phải có màu đặc trưng hoặc làm chỉ báo tương ứng.

Việc sơn, mạ, làm màu chỉ báo phải được thiết kế và thực hiện theo các quy định của cơ quan có thẩm quyền.

### **16.2 Bảo vệ catốt**

Xem Điều 12.

## **17 Đào tạo vận hành**

Nhà máy phải được vận hành theo phương thức an toàn, hiệu quả phù hợp với quy định về an toàn và sức khỏe quốc gia.

Các quy trình kỹ thuật vận hành phải tuân theo các yêu cầu của *Chính sách ngăn ngừa thảm họa nghiêm trọng* và *Hệ thống quản lý an toàn* (có bao gồm chính sách ngăn ngừa thảm họa nghiêm trọng).

CHÚ THÍCH: Ví dụ, các yêu cầu theo Chỉ thị của Cộng đồng Châu Âu “Seveso II” [Chỉ thị của hội đồng 2012/18/EC về việc kiểm soát thảm họa nghiêm trọng] và đánh giá mối nguy hiểm của môi trường để phát nổ yêu cầu bởi Quy định “ATEX” (1992/92/EC) [Chỉ thị 1999/92/EC của Cộng đồng Châu Âu ngày 16 tháng 12 năm 1999 về những yêu cầu thiết yếu nhằm nâng cao an toàn và bảo vệ sức khỏe của người lao động khỏi môi trường để phát nổ] [20].

Các quy trình dạng văn bản phải được xây dựng và sẵn sàng cho việc vận hành nhà máy. Các quy trình này phải bao gồm cả vận hành trong điều kiện bình thường và tình huống khẩn cấp.

Thiết bị bảo vệ (bảo vệ cá nhân) phải được cung cấp theo việc phân tích rủi ro.

Người vận hành tham gia vào các hoạt động khẩn cấp phải được trang bị quần áo bảo hộ và thiết bị cần thiết. Các thiết bị phát hiện khí dễ cháy di động phải luôn có sẵn.

Những người có liên quan đến việc quản lý, sản xuất, vận chuyển và tồn chứa LNG phải được đào tạo nhận thức về tính chất và các mối nguy của LNG và các lưu ý tới các quy trình ứng cứu khẩn cấp.

Đội ngũ nhân viên vận hành và bảo dưỡng phải được đào tạo tốt trong tất cả các phạm vi công việc của họ để đảm bảo rằng họ có thể làm việc thông thạo và an toàn ở cả điều kiện khẩn cấp lẫn thông thường. Việc đào tạo ban đầu phải tính đến kinh nghiệm của từng cá nhân. Việc tập huấn lại phải được thực hiện sau một khoảng thời gian và tất cả các hồ sơ tập huấn phải được lưu giữ.

Đối với bộ phận quản lý và điều hành, kế hoạch đào tạo phải được sắp xếp tùy theo kinh nghiệm của từng cá nhân, chức vụ và trách nhiệm trong tổ chức và được phê duyệt độc lập.

Tất cả cá nhân tham quan nhà máy bất kể với mục đích gì phải được hướng dẫn về các mối nguy hiểm và đặc tính của LNG, mức độ chuyên sâu của việc đào tạo này phải phù hợp với mức độ tham gia vào các hoạt động của nhà máy.

## **18 Đào tạo trước vận hành tại cảng biển**

Trong tất cả các dự án, phải có sự bàn bạc, thảo luận giữa chủ sở hữu cảng, đơn vị điều hành cảng, chủ tàu, đội ngũ thủy thủ, hoa tiêu và thuyền trưởng tàu lai. Phải tổ chức các khóa đào tạo trước khi vận hành, lớp bồi dưỡng định kỳ, có sử dụng mô phỏng cho tất cả các bên liên quan.

Xem tài liệu tham khảo [23].

## Phụ lục A

(Quy định)

### Các ngưỡng bức xạ nhiệt

#### A.1 Bức xạ nhiệt từ đám cháy khí thiên nhiên hoá lỏng (LNG)

Bảng A.1 đưa ra các giá trị khuyến cáo về giá trị thông lượng bức xạ tới lớn nhất trong trường hợp những giá trị này chưa có trong các quy định địa phương. Thông lượng bức xạ từ đám cháy LNG có thể được tính toán bằng cách sử dụng các phương pháp thích hợp đã được phê duyệt (một số phương pháp đã được trình bày trong tiêu chuẩn TCVN 12984 (EN ISO 16903) hoặc [19]).

Trong bất cứ trường hợp nào, mức thông lượng bức xạ lớn nhất có thể chấp nhận cho mỗi hạng mục chính nằm trong vùng giới hạn bao quanh phải được xác nhận bằng cách sử dụng các phương pháp đã được phê duyệt và các đồ thị đường cong trong một số tiêu chuẩn liên quan. Các nhà thiết kế, thông qua việc tính toán nhiệt độ bề mặt cùng với thời gian dự đoán của ngọn lửa, phải điều chỉnh mức thông lượng bức xạ nhiệt lớn nhất đủ thấp để duy trì tính nguyên vẹn của công trình. Các thay đổi về mặt bản chất tự nhiên và cơ tính của vật liệu đối với nhiệt độ cũng phải được xem xét khi tính toán.

Đối với các bồn chứa LNG, việc xác định mức thông lượng bức xạ cho phép cần được xem xét dựa trên các yếu tố sau:

- Việc bơm chất lỏng vào bể chỉ được thực hiện cùng với việc làm mát bể chứa bằng nước. Các thiết bị cung cấp nước có thể được điều khiển từ khu vực an toàn;
- Tổn thất độ bền của bể chứa;
- Áp lực tạo ra trong bể chứa;
- Công suất của van an toàn;
- Năng lượng thoát bề mặt [xem tiêu chuẩn TCVN 12984 (EN ISO 16903)].

Mức thông lượng nhiệt có thể được giảm xuống đến giới hạn yêu cầu bằng việc áp dụng khoảng cách (an toàn), phun nước, thiết bị chống cháy, lưới chắn xạ hoặc các hệ thống tương tự.

Bảng A.2 đưa ra các giá trị khuyến cáo về thông lượng bức xạ tới lớn nhất trong trường hợp những giá trị này chưa có trong các quy định tại địa phương.

Độ dày của khối bê tông phải được đảm bảo rằng khi lửa cháy ở bên ngoài thì nhiệt độ của cáp dự ứng lực vẫn được giữ ở mức đủ thấp để duy trì được tính nguyên vẹn của bồn chứa LNG và các khoang kín chứa đầy sản phẩm tại áp suất thiết kế tối đa. Nếu hệ thống xả nước không được lắp đặt, sự nguyên vẹn của bồn chứa LNG phải được đảm bảo trong thời gian chờ đủ lượng nước chữa cháy cấp từ bên ngoài. Để xác định độ dày nhỏ nhất cần thiết của tấm bê tông, phải sử dụng các phương pháp và mô hình thích hợp đã được phê duyệt.

**Bảng A.1 – Thông lượng bức xạ nhiệt cho phép trong phạm vi nhà máy không tính đến năng lượng bức xạ mặt trời**

Thiết bị trong phạm vi nhà máy	Thông lượng bức xạ nhiệt lớn nhất kW/m <sup>2</sup>
Bề mặt bê tông phía ngoài của các bồn chứa liền kề nhau <sup>a</sup>	32
Bề mặt kim loại phía ngoài của các bồn chứa liền kề nhau (xem [3])	15
Mặt ngoài của các bồn chứa chịu áp và các thiết bị công nghệ liền kề nhau (xem [3])	15
Phòng điều khiển, xưởng bảo trì, phòng thí nghiệm, nhà kho (xem [2])	8
Khu vực hành chính	5
a) Đối với các bể chứa làm bằng bê tông cốt thép dự ứng lực, các mức thông lượng bức xạ lớn nhất có thể được xác định theo các quy định trong A.1.	

**Bảng A.2 – Thông lượng bức xạ nhiệt cho phép ngoài phạm vi nhà máy không tính đến bức xạ mặt trời**

Khu vực phía ngoài nhà máy	Thông lượng bức xạ nhiệt lớn nhất kW/m <sup>2</sup>
Khu vực hẻo lánh <sup>a</sup>	8,0
Khu vực nhạy cảm <sup>b</sup>	1,5
Các khu vực khác <sup>c</sup>	5,0
<p>a) Khu vực chỉ có một số lượng nhỏ người cư trú không thường xuyên. VD: vùng đất hoang, đất nông nghiệp, sa mạc.</p> <p>b) Khu vực quan trọng nhạy cảm không được bảo vệ, nơi mọi người không được trang bị quần áo bảo hộ trong trường hợp khẩn cấp hoặc khu vực đô thị (với mật độ dân số lớn hơn 20 người/km<sup>2</sup>) hoặc các khu vực gặp khó khăn, nguy hiểm khi cần sơ tán nhanh (ví dụ bệnh viện, nhà dưỡng lão, sân vận động, trường học, nhà hát ngoài trời).</p> <p>c) Các khu vực khác bao gồm các khu công nghiệp không nằm dưới sự kiểm soát của nhà máy LNG.</p>	

CHÚ THÍCH: Các số liệu ghi trong Bảng A.2 được lấy từ [2]: ảnh hưởng của bức xạ ngọn lửa đối với kết cấu bê tông chịu lực.

**A.2 Bức xạ nhiệt từ đuốc hay hệ thống xả nguội đốt cháy<sup>2</sup>**

Bảng A.3 và A.4 đưa ra các giá trị khuyến cáo về thông lượng bức xạ lớn nhất trong trường hợp những giá trị này không có trong quy định địa phương.

Tuy vậy, các phương pháp tương đương để dự đoán mức thông lượng cũng có thể được chấp nhận. Trong trường hợp đó, nhà thiết kế cần chứng minh phương pháp đề xuất là hợp lệ.

**Bảng A.3 – Thông lượng bức xạ nhiệt cho phép trong phạm vi nhà máy không tính đến bức xạ mặt trời**

Các thiết bị nằm trong phạm vi nhà máy	Thông lượng bức xạ nhiệt lớn nhất kW/m <sup>2</sup>	
	Bình thường	Bất thường
Lưu lượng như đã xác định ở 11.6	Bình thường	Bất thường
Giá trị cực đại trong khu vực (xem [3])	5,0	9
Phía ngoài khu vực giới hạn	NA	5
Đường và các khu vực mở	3,0	5
Bồn chứa và các thiết bị công nghệ	1,5	5
Phòng điều khiển, xưởng bảo quản, phòng thí nghiệm, nhà kho,..	1,5	5
Khu vực hành chính	1,5	5

**Bảng A.4 – Thông lượng bức xạ nhiệt cho phép nằm ngoài phạm vi nhà máy không tính đến năng lượng bức xạ mặt trời**

Khu vực ngoài nhà máy	Năng lượng bức xạ nhiệt lớn nhất kW/m <sup>2</sup>	
	Bình thường	Bất thường
Lưu lượng dòng như đã xác định ở 11.6	Bình thường	Bất thường
Khu vực hẻo lánh <sup>a</sup>	3,0	5,0
Khu vực nhạy cảm <sup>b</sup>	1,5	1,5
Các khu vực khác <sup>c</sup>	1,5	3,0
<sup>a</sup> ) Khu vực chỉ có một số lượng nhỏ người cư trú không thường xuyên. Ví dụ: vùng đất hoang, đất nông nghiệp, sa mạc. <sup>b</sup> ) Khu vực quan trọng nhạy cảm không được bảo vệ, nơi mọi người không được trang bị quần áo bảo hộ trong trường hợp khẩn cấp hoặc khu vực đô thị (với mật độ dân số lớn hơn 20 người/km <sup>2</sup> ) hoặc các khu vực gặp khó khăn hoặc nguy hiểm khi cần sơ tán nhanh (ví dụ bệnh viện, nhà dưỡng lão, sân vận động, trường học, nhà hát ngoài trời). <sup>c</sup> ) Các khu vực khác bao gồm các khu công nghiệp không nằm dưới sự kiểm soát của người vận hành nhà máy LNG.		

<sup>2</sup> Trong báo cáo đánh giá rủi ro, việc mỗi lửa hệ thống xả nguội được coi là một sự kiện đáng tin cậy.

CHÚ THÍCH: Các số liệu ghi trong Bảng A.3 và A.4 được lấy từ [3] và [4].

## Phụ lục B

(Quy định)

### Các quy định về lưu lượng dòng

#### B.1 Yêu cầu chung

Phụ lục này quy định về lưu lượng của các dòng khí xả.

#### B.2 Lưu lượng nhiệt vào, $V_T$

Lưu lượng dòng bay hơi lớn nhất ( $V_T$ ) của bồn chứa (“boil off”) do tác động nhiệt ở điều kiện vận hành bình thường được xác định tại thời điểm nhiệt độ ngoài trời cao nhất trong ngày mùa hè nóng bức.

#### B.3 Lưu lượng chất lỏng vào, $V_L$

Việc làm đầy bồn/bể chứa gây ra hiệu ứng piston. Lưu lượng thể tích lớn nhất để làm đầy bồn được lấy làm giá trị  $V_L$  – lưu lượng thể tích của khí hình thành (ở điều kiện nhiệt độ và áp suất thực tế của không gian khí trong bồn chứa).

$V_L$  là lưu lượng dòng lớn nhất có thể khi van kiểm soát đầu vào với chức năng mở khi có sự cố.

#### B.4 Lưu lượng nạp tràn, $V_o$

Nếu trong quá trình nạp do sơ suất nạp đầy quá mức cho phép dẫn đến LNG bị tràn ra khỏi vành bể chứa, thì cần tính đến việc hóa hơi ngay lập tức của lượng LNG được nạp vào bồn lúc này. Cần áp dụng các bước được đề cập tại mục 6.7.2.

#### B.5 Lưu lượng bay hơi tức thời khi nạp đầy, $V_F$

Khi nạp đầy LNG vào bồn/bể chứa, hiện tượng bay hơi tức thời xảy ra (được gọi là “flash”). Nguyên nhân chính của hiện tượng này bao gồm:

- Sự nóng lên của LNG do quá trình bơm;
- Dòng nhiệt vào từ ống dẫn trong quá trình nạp và xuất sản phẩm;
- Sự làm mát thành bể chứa khi mức chất lỏng tăng lên (do thực tế là nhiệt độ pha hơi ở không gian trên đỉnh bồn chứa cao hơn nhiệt độ chất lỏng, kết quả là thành bồn chứa được làm mát khi mức chất lỏng tăng lên gây ra hiện tượng hóa hơi);
- Hòa trộn với LNG có sẵn trong bể chứa;

## TCVN 8611:2021

– Khi LNG được nén vào bồn chứa có nhiệt độ trước khi giãn nở cao hơn nhiệt độ điểm tạo bọt của chất lỏng tại áp suất bồn chứa, sự hóa hơi lập tức xảy ra.

$V_F$ , thể tích hóa hơi khi nạp đầy tại tốc độ lớn nhất khi van điều khiển có chức năng mở khi có sự cố và được xác định bằng các tham số trên.

Nếu ban đầu LNG ở trạng thái cân bằng, tỷ lệ chất lỏng hoá hơi ngay lập tức ( $F$ ), do nhiệt độ trước khi giãn nở cao hơn điểm sôi bọt (bubble point) của LNG có sẵn trong bồn chứa, có thể được tính chính xác hoặc gần đúng theo phương trình rút gọn sau:

$$F = 1 - \exp\left[\frac{C(T_2 - T_1)}{L}\right]$$

trong đó:

$C$  là nhiệt dung của môi chất, tính bằng jun trên kenvin kilogam ( $J.K^{-1}.kg^{-1}$ );

$T_2$  là nhiệt độ sôi của môi chất tại áp suất của bồn chứa, tính bằng kenvin (K);

$T_1$  là nhiệt độ của môi chất trước khi giãn nở, tính bằng kenvin (K);

$L$  là ẩn nhiệt hoá hơi của môi chất, tính bằng jun trên kilogam ( $J.kg^{-1}$ ).

Từ đó,  $V_F$  được tính theo phương trình sau:

$$V_F = F \times \text{lưu lượng nạp đầy (kg.s}^{-1}\text{)}$$

Trong trường hợp thiếu các dữ kiện chính xác, nếu độ giảm áp suất tuyệt đối nhỏ hơn hoặc bằng 1 bar, có thể sử dụng các giá trị sau:

$$C = 3,53 \times 10^3 (J.K^{-1}.kg^{-1});$$

$$L = 504 \times 10^3 (J.K^{-1});$$

$$(T_2 - T_1) = (p_2 - p_1) / 8\,000;$$

Trong đó:

$(p_2 - p_1)$ : tính bằng pascal (Pa), đặc trưng cho sự giảm áp suất tuyệt đối của LNG trong bồn chứa ban đầu và bồn chứa được nạp vào.

### B.6 Lưu lượng tuần hoàn kín LNG bằng máy bơm chìm, $V_R$

$V_R$  là lưu lượng BOG được tạo ra do sự tuần hoàn nội tại của LNG khi lưu lượng máy bơm chìm lớn nhất.

$V_R$  có thể được ước tính theo công thức rút gọn sau với giả thiết là tất cả năng lượng của bơm đều được truyền cho chất lỏng:

$$V_R = \text{Dòng năng lượng trên một bơm} / L$$



Trong đó năng lượng tính bằng jun trên giờ (J/h) và  $L$  tính bằng jun trên kilogram (J/kg).

### B.7 Lưu lượng do biến thiên áp suất khí quyển, $V_A$

Nếu áp suất của bể chứa bằng với áp suất vận hành lớn nhất, sự giảm áp suất khí quyển dẫn đến sự hoá hơi ở lớp bề mặt chất lỏng do giãn nở ( $V_{AG}$ ) cộng với sự hoá hơi do sự quá nhiệt của chất lỏng ( $V_{AL}$ ). Một cách tương tự, điều kiện chân không có thể xuất hiện khi áp suất khí quyển tăng.

$V_{AG}$ : Lưu lượng hoá hơi do giãn nở có thể tính theo công thức sau ( $V_{AG}$  tính bằng mét khối trên giờ ( $m^3/h$ ) ở điều kiện nhiệt độ và áp suất thực tế của phần không gian hơi trên đỉnh bể chứa):

$$V_{AG} = \frac{V}{p} \times \frac{dp}{dt}$$

trong đó:

$V$  là dung tích khí lớn nhất của bể chứa rỗng, tính bằng mét khối ( $m^3$ );

$p$  là áp suất vận hành tuyệt đối, tính bằng pascal (Pa);

$dp/dt$  là giá trị tuyệt đối của tốc độ biến thiên áp suất khí quyển, tính bằng pascal trên giờ (Pa/h);

$V_{AL}$  là lưu lượng hoá hơi do sự khử quá nhiệt chất lỏng có thể ước tính dựa theo các phương pháp tính F đã nêu trong điều B.5.

$$V_A = V_{AG} + V_{AL}$$

Các dữ liệu cục bộ về tốc độ biến thiên áp suất khí quyển tại địa phương phải được sử dụng. Trong trường hợp không có sẵn các dữ liệu này, có thể giả sử tốc độ giảm áp suất khí quyển là 2 000 Pa/h với sự biến thiên toàn phần là 10 kPa.

Các giá trị này cũng có thể sử dụng để tính lưu lượng thể tích đầu vào khi áp suất khí quyển tăng.

### B.8 Lưu lượng do hồng van kiểm soát, $V_V$

Sự hư hỏng van kiểm soát có thể dẫn tới sự tăng lượng chất hoá hơi giống như trong trường hợp tăng tốc độ nạp đột ngột hoặc mở van phá chân không sớm.

### B.9 Lưu lượng nhiệt vào khi cháy, $V_I$

Tốc độ hoá hơi khi cháy được xác định bằng cách giả định rằng tất cả nhiệt đưa vào được sử dụng ngay lập tức cho việc hoá hơi chất lỏng, không tính đến ảnh hưởng của nước chứa cháy.

Dòng nhiệt nhận được từ phía ngoài dọc theo bồn chứa được mặc định bằng năng lượng toả ra của ngọn lửa LNG (xem thêm tiêu chuẩn TCVN 12984 (EN ISO 16903)).

## **TCVN 8611:2021**

Đây là giá trị trong trường hợp xấu nhất gây ra bởi bức xạ nhiệt trong báo cáo Đánh giá các mối nguy hiểm cho vị trí thực của bồn chứa.

### **B.10 Lưu lượng hút chất lỏng, $V_D$**

Việc hút chất lỏng ra khỏi bồn phải được thực hiện đồng thời với việc đưa dòng khí vào để tránh áp suất âm. Lưu lượng thể tích khí bơm vào phải bằng với lưu lượng thể tích lớn nhất của bơm hút chất lỏng.

### **B.11 Lưu lượng hút của máy nén, $V_C$**

Sự hoá hơi tự nhiên xảy ra trong bồn chứa nhìn chung được loại trừ nhờ sử dụng các máy nén khí bay hơi. Mặc dù trong điều kiện bình thường, các máy nén này được điều chỉnh hoạt động sao cho lưu lượng thể tích hút tương ứng với tốc độ hoá hơi, sự gây ra áp suất âm trong bồn chứa do các máy nén này là không thể loại trừ.  $V_C$  là lưu lượng thể tích hút lớn nhất của máy nén.

### **B.12 Lưu lượng hóa hơi do cuộn xoáy, $V_B$ - hiện tượng hóa hơi do hòa trộn các lớp khác nhau trong bồn chứa**

Sự bay hơi do cuộn xoáy phải được tính toán theo các mô hình chuẩn thích hợp.

Trong trường hợp không có mô hình nào được sử dụng, lưu lượng chất lỏng bay hơi trong quá trình cuộn xoáy có thể tính theo công thức sau:

$$V_B = 100 \times V_T$$

Lưu lượng này tương ứng xấp xỉ với lưu lượng lớn nhất đã gặp trong cuộn xoáy thực tế.

## Phụ lục C

(Tham khảo)

### Phân loại cấp độ địa chấn

#### C.1 Yêu cầu chung

Phụ lục này cung cấp hệ phương pháp luận phân loại cấp độ địa chấn, tác động của từng cấp độ đến nhà máy và thiết bị, từ đó giúp cho việc thiết kế nhà máy có khả năng chống chịu lại các trận động đất ở mọi cấp độ (các cấp độ này được quy định trong mục 4.5.2.2).

#### C.2 Một số nguyên tắc cơ bản

**C.2.1** Sự phân loại cấp độ địa chấn được quy định trong 4.5.2.2

**C.2.2** Nhà máy cần phải ngừng hoạt động sau bất kỳ trận động đất nào có cường độ vượt quá ngưỡng động đất cấp độ được quy định theo OBE (giá trị này được thiết lập bởi chủ đầu tư/người vận hành).

Quyết định ngừng hoạt động có thể do người vận hành thực hiện, hoặc tự động thực hiện khi có tín hiệu từ bộ dò địa chấn để ngừng hoạt động theo quy trình, thay vì dừng máy một cách ngẫu nhiên bằng các thiết bị dò tìm chấn động đơn lẻ.

**C.2.3** Trước khi nhà máy được phép hoạt động trở lại, cần tiến hành việc kiểm tra độ an toàn một cách đầy đủ các vấn đề sau:

- Khả năng vận hành;
- Tình trạng nguyên vẹn;
- Độ ổn định.

**C.2.4** Sau động đất OBE, tất cả các thiết bị và/hoặc hệ thống phải được duy trì hoạt động, ngoại trừ trường hợp thiết bị hoặc hệ thống đó không cần thiết cho sự hoạt động của nhà máy theo ý kiến của người điều hành.

**C.2.5** Sau động đất SSE, nhà máy ở trạng thái an toàn. Trong khoảng thời gian tiếp theo, một số biện pháp cần được tiến hành để đảm bảo sự vận hành trở lại an toàn của nhà máy, hoặc nếu cần, nhà máy phải ngừng hoạt động. Những hoạt động đó có thể kéo dài hàng tuần hoặc hàng tháng.

**C.2.6** Sau động đất SSE, hệ thống quản lý an toàn phải mô tả và thông báo các quy trình khẩn cấp được kích hoạt, bao gồm kiểm tra sự sẵn có của nguồn nhân lực, giám sát, kiểm tra tình trạng của nhà máy, và thực hiện một số biện pháp tạm thời.

## TCVN 8611:2021

### C.3 Ví dụ về cách tiếp cận an toàn sau SSE

**C.3.1** Các lỗ rò nhỏ cục bộ có thể được chấp nhận, tuy nhiên nhà máy cần giữ trạng thái nguyên vẹn để tránh nguy cơ phát sinh do tràn hydrocarbon.

**C.3.2** Phòng điều khiển trung tâm (CCR) trở thành trung tâm điều khiển hoạt động và xử lý khủng hoảng sự cố.

**C.3.3** Chấp nhận trường hợp CCR không nhận được đầy đủ các thông tin về hoạt động của nhà máy, tuy nhiên phải báo cáo về CCR các thông tin chính như: áp suất, mức và nhiệt độ tại các kho tồn chứa hydrocarbon, ví dụ như bồn tồn chứa, thiết bị chứa chất làm lạnh.

Để đạt được các yêu cầu sau động đất SSE, phải xem xét tách riêng biệt các dây dẫn cứng, đường truyền các tín hiệu quan trọng và cáp điều khiển ra bên ngoài các công trình của nhà máy do chúng có thể đã bị hư hại trong trận động đất.

**C.3.4** Phải kiểm soát từ xa áp suất bồn chứa và phải duy trì hoạt động của van an toàn sau động đất SSE.

### C.4 Ví dụ về sự phân loại SSE

Dựa trên một số nguyên tắc cơ bản và các ví dụ về cách tiếp cận an toàn, người ta đưa ra sự phân loại theo Bảng C.1 sau đây:

**Bảng C.1 – Phân loại các cấp độ động đất**

Cấp độ phân loại	Chức năng hoạt động	Tình trạng nguyên vẹn	Độ ổn định
Cấp độ A	x		
Cấp độ B		x	
Cấp độ C			x

Các cấp độ khác nhau bao gồm:

– Cấp độ A:

- + Thiết bị chống cháy và Hệ thống (chỉ dùng trong hoạt động tại chỗ);
- + Hệ thống ống chứa cháy dưới đất dẫn lên các van phun và họng cứu hoả;
- + Van dừng khẩn cấp ESD;
- + Khả năng hoạt động của hệ thống kiểm soát an toàn trong CCR;
- + UPS liên quan đến hệ thống kiểm soát an toàn;
- + Tín hiệu nguy hiểm được truyền tới CCR;

- + Van an toàn hay van kiểm soát áp suất bồn chứa hydrocarbon;
- + Bồn chứa phụ.
- Cấp độ B:
  - + Tất cả các thiết bị và hệ thống đường ống chứa hydrocarbon và các chất độc hại khác (có khả năng gây nguy hiểm khi bị gãy vỡ);
  - + Tất cả các công trình phụ trợ cho các thiết bị và hệ thống ống đó;
  - + Bồn chứa chính.
- Cấp độ C:
  - + Các hệ thống, thiết bị không thuộc trong 2 cấp độ trên nhưng ở vùng lân cận với các thiết bị, hệ thống nêu ở cấp độ A và B và sự hư hỏng của chúng có thể gây ảnh hưởng đến các thiết bị hệ thống nêu ở cấp độ A và B.

## Phụ lục D

(Quy định)

### Yêu cầu kỹ thuật đối với bơm LNG

#### D.1 Giới thiệu

Phụ lục này đưa ra thêm một số yêu cầu đối với các vấn đề đã nêu trong Điều 7.

#### D.2 Thiết kế

Việc thiết kế phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật sau:

- Phải tính đến điều kiện vận hành chuyển tiếp nhiệt (xem thêm tiêu chuẩn TCVN 12984 (ISO 16903));
- Mặt bích, vòng đệm, chốt khoá (đai ốc và bulông) tuân theo các chỉ dẫn ở mục 9.5;
- Các khớp nối phải được thử nghiệm theo ISO 12308;

Việc chế tạo và lắp ráp phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Phần khớp nối phải duy trì được sự kín khít dưới tác động của sự thay đổi nhiệt độ và sự rung;
- Phải loại bỏ các chất oxi hoá và các chất gây ô nhiễm khác trước khi chế tạo hoặc lắp ráp;
- Quy trình và thao tác hàn, chất lượng của que hàn, dây hàn và chất nóng chảy phải tuân theo các tiêu chuẩn TCVN 8985 (EN ISO 15607), TCVN 8986 (EN ISO 15609) và TCVN 11244 (EN ISO 15614).

Máy bơm phải phù hợp với hệ thống lắp ráp sao cho nó có thể chịu được áp lực hướng tâm tạo ra khi vận hành và trong các điều kiện chuyển tiếp.

#### D.3 Kiểm tra

##### D.3.1 Yêu cầu chung

Để đảm bảo bơm hoạt động an toàn, các bộ phận của bơm cần phải được thử nghiệm và kiểm tra ứng suất cơ học, ứng suất quay và ứng suất nhiệt. Quá trình thử nghiệm và kiểm tra phải được tiến hành theo đúng các tiêu chuẩn liên quan.

Dựa trên các yêu cầu của chủ đầu tư, nhà sản xuất bơm phải thiết lập các chỉ tiêu chất lượng cùng với chương trình kiểm tra tổng thể bao gồm cả các thử nghiệm được nêu tại D.3.2 đến D.3.8. Các yêu cầu về nhận dạng vật liệu phải được nêu trong bản chỉ tiêu chất lượng.

Nhà sản xuất phải chứng minh được độ tin cậy của các quy trình áp dụng theo các tiêu chuẩn tham chiếu và sự phù hợp của các tiêu chí được lựa chọn với yêu cầu chất lượng.

##### D.3.2 Kiểm tra các chi tiết máy dưới tác động áp suất và chuyển động quay

Các kết quả phân tích hoá học và các đặc tính cơ học phải được cung cấp cho mỗi lần chế tạo.

Với các chi tiết được cán và rèn, các thử nghiệm về đặc tính cơ học phải được thực hiện ngay sau bất kỳ quá trình xử lý nhiệt nào. Với mỗi chi tiết máy, nhà cung cấp phải đưa ra các tiêu chuẩn tham chiếu, vị trí lấy mẫu, và các hướng dẫn thực hiện một cách chi tiết.

### **D.3.3 Kiểm tra bằng tia bức xạ**

Việc kiểm tra bằng tia bức xạ phải được thực hiện phù hợp với các tiêu chuẩn liên quan.

### **D.3.4 Kiểm tra bằng siêu âm**

Việc kiểm tra bằng siêu âm phải được thực hiện phù hợp với các tiêu chuẩn liên quan.

### **D.3.5 Kiểm tra phát hiện vết nứt (Kiểm tra sự thẩm thấu chất màu)**

Việc kiểm tra sự thẩm thấu chất màu phải được thực hiện phù hợp với các tiêu chuẩn liên quan.

### **D.3.6 Kiểm tra bằng mắt**

Việc kiểm tra bằng mắt phải được tiến hành để đánh giá sự phù hợp của các sản phẩm theo các tiêu chuẩn kỹ thuật được nêu trong 7.2 và sự ghi nhãn/đánh dấu từng chi tiết máy theo đúng các chỉ tiêu chất lượng.

### **D.3.7 Kiểm tra kích thước**

Việc kiểm tra kích thước phải được thực hiện để đánh giá kích cỡ của các sản phẩm được cung cấp liệu có đáp ứng những tiêu chuẩn của nhà cung cấp và phù hợp với các tài liệu mà nhà sản xuất đưa ra hay không.

### **D.3.8 Kiểm tra về điện**

Việc kiểm tra này bao gồm các thử nghiệm sau:

- Các thử nghiệm về điện theo các chỉ dẫn trong bản chỉ tiêu chất lượng;
- Thử nghiệm bộ phận điều chỉnh điện năng.

Các thiết bị điện phải có chứng nhận thích hợp với các phân loại vùng nguy hiểm.

## **D.4 Thử nghiệm**

### **D.4.1 Điều kiện thử nghiệm**

Tất cả các thử nghiệm sau đây phải được tiến hành với nitơ lỏng hoặc với LNG trừ khi có quy định khác.

Các chất lỏng thử nghiệm thay thế được chấp nhận có thể được sử dụng khi có sự đồng ý của chủ đầu tư/chủ sở hữu.

Ngoại trừ LNG, tất cả các chất lỏng khác dùng trong thử nghiệm thì quy trình chi tiết và công thức tính hiệu suất thực tế phải được thỏa thuận giữa nhà sản xuất và chủ đầu tư.

## **TCVN 8611:2021**

### **D.4.2 Các thử nghiệm mẫu và các phép thử nghiệm nghiệm thu**

Các thử nghiệm mẫu được tiến hành đối với mỗi loại bơm. Các phép thử nghiệm nghiệm thu được thực hiện đối với tất cả các bơm cùng loại đó. Các thử nghiệm mẫu bao gồm:

- Thử độ bền cơ học và độ kín (các thử nghiệm thủy tĩnh);
- Thử hiệu suất vận hành;
- Thử nghiệm về chiều cao cột áp của bơm (Net positive suction head, NPSH) (Quy định về NPSH đã được nêu trong TCVN 9222 (ISO 9906));
- Thử chuyển động quay trong điều kiện nhiệt độ thấp nhất (-160 °C) (đối với máy bơm không được thử nghiệm với LNG).

Các phép thử nghiệm nghiệm thu ít nhất phải bao gồm phép thử độ bền và độ kín.

Tùy theo hợp đồng đặc biệt với nhà cung cấp, các phép thử nghiệm nghiệm thu cũng có thể thực hiện thêm thử nghiệm hiệu suất vận hành và thử nghiệm chiều cao cột áp của bơm. Các phép thử nghiệm nghiệm thu phải được thực hiện tại nơi sản xuất nếu việc đánh giá này cần sử dụng bàn thử nghiệm hoặc tại địa điểm đã được thỏa thuận giữa nhà sản xuất và chủ đầu tư/người vận hành.

### **D.4.3 Phép thử độ bền và độ kín**

Phần thân bơm hay bất cứ một bộ phận nào của bơm chịu áp (ví dụ thân bơm) đều phải qua thử nghiệm độ bền và độ kín theo chỉ dẫn của tiêu chuẩn EN 12162. Nước có thể được sử dụng cho các thử nghiệm này với điều kiện là nồng độ clo phải nhỏ hơn  $50 \times 10^{-6}$  (50 ppm).

### **D.4.4 Thử nghiệm hiệu suất vận hành**

Các thử nghiệm hiệu suất vận hành tốt nhất là được tiến hành với LNG. Thành phần hỗn hợp, tỷ trọng và nhiệt độ là các thông số cần được xác định.

Kết quả thử nghiệm phải được ghi chép hoặc tính toán tại ít nhất là 6 thời điểm trong khoảng thời gian vận hành của bơm. Các thời điểm đó bao gồm:

- Thời điểm ngừng bơm;
- Thời điểm bơm ổn định liên tục với lưu lượng nhỏ nhất;
- Hai thời điểm ở khoảng giữa thời điểm lưu lượng bơm nhỏ nhất và lưu lượng bơm định mức;
- Lưu lượng bơm định mức;
- Lưu lượng bơm lớn nhất có thể.

Các thử nghiệm phải được tiến hành ở tốc độ danh định của bơm  $\pm 3\%$  khi sử dụng LNG hoặc ở tốc độ thích hợp khi sử dụng chất lỏng khác theo thỏa thuận với chủ đầu tư.

Đối với mỗi mức lưu lượng bơm, ngoại trừ trường hợp ngừng bơm, các thông số sau cần được xác định:

- Tổng chiều cao đẩy;



- Tổng chiều cao hút;
- Hiệu suất của bơm và động cơ;
- Năng lượng hao phí do động cơ;
- Mức độ rung;
- Mức độ ồn.

Tại thời điểm ngừng bơm, các thông số sau cần được xác định:

- Tổng chiều cao đẩy;
- Năng lượng hao phí do động cơ, nếu có.

Đối với các bơm được lắp động cơ điều tốc, các thông số cũng phải được xác định tại hai tốc độ khác nhau nằm trong khoảng giới hạn tốc độ của bơm (tốc độ trung bình và tốc độ nhỏ nhất).

Đối với các bơm động cơ thẳng đứng được đặt chìm trong bồn chứa, phép thử “khả năng hút của bơm” phải được thực hiện với sự đồng ý của chủ đầu tư. Đây là phép thử của bơm ở mức chất lỏng thấp tương đương với sự giảm chiều cao đẩy của bơm tới 40 % so với giá trị danh định.

Thử nghiệm hoạt động liên tục trong ít nhất 1 h phải được tiến hành với công suất định mức.

#### **D.4.5 Thử nghiệm chiều cao cột áp của bơm (NPSH)**

Việc xác định chiều cao cột áp của bơm phải được tiến hành ở nhiệt độ cân bằng của chất lỏng, tốt nhất là sử dụng LNG có thành phần xác định. Thử nghiệm này phải được thực hiện ít nhất với ba mức lưu lượng bơm khác nhau đối với bơm đầu tiên, sau đó sử dụng một mức lưu lượng đối với các bơm cùng kiểu. Các mức lưu lượng bơm trong thử nghiệm này phải giống với mức lưu lượng sử dụng trong thử nghiệm hiệu suất vận hành.

### **D.5 Các thông số cần xác định**

Đối với khí thiên nhiên hóa lỏng với tỷ trọng được xác định ở nhiệt độ tiêu chuẩn, nhà sản xuất phải đưa ra được các thông số sau:

- Độ chênh lệch áp suất khi dừng bơm;
- Độ chênh lệch áp suất với lưu lượng bơm nhỏ nhất;
- Độ chênh lệch áp suất với lưu lượng danh định;
- Độ chênh lệch áp suất với lưu lượng bơm lớn nhất;
- Chiều cao hút yêu cầu với lưu lượng bơm nhỏ nhất;
- Chiều cao cột áp yêu cầu với lưu lượng danh định;
- Chiều cao cột áp yêu cầu với lưu lượng lớn nhất;

## **TCVN 8611:2021**

- Năng lượng tiêu hao ở lưu lượng danh định;
- Hiệu suất bơm ở lưu lượng danh định và hiệu suất này khi bơm chạy với các tốc độ khác nhau (nếu có);
- Khả năng hút khi bơm được đặt chìm trong bồn;
- Năng lượng tiêu hao khi lưu lượng bơm liên tục nhỏ nhất và khi lưu lượng bơm lớn nhất.

Sai số của các giá trị này đã được xác định trong quá trình thử nghiệm hiệu suất vận hành (xem D.4.4) được quy định theo tiêu chuẩn TCVN 9733 (ISO 13709).

### **D.6 Ghi nhãn**

Một tấm kim loại mỏng được gắn trên mỗi thân máy bơm cho biết các thông tin sau:

- Kí hiệu riêng của nhà sản xuất;
- Số serie sản xuất và số đặt hàng của chủ đầu tư;
- Lưu lượng danh định, tính bằng mét khối trên giờ ( $m^3/h$ );
- Chiều cao cột nước tiêu chuẩn của bơm, tính bằng mét (m);
- Tốc độ quay ở lưu lượng danh định, tính bằng nghịch đảo của giây ( $s^{-1}$ );
- Áp suất vận hành tối đa tính bằng bar và ngày thử nghiệm thân bơm nếu có;
- Ngày và áp suất thử nghiệm bơm (xem thêm tiêu chuẩn EN 12162).

### **D.7 Các yêu cầu cụ thể đối với các bơm chìm và dây cáp của bơm**

#### **D.7.1 Các bơm được đặt trong hộp**

Phải sử dụng hộp cáp để kết nối dây dẫn điện của máy bơm với dây dẫn điện phía ngoài.

Phải có biện pháp phòng tránh khí từ bình hút xâm nhập vào hộp cáp.

Các dây dẫn điện nhiệt độ thấp dùng để nối giữa hộp cáp và động cơ của bơm phải chịu được nhiệt độ làm việc ở  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### **D.7.2 Loại bơm cột lắp trong bồn chứa**

##### **D.7.2.1 Yêu cầu chung**

Với quy trình phù hợp/hợp lý, các máy bơm cột có thể được tháo ra khỏi bồn chứa khi nó đang trong quá trình hoạt động. Máy bơm và các đường cáp điện cho máy bơm đi vào từ phía đỉnh trên của cột bơm. Máy bơm được gắn trên một bộ chỉnh lưu tại đáy của cột.

Dòng hút vào phải thông qua bộ chỉnh lưu đáy và xả ra qua rìa chu vi của thân máy bơm, phần giữa cột và thân máy bơm.

Bên cạnh những yêu cầu kỹ thuật trong điều 7 và D.2, bơm phải được lắp đặt và tháo gỡ nhờ một hệ thống nâng sử dụng cáp chuyên dụng hoặc các ống thép liên kết không gỉ hoặc các thiết bị khác.

Bản điện cực gắn kín trên đỉnh cột phải bao gồm:

- Ở mặt trong: hệ thống làm căng cho dây cáp để bảo vệ dây cáp điện và nâng cuộn dây cáp dưới bản điện cực;
- Ở mặt ngoài: hộp đấu nối dây cáp điện.

Bộ chỉnh lưu đáy phải đảm bảo vị trí của bơm luôn ở trung tâm của cột bơm, cố định không cho bơm quay. Nó cho phép bơm được nâng lên mà không cần tác động bên ngoài.

#### **D.7.2.2 Cáp chuyên dụng**

Các thiết bị để lắp đặt bơm và cố định cáp bao gồm:

- Hệ thống nâng đảm bảo an toàn cho sự nâng lên hạ xuống của bơm, tránh nguy cơ bị rơi hoặc gây xoắn dây cáp;
- Cáp nâng dự phòng phải đảm nhận chức năng của cáp đang hoạt động trong trường hợp bị hỏng. Cáp dự phòng phải được lắp đặt sao cho có thể ngăn chặn sự rơi của bơm khi cáp đang hoạt động bị hỏng. Cáp dự phòng chỉ được loại bỏ khi chủ đầu tư/người vận hành có thể đưa ra giải pháp khác;
- Dây cáp sử dụng để hỗ trợ dây cáp điện chịu được ứng suất trong cột, cáp này phải là loại không xoắn và phải thử ứng lực trước khi lắp đặt để tránh ứng suất vượt tải do dây cáp điện bởi nhiệt độ khác nhau trong bể chứa;
- Một hệ thống dẫn hướng dây cáp vào trong cột;
- Một hệ thống trợ giúp nhồi dây cáp đo đếm vào cột.

Các cáp dẫn điện phải có bán kính uốn giúp cho phép việc điều khiển dễ dàng đồng thời tránh được sự đứt gãy dưới sức nặng của cáp.

#### **D.7.2.3 Ống thép không gỉ**

Khi các ống thép không gỉ được sử dụng, thiết bị đóng ngắt (van cổng, hoặc bích mù hình tròn, hoặc bất kỳ thiết bị đóng nào) có thể đặt phía trên cột phía ngoài bể chứa.

Bơm phải được nâng đỡ bởi hệ thống các ống thép không gỉ chứa các dây cáp điện. Hệ thống nâng cần cố định, dễ dàng lắp ráp và phải bảo vệ được dây cáp điện.

### **D.8 Các bơm có động cơ ngoài thẳng đứng**

Thiết bị này bao gồm động cơ điện/bơm ly tâm.

Bơm đứng lắp trong thùng được đặt chìm trong LNG. Động cơ điện được lắp trên đỉnh của thùng chứa và không chìm trong LNG.

## **TCVN 8611:2021**

Việc lắp ráp phải được xem xét cẩn thận. Việc làm kín trục phải loại bỏ sự rò rỉ qua miếng đệm lót.

Việc làm mát bơm được phải được tiến hành chậm rãi và tỉ mỉ. Mỗi bơm cần được thiết kế một lỗ xả khí thích hợp hoặc van giảm áp để ngăn sự tăng áp quá mức trong quá trình làm mát.

Thùng chứa cần được cô lập để ngăn cản sự hóa hơi và ức chế sự ngưng tụ. Nền móng của bơm phải được thiết kế và xây dựng tránh hiện tượng đông nở.

## Phụ lục E

(Quy định)

### Những yêu cầu cụ thể cho thiết bị hóa khí LNG

#### E.1 Các thông số hoạt động/ Hiệu suất công bố

Các thông số hoạt động của thiết bị hoá khí mà giá trị danh định được định rõ theo loại được nêu trong Bảng E.1. Phạm vi có thể thay đổi của các thông số này cũng phải được định rõ.

Nhà sản xuất phải công bố một trong số các giá trị này. Các yêu cầu cụ thể hơn được đưa ra dưới đây.

#### E.2 Thiết bị hoá khí dùng nước: Loại chu trình mở (ORV)

##### E.2.1 Các yêu cầu cụ thể về thiết kế:

Thiết bị hoá khí loại chu trình mở phải được bảo vệ để chống lại điều kiện môi trường khắc nghiệt như gió, mưa và lũ lụt. Cụ thể, lá chắn gió cần phải được lắp đặt để hạn chế sự khuếch tán bọt nước biển do gió.

Hai tác động thường gặp sau phải được xem xét trong việc xác định các hoạt động thông thường được sử dụng trong thiết kế:

- Ứng suất nhiệt khác thường do nước không phủ đều, Ví dụ: Ống cấp nhiệt không được làm ướt;
- Sự đóng băng (dày 10 cm) trên một nửa chiều cao của máy hoá khí.

##### E.2.2 Sự phân phối nước

Dòng nước phải được phủ đều ngay cả:

- Trong các bộ phận có thể tiếp cận khác nhau của bất kì phần ống nào để ngăn chặn sự biến dạng của ống;
- Giữa các ống khác nhau được liên kết cơ khí.

Hệ thống phân phối nước cho các ống phải dễ dàng tiếp cận, điều chỉnh và được thiết kế để cho phép làm sạch, nếu chủ đầu tư yêu cầu không làm gián đoạn sản xuất thì có thể sử dụng một trong số các biện pháp sau đây:

- Phun nước có áp;
- Phun thổi bằng không khí nén;
- Dùng bàn chải.

Bảng E.1 – Các thông số được thiết lập cho thiết bị hóa khí LNG

		Dòng nước: chu trình mở	Dòng nước: chu trình kín/tuần hoàn	Môi chất trung gian: bồn nước áp suất khí quyển	Môi chất trung gian: tuần hoàn cường bức	Môi chất trung gian: thiết bị hóa khí ngưng tụ	Gia nhiệt chìm	Hóa khí dưới áp suất khí quyển	
<b>Thông số cơ bản</b>	Lưu lượng môi chất trung gian tối thiểu và tối đa				x				
	Áp suất môi chất trung gian tối thiểu và tối đa				x				
	Công suất tối thiểu và tối đa	x	x	x	x	x	x	x	
	Mức tiêu thụ điện tối đa						x		
	Nhiệt độ dòng nóng tối thiểu	x	x	x	x		x		
	Nhiệt độ dòng nóng tối đa			x	x				
	Nhiệt độ đầu ra khí hóa khí tối thiểu	x	x	x	x	x	x	x	
Độ giảm áp LNG/NG	x	x	x	x	x	x	x		
<b>Các thông số vận hành</b>	<b>Môi chất</b>	Nhiệt độ không khí, tốc độ gió và độ ẩm tối thiểu						x	
		Nhiệt độ nước vào tối thiểu	x	x	x				
		Lưu lượng dòng nước	x	x					
		Nhiệt độ dòng nước ra	x	x	x				
		Áp suất, nhiệt độ, thành phần khí đốt cháy						x	
		Phân tích nước	x	x	x			x	
		Khoảng áp suất môi chất lưu trung gian				x	x		
		Loại môi chất trung gian			x	x	x		
		Phạm vi của môi chất	x	x	x	x	x	x	x
		Kiểu gia nhiệt			x	x	x		
	<b>LNG</b>	Đường cong nhiệt	x	x	x	x	x	x	x
		Công suất nhiệt	x	x	x	x	x	x	x
		Nhiệt độ đầu vào và ra	x	x	x	x	x	x	x
		Áp suất đầu vào và ra	x	x	x	x	x	x	x
		Thành phần	x	x	x	x	x	x	x
		Lưu lượng theo khối lượng	x	x	x	x	x	x	x
<b>Chung</b>	Thời gian tối thiểu để khởi động	x	x	x	x	x	x	x	

### E.2.3 Các dòng LNG và NG

Phân tích ứng suất phải được thực hiện cho cả các dòng LNG vào và NG ra để cho phép có độ linh hoạt thích hợp và giảm tải tại các vị trí kết nối.

### E.2.4 Phân phối LNG

Phải chú ý sự phân phối dòng LNG giữa các cụm thiết bị hóa khí bố trí song song. Một giải pháp đó là dùng đầu phân phối có kích thước lớn và có chỗ thắt tại đầu vào của mỗi ống trao đổi nhiệt.

### E.2.5 Làm sạch dòng LNG/NG

Khí luân chuyển trong thiết bị trao đổi nhiệt có thể chứa sáp parafin. Những chất này lắng đọng trên thành ống và làm giảm hiệu suất của thiết bị hóa khí. Trong trường hợp đó phải có phương tiện súc rửa ống với sự hỗ trợ của một loại dung môi thích hợp. Dung môi phải tương thích với các vật liệu sử dụng.

### E.2.6 Kiểm soát /an toàn

Sự vận hành an toàn được đảm bảo bởi sự kiểm soát nhiệt độ đầu ra khí của thiết bị hóa khí và lưu lượng nước, đây là những thông số cơ bản của hệ thống an toàn và báo động.

Trong trường hợp nhiệt độ đầu ra của khí hoặc lưu lượng nước thấp, thiết bị hóa khí phải tự động ngắt. Thời gian đóng của van khí ra phải được thiết lập để nhiệt độ lạnh không vượt quá giới hạn đã được đưa ra trong báo cáo về sự truyền nhiệt.

Phải xác định những giá trị ngưỡng cho nhiệt độ khí đầu ra. Những giá trị tiêu biểu là:

- 0 °C khi báo động;
- -5 °C khi kích hoạt thiết bị ngắt an toàn để dừng dòng cấp LNG.

Khi nhiệt độ môi trường tối thiểu thấp hơn ngưỡng ngắt, việc khởi động thiết bị hóa khí có thể được thực hiện căn cứ theo một quy trình cân trọng đã được tính đến khi thiết kế.

Việc thiếu hụt lượng nước cấp phải được tự động phát hiện (Ví dụ: Cảm biến dòng).

### E.2.7 Mái che cho thiết bị hóa khí

Nếu việc sửa chữa các ống trao đổi nhiệt của thiết bị hóa khí đòi hỏi phải tháo rời các bộ phận, thì mái che của thiết bị hóa khí phải được thiết kế thích hợp cho việc tháo lắp.

Các tấm khung panel ống hóa khí bên mặt phải được thiết kế để tránh nước bắn ra bên ngoài (nước sẽ quay trở lại bồn thu nước bên dưới).

Phải bố trí các hệ thống các điểm kiểm tra để cho phép kiểm tra khi vận hành.

### E.2.8 Tuần hoàn nước

Các thành phần của hệ thống nước gia nhiệt (máy bơm, hệ thống đường ống, gia nhiệt nước, bơm chất clo) phải đáp ứng các yêu cầu được liệt kê trong mục 12.5.

### E.2.9 Chất lượng nước

Chất lượng nước phải được kiểm tra về độ tương thích với các vật liệu ống.

## **TCVN 8611:2021**

Khi nước có lẫn hạt rắn nhỏ thì nhà cung cấp phải khuyến cáo phương án bảo vệ tối ưu như lọc nước.

### **E.3 Thiết bị hoá khí dùng nước: Loại chu trình kín/tuần hoàn (STV)**

Lưu lượng và nhiệt độ của nước phải được kiểm soát.

Thiết bị hóa khí phải được vận hành với nhiệt độ bề mặt ống lớn hơn 0 °C để tránh việc hình thành băng. Trong điều kiện không ổn định, khi lưu lượng nước cung cấp không đủ, phải giảm hoặc ngừng cấp LNG. Nếu cần thiết, phải tháo nước ra từ vỏ ngoài của hệ thống trao đổi nhiệt.

Những giá trị ngưỡng cho nhiệt độ khí đầu ra phải được xác định. Những giá trị tiêu biểu là:

- +15 °C khi báo động;
- +10 °C khi kích hoạt thiết bị ngắt an toàn để dừng dòng cấp LNG.

Lưu lượng nước được kiểm soát bởi nhiệt độ. Để tránh tắc nghẽn, một thiết bị phát hiện lưu lượng nước bổ sung phải được lắp đặt để chặn dòng LNG trong trường hợp thiếu hụt nước.

### **E.4 Thiết bị hóa khí dùng môi chất trung gian (IFV)**

#### **E.4.1 Loại dùng bồn nước áp suất khí quyển**

Việc kiểm soát phải dựa trên nhiệt độ của bồn nước. Nếu một máy bơm ngoài được dùng để luân chuyển nước, thì phải tính đến khả năng máy bơm này không sẵn sàng hoạt động và có thể gây ra ngừng hệ thống.

Cần phải xác định ngưỡng giá trị cho nhiệt độ đầu ra. Những giá trị tiêu biểu là:

- +15 °C, khi báo động;
- +10 °C, khi ngừng hoạt động.

Nhiệt độ bồn nước phải được kiểm soát nhờ sự cấp nhiệt. Trong trường hợp ngừng cấp nhiệt, phải ngừng cung cấp LNG.

#### **E.4.2 Loại dùng dòng chảy cưỡng bức**

Các nguyên tắc kiểm soát tương tự như của thiết bị hóa khí dùng nước tuần hoàn, chỉ khác ở chế độ cài đặt báo động và đóng ngắt phụ thuộc vào các tính chất vật lý của môi chất trung gian.

Nhiệt độ đầu ra của LNG hóa hơi sẽ điều khiển lưu lượng của môi chất trung gian trong chu trình. Trong trường hợp điều kiện dòng môi chất trung gian không ổn định, phải ngừng cấp LNG.

#### **E.4.3 Loại thiết bị hóa khí/ngưng tụ**

Hệ thống hóa hơi ngưng tụ là hệ thống kiểm soát bởi nhiệt độ. LNG bị hóa hơi nhờ môi chất trung gian. Chế độ báo động và ngắt máy phải phụ thuộc vào các tính chất vật lý của dòng môi chất trung gian và điều kiện thiết kế của thiết bị.



Hệ thống kiểm soát nhiệt độ của LNG hóa hơi tại đầu ra của thiết bị hóa khí phải hoạt động dựa trên nguồn gia nhiệt của hệ thống.

## **E.5 Thiết bị hóa khí loại buồng đốt gián tiếp (SCV)**

### **E.5.1 Sự ăn mòn**

Việc lựa chọn loại vật liệu và thiết kế thiết bị hóa khí phải cho phép chống được hiện tượng/sự ăn mòn.

Độ pH của nước phải được kiểm soát thường xuyên để tránh sự ăn rỉ bề mặt ống.

Cần trọng trong quá trình xử lý chống ăn mòn các bộ phận được làm bằng thép cacbon (ống xả, khung đỡ,...) do môi trường axit tiềm ẩn.

### **E.5.2 Kiểm soát và an toàn**

Ưu tiên lựa chọn sử dụng bộ điều khiển được lập trình.

Thông số chính dùng để điều chỉnh vận hành đầu đốt là nhiệt độ khí đầu ra, tuy nhiên nhiệt độ nước gia nhiệt phải đủ thấp để đạt hiệu suất cao nhưng cũng phải đủ cao để tránh bị đóng băng.

Các thông số dùng để điều chỉnh hệ thống điều khiển đầu đốt tự động là lưu lượng khí nhiên liệu và không khí.

Thiết bị hóa khí loại buồng đốt gián tiếp phải dùng môi lửa. Hệ thống điều khiển phải phân rõ ba chế độ trạng thái vận hành ổn định khi môi lửa:

- Tắt máy;
- Chế độ chờ (chỉ có ngọn lửa môi cháy);
- Hoạt động bình thường.

Bộ cảm biến lửa kiểm soát liên tục ngọn lửa cả trong chế độ “chờ” và “hoạt động bình thường”.

Các thiết bị an toàn phải kích hoạt quá trình tắt các thiết bị trong các trường hợp dưới đây:

- Nhiệt độ nước quá thấp;
- Nhiệt độ khí đầu ra quá thấp;
- Mức nước quá thấp;
- Tắt lửa;
- Phát hiện khí trong luồng không khí vào
- Quạt không khí dừng chạy.

Những ngưỡng giá trị cho nhiệt độ khí đầu ra phải được xác định. Những giá trị tiêu biểu là:

- 0 °C khi báo động;
- -5 °C khi tắt một hoặc toàn bộ hệ thống thiết bị hóa khí, theo vị trí cảm biến nhiệt độ trong hệ thống.

## **TCVN 8611:2021**

Khi nhiệt độ môi trường tối thiểu thấp hơn ngưỡng ngắt, việc khởi động thiết bị hóa khí có thể được thực hiện căn cứ theo một quy trình cần trọng đã được tính đến khi thiết kế.

Trong trường hợp này, các hệ thống điều khiển phải tự động:

- Cô lập nguồn cung cấp LNG tới thiết bị hóa khí và bảo vệ công trình đường ống hạ nguồn khỏi nhiệt độ thấp;
- Cắt nguồn cung cấp khí đốt cho đầu mồi lửa và đầu đốt chính;
- Duy trì hoạt động của quạt và bơm nước tuần hoàn (trong thiết kế phải tính đến khả năng nước xâm nhập vào ống phân phối khói và đầu đốt khi quạt ngừng hoạt động, gây ra sốc nhiệt và phá hỏng các bộ phận của thiết bị).
- Truyền một tín hiệu báo động cho phòng điều khiển.

### **E.5.3 Bồn nước**

Các vật liệu chế tạo bồn nước phải chịu được tính axit của nước do sự hòa tan hơi khói ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ) trong nước. Bồn nước phải chống rò rỉ.

Vị trí của xả tràn phải tính đến khả năng mức nước dâng cao xảy ra giữa các chu trình hoạt động và ngừng hoạt động của thiết bị.

### **E.5.4 Rung động**

Cần tính đến việc hơi khói đi qua bồn tạo nên rung khi tính toán thiết kế động.

### **E.5.5 Mùa lạnh**

Cần tính đến yếu tố mùa đông khi thiết kế thiết bị hóa khí.

### **E.5.6 Vi khuẩn Legionella**

Sự hoạt động của bồn nước là điều kiện tốt để cho vi khuẩn Legionella tồn tại và phát triển. Người vận hành phải có một chương trình để kiểm tra sự tồn tại của Legionella và một kế hoạch để tránh vi khuẩn phát triển.

## **E.6 Thiết bị hóa khí sử dụng không khí (AAV)**

Thiết bị hóa khí sử dụng không khí với luồng gió tự nhiên hoặc cưỡng bức như lưu chất trao đổi nhiệt.

Cả hai loại AAV (tự nhiên hoặc cưỡng bức) đều cần chu kỳ rã đông, tạo ra một lượng lớn nước ngọt.

Hệ thống AAV tạo ra sương hoặc “sương mù”. Do đó, tác động phụ của sương mù đối với khu vực xung quanh kho cảng cần phải được xác định. Khả năng hình thành sương mù và sự phân tán của nó phải được nghiên cứu thông qua Phân tích mô hình CFD hoặc phương pháp tương tự, cho biết thời điểm sương mù xuất hiện và ảnh hưởng của sự phân tán của nó.

Tác động bất lợi của sương mù cũng phải được tính đến đối với các hoạt động của thiết bị hóa khí (tính khả dụng của môi trường không khí xung quanh) và an toàn (khả năng hiển thị/tầm nhìn, hiệu quả của hệ thống phát hiện).

## Phụ lục F

(Quy định)

### Thông số sử dụng cho việc thiết kế ống

Việc tính toán giá đỡ cho ống và độ linh hoạt/mềm dẻo của ống phải xem xét trên những căn cứ sau:

- Thông số tĩnh :
  - + Áp suất trong;
  - + Trọng lượng của ống;
  - + Trọng lượng của lớp cách nhiệt;
- Thông số động:
  - + Tải trọng bất thường do sóc thủy lực;
  - + Tải trọng nhiệt do hiện tượng co lại và bền mỏi sau các chu kỳ nóng và lạnh; cần đặc biệt chú ý trong trường hợp có một sự thay đổi đột ngột về độ dày hoặc đường kính;
  - + Tuyết
  - + Gió;
  - + Động đất,...

Các thông số liên quan đến hiện tượng “búa nước” là kết quả của việc tăng quá áp gây ra bởi sự đột ngột dừng bơm hoặc đóng van. Các hoạt động này phải được xác định thông qua việc sử dụng một phương pháp đã được kiểm nghiệm áp dụng cho LNG. Công thức đơn giản sau được sử dụng để tạm tính giá trị quá áp do đóng van, biểu thị qua giá trị chiều cao của cột LNG,  $D_h$ :

$$t \leq \frac{2L}{v}, D_h = \frac{vV_o}{g}$$

$$t > \frac{2L}{v}, D_h = \frac{2LV_o}{gt}$$

Trong đó:

- $L$  là chiều dài đường ống;
- $t$  là thời gian đóng van;
- $v$  là tốc độ sóng đập vào,  $v = 1\,500$  m/s cho LNG;
- $D_h$  là chiều cao của cột LNG tương ứng với giá trị quá áp;
- $V_o$  là tốc độ dòng chảy LNG trước khi va thủy lực;
- $g$  là gia tốc trọng trường.

Các đoạn ống chịu tác động của việc tăng tải trọng bất thường và gần với trạng thái tới hạn của chúng phải được thiết kế theo phương pháp FE và có tính đến tác động của hiệu ứng xâm thực.

**Phụ lục G**

(Tham khảo)

**Mô tả các loại công trình LNG trên bờ**

**G.1 Nhà máy hóa lỏng LNG**

Các nhà máy hóa lỏng LNG thường bao gồm:

- Hệ thống tiếp nhận và đo đếm khí thiên nhiên đầu vào, bao gồm cả đường ống hai pha, bộ tách lỏng;
- Hệ thống ổn định và tồn chứa condensat;
- Các thiết bị xử lý khí, tại đây các khí axit, nước, hydrocarbon nặng và thủy ngân trong khí đầu vào được tách ra;
- Các thiết bị hóa lỏng sản xuất LNG và các sản phẩm như etan, propan, butan thương mại, hydrocarbon nặng và nitơ có thể được tách ra. Một phần hydrocarbon đã được tách ra có thể được sử dụng làm môi chất lạnh. Một thiết bị hóa lỏng sử dụng các thiết bị chuyên dụng là chùm ống cuộn đồng lạnh hay bộ trao đổi nhiệt dạng tấm vây và các bộ máy nén turbo công suất lớn. Hai chu trình làm lạnh theo tầng (lớp) thường được sử dụng;
- Các bồn chứa LNG và hệ thống cầu tàu xuất LNG, nạp cho các phương tiện chuyên chở LNG, xe bồn, ... đến các nơi tiêu thụ phù hợp;;
- Các bồn chứa khí dầu mỏ hóa lỏng (LPG) và/hoặc xăng tự nhiên, và các hệ /thiết bị xuất tương ứng;
- Các hệ thống phụ trợ cần thiết phục vụ cho việc sản xuất và/hoặc mua bán và phân phối để vận hành nhà máy (điện, hơi nước, nước làm lạnh, không khí nén, nitơ, khí nhiên liệu, ...);
- Các hệ thống hạ tầng tổng thể bên ngoài nhà máy (các hệ thống đốt/xả khí và môi chất, xử lý chất thải, các hệ thống chữa cháy, ...).

Hầu hết các bước xử lý khí có thể được tìm thấy tại các nhà máy xử lý khí để sản xuất khí thương mại. Ví dụ: xử lý khí axit, khử nước, xử lý đến điểm sương hydrocarbon và thu hồi khí thiên nhiên dạng lỏng (NGL). Phân đoạn NGL cũng thường được thấy tại cụm thiết bị xử lý thành phần nhẹ của nhà máy lọc dầu.

Lưu ý rằng, ngoài các bồn chứa, chỉ một phần nhỏ các hydrocarbon chứa trong nhà máy hóa lỏng là ở dạng LNG. Phần lớn thiết bị có khả năng tồn chứa khí tự ở nhiên áp suất cao, NGL hoặc môi chất làm lạnh.

## G.2 Kho cảng tiếp nhận LNG

Kho cảng tiếp nhận LNG được thiết kế để nhận khí thiên nhiên hóa lỏng từ tàu vận chuyển, xuất nhập sản phẩm, tồn chứa LNG và tái hóa LNG thành khí để đưa vào mạng hệ thống đường ống/hệ thống phân phối đến các hộ tiêu thụ.

Do đó, một kho cảng tiếp nhận LNG có một số chức năng cần thiết sau:

- Xuất nhập sản phẩm (LNG);
- Tồn chứa (LNG);
- Thu hồi và điều áp LNG;
- Hoá khí;
- Điều chỉnh chất lượng khí.

## G.3 Nhà máy điều hòa nhu cầu LNG

Các nhà máy điều hòa nhu cầu LNG sẽ hóa lỏng khí thiên nhiên được cấp từ mạng lưới cung cấp khí thương mại và thường có quy mô nhỏ hơn các nhà máy xuất LNG. Chất lượng của nguồn khí cấp sẽ làm đơn giản hóa các yêu cầu xử lý khí đầu vào so với một nhà máy xuất LNG. Khái niệm hydrocarbon lỏng tồn chứa có thể được giới hạn là LNG và chất làm lạnh. Không yêu cầu phải có thiết bị tách phân đoạn. Có thể giả định rằng H<sub>2</sub>S trong khí thiên nhiên thương phẩm có hàm lượng thấp hơn mức độ yêu cầu phải xử lý.

Những công nghệ hóa lỏng sau đây thường được sử dụng trong nhà máy điều hòa nhu cầu LNG (xem Phụ lục L để biết thêm chi tiết) :

- Chu trình sử dụng hỗn hợp môi chất lạnh;
- Chu trình sử dụng hỗn hợp môi chất lạnh nhiều tầng;
- Chu trình giãn nở nitơ;
- Chu trình giãn nở metan/nitơ;
- Thiết bị giãn nở chu trình mở.

Thiết bị tăng giãn áp (turbo-expander) thường được kết hợp cùng máy nén khí tăng áp.

Khi một lưu lượng lớn khí thiên nhiên áp suất cao bị giãn nở cung cấp cho hệ thống khí áp suất thấp hơn, sự giãn nở xảy ra trong một máy tăng giãn áp (turbo-expander) sẽ tạo ra sự làm lạnh cần thiết để hóa lỏng khí thiên nhiên. Lượng môi chất làm lạnh phụ thuộc trực tiếp vào tỷ lệ áp suất giãn nở, thông thường hiệu suất bằng 10 % của dòng khí giãn nở.

#### **G.4 Trạm phân phối LNG vệ tinh**

Trạm phân phối LNG vệ tinh có chức năng tồn chứa và hoá hơi LNG nhằm mục đích điều phối hoặc để cung cấp khí cho một mạng lưới phân phối tách biệt ở xa trung tâm. LNG được phân phối bằng đường bộ hoặc đường sắt hoặc các phương tiện chuyên chở nhỏ từ kho cảng tiếp nhận LNG hoặc nhà máy điều hòa nhu cầu LNG.

Những chức năng chính của nhà máy LNG vệ tinh giống như của kho cảng tiếp nhận LNG.

#### **G.5 Trạm tồn chứa LNG**

Trạm tồn chứa LNG nói chung là địa điểm mà LNG được tiếp nhận và sau đó được lưu trữ để nạp LNG làm nhiên liệu cho tàu thông qua hệ thống đường ống, xe tải, container hoặc xà lan.

Một trạm tồn chứa phải được cung cấp LNG từ một nhà máy hóa lỏng (ở xa hoặc liền kề với trạm tồn chứa) hoặc từ một kho cảng tiếp nhận.



## Phụ lục H

(Tham khảo)

### Định nghĩa các loại bồn chứa LNG

#### H.1 Yêu cầu chung

Những loại bồn khác nhau được định nghĩa tại Điều 6.

Những loại bồn bằng thép đáy phẳng, hình trụ đứng, được miêu tả trong TCVN 8615-1 (EN 14620-1).

Những loại khác sau đây cũng được xem xét.

#### H.2 Bồn chứa hình cầu

Bồn chứa hình cầu đơn gồm một khối hình cầu không gia cố, khối hình cầu được chống đỡ tại vị trí đường kính ngang (đường xích đạo) bởi giá đỡ trụ thẳng đứng. Bồn được thiết kế và thi công tuân theo Qui phạm về phương tiện vận chuyển khí của của tổ chức hàng hải quốc tế (IMO loại bồn B, [18]).

Hình dạng bồn hình cầu cho phép dự đoán chính xác tính toàn vẹn về kết cấu. Loại bồn này được thiết kế để có thể chịu được những trận động đất cường độ mạnh.

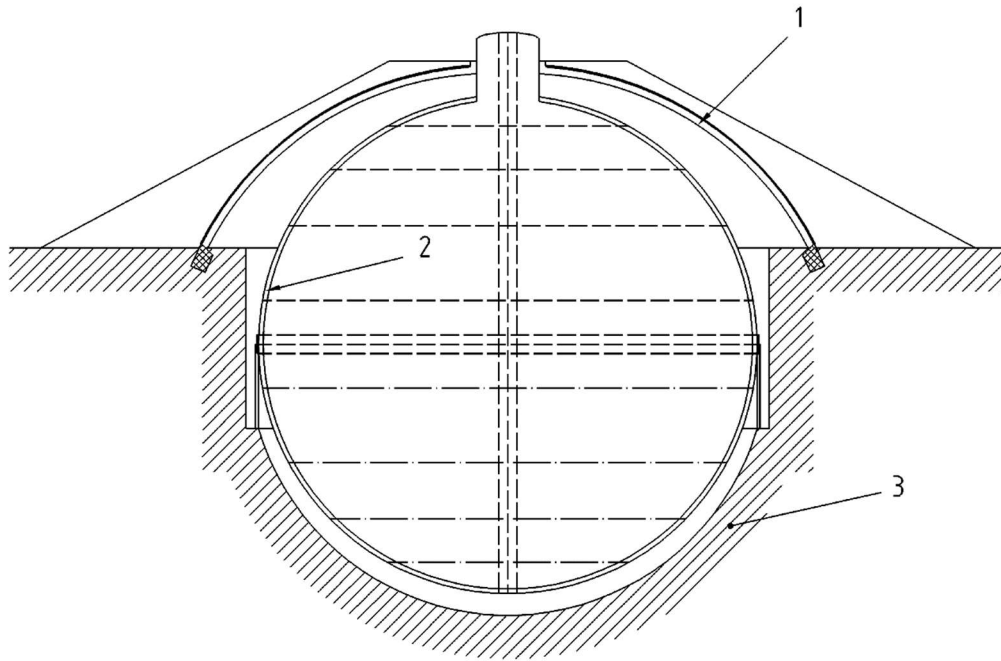
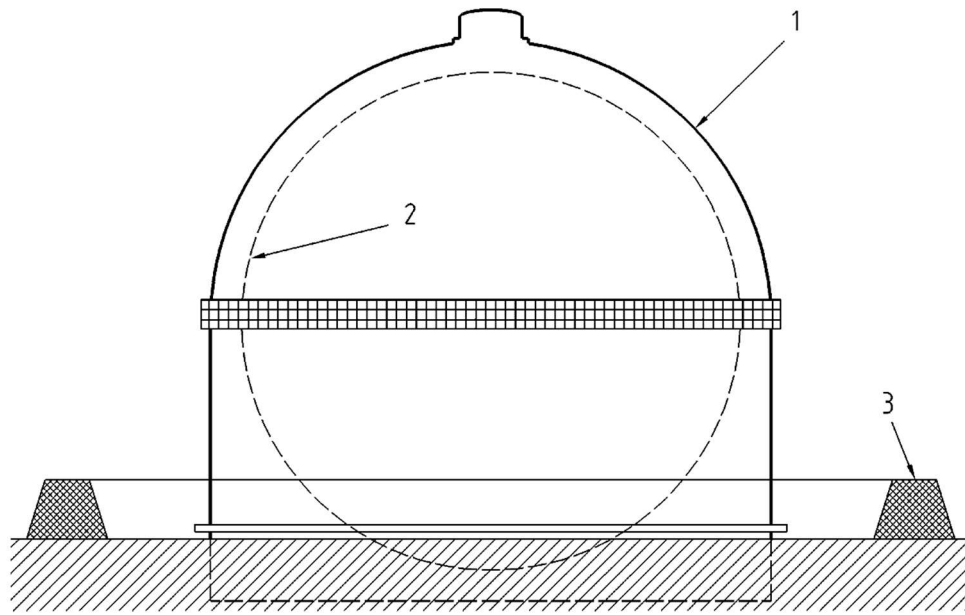
Bồn hình cầu ở trên mặt đất phải có tường chắn bao quanh (xem 6.8) để ngăn chặn bất cứ sự rò rỉ nào.

CHÚ THÍCH: Các ví dụ về bồn chứa lạnh hình cầu được miêu tả trong Hình H.1.

#### H.3 Bồn chứa bê tông chịu nhiệt độ lạnh sâu

Đối với loại bồn chứa bằng thép, đáy phẳng hoặc hình trụ thẳng đứng, các lớp của bồn chứa chính và bồn chứa phụ đều được làm bằng bê tông dự ứng lực.

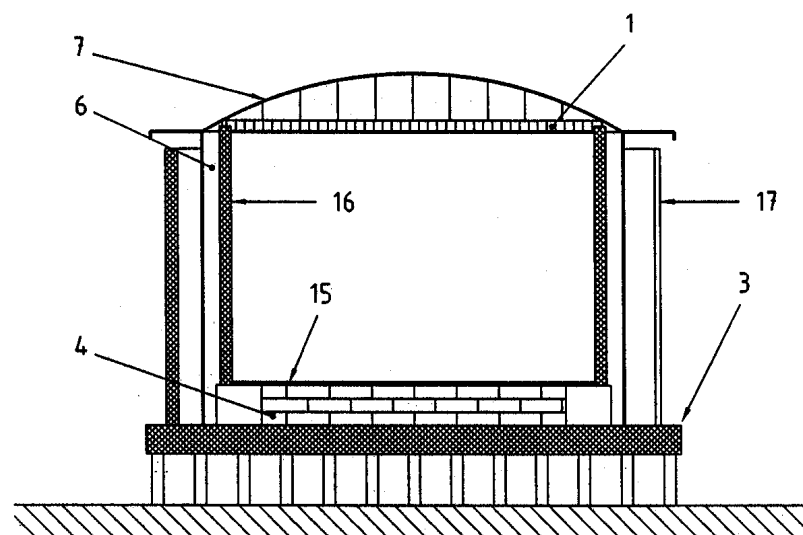
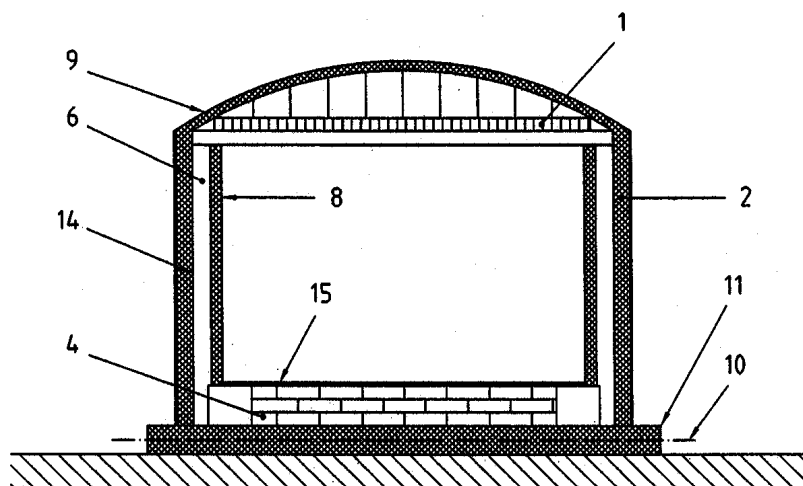
CHÚ THÍCH: Các ví dụ về bể bê tông chịu nhiệt độ lạnh sâu trong Hình H.2.



CHÚ DẪN:

- 1 Vỏ ngoài
- 2 Bồn chứa chính
- 3 Bồn chứa phụ

Hình H.1 – Ví dụ về bồn chứa hình cầu



## CHÚ DẪN:

- |  |  |
|--|--|
| 1 Nắp treo (có cách nhiệt)             | 9 Nắp bê tông được gia cố  |
| 2 Bồn chứa phụ bằng bê tông dự ứng lực | 10 Gia nhiệt đáy   |
| 3 Đế nâng                              | 11 Móng bè bê tông   |
| 4 Lớp cách nhiệt đáy                   | 14 Lớp lót bằng thép carbon                                      |
| 6 Lớp cách nhiệt                       | 15 Đáy thép 9 % Ni   |
| 7 Nắp ngoài bằng thép                  | 16 Bồn chứa chính bằng bê tông dự ứng lực chịu nhiệt độ lạnh sâu |
| 8 Bồn chứa chính                       | 17 Bồn chứa phụ bằng bê tông dự ứng lực chịu nhiệt độ lạnh sâu   |

**Hình H.2 – Ví dụ về bể chứa bằng bê tông chịu nhiệt độ lạnh sâu**

**Phụ lục I**

(Tham khảo)

**Dải tần suất****Bảng I.1 – Dải tần suất cho việc đánh giá mỗi nguy hiểm**

<b>Dải 1</b>	Tần suất xảy ra sự cố nhiều hơn <i>1 lần trong 10 năm</i>
<b>Dải 2</b>	Tần suất xảy ra sự cố trong khoảng giữa <i>1 lần trong 10 năm và 1 lần trong 100 năm</i>
<b>Dải 3</b>	Tần suất xảy ra sự cố trong khoảng giữa <i>1 lần trong 100 năm và 1 lần trong 1 000 năm</i>
<b>Dải 4</b>	Tần suất xảy ra sự cố trong khoảng giữa <i>1 lần trong 1 000 năm và 1 lần trong 10 000 năm</i>
<b>Dải 5</b>	Tần suất xảy ra sự cố trong khoảng giữa <i>1 lần trong 10 000 năm và 1 lần trong 100 000 năm</i>
<b>Dải 6</b>	Tần suất xảy ra sự cố trong khoảng giữa <i>1 lần trong 100 000 năm và 1 lần trong 1 000 000 năm</i>
<b>Dải 7</b>	Tần suất xảy ra sự cố <i>ít hơn 1 lần trong 1 000 000 năm</i> (Ví dụ: thiên thạch rơi)

**Phụ lục J**

(Tham khảo)

**Phân loại hậu quả**

Phân loại hậu quả dựa trên mức độ thương vong của nhân viên nhà máy và của dân cư, cũng như sự thiệt hại về thiết bị bên trong và ngoài nhà máy, nhưng chỉ trên phương diện an toàn và môi trường.

Năm loại hậu quả được phân loại dựa trên:

- Số người tử vong;
- Tai nạn liên quan tới quá trình vận hành với tổn thất thời gian;
- Sự giải phóng hydrocacbon;

Mức độ hậu quả được đánh từ 1 đến 5 theo chiều giảm dần:

**Bảng J.1 - Các loại hậu quả để đánh giá mức nguy hiểm**

	<b>Đơn vị tính</b>	<b>nhóm 1</b>	<b>nhóm 2<sup>a</sup></b>	<b>nhóm 3</b>	<b>nhóm 4</b>	<b>nhóm 5</b>
Số người tử vong	Số người tử vong	> 10	1-10	0	0	0
Tai nạn với tổn thất thời gian.	Số người bị thương	> 100	11-100	2-10	1	0
Sự giải phóng hydrocacbon	Tấn	> 100	10,01-100	1,01-10	0,1-1	< 0,1

<sup>a)</sup> Loại xác định theo các tiêu chí của quy định SEVESO (Quy định số 96/82/EC về kiểm soát mức nguy hiểm mang tính rủi ro cao liên quan đến các chất nguy hiểm).

## Phụ lục K

(Tham khảo)

### Những mức độ rủi ro

#### K.1 Yêu cầu chung

Rủi ro được phân thành 3 cấp độ:

- Cấp độ 3: trạng thái không mong muốn và vượt quá khả năng chống chịu. Hành động khắc phục được yêu cầu (Không chấp nhận được);
- Cấp độ 2: trạng thái cần được cải thiện. Cấp độ tại đó mức độ rủi ro phải được chứng minh là có thể giảm đến mức độ thấp được thực tế chấp nhận (ALARP);
- Cấp độ 1: trạng thái thông thường (Chấp nhận được).

#### K.2 Tiêu chí chấp nhận

Bảng K.1 và K.2 đưa ra các ví dụ về ma trận tiêu chí rủi ro chấp nhận được cho tổng số tích lũy của tất cả các rủi ro trong nhà máy, và do vậy chúng chỉ có thể được dùng khi tất cả mối nguy hiểm đã được đánh giá trong báo cáo Đánh giá rủi ro. Phương pháp này không thể được dùng để đánh giá từng mối nguy hiểm riêng biệt trừ khi mỗi mối nguy hiểm được phân bổ theo tỷ lệ rủi ro tổng thể cho phép của nhà máy. Trường hợp mức độ rủi ro tổng thể của các mối nguy hiểm cần được giảm thiểu nằm ngoài phạm vi có thể lựa chọn thì phải điều chỉnh tổng mức độ rủi ro theo cách hiệu quả nhất về mặt chi phí.

Những tiêu chí chấp nhận phải nghiêm ngặt hơn đối với những hậu quả xảy ra bên ngoài phạm vi nhà máy.

**Bảng K.1 – Xác định mức độ rủi ro bên trong phạm vi nhà máy**

Rủi ro		Nhóm hậu quả	Nhóm hậu quả	Nhóm hậu quả	Nhóm hậu quả	Nhóm hậu quả
Tần suất cho tất cả các vụ tai nạn nhà máy	Tần suất tích lũy (trong một năm)	5	4	3	2	1
Phạm vi 1	> 0,1	2	2	3	3	3
Phạm vi 2	Từ 0,1 đến 0,01	1	2	2	3	3
Phạm vi 3	Trên 0,01 đến 0,001	1	1	2	2	3
Phạm vi 4	Trên ừ 0,001 đến $10^{-4}$	1	1	1	2	2
Phạm vi 5	Trên $10^{-4}$ đến $10^{-5}$	1	1	1	1	2
Phạm vi 6	Trên $10^{-5}$ đến $10^{-6}$	1	1	1	1	1
Phạm vi 7	< $10^{-6}$	1	1	1	1	1

**CẤP ĐỘ NGUY HIỂM:**

1 = Tình huống bình thường

2 = Vùng “Rủi ro có mức độ thấp được chấp nhận trong thực tế”

3 = Không chấp nhận được

**Bảng K.2 - Xác định mức độ rủi ro bên ngoài phạm vi nhà máy**

Rủi ro		Nhóm hậu quả	Nhóm hậu quả	Nhóm hậu quả	Nhóm hậu quả	Nhóm hậu quả
Tần suất cho tất cả các vụ tai nạn nhà máy	Tần suất tích lũy (trong một năm)	5	4	3	2	1
Phạm vi 1	> 0,1	2	3	3	3	3
Phạm vi 2	Nhỏ hơn 0,1 đến 0,01	2	2	3	3	3
Phạm vi 3	Nhỏ hơn 0,01 đến 0,001	1	2	2	3	3
Phạm vi 4	Nhỏ hơn 0,001 đến $10^{-4}$	1	1	2	2	3
Phạm vi 5	Nhỏ hơn $10^{-4}$ đến $10^{-5}$	1	1	1	2	2
Phạm vi 6	Nhỏ hơn $10^{-5}$ đến $10^{-6}$	1	1	1	1	2
Phạm vi 7	< $10^{-6}$	1	1	1	1	1

**CẤP ĐỘ NGUY HIỂM:**

1 = Tình huống bình thường

2 = Vùng “Rủi ro có mức độ thấp được chấp nhận trong thực tế”

3 = Không chấp nhận được

## Phụ lục L

(Tham khảo)

### Các quy trình xử lý khí điển hình

#### L.1.1 Giới thiệu

Nhà máy hóa lỏng thường là bắt đầu tại thiết bị loại bỏ khí axit ở đầu vào và kết thúc tại điểm đầu vào của đường ống phân phối sản phẩm LNG (và các hydrocacbon lỏng khác). Vận chuyển khí, xử lý loại bỏ khí axit ở thượng nguồn, tồn chứa sản phẩm và chất làm lạnh không được đề cập đến trong Phụ lục này. Phụ lục này quy định các quy trình xử lý thông thường tuy nhiên các quy trình này không phải là tốt nhất và duy nhất.

#### L.2 Xử lý khí thiên nhiên/tách khí axit

##### L.2.1 Yêu cầu chung

Mục đích của thiết bị tách khí axit là để làm giảm hàm lượng CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>S có trong khí cần hóa lỏng tới một giá trị phù hợp với các đặc điểm kỹ thuật của khí thương phẩm theo tiêu chuẩn và phù hợp với yêu cầu làm lạnh (rủi ro do hiện tượng hóa rắn). Hàm lượng CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>S cho phép trong khí đã qua xử lý là:

$$\text{CO}_2 < 100 \text{ ppm thể tích (ppmv);}$$

$$\text{H}_2\text{S} < 4 \text{ ppmv.}$$

Việc lựa chọn quy trình xử lý phụ thuộc vào loại và nồng độ của các tạp chất cần loại bỏ. Những quy trình thường sử dụng được mô tả dưới đây.

##### L.2.2 Quá trình hấp thụ

###### L.2.2.1 Nguyên tắc hoạt động

Nguyên tắc hoạt động của những quá trình này là hấp thụ khí axit từ khí cần xử lý, bằng cách làm sạch bởi dung dịch hấp thụ trong một thiết bị hấp thụ dạng khay hoặc dạng nhồi.

Dung dịch chất hấp thụ có thể là:

- Hấp thụ hóa học (tạo thành hợp chất hóa học mà khi nhiệt độ tăng lên sẽ phân ly và giải phóng khí axit);
- Hoặc hấp thụ vật lý (hấp phụ) (quá trình hấp thụ được gây ra bởi áp suất, mà sau đó, khi giảm áp suất, các dung dịch ban đầu có thể được tái sinh).

Trong một số quy trình nhất định, dung dịch hấp thụ là một hỗn hợp các dung môi hóa - lý.

Một số dung dịch hấp thụ có thể chứa một số phụ gia khác nhằm làm tăng hoạt tính của dung môi, giảm nguy cơ ăn mòn hoặc ngăn tạo bọt.



### L.2.2.2 Thông số vận hành/ dữ liệu hoạt động

Thiết kế hệ thống thiết bị tách khí axit yêu cầu thông tin về các giá trị danh định liên quan đến các thông số vận hành của thiết bị được liệt kê sau đây, cũng như khoảng biến thiên của những thông số đó:

- Lưu lượng, áp suất, nhiệt độ, thành phần và hàm lượng khí axit trong khí thiên nhiên trước khi đưa vào xử lý;
- Lưu lượng, áp suất, và hàm lượng khí axit của khí thiên nhiên đã qua khi xử lý ra khỏi thiết bị;
- Tốc độ tuần hoàn và nồng độ dung dịch hấp thụ.

Trong những trường hợp cụ thể, các giá trị sau cần được đảm bảo bởi người quản lý quy trình hoặc nhà sản xuất:

- Lưu lượng khí thiên nhiên đã qua xử lý ra khỏi thiết bị;
- Hàm lượng khí axit trong khí thiên nhiên đã qua xử lý;
- Độ giảm áp suất của dòng lưu thông khí thiên nhiên;
- Nồng độ dung dịch hấp thụ;
- Tốc độ tuần hoàn dung dịch hấp thụ;
- Tiêu hao dung dịch hấp thụ;
- Tiêu hao của các dạng năng lượng tham gia vào quá trình hoạt động của thiết bị.

### L.2.2.3 Các đặc điểm cụ thể

Thiết kế thiết bị cần tính đến một số đặc điểm cụ thể đặc trưng cho loại thiết bị.

#### a) Nguy cơ tạo bọt ở thiết bị hấp thụ

Hiện tượng tạo bọt bên trong thiết bị hấp thụ gây ảnh hưởng xấu đến sự hoạt động của thiết bị và kéo theo bọt (và cả dung dịch hấp thụ) cùng với khí đã qua xử lý ra ngoài thiết bị hấp thụ.

Bọt xuất hiện do các nguyên nhân sau:

- Thiết kế không chính xác hoặc kích thước thiết bị hấp thụ không phù hợp;
- Có các hạt rắn trong dung dịch;
- Có hydrocacbon lỏng trong dung dịch lọc.

Dung dịch hấp thụ cần được lọc qua để loại bỏ hết các hạt rắn.

Khí thiên nhiên đi vào thiết bị hấp thụ không được chứa hydrocacbon lỏng. Do vậy cần phải đảm bảo không có dấu hiệu của sự ngưng tụ hydrocacbon trong thiết bị hấp thụ. Nếu không thể loại trừ sự có mặt của hydrocacbon lỏng, cần có một thiết bị chuyên dụng để hấp thụ hydrocacbon lỏng (Ví dụ: cho ít nhất một phần dung dịch tuần hoàn đi qua lớp than hoạt tính).

## **TCVN 8611:2021**

Phụ gia “chống tạo bọt” có thể được cho vào dung dịch miễn là không làm ảnh hưởng đến hoạt động của thiết bị.

### **b) Nguy cơ ăn mòn**

Trong một số điều kiện nhất định (như nhiệt độ cao hay nồng độ khí axit cao) dung dịch hấp thụ có thể gây ăn mòn thép.

Ngoài việc làm giảm sức bền của kim loại, căn ăn mòn còn gây tạo bọt trong thiết bị hấp thụ - do đó việc lựa chọn vật liệu kim loại và xử lý nhiệt phù hợp cho kết cấu là rất quan trọng để tránh hiện tượng ăn mòn.

Chất ức chế ăn mòn có thể được cho vào dung dịch miễn là không gây tác dụng phụ làm ảnh hưởng đến vận hành của thiết bị.

### **L.2.3 Quá trình hấp phụ rây phân tử**

Các rây phân tử được sử dụng rộng rãi để khử nước trong khí cũng có tính chất hấp phụ các khí axit. Tuy nhiên do hạn chế về số lượng rây phân tử cần lắp đặt và lưu lượng thể tích của khí tái sinh nên chỉ sử dụng rây phân tử đối với khí thiên nhiên có hàm lượng khí axit thấp (nhỏ hơn 0,2 % về thể tích đối với nhà máy LNG lớn, tới 1,5 % về thể tích đối với các nhà máy điều hòa nhu cầu LNG).

Xem thêm về các thiết bị khử nước ở L.3 dưới đây.

### **L.2.4 Các quá trình xử lý các hợp chất lưu huỳnh khác ngoài H<sub>2</sub>S**

Ngoài H<sub>2</sub>S, khí thiên nhiên khai thác còn chứa các hợp chất lưu huỳnh khác (COS, mercaptan,...) mà không thể loại bỏ bằng các biện pháp xử lý axit thông thường, trong khi đặc tính LNG có quy định hạn chế tổng hàm lượng lưu huỳnh. Do vậy, lượng các hợp chất này cần phải được xử lý.

Việc lựa chọn quy trình xử lý phụ thuộc vào số lượng và loại hợp chất lưu huỳnh trong dòng khí thiên nhiên khai thác. Quy trình có thể bao gồm chưng cất nhiệt độ thấp (các hợp chất lưu huỳnh bị loại bỏ trong quá trình tách NGL từ khí thiên nhiên và cuối cùng được loại bỏ bởi xử lý bằng LPG) và sử dụng rây phân tử để khử nước.

## **L.3 Xử lý khí thiên nhiên/ tách nước**

### **L.3.1 Yêu cầu chung**

Hàm lượng nước trong khí đã qua xử lý phải nhỏ hơn 1 ppmv. Việc tách nước của khí thiên nhiên cần hóa lỏng thường bằng các rây phân tử. Ôxít nhôm và silic hoạt tính cũng có thể được sử dụng.

### **L.3.2 Nguyên tắc hoạt động**

Việc tách nước được thực hiện bằng cách cho khí thiên nhiên ẩm đi qua lớp rây phân tử. Lớp rây phân tử này là aluminosilicat của natri, canxi hoặc kali với cấu trúc tinh thể có kích thước lỗ xốp cho phép độ chọn lọc cao và dung lượng hấp phụ lớn.

Hệ thống tách nước bao gồm ít nhất hai thiết bị làm khô chứa các rây phân tử. Một thiết bị làm nhiệm vụ hấp phụ trong khi thiết bị còn lại làm nhiệm vụ tái sinh. Việc tái sinh được thực hiện ở nhiệt độ cao (từ

200 °C tới 250 °C) bởi dòng khí khô tuần hoàn mà trước đó đã được gia nhiệt trong một bộ trao đổi nhiệt.

Quá trình tái sinh có thể được thực hiện tại áp suất bằng với áp suất của quá trình hấp phụ, sử dụng khí khô tuần hoàn qua một máy nén, hoặc tại áp suất thấp.

Để giảm lượng nước cần loại bỏ trong khí bởi rây phân tử, khí thiên nhiên được làm lạnh tới một nhiệt độ cao hơn nhiệt độ hình thành hydrat – như là một cách để làm ngưng tụ một phần nước trước khi khí thiên nhiên đi qua các rây phân tử.

### L.3.3 Các thông số hoạt động/ dữ liệu vận hành

Việc thiết kế hệ thống thiết bị tách nước đòi hỏi sự hiểu biết về các giá trị danh nghĩa của thông số vận hành và phạm vi hoạt động của các thông số được liệt kê dưới đây,:

- Lưu lượng, áp suất, nhiệt độ, thành phần và hàm lượng nước của khí thiên nhiên đầu vào hệ thống thiết bị tách nước;
- Lưu lượng, áp suất và hàm lượng nước của khí khô ra khỏi hệ thống thiết bị;
- Lưu lượng và áp suất của khí tái sinh đến các thiết bị làm khô;
- Nhiệt độ của dòng khí nóng tái sinh;
- Thời gian của chu trình.

Đặc biệt, các giá trị sau đây phải được đảm bảo chắc chắn bởi người vận hành và/hoặc nhà sản xuất, để tính công suất danh định của hệ thống thiết bị:

- Lưu lượng của khí thiên nhiên khô ra khỏi hệ thống thiết bị;
- Độ giảm áp suất của chu trình khí thiên nhiên;
- Hàm lượng nước trong khí thiên nhiên khô đầu ra;
- Lưu lượng của khí tái sinh đến các thiết bị làm khô;
- Nhiệt độ của dòng khí nóng tái sinh;
- Tuổi thọ của các rây phân tử.

### L.3.4 Các đặc điểm đặc trưng

Để không phá hủy cấu trúc tinh thể của các rây phân tử, cần thiết phải bảo vệ chúng khỏi các chất lỏng không mong muốn (dung dịch khử khí axit, nước hoặc các hydrocacbon lỏng).

Sự mài mòn làm hình thành bụi rây phân tử có thể giảm thiểu bằng cách kiểm soát cẩn thận sự thay đổi của nhiệt độ khí tái sinh và, khi việc tái sinh được thực hiện tại áp suất thấp thì bằng cách từng bước giảm áp và tái tăng áp.

Phải tránh các điểm có vị trí thấp trên đường ống nơi mà nước có thể ngưng tụ và tích tụ.

## **TCVN 8611:2021**

Sự có mặt của bụi rây phân tử có thể làm rối loạn hoạt động của van, và do vậy cần thiết phải chú ý để chọn loại van và vị trí lắp đặt van thích hợp.

Khí khô ra khỏi thiết bị làm khô phải được lọc cẩn thận (thông thường sử dụng các cột lọc) để ngăn sự xâm nhập của bụi rây phân tử vào thiết bị trao đổi nhiệt độ thấp của cụm thiết bị hóa lỏng.

Khuyến cáo phải có một khoảng thời gian nghỉ tại cuối pha tái sinh ít nhất là từ 15 min tới 30 min cho kho cảng xuất và 10 min cho nhà máy điều hòa nhu cầu. Khoảng thời gian này để đủ cho các thao tác cần thiết khi các cơ cấu tự động bị hỏng hoặc lỗi van.

### **L.4 Xử lý khí thiên nhiên/ tách loại thủy ngân**

Khí thiên nhiên có thể chứa một hàm lượng thủy ngân nhất định. Thủy ngân dưới điều kiện nhất định có thể ăn mòn mạnh nhôm, kim loại được sử dụng rộng rãi trong chế tạo thiết bị trao đổi nhiệt ở nhiệt độ thấp và các chi tiết khác của thiết bị. Nếu khí cần hóa lỏng chứa thủy ngân, nhất thiết phải loại bỏ thủy ngân trước khi cho đi vào cụm thiết bị hóa lỏng.

Việc loại bỏ thủy ngân khỏi khí thiên nhiên được thực hiện bằng cách cho khí đi qua một thiết bị phản ứng có lớp sunfua, iốt hoặc sunfit kim loại thấm hạt nhôm có độ rỗng cao, cacbon hoạt hóa hoặc rây phân tử. Thông thường, thông số kỹ thuật cuối cùng tại đầu ra của thiết bị khử thủy ngân phải ở dưới mức  $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Hg trong khí đo ở 1 013 mbar và  $0^\circ\text{C}$ .

Quá trình này là không tái sinh. Khối hấp phụ được thay thế khi đã bão hòa.

### **L.5 Thiết bị hóa lỏng khí thiên nhiên**

#### **L.5.1 Yêu cầu chung**

Mục đích của quá trình hoá lỏng là chuyển đổi khí thiên nhiên đã qua xử lý thành dạng lỏng (LNG) tại nhiệt độ sôi của nó trong điều kiện áp suất khí quyển giúp cho việc tồn chứa và vận chuyển.

#### **L.5.2 Nguyên lý hoạt động**

##### **L.5.2.1 Chưng cất phân đoạn khí thiên nhiên**

Khí đã được xử lý đi vào thiết bị hoá lỏng sau khi các khí axit, nước và thủy ngân (nếu có) đã được loại bỏ. Tuy nhiên, ở giai đoạn này, khí vẫn còn chứa các hydrocarbon thơm và hydrocarbon nặng. Nếu không được loại bỏ, những cấu tử này có khả năng bị đông đặc trong quá trình làm lạnh, theo thời gian sẽ làm kẹt các thiết bị trao đổi nhiệt và có thể cả các van xả giảm áp. Do đó, khí thiên nhiên được làm lạnh từ nhiệt độ môi trường tới nhiệt độ của LNG qua 2 giai đoạn, thông thường được quy định là tiền làm lạnh và hoá lỏng.

Sau quá trình tiền làm lạnh, khí thiên nhiên ngưng tụ một phần được chưng cất sao cho tách các phân đoạn từ  $\text{C}_2+$ . Phần  $\text{C}_2+$  này có chứa toàn bộ những hydrocarbon nặng ( $\text{C}_5+$ ) không mong muốn, và cả etan, propan, butan. Một phần nhỏ của các cấu tử này có thể được sử dụng trong chu trình làm lạnh, và phần dư còn lại dành cho thương mại hoặc đưa trở lại vào khí thiên nhiên để tiếp tục hoá lỏng. Nhiệt độ

Thực hiện chưng cất phân đoạn càng thấp thì tỷ lệ tách ethan, propan, và butan càng cao. Nếu các thành phần chứa lưu huỳnh như mercaptan cũng được loại bỏ trong giai đoạn này thì điều này sẽ quyết định các thông số công nghệ cho quá trình chưng cất phân đoạn.

Khí thiên nhiên sau khi được làm sạch khỏi các hydrocarbon nặng có thể được hoá lỏng. Áp suất của khí càng cao thì việc hoá lỏng càng dễ dàng. Do đó, mọi quy trình vận hành đều cố gắng thực hiện ở áp suất cao nhất tương ứng với việc loại bỏ hydrocarbon nặng.

Tiếp theo quá trình ngưng tụ ở áp suất cao, khí thiên nhiên hoá lỏng sẽ được làm lạnh sâu hơn để tránh sự bay hơi quá mức do giãn nở tới áp suất khí quyển của bồn chứa. Có hai cách tiếp cận như sau:

- Nếu khí thiên nhiên không chứa nhiều thành phần nitơ (thấp hơn 1,5 % mol), thì việc làm lạnh sâu của LNG tới mức entanpi tương đương với nhiệt độ ngay dưới nhiệt độ điểm sôi (xấp xỉ khoảng  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) tại áp suất khí quyển. LNG lạnh sâu có thể chuyển thẳng tới các bồn chứa;
- Tiến hành làm lạnh sâu từng phần (xấp xỉ khoảng  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) sau đó giãn nở trong bình tách nhanh tại áp suất cao hơn khí quyển một chút; khí bay hơi ra được nén trở lại để cung cấp cho hệ thống khí nhiên liệu, trong khi LNG trong bình tách nhanh được bơm tới bồn chứa bằng máy bơm. Ở các nhà máy điều hòa LNG, sự hóa hơi nhanh cuối cùng diễn ra trực tiếp trong không gian hơi của bồn chứa.

Hoàn tất quá trình làm lạnh sâu đòi hỏi tiêu hao thêm năng lượng hoá lỏng nhưng không cần đến các máy bơm LNG và máy nén khí tức thời. Nếu cần thiết phải loại bỏ nitơ để có chất lượng LNG theo yêu cầu thì có thể thực hiện bằng một quá trình hóa hơi nhanh lần cuối hoặc sử dụng tháp chưng cất nhiệt độ thấp nếu thành phần có chứa nhiều nitơ.

### **L.5.2.2 Chu trình làm lạnh**

Mục đích của các chu trình làm lạnh là để thu entanpi và nhiệt ẩn từ khí thiên nhiên để chuyển nó từ thể khí ở áp suất cao thành thể lỏng tại áp suất khí quyển.

Quá trình hoá lỏng khí cần năng lượng để làm lạnh từ nhiệt độ môi trường xuống xấp xỉ  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$  và tới  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Các nhà máy hoá lỏng thường sử dụng 2 chu kỳ làm lạnh theo tầng, trong khi 1 chu kỳ làm lạnh được dùng tại nhà máy điều hòa nhu cầu.

Một máy nén làm lạnh có thể được vận hành bằng tuabin khí, tuabin hơi nước hoặc động cơ điện. Chất làm lạnh được làm từ hợp chất của hydrocarbon nhẹ (với nitơ để có nhiệt độ thấp nhất, nếu có thể), hoặc bằng các môi chất tinh khiết ví dụ như propan.

### **L.5.3 Thông số hoạt động/ dữ kiện vận hành**

Việc thiết kế thiết bị hoá lỏng khí tự nhiên đòi hỏi sự hiểu biết về giá trị danh nghĩa của các thông số vận hành thiết bị được liệt kê dưới đây, cùng với khoảng biến thiên của các thông số này:

- Lưu lượng, nhiệt độ và thành phần của khí tự nhiên đưa vào xử lý;
- Lưu lượng của khí đã hoá lỏng rời khỏi thiết bị;

## **TCVN 8611:2021**

- Áp suất, nhiệt độ và thành phần của LNG đi ra;
- Các điều kiện: nhiệt độ, áp suất, lưu lượng và thành phần của các dòng chất khác đi ra khỏi thiết bị (phân đoạn C<sub>5</sub>+, etan, propan, butan, khí đốt và khí bay hơi tức thời nếu có);
- Điều kiện của một số những hệ thống phụ trợ khác, đặc biệt, là nhiệt độ của không khí và nước làm mát;
- Tỷ lệ tách chiết của etan, propan, butan thương phẩm.

Những giá trị sau đây phải được đảm bảo bởi người cấp giấy phép cho quy trình và/hoặc nhà sản xuất, đối với các điều kiện vận hành của thiết bị:

- Lưu lượng của LNG ra khỏi thiết bị;
- Nhiệt độ của LNG đi ra;
- Thành phần của LNG đi ra;
- Lưu lượng, áp suất, nhiệt độ và thành phần của etan, propan, butan thương phẩm tương ứng;
- Mức tiêu thụ của các hệ thống phụ trợ.

### **L.5.4 Nhiệt độ thấp**

Yếu tố của nhiệt độ làm việc thấp và dung tích lớn của các thiết bị quyết định đặc điểm cụ thể của nhà máy

Nhiệt độ thiết kế đòi hỏi vật liệu cấu tạo của thiết bị và các ống dẫn phải tương thích trong điều kiện vận hành bình thường và chuyển tiếp (khởi động, ngắt, quá tải) của thiết bị.

Có 3 loại thép thường được sử dụng (xem tiêu chuẩn TCVN 12984 (ISO 16903)) để biết thêm chi tiết):

- Thép cacbon đối với nhiệt độ không thấp (thường lớn hơn -46 °C);
- Thép hợp kim niken 3,5 % đối với nhiệt độ thiết kế lớn hơn - 104 °C;
- Thép hợp kim niken 9 % hoặc thép không gỉ đối với nhiệt độ lớn hơn -196 °C.

Việc sử dụng các loại vật liệu trên có thể được mở rộng nếu mức nhiệt độ thiết kế chỉ đạt được bằng cách giảm áp và khi đã áp dụng các biện pháp để tránh sự tăng áp của thiết bị lạnh.

Như trong bất kỳ một thiết bị dùng nhiệt độ thấp, phải có phương pháp làm khô dòng thật kỹ để hạn chế hơi ẩm trong chu trình làm lạnh.

Các môi chất lạnh bổ sung phải hoàn toàn khô ráo và không chứa bất kỳ thành phần nào có khả năng bị đông cứng trong điều kiện nhiệt độ làm việc.

## L.5.5 Các thiết bị đặc trưng

### L.5.5.1 Yêu cầu chung

Hệ thống thiết bị hóa lỏng khí tự nhiên bao gồm các bộ phận thiết bị, máy trao đổi nhiệt lạnh, tổ hợp máy nén tuabin và hệ thống làm lạnh, là các thiết bị lớn trong các trạm xuất LNG.

### L.5.5.2 Thiết bị trao đổi nhiệt lạnh

Thiết kế của thiết bị trao đổi nhiệt LNG phải theo các yêu cầu, đòi hỏi sau:

- Có mặt một vài dòng môi chất thu nhiệt (môi chất làm lạnh tại các mức áp suất khác nhau, hơi và/hoặc dạng lỏng, khí tự nhiên) chảy ngược chiều (hoặc chéo chiều) với các môi chất làm lạnh áp suất nhỏ hơn mà thường là dòng hai pha;
- Chênh lệch lớn nhiệt độ đối với mỗi môi chất đi cụm thiết bị trao đổi nhiệt;
- Mức độ chênh lệch nhiệt độ không lớn giữa dòng tuần hoàn nóng và lạnh trong cụm thiết bị trao đổi nhiệt;
- Gradient nhiệt độ kim loại lớn trong thiết bị trao đổi nhiệt;
- Nhiệt độ thấp;
- Lượng lớn nhiệt được trao đổi;
- Độ chênh áp cao;
- Lưu lượng dòng lớn.

Hai loại thiết bị trao đổi nhiệt đạt được các yêu cầu này là: máy trao đổi nhiệt dạng chùm ống cuộn và máy trao đổi nhiệt dạng tấm.

Thiết bị trao đổi nhiệt bằng chùm ống cuộn được dùng phổ biến trong các nhà máy LNG lớn. Các máy này được làm từ các lớp ống nhôm (hoặc thép không gỉ) đặt liên tiếp theo hình xoắn ốc quanh lõi. Các môi chất ở áp suất cao được ngưng tụ hoặc làm lạnh sâu trong các ống, trong khi đó, các chất làm lạnh bốc hơi trong điều kiện áp suất thấp bên ngoài các ống. Cấu tạo này giúp tạo ra cho các máy trao đổi nhiệt cỡ lớn.

Thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm nhôm hàn cứng được sử dụng rộng rãi trong phạm vi làm lạnh sâu cho việc tách và hóa lỏng khí.

Cấu tạo của những thiết bị trao đổi nhiệt này giúp trao đổi một lượng nhiệt lớn trong một thể tích lõi khá nhỏ.

Các thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm đồng hàn cứng được sản xuất với lõi khối kết cấu có thể tới 12 m<sup>3</sup>. Để làm việc với áp suất cao, kích cỡ lớn nhất của lõi cũng phải hạn chế để đảm bảo toàn vẹn cơ học của máy. Công suất trao đổi nhiệt lớn đạt được bằng cách lắp một vài lõi song song.

## **TCVN 8611:2021**

Các thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm khác, sử dụng các tấm thép không gỉ được hàn lại cũng có thể được dùng cho các quá trình làm lạnh trong LNG.

### **L.5.5.3 Các hệ thống máy nén**

#### **L.5.5.3.1 Yêu cầu chung**

Các kho cảng xuất LNG yêu cầu các hệ thống máy nén và làm lạnh công suất rất lớn.

#### **L.5.5.3.2 Các máy nén nhiệt độ thấp**

Máy nén ly tâm là loại được dùng phổ biến nhất trong công nghiệp LNG. Tuy nhiên việc tăng công suất xuất của kho cảng LNG đã dẫn tới việc gia tăng sử dụng máy nén hướng tâm khi lưu lượng yêu cầu vượt quá dải lưu lượng của máy nén ly tâm. Hơn nữa, các máy nén hướng tâm có hiệu suất tốt hơn ly tâm.

Cần thiết kế và chế tạo cẩn thận các thiết bị chống tăng áp cho máy nén. Năng lượng tiêu hao lớn trong những thiết bị này có thể gây ra sự co giãn mạnh và lực ép dẫn tới nứt và vỡ kim loại nếu không được xem xét đầy đủ.

#### **L.5.5.3.3 Động cơ**

Rất nhiều kho cảng xuất LNG đang sử dụng tuabin hơi làm động cơ nén làm lạnh. Tuabin hơi có nhiều loại công suất cao và có hiệu suất tốt.

Tuabin khí đang càng ngày càng được sử dụng rộng rãi do một số đặc điểm kỹ thuật:

- Không yêu cầu hơi áp suất cao (với hệ thống đun sôi nước);
- Giảm thiểu rõ rệt nhu cầu nước cần làm mát;
- Có thể tăng hiệu suất làm việc bằng cách thu hồi nhiệt từ khí thải ra từ tuabin.

Cần tính đến ảnh hưởng của sự thay đổi nhiệt độ không khí xung quanh đến công suất tuabin khí (công suất giảm khi nhiệt độ không khí tăng).

Tuabin khí hai trục đang được sử dụng ngày càng rộng rãi bởi thể mạnh của chúng là có thể hoạt động ở nhiều tốc độ khác nhau.

Nếu công suất cần thiết vượt quá khả năng của loại tuabin này, thì có thể sử dụng tuabin khí một trục loại lớn, vốn được sử dụng cho sản xuất điện nhưng nhược điểm là tốc độ không đổi. Có thể điều chỉnh thành phần của hỗn hợp dung môi làm lạnh khi thiết kế và trong vận hành (nếu cần thiết) để phù hợp với tốc độ cố định của máy nén. Cần đặc biệt lưu ý trong quá trình khởi động.

Trong tất cả các trường hợp, vì tầm quan trọng của hệ thống nén và làm lạnh đối với sự vận hành tốt của các thiết bị LNG, những thiết bị trên phải được thiết kế, sản xuất, vận hành và bảo trì thật cẩn thận để đạt được độ ổn định cao nhất.

### **L.5.5.4 Hệ thống làm mát**



Trong các nhà máy hóa lỏng khí, một lượng nhiệt rất lớn cần được truyền ra ngoài môi trường thông qua hệ thống làm mát.

Do các nhà máy thường được xây dựng gần bờ biển để thuận lợi cho vận chuyển LNG bằng tàu, nên nước biển thường được sử dụng để làm môi chất làm lạnh.

Lưu lượng của nước biển cần thiết, đặc biệt là khi các máy nén chất làm lạnh sử dụng động cơ tuabin hơi nước, có thể khẳng định hiệu quả của việc lựa chọn sử dụng nước biển có sẵn, làm giảm đáng kể năng lượng bơm và giảm thiểu nguy cơ ăn mòn, thông qua cách giảm lượng oxy trong hệ thống làm mát. Trong vòng tuần hoàn nước biển, cần đặc biệt chú ý đến sự ăn mòn và nguy cơ phát triển của sinh vật sống (tảo,...).

Nếu như trong điều kiện của nhà máy (như độ cao hay chất lượng nước biển) khiến cho việc sử dụng nước biển làm chất làm mát trở nên không kinh tế, thì có thể sử dụng hệ thống nước ngọt khép kín với tháp làm mát hay các thiết bị trao đổi nhiệt dạng không khí. Có thể xuất hiện sự phát triển của vi khuẩn trong vòng tuần hoàn nước ngọt. Nhược điểm của phương án này là phải có biện pháp xử lý nước thích hợp.

## Phụ lục M

(Tham khảo)

### Các hệ thống tạo mùi

#### M.1 Yêu cầu chung về chất tạo mùi

Sự tạo mùi được thực hiện bởi việc pha trộn chất có mùi – thường là hợp chất của các chất hữu cơ lưu huỳnh dễ bay hơi, ví dụ: etyl mecaptan, tertiary butyl mecaptan, metyl etyl sunphua và dietyl sunphua, hoặc một đơn chất như tetrahydrothiophen. Các dung dịch chất tạo mùi dễ bay hơi, dễ cháy và mùi rất độc.

Ở dạng cô đặc, hầu hết các chất này đều rất độc.

#### M.2 Các yêu cầu của các hệ thống chất tạo mùi

##### M.2.1 Yêu cầu chung

Hệ thống tạo mùi thường bao gồm một bồn chứa, các thùng tiếp liệu nhỏ hơn, bơm và các van và hệ thống ống dẫn. Hệ thống này cần được thiết kế sao cho dễ dàng bảo trì, hoạt động, và bảo vệ khỏi những tổn hại có thể xảy ra. Nên chú ý sử dụng vật liệu của thiết bị tương thích với chất tạo mùi. Đồng và các hợp kim chứa đồng, polyetylen và polypropylen, butyl và cao su tự nhiên dễ dàng bị phá hủy bởi các dung dịch chất mùi và không nên được sử dụng trong cấu tạo thiết bị. Sử dụng kết nối bằng hàn cho ống khi có thể.

Trong quá trình hệ thống hoạt động, tránh không để chất tạo mùi rò rỉ ra môi trường và hệ thống cần phải được thiết kế sao cho loại bỏ hoặc giảm thiểu tới mức thấp nhất những sự cố rò rỉ có thể xảy ra.

Các thùng chứa và thiết bị bơm phải được đặt trong khu vực cách ly cùng với một hệ thống thoát nước mưa. Nên hạn chế việc các chất rò rỉ đọng lại dưới thùng chứa hoặc các thiết bị.

##### M.2.2 Tồn chứa

Chất tạo mùi dạng lỏng có thể được chứa trong các bồn cố định, hoặc trong các thùng chứa di động bằng thép không gỉ có đăng kiểm quốc tế về vận chuyển hàng nguy hiểm dưới quy định UN 1A1W/X2.0/900. Phương pháp tồn chứa thứ 2 cho phép nối trực tiếp bơm với đầu nối, và các ống PTFE dẻo, từ đó sẽ tránh được việc phải chuyển chất tạo mùi từ xe bồn đến thùng chứa cố định để giảm thiểu nguy cơ tai nạn rò rỉ.

Khuyến cáo nên giảm tới đa số lượng các đường ống kết nối với bồn chứa nằm ở phía bên dưới mực chất lỏng cao nhất.

Cũng nên có một lớp cách li bằng khí (không có oxi) phù hợp với chất tạo mùi ở phía bên trên dung dịch chất tạo mùi.

##### M.2.3 Bơm và van

Khuyến cáo nên sử dụng bơm tạo mùi đối với lưu lượng khí lớn. Khi lưu lượng khí cần tạo mùi nhỏ, việc sử dụng hệ thống tạo mùi bằng phương pháp bay hơi có thể được cân nhắc.

Sử dụng các loại bơm có thiết kế giảm thiểu sự rò rỉ.

Các bơm phải có màng lọc ở đầu hút vào và có khả năng điều chỉnh lượng dòng chảy.

Sử dụng ống thép không mối nối và hàn mối nối nếu có.

Tất cả các van, mặt bích và khớp nối phải được thiết kế phù hợp với các tiêu chuẩn EN 1092-1, EN1759-1, EN 1514 và EN 12560.

### **M.3 Xử lý chất tạo mùi**

#### **M.3.1 Yêu cầu chung**

Cần có các biện pháp phòng ngừa đối với các chất tạo mùi có điểm bắt cháy thấp. Đồng thời cần quan tâm đến vị hăng và tính độc của nó, xem mục M.6 an toàn cho nhân viên.

#### **M.3.2 Vận chuyển**

Khí trơ và methanol nên có sẵn để thổi và làm sạch đoạn ống vận chuyển và những thiết bị đi kèm nếu việc vận chuyển bồn chứa chất tạo mùi được thực hiện.

Những khay tràn, thiết bị hấp thụ và làm sạch phải được trang bị tại khu vực xuất nhập sản phẩm.

Các đầu nối tự kín phải được sử dụng tại các mối nối với xe vận chuyển, được thiết kế để đóng khi ống dẫn bị ngắt.

Xe bồn chuyên chở/vận chuyển phải được tiếp đất để giải phóng bất cứ sự tích điện nào. Ống vận chuyển phải được nối điện với bồn chứa.

Một hệ thống hồi lưu hơi giữa bồn vận chuyển và bồn chứa phải được sử dụng trong lưu chuyển khối lượng lớn. Nếu không có một hệ thống đuốc hoặc các hệ thống xả khác thì có thể cân nhắc biện pháp tương tự như kết nối với hệ thống thu gom khí bay hơi từ bồn chứa LNG (BOG).

#### **M.3.3 Rửa và làm sạch**

Tất cả các thiết bị phải được làm sạch trước khi tháo dỡ để bảo trì hay kiểm tra bằng cách tháo xả, bơm chất tạo mùi ra khỏi thiết bị, sau đó rửa bằng metanol hay các dung môi tương tự. Sau khi xả hết cặn metanol/chất tạo mùi, phần hơi có thể được đuổi làm sạch với khí thiên nhiên và cuối cùng bằng khí trơ ra hệ thống đuốc hoặc ra đường khí thấp áp thích hợp như hệ thống thu gom khí bay hơi từ bồn chứa LNG. Các công việc này phải được chuẩn bị theo quy trình đặc biệt.

### **M.4 Bơm chất tạo mùi**

Các thiết bị phải được thiết kế để có thể vận hành trên suốt dải áp suất của khí tự nhiên – được đo tại điểm bơm vào. Các đầu phun phải được thiết kế đáp ứng được khi lưu lượng khí lớn nhất; nếu cần, có thể lắp đặt một vài đầu phun có điều khiển tự động để bảo đảm duy trì lượng chất tạo mùi.

## **TCVN 8611:2021**

Phải bố trí ít nhất 2 máy bơm chất tạo mùi lắp song song, một hoạt động và một dự phòng (phụ thuộc vào lưu lượng yêu cầu mà chọn số lượng và kích cỡ máy bơm).

Lưu lượng bơm chất tạo mùi cần được giám sát chặt chẽ và được kiểm soát để đạt mức pha trộn mùi tối thiểu. Khuyến cáo lưu lượng bơm phải được kiểm soát bởi tín hiệu từ đồng hồ đo lưu lượng khí.

Lượng chất tạo mùi trong khí, nếu được yêu cầu, có thể đo như sau:

- Bằng cách đo liên tục lượng sunfua trong dòng khí đã tạo mùi;
- Bằng cách sử dụng sắc kí đồ của lưu huỳnh.

### **M.5 Rò rỉ chất tạo mùi**

Khi chất tạo mùi bị tràn hoặc rò rỉ sẽ tạo ra mùi rất khó chịu, và nếu khí đó không nhanh chóng được xử lý thì nhân viên hay người dân xung quanh sẽ bị ảnh hưởng. Điều quan trọng là nếu bị tràn hoặc bị rò rỉ thì chất tạo mùi cần phải được trung hòa nhanh chóng và tránh tạo mùi. Trên thực tế có rất nhiều chất và phương pháp được sử dụng để xử lý tốt tình huống này (xem bảng vật liệu an toàn để có hướng dẫn).

Một phương pháp hiệu quả để trung hòa là dựa trên việc chuyển hóa chất tạo mùi bị tràn thành một chất được khử lưu huỳnh thông qua phản ứng oxy hóa. Điều này có thể đạt được bằng việc bơm, pha loãng khu vực tràn bằng dung dịch chất tẩy pha loãng. Có thể sử dụng natri hipoclorit hay canxi hipoclorit pha loãng trong nước. Các dung dịch pha loãng hiệu quả hơn dung dịch đậm đặc; VD: dùng 50 L của dung dịch nồng độ 0,5 % thường hiệu quả hơn là 5 L nồng độ 5 %.

Vì quá trình oxy hóa không diễn ra ngay lập tức, khuyến cáo nên sử dụng phụ gia che phủ chất tạo mùi cùng với dung dịch chất tẩy pha loãng.

Tránh sử dụng bột canxi hipoclorit khô lên chất tạo mùi đậm đặc bởi nhiệt của phản ứng làm phát cháy mercaptan hữu cơ trong chất tạo mùi.

Chất lỏng bị tràn phải được hấp thụ bằng việc sử dụng cát khô hay các chất hấp phụ trợ được khuyến cáo, làm trung hòa hay cho vào thùng kín để vớt bỏ. Đám tràn chất lỏng tạo mùi có thể được phủ bột chống cháy để giảm độ bay hơi.

Lưu ý việc tìm nguồn rò một cách chính xác là rất khó do đặc tính dễ bay hơi cao của chất tạo mùi. Chất tạo mùi có mùi ở ngưỡng nhất định, khi nồng độ chất tạo mùi trong khí tăng cao nhưng không làm tăng mùi.

### **M.6 An toàn cho nhân viên**

Tham khảo bảng dữ liệu an toàn (MSDS) đối với chất tạo mùi để hướng dẫn người vận hành sử dụng an toàn các hóa chất này. Trong bất kỳ một tác nghiệp vận hành nào liên quan đến chất tạo mùi, tối thiểu người vận hành phải đeo găng tay PVC, bảo vệ mắt và quần áo không thấm nước và được làm sạch sau khi sử dụng.

Nếu một sự tràn chất tạo mùi xảy ra, nhân viên làm việc trong vùng phải mang thiết bị thở cùng với quần áo bảo hộ.

Nếu trong trường hợp người vận hành bị chất tạo mùi bắn vào người, quần áo bị bắn phải cởi bỏ và tắm sạch với nước. Sau đó phải khám mắt ngay.

Gần khu xử lý chất tạo mùi phải lắp vòi hoa sen và vòi nước rửa mắt an toàn.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] F. PASQUILL và F.B. SMITH, *Atmospheric diffusion*, Ellis Horwood Series Environment Science, xuất bản lần thứ 3.
- [2] *Liquefied Petroleum Gas – Large bulk pressure storage and refrigerated LPG*, The Institute of Petroleum, London, tháng 2 năm 1987.
- [3] *Guide for pressure-relieving and depressuring systems*, API recommended practice N°521, xuất bản lần thứ 2, tháng 9 năm 1982 ISO 23251 :2006.
- [4] *Maîtrise de l'urbanisation – La prise en compte des effets thermique, mécanique et toxique*, Joëlle Jarry, Sécurité revue de prévention N° 15 Août septembre 1994.
- [5] A.C. van den BERG, *The multi energy method, a framework for vapour explosion blast prediction*, Journal of Hazardous Materials, 12, năm 1985.
- [6] A. LANNOY, *Analyses des explosions air-hydrocarbure en milieu libre, étude déterministe et probabiliste de scénarios d'accident – Prévion des effets de surpression (Analysis of unconfined air-hydrocarbon explosion, deterministic and probalilistic studies of accident scenarios – Prediction of the over pressure effects)*, Bulletin de la Direction des Études et Recherches EDF, Série A ISSN0013-449X, Octobre 1984.
- [7] GAP 2.5.1, *Fire proofing for hydrocarbon fire exposures*.
- [8] GAP 2.5.2, *Oil and chemical plant layout and spacing*.
- [9] GAP 8.0.1.1, *Oil and chemical properties loss potential estimation Guide*.
- [10] API RP 520 (all parts), *Sizing, selection and installation of pressure-relieving devices in refineries*.
- [11] IEC 60364 (all parts), *Electrical installations of buildings/Low voltage electrical installations*.
- [12] "ATEX" European Directive, *Directive 1999/92/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 1999 on minimum requirements for improving the safety-and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres*.
- [13] IP15, *Area Classification code for installation handling flammable fluids Part 15*, The Institute of Petroleum, xuất bản lần thứ 2 năm 2002.
- [14] NFPA 921, *Guide for Fire and Explosion Investigations*.
- [15] SIGTTO, *LNG operations in Port Areas*.
- [16] SIGTTO, *Site selection and design for LNG Ports and jetties*.
- [17] *International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk*, (IGC Code), IMO.

- [18] TNO Dutch experimental program on heat radiation from fires (report 79-0263).
- [19] BS 5970, *Code of practice for thermal insulation of pipework and equipment in the temperature range - 100°C to 870°C*.
- [20] VDI 2055, *Thermal insulation for heated and refrigerated industrial and domestic installations — Calculations, guarantees, measuring and testing methods, quality assurance, supply conditions*.
- [21] BS 6349, *Maritime structures*.
- [22] 10CFR100 appendix A to Part 100, *Seismic and Geologic Siting Criteria for Nuclear Power Plants*.
- [23] *The bulk Transfer of Dangerous Liquids and Gases between ship and shore*.
- [24] BS 6656, *Assessment of inadvertent ignition of flammable atmospheres by radio frequency radiation — Guide*.
- [25] *International Safety Guide for Oil Tanker and Terminal*, OCMF/ICS/IAPH.
- [26] GAP 2.5.2 A, *Hazard Classification of Process operations for spacing requirements*.
- [27] BS 1722-10, *Fences. Specification for strained wire and wire mesh netting fences*.
- [28] *International Ship and Port Facility Security Code (ISPS-Code)*, International Maritime Organization (IMO).
- [29] API 2218, *Fireproofing Practices in Petroleum and Petrochemical Processing Plants*.
- [30] D. Nedelka (Gaz de France), y. Sauter (Gaz de France), J. Goanvic (Total), R. Ohba (Mitsubishi Heavy Industries), *Last developments in Rapid Phase Transition knowledge and modelling techniques*, OTC 15228 presented at the 2003 Offshore Technology Conference held in Houston, Texas, U.S.A., 5-8 May 2003.
- [31] LNG-Water Rapid Phase Transition: Part1 - A literature Review, May 2005 (pages 21-24)
- [32] LNG-Water Rapid Phase Transition: Part2 - Incident Analysis, July-august 2005 (pages 28- 30):
- [33] OSHA, *Occupational Safety and Health Administration*.
- [34] EN 823, *Thermal insulating products for building applications — Determination of thickness*.
- [35] EN EN ISO 12100, *Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction (ISO 12100)*.
- [36] EN 1759-1, *Flanges and their joints — Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, Class designated — Part 1: Steel flanges, NPS ½ to 24*.
- [37] EN 12483, *Liquid pumps — Pump units with frequency inverters — Guarantee and compatibility tests*.
- [38] EN 12560-1, *Flanges and their joints — Gaskets for Class-designated flanges — Part 1: Non-metallic flat gaskets with or without inserts*.

## **TCVN 8611:2021**

- [39] EN 12560-2, *Flanges and their joints — Gaskets for Class-designated flanges — Part 2: Spiral wound gaskets for use with steel flanges.*
- [40] EN 12560-3, *Flanges and their joints — Gaskets for Class-designated flanges — Part 3: Non-metallic PTFE envelope gaskets.*
- [41] EN 12560-4, *Flanges and their joints — Gaskets for Class-designated flanges — Part 4: Corrugated, flat or grooved metallic and filled metallic gaskets for use with steel flanges.*
- [42] EN 12560-5, *Flanges and their joints — Gaskets for Class-designated flanges — Part 5: Metallic ring joint gaskets for use with steel flanges.*
- [43] EN 12560-6, *Flanges and their joints — Gaskets for Class-designated flanges — Part 6: Covered serrated metal gaskets for use with steel flanges.*
- [44] EN 13645, *Installations and equipment for liquefied natural gas — Design of onshore installation with a storage capacity between 5 t and 200 t.*
- [45] EN 13766, *Thermoplastic multi-layer (non-vulcanized) hoses and hose assemblies for the transfer of petroleum gas and liquefied natural gas — Specification.*
- [46] EN 60079-29-1, *Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases — Part 1: General requirements and test methods (IEC 60079-29-1)*
- [47] EN 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems.*
- [48] EN 61800 (all parts), *Adjustable speed electrical power drive systems.*
- [49] ISO 5199, *Technical specifications for centrifugal pumps — Class II (ISO 5199).*
- [50] ISO 9906, *Rotodynamic pumps — Hydraulic performance acceptance tests — Grades 1 and 2 (ISO 9906:1999).*
- [51] ISO 15664, *Acoustics — Noise control design procedures for open plant.*
- [52] *SIGTTO - ESD Arrangements & Linked Ship/Shore Systems for Liquefied Gas Carriers*
- [53] EN 60034-5, *Rotating electrical machines — Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) — Classification (IEC 60034-5)*
- [54] EN 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) (IEC 60529)*
- [55] EN ISO 12241, *Thermal insulation for building equipment and industrial installations — Calculation rules (ISO 12241)*
- [56] ISO/TS 16901, *Guidance on performing risk assessment in the design of onshore LNG installations including the ship/shore interface*
-



