

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 8611: 2010**

Xuất bản lần 1

**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 - 2010

## Mục lục

Trang

Lời nói đầu .....	4
1 Phạm vi áp dụng .....	5
2 Tài liệu viện dẫn .....	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	11
4 An toàn và môi trường .....	17
5 Cơ sở vật chất tại cầu tàu và cảng biển .....	35
6 Hệ thống tồn chứa và ngăn tràn .....	36
7 Bơm khí thiên nhiên hóa lỏng .....	49
8 Sự hóa hơi của LNG .....	50
9 Đường ống .....	52
10 Giao nhận khí thiên nhiên .....	64
11 Nhà máy xử lý và thu hồi khí bay hơi .....	65
12 Mạng điện và công trình phụ trợ .....	69
13 Quản lý mối nguy hiểm .....	74
14 Hệ thống kiểm soát và giám sát .....	86
15 Xây dựng, chạy thử và sửa chữa lớn định kỳ .....	91
16 Bảo quản và chống ăn mòn .....	92
17 Đào tạo vận hành .....	93
18 Đào tạo trước vận hành tại cảng biển .....	94
Phụ lục A (Quy định) .....	95
Phụ lục B (Quy định) .....	98
Phụ lục C (Tham khảo) .....	102
Phụ lục D (Quy định) .....	105
Phụ lục E (Quy định) .....	112
Phụ lục F (Quy định) .....	118
Phụ lục G (Tham khảo) .....	119
Phụ lục H (Tham khảo) .....	122
Phụ lục J (Tham khảo) .....	129
Phụ lục K (Tham khảo) .....	130
Phụ lục L (Tham khảo) .....	131
Phụ lục M (Tham khảo) .....	133
Phụ lục N (Tham khảo) .....	143
Thư mục tài liệu tham khảo .....	147

**Lời nói đầu**

TCVN 8611:2010 tương đương có sửa đổi với EN 1473:2007.

TCVN 8611:2010 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 58 *Chai chứa khí* phối hợp với Viện Dầu khí Việt Nam biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng 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 bao gồm: hệ thống hoá lỏng khí, tồn chứa, hoá hơi, vận chuyển và giao nhận LNG.

Tiêu chuẩn này áp dụng đối với các kho cảng, nhà máy sau:

- Kho cảng (nhà máy) xuất LNG, giới hạn từ vị trí quy định đầu vào của khí đến hệ thống phân phối sản phẩm của tàu;
- Kho cảng (nhà máy) tiếp nhận 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.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho kho vệ tinh áp dụng. Kho vệ tinh có sức chứa nhỏ hơn 200 tấn áp dụng tiêu chuẩn EN 13645.

### **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau đây 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 8611:2010**

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 8610 (EN 1160:1997), *Khí thiên nhiên hoá lỏng (LNG) - Hệ thống thiết bị và lắp đặt - Tính chất chung của LNG.*

TCVN 8612 (EN 1474:1997), *Khí thiên nhiên hoá lỏng (LNG) - Hệ thống thiết bị và lắp đặt - Thiết kế và thử nghiệm cần xuất nhập.*

TCVN 8613 (EN 1532:1997), *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.*

EN 571-1, *Non destructive testing - Penetrant testing - Part 1: General principles (Kiểm tra không phá hủy - Kiểm tra thẩm thấu - Phần 1: Quy tắc chung).*

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 970, *Non-destructive examination of fusion welds - Visual examination (Kiểm tra không phá hủy mối hàn nấu chảy - Kiểm tra bằng mắt thường).*

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 1435, *Non-destructive examination of welds - Radiographic examination of welded joints (Kiểm tra không phá hủy mối hàn - Kiểm tra X quang mối hàn).*

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 1714, *Non - destructive examination of welds - Ultrasonic examination of welded joints* (Kiểm tra không phá hủy mối hàn - Kiểm tra siêu âm mối hàn).
- EN 1776, *Gas supply systems - Natural gas measuring stations - Functional requirements* (Hệ thống cung cấp khí - Trạm đo lường khí thiên nhiên - 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).
- 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*

## TCVN 8611:2010

*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 (Bồn chứa chịu áp suất không cháy).*

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

EN 60034-5, *Rotating electrical machines - Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) - Classification (IEC 60034-5:2000) (Thiết bị điện chuyển động quay - Phần 5: Các cấp độ bảo vệ được cung cấp bởi thiết kế tích hợp các thiết bị điện chuyển động quay (Mã IP) - Phân loại).*

EN 60079-0, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 0: General requirements (IEC 60079-0: 2004) (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 0: Yêu cầu chung).*

EN 60079-1, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 1: Flameproof enclosures "d" (IEC 60079-1: 2003) (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 1: Vùng chịu lửa "d").*

EN 60079-2, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 2: Pressurized enclosures "p" (IEC 60079-2: 2001) (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 2: Vùng chịu áp suất "p").*

EN 60079-7, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 7: Increased safety "e" (IEC 60079-7: 2003) (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 7: An toàn cao "e").*

EN 60079-10, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 10: Classification of hazardous areas (IEC 60079-10: 2002) (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 10: Phân loại khu vực nguy hiểm).*

EN 60079-14, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 14: Electrical installation in hazardous areas (other than mines) (IEC 60079-14: 2002) (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 14: Lắp đặt điện trong khu vực nguy hiểm (ở ngoài khu vực mỏ)).*

EN 60079-17, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 17: Inspection and maintenance of electrical installations in hazardous areas (other than mines) (IEC 60079-17: 2002)*

- (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 17: Giám định và bảo dưỡng công trình điện trong khu vực nguy hiểm (ở ngoài khu vực mỏ)).
- EN 60079-18, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 18: Construction, test and marking of type of protection encapsulation "m" electrical apparatus (IEC 60079-18: 2004)* (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 18: Xây dựng, kiểm tra và ghi nhãn thiết bị điện có vỏ bảo vệ loại 'm').
- EN 60079-25, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 25: Intrinsically safe systems (IEC 60079-25: 2003)* (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 25: Hệ thống an toàn thực chất).
- EN 60079-26, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 26: Construction, test and marking of group II category 1 G electrical apparatus (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 26: Xây dựng, kiểm tra và ghi nhãn thiết bị điện nhóm II phân loại 1G).*
- EN 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) (IEC 60529: 1989)* (Cấp độ bảo vệ của các khu vực riêng biệt).
- EN 61508-1, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety - related system - Part 1: General requirements (IEC 61508 - 1: 1998 + Corrigendum 1999)* (Chức năng an toàn của hệ thống an toàn điện/điện tử/điện tử lập trình - Phần 1: Yêu cầu chung).
- ISO 1461, *Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods (ISO 1461: 1999)* (Lớp mạ kẽm nhúng nóng trên vật phẩm bằng thép và sắt.- Đặc tính kỹ thuật và phương pháp thử).
- ISO 10456, *Building materials and products - Procedures for determining declared and design thermal values (ISO 10456: 1999)* (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 (ISO 10497 - 2004)* (Thử nghiệm van - Yêu cầu thử kiểu đốt cháy).
- ISO 12241, *Thermal insulation for building equipment and industrial installations - Calculation rules (ISO 12241: 1998)* (Cách nhiệt cho thiết bị xây dựng và công trình công nghiệp - Nguyên tắc tính toán).
- ISO 12944 (tất cả các phần), *Paints and varnishes - Corrosion protection of steel structures by protective paint systems (ISO 12944: 1998)* (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 (ISO 13709: 2003)* (Bơm ly tâm cho ngành công nghiệp dầu khí, hóa dầu và khí thiên nhiên (ISO 13709: 2003)).
- ISO 15607, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - General rules (ISO 15607: 2003)* (Đặc điểm kỹ thuật và đánh giá phẩm chất của quy trình hàn vật liệu kim loại - Quy tắc chung).



## TCVN 8611:2010

ISO 15609-1, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure specification - Part 1: Arc welding (ISO 15609-1: 2004)* (Đặc điểm kỹ thuật và đánh giá phẩm chất của quy trình hàn vật liệu kim loại - Chi tiết kỹ thuật 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 (ISO 15614-1: 2004)* (Đặc điểm kỹ thuật và đánh giá phẩm chất của quy trình hàn 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).

IEC 60079-4, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 4: Method of test for ignition temperature* (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 4: Phương pháp thử nhiệt độ đánh lửa).

IEC 60079-5, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 5: Powder filling "q"* (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 5: Phủ bột "q").

IEC 60079-6, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 6: Oil immersion "o"* (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 6: Ngâm dầu "o").

IEC 60079-11, *Explosive atmospheres - Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i"* (Môi trường gây nổ - Phần 11: Bảo vệ thiết bị bằng khả năng tự đảm bảo an toàn "i").

IEC 60079-13, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 13: Construction and use of rooms or buildings protected by pressurization* (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 13: Xây dựng và sử dụng phòng hoặc công trình xây dựng được bảo vệ bằng điều tiết áp suất).

IEC 60079-15, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 15: Construction, test, and marking of type of protection "n" electrical apparatus* (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 15: Xây dựng, kiểm tra, và ghi nhãn thiết bị điện có bảo vệ loại "n").

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).

IEC 60079-19, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 19: Repair and overhaul for apparatus used in explosive atmospheres (other than mines or explosives)* (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 19: Sửa chữa và đại tu thiết bị sử dụng trong môi trường gây nổ (không phải mỏ hoặc chất nổ)).

IEC/TR 3 60079-20, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 20: Data for flammable gases and vapours, relating to the use of electrical apparatus* (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 20: Dữ liệu khí và hơi dễ cháy liên quan đến sử dụng thiết bị điện).

IEC 60079-27, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 27: Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO) and Fieldbus non-incendive concept (FNICO)* (Thiết bị điện cho môi trường khí gây nổ - Phần 27: Phương án bảo vệ cháy nổ FISCO và FNICO đối với mạng điều khiển Fieldbus).

IEC 60079-5-54, *Electrical installations of buildings - Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment - Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors (Lắp đặt điện cho công trình xây dựng - Phần 5-54: Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện - Bố trí nối đất, dây dẫn bảo vệ và dây dẫn liên kết bảo vệ).*

### 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)**

Vận hành nhà máy để phục vụ thăm quan nhà máy, sản xuất và thải bỏ các sản phẩm không đúng yêu cầu kỹ thuật, kể cả việc vận hành thiết bị sản xuất bị hỏng hoặc đang được bảo dưỡng là các phương thức vận hành bất thường và không được coi là sự cố.

#### 3.2

##### **Sự kiện bất ngờ (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

##### **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 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 (Container - primary container)**

Bồn chứa trực tiếp chứa LNG, ví dụ như:

- Bồn chứa lạnh của bể chứa đơn;
- Bồn chứa lạnh của bể chứa hình cầu;
- Bồn chứa lạnh bên trong của bể chứa kép, bể chứa tổ hợp hoặc bể chứa bê tông thấp nhiệt;
- Vách chịu nhiệt độ siêu lạnh của bể vách.

**3.7**

**Bồn chứa phụ (Secondary container)**

Bồn chứa tiếp xúc với LNG trong trường hợp 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 tổ hợp hoặc bể chứa bê tông thấp nhiệt;
- lớp bê tông bao ngoài của bể vách.

**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 khuất gió, 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 cấu và tính năng dự phòng an toàn cơ bản được bảo toàn.

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 ngắt 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****Khi dễ cháy (Flammable gases)**

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

**3.13****Tần suất (Frequency)**

Số lần xuất hiện trên một đơn vị thời gian.

**3.14****Mối hàn đặc biệt (Golden weld)**

Mối 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 an toàn.

**3.15****Mối nguy hiểm (Hazard)**

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

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

Khu vực gần với nguồn rò rỉ, nơi chất lỏng tràn ra từ bồn chứa hydrocacbon dạng lỏng có thể được ngăn chặn hoặc kiểm soát.

**3.17**

**Bồn hứng chất lỏng tràn (Impounding basin)**

Bồn 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.

**3.18**

**Trạng thái giới hạn (Limit state)**

Có hai loại trạng thái giới hạn được sử dụng trong thiết kế cấu trúc chịu tải trọng:

- 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;
- Trạng thái giới hạn 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.

**3.19**

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

Khí thiên nhiên hóa lỏng được định nghĩa theo TCVN 8610 (EN 1160).

**3.20**

**Kho cảng xuất LNG (LNG export terminal)**

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

CHÚ THÍCH: Kho cảng xuất LNG được trang bị cơ sở vật chất phục vụ cho việc xuất 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).

**3.21**

**Nhà máy điều hòa nhu cầu LNG (LNG peak - shaving plant)**

Các nhà máy LNG được kết nối với mạng lưới khí.

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

**3.22**

**Kho cảng tiếp nhận LNG (LNG receiver terminal)**

Nơi các tàu chở LNG xuất hàng, là nơi LNG có thể được tồn chứa 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).

### **3.23**

#### **Nhà máy LNG vệ tinh (LNG satellite plant)**

Nhà máy LNG vệ tinh được kết nối với mạng lưới khí hoặc các hộ tiêu thụ khí. LNG được cung cấp bằng các phương tiện chuyên chở LNG đường bộ (xe bồn), đường sắt (toa tàu hỏa), đường thủy (xà lan). LNG được tồn chứa trong các thiết bị chịu áp lực được cách nhiệt, được hóa hơi và vận chuyển tới mạng lưới khí.

### **3.24**

#### **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.

### **3.25**

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

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

### **3.26**

#### **Người vận hành (Operator/occupier)**

Nhân viên chịu trách nhiệm vận hành nhà máy.

### **3.27**

#### **Chủ đầu tư (Owner)**

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

### **3.28**

#### **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:

## **TCVN 8611:2010**

- 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.

### **3.29**

#### **Khả năng có thể xảy ra (Probability)**

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

### **3.30**

#### **Hệ thống dừng hoạt động sản xuất (PSD (Process Shut Down) system)**

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

### **3.31**

#### **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.

### **3.32**

#### **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 tai nạn chủ yếu.

### **3.33**

#### **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.

### **3.34**

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

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

### **3.35**

#### **Bể chứa (Tank)**

Thiết bị tồn chứa LNG.

CHÚ THÍCH: Các loại bể chứa khác nhau được mô tả trong Phụ lục H.

### **3.36**

#### **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.

### **3.37**

#### **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.

## **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 được mô tả trong bộ tiêu chuẩn TCVN ISO 9000 và TCVN ISO 14000.

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

### **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.



## **TCVN 8611:2010**

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 để đảm bảo các chất phát thải này sẽ không 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.

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 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 hơi;
- 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 Tiếp cận khái niệm an toàn

Công trình LNG phải được thiết kế đảm bảo mức độ rủi ro được chấp nhận (xem Phụ lục L) 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 4.4, và phải thực thi các biện pháp an toàn được yêu cầu để đảm bảo mức độ rủi ro chấp nhận được.

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

#### **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 luồng 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 1532))

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 bể 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 Khí hậu học

Nghiên cứu 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, tuyết, băng;
- Đặc tính ăn mòn của không khí;
- Nguy cơ lũ lụt;
- Tần suất sét đánh;
- Độ ẩm tương đối.

Tùy điều kiện địa phương cụ thể có thể yêu cầu các thăm tra khác nhau.

#### 4.3.2.4 Địa chấn học

Động đất được xác định theo gia tốc phương thẳng đứng và nằm ngang của mặt đất. Các gia tốc này được mô tả bởi:

- Dải phân bố tần suất;
- Biên độ.

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, 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 thăm tra 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 đất, xem 4.3.2.2. Thông thường khoảng cách được giới hạn nhỏ hơn 320 km tính từ hiện trường địa điểm công trình, tuy nhiên trong một số trường hợp có thể bao gồm toàn bộ vùng kiến tạo. (xem [23])

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

## **TCVN 8611:2010**

Những thăm tra 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.

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 thể xác nhận là kém hoạt động thì không được phép có mặt trong địa điểm xây dựng hoặc trong phạm vi được xác định bởi hình thái học đất.

Để có thông tin chi tiết về điều tra địa chấn và định dạng dải phân bố đáp ứng, tham khảo 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:

- Mang tính xác suất, 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;
- Mang tính tất định, 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.

**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.

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 L.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 biến đổi 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 tại mỗi quốc gia hay công ty đều có sự thay đổi về các tiêu chí công nhận và các ví dụ trình bày trong Phụ lục J, K, L phải được xem như là các yêu cầu tối thiểu. Nếu có các yêu cầu nghiêm ngặt hơn ở một quốc gia hay địa phương thì sẽ được áp dụng để thay thế các yêu cầu tối thiểu đó.

##### **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 phương pháp tất định bao gồm:

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

Tiếp cận 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 K);
- Thu thập dữ liệu tỷ lệ hỏng hóc;
- Xác định xác suất hoặc tần suất của từng loại mối nguy hiểm;

## TCVN 8611:2010

- 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 J);
- 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 L).

Trong trường hợp việc xác định rủi ro đưa ra kết quả "mức rủi ro không thể chấp nhận" (ví dụ như rủi ro mức độ 3 trong Phụ lục L), phải thay đổi thiết kế nhà máy hoặc quy trình vận hành và việc đánh giá phải thực hiện lại cho đến khi không còn kết quả "mức rủi ro không thể chấp nhận". Trong trường hợp việc xác định rủi ro đưa ra kết quả mức rủi ro bình thường, có thể chấp nhận (ví dụ rủi ro mức độ 1 trong Phụ lục L), thì không cần thiết phải thực hiện thêm 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 L), 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 L.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 K. 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.

Phân tích rủi ro và các kết luận phải không được thỏa hiệp với các ứng dụng kỹ thuật hiện đại.

### 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 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 cháy và/hoặc nổ ở công trình liền kề;
- Đám mây khí trôi dạt dễ cháy, độc hại hoặc gây ngạt;
- Nguồn gây cháy thường trực như là đường dây điện cao thế (hiệu ứng điện hóa);
- 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

##### a) Nguy hiểm bắt nguồn từ LNG

Tất cả thiết bị bao gồm hệ thống giao nhận trên phương tiện chuyên chở LNG sẽ được xét đến việc 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 siêu lạnh. 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 8610 (EN 1160).

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



**Bảng 1 – Kích bản trong đánh giá mối nguy hiểm được xem xét như là hàm của các loại 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
Vách	b	c
Bê tông chịu lạnh sâu	b	c
Hình cầu	a	
Chôn ngầm dưới đất	b	c

Các kích bản được xem xét:  
<sup>a</sup>) Trong trường hợp bồn chứa chính gặp sự cố, kích thước bồn cấp nước chữa cháy tương ứng với khu vực ngăn tràn.  
<sup>b</sup>) Trong trường hợp mái bồn chứa gặp sự cố, kích thước bồn cấp nước chữa cháy tương ứng với bồn chứa phụ.  
<sup>c</sup>) 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.  
<sup>d</sup>) Xem định nghĩa trong TCVN 8615-2 (EN 14620-2) và Phụ lục H

**b) Nguy hiểm không liên quan đến LNG**

Những nguyên nhân gây mối 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 tàu nhiều sản phẩm;
- Trao đổi thông tin giữa tàu và bờ kém;
- Giao thông nội bộ nhà máy trong khi 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 lửa trực tiếp;
- Các bộ phận chuyển động quay;
- Các vật dụng, chất xúc tác, hóa chất (dầu FO, dầu bôi trơn, metanol,...);
- Chất gây ô nhiễm được tìm thấy trong khí nguyên liệu trong các nhà máy hóa lỏng;
- Các công trình điện;
- Các công trình bến cảng đi kèm với nhà máy LNG;

- Vấn đề an ninh (ví dụ: hành động xâm phạm, phá hoại);
- Tai nạn khi xây dựng và bảo dưỡng;
- Sự gia tăng tai nạn.

#### 4.4.2.4 Đánh giá khả năng xảy ra

Việc đánh giá khả năng xảy ra một mối nguy hiểm nhất định phải dựa trên 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 được công nhận trình bày ở 4.4.2.1 dùng để xác định dải tần suất xảy ra loại mối nguy hiểm này (xem Phụ lục J). Yếu tố con người cũng phải được xét đến.

#### 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 8610 (EN 1160) Đối với tính chất nguy hiểm của các môi chất khác LNG, phải tham khảo Bảng dữ liệu an toàn hóa chất (MSDS).

##### a) Sự bay hơi của LNG tràn

Hiện tượng bay hơi tức thời (flash, bao gồm khả năng tạo thành sol khí/huyền phù khí) phải được xem xét.

Tính toán quá trình bay hơi do truyền nhiệt phải được thực hiện sử dụng các mô hình thích hợp áp dụng.

Mô hình phải đề cập đến:

- Lưu lượng LNG và khoảng thời gian;
- Thành phần LNG;
- Bản chất đất (độ dẫn nhiệt, nhiệt dung riêng, tỷ trọng,...);
- Nhiệt độ của 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.

##### b) Phân tán hơi LNG trong khí quyển

Tính toán sự phân tán đám mây khí trong khí quyển của LNG bay hơi do chảy tràn và do tiếp xúc với đất hoặc nước phải được tiến hành trên cơ sở các mô hình thích hợp áp dụng.

## TCVN 8611:2010

Ít nhất các vấn đề sau đây phải được xem xét khi xác định sự phân tán hơi LNG:

- Đường kính của vũng chất lỏng bay hơi;
- Tốc độ bay hơi;
- Tính chất của hơi LNG;
- Bản chất của 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);
- Độ ổn định khí quyển hoặc biến thiên nhiệt độ;
- Địa hình vị trí (ví dụ sự gồ ghề/độ nhám bề mặt).

Mô phỏng quá trình phân 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 xảy ra đồng thời và đưa ra được khoảng cách phân tán dự đoán xa nhất theo hướng gió thổi, khoảng cách này không vượt quá 10 %.

Nếu không có thông tin nào khác, điều kiện khí quyển sau đây cần được xem xét: độ ổn định khí quyển F (PASQUILL) hoặc biến thiên nhiệt độ tương đương, với tốc độ gió là 2 m/s và độ ẩm tương đối là 50 %.

Mô hình phải xác định được:

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

### c) Xả nhanh khí thiên nhiên hoặc khí thiên nhiên hóa lỏng LNG

Tính toán phân tán hơi LNG trong khí quyển từ quá trình giải phóng nhanh phải được thực hiện dựa trên các mô hình thực nghiệm thích hợp để xác định ít nhất là chiều cao hoặc độ dài của dòng hơi giải phóng ra và nồng độ khí tại điểm bất kỳ cho trước.

Nguồn xả nhanh bao gồm việc xả từ các van an toàn, không đốt khí và xả khí. Cần phải xem xét khả năng tạo thành sol khí/huyền phù khí nếu thấy thích hợp.

### d) 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 8610 (EN 1160).

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. Hiện tượng quá áp phải được xác định rõ áp dụng cho thiết bị, công trình xây dựng, kết cấu nào.

Luôn luôn có đặc tính sóng 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.

Phải xem xét ảnh hưởng của quá áp do đám cháy dưới bồn chứa.

Ảnh hưởng của sóng phản xạ trên những đối tượng đó là trách nhiệm của nhà cung cấp.

#### e) Bức xạ

Phải thực hiện tính toán bức xạ gây ra bởi sự cháy hơi LNG tại vũng chất lỏng bay hơi, vòi phun LNG, hoặc nơi giải phóng khí thiên nhiên trên cơ sở mô hình thích hợp áp dụng.

Mô hình phải đề cập đến các vấn đề 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 8610 (EN 1160)];
- Nhiệt độ môi trường, tốc độ gió và độ ẩm tương đối.

Tính toán bức xạ phải dựa trên sự kết hợp giữa tốc độ gió và các điều kiện khí quyển xảy ra đồng thời và gây ra bức xạ dự đoán lớn nhất không vượt quá 10 %.

Nếu không có thông tin nào khác, phải xét đến điều kiện khí quyển sau đây: tốc độ gió là 10 m/s và độ ẩm tương đối là 50 %.

Mô hình 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 L), phải 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 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 phân tán hơi bằng cách làm ẩm đám mây khí sử dụng bọt hoặc phun nước dạng sương;
- Tăng khoảng không gian giữa các thiết bị;

## **TCVN 8611:2010**

- 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**

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 đánh giá mối nguy hiểm.

Quản lý an toàn trong quá trình thiết kế và xây dựng phải bao gồm sự xem xét thiết kế và thường xuyên xem xét lại như trình bày tại 4.5.2 và 4.5.3.

#### **4.5.2 Thiết kế**

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

###### **a) Thiết kế thiết bị và đường ống ở nhiệt độ thấp**

Phải lựa chọn áp suất và nhiệt độ thiết kế của đường ống và thiết bị sao cho đáp ứng tất cả các điều kiện vận hành và sự cố dự đoán trước. Các tài liệu thích hợp được liệt kê trong TCVN 8610 (EN 1160).

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. Phải xem xét các hiện tượng vật lý như là: búa chất lỏng, tạo bong bóng, bay hơi nhanh và dòng chảy hai pha. Có thể áp dụng những gợi ý trong Điều 9. Đường ống chính được khuyến cáo duy trì ở điều kiện lạnh, ví dụ bằng cách tuần hoàn LNG, cách nhiệt.

###### **b) Phân loại vùng nguy hiểm**

Tất cả các lắp đặt đều phải qua phân tích vùng nguy hiểm. Nội dung tham khảo cho loại phân tích này phải tuân theo tiêu chuẩn liên quan (EN 1127-1 và EN 60079-10).

Hình dạng và quy mô của mỗi vùng 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. Cần phải tham chiếu TCVN 8613 (EN 1532) 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 các vị trí này và phải tuân theo EN 1127-1 và bộ tiêu chuẩn EN/IEC (phần 0 đến 25).

###### **c) Bảo vệ quá áp bên trong**

Phải cung cấp 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 máy hóa hơi, 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 mỗi nguy hiểm.

Nếu áp suất xả cao và thấp được dẫn tới cùng một hệ thống thì phải tránh nguy cơ quá áp ngược. Nếu hiện tượng quá áp ngược xảy ra trong hệ thống xả áp suất thấp do xả áp suất cao, khi đó cần phải xem xét đến hệ thống đốt/xả khí riêng biệt cho xả áp suất cao và thấp.

#### **d) 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 chịu áp suất 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. Khi xả ra phải được chuyển tới 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 khác nhau, và cô lập các thiết bị nhạy cảm khi có yêu cầu. Điều này giúp giảm áp suất từng khu vực nhà máy, trong khi hạn chế được hydrocacbon vào trong vùng có đám cháy.

#### **e) 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 mỗi nguy hiểm, tự động đưa nhà máy trở lại điều kiện làm việc an toàn.

#### **f) Tính an toàn riêng**

Phải cung cấp các biện pháp bảo vệ tính an toàn riêng để:

- 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;

## **TCVN 8611:2010**

– 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 lượng hydrocacbon là nguồn chất gây cháy (bằng cách phân chia nhà máy thành các vùng cháy khác nhau và bằng các van cô lập).

Các biện pháp bảo vệ tính an toàn riêng được nêu chi tiết tại 13.1.

### **g) Chống giòn và chống cháy bị động**

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

- Bảo vệ thiết bị và cấu trúc nâng đỡ chính từ đám cháy cục bộ, giảm đến mức thấp nhất đám cháy lan rộng và gây nguy hiểm cho nhân viên xử lý sự cố;
- Bảo vệ bộ phận cấu trúc chính khỏi hư hỏng giòn gãy do giãn nở nhiệt cục bộ, gây nên sụp đổ toàn bộ cấu trúc.

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

### **h) 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 13.6.

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

Rò rỉ LNG và hydrocacbon lỏng như khí tự nhiên dạng lỏng (NGL) và chất làm lạnh 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 số lượng và khả năng xảy ra phát thải do sự cố và theo định kỳ những chất lỏng này.

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;
- Đường ống bố trí linh hoạt thích hợp để đáp ứng tất cả các điều kiện vận hành 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;

- Van xả, phải lắp đặt ở vị trí cuối đường ống nhằm giảm nguy hiểm tới mức thấp nhất; 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 niêm phong kín hoặc động cơ và máy bơm chìm cho LNG và LPG;
- 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 khoáng 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 đóng ngắt khẩn cấp ESD (xem Điều 14)

#### **j) 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 đường ống LNG và hydrocacbon phải được đưa vào nội dung trong đánh giá 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 tràn phải cho thoát xuống bồn hứng chất lỏng tràn có chất tạo bọt hoặc biện pháp khác để kiểm soát quá trình tăng cường bay hơi.

Phải áp dụng phương án dự phòng thu hồi nước được nêu tại 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 sau động đất OBE (xem quy định trong 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.



## **TCVN 8611:2010**

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 đóng ngắt khẩn cấp và bồn chứa LNG phụ được phân loại nhóm A.
- **Nhóm B:** các hệ thống thực hiện chức năng quan trọng đối với vận hành nhà máy hoặc hệ thống mà sự cố gây, 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. Thiết bị tồn chứa LNG chính gồm tất cả các loại 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. Phải thiết kế kết cấu theo phân loại của bộ phận quan trọng nhất trong hệ thống mà kết cấu đó giá 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 nguyên 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 lại**

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

Việc đánh giá lại phải tối thiểu bao gồm:

- Phân tích mối nguy hiểm sơ bộ;
- Đánh giá lại việc bố trí mặt bằng;
- Đánh giá rủi ro vận hành (HAZOP - hazard and operability);
- Đánh giá lại công tác bảo dưỡng và khả năng thực hiện;
- Đánh giá lại mức độ nguyên 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 Chuẩn bị vận hành nhà máy**

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

- Đào tạo nhân lực, theo đề cương trong 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.

#### **4.6.2 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 Cơ sở vật chất tại 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 quá trình giao nhận giữa tàu và cảng, và cũng là nghiên cứu chi tiết để xác định vị trí nhiều khả năng được lựa chọn nhất trong giai đoạn thiết kế đầu bài của dự án. Xác định vị trí nào được chấp nhận trong từng hoàn cảnh cụ thể phải theo đánh giá rủi ro thực tế đã xảy ra trong quá trình vận hành tại vị trí lân cận và giao thông trong bến cảng.

Các điều khoản trong TCVN 8613 (EN 1532) phải được áp dụng trong thiết kế cầu tàu và giao nhận giữa tàu và cảng. Tham khảo thêm các tài liệu quốc tế liên quan khác.

### **5.3 Thiết kế kỹ thuật**

Phải áp dụng tiêu chuẩn phù hợp về kết cấu công trình biển để lựa chọn thông số thiết kế liên quan và xác định phương pháp tính toán lực phát sinh trên 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 vận hành như neo buộc tàu, giao nhận hàng, các phương tiện giao thông qua lại khi xây dựng, vận hành, bảo dưỡng.

Phải có nghiên cứu về khả năng tương thích để đảm bảo công suất của các tàu sẽ neo đậu an toàn tại kho cảng [xem TCVN 8613 (EN 1532)].

## **TCVN 8611:2010**

Trong thiết kế phải xem xét khả năng LNG tràn, 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 giòn kết cấu thép cacbon, hoặc các biện pháp thích hợp khác có thể được xem xét.

Phòng điều khiển cầu tàu phải 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 thiết bị điều khiển ngắt khẩn cấp, thiết bị xả áp 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 giám sát điều kiện thời tiết, biển, vị trí tàu, độ căng của dây neo buộc tàu.

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 sẽ tự động khởi động thiết bị ngắt 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 điện thoại hoặc liên kết dữ liệu cáp quang. Có thể chấp nhận hệ thống kết nối khí nén như là phương án dự phòng.

Phải sử dụng hệ thống giao nhận chuyên dụng cho công trình biển để giao nhận LNG giữa tàu và cảng, đi kèm với khớp nối ngắt khẩn cấp vận hành bằng động cơ 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.

Trên cầu tàu bên cạnh đường ô tô vào, có thể bố trí lối đi bên cạnh nếu cần thiết.

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 (EN 1532).

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 theo TCVN 8615-1 (EN 14620-1).

## 6.2 Các loại bể chứa

Các loại bể chứa đáp ứng yêu cầu nêu trong 6.3.1 được quy định trong TCVN 8615-1(EN 14620-1):

- Bể chứa kim loại hình trụ đơn;
- Bể chứa hình trụ kép, lớp trong bằng kim loại, lớp ngoài bằng bê tông hoặc kim loại;
- Bể chứa tổ hợp, hình trụ, lớp trong bằng kim loại, lớp ngoài bằng bê tông hoặc kim loại;
- Bể chứa bê tông hình trụ dự ứng lực có vách kim loại bên trong.

Có thể chấp nhận các loại bể chứa khác với điều kiện tính an toàn của các loại bể chứa đó được chứng nhận là phù hợp với quy định nêu tại 6.3.1. Ngoài ra còn có các loại bể chứa khác:

- Bể chứa bê tông hình trụ chịu nhiệt độ siêu lạnh: lớp trong bằng bê tông, lớp ngoài bằng bê tông dự ứng lực;
- Bể chứa hình cầu.

Các loại bể chứa khác nhau được mô tả trong Phụ lục H.

Bể chứa có thể được đặt nổi ở trên mặt đất, hoặc nửa ngầm, hoặc chôn ngầm dưới đất, hoặc đặt trong hầm. Móng bê 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.

## 6.3 Nguyên tắc thiết kế

### 6.3.1 Yêu cầu chung

Đối với thiết bị mà áp suất thiết kế lớn hơn 50 mbar phải đáp ứng các yêu cầu của các tiêu chuẩn đang áp dụng cho việc thiết kế bồn chứa chịu áp lực (xem EN 13445).

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 nhiệt độ siêu lạnh 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 tồn chứa LNG trong tiêu chuẩn này.

Bể chứa LNG hình cầu thường sử dụng trên phương tiện chuyên chở LNG (Quy phạm IMO) và có thể sử dụng nguyên tắc thiết kế giống như vậy cho bể chứa trên bờ.

Phải thiết kế bể chứa LNG để:

- Tồn chứa chất lỏng an toàn ở nhiệt độ siêu lạnh;
- Cho phép nạp và xả LNG an toàn;

## TCVN 8611:2010

- Cho phép xả khí bay hơi một cách an toàn;
- Tránh sự xâm nhập của không khí và hơi ẩm, trừ trường hợp bất khả kháng, để tránh điều kiện chân không trong không gian hơi;
- Giảm đến mức thấp nhất công việc sinh nhiệt ở chỗ rò rỉ, phù hợp với yêu cầu vận hành và tránh đóng tuyết;
- Chống chịu được thiệt hại 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 theo kế hoạch trong thiết kế.

### 6.3.2 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 yêu cầu 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 đánh giá mối nguy hiểm (xem 4).

Độ kín LNG của bồn chứa chính phải được đảm bảo bằng tấm hàn liên tục, vách hoặc bê tông chịu nhiệt độ siêu lạnh dự ứng lực 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;
- 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 tổ hợp, phải áp dụng các yêu cầu sau đây cho bồn chứa phụ:

- Nếu làm bằng kim loại, phải là loại chịu lạnh;
- Nếu làm bằng bê tông dự ứng lực, nhiệt độ của của cáp dự ứng lực phải duy trì phù hợp với độ lớn của cột áp suất thủy tĩnh lớn nhất. Tính toán trên cơ sở giả định nhiệt độ của LNG tác dụng trực tiếp lên bề mặt trong của bồn chứa, bao gồm cả lớp cách nhiệt, nếu có.

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).

### **6.3.3 Liên kết bể chứa**

Phải thiết kế liên kết bên ngoài để tiếp nhận tải trọng từ đường ống trong và bên ngoài bể chứa, nếu có.

Đường ống vận chuyển môi chất và khí đưa vào bồn chứa phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Đưa môi chất vào phải không được gây ra sự gia tăng nhiệt;
- Trường hợp đưa môi chất vào có thể chịu sự co ngót và giãn nở nhiệt nhanh; nếu cần thiết liên kết bên trong phải được gia cố và liên kết bên ngoài phải được thiết kế để truyền tải trọng đường ống bên ngoài đến hệ thống giãn nở nhiệt bù trừ;
- Không có đường ống xuyên qua 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 bồn chứa bên trong và tấm chắn bên ngoài để đuổi không khí ra ngoài trước khi chạy thử và đuổi hết LNG ra ngoài bồn chứa để 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 để lấy máy bơm chìm ra bảo dưỡng.

Thiết kế phải tránh hiệu ứng siphông.

### **6.3.4 Lớp cách nhiệt**

Phải lựa chọn vật liệu cách nhiệt theo TCVN 8610 (EN 1160)

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.

Cách nhiệt chân đế được lắp đặt bên dưới đáy bồn chứa chính để giảm truyền nhiệt từ nền móng, và do vậy có thể giảm đến mức thấp nhất việc cấp nhiệt cho nền đất, nếu yêu cầu, để tránh đóng tuyết.

Phải thiết kế và xác định chi tiết cách nhiệt chân đế để có thể chống chịu các loại tổ hợp tác động được nêu trong TCVN 8615 (EN 14620).

Phải xem xét sự giãn nở nhiệt của các bộ phận, do vậy lớp cách nhiệt lắp đặt bên ngoài bồn chứa chính, khi nó được làm bằng perlite giãn nở, có thể được bảo vệ, ví dụ tấm lót bông thủy tinh dùng để bù sự thay đổi đường kính của bồn chứa chính.

Lớp cách nhiệt của bể chứa vách phải chịu được tải trọng thủy tĩnh.

## **TCVN 8611:2010**

Lớp cách nhiệt của bể chứa hình cầu phải ở bên ngoài hình cầu và không chịu tác động thủy tĩnh 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. Phải xem xét các điều kiện liên quan (khí quyển, đất đá, thiết kế,...) khi tính toán chiều dày.

Trường hợp bồn chứa nằm trên mặt đất, tốc độ gió tối thiểu phải xem xét là 1,5 m/s.

### **6.3.5 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 đùn 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. Phải bố trí hệ thống chống nâng sàn, nếu yêu cầu.

### **6.4 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 liên quan tới sự thoái hóa 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 đủ dẻo và ít nhạy cảm với thiệt hại cục bộ;
- Cung cấp đường ứng suất đơn giản với tập trung ứng suất nhỏ;
- Phù hợp với điều kiện giám sát, bảo dưỡng, sửa chữa.

Thiết kế phải giảm đến mức thấp nhất sự biến chất của cốt thép hoặc bê tông để tránh giảm tính toàn vẹn cấu trúc của bồn chứa trong tuổi thọ thiết kế.

## 6.5 Nền móng

Nền móng được thiết kế để tránh sụt lún không đều mạnh hơn giới hạn cho phép của hệ thống móng bè.

Phải thiết kế nền móng sao cho tránh được việc đóng tuyết bằng cách bố trí các tấm chân đế hoặc dùng hệ thống gia nhiệt. Nếu dùng hệ thống gia nhiệt thì phải có khả năng sửa chữa hoặc thay thế và đảm bảo dự phòng 100 %.

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 để giảm hậu quả của động đất. Chúng phải thay thế được mà không làm dừng hoạt động của bồn chứa.

Móng bè có thể được nâng lên cao, nằm trên mặt đất, lấp đất một nửa hoặc chôn ngầm.

Khi móng bè được nâng lên cao, khoảng trống còn lại phải đủ rộng cho phép thông gió tự nhiên để duy trì nhiệt độ mặt dưới của móng bè không lạnh hơn 5 °C so với nhiệt độ khí quyển. Thiết bị báo rò rỉ khí phải được lắp đặt tại khoảng trống dưới đây để kiểm soát sự có mặt hoặc tích tụ khí rò rỉ. Ảnh hưởng của hiện tượng quá áp do cháy phải được đánh giá và làm giảm nhẹ.

Bể chứa hình cầu đặt trên nền đá cứng không cần trang bị thiết bị gia nhiệt nếu mặt đất có hệ thống thoát nước đúng cách và khoảng trống giữa lớp vỏ cách nhiệt và lớp đá được thông gió tốt.

## 6.6 Thiết bị đo

### 6.6.1 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 trang bị ở các nhà máy điều hòa LNG nếu các điều khoản ghi trong TCVN 8610 (EN 1160) được xem xét để tránh tạo cuộn xoáy).

Thông thường, độ tin cậy của những biện pháp đo này được 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 bảo dưỡng yêu cầu tháo dỡ thì phải có dự phòng đầy đủ;
- 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;



## **TCVN 8611:2010**

– 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.

### **6.6.2 Mức chất lỏng**

Khuyến cáo sử dụng thiết bị báo mức độc lập, có độ chính xác cao làm phương tiện 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 thao tác các hoạt động. Thiết bị này cụ thể phải cho phép:

- 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; phát hiện phải kích hoạt chức năng ngắt khẩn cấp (ESD) đối với bơm và van nạp liệu trên đường nạp liệu và tuần hoàn khép kín.

### **6.6.3 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 và máy bơm bị dừng hoạt động và nếu cần thiết khi tăng áp suất phá chân không được bơm vào bằng 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.

### **6.6.4 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 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).

### **6.6.5 Tỷ trọng**

Tỷ trọng LNG phải được kiểm soát ở tất cả các độ sâu.

## 6.7 Áp suất và bảo vệ chân không

### 6.7.1 Yêu cầu chung

Các loại tốc độ dòng chuẩn được xem xét để xác định kích cỡ vòng tuần hoàn chất lỏng sôi và van xả áp suất được quy định trong Phụ lục B. Những tốc độ dòng tham khảo này được áp dụng cho từng bồn chứa riêng biệt. Phải tính toán đủ khoảng chênh lệch dự phòng giữa áp suất vận hành và áp suất thiết kế của bồn chứa để tránh xả áp suất không cần thiết.

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

Phần này không đề cập đến phương pháp thu hồi khí bay hơi (ví dụ như hóa lỏng lại, nén). Không gian hơi trong bể chứa phải được kết nối với đốt/xả khí (xem 11), van an toàn (6.7.3), hoặc có thể kết nối với màng nổ (6.7.4), những thiết bị này có khả năng xả khí vì bất kỳ các nguyên nhân sau 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.

### 6.7.3 Van xả áp

Bể chứa phải được lắp các van quá áp, có thêm một van dự phòng (theo lý thuyết n+1), xả trực tiếp ra ngoài khí quyển, ngoại trừ ở những nơi khi phát thải hơi trong trường hợp khẩn cấp dẫn đến tình huống không mong muốn được nêu tại 4.5.2.1.c. Trong trường hợp này, các van phải được nối với mạng lưới đốt/xả khí. Lưu lượng tối đa xả ra ở áp suất vận hành tối đa chính là lưu lượng khí do nhiệt cấp từ đám cháy hoặc do 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;

## **TCVN 8611:2010**

- Hồng van điều khiển;
- Cuộn xoáy, trong trường hợp không có thiết bị dự phòng (xem 6.7.4).

### **6.7.4 Mànng nổ**

Nếu các tính toán về van quá áp hoặc hệ thống đốt/xả khí không tính đến trường hợp cuộn xoáy, phải lắp đặt mànng nổ hoặc thiết bị tương đương kể cả phải áp dụng các biện pháp bổ sung (như chính sách quản lý hàng tồn kho, nhiều loại đường nạp nhiên liệu).

Mànng nổ có thể sử dụng để bảo vệ bể chứa không bị quá áp. Thiết bị này được xem như biện pháp cuối cùng để bảo toàn bể chứa thông qua việc hy sinh độ kín khí một cách tạm thời.

Mànng nổ được thiết kế sao cho:

- Có thể thay thế khi hỏng;
- Mảnh vỡ không rơi vào trong bồn chứa;
- Mảnh vỡ không gây hư hỏng cho bất kỳ bộ phận nào của bồn chứa.

Các lỗ thủng trên mànng phải tác động làm tự động ngắt tất cả các máy nén khí bay hơi.

Phải cung cấp các phương tiện để kiểm tra sự toàn vẹn của mànng.

### **6.7.5 Chân không**

#### **6.7.5.1 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.

Vì khi cấp không khí vào 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.

#### **6.7.5.2 Hệ thống phun khí**

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

#### **6.7.5.3 Van xả chân không**

Bể chứa phải được lắp các van xả chân không, lắp thêm một van dự phòng (nguyên tắc n+1). Lưu lượng tại áp suất âm lớn nhất phải đạt 110 % lưu lượng yêu cầu để giảm nhẹ các nguyên nhân sau:

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

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

### 6.8.1 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 6.3.2).

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.

### 6.8.2 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.

### 6.8.3 Vật liệu

Vật liệu làm hệ thống ngăn tràn phải là loại không thấm LNG. Độ dẫn nhiệt của vật liệu ảnh hưởng đến tốc độ hóa hơi của chất lỏng tràn. 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 đánh giá mối nguy hiểm (xem 4.4). Lớp cách nhiệt cho hệ thống này phải được thiết kế theo EN 1169 và EN 12066.

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.

### 6.8.4 Thu hồi nước

Khu vực ngăn LNG tràn trong đó có thể thu gom nước mưa hoặc nước chữa cháy phải bao gồm các phương tiện thoát nước đảm bảo rằng thể tích yêu cầu luôn được duy trì tránh làm nổi bồn chứa.

Nước được xả xuống bồn hứng chất lỏng tràn trong phạm vi khu vực ngăn tràn và thải ra ngoài qua bơm thoát nước. Bơm phải ngừng hoạt động ngay khi phát hiện thấy LNG rò rỉ.

### 6.8.5 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 % sức chứa thể lỏng 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 xác định trong đánh giá mối nguy hiểm.

Nếu khoảng cách từ mép tường ngăn cách bể chứa quá 15 m, 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 đánh giá mối nguy

## **TCVN 8611:2010**

hiểm tại 4.4. Bồn hứng chất lỏng tràn phải đủ khả năng thu gom rò rỉ từ đường ống dẫn LNG bao gồm 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 đối với thiết bị liên kề phải liên quan đến đánh giá mối nguy hiểm và mức thông lượng bức xạ nhiệt được nêu trong Phụ lục A.

Thêm vào đó, phải xem xét đến phương tiện hạn chế hóa hơi và giảm tốc độ cháy của vũng chất lỏng tràn bắt lửa và hậu quả.

### **6.9 Thiết bị an toàn**

#### **6.9.1 Thiết bị chống cuộn xoáy**

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

- Hệ thống nạp nhiên liệu 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;

Các biện pháp phòng ngừa trong vận hành có thể được sử dụng như là:

- Tránh tồn chứa LNG có tính chất quá khác biệt trong cùng bồn chứa;
- Quy trình nạp nhiên liệu thích hợp, có xem xét đến tỷ trọng tương ứng của LNG;
- Xử lý cụ thể đối với LNG chứa nitơ với nồng độ phần mol cao hơn 1 %;
- Sử dụng hoán đổi bồn chứa để tránh ứ đọng LNG lưu kho.

Thiết kế bể chứa có thể dựa trên phần mềm hợp lệ mô phỏng hoạt động của LNG trong bồn chứa, phần mềm có tích hợp giai đoạn nạp và xả nhiên liệu. 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.

#### **6.9.2 Bảo vệ chống sét**

Bồn chứa phải được bảo vệ chống sét theo 12.2.

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

##### **6.9.3.1 Độ tin cậy**

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

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

#### 6.9.3.2 Giám sát kết cấu

Thiết bị dùng để giám sát điều kiện 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 điều kiện chung của kết cấu bồn chứa được trình bày dưới đây.

#### 6.9.3.3 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 chứa tổ hợp và/hoặc bể vách 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. Bố trí các cảm biến phải đủ để phát hiện bất kỳ rò rỉ nào và giám sát được biến thiên nhiệt độ.

#### 6.9.3.4 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 liên tục ghi lại.

#### 6.9.3.5 Giám sát lún

Việc giám sát lún nền móng phải được thực hiện trong quá trình thử thủy lực và khuyến cáo giám sát trong vận hành.

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

## **TCVN 8611:2010**

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

### **6.9.3.7 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.

## **6.10 Đường ống bể chứa**

### **6.10.1 Đường ống làm lạnh**

Phải có hệ thống xả lạnh để tránh chất lỏng lạnh đổ xuống đáy bể chứa ấm. Có thể thực hiện bằng cách sử dụng ống nổi hoặc đĩa lỗ.

### **6.10.2 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.

## **6.11 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.

## **6.12 Chạy thử và dừng hoạt động nhà máy**

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

- Phải thiết kế hệ thống xả cho phép làm tro 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 tro phần không gian này;
- Đường ống làm mát phải được thiết kế như trong 6.10.1;
- Bồn chứa chính đơn lẻ 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 6.6.4 và 6.9.3.3);
- 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 6.6.3). Phải giám sát chênh lệch áp suất thực tế trong suốt quá trình chạy thử và dừng hoạt động nhà máy.

## **6.13 Thử nghiệm**

Thử nghiệm phải tuân theo TCVN 8615 (EN 14620).

## **7 Bơm khí thiên nhiên hóa lỏng**

### **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:

- ISO 9906;
- EN 12162;
- ISO 13709.

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:

- EN 61800;
- EN 12483.

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 8610 (EN 1160).

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.



## **TCVN 8611:2010**

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 Sự hóa hơi của LNG**

### **8.1 Yêu cầu chung**

#### **8.1.1 Chức năng**

Chức năng của thiết bị hóa hơi 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 8610 (EN 1160). Vì thiết bị hóa hơi tiếp xúc với chất tải nhiệt nên phải áp dụng một trong hai yêu cầu sau:

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

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

Phải thực hiện phân tích sơ lược để kiểm tra nguy cơ lan truyền lạnh trên đường ống hạ nguồn của thiết bị hóa hơi (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 máy hóa hơi chống lại tác động hóa lý từ chất tải nhiệt, lớp phủ này phải ổn định ở cả nhiệt độ LNG và nhiệt độ cao nhất của chất tải nhiệt.

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

Nhà sản xuất thiết bị hóa hơi 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 hơi

Tại đầu ra của thiết bị hóa hơi, phải lựa chọn vật liệu đường ống theo nhiệt độ thấp nhất có thể. 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;
- Biến đổi nhiệt trước khi ổn định nhiệt độ;
- Tổn thất nhiệt độ do sự giãn nở khí ở nơi có áp suất thấp hơn.

Vật liệu phải là:

- Thép không gỉ austenit cho đến van cô lập, van này được đóng lại trong trường hợp nhiệt độ khí thấp dưới ngưỡng quy định;
- Thích hợp với nhiệt độ có thể xuống thấp nhất ở cuối van cô lập trước khi van đóng lại.

#### 8.1.5 Ổn định/Rung động

Thiết bị hóa hơi 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, thiết bị hóa hơi có khả năng bị cô lập phải 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:

- Khu vực hóa hơi chứa LNG tại nhiệt độ làm việc;
- Van cô lập của khu vực hóa hơi được đóng và giả định có bộ phận làm kín;
- 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 tổng hệ kín được biết, còn lại thì hệ số truyền nhiệt phải dựa trên hoạt động thông suốt (trở lực bằng không/không có tắc nghẽn) và dựa trên lưu lượng dòng chảy LNG.

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/xả khí.

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

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

- Lưu lượng nhỏ nhất, lớn nhất;
- Nhiệt độ đầu ra nhỏ nhất;
- Tổn thất áp suất lớn nhất;

## TCVN 8611:2010

- Lưu lượng khí nhiên liệu lớn nhất hoặc lưu lượng chất tải nhiệt lớn nhất và công suất yêu cầu;
- Áp suất nhỏ nhất để đảm bảo công suất định mức.

### 8.2 Điều kiện thiết kế

Thiết bị hóa hơi 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 hơi

Các yêu cầu cụ thể cho thiết kế một số loại thiết bị hóa hơi 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;
- Hệ thống phòng 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);
- Hệ thống khí thiên nhiên được sử dụng như là khí nhiên liệu cho nhà máy, khí đốt cấp cho nhà bếp, khí dùng để giã 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 đang ở chế độ sẵn sàng hoạt động).

### 9.2.4 Hệ thống phụ trợ

Hệ thống phụ trợ, tùy thuộc vào loại nhà máy, bao gồm:

- Nước, dầu hoặc chất tải nhiệt được sử dụng như là nguồn gia nhiệt hoặc để làm mát;
- Hệ thống khí nitơ phục vụ bảo dưỡng, dùng cho phòng thí nghiệm và cho các mục đích đặc biệt như là:
  - + Làm trơ đường ống và thiết bị;
  - + Làm khô đường ống và thiết bị như là giàn giao nhận, giếng bơm,...;
  - + Nén vào các bình chứa chịu áp lực loại nhỏ 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 làm sạch không gian cách nhiệt bên ngoài bồn chứa chính của bồn chứa LNG;
- Hệ thống không khí:

## **TCVN 8611:2010**

- + Không khí điều khiển thiết bị;
- + Không khí nén dùng cho hộp điều khiển điện;
- + Không khí dùng cho bảo dưỡng;
- + Không khí dùng cho hô hấp;
- Hệ thống cung cấp trên phương tiện chuyên chở LNG:
  - + Ni tơ lỏng;
  - + Nhiên liệu than 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 tránh thiệt hại do băng giá bằng cách cô lập, khoanh vùng giới hạn, tuần hoàn hoặc chôn lấp các hệ thống để bị ảnh hưởng.

### **9.2.5 Hệ thống phòng cháy**

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

- Hệ thống phun nước;
- Màn nước;
- Hỗn hợp nước/chất tạo bọt đậm đặc để sinh bọt;
- Bột hóa chất 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 9.2.

Hệ thống đường ống phải tuân theo EN 13480.

### **9.3.2 Đặc tính dòng chảy**

Phải thiết kế đường ống đảm bảo dòng chảy êm ả 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.

Phải thực hiện tính toán tổn thất áp suất để kiểm tra điều kiện áp suất yêu cầu cho việc vận hành đúng cách hệ thống bơm dùng cho giao nhận LNG trên tàu, nạp nhiên liệu vào bồn chứa (ở nhà máy hóa lỏng) hoặc xuất nhiên liệu từ bồn chứa.

Tổn thất áp suất phải được tính toán bằng các phương pháp được công nhận (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: 150 % áp suất thiết kế;
- Hoặc thử khí nén: theo quy định PED, hoặc theo tiêu chuẩn được chấp nhận.

Đối với hệ thống 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 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.

Nếu thiếu những phân tích đó, 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; nếu cần thiết phải tháo van ra. 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 15.3.

Giá đỡ đường ống phải được kiểm tra 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 vệ sinh và lắp đặt lại thiết bị khi hệ thống được thử áp lực lại. 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 bộ phận trên đường ống

### 9.5.1 Yêu cầu chung

Phải lựa chọn vật liệu làm đường ống và phụ kiện theo điều kiện sử dụng. Ví dụ về những vật liệu này được nêu trong TCVN 8610 (EN 1160)

Phải xem xét hai trường hợp:

- Vật liệu thường xuyên hoặc không thường xuyên tiếp xúc với LNG;
- Vật liệu ngẫu nhiên tiếp xúc với LNG do 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 đánh giá mối nguy hiểm (xem 4.4.2.3), để phòng đặc biệt 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, 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 hydrocacbon tràn được thu gom hoặc tích tụ và đốt cháy, hoặc tại những nơi bị ảnh hưởng của đám cháy do hydrocacbon phun ra thành dòng do sự cố hoặc xả hydrocacbon.

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, phá hủy liên kết;
- 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 phải bảo vệ nhân viên thực hiện kiểm định, bảo dưỡng bên trong thiết bị. Sự 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 Mỗi nối đường ống

Mỗi 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 ISO 15614-1;
- Sử dụng thợ hàn đủ năng lực chuyên môn theo TCVN 6700 (ISO 9606);
- giám sát trước, trong và sau khi hàn theo EN 473.

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 mỗi nối bằng mặt bích đến mức thấp nhất đặc biệt đối với hoạt động bảo dưỡng. Nếu sử dụng loại mỗi nối này, phải lưu ý đặc biệt khi siết chặt bulông. Phải đặc biệt thận trọng khi thao tác với hệ thống lạnh, tránh rò rỉ trong quá trình làm lạnh, ví dụ tạo ứng suất trước cho bulông, vòng đệm lò xo.

Mặt bích và gioăng đệm loại PN phải theo EN 1092-1 và gioăng đệm đệm phi kim loại phải theo EN 1514-1.

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

Thiết kế giá đỡ và đường ống liên quan phải tính đến tải trọng dao động và sóng của dòng chảy trong đường ống.

### 9.5.2.4 Bù co ngót do lạnh

Tất cả hệ thống đường ống phải trải qua phân tích ứng suất sử dụng các tiêu chuẩn đường ống được công nhận. Phải áp dụng những biện pháp đặc biệt để bù 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°);



## **TCVN 8611:2010**

- Hệ thống có khớp nối.

Khuyến cáo không sử dụng khớp nối giãn nở dạng ống xếp.

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.

### **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 thể sử dụng ống mềm khi giao nhận giữa phương tiện chuyên chở LNG loại nhỏ và nhà máy LNG vệ tinh. Việc sử dụng ống mềm phải tuân theo đánh giá mối nguy hiểm (xem 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 thiết kế 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. Van lạnh phải có khả năng hoạt động ngay cả trong tình trạng băng tuyết;
- Khuyến cáo không sử dụng van có mối ghép dọc thân trong hệ thống lạnh;
- Van lắp đặt trong hệ thống độc hại và hydrocacbon lạnh được khuyến cáo phải ở dạng hàn nối hai đầu;
- Khuyến nghị các van hàn sử dụng cho hệ thống có nhiệt độ cao và nhiệt độ lạnh phải được thiết kế sao cho khi bảo dưỡng không cần phải tháo rời thân van khỏi đường ống;
- Van dùng cho 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 về thể tích đối với LNG hoặc chia nhỏ môi chất nguy hiểm trong trường hợp rò rỉ.

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

Không được sử dụng van ngắt khẩn cấp với vai trò một bộ phận trong hệ thống kiểm soát quy trình. Van ngắt khẩn cấp phải có cơ cấu khởi động khí nén hoặc thủy lực để dự phòng đảm bảo an toàn. Ưu tiên sử dụng cơ cấu khởi động lò xo hồi vị để dự phòng an toàn. Tuy nhiên nếu không thể sử dụng loại này thì phải sử dụng ắc quy có đủ năng lượng cho 3 hoạt động đơn lẻ. Cơ cấu khởi 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 thao tác ngắt khẩn cấp, xem 14.3).

Thời gian thao tác van ngắt khẩn cấp ESD phải phù hợp với giả định khi đánh giá 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 nối gây ra bởi đóng van ngắt khẩn cấp, đều được giữ trong giới hạn cho phép.

Phải lắp đặt van có nắp đậy dự phòng để mở rộng dùng cho hệ thống lạnh 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, phải được thử nghiệm và kiểm định chứng tỏ ở vị trí đó, thiết kế van không gây ra nguy cơ rò rỉ hoặc kẹt. Yêu cầu này không áp dụng cho van cô lập thiết bị đường kính nhỏ.

### 9.7 Van xả áp

Van xả áp suất thông thường phải được lắp đặt không có cách nhiệt.

Phải chọn kích thước van xả áp suất theo những gợi ý trong [3] và [10] bao gồm công thức tính toán 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 chứa LNG hoặc hydrocarbon lỏng khác không lưu thông. Yêu cầu phải có van xả áp suất tại những vị trí mà áp suất cao nhất của môi chất ở nhiệt độ môi trường, 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.

Xử lý vấn đề xả của van xả áp suất theo 4.5.2.1 c.

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. 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 an toàn cho phép.

### 9.8 Cách nhiệt

## **TCVN 8611:2010**

### **9.8.1 Yêu cầu chung**

Phải xác định chất lượng và loại vật liệu cách nhiệt theo các yêu cầu sau đây:

- Mức độ dễ cháy và mức độ hấp thụ khí;
- Độ nhạy cảm của vật liệu cách nhiệt với độ ẩm;
- Gradient nhiệt độ lớn;
- 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 ngưng tụ và/hoặc đóng băng;
- Bảo vệ nhân viên.

Cung cấp cách nhiệt bằng cách áp 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 9.8.3.

Khi cách nhiệt được đặt vào vị trí, phải chú ý đến:

- Mặt bích, để bố trí đủ không gian thao tác siết chặt và tháo bulông dễ dàng;
- những bộ phận chuyển động của đường ống;
- Giá đỡ và giá treo đường ống.

Không được đặt cách nhiệt vào vị trí trước khi kiểm định đường ống.

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

### **9.8.3 Đặc tính cháy**

Khi thiết kế hệ thống cách nhiệt nhiều thành phần, đặc tính cháy của tất cả thành phần bao gồm mattit, chất bịt kín, màng 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 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 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 cơ 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 mặt có nhiệt độ ẩm và lạnh đến giá trị nhỏ hơn ứng suất trượt tối đa cho phép, trong khi vẫn phải xem xét đến yếu tố an toàn.

#### 9.8.7 Xác định chiều dày

Phải tính toán chiều dày theo ISO 12241 và các yêu cầu sau đây:

- An toàn (phân loại kích cỡ van quá áp);
- Giới hạn bay hơi, giới hạn này được xác định vì các lý do khác nhau:
  - + Chi phí;
  - + Kích cỡ 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].

## TCVN 8611:2010

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

- Ở vùng ôn đới hoặc lạnh, sự ngưng tụ bề mặt ngoài có thể bị đóng băng, có thể dẫn đến quá trình lão hóa sớm của màng chắn hơi hoặc lớp phủ bảo vệ;
- Ở vùng ẩm ướt, một lượng lớn ngưng tụ có thể gây ra ăn mòn và ảnh hưởng xấu đến thực vật, tảo, sự sinh sôi vi sinh vật, dẫn đến đẩy nhanh quá trình lão hóa màng 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 khoảng 75 % 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 và với những điều kiện này tính toán phải thể hiện là 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 m/s</b>	<b>Độ ẩm tương đối %</b>	<b>Nhiệt độ °C</b>
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".

### 9.8.8 Độ dẫn nhiệt

Chiều dày 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 luôn luôn 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 (không được phép sử dụng các hợp chất CFC);
- 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 đặc khi xem xét đến yếu tố này phải lớn hơn trường hợp nhiệt độ gần với nhiệt độ môi trường, vì sự hấp thụ hơi ẩm lớn hơn nhiều.

Độ dẫn nhiệt sử dụng để tính toán chiều dày sẽ cần phải xem xét các vấn đề sau đây (xem ISO 10456):

- Lựa chọn vật liệu cách nhiệt;
  - + Độ kín hơi nước;
  - + Thay đổi về kích thước tại nhiệt độ siêu lạnh, đặc biệt là ở các vòng bù giãn nở;
  - + Sự làm hư hỏng;
- Lựa chọn và áp 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 hỏng, và nếu thiết bị bị hư hỏng, nghiên cứu 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 băng tuyết tan;
- Nguy cơ hư hỏng cơ khí
  - + Dẫm chân lên đường ống hoặc thiết bị;
  - + Thiết kế và chất lượng của các điểm 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 công việc khi thời tiết xấu;
- Nhiệt độ vận hành;
- Nhiệt độ làm việc thay đổi hoặc cố định;

## **TCVN 8611:2010**

– Tính phức hợp của công việc:

+ Số lượng cắt, khớp nối, van,...

### **9.9 Máng dẫn/đường dẫn ống**

Đường ống được sắp đặt trên máng dẫn hoặc đường dẫn. Hệ thống chính và hệ thống phụ trợ dẫn đường ống phải bố trí lộ thiên càng nhiều càng tốt để tránh giữ lại 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 13.2.1), LNG hoặc khí lạnh rò rỉ (xem 13.2.2) nếu 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**

Phải thiết kế hệ thống đường ống sao cho ngăn chặn bất kỳ rò rỉ nào do ăn mòn hoặc rỗ bề mặt đường ống. Phải lựa chọn vật liệu và hạn định ăn mòn cho phép theo 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 nguy cơ liên quan (xem 12.3 và 16.1).

## **10 Giao nhận khí thiên nhiên**

### **10.1 Hệ thống đo**

#### **10.1.1 Cơ sở**

Có thể yêu cầu đo lưu lượng cho mục đích giám sát giao nhận thương mại hoặc cân bằng vật chất. Độ chính xác của hệ thống đo đếm phải đáp ứng đủ mục đích sử dụng.

#### **10.1.2 Đo lưu lượng**

Phải thực hiện đo lưu lượng theo EN 1776.

Phải bảo vệ lưu lượng kế tuốc bin tránh hiện tượng vỡ máy lọc chính.

### **10.2 Chất lượng khí**

#### **10.2.1 Cơ sở**

Chất lượng khí xuất ra mạng lưới từ kho tiếp nhận 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 10.3 và Phụ lục N).

Khí tự nhiên được dẫn đến nhà máy LNG có thể bị yêu cầu loại bỏ một số tạp chất nhất định trước khi được hóa lỏng (tham khảo 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 trên đường ống và phương tiện hiệu chỉnh các thông số chất lượng khí được dự đoán có thể sẽ vượt ra 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 (như là khí bay hơi) hoặc thêm không khí/nitơ vào dòng khí có chỉ số Wobbe cao (như là LNG tồn kho lâu)

CHÚ THÍCH: 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 hiệu chỉnh 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 N.

## 11 Nhà máy xử lý và thu hồi khí bay hơi

### 11.1 Yêu cầu chung

Phải xây dựng trạm thu hồi khí bay hơi để thu gom LNG bay hơi do hấp thụ nhiệt tại những điểm rò rỉ và bay hơi nhanh khi nạp LNG vào bồn chứa hoặc xuất LNG cho các phương tiện chuyên chở.

Hơi LNG phải được tái hóa lỏng, sử dụng như là nhiên liệu khí, hơi từ phương tiện chuyên chở LNG (chỉ áp dụng tại các kho cảng), được nén trở lại chuyển vào mạng lưới đường ống khí, hoặc được dẫn đến đốt/xả khí hoặc phát tán ra ngoài khí quyển.

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



## **TCVN 8611:2010**

Trạm thu hồi khí bay hơi thông thường bao gồm:

- Đường ống thu gom khí bay hơi;
- 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**

Phải thiết kế hệ thống thu hồi khí bay hơi sao cho không có 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 xả 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 hợp phần phải có tính chất chịu siêu lạnh (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 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 xả 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 có khả năng:

- 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, một phần trong chiến lược ngăn ngừa 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 nén tăng áp.

Đường ống phải có cùng đặc điểm 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 EN 13445 và phải được làm bằng vật liệu có tính chất chịu lạnh sâu, và phải được cách nhiệt.

#### 11.5 Máy nén khí

Phải trang bị máy nén để giới hạn áp suất cuối nguồn tránh nguy cơ vượt quá áp suất thiết kế tối đa tại các thiết bị lắp đặt cuối nguồn.

Máy nén khí phải được trang bị một dây van đóng ngắt kích hoạt bằng tay hoặc tự động, cho phép cô lập máy nén khí trong trường hợp xảy ra thiệt hại nghiêm trọng.

Phải bố trí đủ xả khí trên máy nén khí, như là hộp tay quay, nơi có thể xảy ra quá áp. Đường xả khí phải dẫn ra khu vực an toàn.

#### 11.6 Đốt/xả khí

##### 11.6.1 Yêu cầu chung

Nhà máy phải có hệ thống đốt/xả khí. Hệ thống này có hai chế độ: dòng bình thường và dòng sự cố

Tốc độ dòng bình thường do tất cả các chế độ vận hành mang lại, có thể là ổn định hoặc tạm thời, theo thiết kế hoặc thấp hơn công suất thiết kế, tuy nhiên vẫn đảm bảo mục đích thiết kế nhà máy ban đầu.

Tốc độ dòng sự cố là tốc độ dòng cao nhất do sự kiện mất kiểm soát và/hoặc không theo kế hoạch có thể xảy ra trong quá trình vận hành. Đó là tổng của tốc độ dòng bình thường và lưu lượng tổng cộng cao nhất liên quan đến các tình huống mất kiểm soát/không theo kế hoạch có khả năng xảy ra đồng thời.

## TCVN 8611:2010

Đánh giá mỗi nguy hiểm phải xác định tập hợp các sự kiện có thể xảy ra đồng thời mà không gây nguy hiểm kép (các sự kiện không liên quan xảy ra đồng thời).

Nếu vì lý do bất kỳ, một vài tình huống hoạt động dưới công suất thiết kế không được đưa vào trường hợp "tốc độ dòng bình thường" (ví dụ chạy thử, làm mát tàu chở LNG tại xưởng đóng/sửa chữa tàu), người thiết kế phải kiểm tra xem tốc độ dòng liên quan cộng với tốc độ dòng bình thường phải thấp hơn tốc độ dòng sự cố.

Các chế độ gây nên các dòng chảy này thay đổi đáng kể giữa các kho xuất và nhập LNG.

Mặt bằng bố trí hệ thống đốt/xả khí phải tuân theo mức độ dòng 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

Hệ thống được thiết kế xung quanh nhà máy không có đốt/xả khí liên tục, xem 4.2.4. Khi xảy ra sự cố, đốt/xả khí phải xả với lưu lượng dự tính một cách an toàn. Hai tốc độ dòng hiển thị, bình thường và sự cố được xác định và định nghĩa như sau:

- Tốc độ dòng bình thường là tổng của các tốc độ dòng nêu trong 6.7.2, không bao gồm cuộn xoáy và khí bay hơi do lấy nhiệt của thiết bị tiếp nhận LNG (đường ống, khoang xả đáy,...). Tốc độ dòng này là không liên tục.
- Tốc độ dòng sự cố cao hơn tốc độ dòng bình thường do sự kết hợp:
  - + Tốc độ dòng bình thường và tốc độ dòng tại đầu ra của van xả an toàn của một máy hóa hơi nêu trong 8.1.6, nếu được kết nối với cùng một hệ thống đốt/xả khí;
  - + Tốc độ dòng bình thường và tốc độ dòng tại đầu ra của van xả của một bồn chứa nêu trong 6.7.3, nếu được kết nối với cùng một hệ thống đốt/xả khí.

Đốt/xả khí phải được tính toán kích cỡ đáp ứng tốc độ dòng lớn nhất theo dự tính, như là tốc độ dòng sự cố. Nếu van xả áp của bồn chứa và thiết bị hóa hơi không được kết nối với hệ thống đốt/xả khí thì các chế độ dòng thay thế sẽ là cơ sở để xác định tốc độ dòng sự cố. Chế độ dòng thay thế có thể bao gồm một hoặc tất cả các mục sau đây:

- Tốc độ dòng bình thường, 6.7.2, không bao gồm cuộn xoáy;
- Nhập nhanh như nhập giảm áp;
- Một hoặc nhiều quá trình giao nhận LNG bất thường như là:
  - + Xuất LNG từ phương tiện chuyên chở LNG 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 đúng yêu cầu kỹ thuật không thể thu hồi được mà phải đốt/xả khí.

Xả khí áp suất cao có thể được dẫn tới đốt/xả khí riêng biệt, ví dụ tốc độ dòng từ van xả áp của một thiết bị hóa hơi trong trường hợp bị coi là tốc độ dòng sự cố.

### 11.6.3 Đối với kho xuất LNG

Đối với kho xuất LNG, có nhiều sự kiện gây nên tốc độ dòng sự cố cho hệ thống đốt/xả khí hơn so với kho tiếp nhận LNG. Những sự kiện này phải được liệt kê thành bảng tổng hợp để thiết lập chế độ dòng sự cố cho đốt/xả khí.

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

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 bố trí đốt khí áp suất thấp riêng biệt cho khu vực tồn chứa và giao nhận.

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

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

Hệ thống đốt khí khô dùng cho khí siêu lạnh.

Hệ thống đốt khí dùng cho khí chua đôi khi cũng được sử dụng.

## 12 Mạng điện và công trình phụ trợ

### 12.1 Thiết bị điện

#### 12.1.1 Yêu cầu chung

Tất cả các thiết bị điện, thiết bị đo đạc và hệ thống thiết bị đặt tại khu vực nguy hiểm (xem 4.5.2.1 b) phải tuân theo bộ tiêu chuẩn EN 60079 / IEC 60079 (xem Điều 2).

Phải tiến hành nghiên cứu để xác định phân loại IP yêu cầu đối với thiết bị điện được nêu trong EN 60529 và EN 60034-5.

#### 12.1.2 Nguồn điện chính

Nhà máy có thể sử dụng điện từ lưới điện địa phương hoặc xây dựng trạm 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 hai đường điện độc lập có thể gặp nhau hoặc xác định nơi có thể xảy ra nguy cơ cả hai nguồn cấp điện độc lập bị hỏng do cùng một nguyên nhân.

## **TCVN 8611:2010**

Đường điện cáp phải đảm bảo:

- a) Đủ công suất cho toàn bộ nhà máy;
- b) Cho phép khởi động động cơ có công suất lớn nhất của nhà máy vào bất kỳ thời điểm nào mà không gặp sự cố sụt áp ở cầu nối mạch hoặc ở các trạm động cơ khác.

Điện áp truyền tải trên lưới được hạ thế xuống điện áp sản xuất tại cổng nhà máy nhờ trạm biến áp. Trạm biến áp phải có đủ khả năng cấp điện cho nhà máy chạy hết công suất.

Nếu nhà máy có trạm phát điện riêng không kết nối với điện lưới, phải có một máy phát điện dự phòng có đủ khả năng cấp điện đủ công suất tiêu thụ cho toàn bộ nhà máy.

Nếu nhà máy có trạm phát điện riêng, phải có phương án dự phòng để khởi động nhà máy sau khi ngừng hoạt động hoàn toàn. Thường được gọi là "khởi động đen". Quy trình khởi động phải xem xét nhiên liệu thông thường cho máy phát điện có thể không sẵn có khi "khởi động đen".

Người thiết kế nhà máy phải xem xét yêu cầu phân tích sự ổn định của hệ thống điện, đặc biệt là với nhà máy sử dụng động cơ truyền động đa tốc độ. Phải xem xét ảnh hưởng của hiện tượng sụt áp tức thời.

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

Phải cung cấp nguồn điện khẩn cấp. Nguồn điện này được thiết kế sao cho vẫn duy trì toàn bộ các chức năng cần thiết đảm bảo an toàn cho người lao động và cơ sở vật chất 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 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.

Ít nhất nguồn điện khẩn cấp phải:

- Cung cấp điện cho một bơm kèm theo 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; phụ tải (thiết bị đo đếm công nghệ, thiết bị và hệ thống chữa cháy, an toàn, van vận hành cơ khí, phương tiện thông tin liên lạc, đèn cảnh báo, đèn chiếu sáng...);
- Khởi động và chạy máy bơm chữa cháy;
- Duy trì đủ điện cho bộ phân gia nhiệt sử dụng điện (nếu phù hợp) của bồn chứa LNG;
- Cung cấp điện cho hệ thống không khí và/hoặc nitơ nếu có yêu cầu về chức năng an toàn.

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

Người thiết kế phải bố trí nguồn điện cho các thiết bị chính để đảm bảo ngừng hoạt động an toàn và làm mát thiết bị.

#### 12.1.4 Bộ lưu điện UPS

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

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

#### 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 cho phép nhân viên rời khỏi nhà máy an toàn trong trường hợp điện và thiết bị chiếu sáng 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 các tiêu chuẩn IEC được công nhận và/hoặc các tiêu chuẩn (ví dụ [17] và [27]).

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

- Bồn chứa và các thiết bị phụ trợ;
- Hệ thống cần xuất nhập tại cầu tàu;
- Công trình xây dựng;
- Đốt và hệ thống xả khí.

#### 12.2.2 Nối đất

Việc nối đất phải tuân theo IEC 60364-5-54.

Thiết kế phải đảm bảo bảo vệ được con người và tránh chênh lệch điện thế giữa các bộ phận kim loại và tránh khả năng phát sinh tia lửa điện trong 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 catốt chống ăn mòn sử dụng lớp phủ thích hợp và/hoặc bảo vệ theo các tiêu chuẩn liên quan.

### 12.4 Đèn cảnh báo

## **TCVN 8611:2010**

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

Cầu tàu phải có đèn hoa tiêu theo quy định của vùng biển địa phương.

### **12.5 Cung cấp nước biển**

#### **12.5.1 Vật liệu**

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 gây ảnh hưởng đến nhu cầu nước cho trao đổi nhiệt và làm mát.

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

Phải cung cấp bộ lọc 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. Phải chuẩn bị các biện pháp ngăn chặn nếu được yêu cầu. Việc thải nước đã qua xử lý chống ăn mòn, chống tắc nghẽn bằng hóa chất phải tuân theo giấy phép 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 nước thải.

### **12.6 Trạm 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, CO<sub>2</sub>, mercaptan và hợp chất thơm.

Các thiết bị và quy trình phải đảm bảo cho 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 được yêu cầu.

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 này.

### **12.7 Khí công cụ (instrument air)**

Phải đảm bảo nguồn cung cấp khí công cụ đáng tin cậy. Phải dự phòng ít nhất hai máy nén khí, mỗi máy có đủ khả năng đáp ứng tổng nhu cầu tiêu thụ.

Phải đảm bảo cung cấp đủ khí công cụ trong thời gian tạm ngừng hoạt động để đưa nhà máy về trạng thái an toàn khi nguồn điện chính bị hỏng. Thời gian này ít nhất là 15 min. Điều này có thể thực hiện được bằng cách bố trí bình tích khí để tồn chứa lượng khí nén cần thiết.

Nếu máy nén khí công cụ dẫn động bằng điện, ít nhất một máy đủ khả năng cung cấp đủ tổng nhu cầu tiêu thụ phải được dẫn động bằng 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 công cụ phải độc lập với hệ thống không khí công nghiệp và khí nén bảo dưỡng.

### 12.8 Khí nhiên liệu

Nhà máy LNG có thể được trang bị hệ thống khí nhiên liệu. Tùy thuộc vào loại nhà máy, có các ứng dụng chính sau đây:

- Thiết bị hóa hơi gia nhiệt bằng đốt khí;
- Tuabin khí hoặc máy nén, máy phát điện dẫn động bằng khí;
- Nồi hơi và gia nhiệt;
- Khí phá chân không cho mục đích an toàn bồn chứa;
- Hệ thống đốt/xả khí và đuổi khí làm sạch.

Khí nhiên liệu sử dụng nội bộ trong nhà máy phải không pha mùi. Phải cung cấp hệ thống phát hiện rò rỉ theo 13.4.

### 12.9 Hệ thống nitơ

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

Các điều kiện công nghệ cụ thể như tái sinh rây phân tử hoặc quá trình phun nitơ như một cấu tử trong dòng sản phẩm có yêu cầu sử dụng nitơ chất lượng cao.

Nitơ được sử dụng chủ yếu cho:

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



## **TCVN 8611:2010**

Phải thiết kế đường ống nitor 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 8610 (EN 1160).

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

### **12.10 Công trình xây dựng**

Thiết kế và xây dựng công trình xây dựng phải tuân theo các yêu cầu của đánh giá mối nguy hiểm (xem 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:

- EN 1992-1-1;
- EN 1993-1-1;
- EN 1994-1-1;
- EN 1998-1.

Đối với hệ thống thiết bị điện của công trình xây dựng, có thể xem [11].

Nếu trong đánh giá mối nguy hiểm quy định thì các công trình xây dựng phải được giữ áp suất không đổi (xem hướng dẫn trong IEC 60079-13). Đường hút khí thông gió cưỡng bức cho công trình xây dựng phải được lắp thiết bị dò tìm và phát hiện khí để tắt quạt thông gió và ngăn chặn khởi động để tránh nguy cơ hút khí vào công trình xây dựng.

Phải thiết kế phòng điều khiển cho phép 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 phù hợp với dòng bức xạ có thể chiếu vào (xem 4.4.2.5 và Phụ lục A).

Nơi công trình xây dựng được thiết kế cho việc giải phóng quá áp, phải xem xét 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 Dự phòng đối với khoảng cách an toàn tối thiểu**

Khoảng cách an toàn phải được tính toán dựa trên sự cân nhắc mức bức xạ có thể của cháy và vùng phân tán của khí. Mức độ tiếp xúc được chỉ dẫn trong 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.

#### **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 được kiểm soát bởi một bản đánh giá vị trí công trường, xem 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 mô tả trong 4.4 có thể xảy ra. Thuật ngữ khu vực nguy hiểm được áp dụng đặc biệt cho các khu vực nêu trong 4.5.2.1 b).

Nhà máy LNG phải được bố trí sao cho việc xây dựng, vận hành, bảo trì, các thao tác khẩn cấp được thực hiện an toàn và phải tuân theo các quy định trong Đánh giá mối nguy hiểm tại 4.4.2.

Việc phân bố khoảng cách sẽ tính đến các yếu tố, cụ thể :

- Các mức thông lượng bức xạ;
- Đường bao giới hạn cháy dưới;
- Độ ồn;
- Hiệu ứng nổ.

Hướng gió chính cũng phải được xem xét trong việc bố trí mặt bằng nhà máy LNG. Nơi có khả năng, các công trình, các 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 đánh giá trên.

Phòng điều khiển trung tâm phải bố trí ngoài các khu vực chế biến 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 Đánh giá 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 diesel và máy phát điện khẩn cấp, đường dẫn không khí vào phải được bố trí ngoài khu vực 0 và 1. Các đường dẫn không khí vào phải được lắp đặt thiết bị phát hiện khí ga để tự động ngắt các thiết bị.

Khoảng cách giữa hai bồn chứa liền kề được quy định trong Đánh giá mối nguy hiểm. Khoảng cách này phải tối thiểu bằng một nửa đường kính của bồn chứa phụ lớn hơn.

Xem tham khảo hướng dẫn thêm về bố trí nhà máy tại [8], [9] và [48].

### 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 sẽ được thiết kế sao cho dễ nhìn nhất để hướng dẫn mọi người thoát từ vùng có độ nguy hiểm cao sang vùng độ nguy hiểm thấp hơn và phải xét đến tình trạng xảy ra hỗn loạn trong tình huống khẩn cấp. Người thiết kế phải tính đến yếu tố như khi LNG tràn thành “sương mù” do ngưng tụ ở độ ẩm khí quyển.

### 13.1.4 Không gian hạn chế

## **TCVN 8611:2010**

Khu vực bị giới hạn toàn phần hay cục bộ sẽ phải tránh càng xa càng tốt, cụ thể:

- Đường ống khí và LNG đang làm việc không được ở trong tình trạng bị bao bọc trong khi có thể tránh, ví dụ nơi có cầu đường bộ vượt qua đường chạy của ống;
- Khoảng trống ở dưới tấm đỡ của bồn nâng cao, nếu có, phải đủ cao để không khí có thể lưu thông;
- Nơi 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, cần phải thường xuyên bù lấp thêm cát.

### **13.1.5 Khả năng có thể tiếp cận trực tiếp đến van và thiết bị khác**

Phải quy định trong nhà máy các cách tiếp cận an toàn, đường, cầu thang và mặt sàn, như được quy định trong 4.5.3, phải được bố trí đầy đủ trong nhà máy.

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 EN 60079 / IEC 60079 theo Điều 2.

Các chứng chỉ yêu cầu phải được kiểm tra cẩn thận bởi một tổ chức độc lập.

### **13.1.7 Sự thu gom chất lỏng tràn, bao gồm việc lát nền trong khu vực nguy hiểm**

Hạn chế mức độ rò rỉ bằng cách:

- Hạn chế lượng có thể tràn ra do sự cố;
- Ngăn dòng tràn bằng thành ngăn và chứa vào khu 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 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 mà hệ thống phát hiện rò rỉ đưa ra khuyến cáo đóng nguồn rò rỉ, thì cần phải 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 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).

Sự tràn lỏng trong khu vực chế biến và giao nhận LNG phải được giới hạn trong vùng thu gom chất lỏng tràn và cho chảy về một bồn hứng.

Liên quan đến 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 con kênh mở.

Đối với khu vực chế biến LNG, hệ thống thu gom hoặc bồn hứng chất lỏng tràn phải đáp ứng được ít nhất 110 % tổng lượng chất lỏng trong thiết bị lớn nhất cùng với đường ống và thiết bị liên quan. Có thể phải tính toán sơ bộ con số này.

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), sức chứa của 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.

## 13.2 Bảo vệ thụ động

### 13.2.1 Chống cháy

Phải sử dụng biện pháp chống cháy bị động để bảo vệ các thiết bị như: van đóng ngắt khẩn cấp, thiết bị kiểm soát giới hạn an toàn, các bồn chứa hydrocacbon lỏng và các cấu trúc bê tông, 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. Thiết bị có khả năng nhận bức xạ nhiệt, giới hạn ngưỡng của nó được quy định trong Phụ lục A, trong thời gian đủ dài sẽ gây hỏng hóc thì phải được áp dụng biện pháp chống cháy thụ động. Biện pháp chống cháy thụ động phải bảo vệ được thiết bị trong khoảng thời gian xảy ra cháy, ít nhất phải bảo vệ được 90 min.

Chống cháy bằng lớp cách ly hay phương pháp ngập nước phải được áp dụng cho các bình chứa chịu áp suất, nơi nhận thông lượng bức xạ nhiệt vượt giá trị ngưỡng được quy định trong Phụ lục A, để tránh tình trạng các bình chứa bị hỏng hóc và giải phóng dòng sản phẩm quá nhiệt, có thể gây ra một vụ nổ gián nở hơi chất lỏng sôi (BLEVE), [xem TCVN 8610 (EN 1160)].

Bồn chứa LNG yêu cầu phải được bảo vệ khỏi bức xạ của một sự cố ít nhất là 90 min. Lớp cách ly có thể không thể bảo vệ được trong một thời gian dài, do vậy biện pháp dùng hệ thống ngập nước sẽ được sử dụng.

Việc tính toán ngập nước, lớp cách nhiệt cho các kết cấu chống cháy... như là biện pháp bảo vệ khỏi cháy sẽ 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:

- Sử dụng bê tông phun;

## **TCVN 8611:2010**

- Sử dụng vật liệu cách ly bằng sợi quặng, sứ, canxi silicat hoặc thủy tinh xenlulô;
- Các loại sơn chống cháy.

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**

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 chống giòn.

Biện pháp bảo vệ sẽ đạt được bằng một vật liệu thích hợp (bê tông, thép không gỉ,...) hoặc bằng vật liệu cách nhiệt bảo vệ thiết bị và kết cấu đỡ khỏi 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 xây xát.

Thiết bị và các chi tiết kết cấu đỡ phải được bảo vệ sao cho chức năng và hình dạng được bảo toàn và giữ nguyên vẹn trong suốt quá trình vận hành nhà máy.

### **13.3 Đảm bảo an ninh**

Bảo đảm 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 sẽ được lắp đặt với mục đích kiểm soát việc ra vào khu vực bất kỳ của nhà máy.

Nó có thể bao gồm đọc thẻ, hệ thống liên lạc nội bộ và thiết bị cảm ứng chống xâm nhập.

Hệ thống kiểm soát ra vào sẽ cân nhắc các mức truy cập khác nhau (phòng điều khiển, khu chế biến, các công trình chính,...).

Hệ thống kiểm soát ra vào phải được kết nối với truyền hình mạch kín để cho phép việc theo dõi từ xa.

### **13.4 Tự phát hiện và phát tín hiệu**

Hệ thống thiết kế để phát hiện các biến cố bất ngờ có thể xảy ra trong nhà máy.

Việc bố trí các thiết bị phát hiện phải luôn dự để tránh các báo động sai, giả mạo. Phải sử dụng phương án kỹ thuật bố trí kiểu biểu quyết.

Các biến cố có thể bao gồm:

- Động đất

Nơi thiết bị theo dõi xung động địa chấn được sử dụng, 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 chọn bởi người vận hành.

– Sự tràn LNG, rò khí, cháy và khói

Các hệ thống phát hiện có mục đích phát hiện nhanh và chính xác mọi sự cố tràn LNG, rò khí dễ cháy hoặc bất kì một mối hiểm họa cháy nào trong khu vực trạm.

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 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 sợi quang. Các bộ cảm biến phải được bảo vệ khỏi sự hư hỏng ngẫu nhiên.

+ Phát hiện khí dễ cháy

Thiết bị phát hiện 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 loại đường truyền mở.

Vị trí lắp đặt các thiết bị phát hiện, xem [27].

+ Phát hiện cháy

Các thiết bị phát hiện cháy phải được thử nghiệm ở 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

Thiết bị phát hiện nhiệt độ cao phải được sử dụng để bảo vệ van giảm áp của bồn chứa khỏi lửa và kích hoạt bộ chữa cháy nếu được trang bị.

Thiết bị phát hiện 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

Thiết bị phát hiện khói có thể là loại buồng ion hóa kép, hoặc loại có tính năng tương đương.

– Hộp nút ấn báo cháy bằng tay.

Điểm gọi phải được bố trí trong khu vực nguy hiểm, điển hình là những khu vực nhà máy được lắp đặt các thiết bị phát hiện khí gây nổ và phát hiện đám 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)

## **TCVN 8611:2010**

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 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 vận đường ống.

### **13.5 Hệ thống đóng ngắt 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), máy 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 của gió, nhiệt độ và độ ẩm tương đối, các lỗi hệ thống, sự thiếu 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 (hệ thống truyền hình mạch kín) (hệ thống truyền hình mạch kín), giúp đỡ người vận hành trong việc lựa chọn thao tác điều khiển thích hợp, như:

- Đóng ngắt hoặc cách ly hệ thống chu trình liên quan;
- Kích hoạt hệ thống chống cháy thích hợp từ xa;
- Hành động khẩn cấp với các phương tiện chữa cháy cơ động/xách tay.

### **13.6 Bảo vệ chủ động**

### 13.6.1 Quy định bảo vệ chủ động

Bảo vệ chủ động phải bảo gồm:

- Hệ thống nước chữa cháy chính với trụ nước chữa cháy và lăng giá chữa cháy;
- Hệ thống phun/tưới nước;
- Màn nước;
- Thiết bị tạo bọt;
- Hệ thống bột khô hóa học cố định;
- Xe chữa cháy;
- Bình chữa cháy xách tay và xe đẩy.

### 13.6.2 Hệ thống nước chữa cháy

Nước được dùng trong nhiều hệ thống chữa cháy, 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 tiêu cực đối với việc kiểm soát đám cháy. Khi xảy ra cháy 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 làm tăng độ bay hơi của LNG tràn do nước chữa cháy. 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. Phải bố trí các nguồn phát điện độc lập sao cho có thể vận hành hết công suất, trong trường hợp chỉ hoạt động một máy bơm.

Mạng lưới nước chữa cháy phải được lắp đặt trong toàn bộ khu vực nhà máy. Hệ thống cung cấp nước phải được thiết kế trong các trạm riêng biệt để trong trường hợp bảo dưỡng hoặc khi hỏng một trạm cấp nước, sẽ không ảnh hưởng đến việc cung cấp nước cho các trạm khác. Hai máy bơm không được hút nước từ mạng lưới từ một đường vào duy nhất.

Tất cả các mạng lưới này, bao gồm cả trụ nước chữa cháy phải được duy trì chủ yếu ở áp suất tối thiểu tại tất cả các điểm, ví dụ bằng phương pháp dùng các bơm nhồi hoặc một tháp nước.

Phải áp dụng phương pháp dự phòng đặc biệt để tránh mọi hư hỏng liên quan đến sự đóng băng; như là đánh dấu.

Hệ thống cung cấp nước phải có khả năng tạo áp suất vận hành cho hệ thống chữa cháy, lưu lượng nước không nhỏ hơn giá trị yêu cầu cho hệ thống chữa cháy liên quan đến rủi ro đơn lẻ mức độ cao



## **TCVN 8611:2010**

nhất nêu trong Đánh giá mối nguy hiểm ở 4.4, cộng thêm với lưu lượng 100 L/s cho các ống mềm. Lượng nước dự trữ chữa cháy phải là 3h.

Các nhà máy LNG (nhất là các bồn ngăn tràn) sẽ được trang bị hệ thống thoát nước với năng lực tương đương nước dùng bởi những hệ thống trên.

### **13.6.3 Hệ thống phun nước**

Điều quan trọng của việc làm mát các chi tiết thiết bị và lượng nước yêu cầu sẽ phụ thuộc vào việc đánh giá mối nguy hiểm (xem 4.4)

Khi được yêu cầu, các hệ thống phun nước sẽ phân phối nước đều trên bề mặt tiếp xúc. Với cách như vậy, thiết bị chịu ảnh hưởng bởi bức xạ sẽ không bị quá nhiệt cục bộ.

Tái tuần hoàn nước đã qua sử dụng có thể được cân nhắc nếu khả thi và phải phụ thuộc vào khả năng làm nguội của nó trong khi vẫn giữ cho các thiết bị hoạt động bình thường. Cần lưu ý rằng các vật liệu dễ cháy không bị tái lưu chuyển cùng với nước.

Lượng nước phun cho mỗi bộ phận phải được tính toán trên cơ sở dữ liệu thông lượng bức xạ đối với mỗi tình huống mô tả trong 4.4, sử 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 bảo vệ sự nóng lên do bức xạ.

Mục đích của hệ thống màn nước là làm giảm nhanh chóng nồng độ khí của đám mây hơi LNG, xuống thấp hơn giới hạn cháy dưới của khí trong không khí.

Màn nước trao đổi nhiệt với đám mây khí thiên nhiên lạnh thông qua sự tiếp xúc giữa hơi LNG và giọt nước nhỏ.

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 hơi trở nên nhẹ hơn, và dễ phân tán.

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 điều kiện khác nhau, ví dụ như đầu phun, áp suất nước, vị trí đặt đầu phun, khoảng cách giữa các đầu phun.

Màn nước được biết là có tác dụng làm giảm bức xạ nhiệt và phân tán đám mây khí. Tuy nhiên không thể sử dụng màn nước làm biện pháp bảo vệ chính.

#### **13.6.4.2 Đặc điểm và vị trí**

Vị trí màn nước được khuyến cáo bố trí theo yêu cầu ở 4.4.

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 cung cấp và lưu lượng

Lưu lượng nước được khuyến cáo bằng 70 L/(min.m) khoảng cách.

#### 13.6.5 Thiết bị tạo bọt

Bọt chống 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. Quy mô sử dụng bọt phụ thuộc vào việc đánh giá mối nguy hiểm, xem 4.4.

Thiết bị tạo bọt phải được thiết kế đặc biệt để có thể vận hành khi bị bao trùm trong đám cháy LNG, trừ khi thiết kế thiết bị tạo bọt được bảo vệ khỏi thông lượng nhiệt cao. Thiết kế của hệ thống phải tránh nước ở dạng lỏng chảy vào khu vực ngăn tràn.

Bọt được sử dụng phải là kiểu bọt khô tương thích và được kiểm nghiệm thích hợp với đám cháy LNG theo EN 12065. Độ giãn nở chuẩn phải bằng 500:1.

Bồn hứng LNG tràn hay khu vực ngăn tràn LNG phải thích hợp với các thiết bị tạo bọt cố định để có thể phản ứng nhanh và kích hoạt từ xa.

Lưu lượng bọt cho các bồn hứng và khu vực ngăn tràn LNG phải được xác định theo tiêu chuẩn EN 12065 để giảm bức xạ nhiệt, có tính toán đến khả năng xảy ra lỗi của một trong các thiết bị tạo bọt và tốc độ phá hủy bọt do 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).

Công suất bơm chứa chất tạo bọt tối thiểu được tính như sau:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Trong đó:

$$Q_1 = t \times r \times S$$

$t$  là thời gian cung phun chất tạo bọt, tính theo giờ (h), (tối đa là 48 h);

$r$  là độ phá hủy của chất tạo bọt, tính theo mét trên giờ (m/h) (ví dụ  $r = 0,11$  m/h);

$S$  là diện tích lớn nhất được che phủ, tính theo mét vuông (m<sup>2</sup>);

## **TCVN 8611:2010**

$Q_2$  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 bơm hết công suất trong khoảng thời gian 15 min;

$Q_3$  là lượng chất tạo bọt cần thiết cho lần tích lũy đầu tiên.

### **13.6.6 Thiết bị tạo bọt cơ động**

Những yêu cầu cho một thiết bị tạo bọt cơ động được quy định trong đánh giá mối nguy hiểm (4.4). Khi cần thiết, thiết bị tạo bọt cơ động nối với hệ thống cấp nước chữa cháy sẽ được trang bị ống vòi đủ để vươn tới vùng nguy hiểm xa nhất cần 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 vật liệu 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 khuấy trộn bề mặt chất lỏng.

Khuấy trộn bề mặt chất lỏng sẽ làm tăng tốc độ cháy do việc tăng 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 ngay lập tức và toàn bộ. 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 gây bốc cháy khí.

Lượng bột được khuyến cáo phải có đủ để cho phép chữa cháy lần hai trong trường hợp 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 bột phải tuân theo 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 phải được lắp đặt trong nhà máy LNG gần nơi có nguy cơ xảy ra rò rỉ hydrocarbon và LNG theo mức độ đánh giá mối nguy hiểm và thường gần những thiết bị sau:

- Các khu vực giao nhận sản phẩm (theo quy định trong TCVN 8613 (EN 1532));
- Các bơm LNG;

- Các van ESD;
- Các ống hút của bồn PSV (các hệ thống cố định).

### 13.6.8 Bình chữa cháy xách tay

Những loại bình chữa cháy được sử dụng:

- Bình chữa cháy loại bột 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 CO<sub>2</sub> trong tòa nhà liên quan đến điện và thiết bị đo kiểm.
- Bình chữa cháy loại bột khô trong khu vực chế xuất.

Các bình chữa cháy này phải tuân theo TCVN 7026 (ISO 7165) và TCVN 7027 (ISO 11601).

Các bình chữa cháy được bố trí tại các vị trí trọng điểm dọc theo các lối đi vòng hoặc sàn thao tác. Các bình chữa cháy phải đặt tại lối thoát hiểm từ nơi cháy để có thể dập tắt đám cháy.

### 13.6.9 Xe chữa cháy

Khi phương tiện chữa cháy LNG bên ngoài không sẵn có thì nhà máy phải được trang bị ít nhất một xe chữa cháy dự phòng trường hợp khẩn cấp.

Xe chữa cháy này phải được trang bị:

- Hệ thống bột thích hợp cho từng loại đám cháy;
- Bột khô, ít nhất là loại A-B-C.

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

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 thiết bị đo đếm của nhà xưởng nằm trong khu vực công nghệ.

Trong trường hợp phát hiện khí trong khu vực chế xuất, người vận hành trong phòng điều khiển phải điều khiển từ xa để tắt từ xa hệ thống thông gió và điều hòa không khí tại đó.

Trong trường hợp phát hiện được khí tại đường thông khí vào nhà xưởng, các quạt ngoài được kích hoạt và cửa xả khí được đóng để tránh sự xâm nhập của khí vào các phòng điện và phòng thiết bị đo kiểm, nơi nguy cơ bắt cháy có thể xảy ra.

### 13.7.2 Cabin chữa cháy/hộp vòi chữa cháy

## **TCVN 8611:2010**

Các thiết bị chữa cháy chứa trong các cabin phải:

- Hoàn toàn đồng nhất;
- 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;
- Xả 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 PCCC địa phương. Mỗi cabin phải được trang bị ít nhất:

- 2 vòi phun dòng đặc hoặc sương mù có thể điều chỉnh được;
- 1 cà lê vận trù cấp nước chữa cháy;
- 4 cò lê khớp nối;
- 2 gioăng đệm nối vòi chữa cháy;
- 4 đoạn vòi chữa cháy dài 15 m;
- Danh mục các thiết bị.

### **13.7.3 Bảo dưỡng và diễn tập thực hành PCCC tại kho cảng**

Cháy ít khi xảy ra ở kho cảng nhưng nếu xảy ra sẽ để lại hậu quả nghiêm trọng.

Như vậy, để đáp ứng tình huống khẩn cấp, sự tập trung của nhân viên điều khiển sẽ luôn được đặt cao do quá trình rèn luyện thích hợp bao gồm cả việc sử dụng thiết bị.

Bảo dưỡng thiết bị chữa cháy đúng cách là yếu tố quan trọng hàng đầu. 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:

- Giám sát và kiểm soát quá trình chế biến khí và các hệ thống phụ 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 sẽ được thực hiện bởi:

- Hệ thống điều khiển quy trình 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 quy trình công nghệ

### 14.2.1 Nguyên tắc

Hệ thống điều khiển quy trình 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 quy trình công nghệ hoặc hệ thống kiểm soát an toàn.

### 14.2.2 Thiết kế hệ thống điều khiển quy trình công nghệ

Hệ thống điều khiển phải có độ chính xác cao và phải được thiết lập chế độ an toàn.

Lỗi của tất cả các phần hay là một phần của hệ thống điều khiển quy trình công nghệ phải không dẫn đến tình huống nguy hiểm.

Biện pháp dự phòng phải được sử dụng để giảm thiểu hậu quả của lỗi thành phần (tức là lỗi chế độ chung) ví dụ:

- Thiết bị sản xuất có cùng chức năng phải được tách riêng mô đun xử lý;
- Hậu quả của lỗi chế độ thông thường, phạm vi toàn nhà máy hoặc cục bộ, phải được nghiên cứu;
- Đường truyền dữ liệu phải được thiết kế sao cho tối đa hóa độ tin cậy;
- Phải có năng lực xử lý và mô đun giao nhận dự phòng cho nhà máy hoạt động hết công suất. Phải xem xét việc dự phòng tại chỗ.

Việc đánh giá lại thiết kế quy định tại 4.5.3 phải được thể hiện trên các hệ thống điều khiển. Quy trình được chấp thuận phải bao gồm xác nhận hoạt động an toàn cho hệ thống điều khiển quy trình trong lúc gặp sự cố.

Các thiết bị điều khiển từ xa trong trường hợp khẩn cấp hoặc gặp sự cố phải có khả năng ngắt tại chỗ.

## **TCVN 8611:2010**

Hệ thống điều khiển quá trình công nghệ phải chỉ dẫn, 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 biến cố.

Hệ thống điều khiển quá trình 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 quá trình 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 thay đổi 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 phải có ít nhất các khả năng sau đây:

- Phát hiện khí (LNG, khí làm lạnh, khí tự nhiên);
- Phát hiện tràn;
- Phát hiện lửa;
- Kích hoạt ngắt khẩn cấp (ESD) từ hệ thống trung tâm và/hoặc trạm ESD 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 công trình 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 Ngắt khẩn cấp (ESD) và các thao tác an toàn**

Kích hoạt ESD sẽ làm đóng ngắt thiết bị và các van ESD sang vị trí an toàn để bảo toàn kho.

Tất cả các ESD phải được kích hoạt bởi hệ thống kiểm soát an toàn. ESD phải được kích hoạt tự động từ các hệ thống khí và chữa cháy và kích hoạt phụ từ trạm ESD bộ phận và bảng điều khiển trung tâm. Việc kích hoạt ESD phải không dẫn đến tình huống nguy hiểm hoặc làm hỏng hóc máy móc hay thiết bị khác.

Việc kích hoạt này phải được truyền đến hệ thống điều khiển quy trình công nghệ để hệ thống này hoạt động phù hợp với trạng thái này. Hệ thống điều khiển quy trình công nghệ phải đặt trình tự tự động sao cho tránh các thiết bị hay van không mong muốn hoạt động trong thời gian khởi động lại ESD.

Kết luận của việc đánh giá mối nguy hiểm phải được áp dụng để thiết kế hệ thống điều khiển an toàn. 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 và chính xác tình huống nguy hiểm. Thông số hệ thống được suy ra từ các

yêu cầu của đánh giá mối nguy hiểm trong 4.4.2. Một ma trận nguyên nhân và kết quả phải được đưa ra tương ứng với các đòi hỏi nghiên cứu của đánh giá mối nguy hiểm và HAZOP.

Nguyên tắc hoạt động của ESD là phải 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 vùng cháy và được chia nhỏ ra thành các vùng cháy nhỏ hơn cho phép xác định các thao tác ESD hạn chế sự leo thang.

Cháy ở các vùng cháy nhỏ này có thể được kiểm soát bởi thao tác các van ESD. ESD sẽ cách ly các vùng này để giảm thiểu giải phóng và dòng chảy hydrocarbon tới khu vực đang cháy.

Vùng cháy nhỏ 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 thùng chứa hoặc đổ vỡ kết cấu vì cường độ và thời gian cháy.

Các van ESD cũng được dùng trong các vùng cháy nhỏ để giảm thiểu sự giải phóng các vật liệu nguy hiểm từ các thùng chứa vì lỗi thiết bị hoặc đường ống hạ nguồn.

Hoạt động của ESD thường là phản ứng có cấu trúc liên quan đến các sự cố.

Các mức độ ESD điển hình:

- ESD 1: Dừng hoạt động nhà máy ngoại trừ một số các thiết bị an toàn nhất định được cấp nguồn bởi máy phát dự trữ hoặc UPS;
- ESD 2: Ngắt mọi hoạt động xử lý, chế biến và lưu chuyển hydrocarbon;
- ESD 3: Ngắt cục bộ nhà máy, thiết bị hoặc dây chuyền.

### **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. Chỉ được phép kích hoạt bằng tay hệ thống ESD khi đã được căn chỉnh hoàn toàn theo đánh giá mối nguy hiểm với việc phê duyệt bởi các cơ quan chức năng tương ứng;
- Khi thích hợp, tự động kích hoạt thiết bị bảo vệ cần thiết;
- Truyền thông tin tới hệ thống điều khiển quy trình công nghệ khi kích hoạt ESD;
- Điều khiển các thiết bị thông tin và hình ảnh trong kế hoạch 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.



## **TCVN 8611:2010**

Hệ thống kiểm soát an toàn phải được thiết kế và vận hành theo các yêu cầu của EN 61508-1. Các yêu cầu của SIL phải được nghiên cứu và đánh giá để phù hợp với mức yêu cầu an toàn của nhà máy.

Bộ xử lý tín hiệu SIL phải ở 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 chế xuất nơi mà khí được tồn chứa, vận chuyển qua đường ống hoặc xử lý có thể được kiểm soát. Việc kiểm soát này có thể bị hạn chế trong khu vực chế xuất 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 chống xâm nhập**

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. Hệ thống truyền hình mạch kín giám sát khu vực chế xuất và sự ra vào có nguy cơ xảy ra rủi ro (được đề cập trong Đánh giá mối nguy hiểm).

Xem 13.4: Giám sát bằng hệ thống truyền hình mạch kín.

### **14.7 Điều khiển và giám sát cầu tàu và tàu vận tải**

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 sự neo buộc tàu (tốc độ, khoảng cách...);
- Giám sát sự thả neo (tải trọng thả neo);
- Điều kiện thả neo nhanh;
- Giám sát và điều khiển hệ thống cần giao nhận sản phẩm của tàu;
- Hệ thống nhả khớp nối khẩn cấp giàn giao nhận sản phẩm của tàu.

Xem chi tiết tại TCVN 8612 (EN 1474) và TCVN 8613 (EN 1532).

### **14.8 Thông tin liên lạc**

Hệ thống liên lạc nội bộ phải phân biệt thông tin vận hành (của hệ thống điều khiển quy trình) 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 mạng (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 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 tuân theo TCVN ISO 9001 phải được áp dụng cho những giai đoạn sau đây:

- Tổ chức;
- Thiết kế và trang bị;
- Thiết bị, xưởng chế tạo;
- Thiết bị, tồn chứa và vận chuyển;
- Xây dựng (động đất, lắp đặt, nền đắp, công trình dân dụng và kết cấu thép, bồn bồn tồn chứa, bồn chịu áp, tháp tách, lò đốt, nồi hơi, bơm, đường ống trên mặt đất và giá đỡ, đường ống ngầm, khí cụ đo kiểm, 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.

Phải có ít nhất một giấy chứng nhận kiểm định theo 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.

Phải thực hiện các thử nghiệm cho các bể chứa LNG theo 6.13.

#### **15.3 Chuẩn bị cho khởi động và dừng hoạt động**

Sự hiện diện của hydrocarbon và ở nhiệt độ thấp yêu cầu quy trình vận hành chạy thử và dừng hoạt động đặc biệt. Quy trình đó bao gồm, trước khởi động:

## TCVN 8611:2010

- Sự làm trơ loại bỏ oxy để đạt lượng oxy lớn nhất là 8 % mol;
- 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 nhưng yêu cầu đường ống phải được thiết kế 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, đảm bảo rằng nước đã được loại trừ tại tất cả các điểm của nhà máy bao gồm cả đường kết nối với các thiết bị đo. 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 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 họng bơm, phải chắc chắn rằng không còn nước ở van đáy vì nó sẽ làm van đáy đóng băng và dẫn đến dụng cụ đo mức vô tác dụng. Đó là kinh nghiệm thông thường: không bịt/đóng van đáy cho đến sau khi thử thủy lực.

Giới hạn thông thường cho điểm sương trong đường ống là -40 °C.

Tại thời gian dừng cho bảo dưỡng mà yêu cầu mở đường vòng, cần thiết phải:

- Cô lập hệ thống;
- Loại bỏ hydrocacbon lỏng;
- Làm tan băng và sủi ấm tới nhiệt độ môi trường bằng dòng khí khô nóng tuần hoàn;
- Cuối cùng làm sạch bằng khí nitơ trước khi thông ra không khí.

## 16 Bảo quản 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 bào mòn.

Chuẩn bị bề mặt, các hệ thống sơn và sử dụng lớp phủ đối với kết cấu thép phải tuân theo ISO 12944.

Các điều kiện vận hành và môi trường mặn hoặc ăn mòn phải được đưa vào tính toán khi lựa chọn hệ thống sơn.

Mạ kẽm nóng chất lượng cao theo TCVN 7665:2007 (ISO 1460) được yêu cầu cho toàn bộ các bộ nền và kết cấu bộ 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. Phải xem xét đối với thép không gỉ nhiễm tạp chất kẽm (xem 4.5.2.1.i).

Vì lý do an toàn tất cả các thiết bị và đường ống trong khu công trình LNG 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* bao gồm chính sách đó.

CHÚ THÍCH: Ví dụ, các yêu cầu phải dựa trên các đòi hỏi được gọi là Quy định Châu Âu (European Directive) "Seveso II" [Quy định hội đồng 96/82/EC ngày 9 tháng 12 năm 1996 về kiểm soát thảm họa nguy hiểm] và đánh giá mỗi nguy hiểm của môi trường để phát nổ yêu cầu bởi Quy định "ATEX" (1992/92/EC) [Quy định 1999/92/EC của Hội đồng Châu Âu ngày 16 tháng 12 năm 1999 về những yêu cầu thiết yếu nâng cao an toàn và bảo vệ sức khỏe của người lao động khỏi môi trường để phát nổ] [20].

Người vận hành phải nắm được các quy trình vận hành. Quy trình này phải bao gồm cả trong điều kiện khẩn cấp cũng như thông thường.

Thiết bị bảo vệ (bảo vệ cá nhân) phải được cung cấp theo đánh giá bởi 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 trong ban quản lý, sản xuất, vận chuyển và tồn chứa LNG phải được đào tạo nhận thức về tính chất và độ nguy hiểm của LNG và các lưu ý tới các quy trình phản ứng 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 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.

## **TCVN 8611:2010**

Tất cả cá nhân tham quan nhà máy bất kể với mục đích gì phải được hướng dẫn về độ nguy hiểm và đặc tính của LNG, độ chuyên sâu của việc huấn luyện 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 đầu tư, điều hành cảng, chủ tàu, đội ngũ thủy thủ và hoa tiêu. Phải tổ chức khóa đào tạo trước vận hành, lớp bồi dưỡng định kỳ, có sử dụng mô phỏng cho tất cả các bên liên quan.

Xem [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)

##### A.1.1 Yêu cầu chung

Bảng A1 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 TCVN 8610 (EN 1160) hoặc [19]).

Trong bất cứ trường hợp nào, mức thông lượng bức xạ lớn nhất có thể chấp nhận cho mỗi công trình 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 bể 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 TCVN 8610 (EN 1160)].

Mức thông lượng nhiệt có thể được giảm xuống đến giới hạn yêu cầu bằng các biện pháp tăng khoảng cách, 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.

**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

<sup>a</sup>) 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.1.1.

**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

<sup>a</sup>) Khu vực chỉ có một số lượng nhỏ người cư trú không thường xuyên. VD: 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, 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 nhà máy LNG.

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.

Độ dày của khối bê tông phải được đảm bảo rằng khi lửa cháy ở bên ngoài thì nhiệt độ của cấp dự ứng lực vẫn được giữ ở mức đủ thấp để duy trì được tính nguyên vẹn của bể chứa LNG và các khoang kín chứa đầy sản phẩm tại áp suất thiết kế tối đa. Nếu hệ thống ngập nước không được lắp đặt, phải đảm bảo sự nguyên vẹn của bồn chứa, trong thời gian đợi 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.

## A.2 Bức xạ nhiệt từ ống đốt hay ống xả đốt cháy

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 dòng như đã xác định ở 11.6	Bình thường	Bất thường
Giá trị cực đại trong khu vực cấm (xem [3])	5,0	9
Phía ngoài khu vực cấm	NA	5
Đường và các khu vực mở	3,0	5
Bồn chứa và các thiết bị chế biến	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 nhà máy LNG.

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 các loại lưu lượng dòng khác nhau của các dòng khí.

**B.2 Dòng nhiệt vào,  $V_T$** 

Lưu lượng dòng lớn nhất ( $V_T$ ) của bồn chứa ("sự bay hơi") do nhiệt cấp vào trong điều kiện vận hành bình thường được xác định bởi dòng không khí bên ngoài tại thời điểm nhiệt độ cao nhất trong ngày mùa hè nóng bức.

**B.3 Dòng môi chất vào,  $V_L$** 

Việc làm đầy bồn 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 Sự 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 phải lưu ý đến sự hóa hơi ngay của LNG. Các bước tiến hành trong 6.6.2 có thể được tăng cường thêm tùy theo yêu cầu.

**B.5 Sự bay hơi tức thời khi nạp đầy,  $V_F$** 

Khi nạp đầy LNG vào bồn 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;

– Khi LNG bị nén vào bể chứa có nhiệt độ trước khi giãn nở cao hơn nhiệt độ điểm tạo bọt của chất lỏng tại áp suất bể 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 bọt 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 theo 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 theo kenvin (K);

$T_1$  là nhiệt độ của môi chất trước khi giãn nở, tính theo kenvin (K);

$L$  là nhiệt ẩn hoá hơi của môi chất, tính theo 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 theo 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 Tuần hoàn kín LNG bằng máy bơm chìm, $V_R$

$V_R$  là lưu lượng chất hoá hơi 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:

$$V_R = \text{Dòng năng lượng trên một bơm} / L$$

## TCVN 8611:2010

Trong đó năng lượng tính theo jun trên giờ (J/h) và  $L$  tính bằng jun trên kilogam (J/kg).

### B.7 Sự 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 chất hoá hơi do giãn nở có thể tính theo công thức sau ( $V_{AG}$  tính theo 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):

$$V_{AG} = \frac{V}{\rho} \times \frac{dp}{dt}$$

trong đó:

$V$  là dung tích khí lớn nhất của bể chứa rỗng, tính theo mét khối ( $m^3$ );

$\rho$  là áp suất vận hành tuyệt đối, tính theo pascal (Pa);

$dp/dt$  là giá trị tuyệt đối của tốc độ biến thiên áp suất khí quyển, tính theo pascal trên giờ (Pa/h);

$V_{AG}$  là lưu lượng chất 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 phải được sử dụng. Trong trường hợp không có sẵn các dữ liệu này, có thể giả sử tốc độ giảm 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 Sự hỏng 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 ngắt chân không sớm.

### B.9 Dòng 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.

Đây là giá trị trong trường hợp xấu nhất gây ra bởi bức xạ nhiệt trong *Đánh giá mối nguy hiểm* cho vị trí thực của bể chứa.

**B.10 Sự hút chất lỏng,  $V_D$** 

Khi đưa chất lỏng ra phải được thực hiện đồng thời với 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 Sự hút của máy nén,  $V_C$** 

Sự hoá hơi tự nhiên xảy ra trong bể chứa nhìn chung được loại trừ nhờ các máy nén khí. 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 Hiện tượng hóa hơi do cuộn xoáy,  $V_B$  - hiện tượng hóa hơi do hòa trộn các lớp khác nhau trong bể 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 địa chấn

#### C.1 Yêu cầu chung

Phụ lục này cung cấp hệ phương pháp luận phân loại 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 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 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 đơn giản hóa quá trình ngừng hoạt động theo trình tự, thay vì sử dụng thiết bị dò tìm chấn động đơn lẻ hoạt động ngẫu nhiên.

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 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.

#### 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 tràn hydrocarbon.

**C.3.2** Phòng điều khiển trung tâm (CCR) trở thành trung tâm điều khiển hoạt động khi có 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 độc lập các dây dẫn cứng, đường truyền các tín hiệu quan trọng và cáp điều khiển ra bên ngoài các công trình của nhà máy 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

Sự khác nhau giữa các cấp độ:

– Cấp độ A:

- + Hệ thống và thiết bị chống cháy (chỉ dùng trong hoạt động nội bộ);
- + Hệ thống ống chứa cháy dưới đất dẫn lên các van phun và họng cứu hoả;
- + Van ngắt khẩn cấp ESD;
- + Khả năng hoạt động của hệ thống kiểm soát an toàn của phòng 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.

## **TCVN 8611:2010**

### **- 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 có trong 2 cấp độ trên nhưng ở vùng lân cận với các thiết bị, hệ thống ở A và B và sự hư hỏng của chúng có thể gây ảnh hưởng đến các thiết bị hệ thống ở 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 chế độ vận hành chuyển tiếp nhiệt (xem TCVN 8610 (EN 1160));
- Mặt bích, vòng đệm, chốt khoá (đai ốc và bulông) được lắp ráp theo các chỉ dẫn ở 9.5;
- Các khớp nối phải được thử nghiệm theo TCVN 8610 (EN 1160);

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 oxy 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 tương ứng.

Máy bơm phải phù hợp với hệ thống lắp ráp sao cho nó có thể chịu được áp lực hướng trực 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 sẽ 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 nhận biết vật liệu tốt 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 liên quan đến 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.



## **TCVN 8611:2010**

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 (EN 473 và EN 1435).

### **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 (EN 473 và EN 1714).

### **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 (EN 473, EN 571-1, và EN 970).

### **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 từng chi tiết máy theo 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 LNG

Các chất lỏng thay thế được chấp nhận có thể được dùng trong thử nghiệm khi có sự đồng ý của chủ đầu tư.

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.

### **D.4.2 Các thử nghiệm mẫu và các phép thử nghiệm nghiệm thu**

Trước tiên, 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 hút dương của bơm (Net positive suction head, NPSH) (Quy định về NPSH đã được nêu trong 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 hút 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 tiêu chuẩn chỉ dẫn của 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 lưu lượng bơm ổn định liên tục 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 sự ngừng bơm, các thông số sau cần được xác định:

- Tổng chiều cao đẩy;
- Tổng chiều cao hút;

## **TCVN 8611:2010**

- 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 biến 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 hút dương của bơm (NPSH)**

Việc xác định chiều cao hút dương 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, phải xác định tỉ trọng ở nhiệt độ tiêu chuẩn. Nhà sản xuất phải đưa ra các thông số sau:

- Độ chênh lệch áp suất tại thời điểm dừng bơm;
- Độ chênh lệch áp suất tại thời điểm lưu lượng bơm nhỏ nhất;
- Độ chênh lệch áp suất tại thời điểm lưu lượng bơm ở mức danh định;
- Độ chênh lệch áp suất tại thời điểm lưu lượng bơm lớn nhất;
- Chiều cao hút yêu cầu tại thời điểm lưu lượng bơm nhỏ nhất;
- Chiều cao hút dương yêu cầu tại thời điểm lưu lượng bơm ở mức danh định;
- Chiều cao hút dương yêu cầu tại thời điểm lưu lượng bơm lớn nhất;
- Năng lượng tiêu hao ở mức lưu lượng bơm danh định;

- Hiệu suất bơm tại mức lưu lượng bơm danh định và hiệu suất này khi bơm chạy với các tốc độ khác nhau (nếu có);
- Khả năng hút khí 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 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 bơm danh định, tính theo mét khối trên giờ ( $m^3/h$ );
- Chiều cao cột nước tiêu chuẩn của bơm, tính theo mét (m);
- Tốc độ quay ở lưu lượng bơm danh định, tính theo nghịch đảo của giây ( $s^{-1}$ );
- Áp suất vận hành tối đa (bar) và ngày thử nghiệm thân bơm nếu có;
- Ngày và áp suất thử nghiệm bơm (xem 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 bể chứa

#### D.7.2.1 Yêu cầu chung

Với thiết kế hợp lý, các máy bơm cột có thể tháo gỡ được ra khỏi bể 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.

Sự hút vào sẽ 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.

## **TCVN 8611:2010**

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 sẽ 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 như các thiết bị đóng ngắt (van cổng, hoặc bích đặc 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.

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 đông đặc. 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 hơi LNG

#### E.1 Các thông số hoạt động/ Hiệu suất công bố

Các thông số hoạt động của thiết bị hoá hơi 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 hơi dùng nước: Loại khung giàn chu trình mở

##### E.2.1 Các yêu cầu cụ thể về thiết kế:

Thiết bị hóa hơi loại khung giàn chu trình mở phải được bảo vệ để chống lại điều kiện môi trường khắc nghiệt như gió, tuyết và mưa. Cụ thể, lá chắn gió cần phải được cung cấp để hạn chế sự phân tán bọt nước biển bởi 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 thiếu nước phân phối, Ví dụ: Ống cấp nhiệt không được làm ướt;
- Sự tích tụ của băng (dày 10 cm) trên một nửa chiều cao của máy hoá hơi.

##### E.2.2 Sự phân phối nước

Dòng nước phải được phân phối ngay cả:

- Trong các bộ phận có thể tới 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, 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:

- Dùng vòi phun nước;
- Phun thổi dòng áp suất không khí;
- Dùng bàn chải.

Bảng E.1 – Các thông số được thiết lập cho máy hóa hơi LNG

		Dòng nước: loại khung mở	Dòng nước: loại đóng	Môi chất trung gian: bồn nước áp suất khí quyển	Môi chất trung gian: tuabin hoàn cường bức	Môi chất trung gian: máy hóa hơi ngưng tụ	Đốt nóng dưới	Hóa hơi dưới áp suất khí quyển	
Thông số cơ bản	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 của tiện ích 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 hơi tối thiểu	x	x	x	x	x	x	x	
	Độ giảm áp LNG/NG	x	x	x	x	x	x	x	
Các thông số vận hành	Dịch vụ tiện ích	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		
		Các điều kiện giới hạn của pin cho các tiện ích	x	x	x	x	x	x	x
		Kiểu gia nhiệt			x	x	x		
	LNG	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
	Chung	Thời gian tối thiểu để khởi động	x	x	x	x	x	x	x



## **TCVN 8611:2010**

### **E.2.3 Các dòng LNG và NG**

Sự 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 trên các bảng kết nối.

### **E.2.4 Phân phối LNG**

Phải chú ý sự phân phối dòng LNG giữa các kênh hóa hơi song song. Một giải pháp đó là có một ống góp 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 máy hóa hơi. 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 máy hóa hơi 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, máy hóa hơi sẽ tự động ngắt. Thời gian đóng của van khí ra sẽ phải được thiết lập để nhiệt độ lạnh không vượt quá giới hạn do phân tích chuyển tiếp nhiệt độ quy định.

Phải xác định những giá trị ngưỡng cho nhiệt độ khí đầu ra. Những giá trị tiêu biểu là:

- 0 °C cho báo động;
- - 5 °C cho 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 máy hóa hơi có thể cần một ưu tiên thiết kế.

Thiếu hụt lưu lượng nước phải được tự động phát hiện (Ví dụ: Cảm biến dòng).

### **E.2.7 Che chắn bảo vệ cho máy hóa hơi**

Nếu việc sửa chữa lớp cánh giàn ống yêu cầu phải tháo rời các bộ phận, thì công trình phải được thiết kế thích hợp với mái tháo được.

Các tấm panel cạnh sườn phải được thiết kế để tránh nước bắn ra bên ngoài (nước sẽ quay trở lại bồn thu nước thấp hơn).

Phải bố trí các hệ thống báo kiểm tra để cho phép kiểm tra khi vận hành.

### **E.2.8 Tuần hoàn nước**

Các thiết bị tuần hoàn nước (máy bơm, hệ thống đường ống, gia nhiệt nước, clo hóa) phải đáp ứng các yêu cầu được liệt kê trong 12.5.

### **E.2.9 Chất lượng nước**

Chất lượng nước phải được kiểm tra về độ tương thích với các vật liệu ống.

Khi nước bị nhiễm quặng hoặc các chất rắn thì nhà cung cấp phải khuyến cáo phương án bảo vệ tối ưu nhất như lọc nước.

### **E.3 Thiết bị hoá hơi dùng nước: Loại tuần hoàn**

Lưu lượng và nhiệt độ của nước phải được kiểm soát.

Thiết bị hóa hơi phải được vận hành với nhiệt độ bề mặt ống lớn hơn 0°C để tránh sự 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 cho báo động;
- +10 °C cho 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 Máy hóa hơi dùng môi chất trung gian**

#### **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, cho báo động;
- + 10°C, cho 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 hơi 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 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 máy hóa hơi/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.

## **TCVN 8611:2010**

Hệ thống kiểm soát nhiệt độ của LNG hóa hơi tại đầu ra của máy hóa hơi phải hoạt động dựa trên nguồn gia nhiệt của hệ thống.

### **E.5 Máy hóa hơi loại buồng đốt gián tiếp**

#### **E.5.1 Sự ăn mòn**

Phải lựa chọn loại vật liệu và thiết kế máy hóa hơi chống được ăn mòn.

Phải kiểm soát nồng độ pH của nước thường xuyên để tránh sự ăn rỗ bề mặt ống.

Phải thực hiện bảo dưỡng với sự xử lý chống ăn mòn các bộ phận được làm bằng thép carbon (ống xả, khung đỡ,...) do môi trường thế điện axit.

#### **E.5.2 Kiểm soát và an toàn**

Ưu tiên lựa chọn sử dụng bộ điều khiển được lập trình.

Thông số chỉnh điều chỉnh vận hành đầu đốt là nhiệt độ khí đầu ra, tuy nhiên nhiệt độ bồn nước phải đủ thấp để đạt hiệu suất năng lượng cao nhưng cũng phải đủ cao để tránh bị đóng băng.

Các thông số điều chỉnh bởi hệ thống điều khiển đầu đốt tự động là lưu lượng khí nhiên liệu và không khí.

Thiết bị hóa hơi 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 của 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 bồn nước quá thấp;
- Nhiệt độ khí đầu ra quá thấp;
- Mức nước bồn 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 cho báo động;
- -5 °C cho tắt một hoặc toàn bộ hệ thống máy hóa hơi, theo vị trí cảm biến nhiệt độ trong hệ thống.

Khi ngưỡng ngắt cao hơn nhiệt độ môi trường thấp nhất, việc khởi động thiết bị hóa hơi đòi hỏi một thiết kế đặc biệt.

Trong trường hợp này, các hệ thống điều khiển sẽ tự động:

- Cô lập nguồn cung cấp LNG tới thiết bị hóa hơi và bảo vệ công trình đường ống hạ nguồn khỏi nhiệt độ thấp;
- Cắt nguồn cung cấp khí đốt cho môi 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 khí 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 xây dựng 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**

Yếu tố này phải được đưa vào tính toán thiết kế bởi hơi khói đi qua bồn tạo nên rung động.

### **E.5.5 Sự sắp xếp cho các giai đoạn làm lạnh**

Sự xử lý lạnh phải được xem xét trong thiết kế thiết bị hóa hơi.

### **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.

## Phụ lục F

(Quy định)

## Tiêu chuẩn cho việc thiết kế ống

Việc tính toán giá đỡ và độ linh hoạt phải xem xét những yếu tố sau:

- Những tiêu chuẩn cố định:
  - + Áp suất trong;
  - + Khối lượng của ống;
  - + Khối lượng của lớp vỏ;
- Những tiêu chuẩn có thể thay đổi:
  - + 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;
  - + Gló;
  - + Động đất,...

Tiêu chuẩn liên quan đến va thủy lực là kết quả của việc tăng quá áp gây ra bởi sự đột ngột dừng bơm hoặc đóng van. Các thao tác này phải được xác định thông qua việc sử dụng một phương pháp đã được kiểm nghiệm với LNG. Theo tính toán ban đầu, giá trị quá áp do đóng van được tính toán bởi công thức đơn giản sau đây như là một giá trị chiều cao cột LNG,  $D_h$ :

$$t \leq \frac{2L}{v}, D_h = \frac{vV_0}{g}$$

$$t > \frac{2L}{v}, D_h = \frac{2LV_0}{gt}$$

Trong đó:

- $L$  là chiều dài đường ống;
- $t$  là thời gian đóng van;
- $v$  là tốc độ sóng đập vào,  $v = 1500 \text{ m.s}^{-1}$  cho LNG;
- $D_h$  là chiều cao của cột LNG tương ứng với giá trị quá áp;
- $V_0$  là tốc độ dòng chảy LNG trước khi va thủy lực;
- $g$  là gia tốc trọng trường.

## Phụ lục G

(Tham khảo)

### Mô tả các loại công trình LNG trên bờ

#### G.1 Kho cảng xuất LNG

Các kho cảng xuất LNG theo bản chất là gần bờ biển và được thiết kế để hóa lỏng khí thiên nhiên sau đó nạp cho các phương tiện chuyên chở LNG. Một kho cảng xuất LNG thông thường bao gồm:

- Hệ thống tiếp nhận và đo đếm khí thiên nhiên đầu vào, bao gồm cả đường ống hai pha, bộ phân tách lỏng hơi;
- Ôn 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 loại bỏ;
- Các thiết bị hóa lỏng 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 bộ phận rất đặc trưng là chùm ống cuộn hay bộ trao đổi nhiệt dạng tấm và các bộ máy nén turbo công suất cao. Hai chu trình làm lạnh theo tầng thường được sử dụng;
- Các bồn chứa LNG và hệ thống cầu tàu xuất tương ứng cho phương tiện chuyên chở LNG;
- Các bồn chứa khí dầu mỏ hóa lỏng (LPG) và/hoặc xăng tự nhiên, hệ thống xuất nếu phù hợp;
- Sản xuất và/hoặc mua bán và phân phối các hệ thống phụ trợ cần thiết cho vận hành nhà máy (điện, hơi nước, nước làm lạnh, không khí nén, nitơ, khí nhiên liệu, ...);
- Các hệ thống chính 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 tiến hành tại nhà máy xử lý khí để sản xuất khí thương mại. Ví dụ: tách bỏ khí axit, khử nước, tái sinh điểm sương hydrocarbon và khí thiên nhiên dạng lỏng (NGL). Công đoạn cất phân đoạn NGL cũng thực hiện tại cụm thiết bị xử lý thành phần nhẹ của nhà máy lọc dầu.

Lưu ý rằng, ngoài các bồn chứa, rất ít các phân đoạn của hydrocarbon có trong nhà máy hóa lỏng khí có khả năng hình thành LNG. Các bình tách của các thiết bị có khả năng tồn chứa khí thiên nhiên áp suất cao, NGL và các môi chất làm lạnh.

#### G.2 Kho cảng tiếp nhận LNG

## **TCVN 8611:2010**

Kho cảng tiếp nhận LNG được thiết kế để nhận khí thiên nhiên hóa lỏng từ phương tiện chuyên chở metan, xuất sản phẩm, tồn chứa LNG và chuyển LNG thành pha hơi để đưa vào mạng lưới hoặc 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;
- Tồn chứa;
- Thu hồi và điều áp LNG;
- Hoá hơi;
- Điều chỉnh chất lượng khí.

### **G.3 Nhà máy điều hòa nhu cầu LNG:**

Nhà máy điều hòa nhu cầu LNG hóa lỏng khí thiên nhiên lấy từ mạng lưới khí thương mại thường có quy mô nhỏ hơn các nhà máy xuất LNG. Chất lượng của nguồn cấp khí làm đơn giản hóa các yêu cầu xử lý so với một nhà máy xuất LNG. Khái niệm hydrocacbon lỏng tồn chứa có thể được giới hạn là LNG và chất làm lạnh. Không yêu cầu phải có thiết bị chưng cất phân đoạn. Có thể giả định rằng H<sub>2</sub>S trong khí thiên nhiên thương mại 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 M 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;
- Máy giãn nở chu trình mở.

Tuabin giãn nở hầu hết được trang bị để tăng áp máy nén khí.

Khi một lưu lượng lớn khí thiên nhiên áp suất cao bị giãn nở cung cấp cho mạng lưới áp suất thấp hơn, sự giãn nở xảy ra trong một tua bin giãn nở gây tạo ra sự làm lạnh cần thiết để hóa lỏng khí thiên nhiên. Lượng 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 cho mục đích điều phối hoặc để cung cấp một mạng lưới phân phối 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.



## Phụ lục H

(Tham khảo)

### Định nghĩa các loại bể chứa LNG

#### H.1 Yêu cầu chung

Những loại bể khác nhau 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 Bể chứa hình cầu

Hệ thống bể chứa hình cầu đơn gồm một khối hình cầu không gia cố, khối hình cầu được chống đỡ nhờ đường xích đạo của bình trụ thẳng đứng. Bể 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 bể B, [18]).

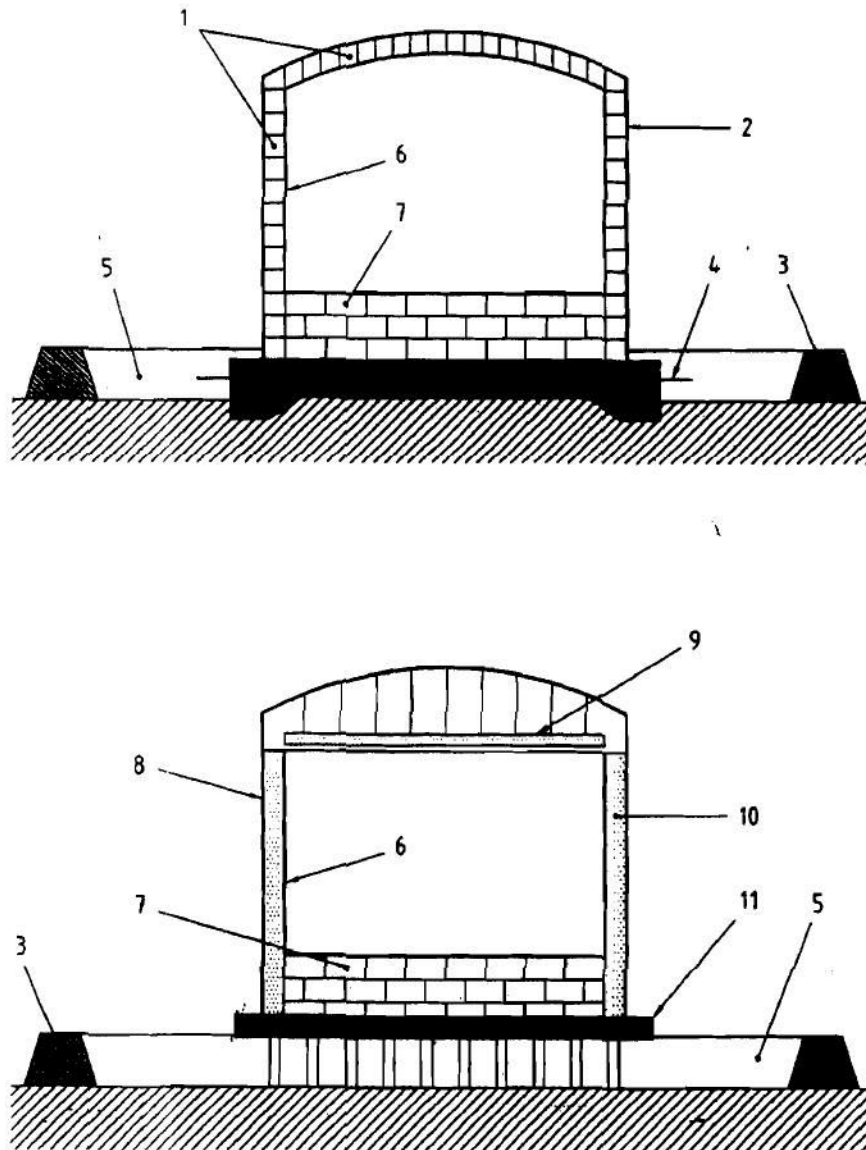
Hình dạng bể hình cầu cho phép dự đoán chính xác tính toàn vẹn về kết cấu. Loại bể này được thiết kế để có thể chịu được những trận động đất cường độ mạnh.

Bể hình cầu ở trên mặt đất phải có tường chắn bao quanh (xem 6.8) để ngăn chặn bất cứ sự rò rỉ nào.

#### H.3 Bể chứa bê tông chịu nhiệt độ siêu lạnh.

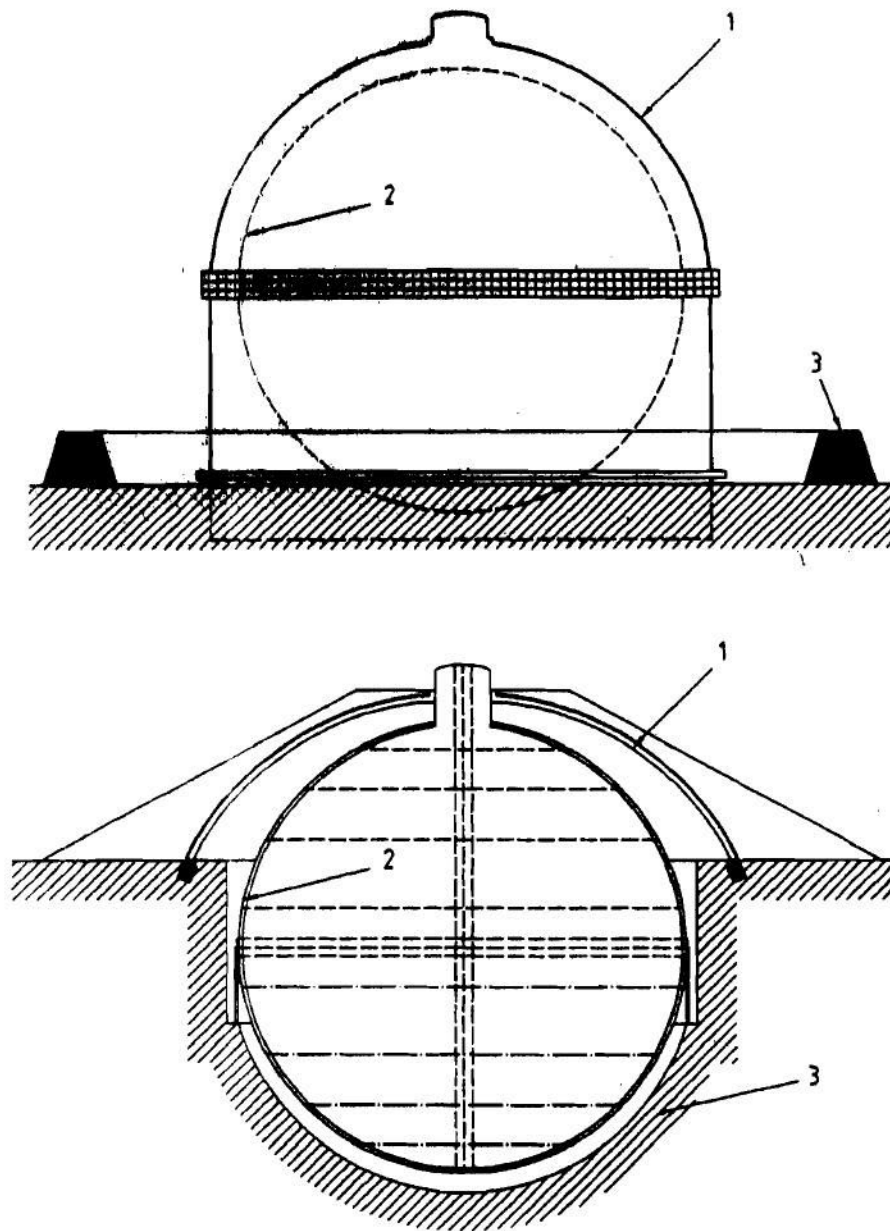
Bể bê tông chịu nhiệt độ siêu lạnh là loại bể chứa kép (xem Hình H.3) hoặc bể chứa tổ hợp (xem Hình H.4). Đối với loại bể này, các lớp của bồn chứa chính và phụ đều được làm bằng bê tông dự ứng lực.

CHÚ THÍCH: Các ví dụ về bể bê tông chịu nhiệt độ siêu lạnh trong Hình H.6.

**CHÚ DẪN:**

- |  |   |
|--|---|
| 1 Lớp cách nhiệt ngoài                 | 7 Lớp cách nhiệt đáy                        |
| 2 Vỏ ngoài (chắn nước)                 | 8 Vỏ ngoài (không trực tiếp chứa chất lỏng) |
| 3 Đê bao chống tràn (như bồn chứa phụ) | 9 Nắp treo                                  |
| 4 Gia nhiệt đáy                        | 10 Lớp cách nhiệt                           |
| 5 Vùng chống tràn                      | 11 Đế nâng                                  |
| 6 Bồn chứa chính                       |   |

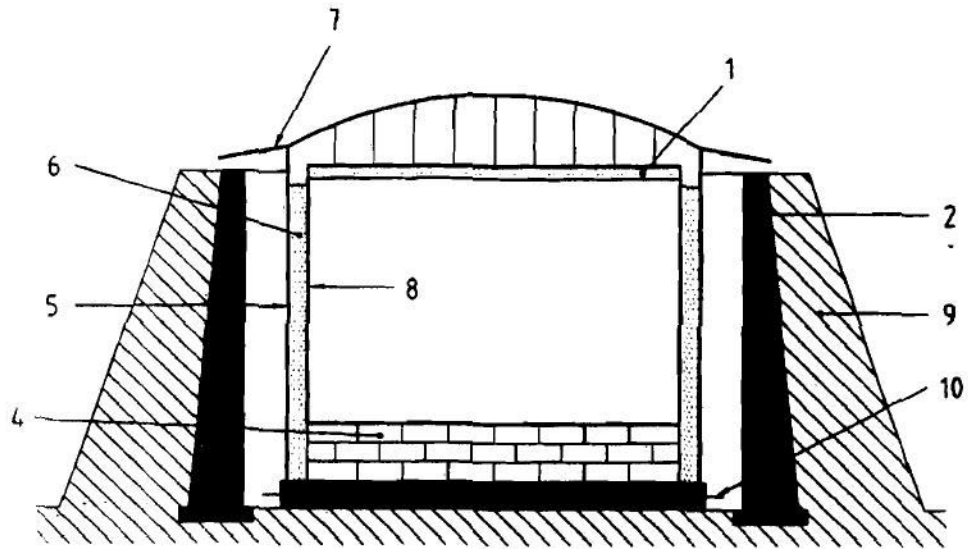
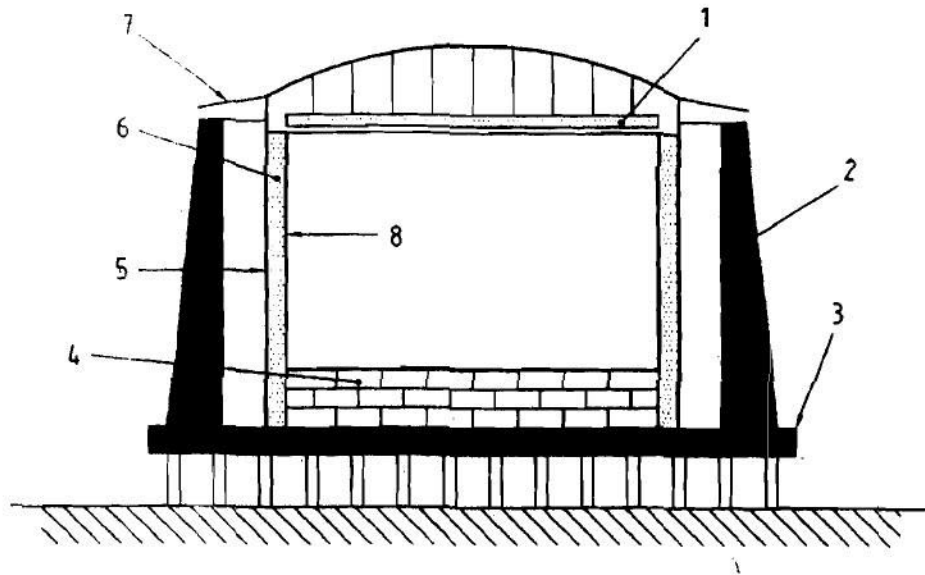
**Hình H.1 – Ví dụ về bể chứa đơn**



CHÚ DẪN:

- 1 Vỏ ngoài
- 2 Bồn chứa chính
- 3 Bồn chứa phụ

Hình H.2 – Ví dụ về bể chứa hình cầu

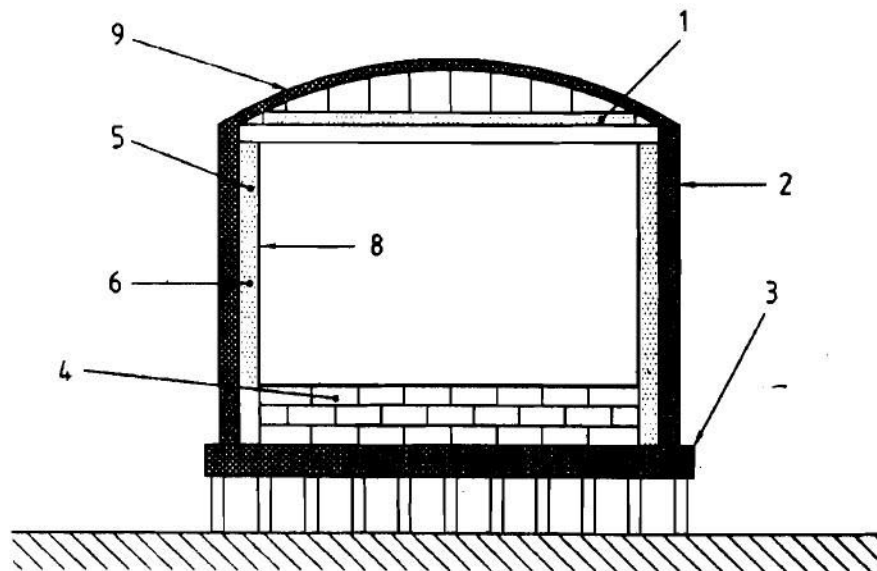
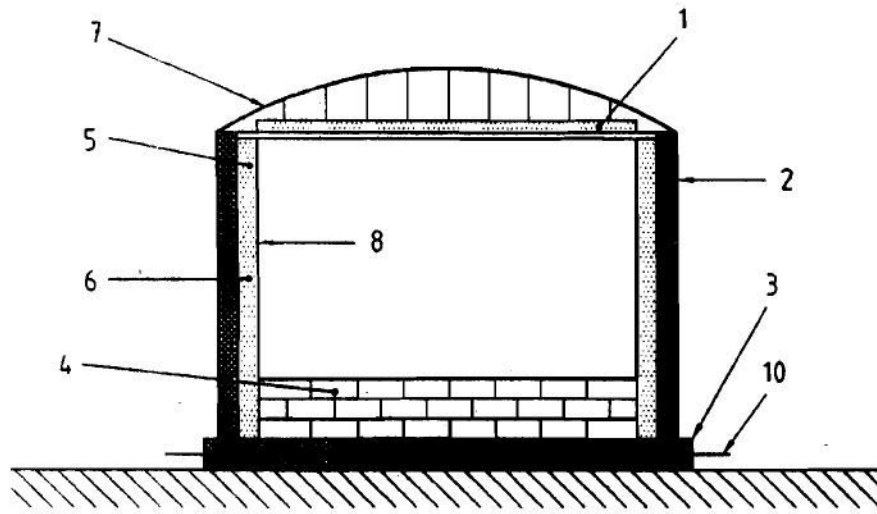


## CHÚ DẪN:

- 1 Nắp treo (có cách nhiệt)
- 2 Bồn chứa phụ bằng bê tông dự ứng lực
- 3 Đế nâng
- 4 Lớp cách nhiệt đáy
- 5 Vỏ ngoài (không trực tiếp chứa chất lỏng)

- 6 Lớp cách nhiệt
- 7 Nắp
- 8 Bồn chứa chính
- 9 Đế đất
- 10 Gia nhiệt đáy

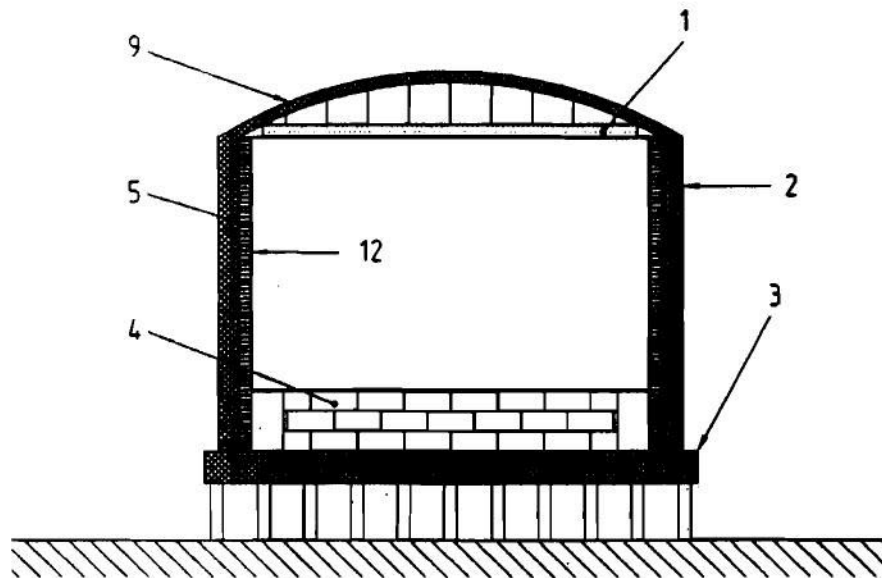
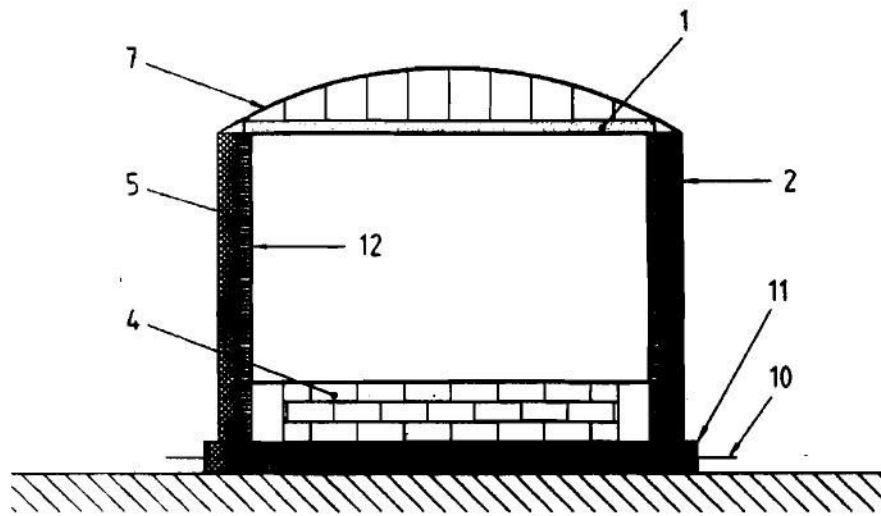
Hình H.3 – Ví dụ về bể chứa kép



**CHÚ DẪN:**

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| 1 Nắp treo (có cách nhiệt)              | 6 Lớp cách nhiệt          |
| 2 Bồn chứa phụ bằng bê tông dự ứng lực  | 7 Nắp ngoài bằng thép     |
| 3 Móng bê tông                          | 8 Bồn chứa chính          |
| 4 Lớp cách nhiệt đáy                    | 9 Nắp bê tông được gia cố |
| 5 Lớp cách nhiệt bên trong bồn chứa phụ | 10 Gia nhiệt đáy          |

**Hình H.4 – Ví dụ về bể chứa tổ hợp**

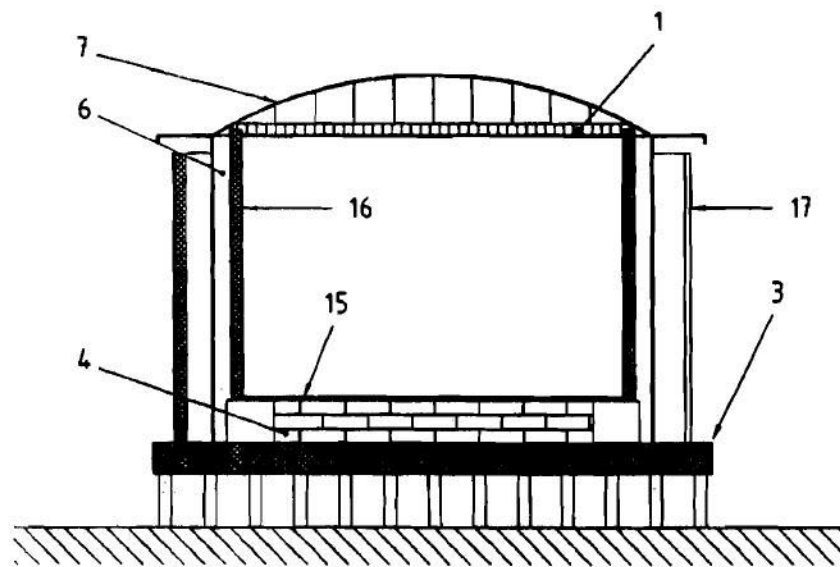
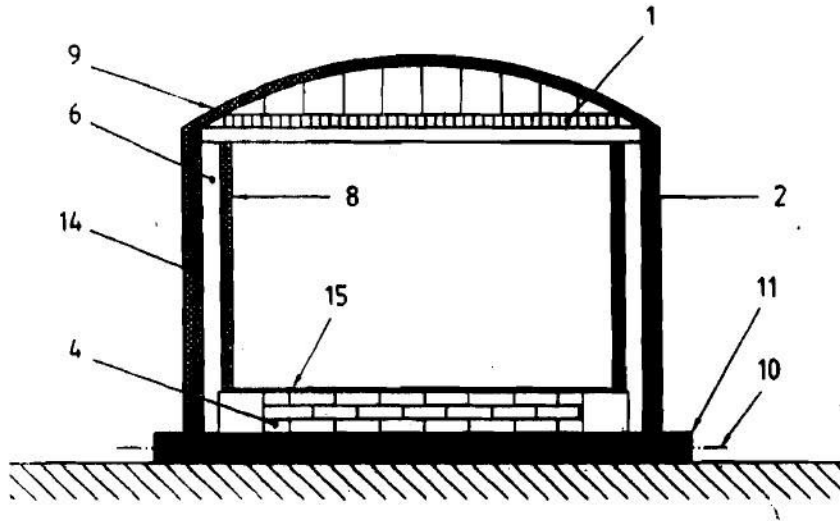


**CHÚ DẪN:**

- 1 Nắp treo (có cách nhiệt)
- 2 Bồn chứa phụ bằng bê tông dự ứng lực
- 3 Móng bê bê tông nâng cao
- 4 Lớp cách nhiệt đáy
- 5 Lớp cách nhiệt bên trong bồn chứa phụ

- 7 Nắp ngoài bằng thép
- 9 Nắp bê tông được gia cố
- 10 Gia nhiệt đáy
- 11 Đế bê tông
- 12 Vách bồn

**Hình H.5 – Ví dụ về bể vách**



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 bê 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 siêu lạnh |
| 8 Bồn chứa chính                       | 17 Bồn chứa phụ bằng bê tông dự ứng lực chịu nhiệt độ siêu lạnh   |
|  | 12 Vách bồn   |

Hình H.6 – Ví dụ về bể chứa bằng bê tông chịu nhiệt độ siêu lạnh

**Phụ lục J**  
(Tham khảo)  
**Dài tần suất**

**Bảng J.1 – Dài tần suất cho việc đánh giá mối nguy hiểm**

<b>Dài 1</b>	Tần suất xảy ra sự cố nhiều hơn 1 lần trong 10 năm
<b>Dài 2</b>	Tần suất xảy ra sự cố trong khoảng giữa 1 lần trong 10 năm và 1 lần trong 100 năm
<b>Dài 3</b>	Tần suất xảy ra sự cố trong khoảng giữa 1 lần trong 100 năm và 1 lần trong 1 000 năm
<b>Dài 4</b>	Tần suất xảy ra sự cố trong khoảng giữa 1 lần trong 1 000 năm và 1 lần trong 10 000 năm
<b>Dài 5</b>	Tần suất xảy ra sự cố trong khoảng giữa 1 lần trong 10 000 năm và 1 lần trong 100 000 năm
<b>Dài 6</b>	Tần suất xảy ra sự cố trong khoảng giữa 1 lần trong 100 000 năm và 1 lần trong 1 000 000 năm
<b>Dài 7</b>	Tần suất xảy ra sự cố ít hơn 1 lần trong 1 000 000 năm (Ví dụ: thiên thạch rơi)



**Phụ lục K**

(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 K.1 - Các loại hậu quả để đánh giá mỗi nguy hiểm**

	Đơn vị tính	nhóm 1	nhóm 2 <sup>a</sup>	nhóm 3	nhóm 4	nhóm 5
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 mỗi nguy hiểm mang tính rủi ro cao liên quan đến vật chất nguy hiểm).

## Phụ lục L

(Tham khảo)

### Những mức độ rủi ro

#### L.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).

#### L.2 Tiêu chí chấp nhận

Bảng L1 và L2 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 Đánh giá rủi ro. Phương pháp này không thể được dùng để đánh giá từng trình tự nguy hiểm riêng biệt trừ khi mỗi mối nguy hiểm được phân cho một tỷ lệ của tổng thể rủi ro nhà máy có thể chấp nhận được. Trường hợp tổng mức độ rủi ro có 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 L.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 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 thực tế chấp nhận"						
3 = Không chấp nhận được						

Bảng L.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 thực tế chấp nhận"						
3 = Không chấp nhận được						

## Phụ lục M

(Tham khảo)

### Các quy trình xử lý khí điển hình

#### M.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.

#### M.2 Xử lý khí thiên nhiên/tách khí axit

##### M.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 của sự hóa rắn). Hàm lượng CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>S cho phép trong khí đã qua xử lý là:

$$\text{CO}_2 < 100 \times 10^{-6} \text{ tính theo thể tích};$$

$$\text{H}_2\text{S} < 4 \times 10^{-6} \text{ tính theo thể tích}.$$

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.

##### M.2.2 Quá trình hấp thụ

###### M.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 (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.

## **TCVN 8611:2010**

### **M.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 về 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 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.

### **M.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).

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, cặn 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.

#### **M.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 vậy, số lượng thùng rây phân tử phải lắp đặt và lưu lượng thể tích của khí tái sinh cần thiết, hạn chế việc 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 tại M.3 dưới đây.

#### **M.2.4 Các quá trình xử lý sunfua khác ngoài H<sub>2</sub>S**

Ngoài H<sub>2</sub>S, khí thiên nhiên khai thác còn chứa các hợp chất sunfua 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 sunfua. Do vậy, lượng các hợp chất sunfua này cần phải được xử lý.

Sự lựa chọn quy trình liên quan đến số lượng và loại hợp chất sunfua trong dòng khí thiên nhiên khai thác. Quy trình có thể bao gồm chưng cất nhiệt độ thấp (các hợp chất sunfua 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.

### **M.3 Xử lý khí thiên nhiên/ khử nước**

#### **M.3.1 Yêu cầu chung**

Hàm lượng nước trong khí đã qua xử lý phải nhỏ hơn  $1 \times 10^{-6}$  (tính theo thể tích). Việc khử 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.

#### **M.3.2 Nguyên tắc hoạt động**

Sự loại nước được thực hiện bằng cách cho khí thiên nhiên ướt 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.

## **TCVN 8611:2010**

Hệ thống khử 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. Sự 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.

### **M.3.3 Các thông số hoạt động/ dữ liệu vận hành**

Việc thiết kế hệ thống thiết bị khử nước đòi hỏi sự hiểu biết về các giá trị danh nghĩa của thông số vận hành hệ thống thiết bị được liệt kê dưới đây, và phạm vi hoạt động của các thông số này:

- Lưu lượng, áp suất, nhiệt độ, thành phần và hàm lượng nước của khí thiên nhiên đầu vào hệ thống thiết bị khử 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.

### **M.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.

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.

#### **M.4 Xử lý khí thiên nhiên/ loại bỏ 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 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 °C.

Quá trình này là không tái sinh. Khối hấp phụ được thay thế khi đã bão hòa.

#### **M.5 Thiết bị hóa lỏng khí thiên nhiên**

##### **M.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.

##### **M.5.2 Nguyên lý hoạt động**

###### **M.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,



## TCVN 8611:2010

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 được loại bỏ trong giai đoạn này, thì có thể đưa ra điều kiện 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 hóa 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 siêu lạnh 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 năng lượng hóa lỏng thêm nhưng không cần cho 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 nếu là cho thành phần nhiều nitơ thì sử dụng tháp chưng cất nhiệt độ thấp.

### M.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  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$  tới  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Các nhà máy hóa lỏng thường sử dụng 2 chu kỳ làm lạnh theo tầng, trong khi đó chỉ cần 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 tua bin khí, tua bin 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.

### M.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 các 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 cụ thể của khí tự nhiên đưa vào xử lý;
- Lưu lượng của khí đã hoá lỏng rời khỏi thiết bị;
- 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 tức thì 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.

Cụ thể, những giá trị sau đây phải được đảm bảo bởi người cấp giấy phép cho quy trình và/hay 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.

#### **M.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 TCVN 8610 (EN 1160) 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.

Các loại trên có thể được mở rộng chỉ khi nhiệt độ thiết kế đạt được bằng việc giảm áp và có biện pháp để tránh sự lại 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 k thành phần nào có khả năng bị đông cứng trong điều kiện nhiệt độ làm việc.

**M.5.5 Các thiết bị đặc trưng**

**M.5.5.1 Yêu cầu chung**

Cụm 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.

**M.5.5.2 Thiết bị trao đổi nhiệt lạnh**

Thiết kế của thiết bị này trong LNG phải theo các yêu cầu, đòi hỏi sau:

- Có một vài dòng môi chất mặt 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 qua máy;
- Độ chênh lệch không lớn nhiệt độ giữa dòng tuần hoàn nóng và lạnh trong máy;
- Các gradien nhiệt kim loại đặc biệt trong máy trao đổi nhiệt;
- Các giá trị nhiệt độ thấp;
- Lượng lớn nhiệt được trao đổi;
- Độ chênh lệch cao các giá trị áp suất;
- Lưu lượng dòng chảy khối 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 xong xong, thường là trong các hộp lạnh bằng đá peclit.

Các thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm khác, sử dụng các tấm thép không gỉ được hàn lại, ngày nay được dùng trong các quá trình nhiệt nóng, cũng có thể được dùng cho các quá trình làm lạnh trong LNG.

### **M.5.5.3 Các hệ thống máy nén**

#### **M.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.

#### **M.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, nhu cầu tăng sức chứa cho trạm xuất LNG đã dẫn tới tăng sử dụng dạng máy nén hướng tâm khi mà lưu lượng hút vượt quá lượng của máy nén ly tâm. Hơn nữa, các máy nén hướng tâm có hiệu suất tốt hơn ly tâm.

Việc thiết kế và sản xuất thiết bị nén chống trào ngược luôn được yêu cầu cao. Năng lượng tiêu hao trong những thiết bị này rất lớn có thể gây ra sự co giãn mạnh và lực ép dẫn tới nứt và thủng kim loại nếu không được quan tâm đầy đủ.

#### **M.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 được lưu ý tác động của sự thay đổi nhiệt độ không khí môi trường xung quanh lên năng lượng tốc bin khi sử dụng (năng lượng tiêu tốn tăng khi nhiệt độ không khí tăng).

Tuabin khí hai trục đang được sử dụng ngày càng rộng rãi bởi thế 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 kết và trong vận hành (nếu cần thiết) để phù hợp với tốc độ cố định của máy nén. Cần lưu ý đặc biệt quá trình khởi động.

Trong tất cả các trường hợp, hệ thống nén và làm lạnh đóng vai trò quan trọng đối với sự vận hành tốt của các thiết bị LNG, do đó 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.

### **M.5.5.4 Hệ thống làm mát**

## **TCVN 8611:2010**

Trong quy trình hóa lỏng, 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 thấp nhiệt chạy động cơ tuabin hơi, 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 dòng vòng tuần hoàn của 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, có thể sử dụng hệ thống nước ngọt khép kín với tháp làm mát hay các máy trao đổi nhiệt không khí. Vấn đề có thể xuất hiện bởi sự phát triển của 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 N

(Tham khảo)

### Các hệ thống tạo mùi

#### N.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.

#### N.2 Các yêu cầu của các hệ thống chất tạo mùi

##### N.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. Đơn cử, đồng và các hợp kim có 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.

##### N.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 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 ô tô xi tec đến thùng chứa cố định, từ đó giảm thiểu nguy cơ tai nạn rò rỉ.

Khuyến cáo nên giảm thiểu số lượng các mối nối ống với các bồn chứa.

Cũng nên có một lớp cách li bằng khí (không có oxi) phù hợp với chất tạo mùi được bảo quản bên trên dung dịch chất tạo mùi.

##### N.2.3 Bơm và van

## **TCVN 8611:2010**

Khuyến cáo nên sử dụng bơm tạo mùi cho lượng khí lớn. Khi lượng khí cần tạo mùi nhỏ, việc sử dụng hệ thống tạo mùi bằng 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 nơi có thể.

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

### **N.3 Xử lý chất tạo mùi**

#### **N.3.1 Yêu cầu chung**

Cần có các biện pháp phòng ngừa việc với chất tạo mùi có đặc điểm là điểm bắt cháy thấp. Đồng thời cần quan tâm đến vị hăng và tính độc của nó, xem N.6 an toàn cho nhân viên.

#### **N.3.2 Vận chuyển**

Khí trơ và methanol nên có sẵn để rửa, làm sạch đoạn ống vận chuyển và những thiết bị đi kèm nếu vận chuyển rời không thực hiện được.

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.

Tàu chở phải được neo một điểm nối đất tĩnh tạm thời, để tháo điện bất cứ sự tích điện nào. Ống vận chuyển phải được gắn điện tới 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 ống xả thì các biện pháp tương tự như một kết nối tới hệ thống bay hơi có thể được cân nhắc.

#### **N.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 xà, bơm chất tạo mùi ra khỏi thiết bị, sau đó rửa bằng metanol hay các dung môi tương tự. Sau khi hết cặn metanol/chất tạo mùi, phần hơi có thể được đuổi làm sạch với khí tự nhiên và kết thúc bằng khí trơ ra ống xả hoặc đường áp suất thấp tương ứng như hệ thống bay hơi. Các công việc này phải được chuẩn bị theo quy trình đặc biệt.

### **N.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, có thể kiểm tra điều này ở 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 tạo mùi.

Tại đầu vào phải bố trí ít nhất hai máy bơm 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 khí bơm vào luôn được giám sát chặt chẽ và được kiểm soát để mức pha trộn mùi tối thiểu đạt được. Khuyến cáo lưu lượng bơm phải được kiểm soát bởi tín hiệu từ đồng hồ đo lưu lượng khí.

Lưu lượng chất tạo mùi trong khí, nếu được yêu cầu, có thể đo như sau:

- Bảng chuẩn độ sunfua tự động đo liên tục lượng sunfua trong dòng mẫu khí đã tạo mùi;
- Bảng kiểm tra khí đã tạo mùi bằng cách sử dụng sắc phổ của lưu huỳnh.

## N.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 trung hòa thì nhân viên hay người dân xung quanh sẽ bị ảnh hưởng. Điều quan trọng, đó là nếu khí bị tràn hoặc bị rò rỉ thì khí tạo mùi cần phải được trung hòa nhanh chóng và phải có mặt nạ tránh khí tạo mùi. Trên thực tế có rất nhiều chất và phương pháp được sử dụng để xử lý tốt tình huống này. (xem thuyết minh 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 ít disulphit thông qua phản ứng oxy hóa. Điều này có thể đạt được bằng việc bơm, pha loãng khu vực tràn bằng dung dịch tẩy trắng pha loãng. Một là natri hipoclorit hay canxi hipoclorit pha loãng trong nước đều có thể được sử dụng. 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 chất phủ mùi cùng với dung dịch tẩy trắng 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 vứt bỏ. Đám tràn chất lỏng tạo mùi có thể được phủ bột chống cháy để giảm độ bay hơi.

Có thể chú ý rằng việc tìm nguồn rò một cách chính xác là rất khó do đặc tính dễ bay hơi cao của chất tạo mùi. Chất tạo có một "nền mùi", ở đó nồng độ trong khí tăng cao nhưng không làm tăng mùi.

## N.6 An toàn cho nhân viên

Các thuyết minh về vật liệu an toàn đối với chất tạo mùi phải có để hướng dẫn người vận hành sử dụng an toàn vật liệu này. Tối thiểu, bất kỳ một chu trình nào liên quan đến chất tạo mùi, người vận hành phải đeo găng tay PVC, bảo vệ mắt và quần áo không thấm nước mà được làm sạch sau khi sử dụng.



## **TCVN 8611:2010**

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.
- [4] *Maîtrise de l'urbanisation – La prise en compte des effets thermique, mécanique et toxique*, Joëlle Jarry, Sécurité revue de préventique 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 – Prévision 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*.

## TCVN 8611:2010

- [17] NF C 17 100, *Protection contre la foudre — Protection des structures contre la foudre — Installation de paratonnerres (Protection of structures against lightning — Installation of lightning Protective system)*.
- [18] *International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk*, (IGC Code), IMO.
- [19] *TNO Dutch experimental program on heat radiation from fires (report 79-0263)*.
- [20] BS 5970, *Code of practice for thermal insulation of pipework and equipment in the temperature range - 100°C to 870°C*.
- [21] VDI 2055, *Thermal insulation for heated and refrigerated industrial and domestic installations — Calculations, guarantees, measuring and testing methods, quality assurance, supply conditions*.
- [22] BS 6349, *Maritime structures*.
- [23] 10CFR100 appendix A to Part 100, *Seismic and Geologic Siting Criteria for Nuclear Power Plants*.
- [24] *The bulk Transfer of Dangerous Liquids and Gases between ship and shore*.
- [25] BS 6656, *Assessment of inadvertent ignition of flammable atmospheres by radio frequency radiation — Guide*.
- [26] *International Safety Guide for Oil Tanker and Terminal*, OCMF/ICS/IAPH.
- [27] BS 6651, *Code of practice for protection of structures against lightning*.
- [28] GAP 2.5.2 A, *Hazard Classification of Process operations for spacing requirements*.
- [29] BS 1722-10, *Fences. Specification for strained wire and wire mesh netting fences*.
- [30] *International Ship and Port Facility Security Code (ISPS-Code)*, International Maritime Organization (IMO).
- [31] API 2218, *Fireproofing Practices in Petroleum and Petrochemical Processing Plants*.
- [32] 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.
- [33] LNG Journal article in two parts:
- 1) *LNG-Water Rapid Phase Transition: Part1 - A literature Review*, May 2005 (pages 21-24),
  - 2) *LNG-Water Rapid Phase Transition: Part2 - Incident Analysis*, July-august 2005 (pages 28-30).
- [34] OSHA, *Occupational Safety and Health Administration*.

- [35] EN 823, *Thermal insulating products for building applications — Determination of thickness.*
- [36] EN 1050, *Safety of machinery— Principles for risk assessment.*
- [37] 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.*
- [38] EN 12483, *Liquid pumps — Pump units with frequency inverters — Guarantee and compatibility tests.*
- [39] EN 12560-1, *Flanges and their joints — Gaskets for Class-designated flanges — Part 1: Non-metallic flat gaskets with or without inserts.*
- [40] EN 12560-2, *Flanges and their joints — Gaskets for Class-designated flanges — Part 2: Spiral wound gaskets for use with steel flanges.*
- [41] EN 12560-3, *Flanges and their joints — Gaskets for Class-designated flanges — Part 3: Non-metallic PTFE envelope gaskets.*
- [42] 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.*
- [43] EN 12560-5, *Flanges and their joints — Gaskets for Class-designated flanges — Part 5: Metallic ring joint gaskets for use with steel flanges.*
- [44] EN 12560-6, *Flanges and their joints — Gaskets for Class-designated flanges — Part 6: Covered serrated metal gaskets for use with steel flanges.*
- [45] EN 13645, *Installations and equipment for liquefied natural gas — Design of onshore installation with a storage capacity between 5 t and 200 t.*
- [46] EN 13766, *Thermoplastic multi-layer (non-vulcanized) hoses and hose assemblies for the transfer of petroleum gas and liquefied natural gas — Specification.*
- [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] EN 61779-1, *Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases — Part 1: General requirements and test methods (IEC 61779-1:1998, modified).*
- [50] EN 61779-4, *Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases — Part 4: Performance requirements for group II apparatus indicating a volume fraction up to 100 % lower explosive limit (IEC 61779-4:1998, modified).*
- [51] ISO 5199, *Technical specifications for centrifugal pumps — Class II (ISO 5199:2002).*
- [52] ISO 9000, *Quality management systems — Fundamentals and vocabulary (ISO 9000:2005).*

**TCVN 8611:2010**

[53] ISO 9906, *Rotodynamic pumps — Hydraulic performance acceptance tests — Grades 1 and 2 (ISO 9906:1999)*.

[54] ISO 14001, *Environmental management systems — Requirements with guidance for use (ISO 14001:2004)*.

[55] ISO 15664, *Acoustics — Noise control design procedures for open plant*.

---