

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 8404:2010

Xuất bản lần 1

**QUY PHẠM PHÂN CẤP VÀ GIÁM SÁT KỸ THUẬT HỆ
THỐNG ĐƯỜNG ỐNG MỀM**

Rules for Classification and technical supervision of flexible pipe systems

HÀ NỘI - 2010

Mục lục

Lời nói đầu

1	Phạm vi áp dụng	9
2	Tài liệu viện dẫn	10
3	Thuật ngữ và định nghĩa	10
4	Ký hiệu và viết tắt	16
5	Phân cấp hệ thống đường ống mềm	16
5.1	Cấp giấy chứng nhận và phân cấp	16
5.1.1	Điều kiện để phân cấp đường ống	16
5.1.2	Cấp của đường ống	16
5.1.3	Giấy chứng nhận phân cấp	17
5.1.4	Giấy chứng nhận phân cấp tạm thời	18
5.1.5	Duy trì hiệu lực Giấy chứng nhận phân cấp	18
5.1.6	Rút cấp	18
5.1.7	Phục hồi cấp	19
5.2	Hồ sơ kỹ thuật	19
5.2.1	Giai đoạn thiết kế	19
5.2.2	Giai đoạn chế tạo	20
5.2.3	Giai đoạn lắp đặt	21
5.3	Kiểm tra duy trì hiệu lực Giấy chứng nhận phân cấp	21
5.3.1	Kiểm tra hằng năm	21
5.3.2	Kiểm tra trung gian	21
5.3.3	Kiểm tra định kỳ	21
6	Nguyên tắc thiết kế	22
6.1	Các vấn đề cần xem xét khi thiết kế	22
6.2	Tính toán sức bền	24
6.2.1	Yêu cầu chung	24
6.2.2	Các loại tải trọng	24
6.2.3	Các điều kiện tải trọng	26
6.2.4	Hệ số sử dụng / Ứng suất cho phép	28
7	Vật liệu	30
7.1	Yêu cầu chung	30
7.2	Các đặc tính của vật liệu	30
7.2.1	Vật liệu phi kim	30
7.2.2	Vật liệu kim loại	32
7.3	Ăn mòn	34

TCVN 8404:2010

7.3.1	Yêu cầu chung	34
7.3.2	Ăn mòn bên ngoài	34
7.3.3	Ăn mòn bên trong	34
7.3.4	Môi trường có khí hydro sunfua	34
8	Nguyên tắc tính toán thiết kế	35
8.1	Yêu cầu chung	35
8.1.1	Phân tích	35
8.1.2	Kiểm soát chất lượng thiết kế	35
8.2	Phân tích tổng thể	35
8.2.1	Yêu cầu chung	35
8.2.2	Tính toán phản ứng cực hạn	36
8.2.3	Mô hình hóa hệ thống	36
8.2.4	Chỉ tiêu thiết kế	37
8.3	Phân tích cục bộ	37
8.3.1	Yêu cầu chung	37
8.3.2	Phương pháp phân tích	37
8.3.3	Thử kiểu	38
8.4	Tuổi thọ làm việc	38
8.4.1	Yêu cầu chung	38
8.4.2	Xem xét tính toán	38
8.5	Giao cắt	39
8.6	Phân tích các bộ phận đi kèm đường ống	39
8.6.1	Yêu cầu chung	39
8.6.2	Các phụ tùng đầu ống	39
8.6.3	Các phao đỡ	40
8.6.4	Giá cứng chống uốn	40
9	Chế tạo và thử ống mềm	40
9.1	Yêu cầu chung	40
9.1.1	Áp dụng	40
9.1.2	Đảm bảo chất lượng	40
9.2	Chế tạo	41
9.2.1	Kiểm soát chất lượng	41
9.2.2	Hàn	41
9.2.3	Xử lý nhiệt	42
9.2.4	Thử không phá hủy	42
9.3	Thử	43
10	Bao gói, vận chuyển và lắp đặt	43
10.1	Bao gói	43

10.1.1	Yêu cầu chung	43
10.1.2	Thiết bị kẹp thả ống	44
10.1.3	Tang ống và các thiết bị để cuốn ống	44
10.1.4	Đường trượt xuống biển - xoay và cố định	44
10.1.5	Lưới bọc truyền lực	44
10.2	Vận chuyển	45
10.2.1	Yêu cầu chung	45
10.2.2	Hạ thủy	45
10.2.3	Chằng buộc khi đi biển	45
10.2.4	Ống cuộn có tang đặt nằm ngang	45
10.2.5	Ống cuộn có tang đặt thẳng đứng	45
10.2.6	Ống không cuộn	45
10.3	Lắp đặt	46
10.3.1	Phân tích lắp đặt	46
10.3.2	Theo dõi	46
10.3.3	Lắp đặt ống cuộn trên tang nằm ngang	46
10.3.4	Lắp đặt ống cuộn trên tang thẳng đứng	46
10.3.5	Lắp đặt ống không cuộn	47
10.3.6	Triển khai và đầu nối	47
10.3.7	Đào hào và chôn ống	47
10.3.8	Tàu và thiết bị	48
10.3.9	Quy trình lắp đặt	48
10.4	Thử vận hành	49
10.4.1	Yêu cầu chung	49
10.4.2	Phóng thoi	49
10.4.3	Thử áp lực thủy tĩnh	49
11	Vận hành, bảo dưỡng và đánh giá lại	51
11.1	Kiểm tra trong khai thác, thay thế và theo dõi	51
11.1.1	Yêu cầu chung	51
11.1.2	Hướng dẫn xác định khoảng thời gian kiểm tra	52
11.2	Kiểm tra phân cấp đối với các hệ thống đường ống mềm hiện có	56
	Phụ lục A	57
	Phụ lục B	59
	Phụ lục C	61
	Phụ lục D	64

Lời nói đầu

TCVN 8404:2010 được biên soạn trên cơ sở các tài liệu chính sau:

- Rules for certification of flexible risers and pipes DNV 1994 (Quy phạm phân cấp đường ống mềm và ống đứng mềm - Đăng kiểm Na Uy);
- API 17J-2002 Specification for Unbonded Flexible Pipes (Quy định kỹ thuật đường ống mềm không dính kết);
- API 17K-2002 Specification for Bonded Flexible Pipes (Quy định kỹ thuật đường ống mềm dính kết);
- API RP 17B-2002: Recommend Practice for Flexible Pipe (Khuyến nghị cho đường ống mềm - Viện dầu mỏ Hoa Kỳ).

TCVN 8404:2010 do Cục Đăng kiểm Việt Nam và Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 8 *Đóng tàu và Công trình biển* phối hợp biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Quy phạm phân cấp và giám sát kỹ thuật hệ thống đường ống mềm

Rules for Classification and technical supervision of flexible pipe systems

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu về phân cấp và giám sát kỹ thuật trong quá trình chế tạo mới, hoán cải, sửa chữa và khai thác các hệ thống đường ống mềm vận chuyển riêng lẻ hoặc hỗn hợp các chất hydro cacbon ở trạng thái lỏng hoặc khí, như dầu thô, các sản phẩm của dầu, các loại khí lắp đặt ở các vùng nội thủy, lãnh hải, đặc quyền kinh tế và thềm lục địa Việt Nam.

1.2 Trong Tiêu chuẩn này, hệ thống đường ống mềm bao gồm đường ống mềm và các chi tiết phụ trợ gắn liền với ống như các phụ tùng đầu ống, kết cấu nổi và các chi tiết chống uốn.

1.3 Tiêu chuẩn này áp dụng cho đường ống mềm có áp suất thiết kế lớn hơn 1,6 MPa (232 psi). Ống mềm có thể bao gồm các loại sau:

- ống đứng mềm gắn liền với đường ống mềm;
- đường ống mềm ngầm dưới biển, đường ống mềm nội bộ mỏ;
- ống mềm kết nối;
- đường ống mềm khoan và thử.

1.4 Tiêu chuẩn này cũng đưa ra các quy định về thiết kế, vật liệu, chế tạo, lắp đặt, thử, khai thác, bảo dưỡng và đánh giá lại hệ thống đường ống mềm.

1.5 Có thể áp dụng các yêu cầu trong các Quy phạm, Tiêu chuẩn, tài liệu kỹ thuật tương đương khác nếu phù hợp với các quy định trong Tiêu chuẩn này.

TCVN 8404:2010

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc 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 sửa đổi (nếu có).

TCVN 6475-10: 2007 *Quy phạm phân cấp và giám sát kỹ thuật hệ thống đường ống biển - Phần 10: Chống ăn mòn và bọc gia tải;*

TCVN 6475-12: 2007 *Quy phạm phân cấp và giám sát kỹ thuật hệ thống đường ống biển - Phần 12: Hàn;*

API 6FB *Fire test for end connections (Quy định kỹ thuật thử chịu lửa các đầu nối);*

API RP 17B-2002: *Recommend Practice for Flexible Pipe (Khuyến nghị cho đường ống mềm - Viện dầu mỏ Hoa Kỳ).*

API 17J-2002 *Specification for Unbonded Flexible Pipes (Quy định kỹ thuật đường ống mềm không dính kết);*

API 17K-2002 *Specification for Bonded Flexible Pipes (Quy định kỹ thuật đường ống mềm dính kết);*

ASTM D-413 *Test Method for Rubber Property - Adhesion to Flexible Substrate (Phương pháp thử đặc tính cao su - kết dính vào chất nền mềm);*

DNV *Classification Note 6.1 Fire Test (Ghi chú quy định kỹ thuật thử cháy);*

Rules for certification of flexible risers and pipes DNV 1994 (Quy phạm phân cấp đường ống mềm và ống đứng mềm - Đăng kiểm Na Uy);

DNV RP E305 - *On-bottom stability design of submarine pipeline (Thiết kế ổn định đáy biển cho đường ống biển - Đăng kiểm Na Uy)*

DNV RP B401 -1993 *Cathodic Protection Design (Thiết kế bảo vệ ca tốt – Đăng kiểm Na Uy)*

NACE MR 0175 *Sulfide Stress Cracking Resistant Metallic Materials for Oilfield Equipment (Vật liệu kim loại có khả năng chống ứng suất nứt do lưu huỳnh cho thiết bị dầu khí);*

NACE TM 0177 *Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking at Ambient Temperatures (Thử vật liệu kim loại có khả năng chống ứng suất nứt do lưu huỳnh tại nhiệt độ môi trường).*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1

Áp suất thiết kế (design pressure)

Áp suất trong lớn nhất mà ống có thể chịu trong suốt tuổi thọ làm việc. Áp suất thiết kế gồm áp suất vận hành cộng thêm khoảng dự trữ cho sự quá áp và các yếu tố khác ảnh hưởng đến áp suất bên

trong ống.

3.2

Áp suất vận hành/áp suất làm việc (operating pressure/working pressure)

Áp suất ống phải chịu trong điều kiện vận hành bình thường, không kể đến áp suất trong điều kiện sự cố như quá áp.

3.3

Áp suất thử (test pressure)

Áp suất ống chịu trong giai đoạn thử chấp nhận lúc chế tạo và lúc lắp đặt.

3.4

Áp suất nổ vỡ (burst pressure)

Áp suất giới hạn nổ của ống, tại áp suất này ống sẽ bị phá hủy từ bên trong ra ngoài.

3.5

Bán kính uốn cong (bend radius)

Bán kính của đoạn uốn cong của đường ống mềm được đo từ đường tâm của ống.

3.6

Bán kính uốn cong tối thiểu (minimum bend radius)

Bán kính mà ống mềm uốn được mà không bị hư hại.

3.7

Bộ phận phụ trợ (ancillary components)

Các bộ phận dùng để kiểm soát ống mềm, ví dụ như giá cứng chống uốn hoặc các phao đỡ.

3.8

Chi tiết khóa đuôi (termination)

Một phần của phụ tùng đầu ống chuyển tiếp giữa thân ống và đầu nối.

3.9

Chốt giữ uốn (bend restricter)

Chi tiết cơ khí có chức năng là một điểm giữ cơ khí giới hạn bán kính cong cục bộ của ống mềm đến giá trị tối thiểu.

3.10

Cốt (carcass)

Các kết cấu kim loại được cài vào nhau. Cốt có thể được dùng làm lớp trong cùng nhằm ngăn cản, một phần hoặc toàn bộ, sự móp bẹp của lớp bọc chịu áp bên trong hay của ống do giảm áp, áp suất bên ngoài, áp suất của lớp bọc bảo vệ kéo căng và tải trọng nén ép cơ khí. Cốt cũng có thể được sử dụng bên ngoài để bảo vệ bề mặt bên ngoài của ống.

3.11

Đăng kiểm (Classification society)

Tổ chức chứng nhận thực hiện việc kiểm tra, giám sát kỹ thuật và phân cấp hệ thống đường ống mềm theo Tiêu chuẩn này.

3.12

Đầu nối (Connector)

Thiết bị được sử dụng để có được một mối nối kết cấu không rò rỉ giữa phụ tùng đầu ống và ống liền kề. Đầu nối bao gồm bích nối gắn bu lông, đùm kẹp và các đầu nối chuyên dụng. Đầu nối có thể được thiết kế để thích hợp với việc đấu nối dưới biển bởi thợ lặn hoặc không có thợ lặn mà sử dụng thiết bị cơ khí hoặc thủy lực.

3.13

Độ cứng chống uốn (bending stiffness)

Khái niệm giống như khái niệm về độ cứng kết cấu của dầm cứng hoặc ống cứng (bằng mô đun đàn hồi nhân với mô men quán tính), ngoại trừ độ cứng chống uốn có thể thay đổi trong một phạm vi lớn do nhiệt độ và áp suất. Độ cứng chống uốn thường được xác định bằng cách lấy mô men uốn tác dụng nhân với bán kính cong tổng hợp của ống.

3.14

Đường ống mềm nội mỏ (flexible flowline):

Đường ống mềm, toàn bộ hoặc một phần, nằm trên đáy biển hoặc chôn dưới đáy biển và được sử dụng trong các ứng dụng tĩnh để chứa lưu chất, ép khí hoặc nước, nối các giếng ngầm, giàn đầu giếng, điểm xuất đầu đến giàn xử lý.

3.15

Đường ống biển (Subsea Pipeline)

Đường ống mềm nối ống đứng và van đầu tiên trên bờ, hoặc nối ống đứng và van đầu tiên của công trình ngầm dưới biển.

3.16**Giá cứng chống uốn** (bend stiffener)

Bộ phận kết cấu phụ trợ có dạng hình nón, có chức năng hạn chế ứng suất do uốn và độ cong của ống nằm trong mức cho phép. Giá cứng chống uốn có thể được gắn vào phụ tùng đầu ống hoặc kết cấu đỡ. Ống mềm được xuyên qua giá cứng chống uốn.

3.17**Góc rải ống** (lay angle)

Góc giữa dây kéo và đường thẳng song song với trục dọc của ống mềm.

3.18**Lỗ thô** (rough bore)

Trong cấu trúc ống, cốt được sử dụng ở lớp trong cùng. Cấu trúc này thường được sử dụng khi thành phần chất lỏng từ giếng có lẫn khí.

3.19**Lỗ trơn** (Smooth bore)

Trong cấu trúc ống, lớp cốt không được sử dụng là lớp trong cùng. Lớp trong cùng thông thường là pô-li-me.

3.20**Lớp bọc chịu áp bên trong** (internal pressure sheath)

Lớp vật liệu pô-li-me có chức năng đảm bảo tính toàn vẹn của chất lỏng được vận chuyển. Lớp bọc này có thể bao gồm một số lớp.

3.21**Lớp bọc ngoài** (outer sheath)

Lớp vật liệu pô-li-me sử dụng để bảo vệ ống khỏi sự xâm nhập của nước biển và các tác nhân từ môi trường bên ngoài, chống ăn mòn, mài mòn, hư hỏng cơ khí và giữ cho lớp bọc chịu kéo đúng vị trí sau khi tạo hình.

3.22**Lưới bọc truyền lực** (chinese finger)

Lưới thép đan hoặc ống bên ngoài bằng vải được lắp đặt phía ngoài ống mềm và được kéo chặt để kẹp nó vào ống mềm nhằm chịu hoặc truyền lực kéo lên ống.

3.23

Miệng chuông (bellmouth)

Một phần của ống mềm có hình dạng miệng chuông và được thiết kế để ngăn cản ống mềm bị uốn quá mức.

3.24

Ống dính kết (bonded pipe)

Ống mềm có cấu tạo gồm nhiều lớp được quấn riêng lẻ sau đó chúng được dính kết với nhau bằng cách sử dụng chất kết dính hoặc dùng nhiệt và áp lực để nấu chảy các lớp gắn chúng thành một cấu trúc duy nhất.

3.25

Ống không dính kết (Unbonded pipe)

Ống mềm bao gồm một số lớp đơn lẻ và riêng biệt không gắn kết với nhau, cho phép sự dịch chuyển tương đối giữa các lớp.

3.26

Ống đứng mềm (flexible riser)

Ống mềm nối giàn/phao/tàu với đường ống nội mỏ, công trình ngầm ở đáy biển hoặc các giàn khác. Ống đứng có thể được treo tự do, cố định một phần (với phao, neo), cố định cả hai đầu hoặc cho vào trong ống dẫn (ống kiểu chữ I hoặc chữ J).

3.27

Ống kết nối (jumper)

Đoạn ống mềm ngắn được sử dụng ngầm dưới biển hoặc trên thượng tầng, thường dùng để nối công trình nổi với công trình cố định. Ống này có thể sử dụng trong các ứng dụng tĩnh hoặc ứng dụng động.

3.28

Ống mềm (flexible pipe)

Ống được hợp thành từ thân ống và các phụ tùng đầu ống. Thân ống bao gồm một hỗn hợp các vật liệu được xếp thành lớp để tạo thành ống dẫn chịu áp lực. Cấu trúc của ống cho phép chuyển vị lớn mà không làm tăng đáng kể ứng suất do uốn. Thông thường thân ống được cấu tạo từ các lớp pô-li-me và kim loại bọc lên nhau.

3.29**Phao đỡ** (Buoyancy Device)

Thiết bị được sử dụng để tăng tính nổi tại một phần của ống nhằm đạt được hình dạng đặc trưng hoặc giảm tải trọng tác dụng lên ống.

3.30**Phụ tùng đầu ống** (end fitting)

Chi tiết nằm ở đầu ống bao gồm chi tiết khóa đuôi các lớp khác nhau của ống mềm và đầu nổi.

3.31**Thiết bị hạn chế uốn** (bend limiter)

Thiết bị được sử dụng để hạn chế ống mềm bị uốn cong. Thiết bị hạn chế uốn bao gồm chốt giữ uốn (bend restricter), giá cứng chống uốn (bend stiffener) và miệng chuông.

3.32**Tuổi thọ làm việc** (service life)

Khoảng thời gian ống mềm làm việc đảm bảo đúng theo các yêu cầu chức năng.

3.33**Vành xuyên** (annulus)

Khoảng không gian giữa lớp chịu áp bên trong và lớp bên ngoài. Khí và chất lỏng thấm vào có thể chuyển động và hòa trộn tự do trong đó.

3.34**Ứng dụng động** (dynamic application)

Ứng dụng mà trong đó ống mềm phải chịu tải trọng và chuyển vị thay đổi theo chu kì trong điều kiện vận hành bình thường. Ống phải được chế tạo đặc biệt để chịu được số lượng lớn chu trình uốn/kéo/xoắn.

3.35**Ứng dụng tĩnh** (static application)

Ứng dụng mà trong đó ống mềm không chịu tác dụng của tải trọng hoặc chuyển vị thay đổi theo chu kì đáng kể trong điều kiện vận hành bình thường.

4 Ký hiệu và viết tắt

Các ký hiệu và viết tắt được sử dụng trong tiêu chuẩn này:

- API (American Petroleum Institute): Viện Dầu khí Hoa Kỳ;
- ASTM (American Society for Testing and Materials): Hiệp hội Thử nghiệm và Vật liệu Hoa Kỳ;
- DNV (Det Norske Veritas): Đăng kiểm Na Uy;
- ISO (International Organization for Standardization): Tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế;
- MBR (minimum bend radius): Bán kính uốn cong tối thiểu;
- NACE (National Association of Corrosion Engineers): Hiệp hội kỹ sư ăn mòn quốc gia Hoa Kỳ.
- OCIMF (Oil Companies International Marine Forum): Diễn đàn quốc tế về biển của các công ty dầu mỏ.

5 Phân cấp hệ thống đường ống mềm

5.1 Cấp giấy chứng nhận và phân cấp

5.1.1 Điều kiện để phân cấp đường ống

5.1.1.1 Các đường ống được thiết kế, chế tạo mới, vận hành và giám sát kỹ thuật phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn này hoặc các yêu cầu tương đương, sẽ được trao cấp và được duy trì cấp khi kết quả kiểm tra thấy rằng chúng vẫn phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

5.1.1.2 Việc phân cấp đường ống được thực hiện theo yêu cầu về thiết kế, chế tạo, vật liệu, khả năng thi công và bảo dưỡng đường ống được nêu trong tiêu chuẩn này.

5.1.1.3 Chủ đường ống có trách nhiệm cung cấp các chỉ dẫn và đề ra các giới hạn khai thác để đảm bảo chắc chắn không vượt quá các điều kiện thiết kế dùng trong phân cấp. Các chỉ dẫn và các giới hạn phải được ghi trong Sổ khai thác. Chủ đường ống cập nhật đầy đủ các dữ liệu theo yêu cầu của Tiêu chuẩn này.

5.1.1.4 Mọi sự cố, khuyết tật, hư hỏng có ảnh hưởng tới điều kiện phân cấp cần thông báo ngay cho Đăng kiểm.

5.1.2 Cấp của đường ống

5.1.2.1 Ký hiệu cấp

Các cấp cơ bản cho đường ống do Đăng kiểm phân cấp được ký hiệu như sau:

* VR FP

⊖ VR FP

(*) VR FP

trong đó:

VR FP : Biểu thị đường ống thỏa mãn các yêu cầu trong tiêu chuẩn này.

* : Biểu thị đường ống được chế tạo mới dưới sự giám sát của Đăng kiểm.

⊖ : Biểu thị đường ống được chế tạo mới dưới sự giám sát của tổ chức phân cấp khác được Đăng kiểm ủy quyền và/hoặc công nhận.

(*) : Biểu thị đường ống được chế tạo mới không có giám sát hoặc dưới sự giám sát của tổ chức phân cấp khác chưa được Đăng kiểm công nhận.

5.1.2. 2 Ghi chú cấp

1. Căn cứ vào điều kiện cụ thể, những đường ống do Đăng kiểm phân cấp sẽ được bổ sung ghi chú về cấp.

2. Ghi chú về chức năng: là ghi chú cho biết chức năng của đường ống. Ví dụ:

- Đường ống dẫn hóa chất;
- Đường ống dẫn dầu;
- Đường ống dẫn khí;
- Đường ống ép nước;

3. Ghi chú về vùng: là ghi chú cho biết vị trí địa lý, vùng mà đường ống được lắp đặt. Ví dụ:

- Mỏ Bạch Hổ;
- Mỏ Đại Hùng ...

4. Ghi chú giới hạn hoạt động: là ghi chú cho biết đường ống được phân cấp với các giới hạn khai thác chủ yếu. Ví dụ:

- Áp suất khai thác lớn nhất 150 bar;
- Nhiệt độ thiết kế lớn nhất 90 °C.

5. Các ghi chú mô tả: là các ghi chú bổ sung mô tả chi tiết hơn về kiểu của đường ống so với ghi chú về cấp và được đưa vào Sổ đăng ký đường ống. Ví dụ: Đường kính ống, lưu lượng, áp suất thủy tĩnh...

5.1.3 Giấy chứng nhận phân cấp

5.1.3. 1 Giấy Chứng nhận phân cấp là Giấy chứng nhận của Đăng kiểm xác nhận rằng hệ thống đường ống mềm đã hoàn toàn tuân thủ các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

TCVN 8404:2010

5.1.3. 2 Giấy chứng nhận phân cấp hệ thống đường ống mềm có thời hạn hiệu lực không quá 5 năm, tính từ ngày hoàn thành kiểm tra phân cấp.

5.1.3. 3 Giấy chứng nhận phân cấp chỉ được cấp khi tất cả các công việc liên quan đã hoàn toàn thoả mãn. Nếu còn những vấn đề chưa giải quyết xong thì chưa cấp Giấy chứng nhận phân cấp hoặc có thể cấp Giấy chứng nhận phân cấp với các hạn chế điều kiện hoạt động thích hợp.

5.1.3. 4 Nội dung của Giấy chứng nhận phân cấp hệ thống đường ống mềm bao gồm:

- mô tả hệ thống đường ống mềm;
- phạm vi sử dụng (giới hạn vận hành và điều kiện để sử dụng) của đường ống mềm;
- tiêu chuẩn hay tài liệu kỹ thuật mà hệ thống đường ống mềm phải tuân theo;
- thời hạn hiệu lực của Giấy chứng nhận phân cấp.

5.1.3. 5 Nội dung của các báo cáo kiểm tra bao gồm:

- hồ sơ làm cơ sở để cấp Giấy chứng nhận phân cấp (tài liệu, bản vẽ, thư từ, tiêu chuẩn và các tài liệu kỹ thuật có liên quan được sử dụng và tham khảo);
- danh mục những vấn đề còn chưa đáp ứng được các yêu cầu trong tiêu chuẩn và các tài liệu kỹ thuật có liên quan.

5.1.4 Giấy chứng nhận phân cấp tạm thời

5.1.4. 1 Trong khi chờ để cấp Giấy chứng nhận phân cấp chính thức và khi kết quả kiểm tra cho thấy hệ thống đường ống mềm phù hợp các yêu cầu của tiêu chuẩn này thì Đăng kiểm cấp Giấy chứng nhận phân cấp tạm thời để đưa hệ thống đường ống mềm vào khai thác.

5.1.4. 2 Thời hạn hiệu lực của Giấy chứng nhận phân cấp tạm thời hệ thống đường ống mềm không quá 5 tháng kể từ ngày cấp.

5.1.5 Duy trì hiệu lực cấp

Hàng năm hệ thống đường ống mềm được đánh giá để duy trì cấp như quy định tại Điều 11. Nếu kết quả đánh giá hàng năm cho thấy hệ thống đường ống mềm phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn này thì hệ thống đường ống mềm sẽ được xác nhận hàng năm vào Giấy chứng nhận phân cấp.

5.1.6 Rút cấp

5.1.6. 1 Giấy chứng nhận phân cấp hệ thống đường ống mềm có thể bị rút nếu chủ công trình:

- không tuân thủ các quy trình vận hành hệ thống đường ống mềm đã được Đăng kiểm duyệt;

- không tiến hành chương trình kiểm tra và bảo dưỡng thường kỳ theo quy trình đã được Đăng duyệt;
- không sửa chữa những hư hỏng hay khuyết tật có ảnh hưởng đến cấp của hệ thống đường ống mềm theo yêu cầu của Đăng kiểm.
- không thực hiện các yêu cầu của tiêu chuẩn này;
- không khắc phục các vấn đề do Đăng kiểm khuyến nghị;

5.1.6. 2 Ngoài ra, Giấy chứng nhận phân cấp hệ thống đường ống mềm còn có thể bị rút nếu hệ thống đường ống mềm:

- bị hư hỏng, nghi ngờ bị hư hỏng hoặc có dấu hiệu hư hỏng theo hướng làm giảm tính an toàn hoặc tính toàn vẹn của hệ thống đường ống mềm;
- bị thay đổi hay sửa chữa tới mức có thể làm suy giảm tính an toàn hoặc tính toàn vẹn của hệ thống đường ống mềm;
- các giả thiết, các điều kiện đã đặt khi thực hiện phân cấp không còn được tuân theo;
- được xem xét để giải bản.

5.1.7 Phục hồi cấp

5.1.7. 1 Một hệ thống đường ống mềm đã bị rút cấp, nếu muốn được phục hồi cấp thì các điều kiện đưa đến việc rút cấp phải được khắc phục và hệ thống đường ống mềm phải được kiểm tra với khối lượng tùy thuộc vào tuổi và trạng thái kỹ thuật của hệ thống đường ống mềm. Nếu kết quả kiểm tra cho thấy trạng thái kỹ thuật của hệ thống đường ống mềm phù hợp các yêu cầu của tiêu chuẩn này thì Đăng kiểm có thể giữ nguyên cấp mà trước đây đã trao, hoặc trao cấp khác.

5.2 Hồ sơ kỹ thuật

5.2.1 Giai đoạn thiết kế

5.2.1. 1 Trong quá trình thẩm định thiết kế, nhà thiết kế cung cấp cho Đăng kiểm các tài liệu kỹ thuật sau để thẩm định:

- bản quy định kỹ thuật thiết kế bao gồm bản quy định kỹ thuật về tải trọng môi trường, áp suất, khoảng nhiệt độ, ứng dụng, độ sâu danh định, mức chịu nhiệt danh định... (xem 6.1.2);
- các bản vẽ thể hiện đủ thông tin và kích thước cần thiết để có thể đánh giá được thiết kế;
- danh mục các vật liệu và bản quy định kỹ thuật vật liệu;
- phân tích thiết kế và kết quả thử thể hiện sự phù hợp của thiết kế ống cho điều kiện hoạt động dự kiến;

TCVN 8404:2010

- kế hoạch chất lượng;
- bản quy định kỹ thuật chế tạo bao gồm hàn, xử lý nhiệt, loại và phạm vi thử không phá hủy, chỉ tiêu chấp nhận thử không phá hủy, quy trình thử chấp nhận, phương pháp chế tạo, quy trình sửa chữa.

5.2.1. 2 Sau khi kết thúc thẩm định thiết kế, Giấy chứng nhận thẩm định thiết kế có thể được Đăng kiểm cấp, nếu thấy cần thiết.

5.2.2 Giai đoạn chế tạo

5.2.2. 1 Trong quá trình chế tạo ống tại nhà máy, nhà sản xuất lập các tài liệu sau một cách thích hợp:

- mô tả các thiết bị được sử dụng;
- đơn hàng tham chiếu;
- các bản quy định kỹ thuật và bản vẽ tham chiếu;
- bản quy định kỹ thuật quy trình hàn;
- chứng nhận quy trình hàn;
- sơ đồ mối hàn;
- biên bản xử lý nhiệt;
- biên bản chứng nhận thợ hàn;
- thiết bị, phương tiện dùng trong thử không phá hủy và quy trình;
- báo cáo thử không phá hủy;
- giấy chứng nhận của người vận hành thiết bị thử không phá hủy;
- chứng chỉ vật liệu;
- biên bản thử chấp nhận.

5.2.2. 2 Các tài liệu nêu tại 5.2.2.1 cần có sẵn để Đăng kiểm viên kiểm tra trước khi cấp Giấy chứng nhận cho sản phẩm. Để phục vụ cho việc chứng nhận, không yêu cầu phải tập hợp các dữ liệu chế tạo thành một bộ tài liệu, nhưng chúng phải được sắp xếp một cách có hệ thống để thuận tiện cho việc xem xét ban đầu và sau này.

5.2.2. 3 Sau khi hoàn thành giám sát chế tạo, thử chấp nhận và xem xét các biên bản chế tạo, Đăng kiểm có thể cấp Giấy chứng nhận cho sản phẩm, nếu thấy cần thiết.

5.2.3 Giai đoạn lắp đặt

5.2.3. 1 Chủ đường ống nộp cho Đăng kiểm thẩm định các quy trình lắp đặt và chương trình thử lắp đặt.

5.2.3. 2 Chủ đường ống chuẩn bị báo cáo lắp đặt để khẳng định sự phù hợp với quy trình được thẩm định và các biên bản thử lắp đặt. Các tài liệu này cần có sẵn khi có yêu cầu kiểm tra của Đăng kiểm.

5.2.3. 3 Sau khi xác nhận sự thỏa mãn của quy trình và thử, Đăng kiểm có thể cấp báo cáo kiểm tra lắp đặt.

5.3 Kiểm tra duy trì hiệu lực cấp

5.3.1 Kiểm tra hằng năm

5.3.1. 1 Trong quá trình vận hành, hệ thống đường ống mềm được kiểm tra hằng năm để xác nhận Giấy chứng nhận phân cấp.

5.3.1. 2 Khối lượng kiểm tra hằng năm được xác định theo Điều 11. Khối lượng kiểm tra hằng năm có thể được điều chỉnh tùy thuộc tuổi, trạng thái kỹ thuật thực tế của hệ thống đường ống mềm trên cơ sở thỏa thuận với Đăng kiểm.

5.3.2 Kiểm tra trung gian

5.3.2. 1 Kiểm tra trung gian được thực hiện vào đợt kiểm tra hằng năm lần thứ hai hoặc lần thứ ba sau khi kiểm tra phân cấp hoặc kiểm tra định kỳ.

5.3.2. 2 Khối lượng kiểm tra trung gian bao gồm khối lượng kiểm tra hằng năm và khối lượng kiểm tra phần dưới nước.

5.3.2. 3 Khối lượng kiểm tra trung gian được xác định theo Điều 11. Khối lượng kiểm tra trung gian có thể được điều chỉnh tùy thuộc tuổi, trạng thái kỹ thuật thực tế của hệ thống đường ống mềm trên cơ sở thỏa thuận với Đăng kiểm.

5.3.3 Kiểm tra định kỳ

5.3.3. 1 Kiểm tra định kỳ được tiến hành 5 năm một lần.

5.3.3. 2 Kiểm tra định kỳ lần thứ nhất được thực hiện trong khoảng thời gian năm năm kể từ ngày hoàn thành chế tạo mới hệ thống đường ống mềm. Các lần tiếp theo được tính từ ngày kiểm tra định kỳ lần trước.

5.3.3. 3 Khối lượng kiểm tra định kỳ được xác định theo Điều 11. Khối lượng kiểm tra định kỳ có thể

TCVN 8404:2010

được điều chỉnh tùy thuộc tuổi, trạng thái kỹ thuật thực tế của hệ thống đường ống mềm trên cơ sở thỏa thuận với Đăng kiểm.

6 Nguyên tắc thiết kế

6.1 Các vấn đề cần xem xét khi thiết kế

6.1.1 Các thông số thiết kế cần dựa trên các ứng dụng cụ thể và các yêu cầu cụ thể về vận hành.

6.1.2 Điều kiện thiết kế có thể thay đổi trong tuổi thọ làm việc của đường ống. Nhà thiết kế cần đưa ra điều kiện hoạt động bất lợi nhất nhằm đảm bảo sự phù hợp của thiết kế.

6.1.3 Nhà thiết kế cần tính đến các thông số được liệt kê trong 6.1.4 đến 6.1.7 phù hợp với thiết kế cụ thể. Danh mục được nêu có thể không đủ toàn bộ các thông số. Đối với các thiết kế hoặc tính năng làm việc đặc biệt, các thông số bổ sung có thể cần được chỉ rõ.

6.1.4 Các xem xét về cơ học

Kích thước:

- đường kính trong (I.D.);
- đường kính ngoài (O.D.);
- chiều dài;
- dung sai kích thước.

Áp suất bên trong:

- áp suất thiết kế;
- áp suất làm việc;
- áp suất thử;
- áp suất nổ vỡ.

Móp bẹp (Collapse):

- phân loại độ sâu;
- sức kháng ép (crush resistance);
- hư hỏng cục bộ bên ngoài.

Tải trọng kéo:

- tải trọng kéo thiết kế;
- tải trọng kéo cực hạn.

Độ cứng:

- độ cứng chống uốn (bending stiffness);
- độ cứng dọc trục (axial stiffness);
- độ cứng chống xoắn (torsional stiffness).

Các xem xét khác:

- bán kính cong tối thiểu (MBR);
- trọng lượng và lực nổi;
- xoắn;
- sự giảm áp đột ngột;
- ma sát giữa ống và đáy biển.

6.1.5 Xem xét về lưu chất vận chuyển trong ống:

- giới hạn nhiệt độ;
- các đặc tính lưu chất;
- vận tốc lưu chất;
- tỷ lệ cát có trong lưu chất;
- độ nhám ống;
- dòng chảy nhiều pha.

6.1.6 Xem xét về điều kiện môi trường bên ngoài:

- giới hạn nhiệt độ;
- khả năng chống cháy;
- bảo vệ bên ngoài;
- bảo vệ chống hà bám;
- các điều kiện môi trường.

6.1.7 Các xem xét khác:

- ứng dụng tĩnh hay ứng dụng động;
- các đặc trưng của phương tiện nổi;
- kết nối giữa ống và phương tiện nổi;

TCVN 8404:2010

- cách nhiệt;
- trạng thái trên đáy biển;
- chôn ống;
- phóng thoi / kiểm tra từ đầu đến cuối đường ống nội bộ mở (TFL – Through flowline);
- tuổi thọ làm việc;
- phụ tùng đầu ống;
- thiết bị hạn chế uốn / giá cứng chống uốn;
- trượt giữa các lớp / áp suất tiếp xúc;
- tính thấm được;
- tính dẫn điện liên tục;
- cản kết cấu (structural damping);
- giao cắt;
- tính chất ăn mòn / mài mòn;
- các chi tiết phụ khác.

6.2 Tính toán sức bền

6.2.1 Yêu cầu chung

6.2.1. 1 Chỉ tiêu sức bền trong thiết kế đường ống mềm thường tính toán dựa trên phương pháp ứng suất cho phép và các hệ số an toàn.

6.2.1. 2 Có thể sử dụng phương pháp trạng thái giới hạn nếu các hệ số tải trọng và vật liệu được sử dụng cho kết quả có mức an toàn tối thiểu tương đương với khi sử dụng phương pháp ứng suất cho phép.

6.2.2 Các loại tải trọng

6.2.2. 1 Tải trọng được phân loại như sau:

- tải trọng chức năng;
- tải trọng môi trường;
- tải trọng sự cố.

6.2.2. 2 Tải trọng chức năng là tải trọng gây ra bởi bản thân ống, sự vận hành và các tải trọng phát

sinh từ sắp xếp, vận chuyển từ nhà sản xuất đến nơi lắp đặt bao gồm:

- trọng lượng và lực nổi;
- áp suất bên trong và áp suất bên ngoài;
- dòng chảy bên trong;
- phản lực từ cấu kiện thành phần;
- phản lực từ đáy biển (ma sát và sự chống xoay);
- lực căng tác dụng;
- co hoặc giãn nở do nhiệt;
- tác động của áp suất ở các giai đoạn chuyển tiếp;
- tác động của các chất lắng đọng.

6.2.2. 3 Tải trọng môi trường là tải trọng gây ra bởi các hiện tượng sau:

- gió;
- sóng;
- dòng chảy;
- triều;
- động đất;
- sự phát triển sinh vật biển;
- ảnh hưởng của nhiệt độ.

6.2.2. 4 Tải trọng sự cố là các tải trọng gây ra bởi sự hoạt động không bình thường, hư hỏng kỹ thuật và có thể bao gồm:

- va chạm do vật rơi;
- va chạm;
- tải trọng do cháy nổ;
- tải trọng do thay đổi điều kiện dẫn ngoài dự định;
- tải trọng do hỏng dây neo hoặc hệ thống định vị động;
- tải trọng do mắc lưới rà vào đường ống.

6.2.3 Các điều kiện tải trọng

6.2.3. 1 Ống được thiết kế để chịu được các điều kiện tải trọng bất lợi nhất sau:

- tải trọng chức năng;
- tải trọng chức năng và tải trọng môi trường;
- tải trọng chức năng, tải trọng sự cố và tải trọng môi trường.

6.2.3. 2 Các điều kiện tải trọng được tính toán theo các giai đoạn sau:

- thi công lắp đặt;
- vận hành bình thường;
- vận hành bất thường khi các giới hạn vận hành bị vượt quá hoặc vận hành trong điều kiện bị hư hỏng.

Xem Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1 - Tải trọng

Loại tải trọng	Giai đoạn		
	Lắp đặt	Vận hành bình thường	Vận hành bất thường
Chức năng	Giá trị kỳ vọng, giá trị đặc trưng hoặc giá trị cực đại kỳ vọng nếu phù hợp	Giá trị kỳ vọng, giá trị đặc trưng hoặc giá trị cực đại kỳ vọng nếu phù hợp	Giá trị kỳ vọng, giá trị đặc trưng hoặc giá trị cực đại kỳ vọng nếu phù hợp
Môi trường	Xác suất sự cố theo mùa hoặc khoảng thời gian lắp đặt	Xác suất vượt hằng năm 10^{-2}	Xác suất vượt hằng năm 10^{-4}
Sự cố	Phù hợp với giai đoạn lắp đặt	Phù hợp với điều kiện vận hành bình thường, xác suất vượt hằng năm 10^{-2}	Được xem xét trong trường hợp cụ thể (xác suất vượt hằng năm trong khoảng 10^{-2} đến 10^{-4})

Bảng 2 - Các tổ hợp tải trọng trong các giai đoạn khác nhau

Tải trọng/Tổ hợp	Giai đoạn		
	Lắp đặt	Vận hành bình thường	Vận hành bất thường
Tải trọng chức năng	x	x	-
Tải trọng chức năng và tải trọng môi trường	x	x	x
Tải trọng chức năng và tải trọng sự cố	x	x	x
Tải trọng chức năng, sự cố và môi trường	x	x	x

6.2.3. 3 Phải tính đến tải trọng tác dụng trực tiếp lên ống và tải trọng môi trường gián tiếp tác động do chuyển động của phương tiện hoặc tàu hỗ trợ.

6.2.3. 4 Tải trọng môi trường trong điều kiện vận hành bình thường được lấy tối thiểu bằng tải trọng nguy hiểm nhất có thể xảy ra trong một khoảng thời gian 100 năm trong khu vực biển thực tế. Khi ống được thiết kế để tháo ra tại một trạng thái biển đặc biệt thì trạng thái đó phải được sử dụng cho điều kiện vận hành, trong khi đó tải trọng nguy hiểm nhất có thể xảy ra trong một chu kỳ 100 năm phải được dùng làm điều kiện cho thiết kế lúc ống được tháo ra.

Nếu không có tài liệu khác chứng minh thì thông thường sử dụng tổ hợp tải trọng trội hơn trong hai tổ hợp sau: tổ hợp sóng 100 năm và dòng chảy 10 năm hoặc tổ hợp sóng 10 năm và dòng chảy 100 năm.

6.2.3. 5 Các thông số môi trường cho việc xác định tải trọng môi trường trong giai đoạn bảo dưỡng và lắp đặt tạm thời kéo dài không quá 5 ngày có thể được xác định dựa trên dự báo thời tiết đáng tin cậy.

6.2.3. 6 Khi giai đoạn tạm thời kéo dài hơn khoảng thời gian trong dự báo thời tiết đáng tin cậy thì tải trọng thiết kế cho các điều kiện môi trường được lấy bằng tải trọng nguy hiểm nhất có thể xảy ra nhất với xác suất vượt hằng năm 10^{-1} trong thời gian thích hợp của năm. Khoảng thời gian đó không được lấy nhỏ hơn 2 tháng.

6.2.3. 7 Tải trọng do sóng phải được xác định bằng phương pháp đã được công nhận, có kể đến độ sâu và độ lớn, hình dạng và loại kết cấu. Khi xác định tải trọng sóng, hệ số thủy động sử dụng trong tính toán được xác định dựa trên cơ sở các số liệu đã được công bố, thử mô hình hoặc đo đạc trên mô

TCVN 8404:2010

hình kích thước không giảm.

6.2.3. 8 Phải tính đến tác động của sóng vỗ lên ống mềm và các thiết bị phụ trợ.

6.2.3. 9 Đối với các ống đứng không có bảo vệ, phải tính đến khả năng dao động do dòng xoáy và các hiện tượng gây mất ổn định khác gây bởi gió, sóng và dòng chảy.

6.2.3. 10 Lực nâng và lực cản gây bởi dòng chảy được tính toán tổ hợp với lực sóng có thể bằng cách cộng véc tơ vận tốc phần tử nước gây bởi sóng và dòng chảy.

6.2.3. 11 Khi tính tải trọng thủy động tác dụng lên ống đứng, vận tốc và gia tốc tương đối của phần tử nước được xác định từ sóng, dòng chảy và chuyển động của ống đứng nếu đáng kể.

6.2.3. 12 Trong các khu vực có sự trôi dạt thì cần tính toán khả năng tác dụng của lực này lên đường ống và ống đứng.

6.2.3. 13 Tải trọng sự cố phải được xem xét nếu có nhiều khả năng xảy ra. Trong điều kiện vận hành bình thường tải trọng sự cố phải được xem xét nếu xác suất xảy ra lớn hơn 10^{-2} . Nếu xác suất xảy ra hàng năm nhỏ hơn 10^{-4} thì có thể bỏ qua tác động của tải trọng sự cố trong thiết kế. Trong quá trình vận hành có sự cố, tải trọng sự cố được xem xét trong từng trường hợp cụ thể.

6.2.3. 14 Các quy trình và thiết bị phục vụ cho việc lắp đặt phải được thiết kế không làm hư hỏng ống.

6.2.4 Hệ số sử dụng / Ứng suất cho phép

6.2.4. 1 Hệ số sử dụng dựa trên khả năng cực hạn và tải trọng thiết kế. Khả năng cực hạn chỉ giá trị tải trọng hoặc tổ hợp tải trọng mà ống không còn giữ được áp suất trong hoặc bị biến dạng không phục hồi được nữa hoặc hư hỏng

6.2.4. 2 Hệ số sử dụng liên quan đến ứng xử tổng thể của ống.

6.2.4. 3 Hệ số sử dụng cho ống mềm trong giai đoạn lắp đặt tuân theo Bảng 3 theo từng dạng hư hỏng được liệt kê.

6.2.4. 4 Hệ số sử dụng cho ống mềm trong giai đoạn vận hành tuân theo Bảng 4 theo từng dạng hư hỏng được liệt kê.

6.2.4. 5 Tính toán đường ống làm từ vật liệu composit sẽ phải nộp để xem xét đặc biệt.

6.2.4. 6 Ứng suất cho phép đối với kết cấu thép như phụ tùng đầu ống tuân theo Bảng 5.

6.2.4. 7 Trong tổ hợp tải trọng hệ số sử dụng không được lớn hơn hệ số sử dụng cao nhất đối với từng tải trọng thành phần

Bảng 3 – Hệ số sử dụng trong giai đoạn lắp đặt

Loại tải trọng	Dạng hư hỏng								
	Nổ vỡ do áp suất trong	Hư hỏng do kéo	Phá hủy do thủy tĩnh	Phá hủy do xoắn	Hư hỏng do nén dọc trục	Ôvan mặt cắt ống	Nén ép vật liệu ống	Hư hỏng do uốn quá MBR	Hư hỏng do tải trọng va chạm
Chức năng	-	0,4	0,67	0,4	0,4	0,5	0,5	0,67	0,5
Chức năng và môi trường	-	0,67	0,67	0,5	0,4	0,67	0,67	0,5	0,6
Chức năng và sự cố & Chức năng, sự cố và môi trường	-	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85

Bảng 4 - Hệ số sử dụng trong giai đoạn vận hành

Loại tải trọng	Vận hành bình thường									Vận hành bất thường
	Dạng hư hỏng									
	Chức năng	Nổ vỡ do áp suất trong	Hư hỏng do kéo	Phá hủy do thủy tĩnh	Phá hủy do xoắn	Hư hỏng do nén dọc trục	Ôvan mặt cắt ống	Nén ép vật liệu ống	Hư hỏng do uốn quá MBR	Hư hỏng do tải trọng va chạm
Chức năng	0,5	0,4	0,67	0,5	0,5	0,4	0,4	0,67	0,5	-
Chức năng và môi trường	0,5	0,67	0,67	0,5	0,5	0,5	0,5	0,50 / 0,67 ¹⁾	0,67	0,85
Chức năng và sự cố & Chức năng, sự cố và môi trường	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85
CHÚ THÍCH:										
1) Ống đứng / ống / đường ống mềm tính nội mô										

Bảng 5 - Ứng suất cho phép (so với ứng suất chảy) đối với phụ tùng đầu ống và đầu nối

Tải trọng/Tổ hợp	Điều kiện		
	Lắp đặt	Vận hành bình thường	Vận hành bất thường
Chức năng	0,50	0,50	N/A
Chức năng và môi trường	0,67	0,67	0,90
Chức năng và sự cố và Chức năng, sự cố và môi trường	0,90	0,90	0,90

7 Vật liệu

7.1 Yêu cầu chung

7.1.1 Vật liệu phải được lựa chọn phù hợp với ứng dụng cụ thể. Cần xem xét về sự thay đổi điều kiện vận hành các tính chất của vật liệu trong suốt tuổi thọ của đường ống.

7.1.2 Cần xem xét sự thay đổi của vật liệu theo tiết diện.

7.1.3 Các đặc điểm kỹ thuật vật liệu đưa ra các yêu cầu bao gồm phương pháp chế tạo, thành phần hóa học, xử lý nhiệt, các tính chất vật lý và cơ lý, kiểm soát chất lượng, thử, hồ sơ và đánh dấu nhận dạng.

7.1.4 Phải nêu thành văn bản các tính chất của vật liệu sử dụng trong chế tạo ống có ảnh hưởng trực tiếp đến sự làm việc.

7.1.5 Hồ sơ các tính chất vật liệu nên tuân theo các tiêu chuẩn quốc tế đã được công nhận như ISO, ASTM. Một số tính chất vật liệu có thể yêu cầu thử kiểu (xem Phụ lục D).

7.1.6 Để dễ dàng nhận dạng, vật liệu phải được đánh dấu phù hợp và truy xuất được.

7.2 Các đặc tính của vật liệu

7.2.1 Vật liệu phi kim

7.2.1. 1 Đối với vật liệu pô-li-me, các đặt tính sau cần phải xem xét:

7.2.1.1.1 Đặc tính cơ học

- đặc tính kéo;
- đặc tính về độ linh động (flexural properties);
- đặc tính nén;
- độ cứng chống xoắn;
- độ bền cắt;
- độ bền va đập;
- độ cứng;
- khả năng chống mài mòn;
- biến dạng dư khi nén.

7.2.1.1.2 đặc tính vật lý

- trọng lượng riêng;
- hệ số giãn nở nhiệt;
- điểm nóng chảy;
- điểm mềm hóa;
- giới hạn nhiệt độ làm việc;
- khả năng hấp thụ nước;
- độ thấm khí/nước (tại áp suất và nhiệt độ ở điều kiện thiết kế và điều kiện môi trường xung quanh)..

7.2.1.1.3 Các đặc tính khác

- tính dẫn nhiệt;
- lão hóa;
- rão;
- khả năng chống hóa chất;
- khả năng chống lại sự giảm áp đột ngột;
- tuổi thọ làm việc dự tính;
- dung sai các khuyết tật được chấp nhận.

7.2.1. 2 Đối với vật liệu composit, các đặc tính không đẳng hướng phải được xem xét cùng với các đặc tính vật lý, hóa học và các đặc tính khác liệt kê trong 7.2.1.1.

TCVN 8404:2010

7.2.1. 3 Băng keo có ảnh hưởng quan trọng đến tính toàn vẹn của ống, phải xem xét các đặc tính cơ học (bao gồm tính dính chặt), tính tương hợp với chất lỏng trong ống và các đặc tính lão hóa.

7.2.1. 4 Đối với vật liệu cách nhiệt cần xem xét các đặc tính sau:

- các đặc tính cơ học;
- khối lượng riêng;
- khả năng cách nhiệt (trong điều kiện khô và ẩm ướt);
- tính nén được tại một áp suất bên ngoài thích hợp;
- tuổi thọ làm việc dự tính;
- khả năng hấp thụ nước.

7.2.1. 5 Đối với vật liệu bịt kín, phải xem xét các đặc tính sau:

- đặc tính kín / chặt;
- điểm nóng chảy;
- giới hạn nhiệt độ làm việc;
- tuổi thọ làm việc dự kiến.

7.2.1. 6 Đối với các phao đỡ phải có tài liệu tính toán các đặc tính nổi. Các hiệu ứng của áp lực nén thủy tĩnh, sự hấp thụ nước và các ảnh hưởng của rão trong dài hạn.

7.2.2 Vật liệu kim loại

7.2.2. 1 Đối với vật liệu kim loại, các đặc tính sau phải được xem xét:

7.2.2.1.1 Các đặc tính cơ học

- giới hạn bền kéo;
- giới hạn chảy;
- các đặc tính nén;
- độ dẫn dài;
- độ thắt tương đối;
- độ cứng;
- độ dai va đập;
- hệ số Poát-xông.

7.2.2.1.2 Các đặc tính khác

- thành phần hóa học;
- khả năng chống ăn mòn;
- khả năng chống mài mòn;
- khả năng chống môi;
- khả năng chống giòn do hydro;
- hệ số giãn nở nhiệt.

7.2.2. 2 Phụ tùng đầu ống thường được rèn hoặc đúc. Nếu các chi tiết này được chế tạo từ thép thanh rèn, thép thanh cuộn, thép tấm rèn, thép tấm cuộn thì vật liệu sử dụng phải được thử thêm theo chiều ngang. Việc thử này cũng phải thỏa mãn các yêu cầu về thử như đối với mẫu lấy theo chiều dọc. Nếu sử dụng thép tấm thì phải thử để xác định các tính chất cơ học theo chiều dày vật liệu.

7.2.2. 3 Các đặc tính cơ học của vật liệu rèn được xác định từ các mẫu thử được lấy sao cho phản ánh được chi tiết thực tế theo từng tính chất. Các mẫu thử phải được lấy từ cùng mẻ với chi tiết thật và có cùng tỉ số rèn và xử lý nhiệt như đối với chi tiết thật. Mẫu thử phải được lấy kích thước sao cho thể hiện được chiều dày then chốt của chi tiết. Nếu có thể, khoảng cách từ bề mặt vật đúc đến bề mặt mẫu thử tối thiểu phải bằng 10 % đường kính hoặc chiều dày của vật.

7.2.2. 4 Với mỗi lô xử lý nhiệt phải tiến hành tối thiểu một bộ thử cơ tính. Một lô xử lý nhiệt bao gồm các cấu kiện cùng một mẻ nung và từ cùng mẻ xử lý nhiệt. Nếu trong cùng một lô, các cấu kiện có kích thước khác nhau thì việc thử cấu kiện có kích thước lớn nhất cung cấp yêu cầu sức bền cho tất cả các cấu kiện có kích thước khác.

Thử độ dai va đập được yêu cầu đối với vật liệu thép có chiều dày lớn hơn 6 mm và có nhiệt độ thiết kế tối thiểu dưới 0 °C.

Dây thép không yêu cầu thử va đập.

7.2.2. 5 Đối với vật liệu làm ống công nghệ và các cấu kiện kim loại có áp lực, năng lượng va đập không nhỏ hơn 27J tại nhiệt độ thiết kế tối thiểu. Mẫu được gia công theo kiểu rãnh khía chữ V. Đối với vật liệu sử dụng trong các kết cấu chịu lực và cơ khí, năng lượng va đập tối thiểu không nhỏ hơn 34 J tại nhiệt độ thiết kế tối thiểu.

7.2.2. 6 Yêu cầu trên được quy định cho giá trị trung bình của 3 mẫu thử và không mẫu thử nào có giá trị nhỏ hơn 2/3 giá trị trung bình danh nghĩa.

Khi không gia công được mẫu thử tiêu chuẩn, có thể sử dụng mẫu nhỏ hơn tương ứng với các hệ số chuyển đổi quy định trong Bảng 6.

Bảng 6 - Quy đổi mẫu thử độ dai va đập nhỏ hơn mẫu thử tiêu chuẩn

Mặt cắt mẫu (mm ²)	Hệ số năng lượng
10 x 10	1
10 x 7,5	5/6
10 x 5	2/3

7.3 Ăn mòn

7.3.1 Yêu cầu chung

Vật liệu phải được lựa chọn trên cơ sở xem xét sự ăn mòn trong suốt tuổi thọ làm việc.

7.3.2 Ăn mòn bên ngoài

7.3.2. 1 Các cấu kiện ngập trong nước phải được chống ăn mòn bằng cách kết hợp sơn phủ và phương pháp bảo vệ ca tốt. Hệ thống bảo vệ ca tốt và thiết kế anốt hy sinh phải tuân theo quy định trong Phụ lục A.

7.3.2. 2 Khi vật liệu yêu cầu phải cách ly với nhau để ngăn không bị ăn mòn do tiếp xúc giữa hai bề mặt kim loại khác nhau thì vật liệu dùng để cách ly phải giữ được tính nguyên vẹn trong toàn bộ tuổi thọ của hệ thống. Có thể sử dụng một trong hai phương pháp điện phân các anốt hoặc sơn phủ.

7.3.3 Ăn mòn bên trong

7.3.3. 1 Ống công nghệ và các cấu kiện có bề mặt bên trong tiếp xúc với các hợp chất ăn mòn phải có khả năng chống ăn mòn hoặc được bảo vệ khỏi ăn mòn.

7.3.3. 2 Để chống ăn mòn có thể sử dụng các phương pháp sau:

- sơn phủ;
- sử dụng các chất gây ức chế sự ăn mòn;
- sử dụng các vật liệu hoặc sơn phủ đặc biệt;
- quy định giới hạn ăn mòn cho phép.

7.3.3. 3 Khi sử dụng các phương pháp chống ăn mòn phải theo dõi được trạng thái và hiệu quả của phương pháp đó.

7.3.4 Môi trường có khí hydro sunfua

7.3.4. 1 Vật liệu tiếp xúc trực tiếp với khí hydro sunfua phải đáp ứng các yêu cầu của NACE MR-0175 hoặc được thử theo tiêu chuẩn NACE TM-0177.

7.3.4. 2 Nếu vật liệu tiếp xúc gián tiếp với khí hydro sunfua qua sự khuếch tán trong môi trường không khí, bề mặt kim loại phải được xem xét để đánh giá sự phù hợp của vật liệu đó.

8 Nguyên tắc tính toán thiết kế

8.1 Yêu cầu chung

8.1.1 Phân tích

Thiết kế ống mềm dựa trên cơ sở các phân tích sau nếu thấy phù hợp:

- phân tích tổng thể;
- phân tích cục bộ;
- phân tích tuổi thọ làm việc;
- phân tích giao cắt;
- phân tích các bộ phận đi kèm.

8.1.2 Kiểm soát chất lượng thiết kế

8.1.2. 1 Chương trình tính toán sử dụng trong phân tích đường ống phải được kiểm soát trong quá trình tính. Việc kiểm soát này phải được trình bày thành văn bản. Các chương trình tính toán phải có khả năng thể hiện được tất cả các tác động chính.

8.1.2. 2 Tất cả các giai đoạn trong quá trình thiết kế, bao gồm cả mô hình hóa và xuất kết quả phải được trình duyệt.

8.2 Phân tích tổng thể

8.2.1 Yêu cầu chung

8.2.1. 1 Phân tích tổng thể nhằm đánh giá hiệu ứng tải trọng tổng thể tác dụng lên ống. Phân tích tổng thể phải đưa ra hình dạng tĩnh của ống đứng và phản ứng cực hạn của chuyển vị, đường cong biến dạng, lực và mô men do hiệu ứng môi trường tác động.

8.2.1. 2 Các hiệu ứng tải trọng tổng thể thông thường được xác định bằng các phương pháp số như phương pháp phần tử hữu hạn. Việc phân tích cần kể đến phản ứng động ba chiều, phản ứng ngẫu nhiên (sóng ngẫu nhiên) và hiệu ứng phi tuyến.

8.2.1. 3 Nếu sử dụng phương pháp số thì thuật toán phải được trình bày. Mô hình và xuất kết quả theo

TCVN 8404:2010

cách sao cho dễ dàng đánh giá và kiểm soát được việc phân tích.

8.2.1. 4 Các bước quan trọng trong quá trình lắp đặt và vận hành phải được tính toán theo quy trình tích phân theo bước thời gian. Với các thay đổi lớn về hình dạng ống đứng, yêu cầu phải tính toán phi tuyến.

8.2.2 Tính toán phản ứng cực hạn

8.2.2. 1 Đối với các kết cấu nhạy về động lực học (dễ bị tổn thương bởi tác động của các tải trọng thay đổi theo chu kỳ), yêu cầu phải tính phi tuyến theo miền thời gian. Các điều kiện sóng có thể được mô tả bằng phương pháp tiên định hoặc ngẫu nhiên.

8.2.2. 2 Nếu sử dụng phương pháp tiên định, vận tốc và gia tốc phần tử nước phải được tính toán theo các lý thuyết sóng đã được công nhận có kể đến ảnh hưởng đáng kể của điều kiện nước nông và chiều cao bề mặt. Chiều dài sóng được lựa chọn sao cho gây ra phản ứng nguy hiểm nhất của kết cấu hoặc cấu kiện được xem xét. Các thông số sóng tiên định có thể được dự đoán bằng các phương pháp thống kê.

8.2.2. 3 Nếu sử dụng phương pháp ngẫu nhiên, vận tốc và gia tốc phần tử nước phải được tính toán theo các phổ năng lượng sóng phù hợp. Các trạng thái biển được lựa chọn sao cho gây ra phản ứng nguy hiểm nhất của kết cấu hoặc cấu kiện được xem xét. Trạng thái biển thường được lựa chọn để thiết kế là bão trong khoảng thời gian 3 h.

8.2.2. 4 Nếu không mô phỏng được trong 3 h thì khoảng thời gian mô phỏng bản ghi sóng không được lấy nhỏ hơn 60 min, miễn là trạng thái biển được xây dựng được đảm bảo theo tính chất thống kê lý thuyết đã biết của quá trình Gauss trước khi phân tích phản ứng của kết cấu. Phản ứng cực đại trong điều kiện bão thiết kế được xác định nhờ phương pháp ngoại suy giá trị cực đại có khả năng xảy ra lớn nhất.

8.2.3 Mô hình hóa hệ thống

8.2.3. 1 Phải xem xét dữ liệu hoạt động và các tính chất của ống.

8.2.3. 2 Tải trọng thủy động có thể được tính toán theo phương trình Morison. Đối với các ống mềm đi kèm với các phao đỡ, phải tính đến các tải trọng cắt.

8.2.3. 3 Phải kể đến cản kết cấu. Có thể sử dụng dạng cản tỷ lệ với vận tốc mà không sử dụng dạng cản tỷ lệ với gia tốc.

8.2.3. 4 Đối với ống đứng có một phần nằm trên đáy biển, cần mô hình hóa sự tương tác giữa nền đất và ống đứng. Khi quan tâm đặc biệt đến sự làm việc cục bộ tại vị trí gần với đáy biển, phải sử dụng công thức tính toán phi tuyến hoàn toàn.

8.2.4 Chỉ tiêu thiết kế

8.2.4. 1 Các phản ứng cực đại có thể được so sánh với các giới hạn thiết kế ống về bán kính cong, góc cuối, góc xoắn và độ dãn dài. Việc kiểm tra các lực, mô men và biến dạng cực đại cũng có thể chỉ ra các mặt cắt ống cần phân tích cục bộ.

8.2.4. 2 Lực dọc trục hữu hiệu cần được xác định để kiểm tra khả năng mất ổn định dọc trục của ống. Lực dọc trục hữu hiệu S được tính theo công thức sau và thường yêu cầu phải dương. Nếu tồn tại lực nén dọc trục, phải đảm bảo ống có khả năng chịu được.

$$S = N - P_i A_i + P_e A_e$$

trong đó:

- N - lực dọc trục (tác dụng lên thành ống);
- P_i - áp suất bên trong;
- A_i - diện tích bên trong;
- P_e - áp suất bên ngoài;
- A_e - diện tích bên ngoài.

8.3 Phân tích cục bộ

8.3.1 Yêu cầu chung

8.3.1. 1 Tiến hành phân tích cục bộ nhằm xác định sự tương quan giữa tải trọng tổng thể với ứng suất trong ống.

8.3.1. 2 Các hiệu ứng tải trọng thường được xác định từ việc thử kiểu. Phương pháp phân tích số có thể được sử dụng để xác định ứng suất cục bộ.

8.3.1. 3 Nếu sử dụng phương pháp phân tích số, phương pháp đó phải được kiểm chứng đến chừng mực có thể bằng cách thử kiểu.

8.3.2 Phương pháp phân tích

8.3.2. 1 Cơ sở tính toán ứng suất trong thành ống phải được nêu rõ.

8.3.2. 2 Công thức tính liên quan đến thiết kế ống đặc biệt phải được kiểm chứng, ví dụ thử đo sức căng.

8.3.2. 3 Việc ngoại suy các kết quả phải được chứng minh tính đúng đắn bằng tài liệu.

8.3.2. 4 Khi xem xét phương pháp phân tích phải xem xét các trường hợp tải trọng tác dụng lên ống.

đặc biệt với tải trọng tổ hợp.

8.3.3 Thử kiểu

8.3.3. 1 Công việc thử phải được bố trí sao cho phản ánh thực tế đến mức có thể được các trường hợp tải trọng tác dụng mà ống sẽ gặp phải trong quá trình hoạt động.

8.3.3. 2 Quy trình và việc bố trí thử mẫu tuân theo Phụ lục D.

8.4 Tuổi thọ làm việc

8.4.1 Yêu cầu chung

8.4.1. 1 Tuổi thọ làm việc thiết kế của ống phải được nêu rõ và chứng minh bằng tài liệu. Tuổi thọ làm việc thiết kế có thể dựa trên dự án cụ thể, thời gian sử dụng hoặc có thể liên quan đến chương trình thay thế.

8.4.1. 2 Phải xem xét từ thiết kế ống mềm đến tuổi thọ làm việc hoặc kế hoạch thay thế các trang thiết bị, chi tiết phụ đi kèm nằm trong chính sách của chủ đầu tư về tuổi thọ làm việc tổng thể.

8.4.1. 3 Tính chất kỹ thuật của tuổi thọ làm việc của ống có thể liên quan đến chương trình kiểm tra trong quá trình khai thác. Phương pháp kiểm tra và khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra phải được trình bày thành văn bản và được căn chỉnh sao cho phù hợp với áp dụng đặc biệt.

8.4.1. 4 Tối thiểu, việc đánh giá tuổi thọ làm việc phải bao gồm các nội dung sau:

- sự ăn mòn ở vật liệu kim loại;
- sự hao mòn ở vật liệu kim loại;
- mối ở vật liệu kim loại;
- sự thoái hoá ở vật liệu pô-li-me;
- sự hao mòn / mài mòn của pô-li-me;
- thiết kế chi tiết đầu cuối.

8.4.2 Xem xét tính toán

8.4.2. 1 Sự phân tích mối/hao mòn có thể dựa trên một số hạn chế các lớp trạng thái biến gây ra hư hỏng với điều kiện là việc lựa chọn các lớp này dựa trên chỉ tiêu thiên về an toàn.

8.4.2. 2 Tuổi thọ mỏi có thể được tính toán dựa trên phương pháp đường cong mỏi S-N với lý thuyết tích lũy tuyến tính tổn thương mỏi.

8.4.2. 3 Giới hạn bền lâu của kim loại phải được định rõ và trình bày bằng văn bản.

8.4.2. 4 Phương pháp phân tích và thử kiểu phải kể đến ảnh hưởng của cấu trúc ống trên các lớp đơn lẻ và ảnh hưởng của việc chuyển tiếp mặt cắt ngang. Khi tiến hành thử trên các lớp đơn lẻ, các kết quả phải được kết hợp với toàn bộ cấu trúc ống.

8.4.2. 5 Tuổi thọ mỗi dự tính phải tối thiểu bằng ba lần tuổi thọ làm việc dự kiến đối với ống có thể tiếp cận kiểm tra được. Đối với ống không thể tiếp cận kiểm tra, tuổi thọ mỗi dự tính phải tối thiểu bằng mười lần tuổi thọ làm việc dự kiến.

8.4.2. 6 Chỉ tiêu hao mòn phải được quy định và hợp lý.

8.4.2. 7 Khi sử dụng vật liệu để ngăn cách các lớp bọc với nhau, phải chứng minh được rằng vật liệu đó sẽ duy trì các tính chất của nó đủ lâu để đảm bảo được tuổi thọ làm việc định trước của ống.

8.5 Giao cắt

8.5.1 Khi ống tiếp xúc với các kết cấu đỡ (phao nổi), các ống khác hoặc dây neo, phải tiến hành tính toán giao cắt. Thiết kế có thể dựa trên phương pháp ngăn cách sự tiếp xúc hoặc phương pháp trong đó cho phép tiếp xúc nhưng ảnh hưởng của sự tiếp xúc phải được đánh giá và tính toán.

8.5.2 Phân tích phải kể đến hiệu ứng tương tác giữa các ống nằm cạnh nhau.

8.6 Phân tích các bộ phận đi kèm đường ống

8.6.1 Yêu cầu chung

8.6.1. 1 Các bộ phận trong hệ thống công nghệ phải được thiết kế với cùng thông số thiết kế như ống mềm (tải trọng tổng thể, kiểu làm việc, tuổi thọ thiết kế).

8.6.1. 2 Các bộ phận được thiết kế phù hợp với các tiêu chuẩn đã được công nhận.

8.6.2 Các phụ tùng đầu ống

8.6.2. 1 Phải đảm bảo các mối nối tiêu chuẩn, như bích nối hoặc trục xoay, nếu được sử dụng, phù hợp với tất cả các tải trọng bao gồm cả tải trọng bên ngoài.

8.6.2. 2 Đối với các phụ tùng đầu ống có sử dụng đệm kín, đặc biệt với loại vật liệu thuộc loại nhựa đàn hồi, sự phù hợp của các đệm kín này với điều kiện thiết kế phải được chứng minh bằng văn bản.

8.6.2. 3 Chi tiết khóa đuôi của các lớp dùng để làm kín phải đảm bảo không bị rò rỉ trong điều kiện thiết kế (kéo, uốn, xoắn, áp suất, nhiệt độ và chất lỏng).

TCVN 8404:2010

8.6.2. 4 Các chi tiết chịu lực phải được kết thúc tại phụ tùng đầu cuối và có khả năng truyền tất cả các lực tác động.

8.6.3 Các phao đỡ

8.6.3. 1 Các phao đỡ phải duy trì đủ lực nổi trong toàn bộ tuổi thọ làm việc. Các phao này phải chịu được áp lực thủy tĩnh trong thời gian đủ dài.

8.6.3. 2 Việc gắn các kết cấu nổi vào ống đứng phải kể đến tác động của lực thủy động, lực do sóng và ảnh hưởng của áp suất lên các chi tiết ngầm kẹp.

8.6.3. 3 Việc hư hỏng một thành phần riêng lẻ của phao đỡ không được gây ra sự mất sức nổi quá mức cho phép của hệ thống ống.

8.6.4 Giá cứng chống uốn

Giá cứng chống uốn được thiết kế nhằm giữ bán kính cong của ống lớn hơn bán kính cong tối thiểu, đồng thời giá cứng chống uốn cũng tác dụng lên đầu cuối ống được kẹp chặt các lực đỡ ở mức chấp nhận được.

9 Chế tạo và thử ống mềm

9.1 Yêu cầu chung

9.1.1 Áp dụng

Các chi tiết phải được chế tạo, kiểm tra và thử phù hợp với tiêu chuẩn này, các tài liệu thiết kế và các tiêu chuẩn thiết kế, quy phạm khác nếu thấy phù hợp.

9.1.2 Đảm bảo chất lượng

9.1.2. 1 Nhà chế tạo, bao gồm cả nhà thầu phụ phải có các phương tiện sản xuất, quy trình, năng lực và nhân lực cần thiết để đảm bảo sản phẩm sẽ được chế tạo theo các yêu cầu đã được định sẵn.

9.1.2. 2 Tất cả các giai đoạn chế tạo, từ sản xuất, kiểm tra và thử phải được lập kế hoạch và thực hiện theo một phương thức nhằm đảm bảo sản phẩm đáp ứng các yêu cầu chất lượng đã được định sẵn.

9.1.2. 3 Các quy trình viết ra để thực hiện và kiểm soát các công việc chế tạo quan trọng phải được thiết lập và thi hành đầy đủ nhằm đảm bảo đạt được chất lượng theo yêu cầu.

Các quy trình và hướng dẫn công việc có thể đề cập đến các mặt sau:

- Nhận dạng vật liệu;
- Đóng gói, giao nhận vật liệu;

- Kiểm soát độ ẩm;
- Quy trình đẩy ống;
- Quy trình lưu hóa;
- Quy trình hàn;
- Quy trình sửa mối hàn;
- Lưu trữ và đóng gói vật liệu hàn;
- Xử lý nhiệt;
- Các chi tiết trong phụ tùng đầu ống;
- Các quy trình sửa ống;
- Đúc và đập;
- Thử không phá hủy;
- Quy trình thử.

9.1.2. 4 Kế hoạch chất lượng về các hoạt động và thực tế chất lượng cụ thể phải được thiết lập phù hợp với mỗi hợp đồng hoặc dự án riêng.

9.1.2. 5 Các sai lệch so với các quy định kỹ thuật và quy trình chế tạo phải được trình bày bằng văn bản cùng với sự đánh giá sự sai lệch đó. Việc chỉnh sửa các sai lệch đến mức chấp nhận đề nghị phải được trình Đăng kiểm xem xét và chấp nhận.

9.2 Chế tạo

9.2.1 Kiểm soát chất lượng

Phải thiết lập phương thức kiểm soát và ghi nhận các thông số quan trọng trong quá trình chế tạo. Các thông số điển hình là chiều dày lớp, đường kính và bước răng của lớp bảo vệ, lực nén hoặc khoảng hở yêu cầu giữa các lớp.

9.2.2 Hàn

9.2.2. 1 Hàn và công việc sửa chữa mối hàn phải được tiến hành phù hợp với bản vẽ và quy định kỹ thuật quy trình hàn đã được thẩm định.

9.2.2. 2 Nhà chế tạo, nếu không đủ kinh nghiệm hoặc chi tiết hàn mới và phức tạp, phải tiến hành thử quy trình hàn dự định sử dụng. Phạm vi của thử quy trình phải được sự chấp thuận của Đăng kiểm trước khi bắt đầu công việc. Việc thử quy trình hàn phải tuân theo TCVN 6475-12: 2007. Nếu thích hợp, việc thử ăn mòn bổ sung cần được xem xét.

TCVN 8404:2010

9.2.2. 3 Công việc hàn tay hoặc bán tự động các chi tiết chịu áp lực hoặc chịu lực chính phải được thực hiện bởi các thợ hàn có chứng chỉ. Các thợ hàn được cấp chứng chỉ theo tư thế hàn sẽ được sử dụng trong các sản phẩm cụ thể.

Thợ hàn đã được cấp chứng chỉ theo một tiêu chuẩn khác với tiêu chuẩn thiết kế có thể được chấp nhận, sau khi Đăng kiểm xem xét hồ sơ chứng chỉ và xác nhận sự tương đương. Thợ hàn có chứng chỉ được cấp bởi các tổ chức hoặc đăng kiểm nước ngoài được nhà nước công nhận có thể được chấp nhận, sau khi Đăng kiểm xem xét hồ sơ chứng chỉ và xác nhận sự tương đương.

9.2.2. 4 Người vận hành sử dụng quá trình hàn tự động hoặc hoàn toàn cơ khí, gây ảnh hưởng tối thiểu lên các tính chất cơ học và đặc tính hàn, phải được đào tạo cẩn thận và có thể được miễn thử đánh giá năng lực.

9.2.3 Xử lý nhiệt

9.2.3. 1 Nếu tiêu chuẩn hoặc quy phạm áp dụng yêu cầu hoặc thấy cần thiết để duy trì tính dễ uốn và để tránh nứt hydro, phải thực hiện việc xử lý nhiệt sau khi vật liệu định hình và / hoặc sau khi hàn.

9.2.3. 2 Tốc độ gia nhiệt hoặc làm nguội, thời gian giữ và nhiệt độ của kim loại phải được ghi lại đúng đắn. Thời gian giữ nhiệt độ và nhiệt độ của kim loại phải tuân thủ theo đúng quy trình kỹ thuật đã được duyệt và được ghi lại đúng đắn trong hồ sơ.

9.2.3. 3 Với các bộ phận được tạo hình nóng, yêu cầu phải được thường hóa, trừ khi quá trình tạo hình nóng được thực hiện nằm trong phạm vi khoảng nhiệt độ, khoảng thời gian và tốc độ làm nguội thích hợp.

9.2.3. 4 Việc xử lý nhiệt đối với vật liệu được gia công nguội phải được lựa chọn theo mức độ biến dạng dẻo của vật liệu.

9.2.3. 5 Gia nhiệt trước và/hoặc xử lý nhiệt sau khi hàn phải được thực hiện nếu cần thiết, tùy theo kích thước và thành phần vật liệu.

9.2.3. 6 Việc xử lý nhiệt sau khi hàn thông thường được tiến hành trong lò luyện kín hoàn toàn. Phương pháp khác có thể được sử dụng nếu được Đăng kiểm chấp thuận.

9.2.3. 7 Khi khuyết tật được phát hiện sau khi xử lý nhiệt, phải xử lý nhiệt lại sau khi sửa khuyết tật hàn.

9.2.4 Thử không phá hủy

9.2.4. 1 Phương pháp và phạm vi thử không phá hủy phải tuân theo tiêu chuẩn thiết kế hoặc các tiêu chuẩn kỹ thuật được duyệt.

9.2.4. 2 Chỉ tiêu chấp nhận phải phù hợp với tiêu chuẩn, quy phạm thiết kế hoặc các tiêu chuẩn kỹ

thuật được duyệt.

9.3 Thử

9.3.1 Phạm vi của việc thử ở cuối giai đoạn chế tạo phải được đồng ý giữa nhà chế tạo và chủ đường ống, nhưng tối thiểu gồm các công việc thử chấp nhận sau:

- thử thủy tĩnh áp suất trong;
- thử kéo đĩa bên trong;
- thử chân không (đối với ống dính kết).

Các cuộc thử được mô tả trong D.3, Phụ lục D.

9.3.2 Nếu thiết kế có hệ thống chống quá áp, phải có tài liệu chứng minh rằng các yêu cầu về chức năng làm việc của van an toàn đã được thỏa mãn.

9.3.3 Kết quả thử ống phải được trình bày bằng văn bản.

10 Bao gói, vận chuyển và lắp đặt

10.1 Bao gói

10.1.1 Yêu cầu chung

10.1.1. 1 Trong khi bao gói và vận chuyển, phải ngăn ngừa, tránh làm hư hỏng ống mềm:

1. Trong khi di chuyển ống mềm từ cuộn (hoặc thùng) này sang cuộn (hoặc thùng) khác phải chú ý đảm bảo ống sẽ không bị hư hỏng do bị kéo trên sàn hoặc qua các cạnh sắc của thiết bị bao gói hoặc bị tác động quá mức chấp nhận các tải trọng uốn / xoắn do sai quy trình.
2. Ống mềm phải được cố định vào các cuộn hoặc thùng. Phụ tùng đầu ống yêu cầu phải được cố định riêng bằng dây cáp, nẹp... và phải được bọc bảo vệ bằng các vật liệu mềm, tránh gây hư hỏng các ống khác.

10.1.1. 2 Các thiết bị bao gói phải đảm bảo các yêu cầu sau:

1. Được sử dụng phù hợp với các tiêu chuẩn và quy định quốc gia hoặc quốc tế phù hợp. Yêu cầu phải có giấy chứng nhận.
2. Được bảo vệ khỏi hư hỏng khi không sử dụng.
3. Trước khi sử dụng phải kiểm tra phát hiện dấu hiệu hư hỏng.
4. Nếu sử dụng ngoài biển phải được thiết kế cho các ứng dụng động.

10.1.2 Thiết bị kẹp thả ống

10.1.2. 1 Thiết bị kẹp thả ống hoặc các thiết bị khác tương tự nếu không được thiết kế đặc biệt để lắp đặt ống mềm thì phải có tính toán chi tiết chỉ rõ lực nén ép lên ống (crushing load) không vượt quá yêu cầu thiết kế trong quy định kỹ thuật API 17 J/K. Lực ép của kẹp thả ống cũng phải được tính toán đủ thẳng được sức căng của ống.

10.1.2. 2 Nói chung tính toán phải được kiểm chứng bằng thử thiết bị thật hoặc nhờ mô phỏng các thiết bị và các tải trọng giống với thực tế.

10.1.3 Tang ống và các thiết bị đề cuộn ống

10.1.3. 1 Tang ống và các thiết bị cuộn ống cần được thiết kế và chứng nhận phù hợp với các ứng dụng động trên biển, kể cả các thiết bị nâng. Phải đánh giá khả năng hư hỏng do ống bị chèn lên nhau khi ống cuộn trên tang đặt nằm ngang. Đối với tang đặt nằm ngang phải trang bị các thiết bị sau:

- a. phanh để điều khiển,
- b. thiết bị kéo tự động có chế độ điều khiển bằng tay,
- c. thiết bị kéo ngược (để cuộn lại).

10.1.4 Đường trượt xuống biển - xoay và cố định

10.1.4. 1 Các thiết bị giới hạn uốn cố định hoặc xoay được (ví dụ như máng và cầu trượt) được sử dụng để rải ống hoặc giúp chuyển ống trên boong cần được thiết kế theo khuyến nghị của nhà chế tạo ống mềm phù hợp với các tiêu chuẩn đã được công nhận. Các thiết bị này phải được giữ trong điều kiện tốt. Bề mặt của thiết bị tiếp xúc với ống mềm không bị ăn mòn, trầy xước và có cạnh sắc. Trong một số trường hợp để giảm ma sát với ống phải làm ướt máng trượt.

10.1.4. 2 Khi lực căng hoặc các thông số lắp đặt khác có thể dẫn đến khả năng cầu trượt xuống nước gây hư hỏng một kết cấu hoặc một bộ phận của ống mềm, thì phải sử dụng con lăn, băng tải, bánh có rãnh hoặc các thiết bị khác có đường kính lớn hơn. Ngoài ra có thể thay thế bằng hệ thống rải ống thẳng đứng. Thông thường không được sử dụng hệ thống rải ống bằng cầu trượt (stinger) có con lăn nhỏ.

10.1.5 Lưới bọc truyền lực

Nếu được sử dụng thì lưới bọc truyền lực phải được lựa chọn trên cơ sở vật liệu làm ống và sự chấp nhận của nhà chế tạo. Lưới bọc truyền lực phải có chi tiết kết thúc phù hợp, tránh gây hư hỏng lớp bên ngoài của ống khi lắp đặt.

10.2 Vận chuyển

10.2.1 Yêu cầu chung

Các phương tiện và thiết bị sử dụng cho việc vận chuyển cần được lựa chọn để giảm thiểu nguy cơ gây hư hỏng cho ống. Nếu yêu cầu phải sử dụng cầu, cầu phải phù hợp với thiết kế và có chứng nhận.

10.2.2 Hạ thủy

10.2.2. 1 Hạ thủy là các công việc được tính từ khi nâng hoặc chuyển ống mềm lên tàu vận chuyển đến khi tàu rời bến. Tất cả các ống mềm phải được kiểm tra bằng mắt thường trước và sau khi hạ thủy. Công việc kiểm tra này được tiến hành bởi nhà chế tạo, người mua, đại diện bên lắp đặt hoặc vận chuyển. Báo cáo kiểm tra phải được ký nhận bởi các bên.

10.2.2. 2 Tất cả các ống mềm bao gói và sắp xếp theo quy định trong 10.2 của quy định kỹ thuật API 17J/17K. Trước khi tàu rời bến phải có chứng chỉ chấp nhận hạ thủy.

10.2.3 Chằng buộc khi đi biển

Thiết kế chằng buộc đi biển phải phù hợp với tàu vận chuyển và tuyến đi biển. Chằng buộc đi biển phải được chứng nhận theo các tiêu chuẩn thiết kế phù hợp. Tất cả các thiết kế phải được thẩm định trước khi hạ thủy.

10.2.4 Ống cuộn có tang đặt nằm ngang

10.2.4. 1 Phụ tùng đầu ống không được gây ra các tải trọng cục bộ quá mức lên ống được cuộn trên tang. Phụ tùng đầu ống và các chi tiết đi kèm không được bực kèm với ống chưa được bảo vệ.

10.2.4. 2 Trọng lượng phải được kiểm soát và ghi lại trong khi cẩu bằng cảm biến tải (load cell) hoặc đồng hồ đo trên cầu đã được chứng nhận. Ống cuộn phải được cố định chống xoay trước khi cẩu. Nếu thấy phù hợp, tang ống cần thể hiện được mức chất lỏng trong ống và ảnh hưởng của trọng lượng chất lỏng đến trọng lượng toàn bộ ống.

10.2.5 Ống cuộn có tang đặt thẳng đứng

Ống cuộn có tang đặt thẳng đứng sao cho việc tháo dây cột có thể kiểm soát được. Các ống phải được chằng buộc phù hợp trước khi đi biển.

10.2.6 Ống không cuộn

10.2.6. 1 Phải có biện pháp bảo vệ ống thích hợp khi kéo ống trên bề mặt cảng.

10.2.6. 2 Trên mặt boong tàu vận chuyển, ống phải được đặt tại vị trí trong tầm với của cầu hoặc thiết bị nâng nhằm làm giảm tối thiểu việc kéo lê ống. Trước khi đi biển ống phải được chằng buộc phù hợp

và có biện pháp bảo vệ tránh hư hỏng do các hoạt động thường nhật trên boong.

10.3 Lắp đặt

10.3.1 Phân tích lắp đặt

10.3.1.1 Việc phân tích lắp đặt phải kể đến các sự kiện ngẫu nhiên xảy ra. Từ phân tích động sẽ xác định giới hạn trạng thái biến cực đại và phân bố tốc độ dòng chảy theo chiều sâu cho công việc lắp đặt và tàu lắp đặt cụ thể. Tải trọng sử dụng trong tính toán được xác định từ trạng thái biến cực đại cho các công việc lắp đặt dự kiến.

10.3.1.2 Nếu trong lắp đặt sử dụng kẹp ống, các trường hợp tải trọng phải được kiểm tra sao cho lực kẹp ống tối đa và tối thiểu không vi phạm chỉ tiêu thiết kế ống. Lực kẹp tối đa phải được kiểm tra tránh phá hủy ống. Lực kẹp tối thiểu phải đủ chống trượt cho ống và được xác định như sau:

$$F_{min} = \max \left(\frac{T}{\mu_1}, \frac{T}{\mu_2} \right)$$

trong đó

F_{min} - lực kẹp tối thiểu để giữ ống,

T - lực căng tối đa trong ống,

μ_1 - hệ số ma sát giữa lớp bọc bên ngoài với miếng đệm kẹp ống,

μ_2 - hệ số ma sát giữa lớp bọc bên ngoài với lớp bảo vệ nằm dưới.

10.3.2 Theo dõi

Các hoạt động lắp đặt dưới biển phải được theo dõi liên tục bằng thợ lặn và/hoặc sử dụng ROV có gắn camera. Các hoạt động này phải được ghi lại để có thể kiểm tra nếu cần sau khi hoàn thành lắp đặt. Bảng (hoặc đĩa) ghi lại phải thể hiện rõ các đánh dấu nhìn thấy được, hình dạng và kiểu rãnh ống, trạng thái của các bích nối bằng bu lông, đầu nối, giá cứng chống uốn, chốt giữ uốn và các phao đỡ. Tất cả phải được lưu trữ và đánh dấu thống nhất để dễ dàng sử dụng sau này.

10.3.3 Lắp đặt ống cuộn trên tang nằm ngang

Nếu có thể, đặt tang ống thẳng hàng trực tiếp với cầu trượt xuống nước. Các con lăn không được gây các tải trọng quá mức lên kết cấu ống. Có thể sử dụng thiết bị để bán kính cong được đảm bảo không vượt quá MBR. Hạn chế tiếp xúc một điểm giữa ống mềm và các thiết bị vận chuyển trên boong. Tính toán chi tiết nhằm đảm bảo tải trọng không quá mức tại mọi vị trí tiếp xúc.

10.3.4 Lắp đặt ống cuộn trên tang thẳng đứng

10.3.4.1 Dây đai phải được thay thế bằng dây chằng buộc trước khi chuyển ống xuống nước trừ khi

dây đai có thể được sử dụng trong lắp đặt. Nếu có thể, ống mềm được quấn trên pa-lét xoay được và dây chằng buộc phải có khớp xoay. Cầu từ từ nâng ống đến vị trí thẳng đứng, cho phép ống giải phóng xoắn nhờ khớp xoay. Thợ lặn không được sử dụng dụng cụ sắc để tháo dây chằng buộc.

10.3.5 Lắp đặt ống không cuộn

Ống không cuộn được cầu xuống nước nhờ cần nâng nhiều điểm. Nếu sử dụng cầu trượt xuống nước và tời, phải chú ý không gây hư hỏng cho ống và phụ tùng đầu ống. Ống cũng có thể được rải thẳng trên boong và nâng một đầu. Trong trường hợp này quy trình lắp đặt phải đảm bảo chỉ tiêu MBR không bị vượt quá.

10.3.6 Triển khai và đấu nối

10.3.6.1 Trong khi triển khai, tải trọng và biến dạng phải nằm trong giới hạn cho phép. Để đảm bảo chỉ tiêu MBR không bị vượt quá, trong quá trình triển khai thả ống phải giám sát bán kính cong hoặc giám sát phương pháp lắp đặt và các thông số rải ống bằng cách theo dõi điểm chạm đáy bằng ROV và sử dụng bộ truyền phát tín hiệu để duy trì khoảng cách tối thiểu từ đó đến điểm tiếp xúc giữa ống và tàu. Nếu khả thi, các dây kéo hoặc các liên kết yếu nếu được sử dụng phải bị đứt trước khi lực kéo quá lớn có thể gây hư hỏng ống. Ống không được kéo quá mức khi qua ống thép hoặc ống chữ J. Để đảm bảo, yêu cầu phải có lực kéo ngược.

10.3.6.2 Các thao tác trong khi kết nối phải được sắp xếp sao cho làm giảm đến mức tối thiểu chất lỏng trong ống thoát ra sau khi tháo bích mù, nếu không phải bơm nước ngay lập tức sau khi kết nối. Nói chung, không nên rải đường ống mềm gần các chướng ngại vật vì điều này gây cản trở cho các chuyển dịch tự nhiên của ống. Tuy nhiên, điều này cũng có thể được chấp nhận nếu như quy trình, thiết bị và đường ống mềm được thiết kế cho việc đó. Việc sử dụng các tấm đệm chống xói nên được cân nhắc tại nơi có các cản trở vật lý nếu như có xói mòn đáng kể.

10.3.6.3 Tại điểm nối (đầu giếng, cụm van ngầm), ống mềm cần được nối theo phương vuông góc với phương rải ống. Điều đó cho phép chiều dài thừa so với thiết kế và sự giãn nở của đường ống sẽ được thu giữ ở đường vòng cuối cùng tại điểm nối. Đường vòng cuối cùng cũng có thể được sử dụng nếu chiều dài của ống mềm không được xác định đúng.

10.3.7 Đào hào và chôn ống

Nếu ống được đặt trên nền đất mềm, theo thời gian ống sẽ bị chôn phủ bởi lớp bùn đất, để tìm được tuyến ống phải sử dụng thiết bị trợ giúp tìm ống. Trên nền đất cứng khi ống đi vào hào hoặc vượt qua các mỏm đá nằm trong hào phải sử dụng túi cát hoặc biện pháp bảo vệ khi ống tiếp xúc với các cạnh sắc có thể gây hư hỏng lớp bọc bên ngoài ống hoặc bị cong quá bán kính giới hạn.

10.3.8 Tàu và thiết bị

10.3.8. 1 Tàu và các thiết bị rải ống phải có tình trạng tốt và kiểm tra trước khi huy động (mobilization). Các thiết bị đo đặc, đặc biệt là đo tải trọng phải được hiệu chỉnh. Tất cả các thiết bị nâng phải có chứng chỉ phù hợp.

10.3.8. 2 Khi lực kéo ống được phân bố giữa kẹp rải ống, tang cuộn ống, các quy trình lắp đặt và hệ thống điều khiển phải đủ kiểm soát được lực căng trong ống.

10.3.8. 3 Các thiết bị điển hình trên tàu sử dụng để kiểm soát ống mềm trong quá trình lắp đặt bao gồm:

- a. ROV để theo dõi hình dạng ống,
- b. thiết bị đo lực căng để xác định lực căng lớn nhất,
- c. thiết bị đo góc khởi hành,
- d. thiết bị đo lực nén đối với kẹp ống.

10.3.9 Quy trình lắp đặt

10.3.9. 1 Quy trình lắp đặt cho mỗi ống mềm phụ thuộc vào hình dạng hệ thống và đặc điểm của các thành phần cấu thành hệ thống. Lắp đặt ống có thể theo chiều ngang sử dụng cầu trượt xuống nước hoặc theo chiều thẳng đứng.

10.3.9. 2 Ống mềm có thể được lắp đặt trong trạng thái điền đầy nước hoặc trống rỗng và phải được xác định rõ trong quy trình. Ống có thể yêu cầu phải lắp đặt trong trạng thái đầy nước để chống phá hủy ống hoặc để ổn định ống được lắp đặt. Trong trường hợp này vật liệu cốt (đối với kết cấu lõi thô) phải phù hợp.

10.3.9. 3 Khi xây dựng quy trình lắp đặt, các hạng mục sau cần được chú ý:

- a. lắp đặt ống đứng trước khi kết nối;
- b. số lượng và kích cỡ bộ phận phụ trợ, kể cả các phao đỡ sẽ được lắp đặt;
- c. loại móng được sử dụng nếu có (trọng lực, cọc hay mút),
- d. lực căng ống,
- e. hệ thống kết nối, ví dụ đầu nối giữa ống đứng và ống nội mô,
- f. điều kiện môi trường cực đại (cửa sổ thời tiết lắp đặt),
- g. giao cắt với các công trình khác, ví dụ dây neo,
- h. lắp đặt có thợ lặn hỗ trợ hoặc không,

- i. các yêu cầu về tàu/phương tiện lắp đặt,
- j. các yêu cầu về chôn hoặc bảo vệ ống,
- k. lắp đặt bó ống hoặc nhiều ống,
- l. vận hành ROV.

10.4 Thử vận hành

10.4.1 Yêu cầu chung

10.4.1.1 Điều này đưa ra các quy định chung về việc thử và theo dõi ống mềm sau khi đấu nối và hoàn thành lắp đặt toàn bộ hệ thống. Trong quá trình thử vận hành nếu ống bị hư hỏng thì việc thử phải được tiến hành lại từ đầu sau khi ống đã được sửa xong.

10.4.1.2 Chỉ tiêu kỹ thuật thử vận hành được xây dựng dựa trên yêu cầu của chủ đường ống và nhà chế tạo và phải đảm bảo các yêu cầu tại 10.4.2 và 10.4.3.

10.4.2 Phóng thoi

10.4.2.1 Nếu cấu tạo ống không có lớp cốt bằng kim loại thì không được sử dụng thoi có bản chải kim loại. Bản chải kim loại có thể được sử dụng khi lớp lót bên trong có lớp cốt làm bằng kim loại phù hợp và bản chải không gây hư hỏng lớp cốt. Nạo bằng kim loại không được sử dụng trong phóng thoi.

10.4.2.2 Nếu sử dụng thoi, đĩa dò được thiết kế sao cho các vật cản nhô lên trong ống khi tiếp xúc với đĩa sẽ gây ra các biến dạng vĩnh cửu. Đường kính tối thiểu của đĩa dò bằng 95 % đường kính trong hoặc nhỏ hơn 10 mm so với ống có đường kính trong không vượt quá 200 mm. Chiều dày của đĩa dò trong khoảng 5 mm đến 10 mm. Thoi phải được phóng xuyên suốt lòng ống mà không bị hư hỏng. Các trầy xước nhỏ được chấp nhận. Vết mẻ, dập trên đĩa không được chấp nhận. Công việc này phải được tiến hành trước khi thử thủy tĩnh.

10.4.2.3 Thoi phóng có nhiều đốt chỉ được sử dụng khi trọng lượng bản thân của ống hoặc bán kính cong của đường ống được lắp đặt đủ lớn để chứa được chiều dài các phân đoạn của thoi. Thoi phóng loại nhựa có thể được sử dụng cho ống không có lớp cốt bằng kim loại. Các loại thoi khác có thể được sử dụng nếu được nhà chế tạo ống mềm chấp nhận.

10.4.3 Thử áp lực thủy tĩnh

10.4.3.1 Yêu cầu chung

10.4.3.1.1 Thử áp lực thủy tĩnh có thể được tiến hành cho từng ống mềm hoặc cho toàn bộ hệ thống. Hệ thống có thể bao gồm cụm van, cây thông, van, khớp nối (coupling), đệm kín (seal)... Tất cả các chi tiết trong hệ thống phải được kiểm tra đảm bảo đủ khả năng chịu được áp suất thử lớn nhất.

TCVN 8404:2010

10.4.3.1.2 Đối với ống không dính kết nội mỏ và ống kết nối ngầm (subsea jumper), áp suất thử thủy tĩnh tối thiểu phải bằng 1,3 lần áp suất thiết kế. Đối với ống đứng không dính kết, ống kết nối không dính kết trên giàn và ống dính kết kết, áp suất thử tối thiểu bằng 1,5 lần áp suất thiết kế. Trừ khi có quy định khác, nước dùng để thử phải là loại có thể uống được với độ lọc đến mức 100 μm và có thành phần clorua nhỏ hơn 50 ppm. Nếu yêu cầu bảo vệ vật liệu lớp cốt bên trong, nước thử phải được xử lý hóa học để ức chế ăn mòn. Để hỗ trợ phát hiện rò rỉ, nước thử có thể được nhuộm màu thích hợp.

10.4.3.1.3 Trong quy trình thử áp lực thủy tĩnh phải đưa ra phương thức loại bỏ khí ngưng.

10.4.3.1.4 Tốc độ tăng áp suất phải đều và kiểm soát được, nói chung không vượt quá 18 MPa/h. Áp suất không được tăng quá 110 % áp suất thử danh nghĩa và được giữ trong ít nhất 2 h để ổn định áp. Áp suất được coi là ổn định nếu trong 1 h độ sụt áp nhỏ hơn 1 %. Áp suất có thể được tăng cho đến khi ổn định.

10.4.3.1.5 Thời gian thử được tính từ khi thiết bị và đồng hồ đo được cách li với nguồn thử.

10.4.3.1.6 Áp suất thử thủy tĩnh phải được giữ trong khoảng thời gian tối thiểu 24 h đối với ống không dính kết và 8 h đối với ống dính kết. Trong quá trình thử, áp suất và nhiệt độ (môi trường và bên trong) phải được ghi lại ít nhất 30 min và 15 min một lần đối với ống không dính kết và ống dính kết một cách tương ứng. Sau khi thử xong áp suất thử phải được xả đều tránh gây hư hỏng ống. Thông thường tốc độ xả tối đa là 108 MPa/h.

10.4.3.1.7 Sau khi xả áp, khu vực quanh phụ tùng đầu ống phải được kiểm tra bằng mắt phát hiện dấu hiệu biến dạng hoặc hư hỏng.

10.4.3.1.8 Đối với ống không dính kết, tổn thất áp suất có kể đến ảnh hưởng của biến thiên nhiệt độ bên ngoài không được vượt quá 4 % của áp suất tại thời điểm bắt đầu khoảng thời gian giữ 24 h. Trong quá trình thử, không cho phép có rò rỉ từ ống. Không cho phép có biến dạng vĩnh cửu hay hư hỏng tại khu vực phụ tùng đầu ống.

10.4.3.1.9 Đối với ống dính kết tổn thất áp suất không kể đến ảnh hưởng của biến thiên nhiệt độ không được vượt quá 1 % của áp suất tại thời điểm bắt đầu khoảng thời gian giữ 8 h hoặc 2 bar đối với áp suất thử nhỏ hơn 200 bar. Nhà lắp đặt phải tính toán tổn thất áp suất do sự thay đổi nhiệt độ bên ngoài (nếu có) và nộp cho Đăng kiểm. Trong quá trình thử ống, không được có rò rỉ. Độ biến dạng dài của ống không vượt quá 0,7 %. Đối với ống có chiều dài không quá 6 m, các lỗ lắp bu lông trên các bích nối liên kết với nhau phải thẳng hàng trong dung sai cho phép của đường kính lỗ bu lông.

10.4.3.1.10 Nếu sử dụng thoi để bơm hoặc làm rỗng ống, phải kiểm tra tám nhôm để phát hiện hư hỏng và mài mòn. Hư hỏng hoặc mài mòn quá mức phải được ghi lại để đánh giá.

10.4.3.1.11 Quy trình thử thủy tĩnh cần đề cập đến các nội dung sau nếu phù hợp:

- a. yêu cầu trước khi phóng thoi,
- b. chi tiết môi trường thử,
- c. tốc độ tăng áp hoặc giảm áp,

- d. chỉ tiêu ổn định,
- e. chi tiết cách ly áp suất,
- f. đánh giá khí ngưng,
- g. tổn thất áp suất chấp nhận được,
- h. phương pháp tính toán thay đổi áp suất,
- i. chi tiết việc kiểm tra bằng mắt thường,
- j. chi tiết ghi dữ liệu,
- k. chỉ tiêu chấp nhận.

10.4.3. 2 Thiết bị đo

Thiết bị đo sử dụng để thử áp lực phải được hiệu chỉnh ít nhất 6 tháng 1 lần. Thiết bị phải được bảo quản trong điều kiện tốt và chỉ được sử dụng đúng mục đích thiết kế. Thiết bị đo phải được hiệu chỉnh trong phạm vi chính xác như sau:

- a. đồng hồ đo áp suất thủy tĩnh: + 0,04- 0,5 %,
- b. dụng cụ thử khối lượng tĩnh: + 0,04- 0,1 %,
- c. biểu ghi áp suất: 6 0,5 %,
- d. các thiết bị khác: 6 0,5 %.

11 Vận hành, bảo dưỡng và đánh giá lại

11.1 Kiểm tra trong khai thác, thay thế và theo dõi

11.1.1 Yêu cầu chung

11.1.1. 1 Chủ đường ống phải xây dựng chương trình theo dõi, kiểm tra và đánh giá đảm bảo hệ thống đường ống duy trì một mức độ an toàn chấp nhận được trong suốt tuổi thọ làm việc. Các vấn đề sau cần xem xét:

- Điều kiện vận hành đường ống;
- Hậu quả của sự hư hỏng (Tham khảo Bảng 24 và Bảng 25 API RP 17B)
- Khả năng xảy ra hư hỏng;
- Phương pháp theo dõi, kiểm tra;
- Thiết kế và chức năng của đường ống mềm;
- Chương trình kiểm tra phải nêu rõ nguyên tắc được sử dụng để duy trì tính toàn vẹn của hệ

TCVN 8404:2010

thống ống mềm và tạo cơ sở trong việc xác định phương pháp và thời hạn kiểm tra của các đợt kiểm tra chi tiết.

11.1.1. 2 Khi hệ thống xảy ra các sự cố phải cách ly đường ống sau đó tiến hành kiểm tra và khắc phục kịp thời và đúng đắn.

11.1.1. 3 Chương trình kiểm tra phải bao gồm được toàn bộ đường ống mềm và các kết cấu phụ đi kèm. Chương trình kiểm tra tối thiểu phải thể hiện:

- Mức độ và dạng sinh vật biển bám;
- Tình trạng và tính toàn vẹn chung của ống, bao gồm cả rò rỉ;
- Tình trạng và tính toàn vẹn của vỏ bọc ngoài ống (pipe outer sheath) hoặc cốt ngoài ống (external carcass)
- Các vật lạ đáng kể dưới biển (*noticeable debris*)
- Dấu hiệu sỏi đáy biển và ước lượng chiều dài của nhịp hẫng;
- Tình trạng của các phụ tùng đầu cuối;
- Tình trạng của hệ thống bảo vệ ca tốt;
- Bất kỳ hư hỏng, biến dạng hay suy giảm chất lượng (degradation) nào;
- Bất kỳ sự bố trí lại ống nào và bố trí lại hay mất một bộ phận phụ trợ nào của ống;
- Kết nối với các thiết bị dưới đáy biển khác;
- Các vòng hay xoắn ống.

11.1.1. 4 Đối với các ống đứng mềm, ngoài các yêu cầu tại 11.1.1.3 nếu áp dụng, chương trình kiểm tra tối thiểu phải thể hiện:

- Theo dõi lực kéo căng, uốn và độ lệch (deflection) của đầu nối đỉnh trên (Top end connection);
- Kiểm tra độ uốn và xoắn của các phao phụ trợ ở giữa chiều sâu nước (mid water buoy);
- Theo dõi nhiệt độ, độ uốn và áp suất của ống đứng.

11.1.2 Hướng dẫn xác định khoảng thời gian kiểm tra

11.1.2. 1 Chương trình kiểm tra có thể được xây dựng trên cơ sở thời gian (các đợt kiểm tra theo chu kỳ như kiểm tra hằng năm) hoặc trên cơ sở đánh giá rủi ro, có tham khảo thêm các khuyến cáo của nhà chế tạo.

CHÚ THÍCH: Đánh giá rủi ro được thực hiện dựa vào việc đánh giá các dạng hư hỏng mà ống mềm có thể gặp phải và các nguy cơ đi cùng các hư hỏng đó. Từ đó có thể xác định thời hạn kiểm tra cho từng hạng mục của hệ

thống ống mềm một cách phù hợp.

11.1.2. 2 Các yếu tố sau phải được tính đến khi xác định khoảng thời gian giữa các đợt kiểm tra:

- hậu quả gây ra cho sinh mạng, tài sản hoặc môi trường;
- sự vận hành tới hạn;
- mức độ đổi mới hoặc sự thiếu kinh nghiệm vận hành trong điều kiện tương tự của chủ đường ống;
- điều kiện vận hành và tính chất của ống, ví dụ làm việc trong môi trường axit, áp suất cao...
- khoảng thời gian cụ thể dựa trên chỉ tiêu được quy định tại điều này;
- trạng thái hiện tại, kết quả công việc kiểm tra và vận hành trước đó.

11.1.2. 3 Khoảng thời gian giữa các đợt kiểm tra đưa ra trong Bảng 7 không được vượt quá trừ khi dựa trên kinh nghiệm hoặc phân tích kỹ thuật chứng minh được rằng khoảng thời gian dài hơn là phù hợp. Trong những trường hợp này thì chứng minh cho việc thay đổi khoảng thời gian giữa các đợt kiểm tra dựa trên các yếu tố đưa ra trong điều này phải được lập thành hồ sơ trình Đăng kiểm thẩm định và do chủ phương tiện lưu giữ.

Bảng 7 - Hướng dẫn xác định khoảng thời gian kiểm tra

TT	Loại hình kiểm tra	Bộ phận	Mục đích sử dụng	Tần suất
1	Kiểm tra bằng mắt			
1.1	Kiểm tra bằng mắt bên ngoài	Toàn bộ hệ thống	Kiểm soát bằng mắt hình dạng bên ngoài và tình trạng toàn vẹn của đường ống mềm, kết cấu phụ và vùng đáy biển xung quanh	6 tháng 1 lần, hằng năm hoặc sự cố
1.2	Kiểm tra bằng mắt bên trong	Các vùng có hoặc nghi ngờ có hư hỏng	Kiểm soát tình trạng toàn vẹn bên trong của đường ống mềm	sự cố

TT	Loại hình kiểm tra	Bộ phận	Mục đích sử dụng	Tần suất
2	Thử thủy tĩnh áp suất trong	Đường ống mềm	Thử tình trạng an toàn cơ học và khả năng chống rò của đường ống mềm bằng cách duy trì áp lực trong chất lỏng bơm vào ống	- Kiểm tra sau khi lắp đặt mới hoặc trước khi đánh giá đường ống cũ - Được kiểm tra có chu kỳ nhất định trong quá trình vận hành đường ống
3	Kiểm soát môi trường, hình dạng và tải trọng			
3.1	Kiểm soát môi trường bên trong	Toàn bộ hệ thống	Xác định điều kiện môi trường bên trong (nhiệt độ, áp suất ...) có thể làm hư hỏng ống hoặc để đánh giá lại tuổi thọ thiết kế	liên tục hoặc có chu kỳ nhất định
3.2	Theo dõi lực căng trong phần ống đứng	Ống đứng và ống kết nối sử dụng động	Xác định tải trọng thực tế trong ống đứng, so sánh với giá trị thiết kế	Liên tục
3.3	Theo dõi chuyển động của ống đứng	Ống đứng và ống kết nối sử dụng động	Xác định chuyển động thực tế của ống đứng, so sánh với giá trị thiết kế	Liên tục
3.4	Theo dõi điều kiện môi trường bên ngoài	Ống đứng, ống kết nối động và các kết cấu phụ	Xác định thông số môi trường (sóng, gió...) gây ảnh hưởng hoặc quyết định ứng xử động của đường ống	Liên tục
3.5	Định vị bằng âm/siêu âm	ống mềm nội mô, ống đứng, ống kết nối sử dụng tĩnh; các kết cấu phụ	Xác định hình dạng bên ngoài và vùng đáy biển xung quanh dọc theo tuyến ống	kiểm tra có chu kỳ nhất định, sau sự cố
3.6	Kiểm tra chiều sâu chôn ống	ống mềm nội mô, ống đứng, ống kết nối sử dụng tĩnh	Xác định chiều sâu chôn ống và mất ổn định vòng lên	kiểm tra có chu kỳ nhất định, sau sự cố

TT	Loại hình kiểm tra	Bộ phận	Mục đích sử dụng	Tần suất
3.7	Kiểm tra bên trong	đường ống mềm	Kiểm tra biến dạng bên trong ống bằng cách theo dõi đường kính trong của ống	sự cố
3.8	Kiểm tra hình dạng bên trong	đường ống mềm	xác định profile dọc theo tuyến ống	kiểm tra có chu kỳ nhất định, sau sự cố
4	Phương pháp kiểm tra ống/đoạn ống			
4.1	Đặt mẫu thử trong ống	đường ống mềm	xác định sự giảm phẩm chất của lớp chịu lực bên trong hoặc lớp cốt bên trong bằng cách lấy mẫu và thử đoạn ống được lắp đặt tại một vị trí của ống	kiểm tra có chu kỳ nhất định
4.2	Đặt mẫu thử	đường ống mềm	xác định trạng thái giảm phẩm chất của lớp chịu lực bên trong bằng cách theo dõi liên tục đoạn ống thử	theo dõi liên tục
4.3	Thử không phá hủy và phá hủy ống mềm	đường ống mềm	thử kiểu trong điều kiện môi trường mô phỏng thực tế xác định sự giảm phẩm chất của lớp chịu lực bên trong, lớp bọc po-li-me và các lớp kim loại khác	kiểm tra có chu kỳ nhất định
5	Theo dõi trạng thái và tính nguyên vẹn của vành xuyên ống			
5.1	Lấy mẫu khí trong vành đai ống và phân tích	đường ống mềm	xác định sự thấm thấu khí qua lớp chống khuếch tán, các thành phần khí chua (H_2S , CO_2) và phát hiện rò rỉ nhỏ	kiểm tra có chu kỳ nhất định, sau sự cố
6	Phương pháp chụp X-Quang			
6.1	Sử dụng nguồn phóng xạ đặt bên ngoài	đường ống mềm	phát hiện án mòn, mài mòn, nứt hoặc sự gián đoạn và hình dạng lớp bọc bằng kim loại trong thành ống và phụ tùng đầu ống	sự cố

TT	Loại hình kiểm tra	Bộ phận	Mục đích sử dụng	Tần suất
6.2	Sử dụng nguồn phóng xạ đặt bên trong	đường ống mềm	phát hiện ăn mòn, mài mòn, nứt hoặc sự gián đoạn và hình dạng lớp bọc bằng kim loại trong thành ống và phụ tùng đầu ống	sự cố
7	Phương pháp dòng điện xoáy			
7.1	Kiểm tra bên ngoài	đường ống mềm	kiểm tra phát hiện sự bất bình thường hình dạng và sự gián đoạn của lớp bọc bảo vệ bên ngoài	kiểm tra có chu kỳ nhất định, sau sự cố
7.2	Kiểm tra bên trong	ống mềm nội mô, ống đứng, ống kết nối sử dụng tĩnh; ống đứng và ống kết nối sử dụng động	kiểm tra lớp cốt, lớp bọc bảo vệ và phụ tùng đầu ống	kiểm tra có chu kỳ nhất định, sau sự cố

11.2 Kiểm tra phân cấp đối với các hệ thống đường ống mềm hiện có

- Đối với các hệ thống đường ống mềm không có sự giám sát của Đăng kiểm khi chế tạo, nay yêu cầu Đăng kiểm phân cấp, thì các bản vẽ, các tính toán thiết kế, và các biên bản kiểm tra trước đó phải được cung cấp cho Đăng kiểm xét chấp thuận, đồng thời bắt buộc thực hiện một đợt kiểm tra có khối lượng tương đương đợt kiểm tra định kỳ.
- Khi phân cấp lại hoặc phục hồi cấp cho các hệ thống đường ống mềm đã được Đăng kiểm trao cấp nhưng bị rút cấp hay đình chỉ cấp, Đăng kiểm sẽ hướng dẫn để thực hiện kiểm tra phù hợp với tuổi và trạng thái kỹ thuật của hệ thống đường ống mềm. Nếu kết quả kiểm tra cho thấy hệ thống đường ống mềm vẫn thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn này thì Đăng kiểm sẽ phục hồi cấp cũ hay trao cấp mới.
- Những hệ thống đường ống mềm trước đây trong quá trình chế tạo mới do một tổ chức Đăng kiểm khác kiểm tra, nay muốn chuyển cấp theo tiêu chuẩn này thì chủ hệ thống đường ống mềm hoặc đại diện phải cung cấp cho Đăng kiểm ba bộ hồ sơ thiết kế để xét chấp thuận. Ngoài ra, chủ hệ thống đường ống mềm hoặc đại diện của họ cũng phải cung cấp cho Đăng kiểm các hồ sơ và chỉ tiêu hoặc yêu cầu kỹ thuật có liên quan đến chế tạo mới, hay sửa chữa hệ thống đường ống mềm cũng như các Giấy chứng nhận, các biên bản kiểm tra của bất kỳ một tổ chức Đăng kiểm nào đã cấp trước đây.

Phụ lục A**(Quy định)****Bảo vệ chống ăn mòn****A. 1 Quy định chung**

Hệ thống bảo vệ ca tốt được thiết kế phù hợp với TCVN 6475-10: 2007 hoặc Khuyến nghị của Đăng kiểm Navy: DNV RP B401: 1193.

Hệ thống bảo vệ ca tốt phải được thiết kế đảm bảo hoạt động trong toàn bộ tuổi thọ làm việc của đường ống. Nếu trong thời gian sử dụng hệ thống có thay thế anốt, phương pháp thay thế phải được trình bày thành văn bản.

A. 2 Các yêu cầu riêng cho ống mềm

Tỷ lệ phân trăm hư hỏng lớp bọc bảo vệ theo diện tích so với tổng diện tích lớp bọc bảo vệ của ống sử dụng khi thiết kế phải được quy định rõ. Nếu không có quy định nào khác giá trị (tỷ lệ phần trăm nêu trên) 0,5 % về diện tích đối với ống chôn và 1 % về diện tích đối với ống không chôn có thể được sử dụng. Diện tích bề mặt thép hở tiếp xúc với nước biển chịu sự ăn mòn sẽ lớn hơn diện tích lớp bọc bị hư hỏng do nước thấm vào bên trong. Nếu không có quy định nào khác, diện tích bề mặt thép hở chịu sự ăn mòn phải được lấy tối thiểu bằng hai lần diện tích lớp bọc hư hỏng.

Việc vận chuyển chất lỏng nóng sẽ làm tăng yêu cầu mật độ dòng điện trong chất lỏng tỉ lệ với nhiệt độ thép tăng. Khuyến nghị tăng giá trị yêu cầu 1 mA/m^2 trên mỗi 1°C vượt quá nhiệt độ 25°C tại lớp bọc sắt.

Phải kể đến ảnh hưởng của nhiệt độ đến công suất dòng của anốt.

Nếu việc thoát khí được thực hiện thông qua các điểm yếu hay lỗ định trước trên lớp bảo vệ bên ngoài, thì điều này phải được tính đến khi thiết kế hệ thống bảo vệ ca tốt.

Phụ lục B

(Quy định)

Ôn định đáy biển

B.1 Quy định chung

Việc xem xét ôn định đáy biển tuân theo Khuyến nghị của Đăng kiểm Nauy: DNV RP E305.

Sự ôn định của đường ống liên quan trực tiếp đến khối lượng ngập nước của ống, tải trọng môi trường và sức cản gây ra bởi lớp đất đá ở bề mặt đáy biển. Mục đích chính của phân tích ôn định nhằm chứng tỏ khối lượng ngập nước của đường không chôn đủ đáp ứng chỉ tiêu ôn định yêu cầu.

B.2 Các yêu cầu thiết kế

Các chỉ tiêu thiết kế được xem xét trong thiết kế ôn định bao gồm các mục tối thiểu sau:

- chuyển dịch ngang;
- ứng suất/sức căng thành ống;
- tương tác với mắt ôn định ngang do lực dọc trục;
- hư hỏng do môi;
- mài mòn và sự suy giảm của lớp bọc bên ngoài;
- hư hỏng anốt hy sinh;
- lực tác dụng lên các mối nối cuối cùng.

Người thiết kế phải quy định rõ và điều chỉnh chỉ tiêu chấp nhận trên cơ sở các chỉ tiêu thiết kế phù hợp.

Ôn định đường ống phải được xem xét trong các trường hợp tải trọng sau:

- trường hợp lắp đặt;
- trường hợp vận hành.

Các phương pháp thiết kế sau có thể được sử dụng:

- Phân tích động: dựa trên mô phỏng động hoàn toàn đường ống nằm trên đáy biển, bao gồm cả việc mô hình hóa sức cản của đất nền, lực thủy động, điều kiện biên và phản ứng động.
- Phân tích ôn định tổng quát hóa: dựa trên một tập hợp các đường cong ôn định không thứ nguyên nhận được từ một loạt các lần chạy mô hình phản ứng động.
- Phân tích ôn định đơn giản: dựa trên cân bằng tựa tĩnh các lực tác dụng lên ống, được hiệu chỉnh với kết quả từ phân tích ôn định tổng quát.

B.3 Các điều kiện môi trường

Nếu có đầy đủ dữ liệu về xác suất của sóng và dòng chảy, sử dụng tổ hợp sóng và dòng chảy đều có chu kì lặp 100 năm. Nếu dữ liệu về xác suất của sóng và dòng chảy không đầy đủ thì sử dụng tổ hợp sau:

- Nếu lực tác động do sóng trội hơn: sử dụng điều kiện sóng gần đáy biển lặp 100 năm gây ra vận tốc phần tử nước vuông góc với đường ống cùng với dòng chảy có chu kì lặp 10 năm.
- Nếu lực tác động do dòng chảy trội hơn: sử dụng điều kiện sóng lặp 10 năm gần đáy biển gây ra vận tốc phần tử nước vuông góc với đường ống cùng với dòng chảy có chu kì lặp 100 năm.

Đối với giai đoạn tạm thời chu kì lặp có thể được lấy như sau:

- Thời gian kéo dài nhỏ hơn 3 ngày: các thông số môi trường để xác định tải trọng có thể được xây dựng dựa trên dự báo thời tiết đáng tin cậy.
- thời gian kéo dài vượt quá 3 ngày: sử dụng chu kì lặp 1 năm theo mùa thích hợp. Mùa thích hợp không được lấy nhỏ hơn 2 tháng.

Nếu không có số liệu về hướng sóng tác dụng, điều kiện sóng cực hạn được giả thiết tác dụng vuông góc với trục của đường ống.

Nếu không có phân phối dòng chảy theo hướng thì giả thiết dòng chảy tác dụng vuông góc với trục ống.

Phụ lục C

(Quy định)

Mất ổn định vòng lên

C.1 Quy định chung

Phụ lục này là cơ sở để đánh giá mất ổn định vòng lên của đường ống mềm chịu áp suất trong và tải trọng phát sinh do nhiệt độ.

Đường ống mềm (dính kết và không dính kết) yêu cầu phải được giữ sao cho ống có thể chịu được mất ổn định vòng lên bằng các phương pháp như: chôn ống, đặt ống trong hào, đổ sỏi/đá bảo vệ ống.

C.2 Cơ sở thiết kế

Đường ống mềm phải được thiết kế đảm bảo đủ an toàn chống mất ổn định vòng lên có kể đến hậu quả có thể xảy ra do mất ổn định vòng lên:

- ảnh hưởng đến sinh mạng con người;
- ô nhiễm môi trường;
- tổn thất đến công trình;
- chi phí sửa chữa.

Mất ổn định vòng lên của ống mềm chỉ có thể được chấp nhận nếu hậu quả xảy ra là nhỏ. Hậu quả được coi là nhỏ nếu tính toán hoặc thử chỉ ra sự mất ổn định vòng lên không dẫn đến các dạng phá hủy khác mà có thể gây ra rò rỉ ống (ví dụ: uốn quá mức, mỏi và hư hỏng các chi tiết khác) và nguy cơ gây thương tật cho con người và ô nhiễm môi trường nhỏ đến mức có thể bỏ qua.

Đánh giá mất ổn định vòng lên phải tính đến tất cả thông số quan trọng ảnh hưởng đến sự làm việc của đường ống. Các thông số tối thiểu cần xem xét:

- liên kết của ống theo phương thẳng đứng không hoàn chỉnh,
- sự thay đổi cường độ chống nâng dọc theo ống (ví dụ: thay đổi độ cao lớp bao phủ và trạng thái của đất, bao gồm: ma sát dọc, độ cứng chống luân chuyển của đất, phần đóng góp vào khả năng chôn uốn),
- sức chống nâng xác định theo hàm của chuyển vị nâng ống,
- độ cứng của mặt cắt dọc ống xác định là một hàm của áp suất và nhiệt độ, độ cứng chống nén dọc trục và độ cứng chống uốn nói riêng,
- ứng suất dọc trục trước cần thiết bị giảm theo thời gian.

TCVN 8404:2010

Việc đánh giá mất ổn định vòng lên bao gồm các trường hợp tải trọng phù hợp, bao gồm cả sự thay đổi áp suất/nhiệt độ vận hành và các điều kiện thử thủy tĩnh dự kiến.

Nếu yêu cầu căng trước để chống mất ổn định vòng lên, phải đánh giá sự giảm dần của ứng suất trước theo thời gian.

Cách thức khả thi để căng trước ống mềm không dính kết là giữ ống (ví dụ bằng cách đổ đá) trong khi ống chịu sự giãn nở dọc trục do áp suất bên trong. Khi đánh giá hiệu quả của lực căng trước, các nội dung sau phải được xem xét:

- tải trọng nén dư dọc trục do sức cản ma sát giữa ống và đáy biển;
- sự giảm tải trọng căng trước do sự làm thẳng các vòng được hình thành (mất ổn định ngang);
- rã vật liệu ống theo thời gian.

Chỉ tiêu thiết kế mất ổn định vòng lên phải bao gồm các yêu cầu sau:

- chuyển vị nâng cho phép lớn nhất,
- giới hạn an toàn thích hợp chống lại mất ổn định bất ngờ,
- bán kính cong cho phép tối thiểu.

Để tránh cơ chế rã vòng lên do sự thay đổi nhiệt độ và áp suất trong quá trình làm việc của ống, chuyển vị nâng lên phải được giới hạn tối đa là $0,75d_{ult}$, với d_{ult} là chuyển vị nâng lên tương ứng với sức kháng nâng cực đại.

Để đảm bảo giới hạn an toàn thích hợp chống phá hủy do mất ổn định bất ngờ, khoảng cách giữa các đường cong cân bằng trước và sau mất ổn định tại điều kiện thiết kế định trước không được lấy nhỏ hơn 0,1 m khi được vẽ cùng trên mặt phẳng so sánh sự biến đổi của chuyển vị nâng lên so với nhiệt độ (hoặc áp suất).

Kết quả của mất ổn định vòng lên không được gây ra sự vượt quá bán kính cong cho phép tối thiểu của ống mềm.

C.3 Bảo vệ lớp bọc

Sức kháng nâng của lớp phủ bảo vệ phải được trình bày thành văn bản. Phải xem xét khả năng giảm sức chống uốn do lớp phủ/việc lấp đất không được thoát nước hoặc thay đổi đặc tính lớp phủ từ phương pháp lấp đặt được sử dụng.

Tính ổn định của dải đắp đá/sỏi dưới tác động của tải trọng môi trường và hoạt động đánh cá phải trình bày thành văn bản.

Các yêu cầu về độ sâu chôn, chiều cao và chiều rộng dải đắp sỏi/đá phải kể đến dung sai do khảo sát không chính xác.

C.4 Xét duyệt và tài liệu kỹ thuật

Sau khi việc lắp đặt ống mềm đảm bảo có thể chịu được mát ổn định vòng lên các yêu cầu thiết kế phải được xác nhận lại các yếu tố sau:

- kiểm khuyết theo chiều thẳng đứng của đường ống;
- chiều sâu chôn và chiều cao/chiều rộng dải đắp.

Với đường ống đặt trong hào hay lấp đất tự nhiên, phải có văn bản chứng minh đã có lớp đất phủ cần thiết trước khi đưa đường ống vào sử dụng.

Khi ống nằm trên hào mở, cấu hình của mát ổn định phải được xác nhận lại trước khi đưa đường ống vào sử dụng.

Phụ lục D

(Quy định)

Quy trình thử ống

D.1 Quy định chung

Nếu thấy phù hợp phải thực hiện các công việc thử sau:

- thử kiểu;
- thử chấp nhận;
- các công việc thử đặc biệt.

Việc thử kiểu được tiến hành nhằm xác định các tính chất làm việc cơ bản của một phạm vi thiết kế ống. Thử kiểu thuộc loại thử phá hủy.

Để xác định một phạm vi thiết kế ống từ một lần thử kiểu phải xem xét các thông số thiết kế quan trọng sau:

- đường kính trong/ngoài;
- số lượng và thứ tự các lớp;
- cấu trúc sắp xếp lớp thép;
- cấu trúc sắp xếp lớp phi kim loại;
- góc xoắn;
- mặt phân giới các phụ tùng đầu ống;
- chất lỏng được vận chuyển;
- môi trường bên ngoài;
- tuổi thọ làm việc;
- nhiệt độ bên trong/bên ngoài.

Thử chấp nhận là thử được thực hiện sau khi chế tạo từng ống nhằm xác nhận công việc chế tạo đạt yêu cầu.

Thử đặc biệt được thực hiện khi việc sử dụng ống yêu cầu các đặc tính làm việc đặc biệt. Công việc thử được thực hiện nhằm xác nhận khả năng làm việc đặc biệt.

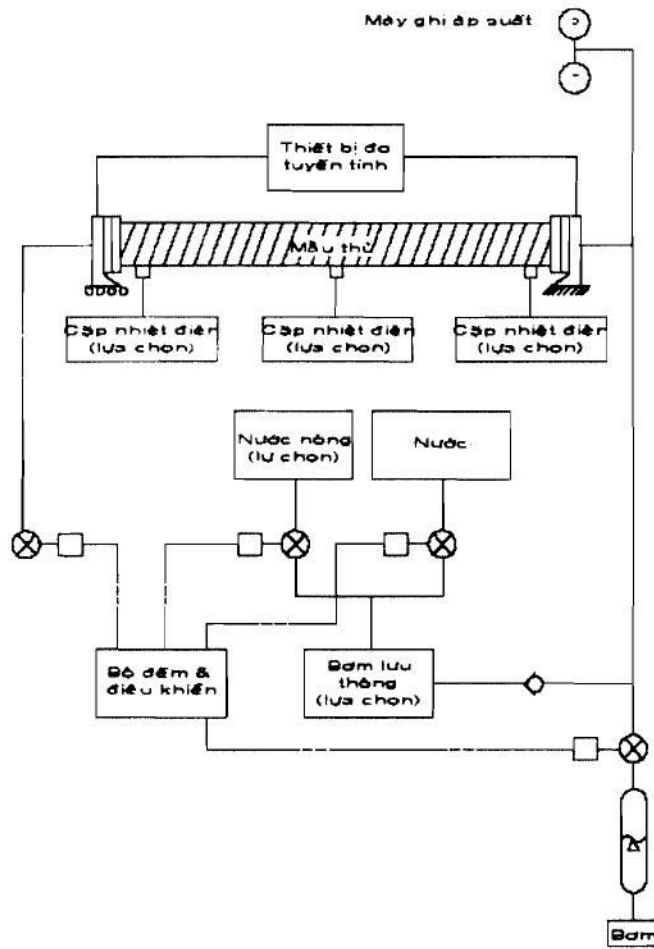
Khi tiến hành thử tỉ lệ thực, mẫu thử phải được trang bị phụ tùng đầu ống giống như sản phẩm sẽ được chứng nhận.

D.2 Thử kiểu (Prototype test)

D.2.1 Quy trình thử nổ vỡ

Khi thực hiện thử nổ vỡ, cần đảm bảo các thông số sau:

- Chiều dài mẫu: 20 lần đường kính trong danh nghĩa (nhưng không lấy quá 3m) không kể chiều dài của phụ tùng đầu ống,
- Hình dạng mẫu: thẳng và cong đến bán kính cong tối thiểu lúc vận hành,
- Nhiệt độ thử: nhiệt độ môi trường,
- Tỷ lệ khí trong ống cho phép lớn nhất: 0,5 % đối với lõi trơn và 1,0 % đối với lõi thô,
- Quy trình ổn định: quay vòng tối thiểu 20 chu trình từ 0 đến áp suất thiết kế,
- Quy trình nổ vỡ: sau khi ổn định áp suất tăng với tốc độ không vượt quá 10 MPa/min cho đến khi nổ vỡ,
- Chi tiêu chấp nhận khi nổ vỡ: tối thiểu 2 lần áp suất thiết kế,
- Độ giãn dài và vận xoắn: biến dạng ổn định và không ổn định được đo sau chu trình đầu tiên và chu trình cuối cùng. Biến dạng này được so sánh với giá trị quy ước (nếu có). Chiều dài đoạn ống lấy để đo không vượt quá 5 lần đường kính trong và vị trí lấy cách vị trí nối cuối cùng tối thiểu 2 lần đường kính trong.

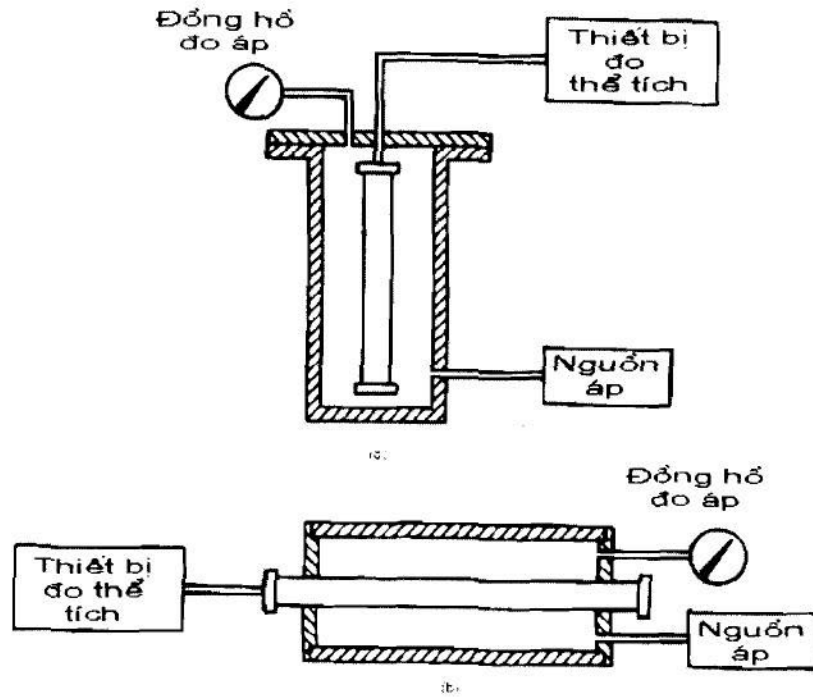


Hình D.1- Thử áp suất trong

D.2.2 Thử thủy tĩnh móp bẹp

Khi thực hiện thử thủy tĩnh móp bẹp phải đảm bảo các thông số sau:

- Chiều dài mẫu: 20 lần đường kính trong danh nghĩa (nhưng không lấy quá 3 m) không kể chiều dài của phụ tùng đầu ống,
- Hình dạng mẫu: thẳng và cong đến bán kính cong tối thiểu lúc vận hành,
- Quy trình thực hiện: tăng áp suất đến khi móp bẹp,
- Chỉ tiêu chấp nhận: tối thiểu bằng 1,5 lần áp suất móp bẹp thiết kế.

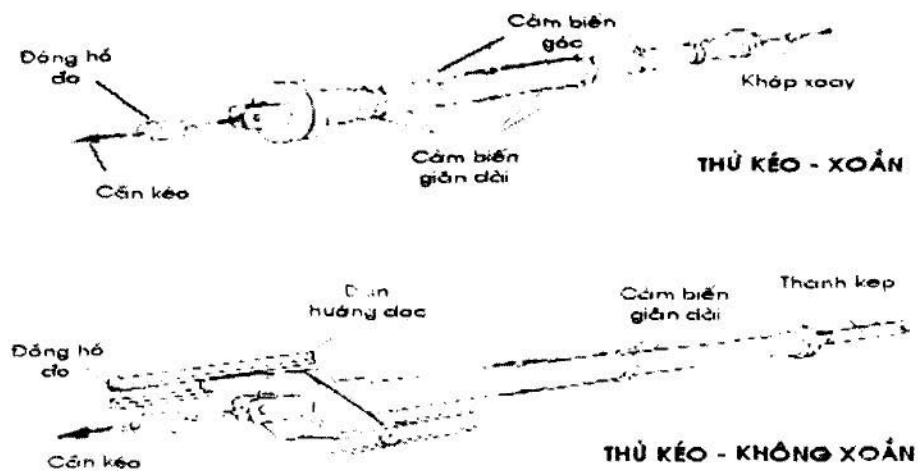


Hình D.2 – Bố trí thử thủy tĩnh móp bẹp điển hình

D.2.3 Thử kéo

Khi thực hiện thử kéo, phải đảm bảo các thông số sau:

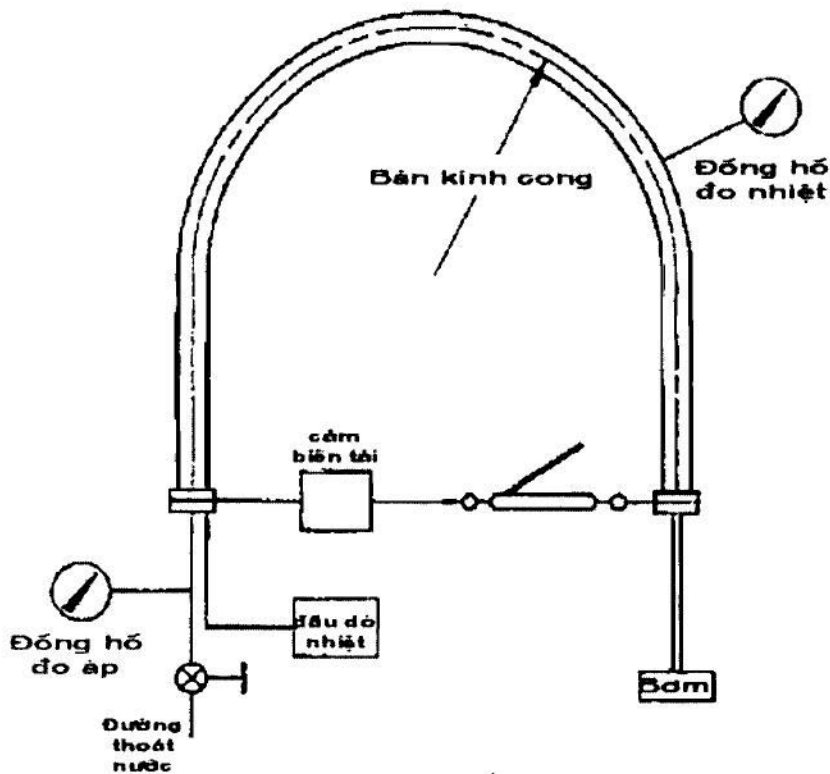
- Chiều dài mẫu: 20 lần đường kính trong danh nghĩa (nhưng không lấy quá 3 m) không kể chiều dài của phụ tùng đầu ống,
- Hình dạng mẫu: thẳng, được chống xoắn,
- Quy trình thực hiện: gia tải đến khi phá hủy,
- Chỉ tiêu chấp nhận: tối thiểu bằng 2 lần tải trọng kéo thiết kế.



Hình D.3 – Bố trí thử kéo điển hình

D.2.4 Thử độ cứng chống uốn

- Mục đích của việc thử nhằm đo tải trọng yêu cầu để uốn ống đến bán kính cong tối thiểu và xác định tính chất chùng của ống
- Bố trí thử kéo có thể theo sơ đồ tại Hình D.4. Chiều dài mẫu cần đủ lớn để tránh ảnh hưởng của phụ tùng đầu ống.
- Biểu đồ quan hệ giữa tải trọng với bán kính được xác định đến bán kính cong tối thiểu. Ống được giữ ở bán kính cong tối thiểu trong vòng ít nhất 1 h và đo lại tải trọng. Sự chênh lệch giữa các tải trọng để duy trì bán kính cong tối thiểu thể hiện sự chùng của ống.



Hình D.4 – Thử độ cứng chống uốn

D.2.5 Thử sức chống xoắn

- Sử dụng mẫu có chiều dài 20 lần đường kính trong danh nghĩa (nhưng không lấy quá 3 m) không kể chiều dài của phụ tùng đầu ống.
- Ống được tăng áp đến áp suất thiết kế.
- Ống được cố định ở một đầu và tác dụng lực xoắn ở đầu còn lại.
- Góc xoay và lực xoắn tác dụng được ghi lại cho đến khi hư hỏng (rò rỉ) xảy ra.
- Ghi nhận lực xoắn theo cả hai chiều.

D.3 Thử chấp nhận

D.3.1 Thử thủy tĩnh áp suất trong

Khi thực hiện thử thủy tĩnh áp suất trong cần đảm bảo:

- Quy trình ổn định: 2 h trong khoảng từ 2 % -10 % áp suất thử, sau đó giữ 1 h tại 50 % áp suất thử, tiếp tục tăng áp suất đến áp suất thử và giữ ổn định trong thời gian tối thiểu 4 h;
- Khoảng thời gian giữ: tối thiểu 24 h;
- Nhiệt độ và áp suất: được ghi lại liên tục;
- Thể tích khí cho phép lớn nhất: 0,5 % đối với lõi trơn và 1,0 % đối với lõi thô;
- Áp suất thử: 1,5 lần áp suất thiết kế;
- Chỉ tiêu chấp nhận: áp suất thay đổi trong toàn bộ khoảng thời gian giữ không vượt quá 1% trên 1 h, không biến dạng hay hư hỏng được phát hiện. Khi sự thay đổi áp suất là do sự thay đổi nhiệt độ, phải xác nhận lại bằng tính toán nhiệt độ/áp suất;
- Độ giãn dài và vặn xoắn: biến dạng ổn định và không ổn định được đo sau chu trình đầu tiên và chu trình cuối cùng. Biến dạng này được so sánh với giá trị định trước (nếu có). Chiều dài đoạn ống lấy để đo không vượt quá 10 lần đường kính trong và vị trí lấy cách vị trí nối cuối cùng tối thiểu 10 lần đường kính trong.

D.3.2 Thử kéo đĩa bên trong

Thử kéo đĩa bên trong được thực hiện nhằm khẳng định đạt được đường kính tối thiểu qui ước. Bán kính của đĩa kéo thường được lấy xấp xỉ 95 % bán kính cong danh nghĩa. Đĩa kéo phải được kiểm tra lại sau khi thử và đánh giá hư hỏng nếu có.

D.3.3 Thử dính

Thử dính chỉ được thực hiện cho ống dính kết. Mẫu thử được lấy từ chi tiết thật. Thử dính được thực hiện theo quy định trong ASTM D-413.

D.3.4 Thử chân không

Thử chân không chỉ thực hiện cho ống dính kết. Thử chân không được tiến hành nhằm xác nhận lại sức bền dính kết giữa lớp lót tháo ra được với các lớp khác của ống. Khoảng chân không 0,85 bar được duy trì trong khoảng thời gian 10 min. Thử chân không sẽ không được chấp nhận nếu một lớp lót bị hư hỏng, các lớp không dính kết với nhau, phồng giộp hay các kiểu biến dạng khác. Nếu lớp lót trong ống làm bằng thép thì không sử dụng thử chân không.

D.4 Các thử nghiệm đặc biệt

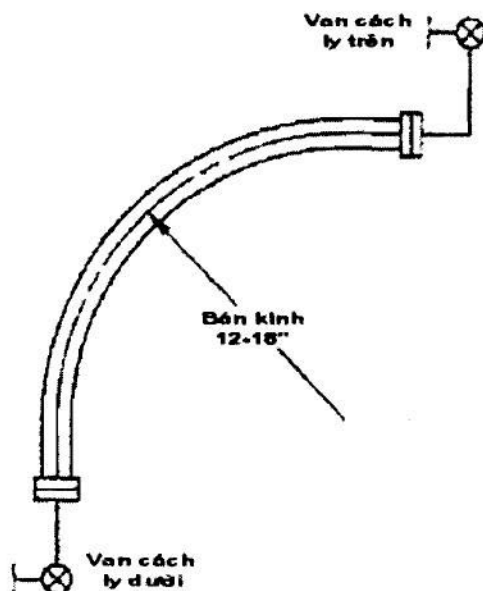
D.4.1 Quy định chung

Các công việc thử trong điều này sẽ được xem xét nếu ống được sử dụng đòi hỏi phải có các đặc tính đặc biệt hoặc đơn nhất về mặt kết cấu, hóa chất hoặc an toàn. Điều này không đưa ra toàn bộ các yêu cầu chi tiết tuy nhiên được sử dụng để đánh giá sự làm việc của ống mềm.

Các công việc thử có thể được thực hiện theo các khuyến nghị trong API RP 17B. Chi tiết công việc thử cần được sự đồng ý của Đăng kiểm.

D.4.2 Thử ăn mòn

Có thể bố trí thử như sơ đồ trong Hình D.5. Phải xác định rõ thành phần của huyền phù. Các thông số cần chú ý đến: kích thước phần tử rắn, tốc độ dòng, áp suất và nhiệt độ bên trong, thành phần khí gây ăn mòn (ví dụ CO₂). Huyền phù sử dụng để thử cần thể hiện được điều kiện thực tế làm việc của ống hoặc có thể lấy sao cho phép thử an toàn hơn.



Hình D.5 - Bố trí thử ăn mòn

D.4.3 Thử chịu lửa

Thiết kế chi tiết khả năng chịu lửa phụ thuộc vào thời gian mong muốn chịu được lửa và chất tải trong điều kiện chịu lửa xấu nhất. Nhà chế tạo, trên cơ sở tư vấn bởi người sử dụng cần quy định rõ các chỉ tiêu này.

Việc thử chịu lửa nhằm xác định thời gian chịu lửa của ống trong một điều kiện hỏa hoạn định sẵn. Bố trí thử chịu lửa phải tuân theo các tiêu chuẩn quy phạm đã được công nhận (ví dụ: DNV Classification Note 6.1, API 6FB). Thử chịu lửa có thể dùng lò đốt hoặc dùng khí cháy propan. Nhiệt độ nung nên dựa trên điều kiện cháy xấu nhất có thể xảy ra.

Đường ống nên được thử ở áp suất làm việc. Đường ống có thể được điền đầy nước hoặc chất lỏng

khác được chấp nhận. Nước không được luân chuyển nhằm mô phỏng trường hợp xấu nhất xảy ra.

D.4.4 Thử khả năng uốn

Mục đích của việc thử nhằm khẳng định ống được chế tạo đáp ứng yêu cầu về độ dẻo đã định trước. Việc thử thuộc kiểu thử không phá hủy do vậy cần chú ý đảm bảo không làm suy yếu tính toàn vẹn của mẫu thử. Mẫu thử uốn có thể được treo thẳng đứng hoặc được đặt trên khuôn đỡ có gắn bánh xe dọc theo chiều dài, làm cho ống có khả năng chuyển động tự do khi tác dụng lực uốn. Lắp đặt phụ tùng đầu ống vào mẫu để cho phép bơm nước và tăng áp đến áp suất làm việc của ống. Sau khi đạt đến áp suất làm việc, uốn ống đến bán kính cong tối thiểu định trước. Ống chịu uốn đến bán kính cong tối thiểu mà không bị xoắn vẹo, ô van quá mức, hư hỏng hoặc sau khi phục hồi lại hình dạng ban đầu ống bị biến dạng vĩnh viễn.

Khi ống có yêu cầu chịu uốn dưới điều kiện nhiệt độ thấp phải tiến hành thử uốn tại nhiệt độ thiết kế tối thiểu.

Sau khi thử, ống không bị hư hỏng hoặc rò rỉ.

D.4.5 Thử hydro sunfua

Nếu ống mềm phải làm việc trong môi trường hydro sunfua, vật liệu làm ống trong quá trình chế tạo phải được chứng minh tính phù hợp với điều kiện đó.

Công việc thử được chuẩn bị trên cơ sở điều kiện làm việc và thành phần chất lỏng thực tế trong khoảng thời gian đủ để khuếch tán khí và hơi nước.

Quy trình thử sẽ được đánh giá theo từng trường hợp cụ thể.

D.4.6 Thử làm việc ở nhiệt độ cao

Phương pháp thử này áp dụng cho ống có nhiệt độ lưu chất vượt quá 100 °C.

Ống được tăng áp đến áp suất và nhiệt độ làm việc danh định trong khoảng thời gian 24 h. Áp suất được xả và tác dụng lại trong hai khoảng thời gian 12 h tiếp theo. Sau đó ống được tăng áp đến áp suất và nhiệt độ làm việc danh định và được giữ trong 7 ngày. Không có hư hỏng nào được phát hiện.

Phương pháp thử này có thể thực hiện để xác định nhiệt độ chịu được trong 24 h. Giữ áp suất tại giá trị thiết kế, tăng nhiệt độ với tốc độ không quá 3 °C/h đến nhiệt độ chịu được. Áp suất được giữ trong khoảng thời gian 24 h mà không phát hiện hư hỏng. Sau đó tăng nhiệt độ với tốc độ không quá 3 °C/h đến nhiệt độ cho đến khi ống bị hỏng. Dạng hư hỏng được ghi lại. Nhiệt độ chịu được không được nhỏ hơn 10 % nhiệt độ tại thời điểm ống hỏng.

D.4.7 Thử dầu lửa

Thử dầu lửa nhằm phát hiện sự thẩm thấu hoặc sự rò rỉ chất lỏng hydro cacbon qua lớp lót trong ống dẫn hoặc vào ống dẫn tại chỗ nối với phụ tùng đầu ống. Thử này chủ yếu dùng cho ống dính kết có lớp bên trong làm bằng vật liệu pô-li-me.

TCVN 8404:2010

Công việc thử được tiến hành theo tiêu chuẩn ống mềm của OCIMF bằng cách điền đầy ống dẫn bằng dầu lửa, làm thoát khí ra ngoài và sau đó tăng áp đến áp suất thiết kế trong 24 h. Sau đó ống dẫn được giảm áp, xả dầu lửa và làm khô, xác định sự phồng rộp, sự rò rỉ hoặc sự tách rời ống bên trong với khung hoặc phụ tùng đầu ống nếu có.

Thử dầu lửa thông thường được tiến hành ngay tiếp sau thử chân không nhằm xác định khu vực bị thấm thấu chất lỏng.

D.4.8 Thử độ bền chống nén vỡ

Thử nhằm xác định khả năng của ống chống lại tải trọng tập trung có thể xảy ra trong khi lắp đặt hoặc trong khi vận hành.

Chiều dài mẫu thử tối thiểu phải là 3 m cộng với chiều dài phụ tùng đầu ống.

Một tải trọng tập trung đại diện cho tải trọng vận hành dự kiến được đặt lên mẫu thử và tăng theo từng nấc để tạo ra các độ võng định trước tương ứng với đường kính ngoài ban đầu của ống. Các giá trị độ võng 10 %, 20 %, 25 % và các giá trị tiếp theo với gia số 5 % được khuyến dùng. Tại mỗi nấc tải trọng ống được thử kéo đĩa bên trong để xác nhận tính năng làm việc của ống thỏa mãn yêu cầu. Kích thước của đĩa kéo phải được chấp thuận giữa chủ đường ống và nhà chế tạo.

Tải trọng, tại đó lần thử kéo đĩa bên trong cuối cùng được thực hiện thành công, được định nghĩa là độ bền chống nén vỡ.

D.4.9 Thử mối do uốn

Mục đích của thử mối do uốn nhằm xác định các tính chất mối hoặc hao mòn của ống. Sản phẩm thông thường được cố định ở một đầu ống, đầu ống ngược lại được uốn đến bán kính cong tối thiểu danh nghĩa (hoặc bán kính dự kiến sẽ xảy ra trong khi hoạt động). Để xác định tổn thất độ bền sau một số chu trình danh nghĩa, ống được thử thủy tĩnh và/hoặc nổ vỡ. Kết quả thử được so sánh với kết quả thử mẫu không chịu thử mối do uốn.

Mẫu thử uốn có thể được đặt nằm ngang hoặc thẳng đứng. Nếu mẫu được đặt theo phương nằm ngang, mẫu phải được đặt sao cho không có tác dụng ngược bất thường từ gối đỡ lên mẫu. Mẫu có thể được thử trong điều kiện điền đầy/rỗng và có áp / không áp với sự xem xét của người sử dụng.

Quy trình thử phải được Đăng kiểm đánh giá. Các nội dung sau phải được xem xét trong khi xét duyệt quy trình:

- Mẫu thử phải đại diện cho ống được chứng nhận. Chiều dài mẫu thử phải đạt tối thiểu 20 lần đường kính ngoài danh nghĩa. Các chi tiết khóa đuôi phải được lắp đặt cùng. Giá cứng chống uốn cũng phải lắp đặt nếu có trong thiết kế ống.
- Tổ hợp tải trọng phải thể hiện được các tổ hợp chính xảy ra (điển hình là lực căng động và tĩnh, uốn động, áp suất tĩnh bên trong).

- Pha của các thành phần tải trọng. Có thể lấy theo pha gây nguy hiểm nhất đảm bảo phép thử thiên về an toàn.
- Sự ảnh hưởng của giá cứng chống uốn, vị trí của mặt cắt xảy ra mỗi tới hạn.
- Nhiệt độ thử đối với ống được vận hành trong điều kiện nhiệt độ cao.
- Sự ảnh hưởng của bôi trơn, tổn thất và bổ sung bôi trơn.

D.4.10 Thử tính hấp thụ năng lượng

Mục đích của thử nhằm xác định đặc tính cản kết cấu khi uốn của ống mềm. Theo quy trình, ống được treo thẳng đứng với một đầu được cố định chống xoay. Đầu ống còn lại không liên kết có khả năng uốn ngang tự do. Độ lệch được theo dõi để xác định sự suy giảm biên độ dao động, từ đó cho phép ước tính tỉ số cản kết cấu.
