

MỤC LỤC

1	Phạm vi áp dụng	7
2	Tài liệu viện dẫn	7
3	Thuật ngữ và định nghĩa	7
3.1	Giàn thép kiểu Jacket.....	7
3.2	Ứng suất điểm nóng (hot spot stress - HSS).....	7
3.3	Ứng suất danh nghĩa (nominal stress)	7
3.4	Đường cong mỏi	8
3.5	Hệ số tập trung ứng suất (stress concentration factor - SCF)	8
4	Phân loại kết cấu và lựa chọn vật liệu	8
4.1	Quy định chung	8
5	Tải trọng thiết kế	9
5.1	Quy định chung	9
5.2	Các loại tải trọng	9
5.3	Xác định tải trọng do môi trường.....	11
5.4	Tải trọng chế tạo và lắp đặt.....	14
5.5	Các điều kiện tải trọng	18
5.6	Các tổ hợp tải trọng	19
6	Phân tích kết cấu	19
6.1	Các điều kiện thiết kế	19
6.2	Các phương pháp phân tích phản ứng tổng thể của giàn kiểu Jacket	20
6.3	Phân tích tổng thể trong điều kiện cực trị.....	21
6.4	Phân tích mỏi	21
6.5	Phân tích kết cấu khi động đất	22
7	Thiết kế kết cấu giàn	23
7.1	Quy định chung	23
7.2	Nguyên tắc thiết kế.....	23
7.3	Thiết kế kết cấu	23

TCVN 6170-9 : 2019

7.4	Thiết kế phần tử dạng ống	24
7.5	Thiết kế phần tử nút ống	24
7.6	Các liên kết có trám vữa	38
8	Thiết kế móng	43
8.1	Móng cọc phải được thiết kế theo những yêu cầu thích hợp đã nêu TCVN 6170-7	43
8.2	Thiết kế cọc	43

Lời nói đầu

TCVN 6170-9 : 2019 *Giàn cố định trên biển - Phần 9: Giàn thép kiểu Jacket* do Cục Đăng kiểm Việt Nam biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

TCVN 6170-9 : 2019 *Giàn cố định trên biển - Phần 9: Giàn thép kiểu Jacket* thay thế **TCVN 6170-9 : 2000** *Công trình biển cố định - Phần 9: Kết cấu - Giàn thép kiểu Jacket*.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 6170 “Giàn cố định trên biển” là bộ quy phạm phân cấp và chế tạo cho các giàn cố định trên biển, bao gồm 12 phần sau:

- TCVN 6170-1 : 2017, Giàn cố định trên biển - Phần 1: *Quy định chung*;
- TCVN 6170-2 : 2017, Giàn cố định trên biển - Phần 2: *Điều kiện và tải trọng môi trường chung*;
- TCVN 6170-3 : 2017, Giàn cố định trên biển - Phần 3: *Tải trọng thiết kế*;
- TCVN 6170-4 : 2017, Giàn cố định trên biển - Phần 4: *Thiết kế kết cấu thép*;
- TCVN 6170-5 : 1999, Công trình biển cố định - Kết cấu - Phần 5: *Thiết kế kết cấu hợp kim nhôm*;
- TCVN 6170-6 : 2019, Giàn cố định trên biển - Phần 6: *Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép*;
- TCVN 6170-7 : 2019, Giàn cố định trên biển - Phần 7: *Thiết kế móng*;
- TCVN 6170-8 : 1999, Công trình biển cố định - Phần 8: *Hệ thống chống ăn mòn*;
- TCVN 6170-9 : 2019, Giàn cố định trên biển - Phần 9: *Giàn thép kiểu Jacket*;
- TCVN 6170-10 : 2019, Giàn cố định trên biển - Phần 10: *Giàn trọng lực bê tông*;
- TCVN 6170-11 : 2002, Công trình biển cố định - Kết cấu - Phần 11: *Chế tạo*;
- TCVN 6170-12 : 2002, Công trình biển cố định - Kết cấu - Phần 12: *Vận chuyển và lắp dựng*.

Giàn cố định trên biển - Phần 9: Giàn thép kiểu Jacket

Fixed offshore platform - Part 9: Steel template (Jacket) platforms

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu cho tính toán thiết kế kết cấu các giàn thép kiểu Jacket.

Tiêu chuẩn này được áp dụng cùng TCVN 6170-1.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên 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, bổ sung (nếu có).

TCVN 6170-1, *Giàn cố định trên biển - Phần 1: Quy định chung.*

TCVN 6170-2, *Giàn cố định trên biển - Phần 2: Điều kiện và tải trọng môi trường.*

TCVN 6170-3, *Giàn cố định trên biển - Phần 3: Tải trọng thiết kế.*

TCVN 6170-4, *Giàn cố định trên biển - Phần 4: Thiết kế kết cấu thép.*

TCVN 6170-7, *Giàn cố định trên biển - Phần 7: Thiết kế móng.*

API RP 2A WSD 2014, *Recommend Practice for Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms - Working Stress Design (Hướng dẫn thực hành lập kế hoạch, thiết kế và thi công giàn cố định trên biển theo phương pháp ứng suất cho phép).*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa nêu trong TCVN 6170-1 và các thuật ngữ định nghĩa sau.

3.1 Giàn thép kiểu Jacket

Giàn thép kiểu Jacket là một kết cấu khung không gian, được liên kết với nền bằng các cọc. Kết cấu khung không gian này được thiết kế để truyền trực tiếp tải trọng xuống nền hoặc qua các cọc chịu tải.

3.2 Ứng suất điểm nóng (hot spot stress - HSS)

Ứng suất điểm nóng là ứng suất tại vị trí lân cận khu vực kết cấu thay đổi tiết diện đột ngột.

Chú thích: Có thể miêu tả ứng suất uốn của phần tử bản và tấm mỏng bằng ngoại suy tuyến tính cho chân mỗi hàn thực tế, ngoại trừ các vị trí rãnh chữ V ảnh hưởng bởi hình dạng mỗi hàn.

3.3 Ứng suất danh nghĩa (nominal stress)

Ứng suất danh nghĩa là ứng suất được xác định từ đặc trưng của tiết diện phần tử và phân

TCVN 6170-9 : 2019

tích ứng suất tổng thể từ các lực và mô-men tác dụng tại điểm đầu phần tử, trong tính toán có kể đến chiều dày hoặc đoạn mở rộng của đầu thanh.

3.4 Đường cong mỏi

Là đường cong thực nghiệm thể hiện mối quan hệ giữa biên độ ứng suất và số chu trình ứng suất gây phá hủy, có kể đến ảnh hưởng của mặt cắt mỗi hàn và sự không liên tục tại chân mỗi hàn.

3.5 Hệ số tập trung ứng suất (stress concentration factor - SCF)

Hệ số tập trung ứng suất đối với một thành phần tương ứng nào đó tại vị trí nút ống là hệ số giữa ứng suất điểm nóng (HSS) và ứng suất danh nghĩa tại mặt cắt chứa điểm nóng.

4 Phân loại kết cấu và lựa chọn vật liệu

4.1 Quy định chung

4.1.1 Phạm vi

Phần này quy định các yêu cầu riêng về phân loại phần tử kết cấu và lựa chọn vật liệu.

Những yêu cầu chung về phân loại phần tử kết cấu và định nghĩa các phần tử kết cấu, những nguyên tắc và yêu cầu chung về lựa chọn vật liệu được quy định trong TCVN 6170-1 và TCVN 6170-4.

4.1.2 Phân loại kết cấu

4.1.2.1 Các phần tử sau đây thường được xếp vào loại các phần tử kết cấu đặc biệt:

- Các mối nối ống đóng vai trò quan trọng đối với độ bền tổng thể của giàn (tức là điều kiện thiết kế theo trạng thái giới hạn phá hủy lũy tiến (PLS) không được thỏa mãn đối với những mối nối đó) hoặc các mối nối ống có hình dạng phức tạp và/hoặc có trạng thái ứng suất phức tạp;
- Những mối nối hoặc những chỗ giao nhau đòi hỏi phải có thiết kế hoặc chế tạo riêng;
- Những chỗ giao nhau chính giữa sàn chịu lực với chân đế hoặc với kết cấu khung không gian;
- Các dầm hẫng và những phần nhô ra ngoài của khung được thiết kế để chịu các tải trọng tập trung ở chỗ giao cắt chính;
- Các tai móc cầu phức tạp;
- Các phần tử chịu ứng suất cao của bộ cần trục v.v... và những kết cấu đỡ chúng;
- Các phần tử chịu ứng suất cao của kết cấu đỡ cọc.

4.1.2.2 Các phần tử sau đây thường được xếp vào loại các phần tử kết cấu chính, trừ khi chúng đã được xếp vào loại phần tử kết cấu đặc biệt:

- Các ống chính của chân đế;
- Các ống giằng chính;
- Các cọc;

- Kết cấu đỡ ống tách nước;
- Các mối nối ống;
- Sàn chịu lực;
- Các dầm và giá đỡ chính của sàn và các môđun trên sàn;
- Các tai móc cầu và dầm hẫng;
- Kết cấu đỡ chính cho sàn máy bay lên thẳng, sàn bố trí xuống cứu sinh và thiết bị quan trọng khác.

4.1.2.3 Các phần tử sau đây thường được xếp vào loại phần tử kết cấu thứ yếu, trừ khi đã được xếp vào loại đặc biệt hay chính:

- Các kết cấu ở các môđun thượng tầng;
- Tấm thép chủ và những tấm gia cường sàn máy bay lên thẳng, sàn bố trí xuống cứu sinh, lối đi v.v...

4.1.3 Lựa chọn vật liệu

4.1.3.1 Phải chọn mác thép dùng tương ứng với các loại kết cấu thép đặc biệt, chính hay thứ yếu theo tiêu chuẩn hiện hành.

4.1.3.2 Vật liệu kết cấu phải được dùng phù hợp với mục đích sử dụng và phải có các tính chất thích hợp về độ bền, độ dẻo, độ dai, tính hàn được và tính chống ăn mòn.

5 Tải trọng thiết kế

5.1 Quy định chung

Các định nghĩa và các đặc trưng kỹ thuật của các loại tải trọng và các tổ hợp tải trọng theo TCVN 6170-3.

5.2 Các loại tải trọng

5.2.1 Tải trọng thường xuyên (P)

5.2.1.1 Tải trọng thường xuyên (P) được định nghĩa trong TCVN 6170-3.

5.2.1.2 Trong giai đoạn hoàn thiện thiết kế kỹ thuật, các giá trị đặc trưng của tải trọng thường xuyên phải được kiểm tra bằng phép đo chính xác (kiểm tra trọng lượng) hoặc được tính toán trên cơ sở các số liệu chính xác.

5.2.2 Hoạt tải (L)

5.2.2.1 Hoạt tải (L) được định nghĩa trong TCVN 6170-3.

5.2.2.2 Trong giai đoạn hoàn thiện thiết kế kỹ thuật, giá trị đặc trưng của hoạt tải phải được xác định như là giá trị quy định của hoạt tải cực đại (hoặc cực tiểu) cùng với các trọng tâm tương ứng.

5.2.2.3 Các tải trọng do neo tàu dọc theo giàn phải được giới hạn ở giá trị cực đại có thể xảy ra trong các điều kiện khai thác xác định. Các lực neo tàu phải được giảm đi theo một phương thức kiểm soát được, nếu xảy ra quá tải.

TCVN 6170-9 : 2019

5.2.2.4 Các hoạt tải dùng cho thiết kế tổng thể hay thiết kế cục bộ phải được xác định và được trình bày rõ ràng, dễ hiểu.

Các hoạt tải quy định dùng cho thiết kế tổng thể phải tương thích với các hoạt tải quy định dùng cho thiết kế cục bộ (ví dụ, hoạt tải quy định dùng cho thiết kế kết cấu chịu lực (chân đế và sàn chịu lực) phải tương thích với hoạt tải quy định dùng để thiết kế các bộ phận thượng tầng).

5.2.3 Tải trọng do biến dạng (D)

Các tải trọng do biến dạng được định nghĩa theo TCVN 6170-3.

5.2.4 Tải trọng xây dựng

Các tải trọng phát sinh trong quá trình thi công, hạ thủy, vận chuyển và lắp đặt phải được xét đến trong quá trình thiết kế và được xác định chi tiết trong 5.4.

5.2.5 Tải trọng tháo dỡ và tu sửa

Với các giàn được di chuyển đến vị trí mới, tải trọng phát sinh trong quá trình di dời, dỡ tải, vận chuyển, nâng cấp và tái lắp đặt cần được bổ sung thêm vào những tải trọng xây dựng.

5.2.6 Tải trọng động

Tải trọng động là tải trọng trên sàn gây ra do phản ứng của kết cấu khi chịu tác động của một lực kích thích có chu kỳ dao động riêng gây ra do xung lực hoặc do va đập. Các tải trọng này có thể do sóng, gió, động đất hay máy móc gây ra. Tải trọng va đập có thể xuất hiện khi tàu hoặc sà lan cập vào giàn hay do hoạt động khoan.

5.2.7 Tải trọng do môi trường (E)

5.2.7.1 Các tải trọng do môi trường (E) được định nghĩa theo TCVN 6170-2.

5.2.7.2 Những biến đổi của áp lực thủy tĩnh và lực đẩy nổi phát sinh bởi sự thay đổi mức nước do sóng và thủy triều phải được coi là các tải trọng do môi trường.

5.2.7.3 Mức nước thiết kế được dùng để tính tải trọng sóng trong các điều kiện tải trọng môi trường cực trị được định nghĩa là mức nước nào bất lợi hơn trong các mức dưới đây:

- Mức triều thiên văn cao nhất (HAT) cộng với phần nước dâng do gió và áp suất trong bão;
- Mức triều thiên văn thấp nhất (LAT).

Nếu đã có thông tin về phân bố xác suất đồng thời của gió, sóng, dòng chảy và mức nước chỉ ra rằng mức nước khác là thực sự thích hợp thì có thể dùng mức nước khác đó.

Chú thích: Đối với kết cấu kiểu Jacket ở chiều sâu nước trung bình, lực cắt tổng do sóng bão có thể đạt giá trị cực đại khi tính toán với mức nước lấy bằng mức LAT.

5.2.7.4 Khi chọn mức nước thiết kế phải xem xét đến tải trọng sóng cục bộ tác dụng lên các phần tử ở phần trên của khối chân đế và ở sàn chịu lực.

Chú thích: Tải trọng cục bộ cực đại có thể xảy ra ở mức nước khác với mức nước xảy ra tải trọng tổng thể cực đại.

5.2.7.5 Chiều sâu nước trong phân tích môi do tải trọng sóng gây ra thường được lấy bằng mức nước trung bình (MWL).

5.2.8 Tải trọng do sự cố (A)

5.2.8.1 Tải trọng do sự cố được định nghĩa theo TCVN 6170-3.

5.3 Xác định tải trọng do môi trường

5.3.1 Quy định chung

5.3.1.1 Việc xác định các tải trọng môi trường tác động lên giàn kiểu Jacket phải dựa vào các nguyên tắc đã nêu trong TCVN 6170-2 và các lưu ý cụ thể trong tiêu chuẩn này.

5.3.1.2 Các giả thiết và những hạn chế cơ bản của các phương pháp khác nhau để tính tải trọng do môi trường phải được xem xét thích đáng trước khi lựa chọn phương pháp.

5.3.2 Tải trọng sóng

Tải trọng sóng tác động lên công trình là tải trọng có bản chất động. Ở hầu hết các độ sâu nước thường gặp hiện nay, các tải trọng này có thể được biểu diễn đầy đủ bằng tải trọng tĩnh tương đương. Với độ sâu nước lớn hơn hoặc các công trình dao động lớn hơn, phân tích tĩnh không thể mô tả chính xác tác động của tải trọng động lên giàn. Với loại giàn này cần yêu cầu phân tích tính toán phản ứng động của kết cấu.

5.3.2.1 Phân tích tải trọng sóng theo phương pháp tĩnh

Trình tự các bước tính toán tải trọng sóng tĩnh tiền định tác dụng lên giàn cố định trên biển (bỏ qua các giàn có ảnh hưởng động và biến dạng lớn khi chịu tải trọng sóng) tuân theo các bước sau:

- 1) Xác định chu kỳ sóng biểu kiến, tính đến hiệu ứng Doppler do ảnh hưởng của dòng chảy lên sóng;
- 2) Các thông số của sóng động hai chiều được xác định từ lý thuyết sóng thích hợp dựa trên chiều cao sóng, độ sâu nước và chu kỳ biểu kiến;
- 3) Các thành phần vận tốc và gia tốc phần tử nước theo phương ngang được giảm bớt bởi các hệ số động học, được tính toán sẵn theo hướng lan truyền sóng;
- 4) Thông số dòng chảy cục bộ hữu hiệu được xác định bằng cách nhân thông số dòng chảy đặc trưng với hệ số chắn dòng chảy;
- 5) Thông số dòng chảy cục bộ hữu hiệu được tổ hợp có hướng với sóng động để xác định vận tốc và gia tốc của phần tử chất lỏng được dùng khi tính toán theo công thức Morison;
- 6) Tăng kích thước phần tử để kể đến hà bám;
- 7) Xác định hệ số lực cản và hệ số lực quán tính bằng hàm của các thông số sóng, dòng chảy, hình dạng phần tử, độ nhám (hà bám), kích thước và hướng;
- 8) Giảm hệ số tải trọng sóng lên các ống dẫn hướng (conductor) bằng hệ số chắn ống dẫn hướng (conductor);
- 9) Xây dựng mô hình thủy động cho ống đứng (risers) và thiết bị phụ trợ;
- 10) Tính toán tải trọng sóng và dòng chảy cục bộ lên tất cả các phần tử của giàn, ống dẫn hướng (conductor), ống đứng và kết cấu phụ trợ theo công thức Morison;

TCVN 6170-9 : 2019

11) Tải trọng tổng thể được tính bằng vec tơ tổng của các tải trọng cục bộ.

5.3.2.2 Phân tích động với tải trọng sóng

Khi thiết kế với trạng thái biển có chứa năng lượng sóng đáng kể tại tần số gần với tần số dao động riêng của giàn, đòi hỏi phải tiến hành phân tích động cho kết cấu công trình biển cố định. Tương quan giữa năng lượng sóng và tần số có thể được mô tả bởi phổ sóng (phổ năng lượng sóng) được xác định từ các số liệu đo đạc hoặc dự báo thích hợp với khu vực xây dựng giàn.

5.3.2.2.1 Sóng

Phân tích động cho giàn cố định sử dụng lý thuyết sóng ngẫu nhiên tuyến tính và thay đổi thông số động học đỉnh sóng. Sóng lan truyền (ba chiều) phải được xem xét. Ảnh hưởng của nhóm sóng cũng làm cho việc phân tích phản ứng động cho kết cấu mềm trở nên quan trọng.

5.3.2.2.2 Dòng chảy

Dòng chảy kết hợp với trạng thái biển thiết kế có thể gây ảnh hưởng đến tải trọng động thông qua hệ số lực cản phi tuyến trong công thức Morison, do đó cần được xem xét khi phân tích động.

5.3.2.2.3 Gió

Trong phân tích giàn dạng Jacket, trọng lực hay giàn tối thiểu, tổng hợp lực do gió duy trì có thể tính thêm vào tổng tải trọng sóng và dòng chảy.

5.3.2.2.4 Tải trọng do chất lỏng tác dụng lên phần tử

Công thức Morison có thể được sử dụng để tính lực tác dụng lên kết cấu giàn dạng Jacket, trọng lực hoặc giàn tối thiểu. Việc lựa chọn hệ số cản và hệ số quán tính cho phân tích động được quy định trong TCVN 6170-2.

Tải trọng do chất lỏng kết hợp với gia tốc của giàn đã được tính toán đến trong thành phần nước kèm.

5.3.2.2.5 Mô hình kết cấu

Mô hình động của kết cấu giàn cố định cần phản ánh được một cách chính xác các thông số quan trọng về khối lượng, cản nhớt và độ cứng. Khối lượng phải bao gồm khối lượng thép giàn, tất cả các kết cấu phụ trợ, ống dẫn hướng (conductor) và các tải trọng sàn, khối lượng nước trong các phần tử ống ngập nước, khối lượng hà bám dự kiến trên kết cấu và khối lượng nước kèm của các phần tử ngập nước, có kể đến sự tăng đường kính ống do hà bám.

Giá trị cản nhớt tương đương có thể được sử dụng thay cho giá trị chính xác của nhiều thành phần cản nhớt. Khi không có số liệu để xác định các giá trị cản của một kết cấu cụ thể, giá trị cản nhớt lấy bằng 2% đến 3% khi tính với sóng cực hạn và 2% khi phân tích mỗi.

Mô hình giải tích cần bao gồm độ đàn hồi của giàn và phản ánh sự tương tác giữa kết cấu và đất nền. Móng cứng thường phù hợp với phân tích mỗi hơn là phân tích phản ứng của kết cấu khi sóng cực hạn.

5.3.2.2.6 Phương pháp phân tích

Phân tích động theo phương pháp miền thời gian thường được sử dụng để dự đoán phản ứng của các dạng kết cấu giàn tối thiểu và kết cấu trụ mềm khi chịu tác động của sóng cực đại vì những kết cấu này thường có lực cản lớn hơn. Phương pháp phân tích trong miền tần số có thể sử dụng cho phân tích phản ứng của kết cấu khi chịu tải trọng sóng cực hạn để tính toán hệ số khuếch đại động tổ hợp với tĩnh tải, việc tuyến tính hóa lực cản có thể xem là đúng. Phương pháp miền tần số thường phù hợp cho sóng dùng trong phân tích mỏi.

Với thiết kế phần tử, có thể xác định ứng suất từ phân tích tĩnh có kể đến một cách hợp lý ảnh hưởng đáng kể của phản ứng động.

5.3.3 Tải trọng do dòng chảy

5.3.3.1 Tải trọng cho riêng dòng chảy

Khi dòng chảy tác dụng độc lập (không có sóng) lực cản có thể xác định theo công thức Morison với $\delta U / \delta t = 0$.

5.3.3.2 Dòng chảy kết hợp với sóng

Tải trọng sóng và dòng chảy tác dụng lên giàn kiểu Jacket thường được tính toán theo phương trình Morison.

5.3.4 Tải trọng gió

5.3.4.1 Tải trọng gió được dùng trong thiết kế kết cấu hoặc bộ phận kết cấu phải được tính cả gió giật và gió kéo dài theo quy định trong TCVN 6170-2.

5.3.4.2 Tải trọng và dao động do xoáy và những hiện tượng mất ổn định khí động liên quan khác phải được nghiên cứu và kể đến khi cần thiết (Các phần tử ngập nước trong điều kiện dựng lắp cũng có thể chịu tải trọng gió khi vận chuyển khối chân đế trên biển tới địa điểm dựng lắp. Hiệu ứng dao động do xoáy của những phần tử này cũng phải được xem xét đầy đủ).

5.3.5 Tải trọng do động đất

5.3.5.1 Khi phân tích động đất, chuyển động của nền có thể được xác định theo phổ phản ứng hoặc theo diễn biến thời gian.

Chú thích: Việc lựa chọn phương pháp phụ thuộc vào vấn đề cụ thể đang xét:

- Đối với các giàn kiểu Jacket ở vùng nước sâu mà chu kỳ dao động cơ bản là lớn và hiệu ứng tương tác đất - kết cấu là đáng kể thì thường được phân tích theo diễn biến thời gian.
- Khi phản ứng của kết cấu được xác định trong miền phi đàn hồi thì cũng nên dùng phương pháp phân tích theo diễn biến thời gian.

5.3.5.2 Khi tiến hành phân tích động đất theo diễn biến thời gian, phản ứng của hệ kết cấu/nền móng phải được dựa trên một tập tiêu biểu các diễn biến thời gian.

5.3.5.3 Khi thiết kế theo trạng thái giới hạn cực đại (ULS) (nếu thích hợp) thì chỉ cần xem xét tổ hợp tải trọng xem TCVN 6170-3.

Chú thích: Trong những vùng mà hoạt động động đất là nhỏ hoặc vừa phải thì có thể không cần phân

tích động đất đối với trạng thái giới hạn cực đại (ULS) mà chỉ cần kiểm tra trạng thái giới hạn phá hủy lũy tiến (PLS).

5.4 Tải trọng chế tạo và lắp đặt

5.4.1 Quy định chung

Tải trọng lắp đặt là tải trọng tác dụng lên các phần tử riêng lẻ, những bộ phận của kết cấu hoặc các bộ phận đã hoàn thành trong quá trình dỡ tải, gia công, lắp ráp trên bãi lắp ráp. Tải trọng lắp đặt là những tải trọng tác dụng lên các bộ phận kết cấu trong quá trình vận chuyển các bộ phận này từ bãi chế tạo hoặc vị trí ngoài khơi trước đó đến vị trí xây dựng cuối cùng và lắp đặt các thành phần này thành kết cấu hoàn thiện. Khi tải trọng chế tạo gây ra sự dịch chuyển của các kết cấu nặng, cần xét đến tải trọng động và tăng tải trọng tĩnh bằng hệ số va đập tương ứng để có được một tải trọng tương đương dùng trong thiết kế các phần tử liên quan. Các tải trọng lắp đặt này chỉ xuất hiện trong quá trình vận chuyển trong thiết kế các phần tử liên quan. Các tải trọng lắp đặt này chỉ xuất hiện trong quá trình vận chuyển và đánh chìm, khi tính đến ảnh hưởng của môi trường, ứng suất cho phép cơ bản của phần tử thiết kế có thể tăng lên 1/3.

5.4.2 Lực nâng

5.4.2.1 Yêu cầu chung

Kết cấu chịu tải trọng nâng gây ra bởi quá trình nâng để lắp đặt kết cấu trong giai đoạn chế tạo và lắp đặt khi xây dựng giàn. Độ lớn của các lực này cần được xác định thông qua việc xem xét các tải trọng tĩnh và động được sử dụng trong quá trình nâng kết cấu và từ hoạt động của chính kết cấu. Lực nâng trên tai cầu (Padeyes) và trên các bộ phận khác của kết cấu bao gồm cả thành phần theo phương ngang và phương đứng, tải trọng xuất hiện sau cùng khi nâng cáp có giá trị khác với tải trọng theo phương đứng. Tải trọng đứng khi nâng bao gồm lực đẩy nổi cũng như các lực gây ra bởi thiết bị nâng.

Để bù cho tải trọng bên có thể xuất hiện trên đai móc cầu, thêm nữa để tính thành phần theo phương ngang và đứng của tải trọng tĩnh cho điều kiện cân bằng nâng, đai móc cầu và liên kết với phần tử kết cấu đỡ có thể được thiết kế với lực ngang bằng 5% của tĩnh tải cáp (lực căng cáp) được áp dụng đồng thời với tĩnh tải cáp. Tải trọng ngang này có thể vuông góc với tai cầu tại tâm của lỗ.

5.4.2.2 Tải trọng tĩnh

Khi treo lơ lửng, móc cầu sẽ giữ vị trí tại trọng tâm của vật nâng và trọng tâm của các lực hướng lên cầu được giữ cân bằng tĩnh. Vị trí của vật nâng trong trạng thái cân bằng tĩnh được sử dụng để xác định các lực trong kết cấu và trên dây cáp. Dịch chuyển của cầu khi được nhắc lên và hạ xuống sẽ được sử dụng trong tính toán xác định tổ hợp giới hạn của lực ngang và lực đứng tại mọi điểm, bao gồm các lực đi kèm với lực nâng cáp.

5.4.2.3 Hệ số tải trọng động

Trong công tác nâng khi nâng tháp khoan hoặc nâng kết cấu lên phương tiện nổi, việc lựa chọn lực nâng thiết kế cần xét đến tác động do chuyển động của tàu. Hệ số tải trọng cần được đưa vào tải trọng thiết kế như quy định trong 5.4.2.1 và 5.4.2.2.

Với công tác nâng tại vùng biển mở (nghĩa là vị trí ngoài khơi), tai cầu (padeyes) và các phần tử bên trong khác (và cả liên kết đầu thanh) liên kết tại các nút tại vị trí tai cầu được gắn và truyền lực nâng trong kết cấu sẽ được thiết kế cho hệ số tải trọng nhỏ nhất bằng 2,0 sử dụng để tính toán tĩnh tải. Tất cả các phần tử kết cấu truyền lực nâng khác được thiết kế sử dụng hệ số tải trọng nhỏ nhất bằng 1,35. Với các tình huống hàng hải khác (cụ thể là hạ thủy tại vị trí trú ẩn), việc lựa chọn hệ số tải trọng phải thỏa mãn các điều kiện kỳ vọng nhưng không nhỏ hơn giá trị tối thiểu là 1,5 và 1,15 với hai điều kiện đã liệt kê ở trên.

Với đặc thù chế tạo trên bãi lắp ráp khi tất cả hoạt động nâng tháp khoan, kết cấu hay bộ phận kết cấu đều thực hiện trên nền đất, hệ số tải trọng động có thể nhỏ hơn các con số đã nói ở trên. Với quy trình đặc biệt khi có khả năng xuất hiện tải trọng động bất thường, cần xem xét hệ số tải trọng thích hợp.

5.4.2.4 Ứng suất cho phép

Lực nâng cần được thiết kế để tất cả các phần tử kết cấu thép đều có ứng suất cơ bản cho phép như đã nêu trong 6.1.1, TCVN 6170-4. Không tăng ứng suất cho phép cho tải trọng ngắn hạn như trong 6.1.2, TCVN 6170-4. Thêm nữa, tất cả liên kết giới hạn của các cấu kiện và các phần tử chính phải được thiết kế để đủ độ bền giới hạn và đảm bảo tính nguyên vẹn của kết cấu trong suốt quá trình cầu lắp.

5.4.2.5 Ảnh hưởng của sai số

Sai số chế tạo và sai số về độ dài cáp đều ảnh hưởng đến sự phân phối lực và ứng suất trong hệ thống cầu nâng gây ra sự sai khác so với các thông số sử dụng trong kết quả thiết kế thông thường.

Các hệ số tải trọng theo 5.4.2.3 được sử dụng trong trường hợp sai số chế tạo không vượt quá yêu cầu trong mục 14.1.5 của tiêu chuẩn API RP 2A WSD. Khi sự thay đổi chiều dài các dây cáp không vượt quá $\pm 0,25\%$ chiều dài cáp danh nghĩa hoặc 38mm (1,5 in.).

Tổng biến thiên giữa chiều dài cáp ngắn và dài nhất không được lớn hơn 0,5% chiều dài cáp hoặc 75 mm (3 in). Nếu một trong hai sai số chế tạo hoặc sai số chiều dài cáp vượt quá các giới hạn trên, cần tiến hành phân tích chi tiết để tính toán các sai số này để xác định sự phân phối lại tải trọng lên cáp và lên các phần tử kết cấu. Các trường hợp khác được dự đoán sẽ có sự sai lệch bất thường trong độ cứng của hệ thống kết cấu gây ảnh hưởng đến sự phân phối tải trọng cũng phải được phân tích giống như trên.

5.4.2.6 Cáp, ma ní và chi tiết nối ống

Trong các điều kiện thông thường ngoài khơi, khi chọn cáp có thể lấy hệ số an toàn bằng 4 cho độ bền cáp tối thiểu do nhà máy cung cấp so sánh với tải trọng tĩnh cáp. Tải trọng tĩnh của cáp là tải trọng lớn nhất trên cáp đơn như tính toán trong 5.4.2.1, 5.4.2.2 và 5.4.2.5 bằng cách xem xét tất cả các thành phần tải trọng và vị trí cân bằng khi nâng. Hệ số an toàn này có thể tăng lên trong điều kiện làm việc bất thường được dự báo trước và có thể giảm xuống tối thiểu bằng 3 trong điều kiện kiểm soát tốt.

Ma ní và chi tiết nối ống được lựa chọn sao cho tải trọng làm việc cung cấp bởi nhà máy bằng

TCVN 6170-9 : 2019

hoặc lớn hơn tải trọng tĩnh của cáp, thông số kỹ thuật cung cấp bởi nhà sản xuất bao gồm hệ số an toàn nhỏ nhất bằng 3 so sánh với độ bền phá hoại nhỏ nhất của cáp.

5.4.3 Tải trọng khi hạ thủy

5.4.3.1 Điều khiển cầu

Tải trọng nâng khi hạ thủy kết cấu bằng cầu trên sà lan vận chuyển phải được định lượng trong trường hợp bố trí cầu nâng khi hạ thủy khác với khi lắp đặt, khi tiến hành cầu ở vùng nước mở thì cần thỏa mãn các điều kiện khắt khe hơn.

5.4.3.2 Dịch chuyển ngang trên sà lan

Sự trượt của kết cấu trên sà lan phụ thuộc vào các điều kiện tải trọng gây ra do chuyển động của sà lan do tác động lên xuống của thủy triều, gần khu vực giao thông hàng hải, và/hoặc do sự thay đổi khí áp cũng như do các điều kiện tải trọng gây ra do vị trí, độ dốc, và/hoặc hệ thống đỡ bị lún trong các giai đoạn của quá trình kéo trượt. Do các chuyển động này thường chậm nên không cần xét đến sự va chạm.

5.4.4 Tải trọng khi vận chuyển

5.4.4.1 Yêu cầu chung

Tải trọng vận chuyển tác dụng lên kết cấu dạng Jacket, tháp neo, kết cấu tối thiểu và các sàn của giàn sẽ được xem xét trong thiết kế khi công trình được vận chuyển bằng sà lan hoặc tự nổi. Các tải trọng này xuất hiện khi kết cấu được đỡ bởi sà lan hoặc phao nổi và phản ứng của kết cấu khi bị tác động bởi các điều kiện môi trường trong quá trình lai dặt ra vị trí xây dựng.

5.4.4.2 Điều kiện môi trường

Việc lựa chọn điều kiện môi trường sử dụng để xác định sự dịch chuyển trong quá trình lai dặt, lực hấp dẫn và lực quán tính tác động trong quá trình lai dặt sẽ được xem xét dưới đây:

- 1) Kinh nghiệm di chuyển dọc tuyến lai dặt đó;
- 2) Thời gian vận chuyển và độ tin cậy của dự báo “cửa sổ thời tiết”;
- 3) Khả năng tiếp cận nơi trú ẩn an toàn;
- 4) Chế độ thời tiết theo mùa;
- 5) Chu kỳ lặp phù hợp được sử dụng để xác định điều kiện gió, sóng và dòng chảy cực đại và xem xét đặc trưng của tàu kéo như: kích thước, kết cấu, độ nhạy và chi phí.

5.4.4.3 Xác định các tải trọng

Hệ thống lai dặt bao gồm kết cấu, kết cấu neo giữ và sà lan sẽ được phân tích khi chịu tác động của trọng lực, lực quán tính và lực thủy động trong điều kiện môi trường theo 5.4.4.2. Những phân tích này dựa trên kết quả thí nghiệm mô hình trong bể sóng hoặc phương pháp giải tích thích hợp. Sóng và gió được xem xét để xác định tải trọng vận chuyển lớn nhất trong các phần tử kết cấu. Trong trường hợp vận chuyển kết cấu lớn bằng sà lan, độ cứng của kết cấu về cơ bản có thể lớn hơn độ cứng của sà lan. Sự chênh lệch về độ cứng này có ảnh hưởng đáng kể và cần được xem xét khi phân tích kết cấu.

Khi kích thước tương đối giữa sà lan và chân đế, độ lớn của trạng thái biển và kinh nghiệm để giả thiết một các hợp lý, phân tích lai dất được dựa trên kết quả tính toán trọng lực và lực quán tính từ chuyển động của thân tàu sử dụng chu kỳ và độ khuếch đại thích hợp bằng các tổ hợp lắc ngang với dao động đứng và lắc dọc với dao động đứng.

5.4.4.4 Những lưu ý khác

Khối chân đế lớn thường đưa ra các phía của sà lan và có thể bị chìm cục bộ trong quá trình lai dất. Những phần tử ngập nước cần được nghiên cứu chịu tác động của tải trọng sóng vỗ, tải trọng va đập và lực đẩy nổi. Cần xét đến ảnh hưởng của những phần tử có kích thước lớn nhô ra và nổi trên mặt nước đến chuyển động của phương tiện nổi. Cần nghiên cứu ảnh hưởng của gió xoáy và dao động lên xuống lên các phần tử dài và mảnh. Có thể tránh tác động này đơn giản bằng cách sử dụng dây thừng cuốn xoắn ốc quanh phần tử.

Khi lai dất trong thời gian dài, ứng suất lặp đi lặp lại trên phần tử có thể tác động đáng kể đến tuổi thọ mỏi của các mối nối hoặc các chi tiết cần được xem xét, nghiên cứu.

5.4.5 Tải trọng đánh chìm và tải trọng xoay lật

5.4.5.1 Kết cấu dạng Jacket

Kết cấu dạng Jacket được thiết kế để có thể tự nổi thường được đánh chìm từ bãi chế tạo và để tự nổi nhờ lực đẩy nổi trong quá trình lai dất ra khu vực xây dựng. Phần cuối cùng của Jacket rời khỏi đường trượt sẽ chịu tác động của một số lực nhất định như lực đẩy nổi tác dụng lên phần đầu của Jacket khi hạ xuống nước làm cho Jacket quay từ đường trượt nghiêng. Những lực này sẽ được tính toán đầy đủ trong suốt quá trình đánh chìm Jacket.

5.4.5.2 Tải trọng móc cầu

Các thiết bị nâng dùng để quay lật khối chân đế đang nổi trên mặt nước về vị trí thẳng đứng cần phải được thiết kế để đủ chịu được trọng lực và tải trọng quán tính cần thiết trong quá trình xoay lật khối chân đế.

5.4.5.3 Áp lực khi ngập nước

Các phần tử ngập nước, không có nước trong ống hoặc có một phần nước trong ống cần được thiết kế để chịu được áp lực gây ra do ứng suất vòng (ứng suất hoop) trong suốt quá trình đánh chìm và quay lật.

Một phần tử có thể chịu các giá trị áp lực thủy tĩnh khác nhau trong suốt quá trình lắp đặt và trong khi vận hành.

5.4.6 Tải trọng nền móng trong quá trình lắp đặt

5.4.6.1 Yêu cầu chung

Tải trọng tính toán tác dụng lên nền móng công trình trong suốt quá trình lắp đặt phải đủ an toàn để đảm bảo rằng kết cấu sẽ vẫn giữ đúng vị trí và cao độ thiết kế sau khi đóng cọc.

5.4.6.2 Các điều kiện môi trường

Cần xem xét ảnh hưởng của các điều kiện bão đã được dự báo trong suốt giai đoạn lắp đặt công trình.

5.4.6.3 Tải trọng kết cấu

Các tải trọng theo phương ngang và phương thẳng đứng sẽ được xem xét khi tính toán những thay đổi trong hình dạng/hướng, thiết bị xây dựng, yêu cầu thêm về dẫn để đảm bảo ổn định khi có bão.

5.4.6.4 Áp lực thủy tĩnh

Các phần tử kết cấu có nước hoặc không có nước trong ống đều có thể chịu tác dụng của áp lực thủy tĩnh do chúng nằm dưới mặt nước. Một phần tử có thể chịu các giá trị áp lực khác nhau trong suốt quá trình lắp đặt và khi vận hành.

5.5 Các điều kiện tải trọng

5.5.1 Quy định chung

Các điều kiện tải trọng môi trường thiết kế là các trường hợp tải trọng tác dụng trên giàn được lựa chọn trong thiết kế, trong khi đó các điều kiện tải trọng môi trường trong giai đoạn vận hành là các trường hợp tải trọng tác dụng lên kết cấu với tác động nhỏ hơn và không đủ lớn để ngăn cản các hoạt động bình thường của giàn, các điều kiện này được bên vận hành khoan xác định.

5.5.2 Điều kiện tải trọng thiết kế

Công trình phải được thiết kế trong điều kiện tải trọng thích hợp mà tác động của tải trọng lên công trình là lớn nhất. Các điều kiện tải trọng nên bao gồm tổ hợp giữa điều kiện môi trường với tĩnh tải và hoạt tải phù hợp như được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1 - Các điều kiện tải trọng

Điều kiện tải trọng	Mô tả
1	Điều kiện tải trọng môi trường trong giai đoạn vận hành tổ hợp với tĩnh tải và hoạt tải cực đại phù hợp với điều kiện vận hành bình thường của giàn.
2	Điều kiện tải trọng môi trường trong giai đoạn vận hành tổ hợp với tĩnh tải và hoạt tải cực tiểu phù hợp với điều kiện vận hành bình thường của giàn.
3	Điều kiện tải trọng môi trường thiết kế tổ hợp với tĩnh tải và hoạt tải cực đại và điều kiện cực đại.
4	Điều kiện tải trọng môi trường thiết kế tổ hợp với tĩnh tải và hoạt tải cực tiểu và điều kiện cực đại.

Tải trọng môi trường, không xét đến tải trọng động đất, cần được tổ hợp theo cách phù hợp với xác suất xuất hiện đồng thời của chúng trong điều kiện tải trọng đang xét.

Tải trọng động đất, nếu được kể đến, có tác động lên kết cấu như một điều kiện tải trọng môi trường riêng biệt.

Điều kiện tải trọng môi trường trong giai đoạn vận hành phải đại diện cho các điều kiện thông thường tại giàn. Những điều kiện này không cần thiết là điều kiện giới hạn mà nếu vượt quá thì giàn phải ngừng hoạt động. Thông thường bão mùa đông chu kỳ lặp 1 năm và 10 năm

được sử dụng cho điều kiện vận hành.

Hoạt tải lớn nhất trong hoạt động khoan và khai thác của giàn cần kể đến tải trọng: khoan, khai thác, bảo dưỡng và các tổ hợp thích hợp của tải trọng khoan hoặc bảo dưỡng với tải trọng khai thác.

Sự thay đổi trọng lượng và vị trí của các thiết bị có khả năng di chuyển như tháp khoan cần được xem xét để ứng suất thiết kế của các phần tử trên giàn là lớn nhất.

5.5.3 Điều kiện tải trọng tạm thời

Các điều kiện tải trọng tạm thời xuất hiện trong suốt quá trình chế tạo, vận chuyển, lắp đặt, tháo dỡ và tái lắp đặt kết cấu đều cần được cân nhắc. Với các điều kiện này, phải xác định một tổ hợp hợp lý của tĩnh tải, các tải trọng tạm thời cực đại và các tải trọng môi trường tương ứng.

5.5.4 Tải trọng trên phần tử

Mỗi phần tử trên giàn phải được thiết kế trong điều kiện tải trọng gây ra ứng suất lớn nhất trên phần tử đó, cần chú ý so sánh ứng suất này với ứng suất cho phép trong điều kiện đó.

5.6 Các tổ hợp tải trọng

5.6.1 Quy định chung

5.6.1.1 Các hệ số tải trọng và các tổ hợp tải trọng thích hợp đối với các trạng thái giới hạn khác nhau được quy định trong TCVN 6170-3.

Chú thích: Khi thiết kế giàn kiểu Jacket thường phải xem xét những điều kiện sau đây:

- 1) Trong điều kiện thiết kế thi công, thông thường có thể bỏ qua tải trọng môi trường bất thường, tức là tổ hợp tải trọng c) trong phân tích thiết kế theo trạng thái giới hạn phá hủy lũy tiến (PLS), nếu đã có các biện pháp thích hợp để ngăn ngừa, phòng tránh hoặc kiểm soát được tình trạng đó;
- 2) Các tải trọng sự cố có thể xảy ra được xem xét đối với các điều kiện thiết kế thi công chủ yếu là các tải trọng liên quan đến điều kiện thiết kế đặc biệt (chẳng hạn như mất lực đẩy nổi của phao khi hạ thủy chân đế);
- 3) Trong các điều kiện thiết kế thi công thông thường không cần xét đến trạng thái giới hạn khả năng làm việc.

6 Phân tích kết cấu

6.1 Các điều kiện thiết kế

6.1.1 Quy định chung

6.1.1.1 Các điều kiện thiết kế được phân thành điều kiện thiết kế khai thác và điều kiện thiết kế thi công.

6.1.1.2 Những điều kiện thiết kế sau đây phải được xem xét khi thiết kế giàn kiểu Jacket:

- 1) Các điều kiện thiết kế trong giai đoạn vận hành;
- 2) Các điều kiện thiết kế trong giai đoạn thi công, bao gồm:
 - Điều kiện hạ thủy;

TCVN 6170-9 : 2019

- Điều kiện vận chuyển trên biển;
- Điều kiện đánh chìm;
- Điều kiện quay lật và định vị;
- Điều kiện lắp đặt;
- Các điều kiện cải hoán.

6.2 Các phương pháp phân tích phản ứng tổng thể của giàn kiểu Jacket

6.2.1 Quy định chung

6.2.1.1 Việc lựa chọn phương pháp phân tích phản ứng phụ thuộc vào điều kiện thiết kế, tính nhạy cảm động lực của kết cấu, tính phi tuyến của tải trọng và của phản ứng cũng như độ chính xác cần thiết trong giai đoạn thiết kế cụ thể.

6.2.1.2 Phương pháp phân tích được lựa chọn phải phù hợp với kết cấu đang xem xét và với điều kiện thiết kế đang được phân tích.

6.2.1.3 Có thể coi phân tích tổng thể tựa tĩnh là thích hợp nếu nó được thuyết minh đầy đủ rằng các hiệu ứng động do tải trọng môi trường gây ra là nhỏ, hệ số động lực hữu hiệu nhỏ hơn hoặc bằng 1,1. Trong những trường hợp này, các hệ số động lực có thể được xác định và áp dụng trực tiếp vào phân tích tổng thể.

6.2.1.4 Nếu các hiệu ứng động lực do tải trọng môi trường là đáng kể (hệ số động lực hữu hiệu lớn hơn 1,1) thì có thể phải phân tích động lực. Tuy nhiên cũng có thể dùng kỹ thuật phân tích tổng thể tựa tĩnh đối với những kết cấu này, nếu các hiệu ứng động lực được giải thích theo một quy trình tính toán đã được thừa nhận.

6.2.1.5 Khi thiết kế theo phương pháp hệ số riêng phần, các hiệu ứng tải trọng dẫn đến sự phân bố có lợi cho sức bền của kết cấu đang xem xét thì không được tính với hệ số tải trọng lớn hơn 1,0.

(Các lực ngoài như lực cản, lực quán tính, lực đẩy nổi... không được nhân với các hệ số tải trọng. Độ lớn của chúng sẽ tìm được từ việc giải phương trình cân bằng tĩnh học hoặc động lực học.

Đối với những kết cấu có chuyển vị lớn, tải trọng có thể còn phụ thuộc cả vào phản ứng của kết cấu. Nguyên tắc chung của việc nhân tải trọng với hệ số tải trọng là phổ biến. Tuy nhiên, không được kể tới ảnh hưởng của bất kỳ hệ số tải trọng nào nếu có xét đến việc giảm tải trọng do chuyển vị, vận tốc và/hoặc gia tốc tương đối của kết cấu).

6.2.2 Mô hình kết cấu

6.2.2.1 Mô hình tính được dùng trong phân tích tổng thể giàn phải mô tả đúng các tính chất của kết cấu thực, kể cả nền móng.

6.2.2.2 Phải kể đến tất cả những bộ phận có đóng góp đáng kể vào độ cứng tổng thể của kết cấu.

6.2.2.3 Việc mô hình hóa nền móng được nêu trong TCVN 6170-7. Sự tương tác kết cấu/nền móng thích hợp phải được tính đến trong phân tích tổng thể. Do tính chất phi tuyến của hệ

cọc/nền, phải đảm bảo tính tương thích tại mặt tiếp xúc giữa kết cấu với móng.

6.2.2.4 Ảnh hưởng của các kết cấu phụ trợ như: giá cập tàu, đệm va tàu, lối đi, cầu thang, ống dẫn vữa xi măng, a-nốt phải được xét đến một cách thích đáng.

Tùy vào loại và số lượng kết cấu phụ trợ mà chúng có thể làm tăng tải trọng sóng tổng thể lên đáng kể. Thêm vào đó, tải trọng lên một số kết cấu phụ có thể rất quan trọng khi thiết kế các phần tử cục bộ. Kết cấu phụ trợ thường được mô hình là các phần tử phi kết cấu có tham gia vào tải trọng sóng tương đương. Với các kết cấu phụ như giá cập tàu, tải trọng sóng phụ thuộc nhiều vào hướng sóng do ảnh hưởng chắn.

6.2.2.5 Khi mô hình hóa tương tác cọc/cột chân đế cần xét đầy đủ các yếu tố liên quan đến việc truyền tải trọng (chẳng hạn ảnh hưởng đầu mút đối với vành vữa trám, sự truyền phẳng tải trọng đối với các cọc không trám vữa...).

6.2.2.6 Đối với các kết cấu kiểu Jacket, khi vành khe hở giữa cọc và cột chân đế (hay giữa cọc và ống bao) được trám vữa thì cột chân đế (hay ống bao) phải được mô phỏng bằng các phần tử có độ cứng tương đương với độ cứng của cọc/cột chân đế (hay cọc/ống bao) đã kết hợp với nhau.

6.2.2.7 Các tải trọng chức năng của giàn phải được mô hình hóa thích hợp cả về vị trí và sự phân bố của chúng.

Sự phân bố khối lượng có thể biến thiên trong khoảng thời gian hạn quy định, ví dụ các tải trọng trên sàn, phải được xem xét với các giá trị và tổ hợp các giá trị bất lợi nhất. Nếu cần, phải tính toán nhiều giá trị khác nhau của những tải trọng này.

6.2.2.8 Đối với những phần tử kết cấu nằm trong vùng dao động nước thì không được kể đến chiều dày bị ăn mòn khi phân tích sức bền kết cấu. Tuy nhiên khi tính tải trọng do môi trường thì phải dùng đường kính thực.

6.3 Phân tích tổng thể trong điều kiện cực trị

6.3.1 Những yêu cầu kỹ thuật về tính toán tải trọng sóng theo mô hình tiền định và ngẫu nhiên được nêu trong TCVN 6170-2. Khi lựa chọn phương pháp phải xét đến khả năng áp dụng và những hạn chế của phương pháp đó đối với kết cấu đang xét.

6.3.2 Phân tích tổng thể kết cấu giàn kiểu Jacket theo mô hình tiền định được nêu trong 5.3.1.2.

6.3.3 Phân tích tổng thể kết cấu giàn kiểu Jacket theo mô hình động lực được nêu trong 5.3.2.2.

6.4 Phân tích mỏi

6.4.1 Những yêu cầu chung liên quan đến phân tích mỏi kết cấu thép đã được quy định trong TCVN 6170-4 và mục B.8 API RP 2A WSD 2014.

6.4.2 Các hệ số tải trọng và các tổ hợp tải trọng thích hợp với trạng thái giới hạn mỏi (FLS) đã được quy định trong TCVN 6170-3.

6.4.3 Khi phân tích mỏi phải xét đến tất cả các tải trọng tương ứng gây ra tổn thương mỏi, cả trong điều kiện thiết kế thi công và trong điều kiện thiết kế khai thác.

TCVN 6170-9 : 2019

Hiệu ứng của tải trọng cục bộ (ví dụ do sóng va đập thẳng đứng, do tách xoáy, v.v...) cũng phải được xét đến.

6.4.4 Các liên kết kết cấu với nền đất phải được mô phỏng thích hợp

Chú thích: Khi phân tích mỗi, các liên kết kết cấu với nền đất thường được mô phỏng bằng các ma trận độ cứng (độ mềm) tuyến tính. Những ma trận này phải được thiết lập trên cơ sở chiều cao sóng góp phần đáng kể gây tổn thương mỗi. Những ma trận này phải kể tới mối tương quan giữa các bậc tự do xoay và tịnh tiến, mà sự tương quan này có thể là quan trọng trong tính toán chính xác tuổi thọ mỗi của phần dưới của kết cấu.

6.4.5 Những hiệu ứng phi tuyến do sự thay đổi mức ngập nước có thể là quan trọng cần phải xem xét đối với các giàn ở vùng nước nông cũng như đối với các mối nối ở phần trên của kết cấu thép nhạ cảm với hiện tượng mỗi. Những hiệu ứng này phải được tính đến đầy đủ.

6.5 Phân tích kết cấu khi động đất

6.5.1 Những yêu cầu chung liên quan đến phân tích kết cấu khi động đất được quy định trong TCVN 6170-3.

6.5.2 Mô hình kết cấu được dùng để phân tích khi động đất phải mô phỏng tốt tính chất của kết cấu thực. Số dạng dao động được xét tới trong phân tích phải chiếm ít nhất là 90% tổng năng lượng phản ứng của tất cả các dạng.

Chú thích: Số dạng dao động đưa vào phân tích thường phải được xác định theo phương pháp nghiên cứu tham số. Để đảm bảo sự thể hiện đủ tất cả đại lượng phản ứng, người ta thường lấy 15 - 20 dạng là đủ. Nếu các kết cấu thượng tầng (ví dụ như cần đốt khí đồng hành) không được đưa vào mô hình tổng thể và nếu tính chất động lực của chúng là cần thiết thì có thể phải lấy số các dạng nhiều hơn.

Sàn chịu lực và các môđun thường có thể được đưa vào mô hình bằng cách đơn giản hóa nào đó, sao cho mô hình ấy có khả năng mô phỏng độ cứng tổng thể và phân bố khối lượng một cách đúng đắn.

6.5.3 Xem xét thiết kế móng khi phân tích động đất được quy định trong TCVN 6170-7.

Chú thích: Đối với kết cấu kiểu Jacket đặt ở vùng nước nông hay vừa phải thì các giá trị phản ứng thiên về an toàn thường đạt được nhờ giả thiết đất cứng. Nhưng điều đó có thể không đúng với vùng nước sâu.

6.5.4 Các đặc trưng cần phải được đánh giá đầy đủ và phải đưa vào khi phân tích động đất.

Chú thích: Khi thiếu thông tin thích hợp hơn, có thể dùng một tỷ số cần modal bằng 5% giá trị tới hạn cho tất cả các dạng khi phân tích theo trạng thái giới hạn cực đại (ULS), và bằng 7% khi phân tích theo trạng thái giới hạn phá hủy lũy tiến (PLS). Giá trị này bao gồm cần vật liệu, cần thủy động cũng như cần đất trễ và bức xạ.

6.5.5 Những thiết bị trên sàn có phản ứng động lực khi động đất cũng phải được đưa vào mô hình kết cấu nhằm kể đến một cách đúng đắn các hiệu ứng tương tác và các hiệu ứng do sự tương quan giữa các dạng dao động gần kề nhau gây ra.

Chú thích: Ví dụ về các thiết bị trên sàn có phản ứng động lực khi động đất là: Tháp khoan, cần đốt khí đồng hành, các thùng cao đứng riêng lẻ và những bể chứa không có vách ngăn bề mặt chất lỏng (để tránh sóng sánh).

7 Thiết kế kết cấu giàn

7.1 Quy định chung

7.1.1 Các nguyên tắc thiết kế kết cấu được quy định trong TCVN 6170-1.

7.1.2 Phần này quy định các yêu cầu chung liên quan đến thiết kế kết cấu giàn, ngoài ra cũng quy định các yêu cầu riêng cho thiết kế kết cấu thép kiểu Jacket và cho các liên kết trám vữa giữa cọc và kết cấu.

7.2 Nguyên tắc thiết kế

7.2.1 Đối với giàn kiểu Jacket, cần phải tuân theo các nguyên tắc thiết kế cơ bản sau đây:

- Giàn phải có khả năng chịu được tất cả các tác động có thể xảy ra trong các điều kiện thiết kế khai thác cũng như thi công đối với tất cả các trạng thái giới hạn áp dụng;
- Ở trạng thái giới hạn cực đại (ULS), tải trọng sóng không được tác dụng trực tiếp lên kết cấu sàn. Chỉ có thể chấp nhận cho tải trọng sóng tác dụng trực tiếp lên kết cấu sàn trong trạng thái giới hạn phá hủy lũy tiến (PLS), nếu trong tính toán thiết kế đã tính đủ tải trọng này.

7.2.2 Hư hỏng do sự cố

7.2.2.1 Giàn phải được thiết kế sao cho chịu được hư hỏng, tức là những hư hỏng hay những hậu quả có thể xảy ra do sự cố cũng không được làm mất tính toàn vẹn của kết cấu tổng thể.

Ví dụ về những hư hỏng do sự cố đã được nêu trong TCVN 6170-3. Những biện pháp chung để phòng chống hư hỏng do sự cố theo TCVN 6170-1.

7.2.2.2 Khi một thanh giằng hay một mối nối các thanh giằng bị va chạm hay bị một vật rơi vào thì thanh giằng hay mối nối này thường bị phá hủy hoàn toàn. Những phần tử và mối nối như vậy phải được coi là không còn tác dụng (không làm việc) khi xác định sức bền tổng thể của giàn (sức bền còn lại) đối với tổ hợp tải trọng thiết kế trong trạng thái giới hạn phá hủy lũy tiến (PLS) (xem TCVN 6170-3).

7.2.2.3 Khi một phần tử chính của chân đế (thanh chủ) bị va chạm hay bị một vật rơi vào thì chỉ phần tử này bị hư hỏng cục bộ và sức bền tổng thể của giàn (sức bền còn lại) được đánh giá có xét tới phần tử hư hỏng này đối với tổ hợp tải trọng thiết kế trong trạng thái giới hạn phá hủy lũy tiến (PLS), (xem TCVN 6170-3).

7.2.3 Khả năng tiếp cận để kiểm tra và sửa chữa

7.2.3.1 Kết cấu phải được thiết kế có càng nhiều khả năng càng tốt cho việc tiếp cận được các phần tử để kiểm tra, bảo dưỡng và sửa chữa.

7.3 Thiết kế kết cấu

7.3.1 Thiết kế theo trạng thái giới hạn cực đại (ULS)

7.3.1.1 Việc tính toán sức bền theo ULS thường dựa trên lý thuyết đàn hồi. Cũng có thể áp dụng phân tích dẻo trong những trường hợp đặc biệt.

TCVN 6170-9 : 2019

Những yêu cầu chung về thiết kế theo trạng thái giới hạn cực đại theo TCVN 6170-4.

7.3.2 Thiết kế theo trạng thái giới hạn mỗi (FLS)

7.3.2.1 Những bộ phận kết cấu có thể bị phá hủy vì mỗi đều phải được xem xét về mỗi.

7.3.2.2 Thiết kế theo trạng thái giới hạn mỗi có thể được tiến hành theo phương pháp dựa trên kết quả thử mỗi và tính toán tổn thương tích lũy, phương pháp dựa trên cơ học phá hủy hoặc kết hợp cả hai phương pháp này.

Những yêu cầu chung về thiết kế theo trạng thái giới hạn mỗi theo TCVN 6170-4.

7.3.2.3 Việc thiết kế chính xác các chi tiết và yêu cầu chất lượng nghiêm ngặt trong chế tạo là những yếu tố chủ yếu để đạt được sức bền mỗi có thể chấp nhận. Cần đảm bảo rằng những giả thiết nêu ra khi thiết kế liên quan đến những yếu tố này phải đạt được trong thực tế.

7.3.2.4 Những kết quả phân tích mỗi phải được xem xét đầy đủ khi lập chương trình kiểm tra và khảo sát giàn đang hoạt động.

7.3.3 Thiết kế theo trạng thái giới hạn phá hủy lũy tiến (PLS)

7.3.3.1 Phải xác định tất cả những tải trọng tin là có thể xảy ra do sự cố hay bất thường và phải kiểm tra kết cấu đối với những tải trọng này và/hoặc đối với hậu quả do tải trọng này gây ra theo các nguyên tắc của trạng thái giới hạn phá hủy lũy tiến (PLS).

7.3.3.2 Khi xảy ra phá hủy cục bộ kết cấu (ví dụ: đạt đến giới hạn chảy dẻo, mất ổn định, đứt gãy...) thì phải xác định phạm vi của hư hỏng theo phương pháp phân tích hấp thụ năng lượng/biến dạng dẻo được thừa nhận. Kết cấu phải giữ được nguyên vẹn hoặc phạm vi của hư hỏng phải được hạn chế trong những vùng cục bộ khi chịu tải trọng sự cố trong TCVN 6170-3 và trong tình trạng hư hỏng theo TCVN 6170-3.

7.3.4 Thiết kế theo trạng thái giới hạn khả năng làm việc (SLS)

7.3.4.1 Phải tiến hành xem xét hiệu ứng của các chuyển vị khi cần thiết.

7.3.4.2 Độ cứng của kết cấu và của các bộ phận kết cấu phải đủ lớn để phòng ngừa sự dao động quá mức và để đảm bảo an toàn cho giàn.

7.3.4.3 Phải xem xét độ mài mòn cho phép ở những vùng bị mài mòn.

Những yêu cầu chung về thiết kế theo trạng thái giới hạn khả năng làm việc theo TCVN 6170-4.

7.4 Thiết kế phần tử dạng ống

Những yêu cầu đối với thiết kế phần tử dạng ống đã được quy định chi tiết trong TCVN 6170-4.

7.5 Thiết kế phần tử nút ống

7.5.1 Quy định chung

Các yêu cầu trong 7.5 được cân nhắc trong thiết kế tĩnh các nút giao của hai hoặc nhiều phần tử ống.

Có thể sử dụng phương pháp thích hợp để thiết kế nút thay cho các yêu cầu này. Có thể sử dụng số liệu thí nghiệm, phương pháp số và phương pháp giải tích làm nền tảng thiết kế với điều kiện là các nút có độ bền tính toán đáng tin cậy. Phương pháp giải tích hoặc phương

pháp số phải được hiệu chỉnh và chuẩn hóa phù hợp với số liệu thí nghiệm.

Những khuyến cáo dưới đây được rút ra từ các cân nhắc về đặc tính về độ bền của nút ống. Đặc tính về độ bền phù hợp với đánh giá bên dưới. Do vậy cần chú ý đến kết quả của thí nghiệm tới hạn hoặc nghiên cứu phân tích để đưa ra một cường độ nút ước lượng khi các thí nghiệm tới hạn cơ bản không thích hợp để xác định giá trị đặc trưng (bên dưới). Cần xem xét khi không thể giảm thông số khi tính toán cường độ nút để giảm số lượng dữ liệu tính toán hoặc thiếu căn cứ tính toán.

7.5.2 Lưu ý trong thiết kế

7.5.2.1 Vật liệu

Các yêu cầu về đặc trưng vật liệu cho cường độ của liên kết nút được cho dưới đây.

Giá trị ứng suất chảy dẻo của ống chính khi tính toán khả năng chịu lực của nút được giới hạn bằng 0,8 lần độ bền chịu kéo của ống chính với vật liệu có ứng suất chảy dẻo nhỏ hơn hoặc bằng 500 MPa (72 ksi). Ứng suất chảy dẻo và cường độ chịu kéo thích hợp thường là giá trị đặc trưng tối thiểu.

Các nút thường bao gồm các mối hàn gần nhau liên kết nhiều ống nhánh. Sự ngăn chặn chuyển vị của các nút lớn dẫn đến tập trung lực kéo lớn và tiềm tàng khả năng nứt hoặc rách theo các lớp. Do đó, độ cứng suốt chiều dày của ống thép chủ (và thép ống nhánh nếu chúng chồng lên nhau) cần được xem xét với yêu cầu rõ ràng.

7.5.2.2 Tải trọng thiết kế và nút dẻo

Sự thích hợp của nút được xác định dựa trên tải trọng danh nghĩa cơ bản, trên cả ống chính và ống nhánh. Có thể xem xét giảm mômen uốn phụ do chuyển vị gây ra hoặc tính không đàn hồi khi sử dụng độ cứng đàn hồi của các nút, và để phân tích độ bền tới hạn của giàn phải sử dụng các số liệu về tải trọng biến dạng, đặc trưng của nút. Các tính toán này phụ thuộc vào loại nút, hình dạng, đặc trưng hình học, đặc trưng vật liệu, trường hợp tải trọng, ví dụ cụ thể như ảnh hưởng của áp lực thủy tĩnh.

7.5.2.3 Sức chịu tải nhỏ nhất

Ống chính tại đầu ống nhánh chịu kéo và chịu nén chính, thêm vào đó để đạt được cường độ yêu cầu từ tải trọng thiết kế có thể có sức chịu tải nhỏ nhất bằng 50% của cường độ hiệu dụng của mỗi ống nhánh đâm vào ống chính trong mỗi một điều kiện tải trọng thiết kế (vận hành, hạ thủy, cầu lắp, đánh chìm, chịu tải trọng ngẫu nhiên,...).

Tải trọng động đất xem 5.3.5, sức chịu tải của ống chính bằng ít nhất 100% cường độ hữu hiệu của mỗi ống nhánh đâm vào ống chính trong điều kiện tải trọng vận hành thiết kế.

Cường độ hữu hiệu của ống nhánh được định nghĩa là tải trọng uốn (yeild load) với ống nhánh chịu kéo là chủ yếu hoặc tải trọng tới hạn gây mất ổn định với ống nhánh chịu nén là chủ yếu. Cần xem xét tính không đàn hồi trong tính tải trọng tới hạn gây mất ổn định. Tính toán cường độ hữu hiệu dựa trên đặc trưng vật liệu và đặc trưng hình học danh nghĩa của ống nhánh không phải của chân ống nhánh (brace stub), (nếu có).

Mục đích của yêu cầu này là sức chịu tải của ống chính được xác định bằng công thức 1 với

TCVN 6170-9 : 2019

hệ số an toàn (FS) bằng 1,0. Hệ số cường độ (Q_u) và hệ số tải trọng trên ống chính (Q_f) được xem xét cho phù hợp với điều kiện tải trọng thiết kế.

Mối hàn tại liên kết đầu phần tử ống cần đúng với quy định trong điều 7, TCVN 6170-4 hoặc không được nhỏ hơn yêu cầu để đạt được sức chịu tải bằng hoặc nhỏ hơn giá trị:

- Cường độ của ống nhánh dựa trên giới hạn chảy; hoặc
- Cường độ của ống chính dựa trên sức chịu tải cơ bản trong công thức 1 và công thức 2 (khi áp dụng).

7.5.2.4 Phân loại nút

Phân loại nút bằng cách chia lực dọc trên ống nhánh thành nút chữ K, X và Y với các thành phần tải trọng phù hợp với ba loại nút có công thức xác định sức chịu tải. Sự phân chia này thường xem xét cho tất cả các phần tử nằm trong cùng một mặt phẳng tại vị trí nút. Mục đích của việc này là các mặt phẳng thanh lệch nhau $\pm 15^\circ$ được xem như cùng một mặt phẳng. Mỗi ống nhánh trong mặt phẳng được phân thành một loại duy nhất và có thể thay đổi theo điều kiện tải trọng. Sự phân loại này là tổ hợp giữa ba loại nút trên. Nếu một nút bị chọc thủng, sức chịu tải của nút sẽ được ước lượng bằng phương pháp trong 7.5.3.

Hình 1 là một số ví dụ phân loại nút đơn giản. Với một ống nhánh thuộc loại nút chữ K, lực dọc trong ống nhánh cân bằng với 10% tải trọng trong các thanh giằng khác trong cùng mặt phẳng hoặc thanh giằng nằm cùng phía với nút. Nút thuộc loại nút chữ X, lực dọc trên ống nhánh tác động như lực cắt lên ống chính. Nút thuộc loại chữ Y, lực dọc trên ống nhánh truyền toàn bộ qua ống chính sang phía đối diện (ví dụ thanh giằng, tai cầu (padeyes), đường trượt).

Trường hợp (h) trong Hình 1 là một ví dụ của việc tải trọng và phân cấp phải phù hợp với phân loại nút. Không được thay thế tải trọng trong ống nhánh bằng một tổ hợp tải trọng kéo và nén có tải trọng gốc tương ứng. Ví dụ, không được thay thế tải trọng trong ống nhánh ngang bên tay trái của nút thành một tải trọng nén 1000 và tải trọng kéo 500 do điều này không phù hợp với việc phân loại ống nhánh ngang là chữ X, ống nhánh chéo là chữ K.

Nếu việc phân chia tải trọng có liên quan đến ứng xử của nút chữ K cần phải xét đến việc thiết lập một khoảng hở thích hợp. Trường hợp rõ ràng nhất trong Hình 1 là trường hợp (a), với một khoảng hở phù hợp giữa hai ống nhánh kế tiếp. Tuy nhiên, nếu có một ống nhánh ở giữa như trong trường hợp (d), cần có khoảng hở thích hợp giữa hai ống nhánh chịu lực ở phía ngoài. Trong trường hợp này, do khoảng hở thường khá lớn, sức chịu tải của nút chữ K có thể đưa về sức chịu tải của nút chữ Y. Trường hợp (e) cho thấy rằng khoảng hở phù hợp của ống nhánh ở giữa là khoảng hở 1 (gap 1) trong khi đó của ống nhánh phía trên là khoảng hở 2 (gap 2). Mặc dù ống nhánh dưới cùng được xem như 100% thuộc loại chữ K, cần xác định được một loại tải trọng trung bình bằng cách xem có bao nhiêu lực dọc tác dụng lên ống nhánh này được cân bằng bởi ống nhánh giữa (gap 1) và bao nhiêu được cân bằng bởi ống nhánh trên cùng (gap 2).

Có một số ví dụ mà khó có thể xác định được ứng xử của nút hoặc dường như việc phân loại khó hơn so với dự tính như trình bày ở trên. Hai trong số nhiều trường hợp phổ biến này là tải

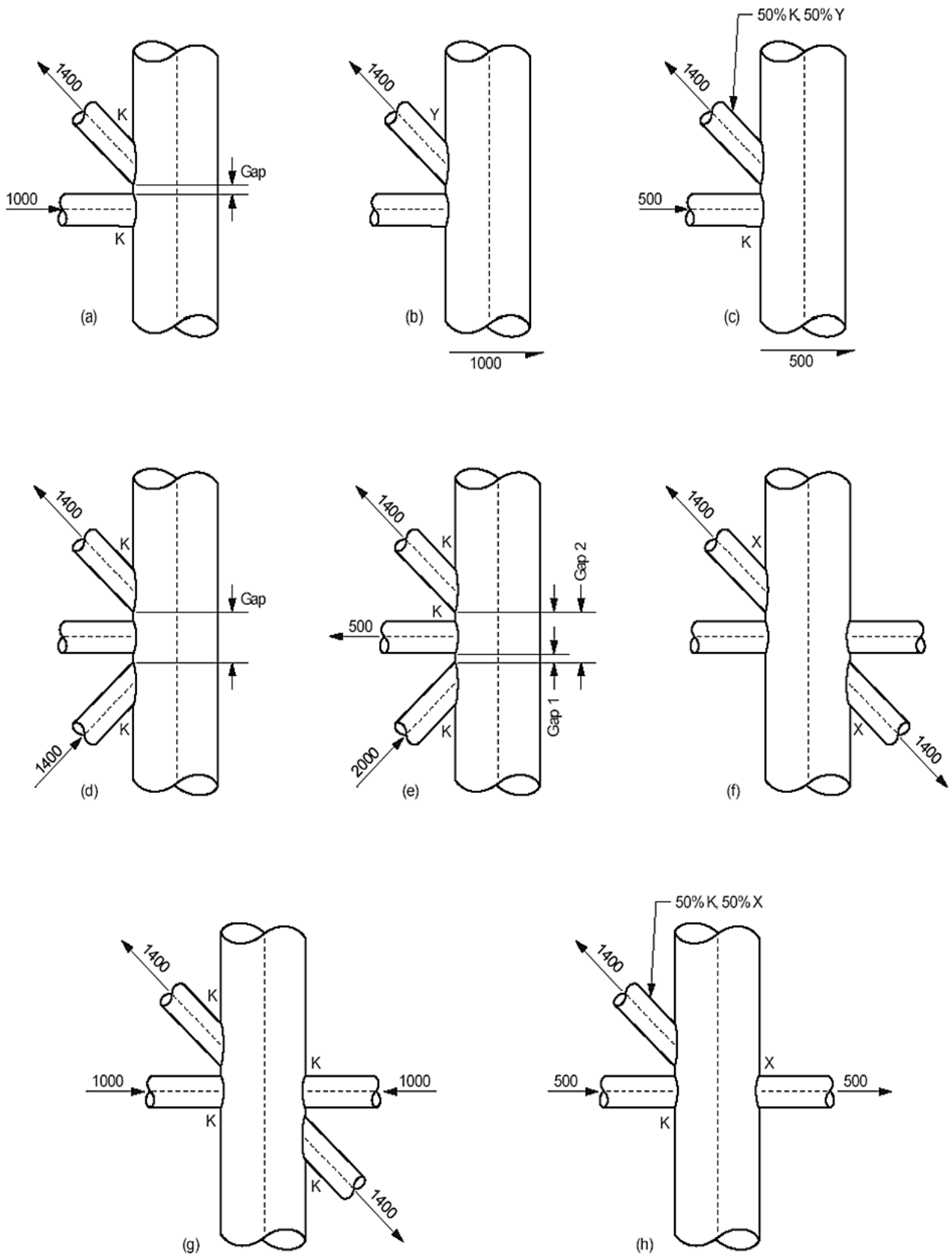
trọng đánh chìm và tải trọng làm việc của ống lồng cọc vác. Một số hướng dẫn cho các ví dụ này có thể tham khảo trong các tiêu chuẩn được chấp nhận, như API RP 2A WSD 2014.

7.5.2.5 Thực hành chi tiết

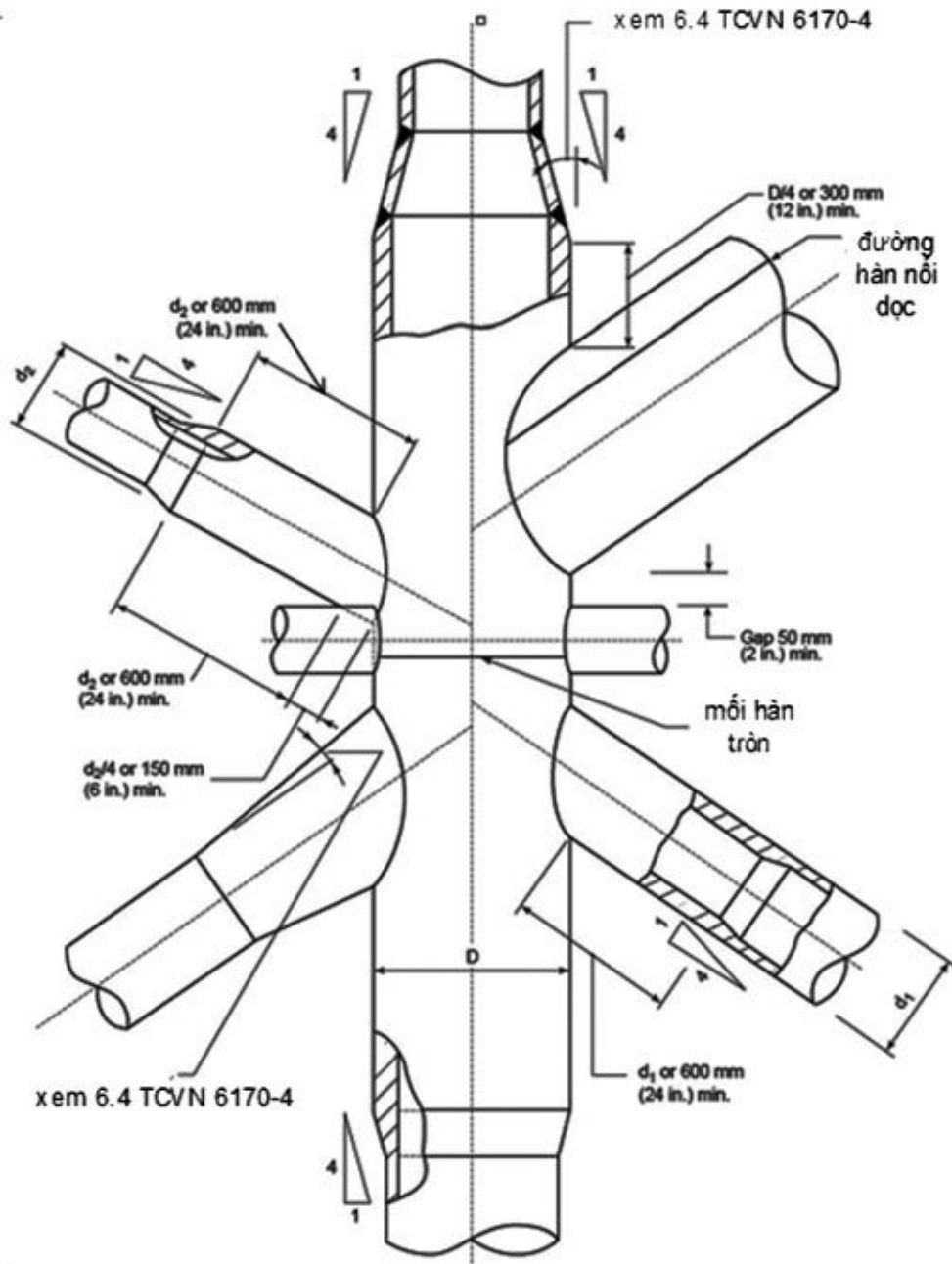
Chi tiết nút là yếu tố chủ chốt trong thiết kế nút. Với các nút không được gia cường, giới thiệu về thuật ngữ chi tiết và kích thước chi tiết được thể hiện trong Hình 2 và Hình 3. Thực tế này chỉ ra rằng nếu yêu cầu tăng chiều dày ống chính (hoặc sử dụng thép đặc biệt) thì đoạn chiều dày này phải kéo dài qua mép ngoài của ống nhánh đâm vào một đoạn nhỏ nhất bằng $\frac{1}{4}$ đường kính ống chính hoặc 300 mm (12 in.), lấy giá trị lớn hơn. Có thể cần tăng chiều dài của ống đã được tăng chiều dày hoặc chế tạo bằng thép đặc biệt để tránh làm giảm sức chịu tải của nút cho phù hợp với mục 7.5.3.5. Nếu yêu cầu tăng chiều dày ống nhánh hoặc sử dụng thép đặc biệt thì đoạn chiều dày này phải kéo dài một đoạn nhỏ nhất bằng đường kính ống một nhánh hoặc 600 mm (24 in.), lấy giá trị lớn hơn. Chiều dài ống chính và ống nhánh đều không kể đến đoạn vát chiều dày 1:4. Nếu cần xét đến mỗi của kết cấu thì đoạn vát phía trong có thể dẫn đến kết quả không mong muốn do việc hình thành vết nứt môi ở bề mặt phía trong ống và gây khó khăn khi kiểm tra.

Khoảng hở danh nghĩa nhỏ nhất giữa hai ống nhánh liên tiếp trong hoặc ngoài mặt phẳng là 50 mm (2 in.). Cần chú ý để đảm bảo tránh mối hàn chồng tại chân của nút. Nếu xuất hiện mối hàn chồng ống nhánh, kích thước của đoạn chồng ít nhất bằng $d/4$ (trong đó d là đường kính của ống nhánh xuyên suốt) hoặc 150mm (6 in.), lấy giá trị lớn hơn. Kích thước này được đo dọc theo trục của phần tử ống xuyên suốt. Khi mối hàn chồng tại ống nhánh là cần thiết hoặc được yêu cầu và sự sai khác về chiều dày danh nghĩa nhiều hơn 10%, ống nhánh có chiều dày lớn hơn sẽ là ống nhánh xuyên suốt và được hàn đầy vào ống chính. Hơn nữa, nếu xuất hiện mối hàn chồng, ống nhánh có đường kính lớn hơn được xác định là ống nhánh xuyên suốt. Ống nhánh này yêu cầu phải có côn nối để đảm bảo rằng chiều dày của nó ít nhất phải bằng chiều dày của ống nhánh hàn chồng.

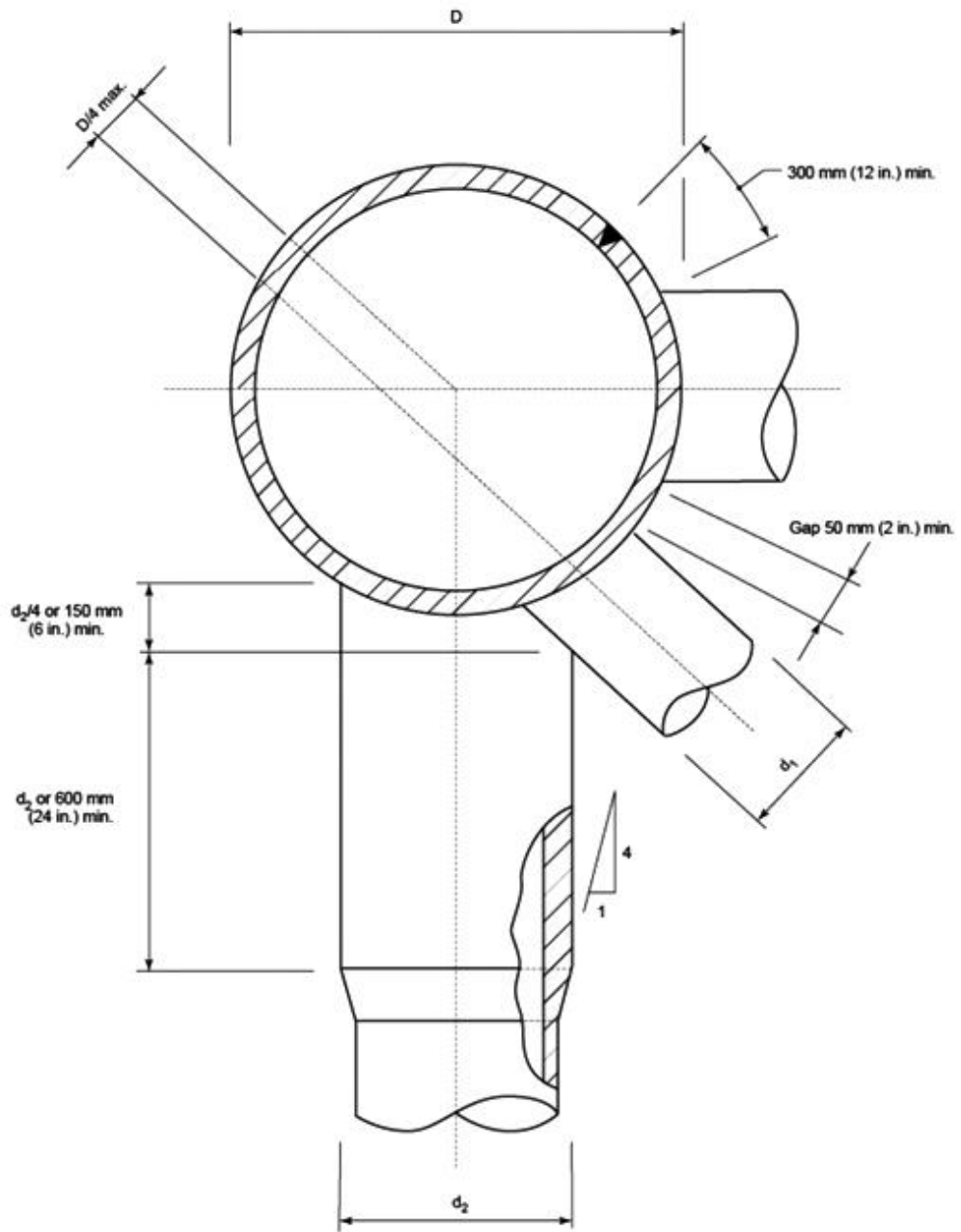
Các đường hàn nối dọc và các mối hàn tròn được bố trí sao cho ảnh hưởng lên sự làm việc của nút là nhỏ nhất hoặc có thể coi như không ảnh hưởng. Các đường hàn nối dọc ống chính phải cách vị trí ống nhánh đâm vào ít nhất 300 mm (12 in.), xem Hình 3. Các đường hàn nối dọc ống nhánh được đặt gần điểm đỉnh của nút. Ống chính (chord cans) phải dài hơn khi hàn xung quanh. Mối hàn này được đặt tại vị trí giao của ống nhánh chịu tải trọng nhỏ nằm giữa điểm đỉnh và điểm vồng, (xem Hình 2).



Hình 1 - Phân loại nút



Hình 2 - Chi tiết nút trong mặt phẳng



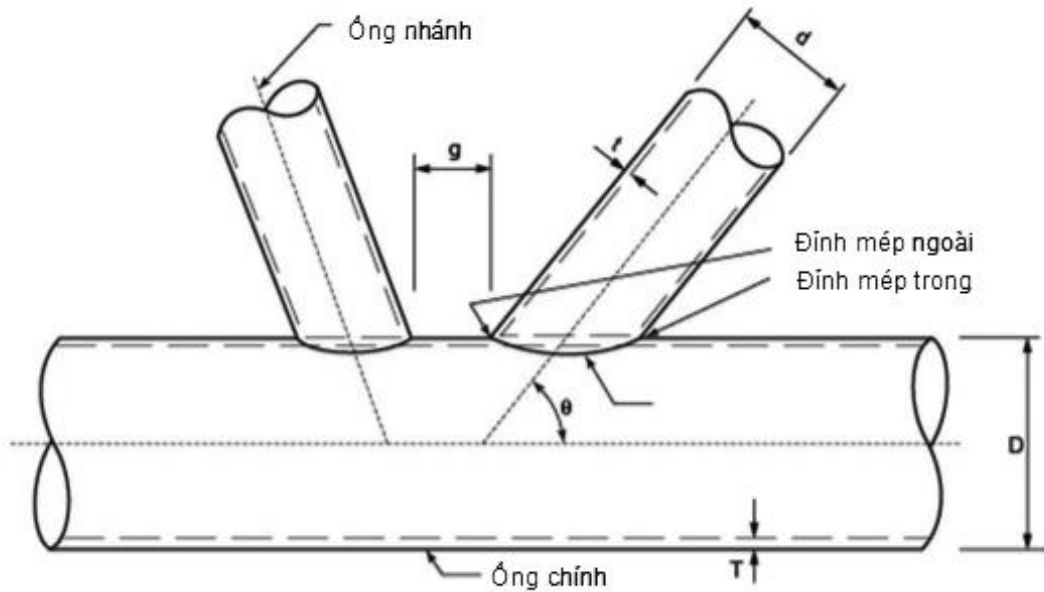
Hình 3 - Chi tiết nút ngoài mặt phẳng

7.5.3 Nút đơn giản

7.5.3.1 Miền giá trị

Thuật ngữ nút đơn giản được định nghĩa trong Hình 4.

Miền giá trị áp dụng trong thực tế được xác định trong 7.3 được cho trong Bảng 2.



Hình 4 - Các thuật ngữ và thông số hình học của nút đơn giản

Trong đó:

θ	- Góc giữa ống nhánh và ống chính;	
g	- Khoảng cách giữa các ống nhánh, mm (in.);	$\beta = \frac{d}{D}$
t	- Chiều dày ống nhánh tại mặt giao, mm (in.);	
T	- Chiều dày ống chính tại mặt giao, mm (in.);	$\gamma = \frac{D}{2T}$
d	- Đường kính ngoài của ống nhánh, mm (in.);	
D	- Đường kính ngoài của ống chính, mm (in.).	$\tau = \frac{t}{T}$

Bảng 2 - Miền giá trị của thông số hình học

Biên dưới		Thông số	Biên trên	
0,2	≤	β	≤	1,0
10	≤	γ	≤	50
300	≤	θ	≤	900
		F_y	≤	500 MPa (72 ksi)
-0,6 (nút chữ K)	<	g / D		

Việc xem xét cho những nút nằm ngoài miền giá trị ở Bảng 2, có thể tham khảo các tiêu chuẩn được chấp nhận, ví dụ mục B.7.3.1 API RP 2A WSD 2014.

7.5.3.2 Sức chịu tải cơ bản

Nút ống không ghép chồng tại ống nhánh và không có vòng đệm, vách ngăn, bơm trám hoặc vòng gia cường tăng cứng được thiết kế theo các công thức sau:

$$P_a = Q_u Q_f \frac{F_{yc} T^2}{FS \sin \theta} \quad (1)$$

$$M_a = Q_u Q_f \frac{F_{yc} T^2 d}{FS \sin \theta} \quad (2)$$

(Tăng 1/3 trong cả hai trường hợp nếu có thể áp dụng được).

Trong đó:

- P_a - Khả năng chịu tải trọng dọc trục cho phép trong ống nhánh;
- M_a - Khả năng chịu mômen uốn cho phép trong ống nhánh;
- F_{yc} - Ứng suất chảy tại một điểm của ống chính (hoặc 0,8 cường độ chịu kéo, nếu nhỏ hơn), MPa (ksi);
- F_s - Hệ số an toàn, bằng 1,60.

Với các nút có gia cường làm dày thành ống, P_a không được vượt quá sức chịu tải giới hạn trong 7.5.3.5.

Với ống nhánh chịu tải trọng dọc trục được phân loại là ống hỗn hợp dạng nút chữ K-, Y- và X, việc lấy giá trị tải trọng trung bình P_a dựa trên thành phần của mỗi loại tải trọng trong tổng tải trọng.

7.5.3.3 Hệ số cường độ Q_u

Q_u thay đổi theo loại nút và loại tải trọng như được cho trong Bảng 3.

Khi các điểm làm việc của phần tử tại vị trí khoảng hở liên kết cách nhau một khoảng lớn hơn D/4 dọc theo trục ống chính, hoặc khi một liên kết chịu đồng thời nhiều tải trọng từ ống nhánh trong nhiều mặt phẳng, liên kết có thể được phân loại là một liên kết tổng hoặc liên kết đa chiều. Việc thiết kế các liên kết đa chiều này có thể tham khảo các tiêu chuẩn được chấp nhận, như mục B.7 API RP 2A WSD 2014.

7.5.3.4 Hệ số tải trọng ống chính Q_f

Q_f là hệ số dùng để tính toán đến sự có mặt của các tải trọng danh nghĩa trên ống chính.

$$Q_f = \left[1 + C_1 \left(\frac{FSP_c}{P_y} \right) - C_2 \left(\frac{FSM_{ipb}}{M_p} \right) - C_3 A^2 \right] \quad (3)$$

Bảng 3 - Giá trị Q_u

Phân loại nút	Tải trọng trên ống nhánh			
	Kéo dọc trục	Nén dọc trục	Uốn trong mặt phẳng	Uốn ngoài mặt phẳng
K	$(16 + 1,2\gamma)\beta^{1,2}Q_g$ nhưng $\leq 40\beta^{1,2}Q_g$		$(5 + 0,7\gamma)\beta^{1,2}$	$2,5 + (4,5 + 0,2\gamma)\beta^{2,6}$
T/Y	30β	$2,8 + (20 + 0,8\gamma)\beta^{1,6}$ nhưng $\leq 2,8 + 36\beta^{1,6}$		
X	23β với $\beta \leq 0,9$ $20,7 + (\beta - 0,9)(17\gamma - 220)$ với $\beta > 0,9$	$[2,8 + (12 + 0,1\gamma)\beta]Q_\beta$		

Chú thích 1: Q_β là hệ số hình học được xác định bởi:

$$Q_\beta = \frac{0,3}{\beta(1 - 0,833\beta)} \text{ với } \beta > 0,6$$

$$Q_\beta = 1 \text{ với } \beta \leq 0,6$$

Chú thích 2: Q_g là khoảng hở được xác định bởi:

$$Q_g = 1 + 0,2[1 - 2,8g/D]^3 \text{ với } g/D \geq 0,05 \text{ nhưng } \geq 1,0$$

$$Q_g = 0,13 + 0,65\phi\gamma^{0,5} \text{ với } g/D \leq -0,05 \text{ trong đó } \phi = tF_{yb}/(TF_{yc})$$

Nút ghép chồng thường không nhỏ hơn $0,25\beta D$. Nội suy tuyến tính giữa các giá trị giới hạn của hai biểu thức tính Q_β phía trên có thể sử dụng cho $-0,05 < g/D < 0,05$ trừ khi có cho phép khác hoặc không thể tránh được.

F_{by} bằng ứng suất chảy của ống nhánh hoặc côn nối của ống nhánh nếu có (hoặc bằng 0,8 cường độ chịu kéo nếu nhỏ hơn), MPa (ksi).

Chú thích 3: Số hạng Q_u cho tải trọng kéo dựa trên sức chịu tải giới hạn đến khi xuất hiện vết nứt đầu tiên. Q_u kết hợp với sức chịu kéo tới hạn của nút chữ Y- và X- được cho trong B.7 API RP 2A WSD 2014.

Chú thích 4: Nút chữ X, kéo dọc trục, số hạng Q_u với $\beta > 0,9$ áp dụng cho các ống nhánh đồng trục (cụ thể $e/D \leq 0,2$ trong đó e là độ lệch tâm của hai ống nhánh). Nếu các ống nhánh không đồng trục ($e/D > 0,2$) thì 23β được coi là giới hạn của β .

TCVN 6170-9 : 2019

Hệ số A được xác định như sau:

$$A = \left[\left(\frac{FSP_c}{P_y} \right)^2 + \left(\frac{FSM_c}{M_p} \right)^2 \right]^{0.5} \tag{4}$$

Chú thích 1: Khi cần tăng 1/3, trong công thức 3 và 4, FS = 1,20.

Chú thích 2: P_c và M_c là tải trọng dọc trục danh nghĩa và hợp lực uốn (cụ thể $M_c^2 = M_{ipb}^2 + M_{opb}^2$) trên ống chính.

Trong đó:

- P_y - Khả năng chịu uốn dọc trục của ống chính;
- M_p - Khả năng chịu mômen uốn đàn hồi của ống chính;
- C_1, C_2, C_3 - Hệ số phụ thuộc vào loại nút và loại tải trọng như được cho trong Bảng 4.

Bảng 4 - Các giá trị C_1, C_2, C_3

Loại nút	C_1	C_2	C_3
Nút chữ K chịu tải trọng dọc trục của ống nhánh	0,2	0,2	0,3
Nút chữ T/Y chịu tải trọng dọc trục của ống nhánh	0,3	0	0,8
Nút chữ X chịu tải trọng dọc trục của ống nhánh ¹			
$\beta \leq 0,9$	0,2	0	0,5
$\beta = 1,0$	-0,2	0	0,2
Tất cả các loại nút chịu mômen của ống nhánh	0,2	0	0,4
¹ Sử dụng giá trị nội suy tuyến tính giữa $\beta = 0,9$ và $\beta = 1,0$ cho nút chữ X khi chịu tải trọng dọc trục của ống nhánh.			

Giá trị trung bình của tải trọng và mômen uốn trên ống chính ở hai phía của mặt giao với ống nhánh được sử dụng trong công thức 3 và công thức 4. Lực kéo dọc trục trên ống chính mang giá trị dương, tổng mômen uốn trên ống chính mang giá trị dương khi nó gây ra lực nén trên nút. Chiều dày ống chính tại vị trí nút được sử dụng trong các tính toán trên.

7.5.3.5 Nút được gia cường bằng cách tăng chiều dày

Để đơn giản, các nút chữ Y- và X- được gia cường tăng chiều dày khi chịu tải trọng dọc trục, sức chịu tải cho phép được tính như sau:

$$P_a = \left[r + (1-r)(T_n / T_c)^2 \right] (P_a)_c \tag{5}$$

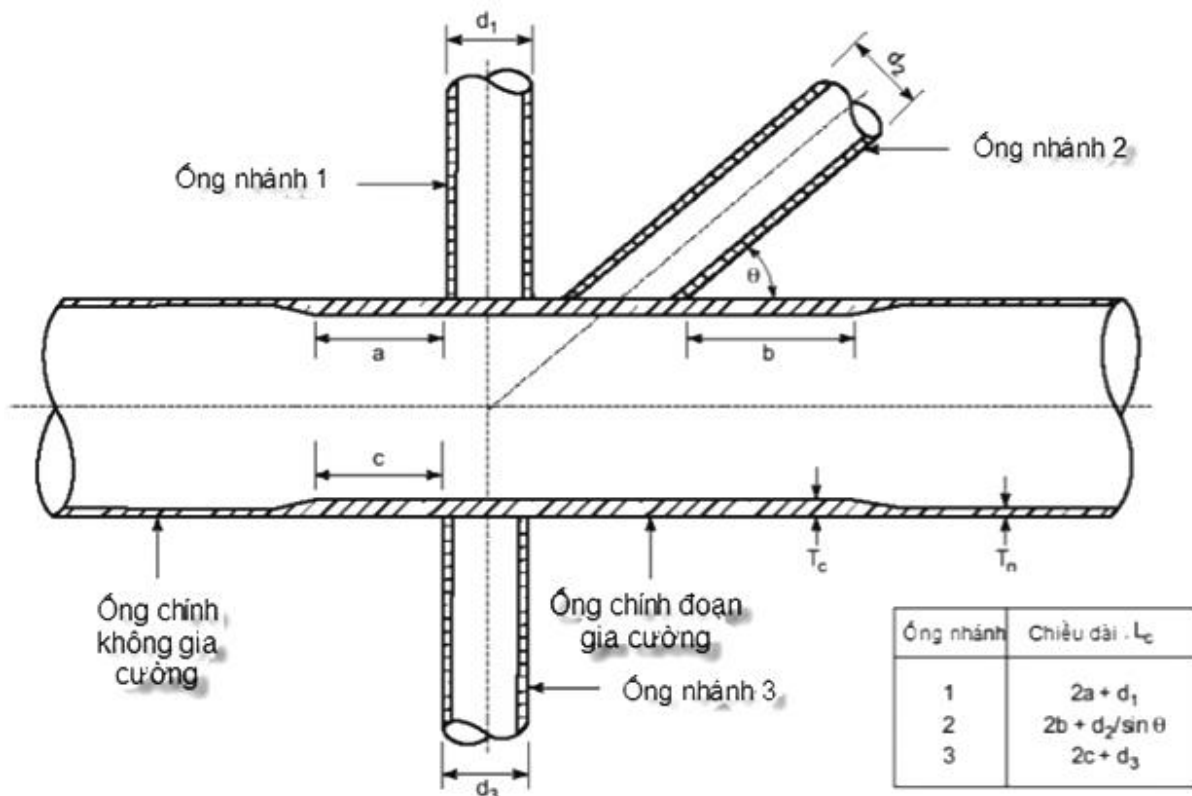
Trong đó:

- $(P_a)_c$ - Bằng P_a trong công thức 1 dựa trên dạng hình học của đoạn ống chính gia cường (chord can) và đặc tính của vật liệu bao gồm cả Q_f tính toán với ống chính gia cường (chord can);

- T_n - Chiều dài danh nghĩa của ống chính;
- T_c - Chiều dày đoạn ống chính gia cường (chord can);
- r - $= L_c / (2,5D)$ với $\beta \leq 0,9$
- $= (4\beta - 3)L_c / (1,5D)$ với $\beta > 0,9$
- L_c - Tổng chiều dài hữu hiệu. Ví dụ tính toán L_c trong Hình 5.

r luôn không lớn hơn 1 trong mọi trường hợp.

Có thể sử dụng một phân tích vòng kín gần đúng bao gồm phân tích đàn hồi với các hệ số an toàn thích hợp, sử dụng chiều dài ống chính hữu hiệu lên đến 1,25D trên bề mặt ống chính chịu tác dụng của tải trọng ống nhánh nhưng không được lớn hơn khoảng cách thực tế đến cuối của đoạn ống chính gia cường. Các nút phức tạp hơn sẽ có những xem xét đặc biệt. Khi có nhiều ống nhánh cùng nằm trong một mặt phẳng, tải trọng trội cùng hướng, tải trọng nén vỡ thích hợp bằng $\sum_i P_i \sin \theta_i$. Sự gia cường trong kích thước này (ví dụ như tấm ngăn, vòng gia cường, tấm đệm hoặc ảnh hưởng về độ cứng của các phần tử nằm ngoài mặt phẳng) có thể được xem xét trong phân tích này, mặc dù ảnh hưởng của chúng giảm theo khoảng cách tính từ vị trí giao với ống nhánh.



Hình 5 - Ví dụ chiều dài ống chính L_c

7.5.3.6 Kiểm tra cường độ

Hệ số ảnh hưởng của nút, IR đối với tải trọng dọc trục và/hoặc mômen uốn trong ống nhánh được tính bằng biểu thức sau:

$$IR = \left| \frac{P}{P_a} \right| + \left(\frac{M}{M_a} \right)_{ipb}^2 + \left| \frac{M}{M_a} \right|_{opb} \leq 1,0 \quad (6)$$

7.5.4 Nút ghép chồng

Các ống nhánh ghép chồng cùng hoặc khác mặt phẳng tại ống chính tạo thành nút ghép chồng. Các ví dụ được thể hiện trong Hình 2 và Hình 3.

Nút ghép chồng trong mặt phẳng gồm hai hay nhiều ống nhánh trong một mặt phẳng (ví dụ nút chữ K và K-T) được thiết kế theo các điều khoản thiết kế nút đơn giản trong 7.5.3 sử dụng khoảng hở âm trong tính Q_g với bổ sung và ngoại lệ dưới đây:

- Lực cắt song song với bề mặt ống chính là trường hợp dễ gây phá hủy và cần được kiểm tra;
- Mục 7.5.3.5 không được áp dụng cho nút ghép chồng có tải trọng đối xứng;
- Nếu lực dọc trong nút ghép chồng và ống nhánh xuyên suốt cùng dấu, tổ hợp của tải trọng dọc trực đại diện cho tải trọng trong ống nhánh xuyên suốt cộng với một phần tải trọng trong ống nhánh ghép chồng được sử dụng để kiểm tra sức tải trọng tại mặt giao của ống nhánh xuyên suốt. Thành phần tải trọng trên ống nhánh ghép chồng có thể được tính bằng tỷ số của diện tích mặt cắt ngang chịu tải trên ống nhánh xuyên suốt trên tổng diện tích;
- Mômen uốn trong hoặc ngoài mặt phẳng, tổ hợp mômen của ống nhánh ghép chồng và ống nhánh xuyên suốt được sử dụng để kiểm tra sức chịu tải của mặt giao của ống nhánh. Tổ hợp mômen này cần tính toán đến chiều dày của mômen. Khi tổ hợp lực dọc danh nghĩa và ứng suất uốn trên đỉnh của ống nhánh ghép chồng trong khu vực chồng lên nhau, ống nhánh ghép chồng cũng được kiểm tra trên cơ sở của ống chính của nó là ống nhánh xuyên suốt, sử dụng $Q_g = 1,0$. Nghĩa là sức chịu tải của ống nhánh xuyên suốt được kiểm tra với tổ hợp mômen và lực dọc trong ống nhánh ghép chồng. Trong trường hợp này sử dụng Q_f đi cùng với ống nhánh.

Các nút ghép chồng ngoài mặt phẳng có thể được đánh giá trên những cơ sở chung như nút ghép chồng trong mặt phẳng. Trường hợp khả năng chịu tải dọc trực được tính toán như với nút đa chiều có thể tham khảo các tiêu chuẩn được chấp nhận, như trong B7.3.3.1 API RP 2A, WSD 2014.

7.5.5 Nút có bơm trám

Có hai trạng thái của nút bơm trám thường xuất hiện trong thực tế. Trạng thái đầu tiên là ống chính bơm trám hoàn toàn. Trường hợp thứ hai là dạng bơm trám hai lớp, khi đó vừa bơm trám được bơm vào vành khăn nằm giữa ống chính và ống phía trong. Trong cả hai trường hợp, vừa bơm trám đều không có tác dụng gia cường và vì vậy cần chú ý tới ứng xử của nút nhiều nhất có thể, không cho phép xét đến ảnh hưởng có thể có từ khóa cắt.

Với các nút bơm trám có hình dạng đơn giản khác, có thể sử dụng các điều khoản về nút đơn giản được xác định trong mục 7.5.3 với những thay đổi và giới hạn dưới đây:

- a) Với các nút bơm trám hoàn toàn hoặc bơm trám hai lớp, các giá trị Q_u trong Bảng 2 được thay thế bằng các giá trị thích hợp với nút bơm trám được cho trong Bảng 3. Việc giảm phân loại nút và nút côn nối (joint can) có thể không được xét đến. Giá trị Q_u lựa chọn không được nhỏ hơn các giá trị với nút đơn giản.

Bảng 5 - Q_u đối với nút bơm trám

Tải trọng trên ống nhánh	Q_u
Kéo dọc trục	$2,5\beta\gamma K_a$ Trong đó $K_a = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \theta} \right)$
Uốn	$1,5\beta\gamma$
Chú thích: Không có mục nào dành cho nén dọc trục, do hầu hết các nút bơm trám không thể bị phá hoại do nén. Khả năng chịu nén được giới hạn bằng khả năng chịu nén của ống nhánh.	

- b) Với nút bơm trám hai lớp, khuyết tật có thể xảy ra do quá trình làm tròn ống. Có thể đánh giá khả năng làm tròn ống bằng cách thay thế chiều dày hữu hiệu dưới đây vào công thức tính của nút đơn giản:

$$T_e = (T^2 + T_p^2)^2 \quad (7)$$

Trong đó:

- T_e - Chiều dày hữu hiệu, mm (in.);
 T - Chiều dày thành ống chính, mm (in.);
 T_p - Chiều dày thành ống phía trong, mm (in.).

T_e được sử dụng thay cho T trong công thức của nút đơn giản, có bao gồm số hạng γ

- c) Việc tính toán Q_f cho cả hai trường hợp nút bơm trám hoàn toàn và nút hai lớp đều dựa trên T; coi như là trong tính toán Q_f đã tính toán tới tải trọng phân phối trên ống chính và phần tử phía trong, do đó các xem xét kỹ càng và ảnh hưởng của bơm trám trong trường hợp này là không cần thiết.

Tuy nhiên với nút bơm trám hoàn toàn, Q_f thường được lấy bằng đơn vị, trừ khi trong trường hợp có nút chữ X- với ống nhánh chịu kéo ngoài mặt phẳng và ống chính chịu nén ngoài mặt phẳng.

- d) Các yêu cầu về sức chịu tải tối thiểu trong mục 7.5.2.3 vẫn được tuân thủ.

7.5.6 Nút có vòng gia cường phía trong

Các nút chính dọc theo khung trượt của kết cấu khối chân đế bằng thép thường được gia cường bằng vòng gia cường phía trong. Vòng gia cường phía trong cũng được sử dụng trong một số kết cấu yêu cầu kiểm tra mỗi hoặc để tránh dùng đoạn ống gia cường (chord can) quá dày.

TCVN 6170-9 : 2019

Các phương pháp khi thiết kế các nút có vòng gia cường phía trong, có thể tham khảo các tiêu chuẩn được chấp nhận, như mục B7.6 API RP 2A WSD 2014.

7.5.7 Nút đúc sẵn

Nút đúc sẵn là nút được định hình bằng phương pháp đúc. Chúng có thể có bất kỳ hình dạng nào và có thể có chiều dày thay đổi.

Thiết kế nút đúc sẵn yêu cầu tính toán phần tử hữu hạn. Phương pháp thiết kế bền khả thi là giới hạn ứng suất tại tất cả các vị trí nút chịu tải trọng danh nghĩa nhỏ hơn cường độ chảy của vật liệu có cường độ chảy tiêu chuẩn thích hợp với hệ số an toàn bằng 1,6. Phương pháp này thật sự an toàn so với nút hàn được thiết kế dựa trên trạng thái giới hạn tổng thể.

Thông thường nhà máy chế tạo nút đúc sẵn để thực hiện quá trình thiết kế.

7.5.8 Các loại nút ống khác

Các loại nút không có trong mục từ 7.5.3 đến 7.5.7 có thể được thiết kế trên cơ sở thực nghiệm phù hợp, phương pháp số hoặc các bằng chứng trong quá trình vận hành. Cường độ của vật liệu có thể được sử dụng mặc dù mỗi quan tâm lớn nhất là xác định các thông số cần thiết của tất cả các phần tử có thể tham gia chịu tải trọng từ ống nhánh và thiết lập đường bao tải trọng tác dụng để kiểm soát việc kiểm tra bền. Thông thường, kiểm tra cường độ của vật liệu được bổ sung với tính toán phần tử hữu hạn đã chuẩn hóa để tính toán độ lớn và vị trí của ứng suất tác dụng.

7.5.9 Các nút bị hư hại

Các nút ở các công trình đã xây dựng có thể bị hư hại do tải trọng gây mỏi, do ăn mòn hoặc quá tải (do tải trọng môi trường hoặc tải trọng ngẫu nhiên). Trong những trường hợp này, có thể ước lượng độ giảm sức chịu tải của nút bằng mô hình đơn giản (ví dụ: giảm diện tích hoặc giảm môđun mặt cắt), mô hình số (phần tử hữu hạn) hoặc bằng các bằng chứng thực nghiệm.

7.5.10 Nút không có dạng hình tròn

Liên kết tại các mặt cắt ống chính và/hoặc ống nhánh không tròn được sử dụng chủ yếu trên kết cấu thượng tầng. Các dạng thông dụng bao gồm mặt cắt chiều rộng bản cánh (dầm chữ I, cột, dầm tổ hợp) và các mặt cắt hình vuông, hình chữ nhật. Trong một số trường hợp, đã có sẵn thiết kế chi tiết thực tế. Với một số trường hợp ít có hoặc chưa có thiết kế trong thực tế, các điều khoản trong 7.5.8 được áp dụng.

7.6 Các liên kết có trám vữa

7.6.1 Quy định chung

7.6.1.1 Tất cả những yếu tố liên quan ảnh hưởng đến sức bền của liên kết có trám vữa phải được xem xét thích hợp và được kể đến trong thiết kế.

Chú thích: Sức bền của liên kết có trám vữa có thể phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Sức bền chịu nén và môđun đàn hồi của vữa;
- Hình học của vành vữa và của ống;
- Hình dáng bên ngoài và khoảng cách của các mấu chống trượt cơ học;

- Tỷ số giữa chiều dài đoạn trám vữa với đường cọc;
- Trạng thái bề mặt của ống;
- Sự co ngót hoặc giãn nở về lâu dài của vữa.

7.6.1.2 Vật liệu vữa phải tuân theo các tiêu chuẩn hiện hành.

7.6.1.3 Các yêu cầu về quy trình trám vữa được quy định theo tiêu chuẩn hiện hành có liên quan.

7.6.1.4 Các ống bao cọc, ống kẹp những chỗ nứt vỡ và những chỗ nối có trám vữa khác thường phải được thiết kế dựa trên những quy trình đã được chứng minh là tốt và tin cậy. Các phương pháp phân tích, quy trình trám vữa và hệ số an toàn dùng cho những liên kết có trám vữa phải được trình cơ quan có thẩm quyền phê duyệt.

7.6.2 Liên kết trám vữa giữa cọc và kết cấu

7.6.2.1 Yêu cầu chung

Tải trọng trên giàn truyền đến cọc thép nhờ vữa bơm trám tại tiết diện vành khăn giữa chân ống chính Jacket (hoặc ống lồng) và cọc. Tải trọng được truyền sang cọc từ kết cấu đi qua lớp vữa bơm trám. Công tác thực nghiệm chỉ ra rằng cơ chế truyền tải là tổ hợp của sự liên kết và ma sát cản giữa vữa bơm trám với bề mặt thép và khả năng chịu tải của vữa chống lại các tác động cơ học như khóa chịu cắt (shear keys).

Các tấm định tâm được sử dụng để giữ được khoảng vành khăn đều hoặc khoảng cách đều giữa cọc và kết cấu bao xung quanh. Chiều rộng nhỏ nhất của vành khăn là 38 mm, phải được đáp ứng khi vữa bơm trám là phương tiện truyền tải duy nhất. Cần đáp ứng một khoảng hở đủ giữa cọc và ống lồng, tính toán đến kích thước bao của khóa chịu cắt (shear keys), h. Các cụm nắp vít (packers) được sử dụng nếu cần để ngăn vữa bơm trám tràn ra ngoài. Cần đề ra các biện pháp thích hợp để đưa vữa bơm trám vào trong vùng vành khăn để làm giảm đến mức tối thiểu khả năng vữa bị loãng hoặc phân tầng. Tại vị trí xây dựng có lớp bùn đáy mềm, cần xem xét việc sử dụng vòng bịt bên ngoài (wipers) hoặc thiết bị khác để giảm thiểu việc bùn tràn vào bên trong khoảng trống mà cọc chiếm chỗ.

7.6.2.2 Hệ số ảnh hưởng cường độ liên kết

Nhiều hệ số ảnh hưởng tới cường độ của liên kết bơm trám. Những hệ số này bao gồm nhưng không được giới hạn, cường độ chịu nén cao của vữa bơm trám; kích thước và khoảng cách giữa các khóa chịu cắt; loại phụ gia; phương pháp bơm vữa; tình trạng bề mặt thép, vật liệu phủ phải ngăn cản sự đông kết của vữa trên thép và sự nhiễu động do dịch chuyển của giàn trong quá trình bơm trám. Nếu hệ số D/t lớn thì cần đưa vào hệ số uốn vòng (hoop) của ống lồng và cọc.

7.6.2.3 Tính toán tải trọng dọc trục

Khi tính toán tải trọng dọc trục tại liên kết bơm trám cọc - kết cấu, cần tính toán hợp lý sự phân phối của tổng tải trọng kết cấu lên các cọc khác nhau trong nhóm cọc hoặc cụm cọc. Tải trọng thiết kế cho liên kết là tải trọng tính toán lớn nhất với sự xem xét hợp lý về tải trọng dọc trục giới hạn của cọc và độ cứng của đất tại vị trí xây dựng.

7.6.2.4 Tính toán tải trọng dọc trục cho phép

7.6.2.4.1 Yêu cầu chung

Khi số liệu thiếu đầy đủ và chính xác cần phải sử dụng các giá trị cường độ liên kết khác, tải trọng dọc trục cho phép được lấy là giá trị tải trọng nhỏ hơn (của cọc và ống lồng) được tính bằng cách nhân diện tích bề mặt tiếp xúc giữa vữa bơm trám và thép với ứng suất cho phép gây ra do tải trọng dọc trục, f_{ba} , trong đó f_{ba} được lấy bằng giá trị thích hợp trong công thức 8 và công thức 9 tại mặt phân cách giữa cọc và vữa bơm trám. Tải trọng dọc trục cho phép phải lớn hơn hoặc bằng tải trọng dọc trục dùng trong tính toán trong 7.6.2.3.

7.6.2.4.2 Liên kết ống bằng mặt

Giá trị ứng suất cho phép do lực dọc gây ra, f_{ba} được lấy bằng 138 Kpa (20 psi) đối với điều kiện tải trọng 1 và 2 và 184 Kpa (26,7 psi) với điều kiện tải trọng 3 và 4 (xem trong 5.5.2).

7.6.2.4.3 Liên kết khóa chịu cắt

Khi sử dụng khóa chịu cắt tại mặt tiếp xúc giữa thép và vữa bơm trám, giá trị ứng suất cho phép danh nghĩa do lực dọc gây ra, f_{ba} đối với điều kiện tải trọng 1 và 2 được tính toán như sau:

Trong hệ đơn vị SI:

$$f_{ba} = 138KPa + 0,5f_{cu}x\frac{h}{s} \quad (8)$$

Trong hệ đơn vị USC:

$$f_{ba} = 20KPa + 0,5f_{cu}x\frac{h}{s} \quad (9)$$

Đối với điều kiện tải trọng 3 và 4, f_{ba} được tính như sau:

Trong hệ đơn vị SI:

$$f_{ba} = 184KPa + 0,67f_{cu}x\frac{h}{s} \quad (10)$$

Trong hệ đơn vị USC:

$$f_{ba} = 26,7KPa + 0,67f_{cu}x\frac{h}{s} \quad (11)$$

Trong đó:

- f_{cu} - Cường độ chịu nén không giới hạn của vữa bơm trám, MPa (psi);
- h - Kích thước bao của khóa chịu cắt, mm (in.) (xem Hình 1 và Hình 2);
- s - Khoảng cách giữa các khóa, mm (in.) (xem Hình 1 và Hình 2).

Các khóa chịu cắt được thiết kế theo công thức 8 và công thức 9 sẽ được trình bày chi tiết sao cho phù hợp với các yêu cầu dưới đây:

- a) Khóa chịu cắt có thể là các vành tròn cách nhau một khoảng “s” hoặc là dạng xoắn ốc

liên tục có bước “ s ”. Xem các giới hạn trong 7.6.2.4.4;

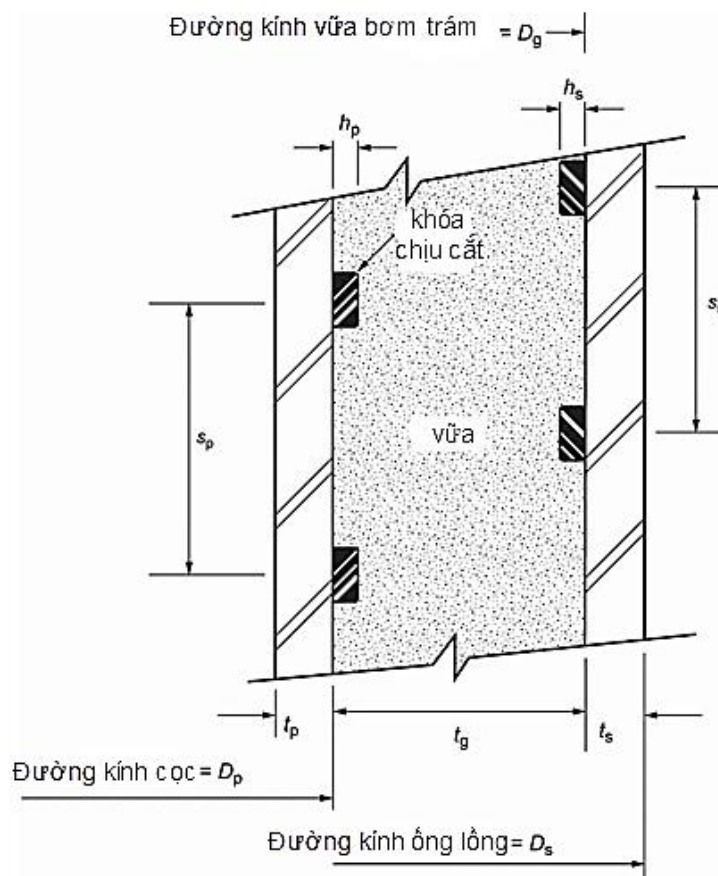
- Khóa chịu cắt có thể là một trong các loại trong Hình 2;
- Với cọc đóng, khóa chịu cắt trên cọc phải có một chiều dài đủ để đảm bảo rằng sau khi đóng cọc, chiều dài đoạn cọc tiếp xúc với vữa bơm trám sẽ quyết định số lượng khóa chịu cắt;
- Mặt cắt ngang và mối hàn của mỗi khóa chịu cắt và được thiết kế để truyền phần sức chịu tải của liên kết có truyền sang khóa đối với điều kiện tải trọng 1 và 2 trong 5.5.2. Khóa chịu cắt và mối hàn được thiết kế với ứng suất cho phép cơ bản của thép và mối hàn để truyền một lực trung bình bằng diện tích chịu lực của khóa cắt nhân với $1,7 f_{cu}$, trừ trường hợp đường kính của hai cọc tại điểm đầu và điểm cuối của liên kết khác nhau, khi đó sẽ nhân với $2,5 f_{cu}$.

7.6.2.4.4 Các giới hạn

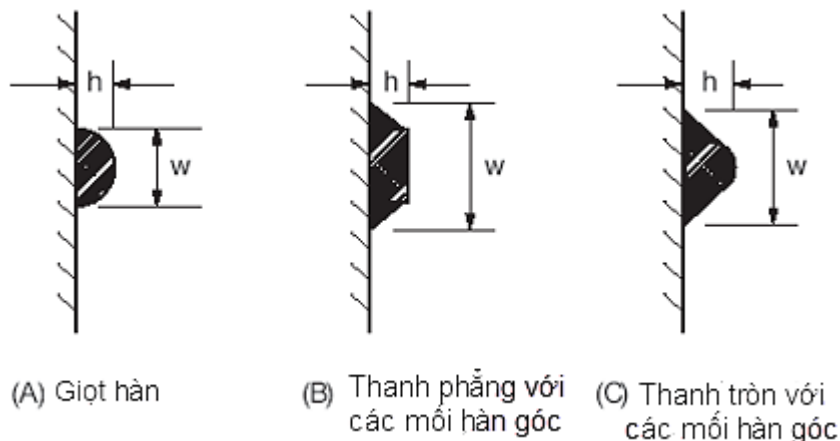
Khi thiết kế một liên kết theo chỉ dẫn trong 7.6.2.4.2 hoặc 7.6.2.4.3 thì:

$$17MPa(2500psi) \leq f_{cu} \leq 110MPa(16000psi)$$

Sử dụng các giới hạn trong Bảng 3 khi thiết kế một liên kết theo mục 7.6.2.4.3 (xem Hình 1 và Hình 2).



Hình 6 - Liên kết giữa vữa bơm trám cọc - kết cấu và khóa chịu cắt



Hình 7 - Giới thiệu các loại chi tiết khóa chịu cắt

7.6.2.4.5 Các phương pháp thiết kế khác

Các phương pháp khác dựa trên thí nghiệm và thẩm tra có thể được sử dụng trong tính toán ứng suất cho phép do tải trọng biến đổi gây ra f_{ba} .

7.6.2.5 Các loại tải trọng khác ngoài lực dọc

Liên kết vữa bơm trám giữa cọc và ống lồng sẽ phải chịu các loại tải trọng khác ngoài lực dọc, ví dụ: lực cắt ngang, mômen uốn hoặc mômen xoắn. Nếu ảnh hưởng của các loại tải trọng này đáng kể thì phải được xét đến trong thiết kế liên kết bằng phương pháp giải tích hoặc thực nghiệm phù hợp.

Bảng 6 - Các giới hạn liên kết thiết kế

Đặc trưng	Giới hạn
Hình dạng ống lồng	$\frac{D_s}{t_s} \leq 80$
Hình dạng cọc	$\frac{D_p}{t_p} \leq 40$
Hình dạng vành khăn bơm trám	$7 \leq \frac{D_g}{t_g} \leq 45$
Tỷ lệ khoảng cách chịu cắt ¹	$2,5 \leq \frac{D_p}{s} \leq 8$
Tỷ lệ khóa cắt	$\frac{h}{s} \leq 0,1$
Hệ số hình dạng khóa cắt	$1,5 \leq \frac{w}{h} \leq 3,0$
Kết quả f_{cu} và h/s	$\leq 5,5MPa(800psi)$
¹ Chỉ áp dụng với khóa chịu cắt dạng xoắn ốc	

8 Thiết kế móng

8.1 Móng cọc phải được thiết kế theo những yêu cầu thích hợp đã nêu trong TCVN 6170-7

8.2 Thiết kế cọc

8.2.1 Cọc phải được thiết kế sao cho độ sâu đóng cọc phù hợp với các yêu cầu thiết kế mà không làm hư hỏng cọc hoặc không làm xáo trộn quá mức cấu tạo các lớp đất khác nhau, khiến cho sức chịu tải của cọc bị giảm đi.

8.2.2 Khi thiết kế cọc phải xét đến tất cả các điều kiện tải trọng thích hợp bao gồm cả tải trọng khi khai thác và tải trọng khi đóng cọc. Cũng phải tính đến các yêu cầu về khả năng đóng được cọc.

8.2.3 Mỗi đoạn cọc mà búa đóng vào phải được kiểm tra về sự chảy dẻo và mất ổn định (tổ hợp tải trọng thiết kế a) khi thiết kế theo trạng thái giới hạn cực đại) với trọng lượng tối đa của thiết bị và trọng lượng bản thân cọc (phải kể đến cả ứng suất uốn trên cọc do các trọng lượng lệch tâm gây ra).

8.2.4 Các ứng suất động do đóng cọc gây ra phải được xác định trên cơ sở các nguyên tắc được thừa nhận hoặc bằng cách phân tích sự lan truyền sóng va chạm. Tổng ứng suất động và ứng suất tĩnh trong quá trình đóng cọc phải không được vượt quá giới hạn chảy thấp nhất đã quy định (xem TCVN 6170-4).

8.2.5 Phải kiểm tra tỷ số đường kính/chiều dày thành ống để tránh mất ổn định cục bộ (xem TCVN 6170-4).

8.2.6 Phần thừa cần cắt bỏ ở đỉnh mỗi đoạn cọc (nếu không dùng đầu cọc) phải được xem xét khi xác định chiều dài cần thiết của các đoạn cọc.

8.2.7 Cần kể đến cả những cọc bị hụt hoặc dôi để tính vào độ không chắc chắn trong dự kiến đóng cọc.