

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 6170-11 : 2020

Xuất bản lần 2

GIÀN CỐ ĐỊNH TRÊN BIỂN –

PHẦN 11 : CHẾ TẠO

Fixed offshore platforms –

Part 11: Fabrication/Construction

HÀ NỘI - 2020

Mục lục

1	Phạm vi áp dụng	5
2	Tài liệu viện dẫn.....	5
3	Thuật ngữ và định nghĩa	6
4	Bản vẽ và chi tiết kỹ thuật	8
4.1	Quy định chung.....	8
4.2	Bản vẽ thiết kế và chi tiết kỹ thuật.....	8
4.3	Bản vẽ chế tạo và tiêu chuẩn kỹ thuật.....	9
4.4	Triển khai bản vẽ thi công	10
5	Vật liệu hàn	10
5.1	Phạm vi.....	10
5.2	Các nhà sản xuất vật liệu hàn.....	10
5.3	Các vật liệu hàn	11
6	Quy trình hàn và thợ hàn	11
6.1	Quy định chung.....	11
6.2	Quy trình hàn	11
6.3	Thợ hàn	20
7	Kiểm tra trong quá trình chế tạo.....	20
7.1	Phạm vi.....	20
7.2	Quy định chung.....	20
7.3	Kiểm tra không phá hủy (NDT).....	22
7.4	Các thử nghiệm hàn sản xuất (WPT)	31
8	Chế tạo và lắp ráp kết cấu thép.....	35
8.1	Phạm vi.....	35
8.2	Lập kế hoạch chế tạo.....	35
8.3	Lắp ráp.....	36
8.4	Chống ăn mòn	42
8.5	Vật liệu kết cấu	42
8.6	Hạ thủy	42
8.7	Công tác sửa chữa	43

9	Các yêu cầu về chế tạo kết cấu bê tông.....	44
9.1	Quy định chung.....	44
9.2	Định nghĩa.....	44
9.3	Tài liệu.....	44
9.4	Kiểm soát chất lượng – kiểm tra, thử và các hoạt động khắc phục.....	45
9.5	Kế hoạch chế tạo.....	49
9.6	Vật liệu và thử vật liệu.....	50
9.7	Ván khuôn.....	55
9.8	Cốt thép và thép chống lún (Embedded Steel).....	59
9.9	Sản xuất bê tông và vữa.....	63
9.10	Vận chuyển, đổ, đầm rung và bảo dưỡng bê tông.....	64
9.11	Hoàn thiện hệ thống dự ứng lực.....	68
9.12	Sửa chữa.....	72
9.13	Bảo vệ chống ăn mòn.....	73
9.14	Báo cáo hiện trường và tài liệu hoàn công.....	73
9.15	Kết cấu bê tông đúc sẵn.....	73
9.16	Dung sai hình học.....	75
9.17	Công tác trám vữa.....	78

Mục lục

1	Phạm vi áp dụng	5
2	Tài liệu viện dẫn	5
3	Thuật ngữ và định nghĩa	6
4	Bản vẽ và chi tiết kỹ thuật	8
4.1	Quy định chung	8
4.2	Bản vẽ thiết kế và chi tiết kỹ thuật	8
4.3	Bản vẽ chế tạo và tiêu chuẩn kỹ thuật	9
4.4	Triển khai bản vẽ thi công	10
5	Vật liệu hàn	10
5.1	Phạm vi	10
5.2	Các nhà sản xuất vật liệu hàn	10
5.3	Các vật liệu hàn	11
6	Quy trình hàn và thợ hàn	11
6.1	Quy định chung	11
6.2	Quy trình hàn	11
6.3	Thợ hàn	20
7	Kiểm tra trong quá trình chế tạo	20
7.1	Phạm vi	20
7.2	Quy định chung	20
7.3	Kiểm tra không phá hủy (NDT)	22
7.4	Các thử nghiệm hàn sản xuất (WPT)	31
8	Chế tạo và lắp ráp kết cấu thép	35
8.1	Phạm vi	35
8.2	Lập kế hoạch chế tạo	35
8.3	Lắp ráp	36
8.4	Chống ăn mòn	42
8.5	Vật liệu kết cấu	42
8.6	Hạ thủy	42
8.7	Công tác sửa chữa	43

9	Các yêu cầu về chế tạo kết cấu bê tông.....	44
9.1	Quy định chung.....	44
9.2	Định nghĩa.....	44
9.3	Tài liệu.....	44
9.4	Kiểm soát chất lượng – kiểm tra, thử và các hoạt động khắc phục.....	45
9.5	Kế hoạch chế tạo.....	49
9.6	Vật liệu và thử vật liệu.....	50
9.7	Ván khuôn.....	55
9.8	Cốt thép và thép chống lún (Embedded Steel).....	59
9.9	Sản xuất bê tông và vữa.....	63
9.10	Vận chuyển, đổ, đầm rung và bảo dưỡng bê tông.....	64
9.11	Hoàn thiện hệ thống dự ứng lực.....	68
9.12	Sửa chữa.....	72
9.13	Bảo vệ chống ăn mòn.....	73
9.14	Báo cáo hiện trường và tài liệu hoàn công.....	73
9.15	Kết cấu bê tông đúc sẵn.....	73
9.16	Dung sai hình học.....	75
9.17	Công tác trám vữa.....	78

Lời nói đầu

TCVN 6170-11 : 2020 thay thế **TCVN 6170-11 : 2002**.

TCVN 6170-11 : 2020 xây dựng trên cơ sở tham khảo 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). AWS D1.1/D1.1M:2010, *Structural welding code – Steel* (Tiêu chuẩn môi hàn kết cấu thép). DNV-OS-C502, *Offshore concrete structures* (Kết cấu bê tông công trình biển).

TCVN 6170-11 : 2020 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.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 6170 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 : 2020, *Giàn cố định trên biển – 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 : 2020, *Giàn cố định trên biển – Phần 11: Chế tạo*;
- TCVN 6170-12 : 2020, *Giàn cố định trên biển – Phần 12: Vận chuyển và dựng lắp*.

TCVN 6170-11 : 2020

Trang trắng.

Giàn cố định trên biển – Phần 11: Chế tạo

Fixed offshore platform –

Part 11: Fabrication/Construction

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu về đảm bảo chất lượng trong việc chế tạo kết cấu và các bộ phận kết cấu hoặc tổ hợp kết cấu thép và/ hoặc bê tông cho giàn cố định trên biển.

Việc chế tạo các bộ phận hoặc tổ hợp kết cấu chưa được quy định đầy đủ trong tiêu chuẩn này phải được xem xét riêng.

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 6170-6, *Giàn cố định trên biển – Phần 6: Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép.*

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

TCVN 6170-9, *Giàn cố định trên biển – Phần 9: Giàn thép kiểu Jacket.*

TCVN 6170-10, *Giàn cố định trên biển – Phần 10: Giàn trọng lực bê tông.*

TCVN 7229, *Công trình biển cố định – Quy phạm phân cấp và chế tạo hàn.*

TCVN 7230, *Công trình biển cố định – Quy phạm phân cấp và chế tạo vật liệu.*

AWS D1.1/D1.1M:2010, *Structural welding code – Steel (Tiêu chuẩn mối hàn kết cấu thép).*

AISC 335-89, *Specification for Structural steel buildings – Allowable stress design and plastic design, 1989 (included in AISC manual of steel construction, allowable stress design, ninth edition), (Đặc tính kỹ thuật thiết kế cho các kết cấu công trình bằng thép – Thiết kế theo ứng suất cho phép và thiết kế dẻo, 1989 (bao gồm sổ tay Công trình thép AISC, thiết kế theo ứng suất cho phép, tái bản lần thứ 9).*

DNV-OS-C502, *Offshore concrete structures (Kết cấu bê tông công trình biển)*.

TCVN ISO 9001, *Hệ thống quản lý chất lượng – Các yêu cầu*.

ISO 6935, *Steel for the reinforcement of concrete (Thép cho kết cấu bê tông cốt thép)*.

ISO 4463-1, *Measurement methods for building- Setting-out and measurement – Part 1: Planning and organization, measuring procedures, acceptance criteria (Các phương pháp đo lường trong xây dựng – Thiết lập và đo lường – Phần 1: Lập kế hoạch và tổ chức, quy trình đo lường, chỉ tiêu chấp nhận)*.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1

Chế tạo (Fabrication)

Chế tạo là bao hàm các công việc chế tạo giàn cố định trên biển, từ chế tạo ban đầu đến kết thúc hoạt động của giàn hoặc cáo bộ phận giàn.

3.2

Quy trình hàn (Welding procedure)

Quy trình hàn (Welding procedure) là trình tự thao tác quy định phải tuân theo khi hàn.

3.3

Đặc tính kỹ thuật của quy trình hàn (WPS, Welding procedure specification)

Đặc tính kỹ thuật của quy trình hàn (WPS, Welding procedure specification) là một văn bản quy định chi tiết về vật liệu, phương pháp cụ thể, thao tác và các thông số phải dùng khi hàn.

3.4

Đặc tính kỹ thuật của quy trình hàn sửa chữa (RWPS, Repair welding procedure specification)

Đặc tính kỹ thuật của quy trình hàn sửa chữa (RWPS, Repair welding procedure specification) là một văn bản quy định chi tiết về vật liệu, phương pháp cụ thể, thao tác và các thông số phải dùng cho từng công việc hàn cụ thể.

3.5

Thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT, Welding procedure qualification test)

Thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT, Welding procedure qualification test) là thử nghiệm được thực hiện để chứng minh rằng mỗi hàn được thực hiện theo quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) cụ thể phù hợp các yêu cầu quy định.

3.6

Biên bản chấp nhận quy trình hàn (WPQR, Welding procedure qualification record)

Biên bản chấp nhận quy trình hàn (WPQR, Welding procedure qualification record) là văn bản ghi lại các thông số thực tế đã dùng trong quá trình hàn mẫu thử nghiệm chất lượng và kết quả kiểm tra không phá hủy cũng như các thử nghiệm cơ học.

3.7

Đặc tính kỹ thuật của quy trình hàn trong sản xuất (PWPS, Production welding procedure specification).

Đặc tính kỹ thuật của quy trình hàn trong sản xuất (PWPS, Production welding procedure specification) là văn bản quy định chi tiết về vật liệu, phương pháp cụ thể, thao tác và các thông số phải dùng khi hàn các mối hàn cụ thể. Bản quy định kỹ thuật quy trình hàn sản xuất (PWPS) có thể được minh họa bằng một hoặc nhiều biên bản xác định chất lượng quy trình hàn (WPQR) hoặc bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) đã được đánh giá là đủ chất lượng (xem hình 2).

3.8

Thử nghiệm hàn trong sản xuất (WPT, Welding production test)

Thử nghiệm hàn trong sản xuất (WPT, Welding production test) là thử nghiệm được thực hiện trên các mối hàn sản xuất để khẳng định rằng quy định kỹ thuật quy trình hàn sản xuất (PWPS) dùng trong quá trình hàn đã tạo ra các mối hàn đáp ứng các yêu cầu của quy định kỹ thuật.

3.9

Nhiệt độ nung nóng sơ bộ (Preheat temperature)

Nhiệt độ nung nóng sơ bộ (Preheat temperature) là nhiệt độ quy định mà các kim loại cơ bản liên quan phải đạt được trước khi tiến hành hàn. Nhiệt độ này thường được đo ở khoảng cách cỡ 75mm từ các mép rãnh phía đối diện với nguồn nhiệt, khi điều kiện cho phép.

3.10

Nhiệt độ giữa các lớp hàn trong các mối hàn nhiều lớp (Interpass temperature)

Nhiệt độ giữa các lớp hàn trong các mối hàn nhiều lớp (Interpass temperature) là nhiệt độ của mối hàn (lớp dưới) đã lắng kết trước khi bắt đầu hàn lớp tiếp theo.

3.11

Nhiệt độ làm việc (Working temperature)

Nhiệt độ làm việc (Working temperature) là nhiệt độ bên trong các vật liệu cơ bản được đo ở khoảng cách 75mm từ các mép rãnh trong khi hàn liền kề với điểm hàn.

3.12

Kỹ thuật hàn mạch hẹp (Stringer bead technique)

Kỹ thuật hàn mạch hẹp (Stringer bead technique) là kỹ thuật hàn để lại một lớp hàn lắng kết có bề rộng nhỏ hơn 3 lần đường kính lõi que hàn.

3.13

Hàn mạch rộng (Weawing)

Hàn mạch rộng (Weawing) là do dao động theo phương ngang của que hàn để lại một lớp hàn lắng kết có bề rộng lớn hơn 3 lần đường kính lõi que hàn.

3.14

Kiểm tra không phá hủy (NDT, Non-destructive testing)

Kiểm tra không phá hủy (NDT, Non-destructive testing) là kiểm tra bằng mắt, bằng phương pháp chụp ảnh phóng xạ, phương pháp siêu âm, phương pháp bột từ, phương pháp thẩm thấu và bằng các phương pháp kiểm tra không phá hủy khác để phát hiện các khuyết tật và các chỗ không bình thường.

3.15

Hàn đính (Tack welding)

Hàn đính (Tack welding) là hàn nối gá tạm thời các vật liệu phải hàn với nhau để đạt và giữ được hình học rãnh hàn đã quy định.

3.16

Nung nóng sau khi hàn (Post heating)

Nung nóng sau khi hàn (Post heating) là việc duy trì một nhiệt độ nhất định sau khi hàn trong một thời gian đủ để làm giảm nồng độ hydro.

3.17

Xử lý nhiệt sau khi hàn (Post weld heat treatment, PWHT)

Xử lý nhiệt sau khi hàn (Postweld heat treatment, PWHT) là sự xử lý nhiệt tiếp ngay sau khi hàn. Với mục đích làm giảm độ cứng vùng ảnh hưởng nhiệt, nhiệt độ này thường trên 400°C.

4 Bản vẽ và chi tiết kỹ thuật

4.1 Quy định chung

Bản vẽ và chi tiết kỹ thuật sử dụng trong thiết kế liên kết của giàn cố định trên biển và các cơ sở hạ tầng liên quan được nêu trong 4.2 đến 4.6.

4.2 Bản vẽ thiết kế và chi tiết kỹ thuật

Bản vẽ thiết kế cho biết những thông số mô tả các thành phần chính của công trình. Bản vẽ này quan trọng hơn bản vẽ mặt bằng tổng thể và xác định vị trí của các thiết bị cũng như các chi tiết quan trọng của chúng. Bản vẽ này phải thể hiện được tất cả các thiết bị phụ trợ và tất cả các kích thước nếu được yêu cầu một cách nghiêm ngặt.

Bản vẽ thiết kế bao gồm mặt bằng vị trí và hướng của công trình hoặc các công trình trên bãi lắp ráp cũng như vị trí của các thiết bị trên sàn của một công trình. Bản vẽ kết cấu thể hiện kích

thước các phần tử của các phần tử kết cấu chính và bao gồm các kích thước hiệu chỉnh. Các vị trí và chi tiết đặc trưng hoặc sơ bộ của các kết cấu tổ hợp như nút, tấm che, tấm gia cường bản bụng cũng phải được thể hiện. Các chi tiết kết cấu điển hình khác cũng phải được thể hiện nếu không thông dụng trong loại thiết kế đó.

Bản vẽ thiết kế cũng bao gồm tất cả các thiết bị cần thiết khi lắp đặt như: Mất móc cầu và dầm trượt – các kết cấu nguy hiểm khi thiết kế giàn.

Sơ đồ nguyên lý cơ khí và thiết bị thể hiện kích thước của tất cả các thiết bị, đường ống trên giàn và van khóa, sơ đồ thiết kế hệ thống điện tổng thể thể hiện công suất và kích thước của đường dây ra và bảng điều khiển. Bản vẽ mặt bằng tất cả các thiết bị được thể hiện trên sơ đồ dòng chảy và/ hoặc sơ đồ điện, các trang thiết bị chính và được sử dụng nhiều như: các van điều khiển lớn, dụng cụ đo liên tục, trạm van điều khiển và bảng điều khiển. Bản vẽ cao độ và bố trí đường ống trên giàn cần thể hiện các đường ống chính và thể hiện đầy đủ khoảng cách dự trữ cho các ống nhỏ và để chạy cáp và ống kỹ thuật.

Bản vẽ thiết kế được bổ sung thêm bởi tất cả các tiêu chuẩn kỹ thuật cần thiết để truyền tải mục đích của thiết kế. Các tiêu chuẩn kỹ thuật về vật liệu và chế tạo được tham chiếu trong tài liệu này có thể phù hợp để tham chiếu trên các bản vẽ thích hợp. Tuy nhiên, bất cứ sự sai khác nào so với tiêu chuẩn kỹ thuật đều phải được ghi chú lại. Các chi tiết kỹ thuật bao gồm với cả thiết bị, máy móc và thiết bị kỹ thuật khác.

Bản vẽ thiết kế và tiêu chuẩn kỹ thuật cần phải chính xác, chi tiết và phù hợp với trang thiết bị của chủ đầu tư cho phép nhà thầu được sử dụng để mua đúng vật liệu cho gói thầu khi nhà thầu không có trách nhiệm thiết kế hoặc thích hợp với đệ trình của nhà thầu với chủ đầu tư để đưa ra kế hoạch. Tất cả các thiết bị phụ như cầu thang, giá cạp tàu, đường đi lại, ... phải được thể hiện một cách chi tiết.

4.3 Bản vẽ chế tạo và tiêu chuẩn kỹ thuật

Bản vẽ chế tạo nhằm cung cấp đầy đủ các thông tin để có thể chế tạo một cách chính xác dựa từ bản vẽ. Các bản vẽ này cần bao gồm tất cả các số liệu thiết kế một cách chi tiết với kích thước chính xác nhất. Về phía người chế tạo có thể bổ sung thêm bản vẽ triển khai bản vẽ thi công.

Một bộ bản vẽ thi công bao gồm bản vẽ thiết kế chi tiết hoàn thiện với các mô tả, vị trí chính xác, kích cỡ, độ dày, kích thước của tất cả các phần tử kết cấu và kết cấu gia cường. Các thông tin này của tất cả các kết cấu khác như: khung đỡ công xôn, kết cấu gia cường, tấm phủ và của các kết cấu phụ trợ như: cầu thang, đường đi, lan can, tay vịn, đều phải được thể hiện rõ ràng. Liên kết và các nút cũng phải được trình bày chi tiết, gồm cả ký hiệu mối hàn, trừ khi sử dụng quy trình tiêu chuẩn. Phương pháp gắn các kết cấu gỗ, lưới và tấm cũng phải được nêu cụ thể.

Để hoàn thiện bản vẽ sơ đồ đường ống và các sàn thượng tầng, một bộ bản vẽ thi công phải bao gồm bản vẽ đường ống đúng kích thước và chi tiết lên tất cả các gói đỡ ống, nếu công trình có hệ thống đường ống trên giàn phức tạp. Ngoài ra cũng cần có sơ đồ vị trí trang thiết bị và gói đỡ,

sơ đồ bố trí mạng lưới điện thể hiện tuyến đường điện tổng thể và dây nối, cáp nối với thiết bị điện.

Bản vẽ thi công cần thể hiện rõ ràng các bộ phận hoặc gói danh mục để có thể lắp ráp thành một khối trên bãi chế tạo. Mối hàn và các liên kết được gia công tại vị trí lắp dựng cũng phải được chỉ rõ.

Chỉ dẫn kỹ thuật chi tiết của tất cả các công việc mà người chế tạo phải hoàn thành như: hàn, chế tạo, kiểm tra, ... và của tất cả các loại vật liệu, thiết bị máy móc được người chế tạo trang bị đều phải được thể hiện. Đặc điểm kỹ thuật của thiết bị và các kết cấu khác mà nhà thầu chế tạo không mua cũng phải được thể hiện các thông tin cơ bản trong bản vẽ thi công.

4.4 Triển khai bản vẽ thi công

Triển khai bản vẽ thi công do nhà thầu chế tạo thực hiện, có thể lựa chọn chế tạo một phần hoặc toàn bộ giàn. Nhà thầu chế tạo được cung cấp tất cả các thông tin và tài liệu để thực hiện điều này. Do mỗi nhà thầu có phương pháp và quy trình chế tạo khác nhau nên bản vẽ triển khai bản vẽ thi công cũng được thể hiện khác nhau.

4.5 Trong quá trình thiết kế kết cấu nếu sử dụng các giả thiết đặt ra mà ảnh hưởng tới việc chế tạo thì phải trình để phê duyệt.

4.6 Các tài liệu liên quan đến chế tạo (tài liệu hoàn công). Cần thiết cho sự khai thác an toàn của kết cấu, phải luôn có sẵn trên công trình.

Tài liệu này phải có đầy đủ thông tin giúp cho việc đánh giá các khuyết tật, hư hỏng, phục vụ cho công tác nghiên cứu sửa chữa công trình trong quá trình khai thác cũng như hoán cải sau này.

5 Vật liệu hàn

5.1 Phạm vi

5.1.1 Phần này quy định các yêu cầu chung về vật liệu hàn. Việc hàn các kết cấu, các bộ phận kết cấu trong phạm vi tiêu chuẩn này phải do các thợ hàn đã được phê duyệt thực hiện (theo điều 6), với các vật liệu hàn đã được chấp thuận.

5.1.2 Những yêu cầu riêng về các loại vật liệu hàn dùng trong hàn chế tạo các phần kết cấu, hệ thống đường ống công nghệ trên giàn cố định trên biển và các trang thiết bị kèm theo, bao gồm các loại que hàn, dây hàn, thuốc hàn và các loại vật liệu hàn khác xem TCVN 7229.

5.2 Các nhà sản xuất vật liệu hàn

5.2.1 Để cung cấp các vật liệu hàn khi hàn các kết cấu, bộ phận máy móc, nồi hơi, bình chịu áp lực, hệ thống ống dẫn đã được phân cấp, các nhà sản xuất vật liệu hàn phải được phê duyệt.

5.2.2 Việc phê duyệt các nhà sản xuất sẽ được xét trên cơ sở bản thuyết minh sản phẩm và mô tả chi tiết phương pháp kiểm soát sản phẩm (sổ tay đảm bảo chất lượng) của nhà sản xuất, với điều kiện có ít nhất một loại vật liệu hàn được thử nghiệm đạt chương trình thử nghiệm đã được phê duyệt. Để thực hiện một chương trình thử nghiệm đã được phê duyệt cho mỗi loại vật

liệu hàn đòi hỏi phải có sự phê duyệt. Trên bản phê duyệt phải gồm tên của nhà sản xuất và cấp của vật liệu mà nhà sản xuất đã được phê duyệt sản xuất.

5.2.3 Ở bất kỳ thời điểm nào. Cơ quan có thẩm quyền cũng phải được tạo điều kiện để kiểm tra toàn bộ kế hoạch và thiết bị sử dụng trong chế tạo và thử nghiệm các vật liệu hàn. Nhà sản xuất phải tạo điều kiện cho Cơ quan có thẩm quyền xem xét sự tuân thủ của phương pháp đã được phê duyệt, chứng kiến sự lựa chọn và thử nghiệm theo đúng yêu cầu của tiêu chuẩn này.

5.2.4 Hàng năm phải tiến hành kiểm tra tất cả các cơ sở chế tạo que hàn cùng với các quy trình kiểm tra chất lượng có liên quan. Khi đó phải lấy mẫu que hàn đã phê duyệt để thử nghiệm. Các thử nghiệm này phải được thực hiện theo đúng quy trình đã phê duyệt.

5.2.5 Đối với những nhà máy sản xuất các vật liệu hàn có giấy phép, các thử nghiệm cũng phải được thực hiện giống như các thử nghiệm hàng năm đối với vật liệu hàn đang xét.

5.3 Các vật liệu hàn

5.3.1 Phải xét phê duyệt các vật liệu hàn nhằm xác định sự tuân thủ các yêu cầu của chương trình thử nghiệm đã được chấp nhận.

5.3.2 Bất kỳ một thay đổi nào có liên quan tới các tính chất cơ học hoặc thành phần hóa học khác với các vật liệu hàn được thử nghiệm và phê duyệt đều phải được phê duyệt lại.

5.3.3 Tất cả các nhãn hàng hóa của vật liệu hàn đã được thử nghiệm và phê duyệt đang bán trên thị trường đều phải được đăng ký với Cơ quan có thẩm quyền. Để tránh việc làm lại các thử nghiệm, nhà sản xuất phải chứng minh rằng các vật liệu hàn đang bán trên thị trường mang những nhãn hiệu thay thế khác là giống hệt các vật liệu đã qua thử nghiệm, phê duyệt.

6 Quy trình hàn và thợ hàn

6.1 Quy định chung

Phần này áp dụng cho việc đánh giá chất lượng chuyên môn của quy trình hàn và trình độ tay nghề thợ hàn.

6.2 Quy trình hàn

6.2.1 Bản quy định kỹ thuật của một quy trình hàn (WPS)

6.2.1.1 Bản quy định kỹ thuật của một quy trình hàn (WPS) tối thiểu phải có các thông tin sau về các thao tác hàn:

- Ký hiệu nhận dạng quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) và ngày, tháng, năm ban hành;
- Các quy định kỹ thuật về vật liệu cơ bản;
- Quá trình hàn;
- Chiều dày/ đường kính của vật liệu cơ bản;
- Hình học (hình dạng, kích thước ...) của các mối nối/ rãnh hàn;
- Các thông tin về vật liệu hàn;
- Các tư thế hàn chính;

- Các thông số hàn bao gồm dòng điện, điện áp, cực tính, loại dòng điện, tốc độ di chuyển;
- Hướng hàn;
- Số lượng các lớp hàn;
- Phương pháp chuẩn bị;
- Nhiệt độ giữa các lớp;
- Nhiệt độ nung nóng sơ bộ/ nhiệt độ làm việc;
- Xử lý nhiệt sau khi hàn.

6.2.1.2 Một bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) phải bao gồm cả thông tin về các điều kiện môi trường, nếu hàn trong những điều kiện khó khăn. Các thông tin về các trang thiết bị đặc biệt phải dùng hoặc các điều kiện khác cần lưu ý cũng phải được đưa vào.

6.2.1.3 Đối với hàn sửa chữa và hàn đính nói chung các bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) phải được chuẩn bị theo 6.2.1.1. Đối với hàn sửa chữa, phải cung cấp thêm các thông tin sau:

- Phương pháp loại bỏ khuyết tật;
- Phương pháp kiểm tra việc loại bỏ khuyết tật;
- Chuẩn bị vùng hàn, gồm cả dạng rãnh hàn theo cả hai hướng dọc và ngang;
- Chiều dài hàn sửa chữa tối thiểu và chiều dày hàn sửa chữa tối đa/ tối thiểu;
- Những sửa chữa xuyên sâu theo chiều dày.

6.2.2 Chất lượng của quy trình hàn

6.2.2.1 Các quy trình hàn có thể được chấp thuận cho sản xuất nếu tuân thủ đầy đủ các yêu cầu được thiết lập bằng một trong các phương pháp sau đây:

- Tiến hành thử nghiệm kiểm tra xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) và sau đó, duyệt lại biên bản xác định chất lượng quy trình hàn (WPQR);
- Duyệt lại các thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) đủ chất lượng trước đây (Theo 6.2.3.1);
- Duyệt lại các bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) và/ hoặc bản quy định kỹ thuật quy trình hàn sản xuất (PWPS);
- Xem xét kỹ và xác minh lại hồ sơ tài liệu về sự áp dụng có kết quả các quy trình hàn qua một thời gian dài.

6.2.2.2 Tuân theo một quy trình hàn đủ chất lượng đã được phê duyệt (xem trong 6.2.2.1) là yêu cầu đối với hàn sản xuất, hàn đính, hay hàn sửa chữa các loại:

- Kết cấu đặc biệt;
- Kết cấu chính;
- Kết cấu phụ có chiều dày lớn hơn và bằng 25,5 mm.

Định nghĩa về các loại kết cấu xem TCVN 6170.

6.2.2.3 Một thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) phải bao gồm việc hàn một mẫu thử nghiệm tuân theo bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS). Mẫu thử nghiệm này phải được kiểm tra không phá hủy và thử nghiệm cơ học sau khi hàn, và xử lý nhiệt.

6.2.2.4 Việc hàn thử nghiệm phải do bên chế tạo tiến hành theo các quy trình đã được phê duyệt. Loại và quy mô kiểm tra NDT và thử nghiệm cơ học được quy định trong **Bảng 1**.

Việc lấy các mẫu để thử nghiệm cơ học và phương pháp thử nghiệm phải tuân theo tiêu chuẩn đã được Cơ quan có thẩm quyền thừa nhận.

6.2.2.5 Các thử nghiệm xác định chất lượng các mối hàn đặc biệt (ví dụ như hàn miết mạch, hàn bọc tráng ...) phải được Cơ quan có thẩm quyền xem xét riêng.

6.2.2.6 Khi sử dụng hai loại vật liệu cơ bản khác nhau, các tuyến nóng chảy và các vùng ảnh hưởng nhiệt của cả hai loại vật liệu phải được thử nghiệm. Các kết quả thử phải được lập thành biên bản riêng cho từng loại vật liệu cơ bản.

6.2.2.7 Các chỉ tiêu chấp nhận đối với kiểm tra NDT phải tuân theo các yêu cầu quy định trong TCVN 7229, Kiểm tra không phá hủy.

Các tính chất cơ học của mẫu thử nghiệm phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Đối với thử nghiệm kéo theo phương ngang, cường độ chịu kéo cực đại của các mối nối ít nhất phải bằng cường độ chịu kéo tối thiểu đã quy định của kim loại cơ bản. Khi các vật liệu có các cấp khác nhau được nối với nhau thì cường độ chịu kéo cực đại của mối nối phải bằng cường độ cực đại quy định của vật liệu có cấp thấp hơn.
- Các thử nghiệm uốn không được gây ra khuyết tật vượt quá 3 mm theo bất cứ hướng nào;
- Thử nghiệm và đập dạng vết khía chữ V: Nhiệt độ và năng lượng va đập tối thiểu khi thử nghiệm ở mọi vị trí của kết cấu hàn (kim loại hàn, tuyến nóng chảy, vùng ảnh hưởng nhiệt) phải tuân theo các tiêu chuẩn liên quan.
- Thử nghiệm độ cứng: Khi có quy định về độ cứng thì các giá trị độ cứng đo được phải nằm trong phạm vi đã quy định;
- Kiểm tra đoạn vĩ mô: Các mối hàn phải có biến dạng đều đặn kèm theo sự chuyển tiếp tốt đối với kim loại cơ bản. Đoạn vĩ mô phải tuân theo các yêu cầu quy định về các giới hạn cho phép đối với các khuyết tật hàn;
- Thử nghiệm cơ học phá hủy/ Thử nghiệm độ mở vết nứt (CTOD: Crack tip opening displacement): Khi yêu cầu, các kết quả thử nghiệm được đánh giá theo tiêu chuẩn riêng.

Bảng 1 – Kiểu và quy mô kiểm tra NDT và các thử nghiệm cơ học đối với một WPQT

Dạng mối nối	Chiều dày mm	Kiểm tra không phá hủy (NDT) 100%	Số thử nghiệm kéo mối hàn theo phương ngang	Số thử nghiệm uốn			Số thử nghiệm va đập rãnh khía chữ V 567	Số thử nghiệm độ cứng / thử nghiệm vĩ mô	Số thử nghiệm cơ học phá hủy
				Uốn cạnh mối hàn	Uốn mặt mối hàn	Uốn chân mối hàn			

- Các thông số hàn bao gồm dòng điện, điện áp, cực tính, loại dòng điện, tốc độ di chuyển;
- Hướng hàn;
- Số lượng các lớp hàn;
- Phương pháp chuẩn bị;
- Nhiệt độ giữa các lớp;
- Nhiệt độ nung nóng sơ bộ/ nhiệt độ làm việc;
- Xử lý nhiệt sau khi hàn.

6.2.1.2 Một bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) phải bao gồm cả thông tin về các điều kiện môi trường, nếu hàn trong những điều kiện khó khăn. Các thông tin về các trang thiết bị đặc biệt phải dùng hoặc các điều kiện khác cần lưu ý cũng phải được đưa vào.

6.2.1.3 Đối với hàn sửa chữa và hàn đính nói chung các bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) phải được chuẩn bị theo 6.2.1.1. Đối với hàn sửa chữa, phải cung cấp thêm các thông tin sau:

- Phương pháp loại bỏ khuyết tật;
- Phương pháp kiểm tra việc loại bỏ khuyết tật;
- Chuẩn bị vùng hàn, gồm cả dạng rãnh hàn theo cả hai hướng dọc và ngang;
- Chiều dài hàn sửa chữa tối thiểu và chiều dày hàn sửa chữa tối đa/ tối thiểu;
- Những sửa chữa xuyên sâu theo chiều dày.

6.2.2 Chất lượng của quy trình hàn

6.2.2.1 Các quy trình hàn có thể được chấp thuận cho sản xuất nếu tuân thủ đầy đủ các yêu cầu được thiết lập bằng một trong các phương pháp sau đây:

- Tiến hành thử nghiệm kiểm tra xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) và sau đó, duyệt lại biên bản xác định chất lượng quy trình hàn (WPQR);
- Duyệt lại các thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) đủ chất lượng trước đây (Theo 6.2.3.1);
- Duyệt lại các bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) và/ hoặc bản quy định kỹ thuật quy trình hàn sản xuất (PWPS);
- Xem xét kỹ và xác minh lại hồ sơ tài liệu về sự áp dụng có kết quả các quy trình hàn qua một thời gian dài.

6.2.2.2 Tuân theo một quy trình hàn đủ chất lượng đã được phê duyệt (xem trong 6.2.2.1) là yêu cầu đối với hàn sản xuất, hàn đính, hay hàn sửa chữa các loại:

- Kết cấu đặc biệt;
- Kết cấu chính;
- Kết cấu phụ có chiều dày lớn hơn và bằng 25,5 mm.

Định nghĩa về các loại kết cấu xem TCVN 6170.

6.2.2.3 Một thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) phải bao gồm việc hàn một mẫu thử nghiệm tuân theo bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS). Mẫu thử nghiệm này phải được kiểm tra không phá hủy và thử nghiệm cơ học sau khi hàn và xử lý nhiệt.

6.2.2.4 Việc hàn thử nghiệm phải do bên chế tạo tiến hành theo các quy trình đã được phê duyệt. Loại và quy mô kiểm tra NDT và thử nghiệm cơ học được quy định trong **Bảng 1**.

Việc lấy các mẫu để thử nghiệm cơ học và phương pháp thử nghiệm phải tuân theo tiêu chuẩn đã được Cơ quan có thẩm quyền thừa nhận.

6.2.2.5 Các thử nghiệm xác định chất lượng các mối hàn đặc biệt (ví dụ như hàn miết mạch, hàn bọc tráng ...) phải được Cơ quan có thẩm quyền xem xét riêng.

6.2.2.6 Khi sử dụng hai loại vật liệu cơ bản khác nhau, các tuyến nóng chảy và các vùng ảnh hưởng nhiệt của cả hai loại vật liệu phải được thử nghiệm. Các kết quả thử phải được lập thành biên bản riêng cho từng loại vật liệu cơ bản.

6.2.2.7 Các chỉ tiêu chấp nhận đối với kiểm tra NDT phải tuân theo các yêu cầu quy định trong TCVN 7229, Kiểm tra không phá hủy.

Các tính chất cơ học của mẫu thử nghiệm phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Đối với thử nghiệm kéo theo phương ngang, cường độ chịu kéo cực đại của các mối nối ít nhất phải bằng cường độ chịu kéo tối thiểu đã quy định của kim loại cơ bản. Khi các vật liệu có các cấp khác nhau được nối với nhau thì cường độ chịu kéo cực đại của mối nối phải bằng cường độ cực đại quy định của vật liệu có cấp thấp hơn.
- Các thử nghiệm uốn không được gây ra khuyết tật vượt quá 3 mm theo bất cứ hướng nào;
- Thử nghiệm và đập dạng vết khía chữ V: Nhiệt độ và năng lượng va đập tối thiểu khi thử nghiệm ở mọi vị trí của kết cấu hàn (kim loại hàn, tuyến nóng chảy, vùng ảnh hưởng nhiệt) phải tuân theo các tiêu chuẩn liên quan.
- Thử nghiệm độ cứng: Khi có quy định về độ cứng thì các giá trị độ cứng đo được phải nằm trong phạm vi đã quy định;
- Kiểm tra đoạn vĩ mô: Các mối hàn phải có biên dạng đều đặn kèm theo sự chuyển tiếp tốt đối với kim loại cơ bản. Đoạn vĩ mô phải tuân theo các yêu cầu quy định về các giới hạn cho phép đối với các khuyết tật hàn;
- Thử nghiệm cơ học phá hủy/ Thử nghiệm độ mở vết nứt (CTOD: Crack tip opening displacement): Khi yêu cầu, các kết quả thử nghiệm được đánh giá theo tiêu chuẩn riêng.

Bảng 1 – Kiểu và quy mô kiểm tra NDT và các thử nghiệm cơ học đối với một WPQT

Dạng mối nối	Chiều dày mm	Kiểm tra không phá hủy (NDT) 100%	Số thử nghiệm kéo mối hàn theo phương ngang	Số thử nghiệm uốn			Số thử nghiệm va đập rãnh khía chữ V 5 6 7	Số thử nghiệm độ cứng / thử nghiệm vĩ mô	Số thử nghiệm cơ học phá hủy
				Uốn cạnh mối hàn	Uốn mặt mối hàn	Uốn chân mối hàn			

Hàn đối đầu	$t \leq 12,5$	VT ¹ + RT ¹ + MT ¹	3	4	1	1	Các tấm phẳng : 1 Các vỏ ống: 2	9	
	$12,5 < t \leq 50$	VT + RT/UT ¹ + MT	2	2	-	-		4	
	$t > 50$	VT + UT + MT	-	2	-	-		6 ⁸	
Các mối nối chữ T, Y, K thấu hoàn toàn ¹¹	$t \leq 50$	VT + UT + MT	Không áp dụng	Không áp dụng			4 ¹⁰	1	9
	$t > 50$								
Hàn góc	tất cả	VT + MT	Không áp dụng	Không áp dụng			Không áp dụng	2	9
Mối nối ở nút ống	$t \leq 50$	VT + UT + MT	Không áp dụng	Không áp dụng			4	2	9
	$t > 50$								6 ⁸

CHÚ THÍCH 1:

- VT là kiểm tra bằng mắt;
- RT là kiểm tra bằng kỹ thuật chụp ảnh phóng xạ;
- UT là kiểm tra bằng siêu âm;
- MT là kiểm tra bằng bột từ.

CHÚ THÍCH 2: Đối với các vật liệu phi từ tính phải áp dụng các phương pháp phát hiện khuyết tật khác MT ví dụ như phương pháp kiểm tra bằng thấm chất lỏng (PT);

CHÚ THÍCH 3: Phải xác định cường độ chịu kéo cực đại của mối hàn;

CHÚ THÍCH 4: Đối với các quá trình hàn không tạo xỉ, phải thay thế thử nghiệm uốn mặt và thử nghiệm uốn chân bằng hai thử nghiệm uốn cạnh;

CHÚ THÍCH 5: Việc thử nghiệm độ dai va đập phải được thực hiện với vết khía nằm ở tâm mối hàn, trên tuyến nóng chảy, cách tuyến nóng chảy 2 mm và cách tuyến nóng chảy 5 mm. Các mẫu thử nghiệm phải được lấy bằng 2 mm bên dưới bề mặt kim loại cơ bản, ở phía đầu mối hàn;

CHÚ THÍCH 6: Thông thường thử nghiệm độ dai va đập không yêu cầu đối với kim loại cơ bản có chiều dày ≤ 6 mm. Mỗi thử nghiệm vết khía chữ V gồm có 3 mẫu;

CHÚ THÍCH 7: Nếu vùng mối hàn đem thử nghiệm không tiêu biểu cho toàn bộ mối hàn (ví dụ như các vùng hàn khác nhau được thực hiện có sự thay đổi quá trình hàn hoặc vật liệu hàn) thì thử nghiệm va đập phải được thực hiện cho từng vùng hàn tiêu biểu;

CHÚ THÍCH 8: Đối với các mối hàn có chiều dày $t > 50$ mm, phải thêm thử nghiệm va đập đối với các vùng chân mối hàn. Vết khía phải nằm ở trung tâm kim loại hàn và tuyến nóng chảy;

CHÚ THÍCH 9: Các thử nghiệm độ mở vết nứt (CTOD) hoặc các thử nghiệm cơ học phá hủy phải được thực hiện nếu quy định. Loại thử nghiệm và điều kiện thử tùy theo quy định cho từng đối tượng;

CHÚ THÍCH 10: Khi kích thước hình học cho phép;

CHÚ THÍCH 11: Các mối hàn nối chữ T, Y và K thấu hoàn toàn là các mối hàn tấm không đối đầu.

6.2.2.8 Nếu có một mẫu thử cơ học không đáp ứng yêu cầu thì phải làm lại hai thử nghiệm. Các thử nghiệm làm lại được tiến hành trên mẫu cắt ra từ cùng một thanh mẫu thử để đánh giá chất lượng. Các kết quả thu được từ hai thử nghiệm làm lại phải phù hợp các yêu cầu quy định

để đánh giá chất lượng bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS). Nếu một trong hai thử nghiệm làm lại cho kết quả không đạt thì WPS này là không đủ chất lượng.

6.2.2.9 Nếu thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) không đáp ứng các yêu cầu của kiểm tra không phá hủy hoặc thử nghiệm cơ học thì bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) được coi là không đủ chất lượng. Các nguyên nhân phải được đánh giá và việc đánh giá lại bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) phải được xem xét trước khi tiến hành thử nghiệm xác định chất lượng mới.

6.2.2.10 Các thông số đã sử dụng trong quá trình hàn xác định chất lượng phải được trình bày trong một biên bản xác định chất lượng quy trình hàn (WPQR) cho mỗi thử nghiệm. WPQR này phải chỉ rõ địa điểm, thời gian, phương pháp và do ai thực hiện các thử nghiệm hàn, các kiểm tra không phá hủy (NDT) và các thử nghiệm cơ học.

6.2.2.11 Biên bản xác định chất lượng quy trình hàn (WPQR) phải được Cơ quan có thẩm quyền phê duyệt.

6.2.3 Hiệu lực của các quy trình hàn đủ chất lượng

6.2.3.1 Hiệu lực của một quy trình hàn đủ chất lượng phải được giới hạn trong một xưởng được chỉ định dùng bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) và/ hoặc thực hiện thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT). Các xưởng hoặc phân xưởng cùng chịu sự quản lý kỹ thuật và sản xuất theo cùng một chương trình và quy trình đảm bảo chất lượng (QA) được xem là một xưởng.

6.2.3.2 Các dải biến đổi thông số đánh giá chất lượng cho các quy trình hàn được nêu từ 6.2.3.4 đến 6.2.3.8.

6.2.3.3 Việc phối hợp các quá trình hàn dùng trong cùng một môi hàn, việc sử dụng các bộ thông số khác nhau trong các bộ phận khác nhau của mỗi hàn và việc sử dụng các kim loại cơ bản khác nhau phải được xem xét cho từng trường hợp riêng.

6.2.3.4 Đối với vật liệu cơ bản thì một thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) đánh giá chất lượng cho một bản WPS và/ hoặc một bản RWPS đã cho với điều kiện là các thông số được nêu trong quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) và/ hoặc quy định kỹ thuật quy trình hàn sửa chữa (RWPS) (So với từng thông số tương ứng được áp dụng trong WPQT này) phải nằm trong phạm vi sau đây:

- Không có các sai lệch lớn, trong quá trình tạo hình dạng cuối cùng, trong thành phần hóa học hoặc trong tình trạng chất lượng khi giao hàng;
- Chiều dày nằm trong phạm vi từ -25% đến + 50%.

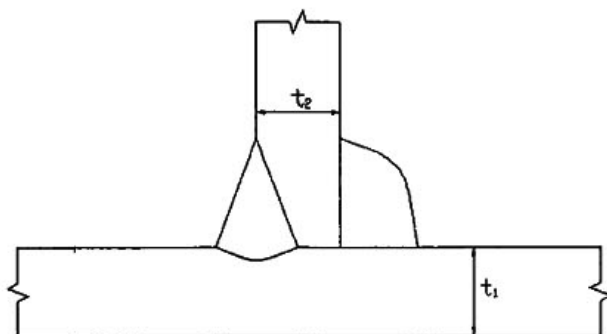
Khi áp dụng quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) dựa trên các thử nghiệm cơ học phá hủy (ví dụ như CTOD) thì độ lệch trên của chiều dày không được vượt quá giá trị nào nhỏ hơn trong hai số +10% và +10mm.

Các giới hạn về sự thay đổi chiều dày nêu trên áp dụng cho từng tấm phẳng hoặc từng bộ phận trong mối nối. Đối với các mối hàn góc (các mối hàn không thấu hoàn toàn) thì các giới hạn nêu trên được áp dụng cho chiều dày kết hợp t_{kh} (xem Hình 1).

- Đối với các ống mỏng và ống có đường kính ngoài đến 600 mm: đường kính ngoài nằm trong khoảng - 50% (không có giới hạn trên).

Đối với các ống vượt quá 600 mm: đường kính ngoài nằm trong khoảng -300 mm;

Các ống mỏng có đường kính ngoài vượt quá 600 mm được coi là tương đương với các tấm phẳng.



Hình 1- Chiều dày kết hợp của mối hàn góc

(Mối nối chữ T, $t_{kh} = 2t_1 + t_2$; trong đó: t_{kh} – chiều dày kết hợp)

6.2.3.5 Đối với các vật liệu hàn thì một thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) đánh giá chất lượng cho một quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) và/ hoặc một quy định kỹ thuật quy trình hàn sửa chữa (RWPS) đã cho với điều kiện là các thông số được nêu trong WPS và/ hoặc RWPS (so với từng thông số tương ứng được áp dụng trong WPQT này) phải phù hợp với nguyên tắc sau:

- Không thay đổi về chủng loại, cấp hoặc đường kính. Không có sự thay đổi lớn trong quy trình bảo quản, thêm hoặc bớt thuốc hàn, loại chất trợ dung hay các dây hàn nóng hoặc nguội;
- Không thay đổi nhãn mác vật liệu hàn khi yêu cầu thử nghiệm va đập;
- Không có sai lệch lớn trong hỗn hợp, tốc độ chảy, thời gian lấp đầy và thể tích lấp đầy đối với các khi bảo vệ và trợ giúp;

6.2.3.6 Đối với hình dạng mối nối thì một thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) đánh giá chất lượng cho một quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) và/ hoặc một quy định kỹ thuật quy trình hàn sửa chữa (RWPS) đã cho với điều kiện là các thông số được nêu trong WPS và/ hoặc RWPS (so với từng thông số tương ứng được áp dụng trong WPQT này) phải phù hợp với nguyên tắc sau:

- Không thay đổi việc hàn hai phía được áp dụng trong thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) này (tuy nhiên, hàn một phía trong WPQT này cũng đánh giá chất lượng cho hàn hai phía);
- Không thay đổi giữa các mối hàn đối đầu và không đối đầu;

- Không thay đổi mối hàn thấu hoàn toàn được áp dụng trong thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) này (tuy nhiên, mối hàn thấu một phần trong WPQT này cũng đánh giá chất lượng cho mối hàn thấu hoàn toàn). Trong mối hàn góc có độ dài chân 12,5 mm hoặc hơn có thể được coi là tương đương với mối hàn thấu hoàn toàn;
- Tỷ số giữa các đường kính ống chính (\square_c) và ống nhánh (\square_s) của các mối nối ống phải cùng dài; hoặc là bằng và thấp hơn 2/3 hoặc là trên 2/3 (nghĩa là nếu \square_c / \square_s được áp dụng trong thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) này lớn hơn 2/3 thì các dải đạt chất lượng là cho $\square_c / \square_s > 2/3$. Tương tự như vậy đối với $\square_c / \square_s \leq 2/3$).

Tuy nhiên, đối với các mối nối ống có kích thước ống chính trên 600 mm và tỷ số các đường kính ống chính (\square_c) và ống nhánh (\square_s) nhỏ hơn 1/2 thì ống chính được coi là tầm phẳng.

6.2.3.7 Đối với hình học của các rãnh hàn thì một thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) đánh giá chất lượng cho một WPS và/ hoặc RWPS đã cho với điều kiện là các tham số được nêu trong WPS và/ hoặc RWPS (So với từng thông số tương ứng được áp dụng trong WPQT này) phải phù hợp với các nguyên tắc sau:

- Góc rãnh xẻ bao gồm cả các rãnh cắt bằng máy và cắt bằng ngọn lửa hàn phải nằm trong phạm vi $\pm 15^\circ$ so với góc được áp dụng trong thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT). Không có sự thay đổi rãnh phía sau.
- Không có sự biến đổi lớn của các thông số quan trọng đối với tính hàn thấu (ví dụ như khe hở ở chân mối hàn), kiểu chảy lỏng, kiểu đông cứng.

6.2.3.8 Đối với các điều kiện hàn nói chung thì một thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) đánh giá chất lượng cho quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) và/ hoặc quy định kỹ thuật quy trình hàn sửa chữa (RWPS) đã cho với điều kiện là các thông số được nêu trong WPS và/ hoặc RWPS (so với từng thông số tương ứng được áp dụng trong WPQT này) phải phù hợp với nguyên tắc sau:

- Không thay đổi quá trình hàn;
- Các thông số hàn phải nằm trong phạm vi sau:
 - Dòng điện: $\pm 15\%$ (trung bình), không thay đổi giữa dòng một chiều và dòng xoay chiều;
 - Điện áp hồ quang: $\pm 10\%$. Đối với hàn hồ quang có khí bảo vệ: $\pm 15\%$;
 - Cực tính: không thay đổi;
 - Tốc độ di chuyển: $\pm 10\%$;
 - Nhiệt đưa vào trên 1 đơn vị chiều dài đường hàn: $\pm 15\%$;
 - Tốc độ ra dây: $\pm 15\%$;
 - Các đặc trưng hồ quang khí kim loại: không thay đổi giữa hồ quang phun với hồ quang không liên tục hoặc ngược lại.
- Sự thay đổi của nhiệt độ nung nóng sơ bộ phải nằm trong phạm vi 0°C đến $+25^\circ\text{C}$;
- Sự thay đổi của nhiệt độ giữa các lớp không được vượt quá 25%;
- Không tăng nhiệt độ làm việc;

- Sự thay đổi của nhiệt độ được giữ lại sau khi nung nóng phải nằm trong phạm vi $\pm 25^{\circ}\text{C}$ và sự thay đổi thời gian giữ phải nằm trong phạm vi $\pm 10\%$;
- Không có sự sai lệch lớn của các thông số xử lý nhiệt sau hàn ảnh hưởng đến các tính chất cơ học, ứng suất dư hoặc trở kháng chống ăn mòn (ví dụ như tốc độ nung nóng, tốc độ làm nguội, nhiệt độ và thời gian kéo dài, dải nung nóng và độ rộng cách ly, xử lý nhiệt cục bộ hoặc bằng lò nung).

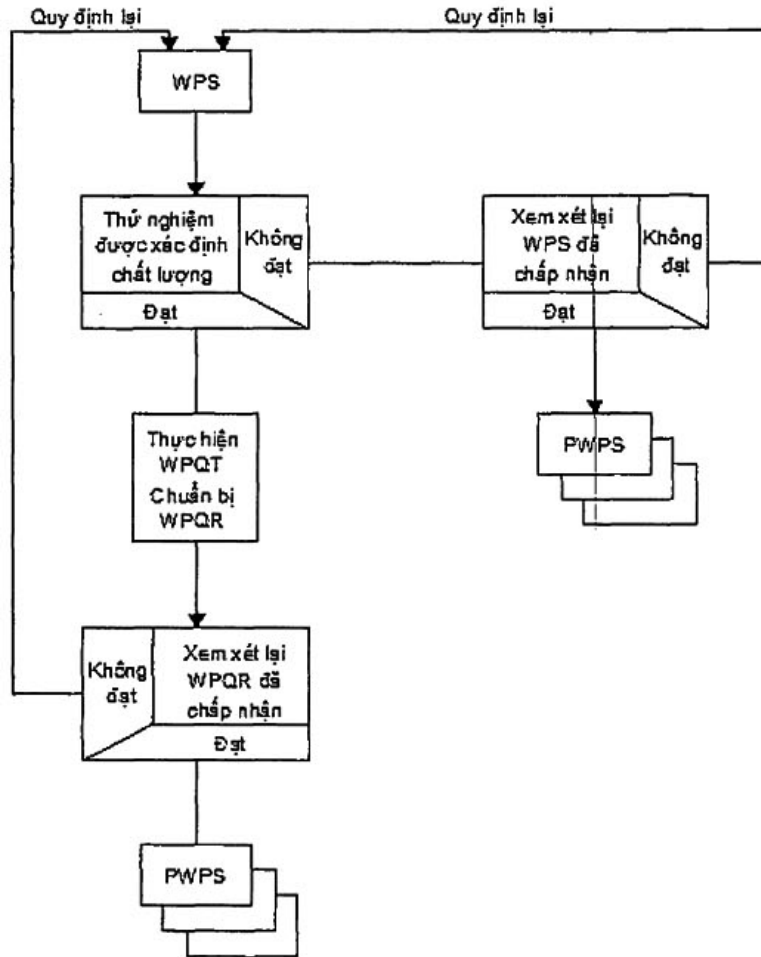
6.2.4 Chuẩn bị quy định kỹ thuật quy trình hàn sản xuất (PWPS)

6.2.4.1 Bản quy định kỹ thuật quy trình hàn sản xuất (PWPS) phải được minh họa bằng một hoặc nhiều biên bản xác định chất lượng quy trình hàn (WPQR) đủ chất lượng nếu mỗi nối cần hàn đòi hỏi quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) đã được đánh giá là đủ chất lượng (Xem điều 5.2.2.2). Nếu mỗi nối cần hàn không đòi hỏi quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) đã được đánh giá đủ chất lượng bởi một thử nghiệm xác định chất lượng quy trình hàn (WPQT) thì bản quy định kỹ thuật quy trình hàn sản xuất (PWPS) phải được minh họa bằng một hoặc nhiều bản WPS.

6.2.4.2 Một quy định kỹ thuật quy trình hàn sản xuất (PWPS) tối thiểu phải gồm có các thông tin sau đây: :

- Số hiệu của PWPS, ngày tháng, lần soát xét;
- Dấu hiệu nhận dạng các biên bản xác định chất lượng quy trình hàn (WPQR) và bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) minh họa;
- Quá trình hàn;
- Dấu hiệu nhận dạng mỗi nối cần hàn;
- Vật liệu hàn (que hàn, điện cực);
- Các điều kiện hàn (kèm theo các phạm vi thay đổi cho phép).

Thông tin phải đầy đủ và cho phép thợ hàn hoặc người điều khiển hàn thực hiện việc hàn trong phạm vi chất lượng.



Hình 2 – Sơ đồ các bước chuẩn bị quy định kỹ thuật của quy trình hàn sản xuất

6.2.5 Hàn dưới nước

6.2.5.1 Việc hàn dưới nước phải được thực hiện trong điều kiện cho phép hàn lại được ở mức độ chất lượng yêu cầu.

CHÚ THÍCH: Việc hàn dưới nước thường được tiến hành trong một khoang rộng đã rút hết nước (hàn trong buồng kín).

6.2.5.2 Ngoài các quy định đã nêu trong 6.2.1, phải chuẩn bị thêm bản quy định kỹ thuật quy trình hàn (WPS) tỉ mỉ có chứa các thông tin thích hợp sau đây cho các thao tác hàn dưới nước:

- Độ sâu của nước (min/ max);
- Thành phần các chất khí (O₂; N₂; He);
- Độ ẩm (max);
- Nhiệt độ trong buồng hàn (min/ max);
- Áp suất trong buồng hàn;
- Quy trình bảo quản và vận chuyển các vật liệu hàn.

6.2.5.3 Quy trình hàn này phải đủ chất lượng trong các điều kiện tiêu biểu ở một cơ sở thử nghiệm thích hợp.

6.2.5.4 Phải quy định các thông số chủ yếu và các phạm vi thay đổi của chúng.

6.3 Thợ hàn

6.3.1 Trình độ tay nghề của thợ hàn

6.3.1.1 Việc hàn tay phải do các thợ hàn có đủ trình độ tay nghề thực hiện theo TCVN 7229. Các thợ hàn phải được kiểm tra trình độ tay nghề theo tiêu chuẩn đã được Cơ quan có thẩm quyền thừa nhận.

6.3.1.2 Trình độ thợ hàn được Cơ quan có thẩm quyền chấp nhận nếu có hồ sơ thích hợp. Trong trường hợp này, hồ sơ phải được Cơ quan có thẩm quyền xem xét lại trước khi chấp nhận.

6.3.1.3 Nhà chế tạo phải cung cấp cho mỗi thợ hàn một con số hoặc một ký hiệu nhận dạng để có thể nhận biết công việc do từng thợ hàn thực hiện.

6.3.1.4 Các thợ hàn phải được xác nhận trình độ theo tư thế hàn tương thích với tư thế hàn được dùng trong sản xuất thực tế.

6.3.2 Những người điều khiển hàn

6.3.2.1 Những người điều khiển hàn sử dụng các quá trình tự động hoàn toàn, nói chung là không cần qua kiểm tra tay nghề. Tuy nhiên, những người này phải đánh dấu các mối hàn của họ để có thể nhận dạng về sau này. Những người điều khiển hàn sử dụng các quá trình bán tự động, như hàn hồ quang khí điện cực kim loại và hàn hồ quang có lõi trợ dung phải được xác nhận trình độ tay nghề như quy định trong 6.3.1.

6.3.3 Thợ hàn dưới nước

6.3.3.1 Thợ hàn dưới nước phải đáp ứng các yêu cầu quy định cho một cuộc kiểm tra tay nghề hàn bề mặt thích hợp.

6.3.3.2 Việc xác định trình độ tay nghề cho thợ hàn dưới nước được tiến hành tại cơ sở thử nghiệm có những điều kiện điển hình và theo quy định kỹ thuật quy trình hàn dưới nước đủ chất lượng.

Cần có tài liệu chứng tỏ rằng thợ hàn đã được huấn luyện thích hợp để hàn trong điều kiện có áp suất, trước khi tiến hành kiểm tra trình độ tay nghề hàn dưới nước.

7 Kiểm tra trong quá trình chế tạo

7.1 Phạm vi

Phần này áp dụng để kiểm tra các lớp phủ bảo vệ, các hệ thống bảo vệ ca-tốt, kiểm tra kích thước, kiểm tra không phá hủy (NDT) và các thử nghiệm hàn sản xuất.

7.2 Quy định chung

Việc kiểm tra trong quá trình chế tạo phải được thực hiện bởi chính bên chế tạo hoặc một Ban kiểm tra do bên chế tạo chỉ định. Việc kiểm tra là để đảm bảo sự tuân thủ đúng theo các bản vẽ, các quy định kỹ thuật và các quy trình đã được thiết lập để thực hiện công việc và để đảm bảo rằng những người có đủ trình độ chuyên môn được sử dụng trong công việc.

Việc kiểm tra phải gồm các hạng mục sau:

- Kiểm tra ký hiệu nhận dạng, hồ sơ tài liệu và việc sử dụng các vật liệu;
- Kiểm tra việc đánh giá tay nghề của người lao động và chất lượng của các quy trình chế tạo cũng như kiểm tra việc chấp nhận những đánh giá ấy;
- Kiểm tra các công việc chuẩn bị (bộ phận lắp ráp, các trang bị, khuôn mẫu, gia cường ...);
- Kiểm tra hàn;
- Kiểm tra việc chế tạo theo đúng các quy định kỹ thuật/ các quy trình;
- Kiểm tra việc thực hiện thử nghiệm không phá hủy cùng các kiểm tra và thử nghiệm khác;
- Kiểm tra việc sửa chữa;
- Kiểm tra các hệ thống bảo vệ chống ăn mòn;
- Bảo đảm chức năng của các thiết bị kiểm tra/ thử nghiệm và các thiết bị đo ghi có tính chất quyết định sự hoạt động đúng của các thiết bị/ máy móc được dùng trong chế tạo.

Việc kiểm tra phải được thực hiện trong quá trình chế tạo trong một phạm vi cần thiết để đảm bảo rằng các yêu cầu về phân cấp đã được thỏa mãn.

Việc kiểm tra phải được thực hiện để chứng minh rằng mức độ chất lượng đã quy định được duy trì trong suốt quá trình chế tạo.

Việc kiểm tra phải được thực hiện theo các kế hoạch và quy trình đã lập. Phải lập đầy đủ các báo cáo và các hồ sơ tài liệu đúng về các vấn đề được phát hiện.

Các tỷ lệ không phù hợp xảy ra cao trong quá trình thực hiện công việc hoặc trong sản xuất phải được xem xét đặc biệt. Những xem xét này có thể gồm việc kiểm tra tăng cường để đánh giá lại trình độ tay nghề của người lao động và có thể phải có những sửa đổi.

7.2.1 Kiểm tra các lớp phủ bảo vệ và hệ thống bảo vệ ca-tốt

7.2.1.1 Phải thực hiện việc kiểm tra các lớp phủ bảo vệ. Phải chuẩn bị các báo cáo kiểm tra, tối thiểu gồm các thông tin sau:

- Hệ thống lớp phủ đã sử dụng;
- Các điều kiện áp dụng, có chú ý tới nhiệt độ và độ ẩm tương đối;
- Phương pháp và thiết bị chuẩn bị bề mặt và trạng thái bề mặt được chuẩn bị;
- Phương pháp áp dụng và khoảng thời gian từ lúc chuẩn bị xong bề mặt đến lúc phủ lớp thứ nhất;
- Độ dày cực đại, cực tiểu của màng khô của từng lớp phủ đơn, tổng số lớp phủ và độ dày cuối cùng của màng khô;
- Các phương pháp kiểm tra và các chỉ tiêu chấp nhận;
- Việc sửa chữa các lớp phủ bị hư hỏng.

7.2.1.2 Phải thực hiện kiểm tra các hệ thống bảo vệ ca-tốt để đảm bảo rằng các hệ thống bảo vệ ca-tốt được chế tạo và lắp đặt theo các bản vẽ và các quy định kỹ thuật đã phê duyệt.

7.2.1.3 Việc hàn và việc kiểm tra không phá hủy các hệ gắn a-nốt vào công trình phải tuân theo các yêu cầu được quy định ở điều 6 và điều 7 của tiêu chuẩn này.

7.2.1.4 Bề mặt của các a-nốt đã lắp đặt phải được kiểm tra bằng cách quan sát ở giai đoạn chế tạo cuối cùng. Bề mặt này không bị sơn phủ, không bị hư hỏng, không bị nứt làm ảnh hưởng tới hiệu suất của a-nốt.

7.2.1.5 Tất cả các dây và các chỗ nối của hệ thống dòng ngoài phải được kiểm tra để phát hiện các khuyết tật cách điện. Việc thử nghiệm nguồn điện phải được thực hiện để bảo đảm nối điện đầy đủ và không có hư hỏng xảy ra trong quá trình lắp đặt.

7.2.1.6 Sau khi kiểm tra các hệ thống bảo vệ ca-tốt và/ hoặc dòng ngoài phải viết các báo cáo bao gồm mục đích và phạm vi kiểm tra và nêu chi tiết các vấn đề được phát hiện.

7.2.1.7 Việc kết hợp sơn phủ và bảo vệ ca-tốt, hệ thống bảo vệ chống ăn mòn khác và các vật liệu khác nhau trong tổ hợp phải được kiểm tra có chú ý tới việc lắp đặt và áp dụng đúng vật liệu và hệ thống tương ứng.

7.2.2 Kiểm tra kích thước

7.2.2.1 Khi cần, phải kiểm tra kích thước trong quá trình cũng như sau khi chế tạo.

7.2.2.2 Việc kiểm tra kích thước phải được thực hiện theo các quy trình đã thiết lập cho việc kiểm tra và trong một chừng mực nhất định khẳng định rằng các thay đổi kích thước thích hợp đã được phát hiện trước khi ráp nối các bộ phận và các tổ hợp vào công trình.

7.2.2.3 Các kích thước của các bộ phận, các tổ hợp và công trình hoàn công phải tuân thủ các dung sai cho phép đã thiết lập trong các bản quy định kỹ thuật chế tạo. Các độ lệch nằm ngoài dung sai này phải lưu hồ sơ và đánh giá.

7.3 Kiểm tra không phá hủy (NDT)

7.3.1 Quy định chung

7.3.1.1 Các mối hàn phải được kiểm tra bằng mắt, khi công tác chế tạo đang diễn ra. Việc kiểm tra không phá hủy phải được thực hiện theo các quy trình đã được lập, và khi có yêu cầu, phải được xác định chất lượng cho công việc.

7.3.1.2 Khi có xử lý nhiệt thì việc kiểm tra không phá hủy sau cùng thường phải được tiến hành khi tất cả các thao tác xử lý nhiệt đã hoàn thành.

7.3.1.3 Các phương pháp kiểm tra không phá hủy phải được lựa chọn có sự xem xét thích đáng tới các điều kiện có ảnh hưởng đến độ nhạy của phương pháp và tới các phương pháp phát hiện khuyết tật có thể xảy ra do hậu quả của một quá trình hàn đã chọn.

CHÚ THÍCH: Nếu có thể thì việc phát hiện các khuyết tật không nên chỉ dùng một phương pháp duy nhất, nghĩa là cần thử nghiệm bổ sung bằng một phương pháp thích hợp khác được khuyến nghị.

7.3.1.4 Việc kiểm tra không phá hủy cuối cùng thường phải được thực hiện không sớm hơn 24 giờ sau khi hoàn thành mối hàn đang xét.

7.3.1.5 Tất cả các kiểm tra không phá hủy phải được ghi vào hồ sơ theo cách để sao cho các vùng đã kiểm tra có thể tìm được dễ dàng và công việc kiểm tra đã thực hiện có thể lặp lại được. Các báo cáo phải định dạng được các khuyết tật hiện có trong các vùng mối hàn và phải kết luận rõ có đáp ứng được các chỉ tiêu chấp nhận hay không.

7.3.2 Kiểm tra bằng phương pháp chụp ảnh phóng xạ

7.3.2.1 Việc kiểm tra bằng phương pháp chụp ảnh phóng xạ phải được thực hiện theo quy trình đã phê duyệt.

7.3.2.2 Việc kiểm tra bằng phương pháp chụp ảnh phóng xạ phải được thực hiện theo các yêu cầu của TCVN 7229.

7.3.2.3 Phải bảo quản và lưu giữ tốt các phim trong suốt tuổi thọ thiết kế của công trình.

7.3.3 Kiểm tra bằng phương pháp siêu âm

7.3.3.1 Việc kiểm tra bằng phương pháp siêu âm phải được thực hiện theo quy trình đã phê duyệt.

CHÚ THÍCH: Các quy trình đã được khuyến nghị về kiểm tra bằng phương pháp siêu âm các mối nối hàn có thể tìm thấy trong nhiều tài liệu khác nhau.

7.3.3.2 Thiết bị kiểm tra bằng phương pháp siêu âm phải:

- Có khả năng áp dụng kỹ thuật xung dội và kỹ thuật dùng đầu dò kép;
- Có dải tần số tối thiểu từ 2 – 6 MHz;
- Có bộ điều chỉnh khuếch đại đã hiệu chuẩn với thay đổi cực đại 2 dB mỗi bước;
- Có màn hình phẳng tiếp cận được từ phía trước để vẽ trực tiếp các đường cong tham chiếu;
- Cho phép các xung dội với biên độ 5% chiều cao màn hình có thể được phát hiện một cách rõ ràng trong các điều kiện thử nghiệm;
- Có cả các đầu dò sóng thẳng và các đầu dò sóng nghiêng 45°, 70° và 80°.

7.3.3.3 Phải thực hiện việc hiệu chuẩn các thiết bị siêu âm ngay khi thiết bị này không thực hiện đúng chức năng vì bất cứ lý do gì, kể cả chức năng đóng/ mở và khi có nghi ngờ liên quan tới sự hoạt động đúng của thiết bị.

7.3.3.4 Dùng mẫu chuẩn để hiệu chuẩn phạm vi đo và xác định góc nghiêng của đầu dò.

7.3.3.5 Phải lập một đường cong tham chiếu để đánh giá các chỉ thị khuyết tật. Đường cong này phải được vẽ trên màn hình của thiết bị. Phải ghi vào biên bản tất cả các hiển thị vượt quá 20% đường cong tham chiếu liên quan tới loại kết cấu đặc biệt và tất cả các hiển thị vượt quá 50% đường cong tham chiếu đối với các loại kết cấu khác.

7.3.3.6 Mẫu chuẩn phải được sử dụng để chuẩn bộ khuếch đại và xây dựng các đường cong tham chiếu. Mẫu chuẩn này thường được chế tạo từ các vật liệu thực tế cần kiểm tra và có các kích thước được phê duyệt.

7.3.3.7 Việc hiệu chuẩn các máy siêu âm thường được tiến hành theo các quy phạm và tiêu chuẩn đã thừa nhận.

7.3.3.8 Đối với việc kiểm tra bằng phương pháp siêu âm, bề mặt tiếp xúc phải sạch và trơn nhẵn, nghĩa là không bị bẩn, đóng vẩy, gỉ và không có vết hàn bắn tung tóe ... có thể ảnh hưởng tới kết quả kiểm tra.

7.3.3.9 Mỗi hàn thường được kiểm tra từ cả hai phía được thể hiện trên Hình 3 và Hình 4.

7.3.3.10 Để phát hiện khuyết tật, độ khuếch đại sơ bộ chuẩn đúng ban đầu phải được tăng lên 6dB. Việc đánh giá kích thước khuyết tật không được thực hiện ở mức khuếch đại đã tăng lên này.

7.3.3.11 Các khuyết tật phải được khảo sát bằng việc cực đại hóa các xung dội với các đầu dò nghiêng khác nhau và bằng việc xoay các đầu dò. Để đánh giá kích thước, phải sử dụng hoặc phương pháp " hạ 20dB" hoặc phương pháp "hạ nửa giá trị".

7.3.4 Kiểm tra bằng phương pháp bột từ

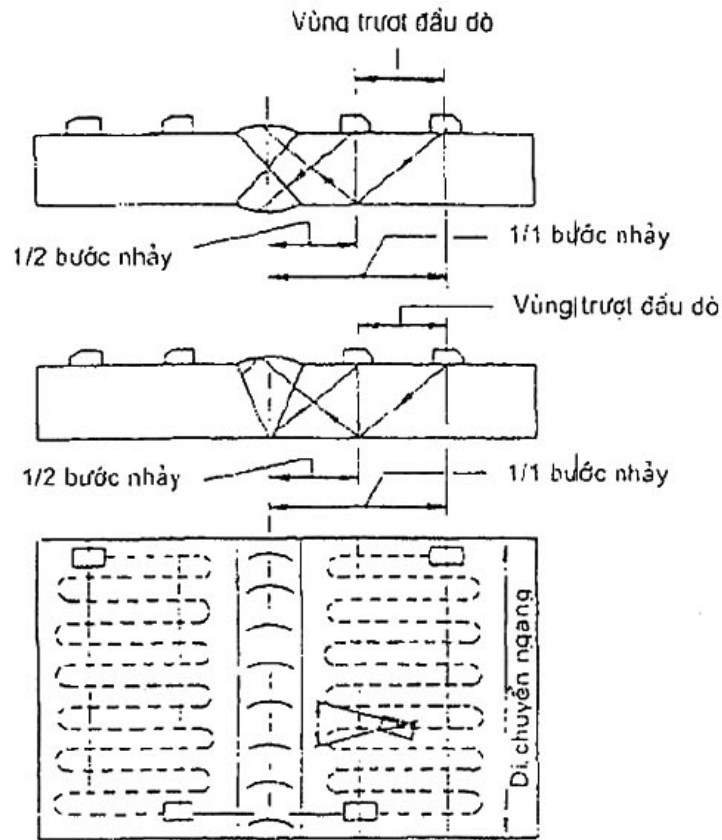
7.3.4.1 Việc kiểm tra bằng phương pháp bột từ phải được thực hiện theo các quy trình đã được phê duyệt.

7.3.4.2 Thiết bị kiểm tra phải tạo ra được một trường điện từ nằm trong khoảng 2,4 kA/m và 4,0 kA/m cho các đầu dò. Các vấu kẹp điện từ trường dòng xoay chiều phải được nghiên cứu chế tạo để có lực nâng 5 kg lực. Cường độ của từ trường và lực nâng phải được kiểm tra vào các khoảng thời gian đều đặn và ghi lại các kết quả đó.

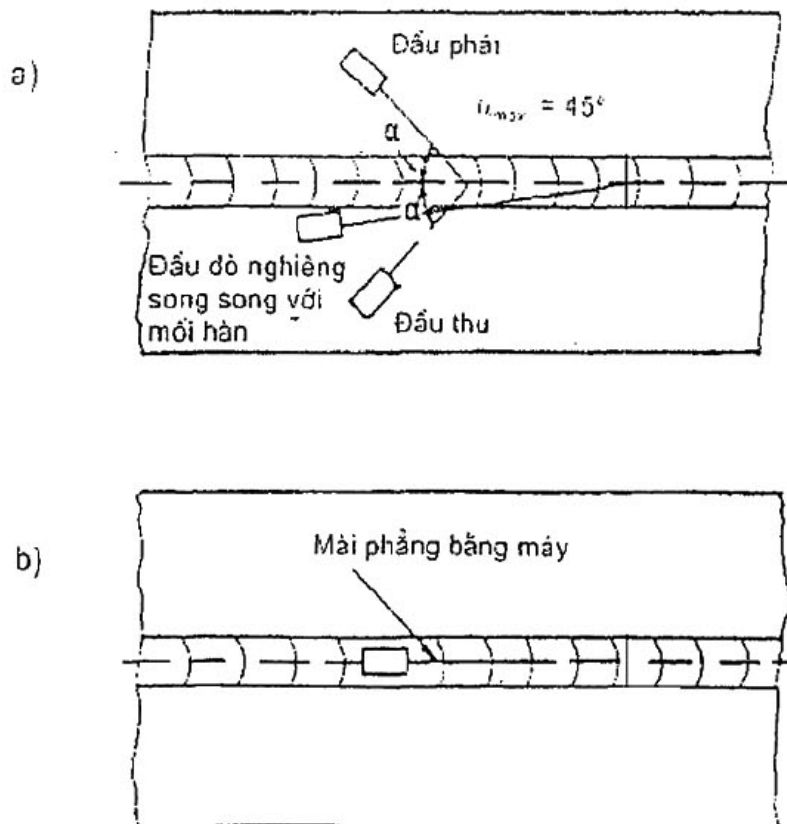
7.3.4.3 Không được phép sử dụng các thanh nam châm.

7.3.4.4 Bề mặt cần kiểm tra phải sạch và khô, không được có vết bẩn, nghĩa là không có sơn, mỡ, dầu, xơ vải, vẩy gỉ, chất trợ dung hàn ... có thể gây nhiễu việc kiểm tra.

7.3.4.5 Để đảm bảo phát hiện các chỗ không đồng nhất có trục nằm theo bất cứ hướng nào thì việc kiểm tra từng vùng phải được thực hiện bằng một từ trường dịch chuyển ít nhất theo hai hướng xấp xỉ vuông góc nhau, có phần chồng lên nhau đủ bao trùm toàn bộ vùng kiểm tra.



Hình 3 – Hướng di chuyển đầu dò kiểm tra mối hàn đối đầu, thiết bị xách tay



Hình 4 – Phát hiện vết nứt ngang

7.3.4.6 Các bột từ ướt và khô không phát quang phải tạo ra đủ độ tương phản so với phông nền hoặc bề mặt kiểm tra.

7.3.4.7 Việc kiểm tra bằng các bột từ phản quang phải được đặt trong vùng tối khi sử dụng ánh sáng lọc tia cực tím có bước sóng nằm trong phạm vi 3200 – 3800 Å.

7.3.4.8 Việc kiểm tra bằng phương pháp bột từ không được thực hiện trên các bộ phận có nhiệt độ bề mặt vượt quá 300°C. Giữa 60°C và 300°C, chỉ sử dụng bột từ khô.

7.3.5 Kiểm tra bằng phương pháp thẩm thấu chất lỏng

7.3.5.1 Việc kiểm tra bằng phương pháp thẩm thấu chất lỏng phải được thực hiện theo các quy trình đã được phê duyệt, và chỉ được sử dụng trên các vật liệu không sắt từ hoặc các vật liệu có sự biến thiên lớn về độ thẩm từ, trừ khi có thỏa thuận khác của Cơ quan có thẩm quyền. Đối với những nhiệt độ bề mặt ngoài phạm vi 15°C – 35°C thì phải dùng các khối chuẩn so sánh đặc biệt để so sánh chỉ thị khuyết tật trong và ngoài phạm vi này.

7.3.6 Các quy trình không phá hủy và nhân viên kiểm tra

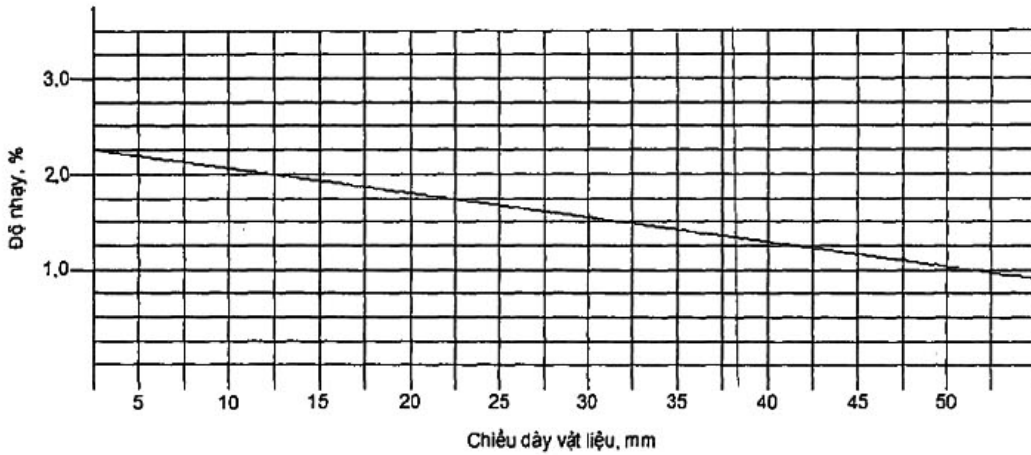
7.3.6.1 Việc kiểm tra không phá hủy phải được thực hiện theo các quy trình đã được phê duyệt. Các quy trình kiểm tra NDT tối thiểu phải gồm các yêu cầu và được xác định chất lượng theo các yêu cầu như quy định trong 7.3.6.

7.3.6.2 Các quy trình kiểm tra bằng phương pháp phóng xạ phải có các thông tin sau:

- Vật liệu và kích thước;
- Quá trình hàn;
- Dạng mối nối và các kích thước;
- Nguồn phóng xạ;
- Kỹ thuật sử dụng;
- Các mối quan hệ về mặt hình học;
- Loại phim;
- Màn chắn tăng cường;
- Điều kiện phơi sáng;
- Xử lý;
- Độ nhạy của bộ chỉ thị chất lượng ảnh (Image quality indicator, IQI) theo phần trăm của chiều dày thành, dựa trên các bộ chỉ thị phía nguồn và phía phim tương ứng;
- Phương pháp phát hiện tán xạ ngược;
- Mật độ;
- Phương pháp nhận dạng bộ chỉ thị chất lượng ảnh phía phim;
- Vùng tác dụng của phim;
- Tham khảo các quy trình hàn thích hợp.

7.3.6.3 Mỗi quy trình kiểm tra phóng xạ phải được xác định chất lượng bằng cách thực hiện hai lần chiếu xạ các mối hàn nối có cùng hình dạng, kích thước và vật liệu giống hoặc tương đương vật liệu dùng trong công trình.

$$\text{Độ nhạy IQI} = \frac{\text{Đường kính của dây nhỏ nhất còn nhìn thấy được} \times 100}{\text{Chiều dày của mối hàn}} \quad \%$$



Hình 5 – Đường cong độ nhạy IQI

Các yêu cầu về độ nhạy đối với chiều dày vật liệu <10mm phải được phê duyệt cho từng trường hợp.

Phải sử dụng các bộ chỉ thị chất lượng ảnh kiểu dây với số lượng cần thiết (Xem TCVN 7229) hoặc các kiểu IQI khác cũng cho cùng một cấp độ thông tin về độ nhạy của ảnh phóng xạ.

Các IQI phải được nhận dạng rõ và phải được đặt ở cả hai phía phim và nguồn.

Phải ghi lại các độ nhạy thu được bằng cả hai IQI và ít nhất độ nhạy của phía nguồn cũng phải phù hợp yêu cầu thể hiện trên Hình 5.

Độ nhạy IQI của phía phim phải được sử dụng như một chỉ tiêu chấp nhận, khi IQI này được đặt phía phim trong quá trình chiếu xạ trong sản xuất.

Các phim đã chiếu xạ phải có mật độ trung bình tối thiểu là 1,8 trong các ảnh kim loại hàn chất lượng tốt. Mật độ cực đại cho phép tùy theo khả năng của thiết bị quan sát. Các phim chiếu xạ nhận được từ việc đánh giá chất lượng quy trình chiếu xạ phải luôn sẵn có để tham khảo ở nơi sẽ thực hiện chiếu xạ sản xuất.

Các phim đã chiếu xạ phải có mật độ trung bình tối thiểu là 1,8 trong các ảnh kim loại hàn chất lượng tốt. Mật độ cực đại cho phép tùy theo khả năng của thiết bị quan sát. Các phim chiếu xạ nhận được từ việc đánh giá chất lượng quy trình chiếu xạ phải luôn có sẵn để tham khảo ở nơi sẽ thực hiện chiếu xạ sản xuất.

7.3.6.4 Các quy trình kiểm tra bằng phương pháp siêu âm phải có các thông tin sau:

- Vật liệu và kích thước;
- Quá trình hàn;
- Dạng mối nối và kích thước;

- Loại thiết bị;
- Loại đầu dò;
- Các tần số;
- Các chi tiết về hiệu chỉnh;
- Các yêu cầu về bề mặt;
- Các loại chất tiếp xúc;
- Các kỹ thuật quét đầu dò;
- Các chi tiết về mẫu biểu ghi chép;
- Tham khảo các quy trình hàn thích hợp.

7.3.6.5 Nói chung không đòi hỏi phải có thử nghiệm đặc biệt để đánh giá chất lượng của một quy trình kiểm tra khi kiểm tra theo các phương pháp thủ công. Một quy trình được xem là đạt chất lượng nếu bản quy định kỹ thuật quy trình thử nghiệm đã được phê duyệt.

Đối với thiết bị kiểm tra tự động đặt cố định, việc thử nghiệm xác định chất lượng của quy trình được thực hiện trên các mẫu thử có các dạng khuyết tật nhân tạo mà quy trình kiểm tra định phát hiện.

Đối với các thiết bị xách tay, các mẫu chuẩn như đã nêu yêu cầu trong điều 6.4.3 thường được xem là thỏa mãn như là các mẫu thử.

Đối với các mối nối ống có góc nhị diện $<45^\circ$ và các dạng hình học mối hàn tương tự khác, việc phối hợp các góc và các chiều dày vật liệu có thể gây khó khăn cho việc phát hiện khuyết tật ở một số vùng nhất định của mối hàn. Đối với những dạng hình học của mối hàn như vậy, cần thử nghiệm chất lượng quy trình để chứng minh sự phù hợp của phương pháp kiểm tra. Các thử nghiệm như vậy phải được thực hiện trên các mẫu thử riêng biệt có dạng hình học và vật liệu giống như mối hàn thực cần kiểm tra và có các khuyết tật nhân tạo.

Những mẫu thử này phải có sẵn để tham chiếu trong quá trình thực hiện công tác kiểm tra.

7.3.6.6 Các quy trình kiểm tra bằng phương pháp bột từ phải có các thông tin sau:

- Vật liệu và kích thước;
- Quá trình hàn;
- Kiểu nhiễm từ;
- Loại thiết bị;
- Chuẩn bị bề mặt;
- Phương pháp khô hay ướt;
- Sự chế tạo và loại bột từ và thuốc màu tương phản;
- Dòng điện nhiễm từ (đối với kiểu nhiễm từ đầu nhọn);
- Sự khử từ;
- Thuyết minh kỹ thuật kiểm tra;
- Tham khảo với các quy trình hàn đã áp dụng.

Không cần có các thử nghiệm đặc biệt xác định chất lượng quy trình. Quy trình được xem như đạt chất lượng căn cứ vào sự phê duyệt các bản quy định kỹ thuật quy trình kiểm tra.

7.3.6.7 Các quy trình kiểm tra bằng phương pháp thẩm thấu chất lỏng phải có các thông tin sau:

- Chất lượng vật liệu và kích thước;
- Quá trình hàn;
- Sự chuẩn bị bề mặt;
- Sự chế tạo và loại chất thẩm thấu, chất tẩy, chất chuyển thể nhũ tương, chất hiện hình;
- Các chi tiết về việc làm sạch và làm khô trước khi kiểm tra, bao gồm cả vật liệu sử dụng và thời gian cho phép để làm khô;
- Các chi tiết về chất thẩm thấu được áp dụng: thời gian mà chất thẩm thấu nằm trên bề mặt, nhiệt độ của bề mặt và của chất thẩm thấu trong quá trình kiểm tra (nếu như không nằm trong khoảng 15°C – 35°C);
- Các chi tiết về chất hiện hình được áp dụng và thời gian hiện trước khi kiểm tra;
- Phương pháp làm sạch sau khi kiểm tra;
- Tham khảo các quy trình hàn thích hợp;
- Nhiệt độ bề mặt gần đúng.

Khi nhiệt độ của bề mặt và của chất thẩm thấu ở trong khoảng từ 15°C – 35°C thì không yêu cầu thử nghiệm đặc biệt xác định chất lượng quy trình. Quy trình được xem là đủ chất lượng dựa trên cơ sở phê duyệt các bản quy định kỹ thuật quy trình thử nghiệm.

Ở ngoài khoảng nhiệt độ 15°C – 35°C, quy trình phải được xác định chất lượng và phải sử dụng các mẫu chuẩn thích hợp để so sánh các biểu hiện của các khuyết tật bề mặt được kiểm tra.

7.3.6.8 Có thể áp dụng các phương pháp NDT được phê duyệt khác. Quy trình kiểm tra phải được chuẩn bị theo các tiêu chuẩn được Cơ quan có thẩm quyền chấp nhận. Sự cần thiết phải xác định chất lượng quy trình sẽ được xem xét từng trường hợp một, dựa vào độ nhạy của phương pháp trong việc phát hiện khuyết tật cũng như dựa vào kích thước và kiểu khuyết tật cần phải phát hiện.

7.3.6.9 Nhân viên thực hiện NDT và người đọc các kết quả kiểm tra phải được cấp chứng chỉ theo hệ thống được Cơ quan có thẩm quyền thừa nhận và phải đưa ra một chứng chỉ nghề nghiệp còn hiệu lực. Chứng chỉ này phải nêu rõ trình độ chuyên môn về phương pháp kiểm tra và loại công việc mà người thao tác được xác nhận trình độ.

7.3.7 Quy mô của NDT

7.3.7.1 Quy mô của NDT phải dựa trên kiểu và độ lớn của các ứng suất thiết kế và dựa trên tầm quan trọng của mối nối đang xét (xem TCVN 6170-1).

Các yếu tố phải được xem xét trong việc xác định quy mô của NDT là:

- Độ lớn ứng suất và hướng ứng suất;

- Tải trọng toàn hoàn;
- Độ dai của vật liệu;
- Tính siêu tĩnh của phần tử;
- Tính toàn vẹn tổng thể của kết cấu;
- Khả năng tiếp cận để tiến hành kiểm tra.

7.3.7.2 Trừ khi có những quy định đặc biệt được phê duyệt cho quy mô NDT, còn NDT thông thường được thực hiện ở quy mô không nhỏ hơn quy mô được nêu trong **Bảng 2**. Đối với những mối hàn chỉ được kiểm tra theo phần trăm đã chỉ định thì tính quan trọng đối với sự toàn vẹn của kết cấu phải được xem xét khi lựa chọn các mối hàn cần kiểm tra. Tuy nhiên phải thực hiện việc lấy mẫu đại diện của các mối hàn.

7.3.7.3 Những vùng bị biến dạng lớn theo hướng chiều dày do việc hàn gây ra phải được kiểm tra bằng siêu âm để tìm khuyết tật kiểu tách lớp.

7.3.7.4 Việc kiểm tra bằng siêu âm có thể được thay thế bằng phương pháp phóng xạ và ngược lại khi thích hợp (trong trường hợp cả hai phương pháp đều được yêu cầu thì chỉ có thể thực hiện sự thay thế từng phần).

7.3.7.5 Việc sửa chữa thường xuyên đòi hỏi phải tăng thêm quy mô NDT. Quy mô NDT phải tăng lên để đảm bảo tất cả các khuyết tật do hư hỏng tiềm ẩn được phát hiện ở những vùng quan trọng của công trình và đảm bảo việc lấy mẫu đại diện đã được thực hiện trên tất cả các mối hàn.

7.3.7.6 Nếu các khuyết tật nghiêm trọng (như các vết nứt hoặc các khuyết tật dạng bề mặt khác hoặc những đường xỉ quá mức) xảy ra lặp đi lặp lại thì tất cả các mối hàn chế tạo theo cùng một quy trình hàn trong cùng khoảng thời gian phải được kiểm tra trên suốt chiều dài.

Sự xảy ra thường xuyên các lỗ rỗng quá mức có thể chứng tỏ rằng việc bảo quản các vật liệu hàn là không đạt. Nếu phát hiện thấy việc bảo quản không tốt thì các mối hàn chế tạo trong cùng thời gian phải được kiểm tra bằng các phương pháp thích hợp đối với các vết nứt do hydro gây ra.

7.3.7.7 NDT phải bao trùm điểm bắt đầu và điểm kết thúc của các mạch hàn tự động.

7.3.7.8 Việc kiểm tra các mối hàn bằng phương pháp siêu âm phải bao gồm việc kiểm tra vùng liền kề với mối hàn để phát hiện sự tách lớp và dò quét để phát hiện các khuyết tật ngang trong mối hàn và trong kim loại cơ bản.

7.3.7.9 Quy mô của các phương pháp NDT đối với các vật đúc và rèn phải được thỏa thuận cho từng trường hợp.

7.3.8 Các chỉ tiêu chấp nhận đối với NDT

7.3.8.1 Các chỉ tiêu chấp nhận đối với NDT dành cho các vật đúc rèn phải được thỏa thuận cho từng trường hợp.

7.3.8.2 Các chỉ tiêu chấp nhận dành cho các mối hàn các vật liệu khác với thép phải được thỏa thuận cho từng trường hợp.

7.3.8.3 Các chỉ tiêu chấp nhận dành cho các mối hàn thép được đưa ra trong các **Bảng 3, Bảng 4, Bảng 5 và Bảng 6** (trong đó "t₀" là chiều dày danh định của mối hàn).

Vì các phương pháp thử nghiệm khác nhau ở các giới hạn và/ hoặc các độ nhạy của chúng nên các chỉ tiêu chấp nhận riêng biệt phải được chỉ ra cho từng phương pháp, khi cần thiết. Có thể xem xét việc sử dụng các phương pháp khác có chất lượng tương đương.

7.3.8.4 Sự chấp nhận các khuyết tật vượt quá các giới hạn quy định có thể dựa trên thử nghiệm cơ học phá hủy và các tính toán thích hợp. Nếu áp dụng phương án này thì độ không chính xác vốn có của các phương pháp NDT phải được xét đến khi xác định kích thước tới hạn của khuyết tật.

7.3.8.5 Độ bền chắc không có khuyết tật của các mối hàn phải phù hợp với các chỉ tiêu chấp nhận ứng với phương pháp NDT được sử dụng. Các khuyết tật vượt quá giới hạn phải được sửa chữa và được kiểm tra lại bằng cùng một phương pháp.

7.4 Các thử nghiệm hàn sản xuất (WPT)

7.4.1 Quy định chung

7.4.1.1 Trong quá trình chế tạo và hàn, phải thực hiện các thử nghiệm hàn sản xuất. Các thử nghiệm có thể tiến hành bằng việc chuẩn bị các phiếu thử nghiệm hàn ở cùng một vị trí và mô phỏng các điều kiện của việc hàn sản xuất hoặc lấy ra các mối hàn và kim loại cơ bản một cách đầy đủ (hoặc một phần) từ kết cấu thực tế. Mỗi quy trình được dùng khi chế tạo các bộ phận thuộc loại kết cấu đặc biệt phải thực hiện ít nhất một thử nghiệm hàn sản xuất (WPT). Các WPT được thực hiện sau khi bắt đầu sản xuất. Phải ghi lại tất cả các thông số hàn. Các thử nghiệm sản xuất phải qua những thử nghiệm cơ học như đã quy định cho việc xác định chất lượng của quy trình hàn đang xét.

7.4.1.2 Nếu một hoặc nhiều thử nghiệm cho kết quả không thỏa mãn thì phải tiến hành thêm hai thử nghiệm nữa và cả hai thử nghiệm này phải cho kết quả chấp nhận được.

Nếu một hoặc cả hai thử nghiệm này cũng không đạt thì toàn bộ quá trình hàn sản xuất thực hiện bằng quy trình hàn này phải được đánh giá trên cơ sở thử nghiệm các mối hàn và kim loại cơ bản cắt ra từ kết cấu thực đã chế tạo.

7.4.1.3 Trong tất cả các trường hợp, khi một thử nghiệm hàn sản xuất không đạt thì phải tiến hành xem xét lại công tác hàn đã thực hiện để tìm ra lý do và có hành động điều chỉnh thích hợp. Ngoài ra có thể đòi hỏi các thử nghiệm hàn sản xuất đối với tất cả các quy trình hàn sử dụng trong quá trình chế tạo.

7.4.1.4 Có thể yêu cầu tăng thêm quy mô của các thử nghiệm hàn sản xuất nếu tỷ lệ không đạt cao và mức độ sửa chữa cao xảy ra trong quá trình chế tạo.

Bảng 2 – Quy mô của NDT (theo phần trăm chiều dài mối hàn)

Loại mối nối kết cấu ¹		Kiểm tra bằng trực quan	Kiểm tra bằng phóng xạ	Kiểm tra bằng siêu âm ²	Kiểm tra bằng bột từ ³
Đặc biệt:	Mối nối đối đầu	100	2-100 ^{4,5,6,7}	2-100 ^{4,7}	100
	Mối nối chữ T, Y, K và nối ống	100	-	100 ⁸	100
	Hàn góc và thấu một phần	100	-	100 ⁸	100
Chính:	Mối nối đối đầu	100	10-50 ^{4,7,9}	10 - 50 ⁹	50 - 100 ⁹
	Mối nối chữ T, Y, K và nối ống	100	20-50 ^{7,9,10}		50 - 100 ⁹
	Hàn góc và thấu một phần	100	20-50 ^{8,9}		50 - 100 ⁹
Phụ:	Mối nối đối đầu	100	Điểm xuyên ¹¹	Điểm xuyên ¹¹	Điểm xuyên ¹¹
	Mối nối chữ T, Y, K và nối ống	100	-	Điểm xuyên ¹¹	Điểm xuyên ¹¹
	Hàn góc và thấu một phần	100	-	Điểm xuyên ¹¹	Điểm xuyên ¹¹

CHÚ THÍCH 1: Các định nghĩa về loại kết cấu xem TCVN 6170-1. Khi kiểm tra NDT các mối hàn các bộ phận gồm hai loại kết cấu khác nhau thì phải tuân theo loại cao nhất.

CHÚ THÍCH 2: Kiểm tra bằng phương pháp siêu âm phải được thực hiện đối với các tấm phẳng dày 10 mm trở lên.

CHÚ THÍCH 3: Kiểm tra bằng phương pháp thẩm thấu chất lỏng phải được lựa chọn cho các vật liệu không phải là sắt từ.

CHÚ THÍCH 4: Kiểm tra bằng các phương pháp phóng xạ và siêu âm có thể được thay thế lẫn nhau tùy thuộc vào loại khuyết tật có khả năng xảy ra, nhưng tổng số phần trăm dùng cho 2 phương pháp kết hợp ở bất cứ thời gian nào cũng phải là 120% hoặc nhiều hơn đối với các mối hàn nối các bộ phận kết cấu đặc biệt và 60% hoặc nhiều hơn đối với các mối hàn nối các bộ phận kết cấu chính.

CHÚ THÍCH 5: Thêm một phim ở đầu cuối của các mối hàn dài và những chỗ giao nhau của mối hàn nối ống.

CHÚ THÍCH 6: 100% đối với các mối hàn vòng quanh.

CHÚ THÍCH 7: Đối với các mối hàn ở hiện trường, tổng số phần trăm của việc kiểm tra bằng phương pháp siêu âm và phóng xạ phải ít nhất là 150% đối với các mối hàn nối các bộ phận kết cấu đặc biệt và giữa các bộ phận nếu có, và tối thiểu 120% đối với các mối hàn các bộ phận kết cấu chính và kết cấu phụ nếu có.

CHÚ THÍCH 8: Chỉ có giá trị đối với các mối hàn thấu một phần có chiều dài chân mối hàn > 10 mm.

CHÚ THÍCH 9: Phải sử dụng rộng rãi phương pháp NDT ở giai đoạn bắt đầu chế tạo. Có thể thỏa thuận với Cơ quan có thẩm quyền để giảm lượng NDT trên cơ sở các khuyết tật đã tìm ra.

CHÚ THÍCH 10: Đối với các mối nối ngang trong các bộ phận kết cấu đặc biệt và chính, 100% việc kiểm tra phát hiện khuyết tật dạng tách lớp phải được thực hiện trên toàn bộ tấm phẳng trong vùng hàn và 75 mm trên cả hai bên mối hàn trước và sau khi hàn. Nếu đã chọn thép được đảm bảo các tính chất theo chiều dày thì chỉ cần kiểm tra điểm khuyết.

CHÚ THÍCH 11: Tối thiểu 5%.

Bảng 3 – Các mối hàn thép, kiểm tra bằng trực quan. Chỉ tiêu chấp nhận

Loại khuyết tật	Loại kết cấu		
	Đặc biệt	Chính	Phụ
Nứt	Không chấp nhận	Không chấp nhận	Không chấp nhận
Không thấu hoặc không ngấu	Không chấp nhận	Không chấp nhận	Trên phía chân mối hàn mà ở đó không yêu cầu hàn đắp: Chiều dài < $t_0/2$, max 10 mm và không ngắn hơn t_0
Rỗ bề mặt	Không chấp nhận	Không chấp nhận trong vùng có ứng suất kéo. Trong những vùng khác, đường kính rỗ tập trung ở diện tích bất kỳ có kích thước 10 mm x 150 mm không được vượt quá 15 mm. Kích thước cực đại của vết rỗ đơn: $t_0/4$ hoặc 4 mm (chọn số nào nhỏ hơn).	
Vết cắt	Không chấp nhận	Không chấp nhận vết cắt nằm vuông góc với ứng suất kéo. Độ sâu cực đại cho phép của vết cắt trong những vùng khác là 0,75 mm.	

Các mối hàn phải có hình dáng, kích thước và dạng hình học chính xác. Các mối hàn phải có sự kết thúc đều đặn và hòa nhập trơn tru vào kim loại cơ bản. Các mối hàn xẻ rãnh phải gia cường một chút/ hàn thấu ở chân, không cao quá 3 mm. Bề mặt của các mối hàn góc phải hơi lồi/ lõm hoặc phẳng và các chiều dài chân phải như nhau.

Bảng 4 – Các mối hàn thép, kiểm tra bằng phương pháp bột từ và thẩm thấu chất lỏng. Chỉ tiêu chấp nhận

Loại khuyết tật	Loại kết cấu		
	Đặc biệt	Chính	Phụ
Nứt	Không chấp nhận	Không chấp nhận	Không chấp nhận
Không thấu hoặc không ngấu	Không chấp nhận	Không chấp nhận	Trên phía chân mối hàn mà ở đó không yêu cầu hàn đắp: Chiều dài < $t_0/2$, max 10 mm và không ngắn hơn t_0
Rỗ bề mặt	Không chấp nhận	Không chấp nhận trong vùng có ứng suất kéo. Trong những vùng khác, đường kính rỗ tập trung ở diện tích bất kỳ có kích thước 10 mm x 150 mm không được vượt quá 15 mm. Kích thước cực đại của vết rỗ đơn: $t_0/4$ hoặc 4 mm (chọn số nào nhỏ hơn).	

Các chỉ tiêu chấp nhận đối với kiểm tra bằng trực quan cũng phải được thỏa mãn (xem Bảng 3).

Bảng 5 – Các mối hàn thép, kiểm tra bằng phương pháp phóng xạ. Chỉ tiêu chấp nhận

Loại khuyết tật ¹	Loại kết cấu		
	Đặc biệt	Chính	Phụ
Rỗ bên trong: ^{2, 3, 7}			
Vết rỗ cô lập: Đường kính rỗ cực đại, mm	$t_0/5$, max 4	$t_0/4$, max 6	$t_0/3$, max 6
Rỗ thành đám: Đường kính rỗ cực đại, mm	2	3	4
Rỗ hình ống: Chiều dài cực đại của vùng chiếu, mm	20	25	30
Rỗ phân tán: Đường kính rỗ tích tụ cực đại trong diện tích bất kỳ 10 x 150 mm	15	20	25
Ngậm xỉ: ^{4, 5, 6}			
Chiều rộng cực đại, mm	$t_0/5$, max 4	$t_0/4$, max 6	$t_0/3$, max 6
Chiều dài cực đại, mm	t_0	$2t_0$	$4t_0$
Thấu không hoàn toàn bên trong			
Chiều dài cực đại, mm ^{6, 7}	Không chấp nhận ở vị trí yêu cầu thấu hoàn toàn	t_0 , max 25	$2t_0$, max 50
Không ngấu bên trong			
Chiều dài cực đại, mm ^{6, 7}	Không chấp nhận	Không chấp nhận	$2t_0$, max 50
Các vết nứt	Không chấp nhận	Không chấp nhận	Không chấp nhận

CHÚ THÍCH 1: Các chỉ tiêu chấp nhận đối với kiểm tra bằng trực quan cũng phải được thỏa mãn (xem Bảng 3).

CHÚ THÍCH 2: Nếu như khoảng cách giữa các khuyết tật, các vết rỗ hoặc xỉ giống nhau nhỏ hơn kích thước lớn nhất của các khuyết tật thì chúng phải được xem như là một khuyết tật liên tục. Nếu nhiều vết rỗ hoặc xỉ có thể che khuất các khuyết tật khác thì việc kiểm tra bằng siêu âm bổ sung phải được thực hiện.

CHÚ THÍCH 3: Nếu có nhiều hơn một vết rỗ nằm trong một vòng tròn có đường kính 3 lần đường kính vết rỗ thì các vết rỗ phải được xem như là một đám.

CHÚ THÍCH 4: Các khuyết tật dài có chiều dài lớn hơn 3 lần chiều rộng của chúng phải được xem là một đường. Nếu như khoảng cách giữa các đường xỉ nhỏ hơn 3 lần tiết diện chiếu lớn nhất của khuyết tật thì các đường phải được xem như một khuyết tật.

CHÚ THÍCH 5: Nếu các đường xỉ song song được tìm thấy thì việc kiểm tra bằng phương pháp siêu âm bổ sung phải được thực hiện.

CHÚ THÍCH 6: Các khuyết tật ở cùng một đường mà khoảng cách giữa các khuyết tật ngắn hơn khuyết tật dài nhất thì phải được xem như một khuyết tật liên tục.

CHÚ THÍCH 7: Chỉ tiêu chấp nhận đối với các khuyết tật bề mặt (xem Bảng 4).

Bảng 6 – Các mối hàn thép, kiểm tra bằng phương pháp siêu âm. Chỉ tiêu chấp nhận

Chỉ thị ^{1, 2, 3, 4, 5}	Loại kết cấu		
	Đặc biệt	Chính	Phụ
Chiều dài xung đội của mức tham chiếu	50%	100%	100%
Chiều dài cực đại, mm ⁶	$t_0/4$, max 10	$t_0/2$, max 10	t_0 , max 20

CHÚ THÍCH 1: Các chỉ tiêu chấp nhận đối với kiểm tra bằng trực quan cũng phải được thỏa mãn (xem Bảng 3).

CHÚ THÍCH 2: Tất cả các chỉ thị vượt quá 20% mức tham chiếu phải được khảo sát đến một mức mà người thao tác có thể xác định được hình dạng, chiều dài và vị trí của khuyết tật gây ra chỉ thị đó và đánh giá chúng theo các chỉ tiêu chấp nhận của Bảng 5.

CHÚ THÍCH 3: Các chỉ thị mà người thao tác dựa trên kinh nghiệm kiến thức về phương pháp hàn và hình dạng mối nối cho rằng có thể là các vết nứt, không ngẫu hoặc không thấu có thể không được chấp nhận mà không kể đến biên độ và chiều dài xung đội. Trong những trường hợp như vậy phải tiến hành kiểm tra thêm một cách độc lập do người khác thực hiện.

CHÚ THÍCH 4: Nếu như chỉ tiếp cận được một phía của mối hàn khi kiểm tra thì tất cả các chỉ thị có chiều dài lớn hơn $t_0/4$ và vượt quá 20% đường cong tham chiếu đối với các loại kết cấu đặc biệt và 50% đối với các loại khác thì có thể được xem như là các vết nứt, không ngẫu hoặc không thấu trừ khi có chứng cứ khác. Trong những trường hợp như thế, phải thực hiện một kiểm tra độc lập bởi người thao tác khác hoặc bởi các phương pháp khác.

CHÚ THÍCH 5: Đối với những khuyết tật dài, nơi mà các chỉ thị bị gián đoạn lúc ở trên, lúc ở dưới mức độ chấp nhận thì phải xác định loại khuyết tật khi mà các vùng vượt mức độ chấp nhận đã được sửa chữa. Nếu như khuyết tật được tìm thấy là vết nứt, không ngẫu, không thấu hoặc là các đường xỉ thì toàn bộ chiều dài khuyết tật không được chấp nhận, bất kể biên độ xung đội như thế nào.

CHÚ THÍCH 6: Chiều dài được định nghĩa như là khoảng cách giữa các điểm tại đó xung đội đạt hoặc vượt tỷ lệ % đã quy định của mức tham chiếu.

8 Chế tạo và lắp ráp kết cấu thép

8.1 Phạm vi

Điều này áp dụng cho việc nhận dạng vật liệu, cắt, tạo hình, lắp ráp, hàn, xử lý nhiệt sau khi hàn, sửa chữa, nhận dạng và đánh dấu trong quá trình chế tạo các kết cấu thép.

8.2 Lập kế hoạch chế tạo

8.2.1 Quy định chung

8.2.1.1 Trước khi chế tạo, phải thiết lập các quy trình thực hiện và kiểm soát tất cả các nguyên công chế tạo, để đảm bảo rằng chất lượng đã yêu cầu là đạt.

8.2.1.2 Phải chuẩn bị trước các quy trình thích hợp, gồm thông tin về các hạng mục đã lắp ráp trước và thứ tự chế tạo các bộ phận kết cấu.

8.2.1.3 Phải dự báo sự tiếp cận và thời điểm yêu cầu kiểm tra trong quá trình chế tạo.

8.2.1.4 Các hạng mục chế tạo có liên quan tới các việc vận chuyển và lắp đặt phải được chi tiết hóa trong các quy trình được thiết lập.

8.2.1.5 Đối với các yêu cầu về hồ sơ tài liệu xem Điều 4. Đối với các yêu cầu về kiểm tra xem Điều 7.

8.3 Lắp ráp

8.3.1 Chi tiết nối

8.3.1.1 Chi tiết nối ống phải tuân theo các yêu cầu trong API 2B. Ống được sử dụng như dầm cũng phải thỏa mãn các yêu cầu được nêu trong **8.3.1.2**.

8.3.1.2 Các đoạn dầm có mặt cắt ngang giống nhau có thể nối với nhau. Mỗi nối được hàn ngẫu nhiên hoàn toàn theo AWS D1.1/D1.1M:2010. Cách sử dụng dầm xác định vị trí và số lượng mỗi nối. Mỗi nối không nên đặt cách nhau 2 lần chiều cao dầm hoặc 1m, lấy giá trị nhỏ hơn. Ở khu vực giới hạn độ bền kết cấu, vị trí mỗi nối được xác định bởi người thiết kế.

8.3.1.3 Để tránh phá hủy ống dọc theo mỗi hàn của côn nối, mỗi hàn dọc trục tại các nút côn nối phải đặt so le nhau, cách nhau ít nhất 300 mm (12 in.) để tránh giao thoa. Mặt khác, các mối hàn dọc trục phải đặt so le ít nhất 90°.

8.3.2 Liên kết hàn ống

8.3.2.1 Tổng quan

Mặt giao của hai hoặc nhiều phần tử ống tạo thành một liên kết mà tại đó xuất hiện sự tập trung ứng suất tại vùng gần vị trí hàn. Việc chế tạo chính xác là rất cần thiết, đặc biệt, các mối hàn phải đạt được mức độ hàn ngẫu nhiên hoàn toàn nhất có thể, biên dạng mối hàn phải được chuyển tiếp trơn tru với kim loại cơ bản hai bên mối hàn.

8.3.2.2 Trình tự chế tạo

Khi mối hàn chữ X gồm hai hay nhiều ống, phần tử có đường kính lớn hơn là phần tử xuyên suốt qua nút, và ống còn lại được gắn trên đó được xem là phần tử thứ yếu. Trừ khi có các ghi chú khác trong bản vẽ, khi hai hay nhiều phần tử thứ yếu giao nhau hoặc ghép chồng tại nút, thứ tự xác định phần tử nào được gắn vào nút sẽ được xác định bởi chiều dày thành ống và/ hoặc đường kính. Phần tử có chiều dày ống lớn nhất sẽ là phần tử xuyên suốt, và trình tự lắp ghép các phần tử còn lại dựa trên thứ tự chiều dày giảm dần. Nếu hai hay nhiều phần tử có cùng đường kính và chiều dày, phần tử nào cũng có thể là phần tử xuyên suốt trừ khi kỹ sư thiết kế đã chỉ định phần tử xuyên suốt.

8.3.2.3 Chi tiết nút

Các phần tử được lắp ráp vào hoặc ghép chồng lên phần tử khác phải được mài xiên góc khi hàn rãnh xuyên thấu hoàn toàn. Nếu kích thước hoặc hình dạng của phần tử chỉ cho phép tiếp cận từ một phía, sự mài sắc cạnh và hàn được thể hiện trong **Hình 6**. Mép vát có cạnh nghiêng và không có mặt góc mối hàn, và độ mở của góc mối hàn phải được thể hiện chi tiết. Sai số góc

vát là +50. Nếu sau khi hoàn thành mối hàn rãnh quá hẹp thì có thể được mở rộng bằng cách đục bằng hồ quang điện theo các kích thước thể hiện trong **Hình 6**. Nếu khoảng hở quá rộng, có thể thu hẹp theo mục 5.22.4 trong AWS D1.1/D1.1M:2010.

8.3.2.4 Kiểm soát bề mặt mối hàn

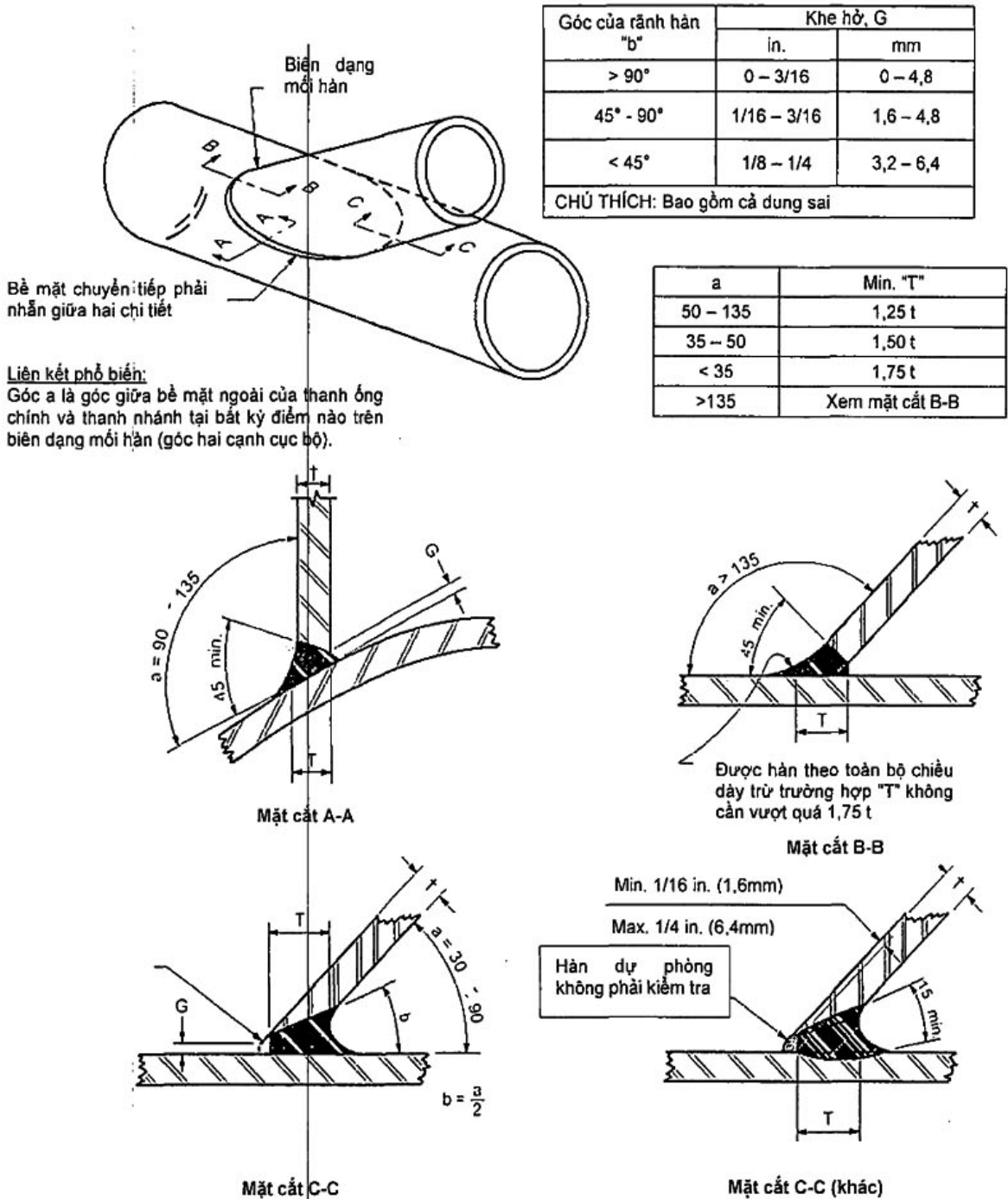
Khi sử dụng kiểm soát bề mặt mối hàn trong phân tích mối kết hợp với ảnh hưởng của chiều dày (xem TCVN 6170-4) hoặc hệ số hoàn thiện bề mặt mối hàn (xem TCVN 6170-4), có thể sử dụng hàn theo lớp để bề mặt mối hàn có thể chuyển tiếp mềm mại với kim loại cơ bản bên cạnh và gần giống như bề mặt mối hàn lõm trong **Hình 5**. Ngoài ra cần phải xem xét đến chất lượng mối hàn theo **7.3**, độ lệch bề mặt mối hàn không được lõm xuống quá 1 mm (0.004 in.) như một đĩa mỏng có đường kính bằng hoặc lớn hơn chiều dày của ống nhánh tại mối hàn. Phải cố gắng mối hàn đạt chất lượng như trong điều kiện hàn lý tưởng. Tuy nhiên, bề mặt mối hàn có thể dựa trên các mặt cắt được thể hiện trong **Hình 6**. Mài nhẵn mối hàn theo phương vuông góc với trục mối hàn. Với các nút ống yêu cầu kiểm soát bề mặt mối hàn, chân mối hàn ở cả hai phía ống chủ và ống nhánh đều phải được kiểm tra bột từ theo **7.3** để kiểm tra các khuyết tật trên bề mặt và gần bề mặt.

8.3.2.5 Các chi tiết đặc biệt

Cần sử dụng các chi tiết đặc biệt khi góc nhị diện cục bộ nhỏ hơn 30° . Những chi tiết này có thể là cách xử lý để mối hàn đủ chịu lực giống như khi thí nghiệm trên mẫu thử hoặc như mối hàn già định.

8.3.2.6 Phần tử có rãnh

Nếu phần tử có rãnh để gắn các tấm đệm, kích thước rãnh vào khoảng 300 mm (12 in.) hoặc bằng 12 lần chiều dày của phần tử, lấy giá trị lớn hơn, đối với tất cả các loại mối hàn vòng tròn. Để tránh vết cắt các phần tử có rãnh được khoan hoặc cắt và mài nhẵn tại chân của rãnh với đường kính lớn hơn chiều rộng rãnh ít nhất 3mm (1/8 in.). Khi sử dụng tấm đệm dọc theo rãnh, cạnh của tấm đệm phải được mài về dạng gần giống nửa hình tròn để vừa vặn hơn và phù hợp với điều kiện hàn.



Hình 6 – Liên kết hàn ống – Hàn hồ quang kim loại bảo vệ

8.3.3 Chế tạo dầm bản và hàn

8.3.3.1 Sai số chế tạo được khống chế theo TCVN 7230 hoặc các tiêu chuẩn tương đương được chấp nhận (ví dụ như AWS D1.1/D1.1M:2010), trừ khi có các yêu cầu chế tạo đặc biệt khác khiến cho việc kiểm soát độ lệch chặt chẽ hơn so với kích thước lý thuyết được giả thiết trong thiết kế. Nếu đề nghị tiến hành gia nhiệt cục bộ để nắn thẳng hoặc chỉnh sửa sai số, cần chú ý đến ảnh hưởng của nhiệt đến tính chất của vật liệu và quy trình gia nhiệt phải được sự chấp thuận của chủ đầu tư.

8.3.3.2 Liên kết giữa bản cánh và bản bụng phải là liên kết hàn góc liên tục hai phía. Mỗi hàn phải có bề mặt lõm và chuyển tiếp mềm mại từ bản cánh sang bản bụng. Dầm tổ hợp, các mặt

giao và vị trí liên kết quan trọng phải được hàn ngẫu hoàn toàn trừ khi có phân tích ứng suất chi tiết chỉ ra rằng điều đó là không cần thiết. Liên kết giữa bản cánh và các sườn gia cường phải là mối hàn ngẫu hoàn toàn từ hai phía.

8.3.3.3 Liên kết giữa sườn gia cường và bản bụng có thể sử dụng mối hàn góc liên tục hai phía. Kim loại hàn và độ bền vết khía chữ V –HAZ, không được nhỏ hơn độ bền yêu cầu, đặc biệt đối với thép dầm chính.

8.3.4 Sai số chế tạo cuối cùng

8.3.4.1 Quy định chung

Mỗi phần tử kết cấu phải được đặt ở vị trí chính xác so với sai số chế tạo cuối cùng được cho trong phần này. Các sai số không được nêu trong tài liệu này phải tuân theo AISC 335-89.

8.3.4.2 Mặt cắt đứng của chân đế (jacket) và sàn

8.3.4.2.1 Với các mặt bên khó lắp ráp tại bãi chế tạo, như đỉnh của Chân đế và chân cột của sàn, khoảng cách theo phương ngang từ trục của cột bất kỳ đến trục của cột bên cạnh theo bất kỳ hướng nào phải có độ lệch trong khoảng ± 10 mm ($3/8$ in.) kích thước trong bản vẽ thực tế. Tại tất cả các cao độ sàn, khoảng cách theo phương ngang từ trục của cột bất kỳ đến trục của cột bên cạnh theo bất kỳ hướng nào phải có độ lệch trong khoảng ± 13 mm ($1/2$ in.) và có thể được áp dụng cho điểm làm việc (working point) ngoài đường kính cột. Với các mặt bên khác sai số này có thể tăng lên ± 19 mm ($3/4$ in.) và có thể được áp dụng với điểm làm việc (working point) phía ngoài đường kính cột. Thanh giằng chéo của các mặt bên thẳng đứng nên trong khoảng 19 mm ($3/4$ in.). Trong khi thi công cần cố gắng để lắp đặt chính xác vị trí ống chính của tất cả các mặt bên.

8.3.4.2.2 Độ lệch của các ống chính của chân đế so với phương thẳng đứng phải nhỏ hơn 10 mm ($3/8$ in.). Trong mỗi đoạn 3m (10ft) dọc theo chiều dài ống độ lệch không được lớn hơn 3 mm ($1/8$ in.). Việc chế tạo chân đế nên được thực hiện trên mặt bãi bằng phẳng. Cần tiến hành kiểm tra các khối (block) chế tạo thường xuyên. Nếu một ống chính đặt lệch cao độ thì ống đó phải được chêm vào để đạt được cao độ bằng với các ống khác. Đỉnh của các ống chính của chân đế cần đúng với cao độ trong bản vẽ với sai số trong khoảng ± 13 mm ($1/2$ in.).

8.3.4.2.3 Vị trí đầu của chân đế và ống nối (joint can) của chân sàn có sai số so với bản vẽ trong khoảng ± 25 mm (1 in.). Các sai số khác của chiều dày ống chính hoặc cột sàn nên nằm trong khoảng ± 50 mm (2 in.) so với kích thước trong bản vẽ.

8.3.4.3 Thanh giằng trên sàn và chân đế

Khoảng lệch cho phép giữa các ống nhánh trong mặt ngang và mặt đứng so với cao độ trong bản vẽ là ± 13 mm ($1/2$ in.). Sai số chiều dày ống nhánh phải nằm trong khoảng ± 25 mm (1 in.) so với bản vẽ.

Các ống nhánh đã xác định cao độ điểm đầu được lắp dựng thẳng đứng sao cho sai số của các điểm đó so với bản vẽ là ± 13 mm ($1/2$ in.).

8.3.4.4 Dầm sàn

Trục của dầm sàn có độ lệch tại điểm đầu và điểm cuối phải nằm trong khoảng ± 13 mm (1/2 in.) so với vị trí trong bản vẽ. Không điểm nào trên trục của dầm lệch nhiều hơn 19 mm (3/4 in.) theo phương ngang và 13 mm (1/2 in.) theo phương đứng.

Dầm sàn được lắp thẳng đứng trên mặt trên của bản cánh, hoặc nghiêng một góc xác định. Độ lệch của chiều cao dầm và bản cánh khỏi mặt phẳng nằm trong sai số chế tạo cho phép có thể được chấp nhận. Dầm sàn được đặt thẳng đứng so với bụng dầm theo phương dây dọi. Biến dạng của dầm sàn do hàn cần được chỉnh sửa lại sao cho nằm trong sai số cho phép trình bày trong phần này.

8.3.4.5 Dầm mũ

Trục của các dầm mũ có điểm đầu và điểm cuối lệch so với bản vẽ phải nằm trong khoảng ± 13 mm (1/2 in.). Không có điểm nào trên trục dầm lệch quá 10 mm (3/8 in.) theo phương ngang hoặc 6 mm (1/4 in.) theo phương đứng.

Dầm mũ được dựng thẳng đứng trên đỉnh bản cánh của dầm. Sai số của chiều cao dầm do chế tạo có thể được khắc phục bằng chêm giữa dầm mũ và cột.

Dầm mũ được dựng thẳng đứng so với bụng dầm theo phương dây dọi. Biến dạng của dầm mũ do hàn cần được chỉnh sửa lại sao cho nằm trong sai số cho phép trình bày trong phần này.

8.3.4.6 Lưới sắt

Các nút ở lưới sắt chỉ xuất hiện tại các điểm gối đỡ trừ khi có các chú thích chi tiết trong bản vẽ của người thiết kế.

8.3.4.7 Lớp bảo vệ và lan can

Cần chế tạo trong điều kiện nhiệt độ chính xác, khi dựng thẳng kết cấu thành lan can phải thẳng và cao đến đúng tầm mắt.

8.3.4.8 Giá cập tàu và cầu thang

Cao độ của giá cập tàu và sai số của vị trí cầu thang và giá cập tàu theo phương ngang phải nằm trong khoảng 76 mm (3 in.) so với thông số trong bản vẽ.

8.3.4.9 Cọc

8.3.4.9.1 Chiều dài tối thiểu của mỗi đoạn cọc dùng trong chế tạo cọc bằng đường kính cọc hoặc 1m (3 ft), lấy giá trị nhỏ hơn. Đường hàn dọc trục của hai đoạn cọc liên tiếp được đặt lệch trục ít nhất 90°.

8.3.4.9.2 Độ lệch cho phép tối đa theo đường thẳng trong mỗi đoạn cọc 3 m (10 ft) dọc theo chiều dài là 3 mm (1/8 in.). Với các đoạn có chiều dài hơn 3m (10ft), độ lệch cho phép lớn nhất theo tổng chiều dài được tính toán theo công thức sau, nhưng không vượt quá 10 mm (3/8 in.) trong một đoạn dài 12 m (40 ft).

Trong hệ đơn vị SI: 3 mm x (tổng chiều dài m/ 3 m).

Trong hệ đơn vị USC: 0,125 in. x (tổng chiều dài ft/10 ft).

8.3.4.9.3 Phương pháp kiểm tra độ thẳng của ống là kéo căng dây thép dọc theo chiều dài cọc lắp đi lắp lại ít nhất ba điểm trên bán kính cọc.

8.3.4.9.4 Bề mặt gốc mối hàn tại điểm đầu của góc xiên tại vị trí cuối cọc không được vượt ngoài diện tích hơn 5 mm/m (1/16 in./ft) trên đường kính trừ khi sai số cho phép lớn nhất không vượt quá 6 mm (1/4 in.).

8.3.4.9.5 Các đoạn cọc và tổng chiều dài cọc được chế tạo với độ lệch $\pm 0,5\%$ so với chiều dày trong bản vẽ trừ khi có các ghi chú đặc biệt khác.

8.3.4.9.6 Độ tròn và chu vi ống có độ lệch giống như quy định trong API 2B.

8.3.5 Quy định về liên kết cọc bơm trám với ống lồng

Bề mặt thép của cọc và kết cấu được liên kết bằng vữa bơm trám không được mài nhẵn bóng, quét sơn bóng, bôi trơn hoặc phủ bất kỳ loại vật liệu nào làm giảm sự gắn kết giữa thép và vữa. Điều này đặc biệt quan trọng khi không sử dụng kết cấu chống cắt (shear keys).

Cần chú ý đến việc lắp đặt miếng đệm (packer) để giảm hư tổn do gia công, nhiệt độ cao và mặt hàn trong quá trình hàn. Cần loại bỏ các mảnh vỡ khỏi chân ống chính của chân đế để tránh gây hư hại cho miếng đệm (packer) trong quá trình đánh chìm và xoay lật khối chân đế.

8.3.6 Các kết cấu gá tạm thời

8.3.6.1 Kết cấu gá tạm thời vào kết cấu chính như: giàn giáo, các kết cấu phụ trợ khi chế tạo và xoay lật cần được giới hạn tối đa. Khi cần phải thêm các kết cấu gá tạm thời, cần đảm bảo các yêu cầu từ 8.3.6.2 đến 8.3.6.5.

8.3.6.2 Không tháo kết cấu phụ trợ tạm thời bằng búa hoặc đục bằng hồ quang điện trong không khí. Các kết cấu gắn với các ống nối (joint cans) của ống chính, ống nối của ống váy (skirt sleeve joint cans), ống nối của ống nhánh, đầu ống nhánh và vòng gia cường (stiffening rings) được cắt bằng lửa đến cách kim loại cơ bản 3 mm (1/8 in.) và mài cơ khí đến khi bằng nhẵn với kim loại cơ bản.

8.3.6.3 Các kết cấu phụ trợ gá vào các khu vực sẽ được sơn sau đó phải được tháo dỡ như trên trước khi bắt đầu sơn.

8.3.6.4 Các kết cấu phụ trợ gá vào các khu vực khác không được nói đến trong các mục từ 8.3.6.1 đến 8.3.6.3 được cắt bằng lửa ở ngay trên mối hàn gá (tối đa 6 mm (1/4 in.) trên mối hàn). Phần thép còn thừa lại được hàn kín hoàn toàn.

8.3.6.5 Các kết cấu phụ trợ gá vào các đoạn ống chính, ống nhánh, ống lồng, cọc, ống tách nước (conductor), ... được dỡ bỏ sau khi tiến hành mài nhẵn xong.

8.4 Chống ăn mòn

8.4.1 Bọc ống

Trừ khi người thiết kế có các ghi chú khác, việc tiến hành bọc ống cần làm theo TCVN 6170-8.

8.4.2 Bảo vệ trong vùng nước dao động (splash zone)

Các biện pháp bảo vệ trong vùng nước dao động như : bọc tấm hợp kim ni ken (Monel), bọc tấm thép, tăng chiều dày thép, ... được sử dụng như đã xác định và cần bọc toàn bộ vùng kết cấu được đánh dấu trong bản vẽ và/ hoặc trong chỉ dẫn kỹ thuật.

8.4.3 Bảo vệ ca- tốt

Cấu tạo của hệ thống bảo vệ ca – tốt, cách lắp đặt, cách kiểm tra hệ thống (nếu yêu cầu) cần phải phù hợp với bản vẽ và/ hoặc chỉ dẫn kỹ thuật.

8.5 Vật liệu kết cấu

8.5.1 Quy định chung

Các kết cấu thép phải là thép mới, không có khuyết tật và ít rỉ sét. Không sử dụng vỏ thép, thép phế phẩm hoặc các loại thép thừa từ kết cấu khác trừ khi có ghi chú khác. Thép được chế tạo thành kết cấu nhưng không được sử dụng cũng không được sử dụng. Đối với việc cải hoán giàn để tái sử dụng, kết cấu thép của giàn cũ phải phù hợp với mục đích của giàn tái sử dụng.

8.5.2 Chứng chỉ xuất xưởng

Báo cáo kiểm tra thép đã mua hoặc thép có sẵn phải có báo cáo chứng chỉ xuất xưởng của sản phẩm phù hợp với các yêu cầu nêu TCVN 6170-4, và không phải là bản sao đã chỉnh sửa của bên môi giới hoặc cung cấp thứ ba. Chứng chỉ xuất xưởng và báo cáo kiểm tra phải đưa ra các số liệu thích đáng về cường độ, độ uốn, độ bền theo vết nứt chữ V, phân tích thành phần hóa học, xử lý nhiệt, kiểm tra không phá hủy (NDT), các kiểm tra bổ sung và khả năng rèn nhiệt cũng như số thứ tự vật mua. Chứng chỉ xuất xưởng hoặc báo cáo kiểm tra phải được cung cấp trước khi sử dụng trong kết cấu.

8.5.3 Xác minh vật liệu

Vật liệu thường được nhà thầu chế tạo nhập và gia công. Trước khi xác nhận chi trả mua vật liệu và chế tạo, nhà thầu chế tạo thực hiện quá trình xác minh vật liệu và đánh dấu trên mỗi phần tử kết cấu chính trong khi kết cấu hoàn thiện gửi lại chứng nhận xuất xưởng ban đầu. Quá trình xác minh một phần tử kết cấu chính không được có xung đột hoặc lặp lại. Phương pháp này cần xác minh vật liệu từ nhà máy qua quá trình vận chuyển, đóng dấu, cất trữ, chế tạo đến khâu lắp dựng cuối cùng. Tất cả các thí nghiệm không phá hủy đều phải được xác minh.

8.6 Hạ thủy

Quá trình hạ thủy và neo giữ thường do nhà thầu chế tạo thực hiện và phải phù hợp với quy trình hạ thủy trong TCVN 6170-12,

8.7 Công tác sửa chữa

8.7.1 Quy định chung

8.7.1.1 Công tác sửa chữa được thực hiện theo quy trình do Cơ quan có thẩm quyền phê duyệt.

8.7.1.2 Các bộ phận bị vênh do quá trình hàn phải được nắn thẳng lại bằng các biện pháp cơ học hoặc bằng cách nung nóng cục bộ có giới hạn được kiểm soát cẩn thận.

Việc áp dụng gia nhiệt hoặc lực cơ học phải tuân theo các quy định có liên quan (xem TCVN 7229).

Những bộ phận được gia nhiệt để nắn thẳng. Về cơ bản phải ở trạng thái không chịu ứng suất và các lực tác động từ bên ngoài, trừ những ứng suất gây ra bởi phương pháp cơ học đang sử dụng để nắn thẳng kết hợp cùng với việc gia nhiệt.

8.7.1.3 Các khuyết tật trong mối hàn và kim loại cơ bản có thể sửa chữa được bằng cách mài, cắt gọt hoặc hàn. Các mối nối hàn không đủ độ bền, độ dẻo hay độ dai va đập phải được loại bỏ hoàn toàn trước khi sửa chữa. Các tính chất cơ học của mối hàn sửa chữa phải thỏa mãn các tính chất tối thiểu đã quy định của loại thép đang sử dụng.

8.7.1.4 Việc hàn sửa chữa ở trong cùng một vùng có thể được thực hiện hai lần. Các sửa chữa tiếp theo phải được đánh giá cho từng trường hợp riêng biệt.

8.7.1.5 Các bản quy định kỹ thuật quy trình hàn sửa chữa phải được chuẩn bị theo 6.2.

8.7.1.6 Sau khi cắt rãnh bằng hồ quang khí phải mài mép, loại bỏ phần vật liệu bị ảnh hưởng.

8.7.1.7 Khi loại bỏ khuyết tật thì vùng được khoét và mài đó phải được kiểm tra bằng phương pháp bột từ hoặc phương pháp thử nghiệm thích hợp khác để chắc chắn rằng đã hoàn toàn loại bỏ được.

8.7.1.8 Khi hàn sửa chữa phải sử dụng các vật liệu hàn có thành phần hydro cực thấp với nhiệt độ nung nóng và nhiệt độ làm việc/ giữ các lớp thích hợp. Nhiệt độ nung nóng và nhiệt độ làm việc khi hàn sửa chữa cục bộ và nông phải được tăng lên 50°C so với nhiệt độ cho hàn sản xuất và ít nhất là 100°C. Nhiệt độ làm việc phải được duy trì cho tới khi hàn sửa chữa đã xong. Để đảm bảo các mối hàn sửa chữa được tốt thì chiều dài sửa chữa không được ngắn hơn 100 mm.

8.7.1.9 Khi sửa chữa các mối hàn nối, phải loại bỏ phần mối hàn không được chấp nhận mà không loại bỏ phần kim loại cơ bản. Đối với khuyết tật dạng mặt phẳng thì chiều dài hàn sửa chữa ở phía này hay phía kia khuyết tật phải dài hơn kích thước khuyết tật là 50 mm. Các khuyết tật dài có thể yêu cầu được hàn sửa chữa theo một số bước để tránh bị quá tải hoặc bị nứt. Một bước hàn sửa chữa phải được kiểm soát sao cho không gây ra biến dạng dẻo của phần vật liệu còn lại khi loại bỏ khuyết tật.

8.7.1.10 Việc hàn sửa chữa các mối nối đã xử lý nhiệt sau khi hàn thường được bắt đầu bằng một sự xử lý nhiệt mới.

8.7.1.11 Các khuyết tật nhỏ có thể được loại bỏ bằng cách mài hoặc gia công cắt gọt làm vùng bị khuyết tật ăn nhập trơn tru vào vùng vật liệu xung quanh. Quy mô của những sửa chữa này phải tuân theo tiêu chuẩn hoặc quy định kỹ thuật về vật liệu.

8.7.1.12 Khi hàn sửa chữa thép đã xử lý nhiệt thì phải yêu cầu xử lý nhiệt. Thép đúc và thép rèn thường phải được xử lý nhiệt sau khi hàn sửa chữa.

9 Các yêu cầu về chế tạo kết cấu bê tông

9.1 Quy định chung

9.1.1 Các yêu cầu của phần này áp dụng cho việc thử nghiệm vật liệu, làm ván khuôn, đặt cốt thép, đổ bê tông, bọc bê tông các hệ thống tạo dự ứng lực và công tác sửa chữa trong quá trình chế tạo các kết cấu bê tông.

9.1.2 Việc chế tạo và thi công các kết cấu bê tông cốt thép và ứng lực trước không theo Tiêu chuẩn này phải được xem xét đặc biệt.

9.2 Định nghĩa

9.2.1 Việc chế tạo và thi công có nghĩa cho toàn bộ công việc chế tạo và thi công từ chế tạo ban đầu đến kết thúc tuổi thọ thiết kế của công trình hoặc cấu kiện.

9.2.2 Công trường được sử dụng theo nội dung của Tiêu chuẩn này được định nghĩa là nơi chế tạo kết cấu bê tông (đặt cốt thép, lắp dựng cốp pha, đổ bê tông và cốp pha hoặc lắp ráp các khối bê tông đúc sẵn).

9.3 Tài liệu

9.3.1 Cơ sở cho các hoạt động chế tạo và thi công theo các tài liệu nếu được áp dụng phải được chứng nhận bởi nhà thiết kế và các đơn vị tương đương:

- Các bản vẽ thể hiện bố trí kết cấu và kích thước bao gồm đặc tính và dữ liệu xác định toàn bộ các đặc tính vật liệu thích hợp;
- Các đặc tính chế tạo và thi công thích hợp;
- Chi tiết các mối hàn;
- Các bản vẽ và mô tả hệ thống cốt thép và hệ thống ứng lực trước;
- Các yêu cầu để mở rộng, đánh giá và kết quả của các quy trình chế tạo và thi công, kiểm tra, thử;
- Các đặc tính của hệ thống bảo vệ chống ăn mòn;
- Mọi giới hạn/ dung sai được áp dụng như một kết quả của giả thuyết thiết kế.

9.3.2 Các giả thuyết thực hiện trong thiết kế kết cấu mà ảnh hưởng đến các hoạt động chế tạo và thi công phải được chứng minh bằng tài liệu và phải thực tế theo một quy trình xây dựng an toàn. Thiết kế và thi công theo đánh giá rủi ro có thể được yêu cầu để đạt được điều này.

9.3.3 Tài liệu liên quan trong chế tạo và thi công quy định về hoạt động an toàn của kết cấu phải luôn có sẵn trên giàn. Các tài liệu phải nêu đầy đủ thông tin để đánh giá hư hỏng và sửa chữa và hoán cải.

9.4 Kiểm soát chất lượng – kiểm tra, thử và các hoạt động khắc phục

9.4.1 Quy định chung

9.4.1.1 Giám sát và kiểm tra phải đảm bảo toàn bộ công việc được hoàn thành phù hợp với các quy định trong tiêu chuẩn này.

9.4.1.2 Kiểm soát và đảm bảo chất lượng. Một hệ thống quản lý chất lượng dựa trên các yêu cầu của EN ISO 9001 phải được áp dụng cho các giai đoạn sau:

- Tổ chức;
- Thiết kế và mua sắm;
- Thiết bị, sản xuất;
- Thiết bị, lưu trữ và vận chuyển;
- Thi công (làm đất, thi công, lai đất, lấp đất, xây dựng và kết cấu thép, bể chứa, bình áp lực, bình tách, nồi hơi, bơm, ống bao gồm gối đỡ, ống ngầm, điện, bảo vệ ăn mòn, sơn, bọc cách điện, bọc chống cháy). Nội dung trong ngoặc có thể thay đổi theo kết cấu thực tế khi thi công.

Một chương trình kiểm soát chất lượng bao gồm kiểm tra và thử phải được bố trí theo dõi chất lượng trong tất cả các giai đoạn khác nhau của thiết kế, chế tạo và thi công.

9.4.2 Các cấp kiểm tra

9.4.2.1 Để phân biệt các yêu cầu kiểm tra phù hợp với loại và mục đích sử dụng kết cấu. Tiêu chuẩn này quy định ba cấp kiểm tra sau:

IC1: Kiểm tra đơn giản (Simplified inspection)

IC2: Kiểm tra bình thường (Normal inspection)

IC3: Kiểm tra mở rộng (Extended inspection).

9.4.2.2 Các cấp kiểm tra được sử dụng phải được thể hiện trong các yêu cầu kỹ thuật của dự án.

9.4.2.3 Cấp kiểm tra có thể lên kết cấu hoàn chỉnh, lên các thành phần của kết cấu hoặc lên các hoạt động thực hiện.

9.4.2.4 Kiểm tra cấp 3 (kiểm tra mở rộng) thường được áp dụng cho kết cấu bê tông ngoài khơi. Kiểm tra cấp 1 (kiểm tra đơn giản) không được áp dụng cho các kết cấu bê tông quan trọng.

9.4.3 Kiểm tra vật liệu và sản phẩm

9.4.3.1 Kiểm tra phải được chứng kiến và được xác nhận bởi một bên thứ ba được công nhận.

9.4.3.2 Kiểm tra các đặc tính vật liệu và sản phẩm được sử dụng theo Bảng 7.

Bảng 7 – Kiểm tra vật liệu và sản phẩm

Nội dung	Kiểm tra cấp 1 Đơn giản	Kiểm tra cấp 2 Bình thường	Kiểm tra cấp 3 Mở rộng
Vật liệu cốt pha	Không yêu cầu	Phù hợp với đặc tính dự án	
Cốt thép	Phù hợp với ISO 6935 và các Tiêu chuẩn quốc gia		
Thép ứng lực trước	Không áp dụng	Phù hợp với ISO 6935	
Cốt thép FRP	Phù hợp với giấy chứng nhận vật liệu		
Cốt thép FRP ứng lực trước	Phù hợp với giấy chứng nhận vật liệu		
Bê tông tươi: được trộn sẵn hoặc trộn ngoài công trường	Phù hợp với Tiêu chuẩn này		
Các mục khác ¹	Phù hợp với đặc tính của dự án và Tiêu chuẩn này		
Các thành phần chế tạo sẵn	Phù hợp với tiêu chuẩn này		
Báo cáo kiểm tra	Không yêu cầu	Phù hợp với tiêu chuẩn này	
CHÚ THÍCH 1: Có thể là các mục như các cấu kiện thép ngập nước			

9.4.3.3 Ngoài ra, cốt thép FRP phải được kiểm tra để xác nhận rằng các thanh không có các dấu hiệu hư hỏng.

9.4.3.4 Các thanh FRP phải được đánh dấu nhận diện. Việc đánh dấu phải được duy trì để có tính truy xuất đến khi kết cấu được sử dụng trong thực tế.

9.4.3.5 Cốt thép FRP phải được bảo vệ để tránh hư hỏng do chịu tia UV và xóa các ký hiệu đánh dấu. Cốt thép với các mức thép và kích thước khác nhau phải được bảo vệ riêng biệt.

9.4.4 Kiểm tra thực hiện

9.4.4.1 Quy định chung

Kiểm tra thực hiện phù hợp theo tiêu chuẩn này phải được thực hiện theo Bảng 8, trừ trường hợp đã được mô tả trong yêu cầu kỹ thuật của dự án.

Bảng 8 – Kiểm tra thực hiện

Nội dung	Kiểm tra cấp 1	Kiểm tra cấp 2	Kiểm tra cấp 3
Giàn giáo, ván khuôn và cốt pha	Kiểm tra ngẫu nhiên	Giàn giáo và cốt pha chính phải được kiểm tra trước khi đổ bê tông	Toàn bộ giàn giáo và cốt pha phải được kiểm tra trước khi đổ bê tông
Cốt thép (thép và FRP)	Kiểm tra ngẫu nhiên	Cốt thép chính phải được kiểm tra trước khi đổ bê tông	Toàn bộ cốt thép phải được kiểm tra trước khi đổ bê tông
Cốt thép ứng lực trước (thép và FRP)	Không áp dụng	Toàn bộ các thành phần ứng lực trước phải được kiểm tra trước khi đổ bê tông,	

		Ứng lực. Vật liệu được nhận diện bằng các tài liệu thích hợp	
Các thành phần ngập nước	Phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của dự án		
Lắp đặt các bộ phận đúc sẵn	Không áp dụng	Trước khi và tại thời điểm hoàn thành lắp đặt	
Vận chuyển và đúc khuôn bê tông tại công trường	Kiểm tra	Kiểm tra cơ bản và ngẫu nhiên	Kiểm tra chi tiết toàn bộ quy trình
Xử lý và hoàn thiện bê tông	Kiểm tra không thường xuyên (Occasional check)	Kiểm tra không thường xuyên (Occasional check)	Kiểm tra thường xuyên
Ứng suất và trám vữa cốt thép ứng lực trước	Không áp dụng	Kiểm tra chi tiết toàn bộ quy trình, bao gồm các biên bản ứng suất trước khi cho phép cắt thép	
Bản vẽ hoàn công	Không áp dụng	Phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của dự án	
Tài liệu kiểm tra	Không áp dụng	Phải thực hiện	

9.4.4.2 Kiểm tra giàn giáo và cốp pha

Việc kiểm tra trước khi bắt đầu đổ bê tông, phải thực hiện theo các cấp kiểm tra phù hợp, bao gồm:

- Hình dạng của cốp pha;
- Tính ổn định của cốp pha và giàn giáo và móng của chúng;
- Độ cứng của giàn giáo và các bộ phận;
- Loại bỏ các mảnh vụn như bụi cát, dây và mảnh vụn từ cốp pha;
- Xử lý bề mặt của các mối nối thi công;
- Làm ướt cốp pha;
- Chuẩn bị bề mặt cốp pha;
- Khe hở và khóa chặn (blockouts).

Kết cấu phải được kiểm tra sau khi tháo dỡ cốp pha để đảm bảo các thiết bị gá tạm thời được loại bỏ.

9.4.4.3 Kiểm tra cốt thép

Trước khi bắt đầu đổ bê tông, phải thực hiện kiểm tra theo cấp phù hợp để đảm bảo rằng:

Cốt thép không bị dính dầu, mỡ, sơn, hoặc các chất có hại khác:

- Cốt thép thể hiện trong bản vẽ nằm đúng vị trí, tại khoảng cách xác định;
- Lớp bảo vệ phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật;
- Cốt thép được buộc chặt và phải tránh các sự dịch chuyển trong quá trình đổ bê tông;
- Khoảng cách giữa các thanh phải đủ để đổ và đầm bê tông.

Sau khi đổ bê tông, các thanh bắt đầu tại các nút thi công phải được kiểm tra để đảm bảo chúng được đặt đúng vị trí. Đối với các kết cấu yêu cầu kiểm tra cấp 2 và cấp 3, toàn bộ các thanh FRP phải được kiểm tra trước khi đổ bê tông. Vật liệu phải được xác minh theo 9.4.3.

9.4.4.4 Kiểm tra ứng lực trước

Trước khi bắt đầu đổ bê tông, việc kiểm tra phải xác định:

- Vị trí của cáp ứng lực trước (tendon), ống gen (sheath), ống, neo và cốt đai/ khớp nối (coupler) theo bản vẽ thiết kế (bao gồm lớp bê tông bảo vệ và khoảng cách giữa cốt thép);
- Thiết bị giữ cáp ứng lực trước và lớp bảo vệ, chống lại lực đẩy nổi và tính ổn định của gói đỡ;
- Lớp bảo vệ, ống, neo và cốt đai được gắn chặt và không hư hỏng;
- Cáp ứng lực trước, cốt đai, neo không bị gỉ;
- Độ sạch của lớp bảo vệ, neo và cốt đai/ khớp nối.

Trước khi kéo hoặc trước khi nhả lực kéo trước, cường độ bê tông thực tế phải được kiểm tra theo cường độ yêu cầu. Các tài liệu và thiết bị phù hợp với chương trình kéo phải có sẵn trên công trình. Việc hiệu chỉnh các kích (jack) phải được kiểm tra. Việc hiệu chỉnh cũng phải được thực hiện trong quá trình ứng lực nếu có liên quan.

Trước khi bắt đầu việc bơm trám, kiểm tra phải bao gồm:

- Chuẩn bị/ thử đánh giá chất lượng vữa;
- Kết quả thử vữa trên ống thử;
- Các ống mở để vữa đi qua đủ chiều dài và không có các vật liệu gây hại, như nước và băng;
- Ống được chuẩn bị và định dạng;
- Vật liệu phải được nhào trộn và đủ để cho phép tràn ra (overflow).

Trong quá trình bơm trám, kiểm tra phải bao gồm:

- Sự phù hợp của việc thử vữa tươi, như tính lưu động và phân tầng;
- Đặc tính của thiết bị và của vữa;
- Áp suất thực tế trong quá trình bơm trám vữa;
- Trình tự thổi và rửa;
- Các lưu ý để giữ sạch ống;
- Trình tự bơm trám;
- Các hoạt động trong các trường hợp sự cố và trường hợp khí hậu nguy hiểm;
- Vị trí và chi tiết của bất kỳ của thiết bị phun.

9.4.4.5 Kiểm tra các công tác bê tông

Kiểm tra và thử việc các công tác bê tông phải được lập kế hoạch, thực hiện và lập báo cáo phù hợp với cấp kiểm tra được nêu trong **Bảng 9**.

Cấp kiểm tra cho các công tác bê tông phải là cấp 3, trừ trường hợp được nêu trong yêu cầu kỹ thuật của dự án.

Các bộ phận kết cấu khác trong một dự án có thể có cấp kiểm tra khác nhau tùy thuộc vào sự phức tạp và tầm quan trọng của chúng trong kết cấu hoàn thiện.

Bảng 9 – Các yêu cầu về lập kế hoạch, kiểm tra và lập báo cáo

Nội dung	Cấp kiểm tra 1	Cấp kiểm tra 2	Cấp kiểm tra 3
Lên kế hoạch kiểm tra	N/A	Kế hoạch kiểm tra, quy trình, chương trình hướng dẫn công việc, các hành động trong trường hợp không phù hợp	
Kiểm tra	N/A	Thường xuyên ngoại trừ việc kiểm tra ngẫu nhiên	Kiểm tra liên tục của từng đợt đổ bê tông
Báo cáo	N/A	Tất cả các báo cáo lập kế hoạch; Các bản ghi từ tất cả các cuộc kiểm tra; Tất cả các báo cáo về sự không phù hợp và hành động khắc phục.	

9.4.4.6 Kiểm tra các chi tiết bê tông chế tạo sẵn

Nếu các chi tiết bê tông chế tạo sẵn được sử dụng, việc kiểm tra phải bao gồm:

- Kiểm tra bằng mắt thường các chi tiết mới được chuyển đến tại công trình;
- Tài liệu giao nhận;
- Điều kiện của chi tiết trước khi lắp đặt;
- Điều kiện tại vị trí lắp đặt, ví dụ: giá đỡ;
- Điều kiện của chi tiết, bất kỳ thanh cốt thép nhô ra, chi tiết nổi, vị trí của chi tiết, trước khi nổi và thực hiện công việc hoàn thiện.

9.4.4.7 Các hành động trong trường hợp không phù hợp

Nếu kiểm tra phát hiện sự không phù hợp, hành động thích hợp phải được thực hiện để đảm bảo kết cấu duy trì mục đích dự định. Các điều sau phải được kiểm tra:

- Hệ quả của sự không phù hợp lên quy trình và thực hiện công việc được áp dụng;
- Hệ quả của sự không phù hợp lên kết cấu, an toàn và đặc tính chức năng;
- Phương pháp cần thiết để phê duyệt chi tiết;
- Sự cần thiết để loại bỏ và thay thế các chi tiết không phù hợp.

Tài liệu của quy trình và vật liệu được sử dụng phải được phê duyệt trước khi việc sửa chữa hoặc khắc phục được thực hiện.

9.5 Kế hoạch chế tạo

9.5.1 Quy định chung

9.5.1.1 Trước khi chế tạo, các quy trình thực hiện và kiểm soát tất cả các hoạt động chế tạo phải được chuẩn bị để đảm bảo đạt được chất lượng theo yêu cầu.

9.5.1.2 Các quy trình nêu chi tiết các bước chế tạo, thử và hoạt động kiểm tra phải được chuẩn bị. Sự giao nhận đầy đủ vật liệu và khả năng lưu trữ phải được đảm bảo để đáp ứng nhu cầu dự kiến cho bất kỳ giai đoạn đổ bê tông liên tục.

9.5.1.3 Kế hoạch của tất cả các giai đoạn chế tạo phải đảm bảo thời gian đổ bê tông đạt đủ độ cứng chịu các tải trọng tác động.

9.5.1.4 Việc xem xét phải được đưa ra để việc tiếp cận và thời gian cần thiết cho việc khảo sát và kiểm tra khi tiến hành chế tạo.

9.5.1.5 Các hoạt động chế tạo liên quan đến các hoạt động vận chuyển và lắp đặt phải được nêu cụ thể trong các quy trình đặc biệt được chuẩn bị phù hợp với các yêu cầu được nêu trong **TCVN 6170-12**.

9.5.1.6 Đối với kết cấu cốt FRP, cần yêu cầu lưu ý đặc biệt trong kế hoạch chế tạo do tất cả các thanh được giao nhận theo hình dạng và kích thước cuối khi đến vị trí chế tạo. Chỉ các thanh thẳng có thể được điều chỉnh ở công trình, trong trường hợp cần giảm chiều dài. Các thanh thường không được uốn, hàn tại vị trí chế tạo khi đặt thanh trong khuôn đúc.

Đối với các chi tiết kết cấu phức tạp, kế hoạch đặc biệt thường không được thực hiện trong chế tạo phải được yêu cầu.

9.6 Vật liệu và thử vật liệu

9.6.1 Quy định chung

9.6.1.1 Các vật liệu cấu tạo, cốt thép và hệ thống ứng lực trước được sử dụng trong chế tạo, cũng như bê tông và vữa tươi/ cứng phải thỏa mãn các yêu cầu TCVN 6170-6.

9.6.1.2 Thử vật liệu phải được thực hiện trước và trong quá trình chế tạo để xác nhận chất lượng của vật liệu và đảm bảo đạt được các yêu cầu kỹ thuật.

9.6.1.3 Thử vật liệu phải được thực hiện thỏa mãn các yêu cầu của TCVN 6170-6. Việc thử phải được thực hiện với các thiết bị đã được hiệu chỉnh và thử.

9.6.1.4 Việc thử vật liệu tại các phòng thí nghiệm độc lập, phải được sự chấp thuận của cơ quan có thẩm quyền phê duyệt.

9.6.1.5 Các báo cáo của tất cả quá trình thử phải được giữ để đưa vào hồ sơ chế tạo.

9.6.2 Các vật liệu chế tạo

9.6.2.1 Lưu trữ và xử lý các vật liệu cấu tạo phải phù hợp với thực tế đã được công nhận. Vật liệu phải được tránh các ảnh hưởng bất lợi của môi trường.

9.6.2.2 Xi măng phải được giao nhận kèm chứng chỉ làm việc (chứng chỉ tại nhà máy – Work's Certificate) phù hợp với TCVN 6170-6. Các lô xi măng khác nhau, nếu có thể, phải được lưu trữ trong các xi lô khác nhau, để các kết quả thử tại công trình có thể tham chiếu theo các lô xác định.

9.6.2.3 Việc thử xi măng tại công trình phải được thực hiện ngẫu nhiên trong quá trình chế tạo. Tần suất lấy mẫu phải dựa trên kinh nghiệm và phải được phê duyệt bởi khách hàng / đơn vị kiểm tra trước khi bắt đầu chế tạo. Việc lấy mẫu phải điển hình cho xi măng được giao. Tần suất lấy mẫu tăng lên có thể được yêu cầu trong các trường hợp sau:

- a) Thay đổi nhà cung cấp;
- b) Thay đổi loại/ mác;
- c) Thay đổi các yêu cầu về đặc tính bê tông;
- d) Kết quả thử không thỏa mãn;
- e) Điều kiện lưu trữ không thỏa mãn;
- f) Các thông tin và sự kiện có thể chứng minh cho việc lấy mẫu tăng lên.

9.6.2.4 Việc thử xi măng phải tối thiểu được thực hiện để lập các đặc tính sau:

- Độ mịn;
- Ngưng kết ban đầu và cuối;
- Thành phần ô – xít;
- Cường độ vữa.

Việc thử phải được thực hiện theo TCVN 6170-6, và các kết quả thử phải thỏa mãn các yêu cầu trong TCVN 6170-6. Xi măng không thỏa mãn các yêu cầu không được sử dụng

9.6.2.5 Cấp phối phải được thử khi giao nhận tại công trình. Nếu các nguồn cấp phối khác nhau được sử dụng, yêu cầu kỹ thuật cho từng nguồn phải được lập. Các yêu cầu kỹ thuật sau phải được lập:

- Phân bố kích thước các hạt (cấp phối hạt) bao gồm thành phần cát;
- Thành phần hữu cơ;
- Mật độ và trọng lượng riêng;
- Cường độ trong hỗn hợp tiêu chuẩn của bê tông và vữa;
- Thành phần và tính chất thạch học (petro-graphical) có thể gây ảnh hưởng đến độ bền bê tông;
- Thành phần nước.

9.6.2.6 Cấp phối được giao nhận tại công trình phải được lưu trữ riêng biệt và để cấp phối được bảo vệ khỏi nước và các ảnh hưởng gây hư hỏng khác của môi trường, và có dấu nhận diện thành phần.

9.6.2.7 Thử cấp phối phải được thực hiện thường xuyên trong quá trình chế tạo. Tần suất lấy mẫu phải dựa trên chất lượng và tính nhất quán khi cung cấp cũng như thể tích sản xuất bê tông, và phải được phê duyệt trước khi bắt đầu chế tạo. Việc tăng tần suất thử có thể được yêu cầu khi việc thử không đưa ra kết quả thỏa mãn, khi thay đổi nhà cung cấp hoặc nếu sự thay đổi về sự đồng nhất của nhà cung cấp được quan sát.

9.6.2.8 Nguồn nước phải được điều tra tính phù hợp và sự tin cậy của nguồn nước. Nước phải không chứa các tạp chất hữu cơ, muối hoặc các thành phần gây bất lợi hoặc ảnh hưởng khác đến bê tông tươi hoặc cứng cũng như cốt thép. Việc cung cấp phải đảm bảo đầy đủ và tin cậy trong quá trình sản xuất.

9.6.2.9 Chất lượng của hỗn hợp nước phải được lập báo cáo bằng việc thử trong các khoảng thời gian được điều chỉnh trong từng trường hợp đối với loại nước cấp theo thỏa thuận giữa các bên liên quan.

9.6.2.10 Các chất phụ gia được đưa đến khu vực trộn phải có báo cáo thử nghiệm kèm theo, xác nhận các yêu cầu kỹ thuật được chỉ định. Việc xử lý và lưu trữ các chất phụ gia phải tuân theo khuyến nghị của nhà cung cấp.

9.6.2.11 Ảnh hưởng của chất phụ gia lên bê tông phải được thử tại các khoảng thời gian trên công trình theo các đặc tính sau:

- Độ sệt, tại 5 và 30 phút sau khi trộn;
- Yêu cầu về nước đối với độ sệt;
- Co ngót/ độ nở (swelling);
- Cường độ nén và kéo (uống) tại 7, 28 và 91 ngày.

9.6.3 Cốt thép và các thành phần hệ thống ứng lực trước

9.6.3.1 Tất cả cốt thép phải được giao tới vị trí chế tạo với các giấy chứng nhận thích hợp xác nhận sự phù hợp theo các yêu cầu cụ thể trong TCVN 6170-6. Thép phải được đánh dấu nhận diện. Dấu nhận diện phải được duy trì để lập tính truy xuất đến khi được sử dụng thực tế trong kết cấu.

9.6.3.2 Cốt thép phải được lưu trữ để tránh ăn mòn và mất dấu nhận diện. Cốt thép của từng nhóm và có kích thước khác nhau phải được lưu trữ riêng.

9.6.3.3 Các thành phần của hệ thống ứng lực trước, bao gồm cáp, phải được lưu trữ trong môi trường khô ráo, không có sự ăn mòn. Chúng phải được bổ sung bảo vệ bằng dầu bảo vệ. Dầu phải được báo cáo không làm ảnh hưởng xấu đến liên kết với vữa. Ngoài ra, cáp phải được làm sạch trước khi sử dụng.

9.6.3.4 Kiểm tra tại chỗ thường xuyên phải được thực hiện tại công trình để đảm bảo:

- Khả năng truy xuất nguồn gốc, đánh dấu và lưu trữ cốt thép và các thành phần của hệ thống ứng lực trước;
- Việc uốn thanh thép phải được thực hiện với đường kính và nhiệt độ được phê duyệt.

9.6.3.5 Các quy trình hàn cốt thép và đánh giá thợ hàn phải được báo cáo theo các yêu cầu của TCVN 6170-6.

Tất cả mối hàn phải được 100% kiểm tra bằng mắt thường. Mẫu hàn phải được lấy và thử thường xuyên. Các tài liệu toàn diện có thể được yêu cầu bởi khách hàng/ đơn vị kiểm tra đối với các mối hàn quan trọng.

9.6.3.6 Thử các mối nối cơ khí trong cốt thép gồm:

- Trước khi chế tạo: 3 bài thử kéo mối nối;
- Trong khi chế tạo: thử kéo 1% tất cả mối nối được thực hiện.

9.6.3.7 Thử thép ứng lực trước phải được thực hiện thường xuyên trước khi sử dụng. Khoảng thời gian phải là một phần của quy trình và kết quả thử phải được lập báo cáo.

9.6.3.8 Thử các thành phần của hệ thống ứng lực trước, thử và hiệu chỉnh thiết bị ứng lực có thể được yêu cầu và phải được lập báo cáo.

9.6.3.9 Thử các thành phần cho hệ thống ứng lực trước FRP phải được thực hiện thường xuyên trước khi sử dụng. Khoảng thời gian phải là một phần của quy trình và kết quả thử phải được lập báo cáo.

9.6.4 Sản xuất và thử kiểm soát chất lượng tại hiện trường

9.6.4.1 Trước khi bắt đầu chế tạo, các yêu cầu kỹ thuật của hỗn hợp bê tông dự định phải được kiểm tra bằng việc thử các mẫu. Việc thử và phương pháp thử phải phù hợp với các yêu cầu của TCVN 6170-6.

9.6.4.2 Các yêu cầu kỹ thuật sau phải được lập báo cáo:

- Tỷ lệ pha trộn và kết quả độ sệt, sự tách nước và thành phần khí;
- Cường độ chịu nén;
- Thời gian và cường độ phát triển;
- Mô đun đàn hồi Young trong lực nén;
- Độ thấm của bê tông cứng;
- Thời gian phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật được phê duyệt;
- Ảnh hưởng của chất phụ gia.

9.6.4.3 Trong khi sản xuất, bê tông phải được thử thường xuyên cường độ, thành phần khí, độ sệt, nhiệt độ và khối lượng riêng, như được cho trong **Bảng 10**.

Bảng 10 – Tần suất thử sản phẩm bê tông

Thông số	Tần suất
Cường độ	Một mẫu trên một ca làm việc, và thông thường không nhỏ hơn một mẫu cho mỗi 100m ³ đầu tiên hoặc tối thiểu một mẫu cho mỗi thay đổi của thành phần vật liệu hoặc tỷ lệ trọng, lấy theo số lượng mẫu lớn nhất.
Thành phần khí, nhiệt độ và độ sệt	Ba lần trên một ca làm việc, hoặc bất cứ khi nào một mẫu cường độ được lấy
Khối lượng riêng	Một lần trên một ca làm việc

Từng mẫu thử lấy cường độ, được lấy từ một lô sau khi vận chuyển, phải được so sánh với tối thiểu 4 mẫu thử được đánh dấu rõ ràng. Việc thu thập, bảo dưỡng và thử phải được thực hiện phù hợp với yêu cầu kỹ thuật được phê duyệt.

9.6.4.4 Cho đến khi tính đồng nhất của bê tông được chứng minh, tỷ lệ thử cao hơn có thể được yêu cầu. Trong quá trình sản xuất liên tục, tỷ lệ thử có thể giảm như đã thỏa thuận với các bên có liên quan.

9.6.4.5 Yêu cầu kỹ thuật của vữa phải được thử thông qua việc kiểm soát chất lượng tại hiện trường trong khoảng thời gian thường xuyên khi sản xuất và đổ vữa.

9.6.4.6 Các bản ghi phải được giữ bao gồm các tham chiếu với thiết kế trộn, ngày và thời gian lấy mẫu cũng như các phần/ bộ phận được đổ.

9.6.4.7 Tần suất thử QC tại hiện trường của vữa xi măng tinh phải tối thiểu như trong **Bảng 11**.

Bảng 11 – Tần suất thử QC của vữa xi măng tinh

Thông số	Tần suất
Cường độ nén	5 mẫu thử phải được lấy, một lần cho mỗi ca làm việc, cho 100m ³ đầu tiên, một lần cho mỗi thay đổi cấp phối vật liệu hoặc tỷ lệ trộn
Độ nở và sự tách nước	Một lần cho thử cường độ hoặc mỗi 3 giờ
Độ nhớt	Một lần cho thử cường độ hoặc mỗi 3 giờ
Khối lượng riêng	Một lần cho thử cường độ hoặc mỗi 3 giờ
Nhiệt độ	Một lần cho thử cường độ hoặc mỗi 3 giờ

Trong trường hợp khối lượng đổ rất lớn, tần suất lấy mẫu cho cường độ nén có thể được giảm sau khi được cơ quan có thẩm quyền xem xét chấp thuận.

9.6.4.8 Tần suất thử QC tại hiện trường của vữa trộn sẵn phải tối thiểu như được nêu trong **bảng 12**.

Bảng 12 – Tần suất thử QC của vữa trộn sẵn

Thông số	Tần suất
Cường độ nén	5 mẫu thử phải được lấy, một lần cho mỗi ca làm việc, cho 100m ³ đầu tiên, hoặc cho từng bộ phận được đổ, lấy theo số lượng mẫu lớn nhất
Sự tách nước/ Tính đồng nhất (kiểm tra bằng mắt)	Một lần cho thử cường độ hoặc mỗi 3 giờ
Dòng chảy lan rộng (spread of flow)	Một lần cho thử cường độ hoặc mỗi 3 giờ
Nhiệt độ	Một lần cho thử cường độ hoặc mỗi 3 giờ

9.6.4.9 Tần suất thử có thể được yêu cầu cao hơn cho đến khi vữa đạt chất lượng đồng đều.

9.6.4.10 Việc thử vữa phải được thực hiện trên các mẫu thử được thu thập trong quá trình sản xuất. Việc tập hợp, bảo dưỡng và thử phải được thực hiện phù hợp với một yêu cầu kỹ thuật được phê duyệt.

9.6.4.11 Các mẫu thử của vữa tươi và vữa đã đông cứng, bất cứ khi nào, phải được lấy từ các điểm xa của các bộ phận được trám vữa và các mẫu thử được lấy từ điểm nhô ra (emerging), vữa dư.

9.6.5 Thử bê tông trong kết cấu

9.6.5.1 Chất lượng của bê tông trong kết cấu có thể được yêu cầu thử bằng việc thử cắt (tests of sawn), được khoan hoặc lõi bê tông đổ tại chỗ từ kết cấu hoặc bằng kiểm tra không phá hủy. Phạm vi, vị trí và các phương pháp thử phải được đồng ý bởi khách hàng/ đơn vị kiểm tra trong từng trường hợp. Việc kiểm tra bê tông trong kết cấu phải được xem xét tăng lên nếu một trong các điều kiện sau đây xảy ra:

- Cường độ tiêu chuẩn các mẫu thử thể hiện cường độ thấp bất thường;
- Bê tông có các dấu hiệu thấy được chất lượng thấp;
- Bê tông chịu tác động của hóa chất hoặc lửa;
- Bê tông trong quá trình bảo dưỡng chịu đóng băng hoặc khô sớm;
- Sự nén, bảo dưỡng không thích hợp hoặc các điều kiện bất lợi được quan sát hoặc nghi ngờ.

9.6.5.2 Các quy trình được tuân theo cùng các phương pháp và tiêu chuẩn hiệu chỉnh kiểm tra không phá hủy phải được phê duyệt trong từng trường hợp.

9.6.5.3 Khi kết quả kiểm tra được so sánh, phải thành lập một mối tương quan giữa các kết quả từ các mẫu thử tiêu chuẩn phù hợp theo yêu cầu kỹ thuật được phê duyệt và các kết quả thử bê tông bổ sung trong kết cấu.

9.6.6 Các vật liệu không có xi măng (non-cementitious)

9.6.6.1 Các vật liệu không có xi măng là các vật liệu như keo dán epoxi và nhựa (polyurethanes) được thực hiện đặc biệt khi sử dụng kết hợp với kết cấu bê tông để tăng cường các yêu cầu kỹ thuật của bê tông hoặc bổ sung, sửa chữa hoặc thay thế bê tông.

9.6.6.2 Các vật liệu không có xi măng phải được giao nhận kèm các báo cáo thử thể hiện thành phần và yêu cầu kỹ thuật của vật liệu. Vật liệu phải được xử lý và được lưu trữ theo khuyến nghị của nhà cung cấp.

9.6.6.3 Các vật liệu không có xi măng trước khi được sử dụng phải được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt về kết quả đánh giá vật liệu, thử và các quy trình áp dụng.

9.7 Ván khuôn

9.7.1 Thiết kế, vật liệu và lắp dựng

9.7.1.1 Giàn giáo và ván khuôn, bao gồm nền móng và kết cấu đỡ phải được thiết kế và chế tạo để:

- Có đủ khả năng chịu bất kỳ tác động có thể xảy ra trong quá trình chế tạo;
- Đủ độ cứng để đảm bảo dung sai kết cấu thỏa mãn và tính toàn vẹn của thành phần kết cấu không bị ảnh hưởng.

Hình dạng, chức năng, quy cách và độ bền của kết cấu cố định phải không được suy yếu do giàn giáo và ván khuôn hoặc khi tháo dỡ.

9.7.1.2 Ván khuôn phải có đủ độ bền, độ cứng và độ ổn định kích thước để chịu các tải trọng khi đổ bê tông, đầm nén hoặc đầm rung của bê tông tươi. Khi đổ bê tông không theo phương đứng mà bề mặt ván khuôn gần như thẳng đứng, phải xem xét áp lực từ bê tông tươi có thể nâng cao đáng kể ván khuôn. Ngoài ra, các điều kiện đỡ, tải trọng hoạt tải và tải trọng môi trường phải được xem xét trước, trong và sau khi đổ bê tông.

9.7.1.3 Đối với các hoạt động đổ bê tông đặc biệt, cần phải đệ trình các tính toán thiết kế cho ván khuôn để các cơ quan có thẩm quyền phê duyệt.

9.7.1.4 Sự xem xét đặc biệt phải được thực hiện khi thiết kế ván khuôn bê tông có thời gian đông kết dài do chiều cao lớn của bê tông tươi có thể gây ra tải trọng đáng kể lên ván khuôn.

9.7.1.5 Việc đổ bê tông sử dụng ván khuôn trượt (Slipping-form) phải được mô tả trong một quy trình. Quy trình phải bao gồm thiết kế kết cấu, bố trí kích nâng (jacking arrangement), nguồn cấp điện, phương pháp kiểm soát hình dạng, tiêu chuẩn cho cầu lắp và các quy trình sự cố trong trường hợp dừng.

9.7.1.6 Việc thử tính khả thi tại hiện trường có thể được yêu cầu cho các hoạt động đổ bê tông dạng trượt phức tạp.

9.7.1.7 Đồ bê tông dạng ván khuôn trượt có các kích thước khác nhau phải được xem xét đặc biệt.

9.7.1.8 Vật liệu ván khuôn phải phù hợp với các yêu cầu về độ bền, độ cứng và độ hút nước thấp. Ván khuôn phải được dựng bởi người có kinh nghiệm, thực hiện phù hợp với các bản vẽ chi tiết. Đệm gỗ (wooden spacers) không được sử dụng.

9.7.1.9 Bất kỳ vật liệu thỏa mãn các tiêu chuẩn đưa ra cho kết cấu có thể được sử dụng đối với ván khuôn và giàn giáo. Các vật liệu phải thỏa mãn với các tiêu chuẩn tương đương. Yêu cầu kỹ thuật của vật liệu, như độ co ngót, phải được tính toán nếu chúng có thể ảnh hưởng tới sản phẩm.

9.7.1.10 Vật liệu được đưa vào sử dụng phải phù hợp với bất kỳ yêu cầu đặc biệt cho hoàn thiện bề mặt hoặc xử lý bề mặt sau.

9.7.1.11 Phương pháp tính toán phải mô tả cách thức lắp dựng và tháo dỡ các kết cấu tạm thời. Phương pháp tính toán phải xác định các yêu cầu về xử lý, điều chỉnh, sự căng trước, tải trọng, tháo chốt (unkeying) và tháo dỡ ván khuôn.

9.7.1.12 Độ biến dạng của ván khuôn trong và sau khi đổ bê tông phải được giới hạn để tránh các vết nứt có hại trong bê tông mới đổ.

9.7.1.13 Ván khuôn phải giữ bê tông theo hình dạng yêu cầu cho đến khi đạt đủ cường độ.

9.7.1.14 Ván khuôn và các mối nối giữa ván và tấm chắn phải đủ độ chặt để chống lại độ hao hụt của nước và cốt liệu.

9.7.1.15 Ván khuôn hấp thụ độ ẩm hoặc có khả năng tạo điều kiện bay hơi phải được làm ướt phù hợp để làm giảm tối thiểu sự mất nước từ bê tông, trừ khi ván khuôn được thiết kế cho mục đích đặc biệt.

9.7.1.16 Bề mặt bên trong của ván khuôn phải được làm sạch. Khi sử dụng phương pháp bê tông đổ bằng ván khuôn trượt, tấm cốt pha phải được làm sạch hoàn toàn và chất giải phóng nắm mốc giống như dầu mỡ (a grease like mould release agent) trước khi lắp đặt ván khuôn.

9.7.1.17 Sự xem xét đặc biệt phải được thực hiện khi thiết kế ván khuôn đối với bê tông có đặc tính chảy cao hoặc thay đổi trong đó áp suất thủy tĩnh từ bê tông có thể cao hơn so với bê tông thường.

9.7.2 Hệ thống ván khuôn trượt liên tục (Slip-form systems)

9.7.2.1 Khi sử dụng phương pháp ván khuôn trượt liên tục, việc thiết kế và lắp dựng ván khuôn và sự chuẩn bị phải được tính đến sự khó khăn trong việc kiểm soát địa hình và độ cứng của tất cả không gian làm việc. Kết cấu đổ hoàn toàn bằng ván khuôn trượt liên tục phải được thiết kế với độ cứng và độ bền thích hợp. Phải kể đến ma sát chống lại sự đông cứng của bê tông, trọng lượng của vật liệu đổ trong ván khuôn, các hệ thống điều chỉnh hình học như đường kính, chiều dày, cũng như các điều kiện thời tiết có thể xảy ra trong quá trình đổ bằng ván khuôn trượt liên tục.

9.7.2.2 Khả năng nâng hạ của kích nâng (jack) phải phù hợp. Thanh leo (climbing rods) phải đủ độ bền để không bị biến dạng. Thông thường, các thanh leo phải được để lại tất cả cùng với bê tông. Nếu các thanh leo được dỡ bỏ, các lỗ để lại trong bê tông phải được điền đầy bằng vữa qua ống phun ở dưới hoặc bằng các ống phun được luồn từ trên xuống. Mức độ sử dụng vữa phải được theo dõi để xác nhận sự điền đầy hoàn toàn.

9.7.2.3 Các vật liệu ván khuôn có thể bằng thép hoặc gỗ, và phải phù hợp với các yêu cầu về vật liệu ván khuôn. Ván khuôn phải có chiều cao và độ nghiêng phù hợp với bê tông được sử dụng. Tỷ lệ ván trượt và các điều kiện khác ảnh hưởng tới quá trình đông cứng của bê tông phải làm giảm hoặc loại bỏ khả năng xảy ra vết nứt.

9.7.2.4 Ván trượt phải có một giàn đỡ dưới ván chính, cho phép tiếp cận bảo dưỡng cũng như kiểm tra, nếu cần thiết, có sửa chữa nhỏ bê tông đông cứng khi xảy ra từ bên dưới ván khuôn.

9.7.2.5 Lớp bê tông bảo vệ cho cốt thép phải được giữ trong dung sai cho phép bằng cách dùng thanh thép dẫn đủ dài và cứng giữa cốt thép và ván khuôn, phân bố đầy đủ quanh ván khuôn.

9.7.2.6 Phải có các kế hoạch dự phòng chuẩn bị cho các tình huống ngoài ý muốn như sự cố khi cung ứng bê tông, vấn đề với thiết bị nâng hạ, sự đông kết của bê tông.

9.7.3 Hệ thống ván khuôn trượt không liên tục (jump forming)

9.7.3.1 Hệ thống ván khuôn trượt khi được sử dụng phải đảm bảo đủ độ bền và độ cứng để chịu tất cả các tải trọng tác động trong quá trình lắp dựng và đúc khuôn. Hệ thống này phải là hệ thống cứng (robust system) để đỡ ván khuôn trong quá trình đổ bê tông trước đó. Việc chèn các gối đỡ (support) phải được phê duyệt khi áp dụng thực tế.

9.7.3.2 Khi lắp đặt hệ thống ván khuôn trượt không liên tục cần đảm bảo có thể thực hiện được việc chuẩn bị và làm sạch các mối nối chế tạo khi cần thiết. Hệ thống ván khuôn trượt không liên tục phải phù hợp với các lối đi và giàn tiếp cận cần thiết để đảm bảo công tác bê tông có thể được thực hiện một cách thích hợp.

9.7.4 Việc chèn trong ván khuôn, hốc (recesses) và chặn (blockouts)

9.7.4.1 Các miếng chèn tạm thời để giữ ván khuôn với các thanh thép, thanh ống và các chi tiết tương tự phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Được có định đủ cứng để đảm bảo chúng sẽ giữ vị trí chính xác trong khi đặt và đổ bê tông;
- Không gây tải trọng không chấp nhận lên kết cấu;
- Không gây các tương tác xấu lên bê tông, cốt thép hoặc thép dự ứng lực;
- Không tạo các khuyết tật bề mặt;
- Không làm giảm hiệu suất, độ kín và độ bền của các thành phần kết cấu;
- Không gây cản trở khi đổ bê tông và độ nén của bê tông tươi.

9.7.4.2 Bất kỳ chi tiết đặt sẵn phải có đủ độ bền và độ cứng để duy trì hình dạng ván khuôn trong công tác bê tông và không có chất gây ảnh hưởng lên chúng, bê tông hoặc cốt thép.

9.7.4.3 Các hốc được sử dụng cho các công việc tạm thời phải được điền đầy và hoàn thiện với một vật liệu có chất lượng tương tự bê tông xung quanh, trừ khi có các quy định khác. Các khối chặn và các lỗ tạm thời sẽ được đổ với bê tông thường. Bề mặt của chúng phải được khóa hoặc tạo độ nghiêng và được chuẩn bị như các mối nối chế tạo.

9.7.5 Tháo dỡ ván khuôn và giàn giáo

9.7.5.1 Ván khuôn và giàn giáo phải được tháo dỡ khi bê tông đạt đủ cường độ:

- Để chống lại hư hỏng lên bề mặt có thể xảy ra trong quá trình tháo ván khuôn;
- Để thực hiện các hoạt động trên kết cấu bê tông tại giai đoạn đó;
- Để tránh biến dạng vượt quá dung sai quy định do đàn hồi và từ biến của bê tông.

9.7.5.2 Việc tháo ván khuôn phải được thực hiện mà không gây ra sự quá tải hoặc hư hỏng lên kết cấu.

9.7.5.3 Cột chống (Propping hoặc re-propping) có thể được sử dụng để giảm sự ảnh hưởng của tải trọng ban đầu, tải trọng sau khi đổ (subsequent loading) và/hoặc tránh vượt quá các biến dạng cho phép. Cột chống có thể được yêu cầu để bê tông đạt được cường độ chịu lực.

9.7.6 Xử lý bề mặt và công tác chuẩn bị hoàn thiện

9.7.6.1 Khi hoàn thành việc lắp dựng ván khuôn và trong hoạt động đổ bằng ván khuôn trượt liên tục (slip-forming operations), cần phải đảm bảo ván khuôn không chịu các tác động bên ngoài, các mối nối đúc (casting joints) phải được chuẩn bị và xử lý cụ thể, và ván khuôn phải được xử lý bề mặt thích hợp.

9.7.6.2 Ván khuôn có lớp bám dính thấp có thể được sử dụng. Các chất tháo ván khuôn (form release agents) được sử dụng để không gây bất lợi lên liên kết giữa cốt thép và bê tông phải được lập báo cáo thỏa mãn.

9.7.6.3 Xử lý bề mặt và công tác chuẩn bị hoàn thiện của ván khuôn phải được mô tả trong một quy trình đặc biệt.

9.7.6.4 Các chất tháo ván khuôn phải không gây hại lên bê tông, cốt thép hoặc liên kết giữa chúng. Các chất tháo ván khuôn phải không gây ảnh hưởng bất lợi lên bề mặt hoàn thiện, hoặc các lớp phủ nếu có. Các chất này phải được sử dụng phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của nhà sản xuất.

9.7.6.5 Việc kiểm soát kích thước trong và sau khi hoàn thiện ván khuôn tối thiểu phải bao gồm:

- Dạng hình học và kích thước của mặt cắt ngang;
- Hình dạng tổng thể, bao gồm độ lệch theo hình dạng lý thuyết và sự không liên kết.

9.8 Cốt thép và thép chống lún (Embedded Steel)

9.8.1 Cốt thép

9.8.1.1 Loại, mác và kích thước của cốt thép phải được cho trong các bản vẽ được phê duyệt và được đặt với khoảng cách, thép nổi và lớp bê tông bảo vệ như được thể hiện trong các tài liệu tương tự.

9.8.1.2 Bề mặt của cốt thép phải không có các chất gây hại lên cốt thép hoặc liên kết giữa cốt thép và bê tông tại thời điểm lắp đặt và phải được bảo vệ khỏi các chất đó cho đến khi bắt đầu quá trình đổ bê tông.

9.8.1.3 Cốt thép thường được uốn nguội để tạo thành hình dạng yêu cầu. Việc uốn nóng hoặc uốn lại chỉ được cho phép nếu có thỏa thuận đặc biệt. Việc uốn phải được thực hiện theo một tỷ lệ đồng nhất

9.8.1.4 Việc uốn cốt thép tại nhiệt độ dưới 0 độ chỉ được thực hiện trên thép có chất lượng cụ thể được nêu trong TCVN 6170-6.

9.8.1.5 Thanh FRP có thể được cắt theo chiều dài xác định nhưng phải được sử dụng theo hình dạng được phân phối. Thanh FRP không thể uốn theo hình dạng.

9.8.1.6 Việc hàn cốt thép phải được thực hiện bởi thợ hàn được chứng nhận làm việc phù hợp với các quy trình được phê duyệt. Mỗi hàn phải được kiểm tra không phá huỷ theo yêu cầu kỹ thuật được phê duyệt. Các mối hàn thử nghiệm và chất lượng mối hàn phải được báo cáo.

9.8.1.7 Việc hàn thép chỉ được cho phép lên cốt thép đã được phân loại có thể hàn được trong tiêu chuẩn sản phẩm liên quan hoặc các tiêu chuẩn quốc tế.

9.8.1.8 Việc hàn thép phải được sử dụng và thực hiện phù hợp theo yêu cầu kỹ thuật theo thiết kế và phải tuân theo các yêu cầu đặc biệt trong tiêu chuẩn quốc tế tương đương.

9.8.1.9 Việc hàn thép không được thực hiện tại hoặc gần điểm uốn thép, trừ khi được phê duyệt thiết kế đặc biệt.

9.8.1.10 Việc hàn các thép mạ kẽm (galvanized) hoặc thép có lớp epoxy chỉ được cho phép khi một quy trình sửa chữa được xác định và phê duyệt.

9.8.1.11 Đối với thép thanh, thép sợi, cốt thép hàn và thép uốn (fabric bent) sau khi hàn đường kính của trục uốn thép được sử dụng phải được xác định theo thiết kế và phù hợp với tiêu chuẩn tương ứng với dạng cốt thép. Trong bất kỳ điều kiện không được uốn cốt thép bằng một trục uốn thép có đường kính không lớn hơn tối thiểu 1,5 lần trục uốn thép thử nghiệm được sử dụng để báo cáo quá trình thử uốn thép và đường kính thanh có thể lấy mà không bị nứt hoặc hư hỏng.

9.8.1.12 Việc uốn tại chỗ thép trong ván khuôn có thể được cho phép nếu có thể được chứng minh rằng bán kính uốn theo quy định và công việc có thể được thực hiện mà không làm thay đổi vị trí của cốt thép.

9.8.1.13 Việc nắn thẳng thanh thép đã uốn là không được cho phép trừ khi thanh thép được uốn ban đầu bằng một trục uốn thép có đường kính tối thiểu lớn hơn 1,5 lần trục uốn thép thử nghiệm được sử dụng để báo cáo thép và đường kính thanh có thể lấy và được nắn thẳng mà không gây hư hỏng, một quy trình cho công việc như vậy phải được chuẩn bị và phê duyệt.

9.8.1.14 Cốt thép được phân phối theo dạng cuộn phải được xử lý bằng thiết bị thích hợp, việc nắn thẳng phải được thực hiện theo các quy trình được phê duyệt, và tất cả các đặc tính cơ học yêu cầu phải được duy trì.

9.8.1.15 Các tổ hợp cốt thép đúc sẵn, lồng (cages) phải có độ cứng và độ bền thích hợp để giữ hình dạng trong quá trình vận chuyển, lưu trữ, đặt thép và đổ bê tông. Chúng phải được đặt chính xác để thoả mãn bất kỳ yêu cầu liên quan đến dung sai đặt cốt thép.

9.8.1.16 Thép bị biến dạng, thanh có độ kết dính cao có thể được bó lại để đảm bảo độ điền đầy của bê tông trong các khu vực có cốt thép giao nhau với mật độ lớn (congested reinforcement). Lưu ý đặc biệt đến khả năng của các ống dẫn nước dọc theo các thanh trong các trường hợp như vậy. Đối với các kết cấu yêu cầu độ kín nước, không nhiều hơn 4 thanh bao gồm thép nối (xem TCVN 6170-6) được cho phép trong cùng một bó tại bất kỳ tiết diện.

9.8.1.17 Cốt thép phải được đỡ và cố định để tránh các chuyển động ngẫu nhiên trong quá trình hoàn thiện ván khuôn, đổ, đầm rung bê tông.

9.8.1.18 Lớp bê tông bảo vệ phải được đảm bảo bằng miếng đệm chắc chắn, cố định. Không được sử dụng miếng đệm bằng gỗ.

9.8.1.19 Lưu ý khi thực hiện và chi tiết hoá cốt thép tại các mối nối chế tạo và các khu vực xung quanh neo thép dự ứng lực.

9.8.1.20 Mối nối trên các thanh phải được thực hiện bằng việc nối chồng (lap) hoặc khớp nối (coupler). Chỉ các khớp nối được thử và phê duyệt có thể được sử dụng. Việc hàn nối đầu có thể chỉ được cho phép trong giới hạn nhưng phải được kiểm tra không phá huỷ và kiểm tra chất lượng bằng mắt thường tất cả mối hàn trong khi thực hiện. Mối hàn phải được đánh nhận dạng trên bản vẽ thiết kế.

9.8.1.21 Chiều dài và vị trí của mối nối chồng và vị trí của khớp nối phải phù hợp với bản vẽ thiết kế và yêu cầu kỹ thuật dự án. Sự bố trí xen kẽ (staggering) trong các mối nối như vậy phải được xem xét trong thiết kế. Chi tiết xem trong TCVN 6170-6.

9.8.1.22 Cốt thép phải được đặt phù hợp với bản vẽ thiết kế, được cố định và bảo vệ nằm trong dung sai đặt cốt thép tuân theo tiêu chuẩn này. Chi tiết xem trong TCVN 6170-6.

9.8.1.23 Việc lắp ráp cốt thép phải được thực hiện bằng buộc thép. Các mối hàn điểm hoặc hàn dính không được cho phép trong quá trình lắp ráp cốt thép nếu không được cho phép bởi các tiêu chuẩn quốc gia và yêu cầu kỹ thuật dự án, và được đưa vào tính toán rủi ro hư hỏng do mối của thanh thép chủ tại mối hàn.

9.8.1.24 Lớp bê tông bảo vệ phải được duy trì bằng việc sử dụng các miếng đệm và gối tựa thích hợp. Miếng đệm tiếp xúc với bê tông trong môi trường ăn mòn phải được làm từ bê tông có chất lượng tối thiểu tương ứng như kết cấu. Các yêu cầu chi tiết cho lớp bê tông bảo vệ được cho trong TCVN 6170-6.

9.8.1.25 Trong khu vực cốt thép giao nhau với mật độ lớn, các phương pháp phải được thực hiện để xác định bê tông có thể chảy và điền đầy các khoảng trống mà không có sự phân tách và được nén chặt.

9.8.1.26 Cốt FRP phải được xử lý cẩn thận. Thanh FRP bị hư hỏng khi lưu trữ và xử lý trước khi lắp đặt và trước khi đổ bê tông phải được thay thế.

9.8.1.27 Cốt FRP có khối lượng riêng tương đương với bê tông. Do đó cốt FRP có thể nổi lên trong quá trình đầm rung. Việc cố định cốt FRP phải được thực hiện.

9.8.2 Ống và neo dự ứng lực

9.8.2.1 Bộ phận dự ứng lực cũng như tất cả các thành phần của cáp ứng lực trước phải được lắp ráp phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của bên cung ứng hoặc tài liệu được duyệt, và được thể hiện trên các bản vẽ chế tạo được phê duyệt.

9.8.2.2 Bề mặt của các ống và neo phải không có các chất có thể gây hại lên vật liệu hoặc liên kết, và phải được bảo vệ khỏi các chất đó đến khi bắt đầu đổ bê tông. Tất cả các thành phần của hệ thống dự ứng lực như cốt thép dự ứng lực, ống, ống bảo vệ, thiết bị neo, khớp nối cũng như cáp ứng suất trước chế tạo sẵn và chế tạo tại hiện trường phải được bảo vệ khỏi các ảnh hưởng có hại trong quá trình vận chuyển và lưu trữ và cũng được đặt trong kết cấu trước khi được bảo vệ cố định. Ống và neo phải được kiểm tra hư hỏng cơ học và ăn mòn trước khi lắp đặt.

9.8.2.3 Các tài liệu được duyệt, định danh và giấy chứng nhận thí nghiệm vật liệu và/hoặc cáp ứng suất trước phải có sẵn trên hiện trường. Từng mục hoặc thành phần phải được xác định rõ ràng và có thể truy xuất được.

9.8.2.4 Tài liệu về thép dự ứng lực trong từng đợt giao hàng khác nhau phải được thực hiện trong báo cáo hoàn công.

9.8.2.5 Việc cắt phải được thực hiện theo một phương pháp thích hợp mà không gây hư hỏng.

9.8.2.6 Thép dự ứng lực không được hàn. Thép trong vùng lân cận của thép dự ứng lực không được cắt bằng oxy hoặc được hàn trừ khi có biện pháp phòng ngừa đầy đủ để tránh hư hỏng lên thép dự ứng lực và ống.

9.8.2.7 Hệ thống dự ứng lực phải được đặt phù hợp theo yêu cầu kỹ thuật của dự án/nhà cung cấp và phù hợp với các bản vẽ chế tạo liên quan. Cáp ứng lực trước và tất cả các thành phần phải được đặt và bảo vệ để duy trì vị trí nằm trong dung sai cho phép về vị trí, độ lệch góc, độ thẳng hoặc cong. Cáp ứng lực trước không được trùng hoặc xoắn vặn. Ống và neo phải được lắp đặt và cố định để tránh các chuyển động ngẫu nhiên trong quá trình hoàn thiện ván khuôn và đổ, đầm rung bê tông.

9.8.2.8 Lối thẳng dẫn neo và khớp nối cũng như tính đồng trục của cáp dự ứng lực và neo phải được xác định theo yêu cầu kỹ thuật của nhà cung cấp hoặc hệ thống tài liệu được phê duyệt.

9.8.2.9 Cần lưu ý trong quá trình lắp đặt và cố định các ống dẫn để tránh sự nhấp nhô có thể gây ra việc túi khí và nước thoát ra khỏi các lỗ thông hơi cao trong quá trình bơm vữa.

9.8.2.10 Ống và ống xả trên ống gen phải được trang bị ở cả đầu và cuối, và tất cả các điểm khí hoặc nước có thể dồn lại. Trong trường hợp ống gen có chiều dài đáng kể, ống nạp, ống dẫn và thoát có thể cần thiết tại các vị trí trung gian. Để thay cho ống thoát, các phương pháp loại bỏ nước có thể được xem xét.

9.8.2.11 Ống nạp, ống dẫn và thoát phải được đánh dấu nhận diện để xác định.

9.8.2.12 Ống gen và các mối nối phải được bọc chống lại sự xâm nhập của nước và các điểm cuối phải được che đậy để tránh mưa, bùn và các mảnh vụn dưới bất kỳ hình thức. Ống phải được bảo vệ để chịu được các ảnh hưởng của việc đặt và đầm rung bê tông.

9.8.2.13 Ống gen phải được kiểm tra sau khi đổ bê tông để đảm bảo đủ cho sự đi qua của cáp dự ứng lực.

9.8.2.14 Ống gen phải được làm sạch nước ngay trước khi luồn cáp.

9.8.3 Thép chống lún (embedded steel)

9.8.3.1 Thép chống lún trong ván khuôn. Phải là dạng và kích thước và được đặt theo bản vẽ đã được phê duyệt.

9.8.3.2 Bề mặt của thép chống lún phải không có các chất gây hại lên vật liệu hoặc liên kết, và phải được bảo vệ khỏi các chất đó đến khi quá trình đổ bê tông bắt đầu. thép chống lún phải được kiểm tra hư hỏng cơ học và ăn mòn trước khi lắp đặt.

9.8.3.3 thép chống lún phải được đặt cố định tại vị trí để tránh bất kỳ chuyển động ngẫu nhiên trong các giai đoạn chế tạo.

9.8.3.4 Phải xem xét liên quán đến sự lan truyền nhiệt trong bê tông khi hàn hoặc các ảnh hưởng tương ứng lên chất lượng bê tông, liên kết neo cũng như chất lượng mối hàn.

9.8.3.5 thép chống lún phải được bọc để tránh nước biển xâm nhập vào cốt thép. Vật liệu (ngăn nước hoặc tương tự) và các quy trình bọc phải phù hợp với yêu cầu kỹ thuật được phê duyệt. thép chống lún tạm thời phải được bảo vệ chống ăn mòn, trừ khi có thể chứng minh độ ăn mòn không gây ra nứt vỡ bê tông gây nguy hiểm cho cốt thép.

9.8.4 Kiểm tra và giám sát

9.8.4.1 Trong và sau khi lắp đặt cốt thép, ống dẫn, neo và thép chống lún, việc kiểm tra và giám sát phải được thực hiện. Việc kiểm tra và giám sát tối thiểu phải bao gồm:

- Kích thước, loại, mác, khoảng cách và lớp bảo vệ bê tông cốt thép;
- Dạng, kích thước và vị trí của ống dẫn và neo;
- Dạng và vị trí của thép chống lún;
- Tính phù hợp với các quy trình lắp đặt.

9.9 Sản xuất bê tông và vữa

9.9.1 Quy định chung

9.9.1.1 Tất cả các cá yêu cầu kỹ thuật yêu cầu đối với bê tông để đạt được chức năng hoạt động phải được nhận dạng. Yêu cầu kỹ thuật của bê tông tươi và bê tông đông kết phải được đưa vào phương pháp thực hiện công tác bê tông như đặt, đầm rung, ván khuôn và bảo dưỡng.

9.9.1.2 Trước bất kỳ công tác bê tông, bê tông phải được lập báo cáo về thử nghiệm tất cả các yêu cầu được xác định. Việc thử nghiệm được thực hiện dựa trên các hỗn hợp trong phòng thí nghiệm, nhưng tốt nhất nên bao gồm một thí nghiệm kết cấu thực từ nhà máy sản xuất hàng loạt. Kinh nghiệm từ việc sử dụng bê tông tương tự trước đó tại cùng một nhà máy có cùng vật liệu cấu thành có thể được coi là hợp lệ. Quy trình kiểm soát chất lượng phải có sẵn trên hiện trường. Các quy trình phải bao gồm các hành động khắc phục có thể thực hiện được nếu xảy ra sự không phù hợp với yêu cầu kỹ thuật hoặc quy trình được phê duyệt. Chi tiết xem trong TCVN 6170-6.

9.9.1.3 Các thiết kế hỗn hợp khác nhau phải được phê duyệt cho từng mục đích áp dụng và tỷ lệ trộn phải được báo cáo. Xem trong TCVN 6170-6. Từng thiết kế hỗn hợp trộn được phê duyệt phải được cấp một ký hiệu nhận dạng và các thiết kế hỗn hợp phải liên quan đến một phần của kết cấu hoặc giai đoạn chế tạo dự định được sử dụng.

9.9.1.4 Bố trí, và quy trình trộn được sử dụng tại nhà máy trộn phải được mô tả và được phê duyệt trước khi bắt đầu chế tạo. Mô tả phải bao gồm:

- Mô tả bố trí nhà máy và thiết bị;
- Trình độ người thực hiện;
- Thời gian trộn đối với việc trộn ướt và khô;
- Phương pháp đo lường và dung sai yêu cầu;
- Phương pháp theo dõi sự đồng nhất của hỗn hợp.

9.9.1.5 Các vật liệu cấu thành phải được đo trọng lượng, khối lượng theo thể tích không được sử dụng trừ khi độ chính xác không được báo cáo thường xuyên. Chất lượng nước sử dụng trong hỗn hợp phải được điều chỉnh theo hàm lượng nước của cốt liệu

9.9.1.6 Trong các trường hợp đặc biệt, cần yêu cầu duy trì nhiệt độ của hỗn hợp tươi tại các mức nhất định. Việc làm lạnh các vật liệu cấu thành hoặc bổ sung đá lạnh có thể đủ để đưa tới độ làm mát dự định của hỗn hợp. Ngược lại việc làm nóng các vật liệu cấu thành như chưng hấp cốt liệu đông cứng có thể được áp dụng. Tính hữu dụng của các phương pháp và ảnh hưởng của chúng lên đặc tính của hỗn hợp thiết kế phải được nghiên cứu, báo cáo và được phê duyệt trước khi sử dụng.

9.9.1.7 Kiểm tra và khảo sát phải được thực hiện trong quá trình sản xuất bê tông và vữa, và phải bao gồm tối thiểu:

- Sự tuân thủ với hỗn hợp thiết kế và quy trình trộn;
- Sự tuân thủ với mẫu và thời gian lấy mẫu;
- Xem xét các hành động kiểm soát chất lượng trong quá trình đổ.

9.10 Vận chuyển, đổ, đầm rung và bảo dưỡng bê tông

9.10.1 Vận chuyển

9.10.1.1 Việc vận chuyển bê tông từ nhà máy trộn đến nơi đổ bê tông phải được thực hiện sao cho chất lượng bê tông phải tối ưu tại nơi đổ. Sự phân tầng trong bê tông tươi phải được tránh, và trong các trường hợp lắp đặt sớm hơn gây ra thời gian tối đa cho phép khi bắt đầu từ máy trộn và khi việc đổ bê tông hoàn thành phải được xác định và phê duyệt.

9.10.1.2 Xe trộn bê tông phải được sử dụng để vận chuyển đường bộ từ nhà máy trộn. Việc vận chuyển bằng tàu không có thiết bị xoay phải được tránh, ngoại trừ trường hợp trong khoảng cách rất ngắn. Bơm hoặc gàu nâng phải được sử dụng để đổ bê tông vào ván khuôn. Các phương pháp đổ bê tông khác cũng có thể được xem xét.

9.10.1.3 Bê tông phải được kiểm tra tại điểm đổ và trong trường hợp bê tông đúc sẵn, phải được kiểm tra tại điểm giao nhận. Các mẫu cho thí nghiệm phải được lấy tại điểm đổ, trong trường hợp các mẫu bê tông trộn sẵn để thí nghiệm nhận dạng phải được lấy tại điểm giao nhận.

9.10.1.4 Các thay đổi bất lợi của bê tông tươi như sự phân tầng, rỉ nước, hao hụt vữa và các thay đổi khác phải được giảm tối thiểu trong quá trình chịu tải trọng, vận chuyển và dỡ tải cũng như trong quá trình vận chuyển hoặc bơm tại hiện trường.

9.10.1.5 Bê tông có thể được làm lạnh hoặc làm nóng trong quá trình trộn, trong quá trình vận chuyển hoặc tại hiện trường nếu được chứng minh bằng thí nghiệm. Nhiệt độ của bê tông tươi phải nằm trong giới hạn quy định.

9.10.1.6 Lượng nước tối đa có thể thêm vào bê tông trong quá trình vận chuyển phải được xác định và phù hợp với tài liệu thí nghiệm.

9.10.1.7 Khi sử dụng bơm để đổ bê tông khối lớn, phải cung cấp đủ số lượng bơm dự phòng.

9.10.2 Đổ và đầm rung bê tông

9.10.2.1 Một quy trình cho quá trình đổ bê tông phải được chuẩn bị và được trình để phê duyệt. Quy trình tối thiểu phải xác định:

- Các yêu cầu về kiểm tra trước khi đổ;
- Độ dày tối đa của từng lớp bê tông mới;
- Độ dày tối đa của bê tông có thể không đạt được;
- Nhiệt độ tối đa cho phép của bê tông trong quá trình bảo dưỡng;
- Nhiệt độ tối đa/tối thiểu của hỗn hợp bê tông tươi tại nơi đổ bê tông;
- Mức độ rung và rung lại;
- Các biện pháp dự phòng trong trường hợp dừng, tắc, thiết bị hư hỏng.

9.10.2.2 Trước khi bắt đầu đổ khuôn, việc kiểm tra ván khuôn, cốt thép, ống dẫn, neo và embedment phải được hoàn thiện với kết quả thoả mãn. Ngay trước khi đổ bê tông, ván khuôn phải được kiểm tra có mảnh vụn hay ngoại vật có thể làm giảm chất lượng bê tông. Ván khuôn phải không có mảnh vụn, hoặc nước đọng.

9.10.2.3 Các mối nối chế tạo phải được chuẩn bị và được làm nhám phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật. Trong các cấu trúc nguyên khối, một mặt phẳng được làm nhám bằng việc sử dụng chất ức chế bề mặt lên bê tông tươi và sau đó làm sạch bằng cách phun nước. Các mối nối chế tạo phải được làm sạch, không có chất lỏng và được bão hoà với nước, nhưng phải duy trì khô bề mặt. Các mối nối chế tạo tiếp xúc với phần được đổ bê tông phải có nhiệt độ không làm đóng băng bê tông liền kề. Việc bảo dưỡng đặc biệt phải được thực hiện trong việc chuẩn bị các mối nối chế tạo trong các phần của kết cấu và phải duy trì tình kín nước tạm thời hoặc trong các giai đoạn hoạt động.

9.10.2.4 Sự chuyển vị của cốt thép, thép chống lún không được xảy ra khi đổ bê tông.

9.10.2.5 Bê tông phải được đổ và đầm để đảm bảo tất cả cốt thép và các chi tiết chìm hoàn toàn trong bê tông và để bê tông đạt được cường độ và độ bền dự định. Việc đầm rung phải đảm bảo để bê tông thâm nhập vào các lỗ rỗng. Sự tiếp xúc trực tiếp giữa máy rung và cốt thép phải được tránh.

9.10.2.6 Các quy trình thích hợp phải được sử dụng khi tiết diện ngang thay đổi, trong các vị trí hẹp, tại các hốc khoét rãnh tiện trong (box outs), tại các điểm bố trí cốt thép dày và tại các mối nối chế tạo. Vết nứt trên cốt thép tại bề mặt trên cùng phải được tránh bằng cách rung lại.

9.10.2.7 Khi đúc các tiết diện có độ dày lớn hơn 1m, và khối lượng đổ lớn, yêu cầu sự chuẩn bị các quy trình đặc biệt. Các biện pháp phòng ngừa cần thiết phải được xác định trong quy trình bao gồm:

- Làm mát nhân tạo hỗn hợp tươi;
- Làm mát trong quá trình bảo dưỡng bê tông;
- Cách nhiệt bê tông để đảm bảo sự phân phối nhiệt độ đồng đều trong các tuần đầu tiên làm mát;
- Ván khuôn đặc biệt cho quá trình đúc.

9.10.2.8 Tốc độ đổ và rung phải cao để tránh các nút lạnh (cold joints) và đủ thấp để tránh sự quá tải của ván khuôn. Bê tông phải được đổ theo các lớp có độ dày phù hợp với khả năng của máy rung được sử dụng. Bê tông tại lớp mới đổ phải được rung một cách có hệ thống và bao gồm việc rung lại lớp trên để tránh các vùng yếu hoặc không đồng nhất trong bê tông. Việc rung phải được áp dụng đến khi hết các lỗ khí, nhưng không làm phân tầng hoặc gây ra một lớp bề mặt yếu.

9.10.2.9 Bê tông phải được đổ sao cho tránh sự phân tầng. Việc đổ bê tông tự do từ độ cao lớn hơn 2m không được cho phép để xảy ra trừ khi hỗn hợp được chứng minh có thể thực hiện mà không gây ra sự phân tầng.

9.10.2.10 Bê tông phải được đầm bằng các máy rung tần số cao. Tiếp xúc giữa máy rung và cốt thép hoặc ván khuôn phải tránh xảy ra. Máy rung phải không được sử dụng cho vận chuyển theo phương ngang (horizontal transportation – spreading of concrete)

9.10.2.11 Các phương pháp thay thế việc sử dụng máy rung để đầm chặt bê tông có thể được cho phép bằng việc cung cấp tài liệu liên quan dạng điều kiện bằng việc đổ thử.

9.10.2.12 Bê tông không yêu cầu sử dụng máy rung để đạt trạng thái nén chặt do thành phần của hỗn hợp thiết kế được báo cáo đầy đủ trước yêu cầu kỹ thuật của bê tông.

9.10.2.13 Công tác bê tông tại nhiệt độ thấp có thể yêu cầu các quy trình đặc biệt để đảm bảo bê tông đạt đến cường độ thích hợp. Các biện pháp phòng ngừa thích hợp được xác định trong quy trình có thể bao gồm:

- Làm nóng hỗn hợp bê tông;
- Sử dụng chất xúc tác (accelerators) trong hỗn hợp bê tông;

- Làm nóng và/hoặc cách nhiệt ván khuôn.

9.10.2.14 Công tác bê tông trong thời tiết nóng phải được thực hiện cẩn thận và tham chiếu với nhiệt độ tối đa của bê tông khi bảo dưỡng để tránh sự bay hơi nước quá mức của bê tông. Nếu nhiệt độ môi trường được dự báo trên 30 độ tại thời điểm đổ hoặc trong quá trình bảo dưỡng, các biện pháp phòng ngừa phải được lập để bảo vệ bê tông chống lại các ảnh hưởng hư hỏng từ nhiệt độ cao.

9.10.2.15 Trong quá trình đổ và đầm, bê tông phải được bảo vệ chống lại bức xạ mặt trời và gió, nước, mưa. Nước bề mặt phải được loại bỏ trong quá trình bê tông hoá nếu biện pháp bảo vệ được lập không thực hiện được.

9.10.2.16 Đối với công tác bê tông dưới nước, các quy trình đặc biệt phải được chuẩn bị và được báo cáo.

9.10.2.17 Các bản ghi phải được giữ trong quá trình đổ bê tông. Từng lô phải được báo cáo tương ứng với tất cả thông tin liên quan như sự nhận dạng hỗn hợp, thành phần vật liệu, khối lượng, thời gian trộn, ngày trộn, nhiệt độ trộn, thành phần kết cấu, tham chiếu với mẫu thử được lấy.

9.10.2.18 Trong quá trình đổ bê tông, việc kiểm tra và giám sát phải được thực hiện để đảm bảo sự phù hợp với quy trình được duyệt.

9.10.2.19 Các phương pháp đối với công tác bê tông đặc biệt phải được nêu trọng yêu cầu kỹ thuật.

9.10.2.20 Phương pháp thực hiện đặc biệt không được cho phép nếu chúng có thể gây ảnh hưởng đến kết cấu hoặc độ bền. Các phương pháp thực hiện đặc biệt có thể được yêu cầu trong trường hợp bê tông cốt liệu nhẹ hoặc nặng được sử dụng và trong trường hợp công tác bê tông dưới nước. Trong các trường hợp đó, các quy trình thực hiện phải được chuẩn bị và được phê duyệt trước khi bắt đầu công việc. Việc thử có thể được yêu cầu như một phần của tài liệu và chứng nhận phương pháp được sử dụng.

9.10.2.21 Bê tông đổ dạng ván khuôn trượt sẽ có thời gian đông kết thích hợp. Bê tông đổ dạng ván khuôn trượt phải được thực hiện với thiết bị và phương pháp thích hợp cho việc vận chuyển đến và phân phối tại ván khuôn. Các phương pháp thực hiện phải đảm bảo cốt thép được chìm hoàn toàn, chất lượng bê tông và hoàn thiện bề mặt phải đạt được.

9.10.3 Bảo dưỡng

9.10.3.1 Quy trình công tác bê tông phải đảm bảo sự bảo dưỡng thích hợp để đạt được độ bền tối đa, sự co ngót dẻo tối thiểu, tổn thất độ bền và tránh vết nứt. Thời gian bảo dưỡng thường không dưới hai tuần. Thời gian bảo dưỡng có thể lâu hơn dựa trên quá trình thử độ bền của bê tông trên cơ sở nhiệt độ bề mặt của bê tông và nhiệt độ môi trường. Việc tính toán bê tông đông cứng phải dựa trên sự bê tông hoá đã được chứng minh cho dạng xi măng hoặc xi măng kết hợp.

9.10.3.2 Trong quá trình bảo dưỡng bề mặt bê tông phải được giữ ẩm bằng nước sạch. Cần thận trọng khi hạ nhanh nhiệt độ bê tông (sốc nhiệt) bằng cách cho nước lạnh lên bề mặt bê tông đang nóng. Nước biển không được sử dụng để bảo dưỡng. Bê tông tươi không được ngập trong nước biển cho đến khi cường độ của bê tông bề mặt đạt được thích hợp. Nếu có nghi ngờ về khả năng giữ bề mặt bê tông ẩm trong toàn thời gian bảo dưỡng, hoặc có hư hỏng do sốc nhiệt, một màng bảo dưỡng (a heavy duty curing membrane) phải được sử dụng.

9.10.3.3 Bất cứ khi nào có khả năng nhiệt độ bê tông giảm xuống dưới điểm đóng băng, phải cung cấp sự cách nhiệt thích hợp.

9.10.3.4 Khi hoàn thành việc đầm và hoàn thiện bê tông, bề mặt phải được bảo dưỡng kịp thời. Nếu cần tránh sự co ngót dẻo trên bề mặt, việc bảo dưỡng tạm thời phải được áp dụng trước khi hoàn thiện.

9.10.3.5 Các chất bảo dưỡng không được cho phép trên các mối nối chế tạo, trên bề mặt yêu cầu liên kết vật liệu trừ khi chúng được loại bỏ hoàn toàn trước khi có hoạt động tiếp theo, hoặc chúng được chứng minh không có các ảnh hưởng bất lợi đến liên kết.

9.10.3.6 Vết nứt sớm do chênh lệch nhiệt độ hoặc sự chèn ép từ kết cấu liền kề và bê tông đúc trước đó phải được giảm thiểu. Nhiệt độ chênh lệch trên một tiết diện được vượt quá 10 độ trên 100mm.

9.10.3.7 Nhiệt độ bê tông không được xuống dưới 0 độ đến khi bê tông đạt cường độ chịu nén tối thiểu 5 MPa và đủ cho tất cả hoạt động trong điều kiện đóng băng hoặc tan băng cho đến khi đạt đủ cường độ. Việc bảo dưỡng bằng phương pháp sử dụng nước phải không được thực hiện nếu có khả năng đóng băng.

9.10.3.8 Nhiệt độ cao nhất của bê tông không được vượt quá 70 độ nếu dữ liệu được báo cáo rằng nhiệt độ cao hơn không gây các ảnh hưởng đáng kể lên bê tông.

9.10.3.9 Vừa bê tông phải được bảo vệ khỏi sự rung động và các tác động có thể gây hư hỏng lên bê tông hoặc liên kết của bê tông với cốt thép.

9.10.3.10 Bề mặt phải được bảo vệ khỏi các hư hỏng do mưa lớn, nước chảy hoặc các ảnh hưởng cơ học khác.

9.10.4 Hoàn thiện

9.10.4.1 Ván khuôn không được dỡ cho đến khi bê tông đạt cường độ yêu cầu để tự đỡ và chịu các tải trọng do môi trường hoặc các hoạt động chế tạo.

9.10.4.2 Bề mặt bê tông phải được kiểm tra và các khu vực sửa chữa phải được đánh dấu. Nếu bất kỳ khu vực nào có dấu hiệu thể hiện chất lượng xấu, khu vực đó phải được đánh dấu để kiểm tra chất lượng bê tông.

9.11 Hoàn thiện hệ thống dự ứng lực

9.11.1 Luồn và căng cáp dự ứng lực

9.11.1.1 Trước khi luồn cáp dự ứng lực được bắt đầu, neo và ống dẫn phải được kiểm tra các hư hỏng có thể xảy ra, tấn công ăn mòn, tắc nghẽn ống dẫn và độ kín nước. Tất cả các ống dẫn phải được làm sạch bằng khí nén hoặc phương pháp tương tự trước khi luồn cáp dự ứng lực.

9.11.1.2 Cáp dự ứng lực phải được kiểm tra hư hỏng, ăn mòn, kích thước và nhận dạng trước khi được luồn.

9.11.1.3 Việc căng cáp dự ứng lực phải được thực hiện theo hệ thống của cơ sở lắp đặt hoặc quy trình được duyệt khác, tối thiểu phải bao gồm:

- Trình tự căng cáp;
- Số lượng các bước căng cáp;
- Độ căng so với tải (elongation versus load);
- Giá trị ứng suất để bù hiện tượng từ biến của bê tông;
- Các yêu cầu đối với thiết bị.

9.11.1.4 Việc căng cáp dự ứng lực phải được thực hiện bởi cá nhân được chứng nhận.

9.11.1.5 Khi hoàn thành việc căng dự ứng lực, các đầu cuối nhô ra của cáp dự ứng lực phải được bảo vệ.

9.11.1.6 Lực căng cuối trong từng cáp phải được báo cáo.

9.11.1.7 Trong khi luồn và căng cáp dự ứng lực, việc kiểm tra và giám sát phải được thực hiện để đảm bảo phù hợp với quy trình được phê duyệt.

9.11.2 Lực kéo của cáp dự ứng lực

9.11.2.1 Việc kéo phải được thực hiện phù hợp với phương pháp được phê duyệt. Lực/áp lực kéo và độ giãn trong từng giai đoạn/bước khi căng cáp cho đến khi đạt đủ ứng suất phải được báo cáo. Áp lực và độ giãn đạt được trong từng giai đoạn/bước phải được so sánh với các giá trị lý thuyết được tính toán trước đó. Các kết quả của quá trình kéo và sự phù hợp hoặc không phù hợp với yêu cầu phải được báo cáo. Bất kỳ quan sát về các vấn đề trong quá trình thực hiện cũng phải được báo cáo.

9.11.2.2 Thiết bị ứng lực phải được cho phép trong hệ thống ứng lực trước. Báo cáo hiệu chuẩn còn giá trị đối với các thiết bị đo lực phải có sẵn trên hiện trường trước khi bắt đầu căng.

9.11.2.3 Việc áp dụng và/hoặc truyền các lực ứng suất trước lên kết cấu chỉ có thể tại một cường độ bê tông thỏa mãn theo thiết kế, và trong bất kỳ điều kiện không được nhỏ hơn cường độ chịu nén đã được phê duyệt của hệ thống dự ứng lực. Cần lưu ý đặc biệt tới các khu vực neo thép.

9.11.3 Căng trước

9.11.3.1 Việc căng trước thường được thực hiện trong điều kiện tại cơ sở sản xuất và cấp ứng lực được ứng lực trước khi đúc bê tông. Nếu, trong quá trình ứng lực, độ giãn tính toán không nằm trong khoảng:

- $\pm 3\%$ cho một nhóm cấp ứng lực, hoặc;
- $\pm 5\%$ đối với cấp ứng lực đơn trong nhóm cấp có lực căng xác định phải có hành động thực hiện theo các phương pháp cho quá trình căng hoặc theo thiết kế.

9.11.3.2 Việc thả ứng lực trong hệ thống phải được thực hiện cẩn thận để không gây ảnh hưởng tới liên kết trong vùng neo của bó cáp dự ứng lực.

9.11.3.3 Nếu bê tông tươi không được đổ ngay tại thời điểm sau khi căng cáp, các biện pháp bảo vệ tạm thời phải được thực hiện mà không gây ảnh hưởng tới liên kết hoặc ảnh hưởng bất lợi tới cốt thép và/hoặc bê tông.

9.11.3.4 Dự ứng lực thường không được sử dụng làm phương pháp ứng lực trước cho các kết cấu lớn ngoài biển. Tuy nhiên, nếu kết cấu ngoài biển được lắp ráp bởi các thành phần đúc sẵn, dự ứng lực có thể được áp dụng.

9.11.3.5 Các phương pháp dự ứng lực cho cốt FRP phải được chứng nhận khi sử dụng.

9.11.4 Căng sau

9.11.4.1 Việc căng cáp không được thực hiện tại nhiệt độ dưới $+5^\circ$ với kết cấu trừ khi các bố trí đặc biệt có thể đảm bảo việc chống lại ăn mòn cáp ứng lực chưa được đổ bê tông. Việc căng thép tại nhiệt độ dưới -10° là không được phép.

9.11.4.2 Nếu trong quá trình căng, độ giãn tính toán không nằm trong phạm vi:

- $\pm 5\%$ cho một nhóm cấp ứng lực, hoặc;
- $\pm 10\%$ đối với cấp ứng lực đơn trong nhóm cấp có lực căng xác định;
- $\pm 3\%$ cho một nhóm cấp ứng lực, hoặc;
- $\pm 5\%$ đối với cấp ứng lực đơn trong nhóm cấp có lực căng xác định.

9.11.4.3 Trong trường hợp có độ lệch trong quá trình thực hiện việc kéo, các đầu cáp ứng lực không được cắt hoặc trám vữa. Việc làm giảm sức căng lại phải không được thực hiện. Cấp ứng lực không được cắt nếu độ giãn đạt được chênh lệch so với lý thuyết 5% mà không được phê duyệt thiết kế. Công việc tiếp theo phải được hoãn lại đến khi cấp ứng lực được phê duyệt hoặc hành động tiếp theo được quyết định.

CHÚ THÍCH: trong trường hợp có độ chênh lệch giữa lý thuyết và kết quả đạt được, việc thử để xác nhận hệ số ma sát và mô đun đàn hồi E của cáp ứng lực có thể là cần thiết.

9.11.4.4 Cấp ứng lực trước phải được bảo vệ chống ăn mòn trong giai đoạn từ luồn cáp đến khi căng. Giai đoạn này phải không được vượt quá một tuần. Nếu giai đoạn từ khi luồn đến khi đúc bê tông vượt quá một tuần, điều kiện của cáp ứng lực phải được đánh giá đặc biệt cho các điều kiện có hại và biện pháp phòng ngừa đặc biệt có thể được yêu cầu để bảo vệ cáp ứng lực.

9.11.5 Phương pháp bảo vệ, trám vữa, bôi trơn, công tác bê tông

9.11.5.1 Cáp ứng lực được đặt trong ống gen hoặc ống dẫn cứng trong bê tông khớp nối và thiết bị neo phải được bảo vệ chống lại ăn mòn. Việc bảo vệ phải được đảm bảo bằng cách lấp đầy tất cả các lỗ rỗng bằng một vật liệu thích hợp như vữa, mỡ hoặc sáp. Khu vực neo và mũ chụp phải được bảo vệ như đối với cáp ứng lực.

9.11.5.2 Trong trường hợp dự ứng lực được yêu cầu liên kết, vữa xi măng của ống gen phải phù hợp theo các tiêu chuẩn quốc tế hoặc quốc gia được công nhận. Trám vữa hoặc phun phải theo dõi ngay sau khi kéo cáp, thông thường trong một tuần. Nếu có sự chậm trễ có khả năng dẫn tới sự ăn mòn, các phương pháp bảo vệ phải được xem xét phù hợp với quy định quốc gia hoặc khuyến cáo của nhà cung cấp.

9.11.5.3 Một phương pháp phải được trang bị cho việc chuẩn bị và thực hiện trạm vữa/phun, tất cả tài liệu/quan sát quan trọng khi trám vữa phải được báo cáo lại như thể tích tiêu thụ so với lý thuyết, nhiệt độ của kết cấu và tỷ lệ trộn và các vấn đề khác.

9.11.5.4 Thiết bị trám vữa phải được phép đối với hệ thống ứng lực.

9.11.6 Cáp ứng lực không liên kết (unbonded tendons)

9.11.6.1 Khu vực neo của các cáp không liên kết hoặc sợi đơn, các ống gen và mũ chụp phải được lấp đầy bằng mỡ hoặc sáp không ăn mòn. Mũ chụp phải được bọc trong bê tông gắn với kết cấu chính bằng cốt thép.

9.11.6.2 Cáp ứng lực không liên kết ống gen phải được niêm phong để tránh sự xâm nhập của độ ẩm.

9.11.7 Ống trám vữa

9.11.7.1 Các yêu cầu chung cho công tác trám vữa xem trong 9.17.

9.11.7.2 Trong ống dẫn đứng, áp lực của vữa trám phải được chú ý đặc biệt. Thông thường áp lực vữa trong ống dẫn không được vượt quá 2MPa nếu không được thiết kế cho phép.

9.11.7.3 Trong ống dẫn đứng hoặc nghiêng có đường kính đặc biệt lớn, công tác sau khi phun (post-injection) có thể cần thiết để loại bỏ nước (bleed water) hoặc lỗ rỗng. Công tác sau khi phun phải được thực hiện trước khi vữa đông kết. Nếu phát hiện lỗ rỗng tại đầu vào hoặc ra sau khi vữa đông kết, công tác sau khi phun phải được thực hiện, nếu được yêu cầu bằng bơm vữa chân không (vacuum grouting).

9.11.7.4 Quy định cho việc bơm hoặc phun lại vữa chân không phải được thực hiện trong trường hợp phát hiện sự tắc nghẽn trong ống dẫn căng sau. Ống dẫn phải trống trong bất kỳ trường hợp và không có vữa mà không có thiết kế phê duyệt.

9.11.7.5 Trong trường hợp bơm vữa chân không, thể tích tự do trong ống dẫn phải được đo. Lượng vữa được phun phải được so sánh với thể tích này. Quy trình bơm vữa chân không, đặc biệt trong cáp ứng lực đặt đứng, phải được chứng nhận bằng thử nghiệm.