

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 4453:202x

Xuất bản lần 2

**KẾT CẤU BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP
TOÀN KHỐI – THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

*Monolithic concrete and reinforced concrete structures -
Execution and acceptance*

HÀ NỘI, 202X

Mục lục

1	Phạm vi áp dụng.....	6
2	Tài liệu viện dẫn.....	6
3	Thuật ngữ và định nghĩa.....	8
4	Yêu cầu chung.....	10
4.1	Yêu cầu chung đối với kết cấu	10
4.2	Yêu cầu chung đối với công tác thi công và nghiệm thu	11
5	Công tác ván khuôn đà giáo	12
5.1	Yêu cầu chung	12
5.2	Vật liệu	12
5.3	Tính toán thiết kế ván khuôn đà giáo.....	13
5.4	Lắp dựng ván khuôn đà giáo.....	13
5.5	Kiểm tra và nghiệm thu công tác ván khuôn đà giáo	14
5.6	Tháo dỡ ván khuôn đà giáo	15
6	Công tác cốt thép.....	16
6.1	Yêu cầu chung	16
6.2	Cắt và uốn cốt thép	17
6.3	Hàn cốt thép	18
6.4	Nối dài cốt thép bằng ống ren và dập ép ống	21
6.5	Thay đổi cốt thép trên công trường.....	21
6.6	Vận chuyển cốt thép.....	21
6.7	Lắp dựng cấu kiện cốt thép	21
6.8	Kiểm tra và nghiệm thu công tác cốt thép.....	26
7	Hỗn hợp bê tông.....	27
7.1	Vật liệu sản xuất bê tông	27
7.2	Thành phần bê tông	29
7.3	Trộn hỗn hợp bê tông.....	31
7.4	Vận chuyển hỗn hợp bê tông.....	32
7.5	Kiểm tra và nghiệm thu chất lượng hỗn hợp bê tông trộn sẵn	32
8	Công tác thi công bê tông	34
8.1	Đổ bê tông	34
8.2	Đầm bê tông	37
8.3	Bảo dưỡng bê tông	37
8.4	Mạch ngừng thi công và khe co giãn	38
8.5	Thi công bê tông trong thời tiết nóng và mùa mưa	39
8.6	Thi công bê tông bằng phương pháp đặc biệt.....	40
8.7	Kiểm tra và nghiệm thu khối đổ	40

9	Kiểm tra và nghiệm thu kết cấu hoàn thành.....	42
9.1	Kiểm tra kết cấu sau thi công.....	42
9.2	Xử lý khuyết tật.....	44
9.3	Nghiệm thu kết cấu hoàn thành	44
	Phụ lục A	46
	Phụ lục B	53
	Phụ lục C	56
	Phụ lục D	59
	Phụ lục E	66
	Phụ lục F	73
	Phụ lục G	74
	Phụ lục H	90
	Thư mục tài liệu tham khảo.....	99

TCVN 4453:202x

Lời nói đầu

TCVN 4453:202x thay thế TCVN 4453:1995.

TCVN 4453:202x được soát xét trên cơ sở tham khảo SP 435.1325800.2018
Monolithic constructions of concrete and reinforced concrete. Rules of
production and acceptance of works.

TCVN 4453:202x do Viện Khoa học công nghệ xây dựng (Bộ Xây dựng)
biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất
lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

TCVN 4453:20xx được soát xét trên cơ sở kế thừa TCVN 4453:1995, tham khảo tiêu chuẩn SP 435.1325800.2018 (tạm dịch “Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối – Quy phạm thi công và nghiệm thu”) và một số tiêu chuẩn liên quan khác của Liên bang Nga, cập nhật các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành, các công nghệ thi công kết cấu bê tông, bê tông cốt thép đang áp dụng tại Việt Nam và các quy định pháp luật về quản lý chất lượng thi công xây dựng công trình tại Việt Nam.

TCVN 4453:20xx áp dụng cho thi công và nghiệm thu các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thiết kế theo TCVN 5574:2018. Ngoài ra, có thể tham khảo áp dụng từng phần cho thi công và nghiệm thu các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thiết kế theo các tiêu chuẩn khác.

Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối - Thi công và nghiệm thu

Monolithic concrete and reinforced concrete structures - Execution and acceptance

1. Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này áp dụng cho việc thi công, kiểm tra, nghiệm thu các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối (sau đây gọi tắt là kết cấu) làm từ bê tông nặng trong xây dựng nhà và công trình.

1.2 Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu đối với công tác ván khuôn, cốt thép, chuẩn bị hỗn hợp bê tông, thi công bê tông; kiểm tra nghiệm thu các công việc thi công và kết cấu hoàn thành.

1.3 Tiêu chuẩn này không áp dụng đối với các kết cấu bê tông ứng suất trước, bê tông và bê tông cốt thép thủy công, mặt bê tông xi măng đường bộ và sân bay.

1.4 Đối với các kết cấu có chỉ dẫn kỹ thuật về thi công thì thực hiện theo chỉ dẫn đó. Các nội dung không có trong chỉ dẫn thì áp dụng theo tiêu chuẩn này.

2. Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây 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 không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 1651 – 1 :2018, *Thép cốt bê tông. Phần 1: Thép thanh tròn trơn*;

TCVN 1651 – 2 :2018, *Thép cốt bê tông. Phần 2: Thép thanh vằn*;

TCVN 1651 – 3 :2018, *Thép cốt bê tông. Phần 3 : Lưới thép hàn*;

TCVN 2682:2020, *Xi măng pooc lăng – Yêu cầu kỹ thuật*;

TCVN 2737:2023, *Tải trọng và tác động*;

TCVN 3105:2022, *Hỗn hợp bê tông và bê tông – Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử*;

TCVN 3106:2022, *Hỗn hợp bê tông – Phương pháp xác định độ sụt*;

TCVN 3114:2022, *Bê tông nặng – Phương pháp xác định độ mài mòn*;

TCVN 3116:2022, *Bê tông nặng – Phương pháp xác định độ chống thấm nước – Phương pháp vết thấm*;

TCVN 3118:2022, *Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ chịu nén*;

TCVN 3119:2022, *Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi uốn*;

TCVN 3120:2022, *Bê tông - Phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi bẻ*;

TCVN 3121:2022, *Vữa xây dựng – Phương pháp thử*;

TCVN 4033:1995, *Xi măng pooc lăng puzolan – Yêu cầu kỹ thuật*;

TCVN 4055:2012, *Tổ chức thi công*;

TCVN 4316:2007, *Xi măng pooc lăng xỉ lò cao*;

TCVN 4506:2012, *Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*;

TCVN 5574:2018, *Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép*;

TCVN 5718:1993, *Mái và sàn bê tông cốt thép trong công trình xây dựng – Yêu cầu kỹ thuật chống thấm nước*;

TCVN 6067:2018, *Xi măng pooc lăng bền sulfat*;

TCVN 6069:2007, *Xi măng pooc lăng ít tỏa nhiệt*;

TCVN 6260:2020, *Xi măng pooc lăng hỗn hợp – Yêu cầu kỹ thuật*;

TCVN 6288:1997 (ISO 10544:1992), *Dây thép vuốt nguội để làm cốt bê tông và sản xuất lưới thép hàn làm cốt*;

TCVN 6735:2018, *Thử không phá hủy mối hàn - Thử siêu âm - Kỹ thuật, mức thử nghiệm và đánh giá*;

TCVN 7570:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*;

TCVN 7712:2013, *Xi măng pooc lăng hỗn hợp ít tỏa nhiệt*;

TCVN 7937-1:2013, *Thép làm cốt bê tông và bê tông dự ứng lực - Phương pháp thử - Phần 1: Thanh, dảnh và dây dùng làm cốt*;

TCVN 8826:2024, *Phụ gia hóa học cho bê tông*;

TCVN 8827:2011, *Phụ gia khoáng hoạt tính cao dùng cho bê tông và vữa – Silicafume và tro trấu nghiền mịn*;

TCVN 8828:2011, *Bê tông - Yêu cầu bảo dưỡng ẩm tự nhiên*;

TCVN 9205:2012, *Cát nghiền cho bê tông và vữa*;

TCVN 9335:2012, *Bê tông – Phương pháp thử không phá hủy – Xác định cường độ nén bằng phương pháp đo siêu âm kết hợp súng bật nảy*;

TCVN 9340:2012, *Hỗn hợp bê tông trộn sẵn – Yêu cầu cơ bản đánh giá chất lượng và nghiệm thu*;

TCVN 9342:2012, *Công trình bê tông cốt thép toàn khối xây dựng bằng cốp pha trượt – Thi công và nghiệm thu*;

TCVN 9346:2012, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển*;

TCVN 9382:2012, *Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông sử dụng cát nghiền*;

TCVN 9390:2012, *Thép cốt bê tông – Mối nối bằng dập ép ống – Yêu cầu thiết kế, thi công và nghiệm thu*;

TCVN 9391:2012, *Lưới thép hàn dùng trong kết cấu bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế, thi công, lắp đặt và nghiệm thu*;

TCVN 9392:2012, *Thép cốt bê tông – Hàn hồ quang*;

TCVN 9395:2012, *Cọc khoan nhồi - Thi công và nghiệm thu*;

TCVN 10302:2014, *Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng*;

TCVN 10303:2014, *Bê tông – Kiểm tra và đánh giá cường độ chịu nén*;

TCVN 4453:202x

TCVN 11586:2016, *Xỉ hạt lò cao nghiền mịn dùng cho bê tông và vữa*;

TCVN 12209:2018, *Bê tông tự lèn - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử*;

TCVN 12251:2020, *Bảo vệ chống ăn mòn cho kết cấu xây dựng*;

TCVN 12252:2020, *Bê tông – Phương pháp xác định cường độ bê tông trên mẫu lấy từ kết cấu*;

TCVN 12392 – 1 – 2018, *Sợi cho bê tông – Phần 1: Sợi thép*;

TCVN 12392 – 2 – 2018, *Sợi cho bê tông – Phần 2: Sợi polyme*;

TCVN 12393:2018, *Bê tông cốt sợi – Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử*;

TCVN 12632:2020, *Bê tông tự lèn – Thi công và nghiệm thu*;

TCVN 13509:2022, *Bê tông phun trong công trình hầm giao thông – Yêu cầu, thi công và nghiệm thu*;

TCVN 13536:2022, *Bê tông nặng – Phương pháp siêu âm xác định cường độ chịu nén*;

TCVN 13711-1:2023, *Thép cốt bê tông – Mối nối bằng ống ren – Phần 1: Các yêu cầu*;

TCVN 14213-2:2024, *Tường barrette – Thi công và nghiệm thu*;

TCVN 14334:2025, *Kết cấu bê tông khối lớn – Thi công và nghiệm thu*.

3. Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1

Công tác toàn khối hóa (monolithic works)

Công tác dùng hỗn hợp bê tông tạo hình các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép tại công trường.

3.2

Kết cấu bê tông toàn khối (monolithic concrete structures)

Kết cấu được thi công tại công trường từ bê tông không có cốt thép hoặc chỉ có cốt thép cấu tạo.

3.3

Kết cấu bê tông cốt thép toàn khối (monolithic reinforced concrete structures)

Kết cấu được thi công tại công trường từ bê tông, cốt thép chịu lực và cốt thép cấu tạo.

3.4

Kết cấu bê tông khối lớn (mass concrete structures)

Kết cấu bê tông bất kỳ có kích thước đủ lớn mà nếu không có biện pháp phòng ngừa thích hợp thì sự tích tụ nhiệt từ thủy hóa xi măng và các thay đổi thể tích kèm theo có thể gây nứt bê tông. Trong điều kiện khí hậu Việt Nam, kết cấu bê tông dạng tấm có kích thước nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng 0,8 m và các dạng còn lại có kích thước nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng 1,2 m có thể được xem là khối lớn.

3.5**Ván khuôn (formwork)**

Cấu trúc dạng khuôn dùng để tiếp nhận, tạo hình hỗn hợp bê tông theo kích thước thiết kế và giữ cho bê tông đông rắn cho tới khi nó tự chịu lực được.

3.6**Đà giáo (scaffolding work)**

Hệ giáo đứng kết hợp đà (dầm) và các chi tiết khác dùng để chống, đỡ và giữ ổn định ván khuôn cho tới khi kết cấu tự chịu lực được.

3.7**Sản phẩm cốt thép (reinforcement product)**

Sản phẩm dạng thanh, đai, lưới, khung kích thước thiết kế được gia công cắt, uốn, hàn, nối từ cốt thép.

3.8**Cấu kiện cốt thép (reinforcement assembly)**

Tổ hợp các sản phẩm cốt thép và con kê được lắp dựng hoàn chỉnh để đổ bê tông thành kết cấu.

3.9**Cấp cường độ chịu nén của bê tông, B (grade of concrete compressive strength)**

Giá trị kiểm soát nhỏ nhất của cường độ chịu nén tức thời với xác suất đảm bảo không dưới 95%, đơn vị là megapascal (MPa), được xác định trên các mẫu lập phương chuẩn (150x150x150 mm), chế tạo, dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thử nén ở tuổi 28 ngày.

3.10**Cường độ bê tông quy đổi từ cấp cường độ chịu nén, R_m (concrete strength converted from grade of compressive strength)**

Giá trị trung bình cường độ bê tông mẫu lập phương R_m (MPa), đảm bảo bê tông đạt cấp cường độ chịu nén B ở trình độ thi công trung bình (hệ số biến động cường độ $v = 13,5\%$). $R_m = 1,285 \cdot B$ MPa.

3.11**Thành phần bê tông chính thức (main concrete mix proportion)**

Thành phần các vật liệu (xi măng, cốt liệu khô, phụ gia, nước) dự kiến sử dụng để chế tạo 1 m³ bê tông có tính chất hỗn hợp phù hợp với công nghệ thi công và tính chất bê tông đáp ứng các yêu cầu thiết kế.

3.12**Thành phần bê tông hiện trường (site concrete mix proportion)**

Thành phần bê tông trộn tại trạm trộn hoặc công trường, được hiệu chỉnh từ thành phần bê tông chính thức trên cơ sở độ ẩm, cỡ hạt cốt liệu và độ sụt thực tế.

3.13

Thời gian cho phép vận chuyển hỗn hợp bê tông (permit concrete mix moving time)

Khoảng thời gian chuyên chở hỗn hợp bê tông từ trạm trộn tới nơi đổ mà hỗn hợp vẫn còn giữ được độ sụt quy định.

3.14

Khối đổ (concrete placement)

Khối bê tông kết cấu được đổ và hoàn thành trong một đợt đổ bê tông liên tục. Khối đổ có thể là toàn bộ kết cấu, phần kết cấu hoặc nhóm cấu kiện kết cấu.

3.15

Thi công bê tông theo phương pháp đặc biệt (concreting by special method)

Thi công bê tông bằng vật liệu hoặc công nghệ khác với phương pháp thông thường.

3.16

Nghiệm thu công việc thi công (acceptance of executed jobs)

Chấp thuận công việc đã thi công trên cơ sở đánh giá sự phù hợp nội dung đã thực hiện với quy định thiết kế và tiêu chuẩn áp dụng.

3.17

Nghiệm thu kết cấu hoàn thành (acceptance of executed structures)

Chấp thuận kết cấu hoàn thành trên cơ sở đánh giá sự phù hợp các thông số kỹ thuật của kết cấu đã thi công với quy định thiết kế và tiêu chuẩn áp dụng.

4. Yêu cầu chung

4.1 Yêu cầu chung đối với kết cấu

Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối trong quá trình thi công cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- a) Không bị sập đổ cấu kiện chịu lực riêng lẻ, không bị biến dạng quá giới hạn cho phép hoặc hư hỏng công trình do biến dạng, dịch chuyển hoặc mất ổn định kết cấu, bao gồm cả độ nghiêng khi thi công;
- b) Đảm bảo khả năng chịu lực, không gây thiệt hại tới tính mạng và sức khỏe của người dân, tới tài sản và môi trường xung quanh;
- c) Không hình thành, mở rộng các vết nứt hoặc các dịch chuyển vượt quá giá trị cho phép; không bị rung lắc hoặc hư hỏng gây trở ngại cho hoạt động bình thường của công trình;
- d) Không bị khuyết tật do các sai lệch so với quy định thiết kế hoặc vi phạm tiêu chuẩn áp dụng;

đ) Sử dụng vật liệu và công nghệ thi công phù hợp để kết cấu đạt các đặc tính ban đầu, giúp chúng duy trì được khả năng chịu lực và công năng sử dụng trong toàn bộ thời hạn sử dụng theo thiết kế của công trình;

e) Đảm bảo toàn bộ các thông số thiết kế quy định.

4.2 Yêu cầu chung đối với công tác thi công và nghiệm thu

4.1.1 Công tác tổ chức thi công

- a) Công tác tổ chức thi công cần được lập phù hợp TCVN 4055:2012 và được chủ đầu tư phê duyệt;
- b) Việc tổ chức công trường, di chuyển vật liệu, ván khuôn và thiết bị trong phạm vi công trường phải tuân thủ công tác tổ chức thi công đã được duyệt;
- c) Các thiết bị nâng, cần cẩu, cáp móc vật nặng phải được cấp phép hoạt động và đăng ký tại cơ quan có thẩm quyền; người vận hành thiết bị nâng phải có chứng chỉ và giấy phép hoạt động; không được phép sử dụng các thiết bị nâng vượt quá tải trọng tối đa cho phép.

4.1.2 Biện pháp thi công

- a) Biện pháp thi công kết cấu phải được lập phù hợp quy định thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật và được chủ đầu tư phê duyệt.
- b) Biện pháp thi công kết cấu phải bao gồm các công việc sau:
 - Công tác ván khuôn đà giáo, bao gồm lựa chọn, tính toán tổ hợp ván khuôn đà giáo, chế tạo, lắp dựng vào vị trí thiết kế, thử tải và tháo dỡ ván khuôn đà giáo;
 - Công tác cốt thép, bao gồm lựa chọn cốt thép, chế tạo, bảo quản, vận chuyển, lắp đặt sản phẩm cốt thép vào vị trí thiết kế;
 - Công tác chuẩn bị hỗn hợp bê tông, bao gồm lựa chọn thành phần, trộn, vận chuyển, cung cấp hỗn hợp bê tông đến nơi đổ;
 - Công tác thi công bê tông, bao gồm đổ, đầm, hoàn thiện bề mặt; bảo dưỡng bê tông đóng rắn; bố trí mạch ngừng thi công và các công việc cần thiết khác;
 - Danh mục các tài liệu phải hoàn thành trước, trong và sau khi thi công.

4.1.3 Kiểm tra và nghiệm thu công việc thi công

- a) Kiểm tra và nghiệm thu công việc thi công được thực hiện như nghiệm thu một công việc xây dựng. Trong quá trình thi công, cần kiểm tra và nghiệm thu các công việc sau: Công tác ván khuôn đà giáo; công tác cốt thép; chuẩn bị hỗn hợp bê tông trộn sẵn và công tác thi công bê tông. Công tác đổ bê tông chỉ được bắt đầu sau khi đã kiểm tra, đánh giá sự phù hợp của ván khuôn, cốt thép lắp dựng và hỗn hợp bê tông trộn sẵn so với quy định thiết kế và yêu cầu công nghệ;
- b) Công việc thi công được kiểm tra và nghiệm thu căn cứ hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công, chỉ dẫn kỹ thuật được phê duyệt, quy chuẩn kỹ thuật, tiêu chuẩn được áp dụng; các kết quả kiểm tra, thí nghiệm chất lượng vật liệu, ván khuôn đà giáo và kích thước các sản phẩm liên quan;
- c) Kết quả kiểm tra được lập thành biên bản nghiệm thu công việc. Người trực tiếp giám sát, người phụ trách kỹ thuật của nhà thầu thi công chính và nhà thầu thi công phụ (nếu có) ký biên bản này.

4.1.4 Nghiệm thu kết cấu hoàn thành

- a) Nghiệm thu kết cấu hoàn thành được thực hiện như nghiệm thu bộ phận công trình xây dựng. Việc nghiệm thu có thể thực hiện cho toàn bộ kết cấu hoặc phần kết cấu (móng, ngầm, thân) của công trình;
- b) Nghiệm thu kết cấu hoàn thành được tiến hành trên cơ sở các công việc thi công đã được nghiệm thu tại 4.2.5 tiêu chuẩn này; các kết quả kiểm tra kích thước và chất lượng bề mặt kết cấu so với quy định thiết kế và tiêu chuẩn áp dụng; kết quả kiểm định, thử tải, xử lý khuyết tật và theo dõi biến dạng kết cấu.
- c) Kết quả kiểm tra được lập thành biên bản nghiệm thu kết cấu hoàn thành. Chủ đầu tư thỏa thuận với các nhà thầu thiết kế, thi công và giám sát có liên quan tới kết cấu đã thi công ký biên bản này. Việc nghiệm thu kết cấu hoàn thành phải được thực hiện trước khi chuyển bước thi công sang việc khác (xây thô, hoàn thiện kiến trúc hoặc lắp đặt thiết bị).

5. Công tác ván khuôn đà giáo

5.1 Yêu cầu chung

5.1.1 Ván khuôn đà giáo cần được thiết kế và thi công đảm bảo độ cứng, độ ổn định, dễ tháo lắp, không gây khó khăn cho việc đặt cốt thép, đổ và đầm bê tông.

5.1.2 Ván khuôn phải được ghép kín, khít để không làm chảy nước xi măng khi đổ và đầm bê tông, đồng thời bảo vệ được bê tông mới đổ dưới các tác động của thời tiết.

5.1.3 Biện pháp thi công ván khuôn đà giáo cần chỉ rõ:

- a) Phương án định vị trục và cao độ kết cấu;
- b) Loại ván khuôn, đà giáo dự kiến sử dụng; sơ đồ lắp dựng, tháo dỡ ván khuôn đà giáo;
- c) Số liệu về khả năng chịu lực và phương án thử tải kiểm tra khả năng chịu lực của đà giáo;
- d) Trình tự, tốc độ đổ bê tông, bố trí mạch ngừng thi công và an toàn khi thi công.

CHÚ THÍCH: (i) Đà giáo điển hình đã thử tải tại phòng thí nghiệm được sử dụng để thi công kết cấu có điều kiện nền và tải trọng tương tự như khi thử tải. Đà giáo không điển hình cần được thử tải tại hiện trường; (ii) Đà giáo đã thử tải ở điều kiện nền kém, tải trọng và nhịp lớn được dùng để thi công các kết cấu tựa trên nền chắc hơn, tải trọng và nhịp tương tự hoặc nhỏ hơn.

5.1.4 Đối với các kết cấu hình dạng phức tạp, kết cấu có tải trọng thi công lớn, kết cấu sử dụng đà giáo cao trên 5 m thì cần bổ sung số liệu tính toán khả năng chịu lực, độ cứng và sự ổn định của đà giáo trong biện pháp thi công.

5.1.5 Yêu cầu về an toàn

- a) Các phần tử liên kết, neo giữ ván khuôn cần có cấu tạo để không bị tự mở, long, tuột hoặc rơi trong quá trình thi công bê tông;
- b) Kết cấu ván khuôn cần được lắp thang tiếp cận và cầu công tác với sàn rộng không dưới 0,8 m và lan can chống ngã cao không dưới 1,1 m;
- c) Kết cấu ván khuôn kích thước lớn phải có móc cẩu để nâng hạ khi tháo lắp.

5.2 Vật liệu

5.2.1 Ván khuôn có thể làm từ ván ép phủ phim, thép, hợp kim nhôm, nhựa, gỗ, bê tông hoặc các vật liệu tấm khác. Độ phẳng tấm và mí ghép tấm phải trong giới hạn quy định.

5.2.2 Chất chống dính ván khuôn phải không gây hại cho bê tông, cốt thép và bản thân ván khuôn, đồng thời không gây ảnh hưởng bất lợi đến màu sắc, chất lượng bề mặt của kết cấu và lớp phủ trên nó.

5.2.3 Đà giáo (trụ, khung, cột chống; giằng ngang, giằng xiên giữ ổn định cột chống; đà (dầm) ngang, dọc và kích U đỡ ván dầm sàn; xà gồ ngang, dọc, gông, neo, chống xiên ván khuôn tường, cột ...) có thể làm từ thép, hợp kim, gỗ, tre, luồng. Các ống đà giáo kim loại phải không bị bẹp hoặc gỉ sét quá 5 % kích thước hoặc chiều dày tiết diện.

5.2.4 Vật liệu ván khuôn đà giáo cần lựa chọn căn cứ dạng kết cấu, chất lượng bề mặt cần hoàn thiện, tiến độ thi công và hiệu quả kinh tế. Một số dạng ván khuôn thông dụng tham khảo Phụ lục A – điều A.1.

5.3 Tính toán thiết kế ván khuôn đà giáo

5.3.1 Trong biện pháp thi công, ván khuôn đà giáo phải được tính toán thiết kế đảm bảo các yêu cầu nêu tại 5.1. Tải trọng và số liệu tính toán quy định tại Phụ lục B.

5.3.2 Độ võng của các bề mặt tạo hình, cũng như các phần tử chịu lực của ván khuôn dưới tác dụng của tải trọng tính toán không được lớn hơn $H/300$ đối với phần tử đứng (H – chiều cao) và $L/400$ đối với phần tử nằm ngang (L – nhịp).

5.3.3 Độ võng ván khuôn vòm và dầm được thi công theo quy định của thiết kế kết cấu.

5.3.4 Các bộ phận chịu lực của đà giáo nên hạn chế số lượng thanh nối. Các mối nối không nên bố trí trên cùng một mặt cắt ngang và ở các vị trí chịu lực lớn. Các thanh giằng cần được tính toán và bố trí thích hợp để ổn định toàn bộ hệ đà giáo và ván khuôn.

5.4 Lắp dựng ván khuôn đà giáo

5.4.1 Công tác lắp dựng ván khuôn đà giáo cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- Bề mặt ván khuôn tiếp xúc với bê tông cần được chống dính. Dầu bôi trơn cần phủ một lớp mỏng lên bề mặt ván khuôn đã được làm sạch, không để dính vào cốt thép và các chi tiết đặt sẵn;
- Ván khuôn thành bên của các kết cấu tường, sàn, dầm và cột nên lắp dựng để khi cần tháo dỡ sớm chúng thì không gây ảnh hưởng đến các phần ván khuôn và đà giáo còn lưu lại (như ván khuôn đáy, các dầm dọc, dầm ngang và các cột chống);
- Trụ của các giáo chống phải đặt vững chắc trên nền cứng, không bị trượt, không bị biến dạng khi chịu tải trọng và tác động trong quá trình thi công;
- Các cột chống đơn lẻ cần được liên kết thành hệ chống để đảm bảo độ bền, độ cứng không gian và sự ổn định khi sử dụng để đỡ các dầm chịu lực hoặc các tầng ván khuôn.

5.4.2 Khi lắp dựng đà giáo và ván khuôn đáy cần có các mốc trắc đạc hoặc biện pháp thích hợp khác để kiểm tra tìm trục và cao độ kết cấu.

5.4.3 Khi giữ ván khuôn bằng dây chằng và móc neo thì phải tính toán xác định số lượng và vị trí các dây, móc này để hệ thống ván khuôn ổn định khi chịu tải trọng và tác động trong quá trình thi công.

5.4.4 Ván khuôn đà giáo đã lắp dựng được kiểm tra sai lệch kích thước so với thiết kế theo Bảng 1.

Bảng 1 – Sai lệch cho phép kích thước ván khuôn đà giáo đã lắp dựng

Thông số ván khuôn đà giáo	Mức cho phép, mm
1. Sai lệch cao độ đỉnh ván khuôn so với thiết kế	10
2. Sai lệch trục ván khuôn so với thiết kế đối với:	
a) Trục móng	15
b) Trục tường, cột, bệ trụ và các cột móng dưới kết cấu thép	8
c) Trục dầm, xà và vòm	10
e) Trục ván khuôn trượt, ván khuôn leo, ván khuôn di động so với trục công trình	10
3. Sai lệch độ thẳng đứng (độ nghiêng) các mặt ván khuôn và đường giao của chúng so với thiết kế:	
a) Trên mỗi mét dài	5
b) Trên toàn bộ chiều cao kết cấu:	—
– Móng	20
– Bệ trụ và các cột cao dưới 5 m	10
– Tường và các cột cao trên 5m	15
– Dầm và vòm	5
4. Sai lệch kích thước bên trong hộp ván khuôn dầm, cột hoặc khoảng cách giữa các mặt trong ván khuôn tường so với thiết kế	5
5. Độ lồi lõm cục bộ, độ phẳng của mặt ván khuôn tạo hình trên khoảng đo 2 m	3
6. Sai lệch khoảng cách giữa các gối đỡ ván khuôn kết cấu chịu uốn (trụ chống, dầm ngang, dầm dọc) hoặc khoảng cách giữa các liên kết giữa ván khuôn theo chiều đứng (xà ngang, xà dọc, thanh neo):	
a) Trên mỗi mét dài	25
b) Trên toàn bộ khẩu độ	75
CHÚ THÍCH: Mỗi thông số kiểm tra tối thiểu tại 5 vị trí.	

5.5 Kiểm tra và nghiệm thu công tác ván khuôn đà giáo

5.5.1 Kiểm tra công tác ván khuôn đà giáo được tiến hành tại hiện trường theo Bảng 2.

Bảng 2 – Yêu cầu kiểm tra công tác ván khuôn đà giáo

Nội dung kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Kết quả kiểm tra
1) Đà giáo		
Kết cấu đà (dầm)	Bằng mắt, dùng tay lắc mạnh đà (dầm) ngang, dọc đỡ ván đáy và ván khuôn thành	Đà (dầm) được lắp đủ số lượng, đúng kích thước và vị trí theo biện pháp thi công được duyệt
Cột chống	Bằng mắt, dùng tay lắc mạnh các cột chống và các nêm cột chống	Cột chống không bị bẹp, gỉ; lắp dựng đủ số lượng, kích thước, kê chắc trên nền cứng
Độ cứng và ổn định đà giáo	Bằng mắt, dùng tay lắc mạnh các giằng và chi tiết ổn định đà giáo	Giằng và cơ cầu giữ đủ số lượng, đúng kích thước và vị trí theo biện pháp thi công
Cầu công tác	Bằng mắt, đi thử	Thang, sàn, lan can đúng quy định
2) Ván khuôn		
Độ sạch nền và bên trong ván khuôn	Bằng mắt	Nền sạch màng xi măng, được làm ướt. Bên trong ván khuôn không có rác, bùn đất
Hình dáng, kích thước ván khuôn	Bằng thước, máy trắc đạc	Sai lệch các kích thước không vượt quá mức cho phép ở Bảng 1
Chống dính ván khuôn	Bằng mắt	Lớp chống dính sạch, phủ lớp mỏng kín các mặt tạo hình của ván khuôn
Độ kín, khít ván khuôn	Bằng mắt, dùng tay rung lắc các tấm ván khuôn	Giữa các tấm ván khuôn, giữa ván khuôn và nền kín, khít, không bị hở ra khi rung lắc

5.5.2 Khi nghiệm thu ván khuôn đà giáo, cần có các hồ sơ liên quan sau:

- Bản vẽ thi công và chỉ dẫn kỹ thuật;
- Biện pháp thi công ván khuôn đà giáo được duyệt;
- Biên bản kiểm tra sự phù hợp kích thước ván khuôn đã lắp dựng so với thiết kế theo Bảng 1.

5.5.3 Ván khuôn đà giáo được nghiệm thu khi đáp ứng yêu cầu Bảng 2. Mẫu biên bản nghiệm thu ván khuôn đà giáo tham khảo Phụ lục A - điều A.2.

5.6 Tháo dỡ ván khuôn đà giáo

5.6.1 Ván khuôn đà giáo chỉ được tháo dỡ khi bê tông đã đạt cường độ cần thiết, kết cấu chịu được trọng lượng bản thân và các tải trọng tác động khác trong giai đoạn thi công sau. Khi tháo dỡ ván khuôn đà giáo, cần tránh gây ứng suất đột ngột hoặc va chạm mạnh làm hư hại đến kết cấu.

5.6.2 Các bộ phận ván khuôn, thanh chống không còn chịu lực sau khi bê tông đã đóng rắn (như ván khuôn thành bên của dầm, cột, tường) có thể tháo dỡ khi bê tông đã đạt cường độ không nhỏ hơn 0,5 MPa (thời gian tháo sau khi đổ bê tông khuyến cáo không ít hơn 24 h ở nhiệt độ trung bình không khí dưới 20°C và 20 h ở nhiệt độ không khí từ 20°C trở lên).

5.6.3 Đối với ván khuôn đà giáo kết cấu chịu uốn (trụ chống, dầm dọc, ngang, ván khuôn đáy dầm sàn), nếu không có chỉ dẫn thiết kế thì chỉ được tháo dỡ khi bê tông đã đạt cường độ như trong Bảng 3.

Bảng 3 – Cường độ bê tông tối thiểu để tháo dỡ ván khuôn đà giáo khi chưa chất tải hoặc tải thực tế không quá 70 % tải trọng tính toán

Loại kết cấu	Cường độ tối thiểu, % R_{28} , để tháo ván khuôn đáy và đà giáo	Thời gian (ngày) bê tông đạt cường độ tối thiểu để tháo ván khuôn đáy và đà giáo khi nhiệt độ trung bình không khí	
		Từ 5°C đến 20°C	Trên 20°C
Bản, dầm, vòm khẩu độ nhỏ hơn 2 m	50 %	5	3
Bản, dầm, vòm khẩu độ từ 2 đến 6 m	70 %	10	7
Bản, dầm, vòm khẩu độ trên 6 m	80 %	14	10

CHÚ THÍCH: (i) Bảng 3 áp dụng cho bê tông dùng các loại xi măng và phụ gia nêu tại 7.1.2 và 7.1.5; (ii) Có thể tháo sớm hơn khi cường độ mẫu thí nghiệm lớn hơn cường độ tối thiểu Bảng 3.

5.6.4 Các kết cấu ô văng, công xôn, sê nô chỉ được tháo cột chống và ván khuôn đáy khi bê tông đạt đủ cấp cường độ thiết kế và đã có đối trọng chống lật.

5.6.5 Khi tháo dỡ ván khuôn đà giáo chịu lực ở các tấm sàn bê tông toàn khối nhà nhiều tầng, nên thực hiện như sau:

- Giữ lại toàn bộ giáo chống ở tấm sàn nằm kề dưới tấm sàn sẽ đổ bê tông;
- Tháo dỡ từng bộ phận giáo chống và ván khuôn của tấm sàn phía dưới nữa, giữ lại hệ các cột chống “an toàn” cách nhau 3 m dưới các dầm có nhịp lớn hơn 4 m.

5.6.6 Đối với các công trình xây dựng trong khu vực có động đất và đối với các công trình đặc biệt, trị số cường độ bê tông cần đạt để tháo dỡ ván khuôn, giáo chống do thiết kế quy định.

5.6.7 Chỉ được chất trên 70 % đến 100 % tải trọng lên các kết cấu đã tháo dỡ ván khuôn đà giáo khi bê tông đã đạt cấp cường độ thiết kế.

6. Công tác cốt thép

6.1 Yêu cầu chung

6.1.1 Cốt thép dùng cho kết cấu bê tông cốt thép phải đảm bảo yêu cầu của thiết kế, đồng thời phù hợp tiêu chuẩn: TCVN 1651-1:2018 đối với thép thanh tròn; TCVN 1651-2:2018 đối với thép thanh vằn; TCVN 9391:2012 hoặc TCVN 1651-3:2008 (ISO 6935-3:1992) đối với lưới thép hàn; TCVN 6288:1997 (ISO 10544:1992) đối với dây thép vuốt nguội và tiêu chuẩn do thiết kế chỉ định đối với các loại thép khác.

6.1.2 Cốt thép (sản xuất trong nước hoặc nhập khẩu) phải có chứng chỉ chất lượng của nhà máy sản xuất thép, đồng thời được phân lô để kiểm tra chất lượng. Mỗi lô không quá 50 T cùng loại, cùng đường kính và cùng lô của nhà máy sản xuất thép. Từ mỗi lô lấy 2 mẫu thử kéo, 2 mẫu thử uốn để thí nghiệm theo TCVN 7937-1:2013 (ISO 15630-1:2010).

6.1.3 Cốt thép được bảo quản như sau:

- Thép thanh bảo quản trên các giá đỡ có mái che hoặc trong kho kín. Thép xếp riêng theo mác, đường kính, chiều dài và lô. Các lô thép đường kính trên 38 mm có thể che bạt bảo quản ngoài trời;

b) Thép cuộn và thép lưới bảo quản dưới mái che, trên nền bê tông hoặc đệm gỗ. Thép cuộn đặt nằm hoặc dựng nghiêng, xếp chồng cao không quá 1,5 m. Các cuộn thép lưới đặt thẳng đứng;

c) Các cuộn dây thép hàn khối lượng không lớn (tới 80 kg) bảo quản trên khay hoặc trong thùng. Các vòng dây thép bị xoắn số 8 hoặc bị rối cần được loại bỏ trước khi lưu kho.

6.1.4 Cốt thép có thể gia công tại hiện trường hoặc tại nhà máy nhưng cần đảm bảo mức độ cơ giới và trình độ tay nghề thợ phù hợp với khối lượng, chất lượng thép phải gia công.

6.1.5 Không nên sử dụng trong cùng một hạng mục công trình nhiều loại thép có hình dáng và kích thước hình học như nhau, nhưng tính chất cơ lý khác nhau.

6.1.6 Cốt thép khi gia công và trước khi đổ bê tông cần đảm bảo:

a) Bề mặt sạch, không dính bùn đất, dầu mỡ, không có vẩy sắt và lớp gỉ. Nếu có, cần tẩy sạch bằng giẻ lau, nước áp lực, bàn chải sắt hoặc chất biến đổi gỉ gốc kiềm;

b) Các thanh thép bị bẹp, bị giảm tiết diện do làm sạch hoặc do các nguyên nhân khác không được vượt quá giới hạn cho phép là 2 % đường kính. Nếu vượt quá giới hạn này thì thép chỉ được sử dụng theo diện tích tiết diện thực tế.

6.2 Cắt và uốn cốt thép

6.2.1 Cắt và uốn cốt thép chỉ được thực hiện bằng phương pháp cơ học. Trước khi cắt, cốt thép cần được nắn thẳng. Sai lệch độ thẳng không quá 3 mm trên một mét dài đối với thép đường kính dưới 10 mm và 6 mm trên một mét dài đối với thép đường kính 10 mm và lớn hơn.

6.2.2 Cốt thép được cắt phù hợp với chiều dài thiết kế. Cốt thép được uốn phù hợp hình dáng và kích thước thiết kế với sự trợ giúp của gối uốn. Đường kính gối uốn tối thiểu và góc uốn tối đa tại Phụ lục C - điều C.1.

6.2.3 Đầu thanh neo từ thép trơn cần uốn móc cong hoặc uốn chữ U. Đầu thanh neo từ thép gân uốn chữ L hoặc để thẳng. Chiều dài neo theo chỉ định thiết kế. Khi không có chỉ định này thì theo Phụ lục D - điều D.1.

6.2.4 Sản phẩm cốt thép đã cắt và uốn (gồm thanh thẳng, thanh uốn móc, đai, neo, vai bò, móc cầu...) cần được phân lô để kiểm tra chất lượng. Mỗi lô không quá 100 sản phẩm cùng loại, cùng đường kính. Từ mỗi lô lấy 5 sản phẩm bất kỳ để kiểm tra. Sai lệch cho phép kích thước phủ bì sản phẩm gia công trên Bảng 4. Sai lệch vị trí điểm uốn thanh cốt dọc chịu lực ± 20 mm.

Bảng 4 – Sai lệch kích thước phủ bì sản phẩm cốt thép đã gia công và cấu kiện cốt thép lắp dựng

Đơn vị tính là milimet (mm)

Giá trị kích thước	Mức cho phép	Giá trị kích thước	Mức cho phép
Nhỏ hơn hoặc bằng 60	± 4	1 601 – 2 500	± 12
61 – 120	± 5	2 501 – 4 000	± 15
121 – 250	± 6	4 001 – 8 000	± 20
251 – 500	± 8	8 001 – 16 000	± 30
500 – 1 600	± 10	Trên 16 000	± 45

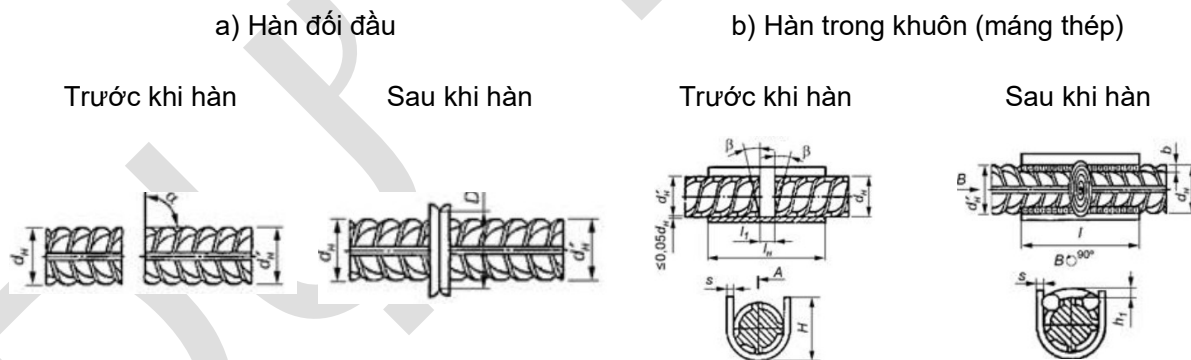
CHÚ THÍCH: Ví dụ kích thước sản phẩm gia công: (i) Thanh thẳng thiết kế dài 7500 mm, thanh cắt phải có chiều dài $7\,500 \pm 20$ mm, tức từ 7 480 mm đến 7 520 mm; (ii) Cốt đai thiết kế phủ bì 900 x 450 mm, cốt đai uốn phải có kích thước phủ bì $(900 \pm 10) \times (450 \pm 8)$ mm. (iii) Vai bô thiết kế phủ bì dài 9000, cao 1 200 mm, 2 điểm uốn trên, 2 điểm uốn dưới. Vai bô phải gia công dài $9\,000 \pm 30$ mm, cao $1\,200 \pm 10$ mm, điểm uốn không lệch quá vị trí thiết kế ± 20 mm.

6.3 Hàn cốt thép

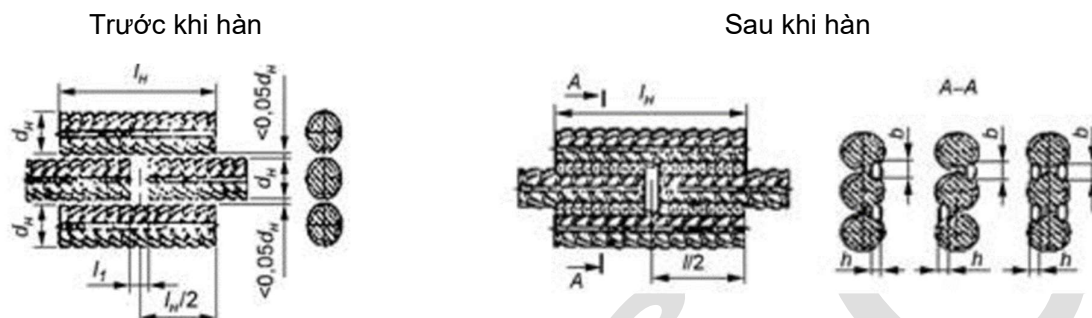
6.3.1 Liên kết hàn có thể thực hiện theo các phương pháp khác nhau nhưng phải đảm bảo chất lượng mối hàn theo yêu cầu thiết kế, thanh thép hàn không bị khuyết tật hoặc bị giảm tiết diện.

6.3.2 Hàn nối dài cốt thép

a) Hàn nối dài áp dụng cho các loại thép cán nóng đường kính lớn hơn 8 mm. Nên hàn nối dài cốt thép theo các phương pháp hàn đối đầu, hàn hồ quang trong khuôn hoặc hàn với hai thanh nẹp (Hình 1). Trước khi hàn nối thành sản phẩm, cần phê duyệt quy trình hàn và kiểm tra tay nghề thợ hàn theo TCVN 9392:2012.

**Hình 1 – Nối dài cốt thép bằng hàn đối đầu, hàn trong khuôn và hàn với 2 thanh nẹp**

c) Hàn với 2 thanh nẹp (thanh ốp)



Hình 1 – (kết thúc)

b) Sản phẩm hàn nối dài cần được phân lô để kiểm tra chất lượng. Mỗi lô gồm không quá 100 thanh cùng loại, cùng đường kính, cùng quy trình hàn và do một người thợ hàn thực hiện. Từ mỗi lô lấy 5 thanh bất kỳ để kiểm tra kích thước, thông số hình học và khuyết tật mỗi hàn, lấy 2 đoạn hàn nối để thử kéo theo TCVN 7937-1:2013. Sai lệch kích thước thanh thép hàn nối so với thiết kế phải trong giới hạn Bảng 4. Sai lệch thông số hình học và khuyết tật mỗi hàn theo Bảng 5. Giới hạn bền kéo thép mỗi hàn cần đạt giá trị tiêu chuẩn quy định cho cốt thép được hàn.

Bảng 5 – Sai lệch thông số hình học và khuyết tật của mỗi hàn nối dài

I. Sai lệch thông số hình học của mỗi hàn nối dài so với thiết kế	Mức cho phép khi đường kính thanh hàn, mm				
	10 – 18	20 – 28	32 – 40	42 – 50	
1) Xê dịch trục thanh nẹp với thanh kia tại mỗi nối:					
a) Khi hàn đối đầu	0,1 d	0,07 d	0,05 d	0,05 d	
b) Khi hàn trong khuôn, hàn hồ quang nhiều lớp	–	0,15 d	0,1 d	0,1 d	
c) Khi hàn hồ quang với các thanh nẹp	–	0,3 d	0,3 d	0,3 d	
2) Xiên trục các thanh tại mỗi nối	12 mm trên 250 mm chiều dài				
3) Xê dịch các thanh nẹp khỏi mặt phẳng nối	0,5 d				
4) Sai lệch chiều rộng đường hàn có thanh nẹp	+0,15d/-0,1d	± 0,1 d	± 0,1 d	± 0,1 d	
5) Xê dịch thanh nẹp hoặc khuôn so với tâm mỗi nối theo hướng dọc (trừ mỗi hàn có thanh nẹp hoặc khuôn đặt lệch)	Mức cho phép khi chiều dài thanh nẹp, mm				
	3d	4d	6d	8d	10d
	± 0,15 d	± 0,2 d	± 0,3 d	± 0,4d	± 0,5d
6) Sai lệch chiều dài thanh nẹp hoặc khuôn thép	0,5 d				

Bảng 5 (kết thúc)

II. Khuyết tật mối hàn	Mức cho phép khi đường kính thanh hàn, mm	
	10 - 28	32 - 50
1) Số lỗ rỗng đơn lẻ đường kính tới 2 mm		
– Trên đường hàn hồ quang dài 100 mm	2	4
– Khi hàn bằng phương pháp khác	4	5
2) Chuỗi lỗ rỗng đường kính tới 2 mm và dài tới 50 mm:		
– Đối với đường hàn hồ quang	Không được phép	2
– Khi hàn bằng phương pháp khác	Không được phép	1
3) Chiều sâu vết rỗ co ngót của thép chảy lỏng khi hàn trong khuôn hoặc hàn hồ quang, mm	2	3
CHÚ THÍCH: d – đường kính danh định của thanh thép hàn, mm; khi các thanh đường kính khác nhau, d lấy theo thanh bé.		

6.3.3 Hàn lưới, khung cốt thép và chi tiết đặt sẵn

a) Hàn lưới và khung cốt thép tại công trường thực hiện theo TCVN 9392:2012 (Phụ lục A).

b) Khi chế tạo khung cốt thép và lưới cốt thép bằng hàn đính, nếu thiết kế không có chỉ dẫn thì thực hiện theo quy định sau:

- Đối với thép tròn trơn hàn tất cả các điểm giao nhau;
- Đối với thép có gờ, hàn tất cả các điểm giao nhau ở hai hàng chu vi phía ngoài, các điểm còn lại ở giữa cách một hàng một theo thứ tự xen kẽ;
- Đối với khung cốt thép dầm và cột, hàn tất cả các điểm giao nhau.

c) Sản phẩm khung và lưới hàn cần được phân lô để kiểm tra chất lượng. Mỗi lô gồm không quá 100 sản phẩm cùng loại, cùng kích thước. Từ mỗi lô lấy 5 sản phẩm bất kỳ để kiểm tra. Mối hàn phải không bị rỗ, thép hàn phải không bị giảm tiết diện. Sai lệch kích thước sản phẩm so với thiết kế theo Bảng 6.

Bảng 6 – Sai lệch kích thước cho phép đối với khung và lưới hàn

Sai lệch kích thước lưới và khung cốt thép hàn	Mức cho phép khi giá trị kích thước, mm					
	Tới 60	61 - 120	121 - 250	251 - 500	501 - 1 000	Trên 1 000
1) Kích thước phủ bì lưới hàn, khung hàn, cũng như các thanh trong khung và lưới	Theo Bảng 4					

Bảng 6 (kết thúc)

Sai lệch kích thước lưới và khung cốt thép hàn	Mức cho phép khi giá trị kích thước, mm					
	Tới 60	61 - 120	121 - 250	251 - 500	501 – 1 000	Trên 1 000
2) Khoảng cách từ thanh ngoài cùng tới đầu các thanh vuông góc với nó (phần nhô)	± 4	± 5	± 6	± 8	± 12	± 18
3) Khoảng cách giữa hai thanh cốt dọc liền kề (trừ thanh ngoài cùng)	± 4	± 5	± 6	± 8	± 10	± 12
CHÚ THÍCH: Ví dụ kích thước theo Bảng 4 (i) Lưới cốt thép thiết kế kích thước rộng x dài 3 000 x 4 500 mm. Lưới hàn phải rộng $3\,000 \pm 15$, dài $4\,500 \pm 20$ mm; (ii) Khung cốt thép kích thước thiết kế (phủ bì) 500 x 1 200 x 7 800 mm. Khung hàn phải trong giới hạn $(500 \pm 8) \times (1\,200 \pm 10/-14) \times (7\,800 \pm 20)$ mm.						

6.3.4 Hàn chi tiết đặt sẵn thực hiện theo quy định thiết kế. Sai lệch cho phép kích thước tại Phụ lục C - điều C.2.

6.4 Nối dài cốt thép bằng ống ren và dập ép ống

Nối dài cốt thép bằng ống ren thực hiện theo TCVN 13711-1:2023. Nối dài cốt thép bằng dập ép ống - theo TCVN 9390:2012.

6.5 Thay đổi cốt thép trên công trường

6.5.1 Việc thay đổi cốt thép phải được sự đồng ý của thiết kế. Trường hợp sử dụng cốt thép vượt nguội thay cốt thép cán nóng thì phải được sự đồng ý của cả thiết kế và chủ đầu tư.

6.5.2 Khi có sự thay đổi đường kính cốt thép thì khoảng cách thông thủy tối thiểu giữa các thanh thép liền kề phải thỏa mãn yêu cầu (mục 5 Bảng 9) để đổ và đầm được hỗn hợp bê tông.

6.5.3 Số liệu phục vụ cho việc thay đổi một số loại thép sản xuất theo các tiêu chuẩn khác nhau tham khảo Phụ lục D - điều D.2.

6.6 Vận chuyển cốt thép

Việc vận chuyển cốt thép đã gia công cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- Không làm hư hỏng và biến dạng sản phẩm cốt thép;
- Cốt thép thanh nên buộc thành bó theo chủng loại và số lượng để tránh nhầm lẫn khi lắp dựng;
- Các khung, lưới cốt thép lớn nên phân chia thành các bộ phận nhỏ phù hợp phương tiện vận chuyển;
- Việc cầu nâng các sản phẩm cốt thép thực hiện theo Phụ lục C - điều C.3.

6.7 Lắp dựng cấu kiện cốt thép

6.7.1 Công tác lắp dựng cấu kiện cốt thép cần đáp ứng các yêu cầu sau:

- Các bộ phận lắp dựng trước không gây trở ngại cho các bộ phận lắp dựng sau;
- Cốt thép giữ vị trí ổn định, không bị biến hình, biến dạng trong quá trình đổ và đầm bê tông;

c) Khi đặt cốt thép và ván khuôn tựa vào nhau tạo thành một tổ hợp cứng thì ván khuôn chỉ được đặt trên các giao điểm của cốt thép chịu lực và theo đúng vị trí thiết kế quy định.

6.7.2 Các thanh cốt thép khi lắp dựng có thể liên kết bằng buộc, hàn dính hoặc cả hai. Số mối nối tối thiểu như sau:

- a) Nối buộc hoặc hàn dính không ít hơn 50 % số điểm giao nhau, theo thứ tự xen kẽ;
- b) Nối buộc hoặc hàn dính 100 % các nút của đai thép với cốt thép chịu lực.

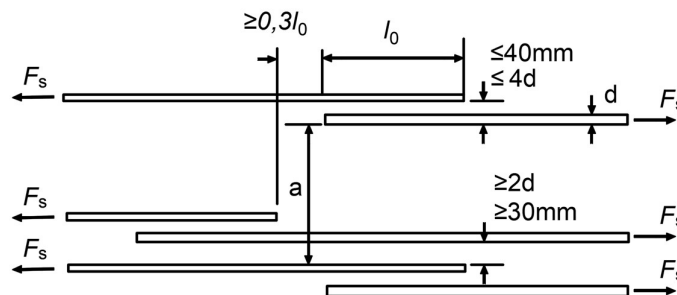
6.7.3 Buộc cốt thép cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- a) Dây buộc dùng loại dây thép mềm đường kính 1,0 mm hoặc lớn hơn;
- b) Các thanh giao nhau phải buộc vuông góc với nhau;
- c) Nút buộc có thể thực hiện theo các kiểu khác nhau, nhưng phải được siết chặt để cốt thép không bị xô dịch trong quá trình đổ và đầm bê tông. Nút buộc cốt thép thông dụng tham khảo Phụ lục D - điều D.3.

6.7.4 Hàn dính cốt thép phải đảm bảo các thông số que hàn, liên kết, nhiệt độ, kỹ thuật hàn theo Phụ lục A của TCVN 9392:2012.

6.7.5 Nối chồng cốt thép cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- a) Chỉ nối chồng thép có đường kính tới 40 mm. Hai thanh nối chồng không đặt xa nhau quá $4d$ (d – đường kính danh định cốt thép, mm). Hai mối nối chồng liền kề không đặt gần nhau quá $2d$ và 30 mm (Hình 2). Hạn chế nối ở các tiết diện chịu lực lớn và chỗ uốn cong;



Hình 2 – Sơ đồ bố trí thép nối chồng

- b) Trong một mặt cắt ngang của tiết diện tính toán, tỷ lệ diện tích thanh nối so với tổng diện tích cốt thép chịu lực không nên quá 25 % khi dùng thép trơn và không nên quá 50 % khi dùng thép gân;

CHÚ THÍCH: Mặt cắt ngang của tiết diện tính toán là phần cấu kiện bất kỳ dọc theo cốt chịu lực có độ dài $1,3 l_0$, trong đó l_0 – chiều dài nối chồng, mm (Hình 2). Khi trung điểm đoạn nối chồng nằm trong phần cấu kiện này thì thép được xem là thanh nối. Ví dụ trên Hình 2, nếu lấy phần cấu kiện dài $(l_0 + 0,3 l_0)$ là một mặt cắt ngang thì thanh trên cùng và thanh dưới cùng là các thanh nối; thanh nằm giữa (đầu cách 2 thanh trên $\geq 0,3 l_0$) không tính là thanh nối.

- c) Khi nối, đầu thanh thép trơn cần uốn móc cong hoặc uốn chữ U, đầu cốt thép gân có thể để thẳng. Đoạn thép chồng được buộc vào thanh ngang, thanh đai hoặc buộc vào nhau tại 3 vị trí giữa và hai đầu;

- d) Chiều dài nối chồng theo chỉ định của thiết kế. Khi không có chỉ định này thì có thể lấy theo Bảng 7, nhưng không được nhỏ hơn 250 mm và $20 d$.

Bảng 7 – Chiều dài tối thiểu nối chồng cốt thép

Đơn vị tính là milimet (mm)

Loại cốt thép sử dụng	Cấp cường độ chịu nén của bê tông									
	B15	B20	B30	B40	B45	B50	B60	B70	B80	B90 B100
Trơn CB 240 – T	56d	47d	36d	30d	28d	26d	23d	22d	20d	20d
Trơn CB 300 – T	70d	58d	46d	37d	35d	32d	29d	28d	25d	24d
Gân CB 300 – V	42d	36d	28d	23d	20d	20d	20d	20d	20d	20d
Gân CB 400 – V	56d	47d	36d	30d	28d	26d	23d	22d	20d	20d
Gân CB 500 – V	70d	58d	46d	37d	36d	32d	29d	28d	25d	24d
Gân CB 600 – V	83d	70d	54d	44d	44d	40d	35d	32d	30d	29d
CHÚ THÍCH: Bảng 7 áp dụng cho điều kiện: (i) Tỷ lệ cốt thép nối so với tổng diện tích cốt thép chịu lực trong tiết diện tính toán không quá 25% khi dùng thép trơn, 50% khi dùng thép có gân (ii) Vùng nối chịu kéo hoặc kéo – nén (iii) Đường kính thép nối tới 32 mm. Trị số Bảng 7 cho điều kiện khác điều chỉnh như sau: a) Nhân hệ số 1,34 và 1,67 khi cốt thép gân được nối với tỷ lệ tương ứng 75 % và 100 % tổng diện tích cốt thép chịu lực; nhân hệ số 1,22, 1,45 và 1,67 khi cốt thép trơn được nối với tỷ lệ tương ứng 50 %, 75 % và 100 % tổng diện tích cốt chịu lực. b) Giảm 20% khi cốt thép được nối tại các tiết diện thiết kế chỉ định là chỉ chịu nén, nhưng không nhỏ hơn 150 mm và 15 d; c) Nhân hệ số 0,9 khi dùng thép đường kính trên 32 mm tới 40 mm; d) Giảm tới 30 % khi các thanh được hàn dính 3 điểm vào thanh ngang, cốt đai, thép neo khác hoặc với nhau thay cho buộc; e) Như Bảng 7 khi sử dụng thép có cường độ tính toán tương đương.										

6.7.6 Con kê cốt thép cần đáp ứng các yêu cầu sau:

a) Tạo đủ chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép theo quy định của thiết kế, nhưng không nhỏ hơn giá trị Bảng 8;

Bảng 8 – Chiều dày tối thiểu của lớp bê tông bảo vệ cốt thép chịu lực

Đơn vị tính bằng milimet

Môi trường làm việc của kết cấu	Chiều dày tối thiểu khi cấp cường độ bê tông B			
	20	25	30	≥40
1) Môi trường làm việc thông thường [theo TCVN 5574:2018]				
a) Trong các gian phòng có mái che độ ẩm không lớn hơn 75 %	20			
b) Trong các gian phòng có mái che độ ẩm lớn hơn 75 %	25			

Bảng 8 (kết thúc)

c) Ngoài trời	30			
d) Trong đất hoặc trong móng có lớp bê tông lót	40			
2) Môi trường vùng biển [theo TCVN 9346:2012]				
a) Gần bờ biển, ngoài trời, cách mép nước 1 – 30 km	45	35	30	–
b) Trên bờ, ngoài trời, cách mép nước 0 – 1 km	55	45	35	–
c) Môi trường ngập hoàn toàn trong nước biển	–	55	45	–
d) Trên mặt nước biển	–	65	55	45
e) Nước lên xuống và sóng tác	–	–	75	65
CHÚ THÍCH: (i) Chiều dày lớp bê tông bảo vệ tính từ mặt cốt thép chủ tới bề mặt bê tông gần nhất; (ii) Chiều dày giảm 10 mm đối với kết cấu trong nhà; (iii) Chiều dày bê tông bảo vệ trong môi trường ăn mòn khác theo Bảng G1 (TCVN 12251:2020).				

b) Con kê bê tông được sử dụng cho mọi môi trường làm việc của kết cấu. Con kê nhựa được sử dụng cho môi trường làm việc thông thường, môi trường vùng biển gần bờ và trên bờ (Bảng 8, mục 1, mục 2 (a,b)). Con kê thép chỉ sử dụng cho môi trường làm việc thông thường và trong các gian phòng (Bảng 8 mục 1 (a,b)). Các đoạn thép vụn, tấm gỗ, mảnh bê tông không bằng phẳng, gạch đất sét v.v. không được sử dụng làm con kê. Một số con kê bê tông và con kê nhựa thông dụng tham khảo Phụ lục D - điều D.4;

c) Con kê nên đặt dưới (hoặc sườn) các thanh cốt đai hoặc cốt phân phối (cách cốt chủ từ 20 mm đến 30 mm). Mật độ không thấp hơn 1 m một điểm kê đối với thép nằm ngang, 1,5 m một điểm kê đối với thép đứng.

6.7.7 Cấu kiện cốt thép đã lắp dựng cần đảm bảo sai lệch kích thước so với thiết kế theo Bảng 9.

Bảng 9 – Sai lệch cho phép kích thước cấu kiện cốt thép đã lắp dựng

Đơn vị tính là milimet

Thông số (đơn vị tính)	Mức cho phép
1) Sai lệch kích thước phủ bì (dài, rộng, cao) của cấu kiện cốt thép đã lắp dựng so với kích thước thiết kế, mm	Bảng 4
2) Sai lệch khoảng cách giữa các thanh thép trong khung hoặc lưới:	–
a) Đối với cốt dọc, kể cả lưới (s: khoảng cách/bước thanh thiết kế, mm)	$\pm s/4$ và không quá 50
b) Đối với cốt ngang, đai, xiên (h: chiều cao tiết diện dầm, cột, chiều dày tấm, mm)	$\pm h/25$ và không quá 25
1) Sai lệch kích thước phủ bì (dài, rộng, cao) của cấu kiện cốt thép đã lắp dựng so với kích thước thiết kế, mm	Bảng 4

Bảng 9 (kết thúc)

Thông số (đơn vị tính)	Mức cho phép
2) Sai lệch khoảng cách giữa các thanh thép trong khung hoặc lưới: a) Đối với cốt dọc, kể cả lưới (s: khoảng cách/bước thanh thiết kế, mm) b) Đối với cốt ngang, đai, xiên (h: chiều cao tiết diện dầm, cột, chiều dày tấm, mm) c) Tổng số thanh trên 1 m dài kết cấu	— $\pm s/4$ và không quá 50 $\pm h/25$ và không quá 25 Theo thiết kế
3) Sai lệch chiều dài neo, chiều dài nối chồng (L: chiều dài neo, chiều dài nối chồng theo thiết kế hoặc Phụ lục D - điều D.1 và Bảng 7, mm)	-0,05L, sai lệch dương không quy định
4) Sai lệch khoảng cách giữa các hàng cốt thép: a) Đối với tấm và dầm dày tới 1 m b) Đối với kết cấu dày trên 1 m	— ± 10 ± 20
5) Sai lệch điểm bắt đầu uốn cốt thép dọc	± 20
6) Khoảng cách thông thủy nhỏ nhất giữa các thanh thép dọc, trừ chỗ nối a) Tại hàng thép nằm ngang (hoặc xiên) phía dưới b) Tại hàng thép nằm ngang (hoặc xiên) phía trên c) Tại hàng thép nằm ngang phía trên khi có nhiều hơn hai hàng thép dưới d) Tại vị trí các thanh thép đứng	25 30 50 50 và không nhỏ hơn d
7) Sai lệch chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép a) Khi chiều dày từ 10 đến 20 mm và kích thước cạnh tiết diện kết cấu, mm: — tới 100 — từ 101 đến 200 — từ 201 đến 300 — lớn hơn 300 c) Khi chiều dày lớn hơn 20 mm và kích thước cạnh tiết diện kết cấu, mm: — tới 100 — từ 101 đến 200 — từ 201 đến 300 — lớn hơn 300 mm	— — +4; -3 +8; -3 +10; -3 +15; -3 — +4; -5 +8; -5 +10; -5 +15; -5
CHÚ THÍCH: Mỗi thông số kiểm tra tối thiểu tại 5 vị trí cách nhau 0,5 – 2,0 m và cho từng đoạn kết cấu dài 10 m	

6.8 Kiểm tra và nghiệm thu công tác cốt thép

6.8.1 Kiểm tra công tác cốt thép thực hiện theo Bảng 10, bao gồm loại và đường kính cốt thép; gia công cơ học, hàn; vận chuyển sản phẩm cốt thép và lắp dựng cấu kiện cốt thép (kể cả con kê) tại hiện trường.

Bảng 10 – Yêu cầu kiểm tra công tác cốt thép

Nội dung kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Kết quả kiểm tra	Tần suất kiểm tra
Cốt thép	Phiếu giao hàng, chứng chỉ chất lượng của nhà máy sản xuất	Cốt thép cung cấp đúng chủng loại, đường kính	Mỗi lần nhận hàng
	Thử kéo, uốn theo TCVN 7937-1:2013 (ISO 15630-1:2010)	Kết quả thử đạt yêu cầu thiết kế hoặc tiêu chuẩn áp dụng	Lô 50 T: 2 mẫu kéo, 2 mẫu uốn
	Quan sát mặt ngoài	Bề mặt sạch, không bị giảm tiết diện cục bộ	Trước khi gia công
Cắt và uốn (thanh, đai, xiên, neo, vai bò, móc cầu...)	Đường kính gồi uốn, góc uốn	Phù hợp quy định	Khi gia công
	Đo kích thước sản phẩm cắt và uốn	Sai lệch không vượt quá Bảng 4	Lô 100 thanh lấy 5 để kiểm tra
Hàn (nối dài, khung, lưới cốt thép, chi tiết đặt sẵn)	Thiết bị hàn, vật tư hàn (que hàn, khuôn, thanh nẹp)	Đảm bảo các thông số kỹ thuật	Trước khi hàn và 3 tháng/lần
	Hàn mẫu; thí nghiệm cơ lý mẫu thử theo TCVN 9392:2012	Quy trình hàn và tay nghề thợ hàn được phê duyệt	Trước khi hàn sản phẩm
	a) Hàn nối dài: Đo kiểm thông số hình học và khuyết tật mỗi hàn; thử kéo mỗi hàn	Sai lệch thông số hình học và khuyết tật phù hợp Bảng 6; giới hạn bền kéo – tiêu chuẩn	Lô 100 thanh, lấy 5 thanh và 2 mối hàn kiểm tra
	b) Khung, lưới hàn và chi tiết đặt sẵn: bằng mắt, đo kích thước	Mỗi hàn không bị rỗ, cốt thép không bị giảm tiết diện; sai lệch kích thước – Bảng 6	Lô 100 sản phẩm lấy 5 để kiểm tra
	c) Đối với chi tiết đặt sẵn: vị trí, kích thước tấm chờ, thanh neo, mối hàn	Đảm bảo yêu cầu thiết kế; sai lệch kích thước – Phụ lục C - điều C.2	Khi gia công, lắp dựng
	Kiểm tra bằng siêu âm theo TCVN 6735:2018	Mỗi hàn đảm bảo chất lượng	Khi cần hoặc có nghi ngờ
Vận chuyển sản phẩm	Biến dạng sản phẩm, góc giữa các nhánh cáp cầu nâng	Sản phẩm không biến dạng; góc giữa nhánh cáp $\leq 90^\circ$	
Lắp dựng cấu kiện	Phương pháp lắp, dùng tay lắc các bộ phận của cấu kiện	Nối buộc, hàn đính, nối chồng phù hợp; cấu kiện ổn định	Khi lắp dựng, khi nghiệm thu
	Kích thước cấu kiện, chiều dày con kê, điểm kê	Sai lệch kích thước phù hợp Bảng 9	
Thay đổi cốt thép	Kiểm tra bằng tính toán	Phù hợp thiết kế và khoảng cách thông thủy Bảng 9	Trước khi gia công cốt thép

6.8.2 Khi nghiệm thu công tác cốt thép, cần có các hồ sơ liên quan sau:

- a) Bản vẽ thi công kết cấu và chỉ dẫn kỹ thuật;
- b) Biện pháp thi công kết cấu (phần cốt thép);
- c) Chứng chỉ chất lượng thép của nhà máy sản xuất, các phiếu thử cơ lý cốt thép nhập về công trường;
- d) Các biên bản kiểm tra chất lượng các sản phẩm thép đã cắt và uốn theo Bảng 4;
- e) Các biên bản kiểm tra chất lượng các sản phẩm cốt thép hàn (quy trình hàn và tay nghề thợ hàn được duyệt; phiếu thử cơ lý, thông số và khuyết tật mối hàn nối dài theo Bảng 5; sai lệch kích thước khung và lưới thép hàn theo Bảng 6, chi tiết đặt sẵn theo Phụ lục C - điều C.2);
- f) Biên bản kiểm tra kích thước cấu kiện cốt thép đã lắp dựng theo Bảng 9;
- g) Biên bản thay đổi cốt thép trên công trường so với thiết kế (nếu có).

6.8.3 Nghiệm thu công tác cốt thép tiến hành tại hiện trường trên cơ sở đánh giá sự phù hợp công tác cốt thép so với quy định thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật và tiêu chuẩn. Mẫu biên bản nghiệm thu công tác cốt thép tham khảo Phụ lục D - điều D.5.

7. Hỗn hợp bê tông

7.1 Vật liệu sản xuất bê tông

7.1.1 Yêu cầu chung

7.1.1.1 Vật liệu để sản xuất bê tông phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật theo các tiêu chuẩn hiện hành, và các quy định bổ sung của thiết kế.

7.1.1.2 Vật liệu trong quá trình lưu kho, vận chuyển và sản xuất bê tông cần tránh bị nhiễm bẩn, lẫn các cỡ hạt, lẫn các chủng loại và tác động xấu của thời tiết.

7.1.1.3 Các loại vật liệu không phù hợp tiêu chuẩn hoặc không nêu trong tiêu chuẩn này chỉ được sử dụng để sản xuất bê tông nếu có luận cứ kinh tế - kỹ thuật và được sự chấp thuận của chủ đầu tư.

7.1.2 Xi măng

7.1.2.1 Xi măng phải thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn: Xi măng pooc lăng – TCVN 2682:2020; xi măng pooc lăng hỗn hợp – TCVN 6260:2020; xi măng pooc lăng xỉ lò cao – TCVN 4316:2007; xi măng pooc lăng ít tỏa nhiệt – TCVN 6069:2007; xi măng pooc lăng hỗn hợp ít tỏa nhiệt TCVN 7712:2013; xi măng pooc lăng puzolan – TCVN 4033:1995; xi măng pooc lăng bền sulfat – TCVN 6067:2018.

CHÚ THÍCH: (i) Các loại xi măng dùng cho kết cấu bê tông cốt thép vùng biển lấy theo TCVN 9346:2012; (ii) Xi măng dùng cho kết cấu làm việc trong môi trường ăn mòn khác phải phù hợp TCVN 12251:2020 hoặc theo chỉ dẫn thiết kế..

7.1.2.2 Việc vận chuyển và bảo quản xi măng phải tuân theo TCVN 2682:2020. Không nên sử dụng xi măng nóng (nhiệt độ trên 70°C), xi măng bị vón cục hoặc đã lưu kho trên 60 ngày mà chưa kiểm tra lại mác.

7.1.2.3 Xi măng dùng để chọn thành phần bê tông chính thức phải có chứng chỉ chất lượng của nhà máy sản xuất và được thí nghiệm đầy đủ các chỉ tiêu chất lượng. Xi măng này nên chọn loại có tính chất trung bình, đại diện cho xi măng sẽ dùng để sản xuất bê tông sau này.

TCVN 4453:202x

7.1.2.4 Các lô xi măng nhập về để sản xuất bê tông phải cùng nhà máy sản xuất; cùng loại và cùng mác (theo chứng chỉ) với xi măng đã dùng để chọn thành phần bê tông chính thức. Từ mỗi lô xi măng nhập về lấy một mẫu kiểm tra chất lượng (chỉ tiêu kiểm tra xem Bảng 16).

7.1.3 Cốt liệu bê tông

7.1.3.1 Cốt liệu lớn

a) Cốt liệu lớn bao gồm đá dăm đập từ đá thiên nhiên, sỏi thiên nhiên, sỏi dăm đập từ sỏi thiên nhiên, phải có chất lượng phù hợp yêu cầu của TCVN 7570:2006;

b) Kích thước hạt lớn nhất (D_{max} , mm) của cốt liệu lớn không được vượt quá các giới hạn sau:

- 1/5 kích thước nhỏ nhất giữa các mặt trong của ván khuôn;
- 1/3 chiều dày tấm, bản;
- 3/4 khoảng cách thông thủy giữa các thanh cốt thép liền kề;
- 1/3 đường kính ống bơm, ống vòi voi đổ bê tông.

c) Bãi chứa cốt liệu lớn cần được đồ đồng hoặc phân khoang riêng cho các cỡ hạt bằng vách cứng, đảm bảo thoát nước, không để bị lẫn tạp chất;

d) Cốt liệu lớn dùng để chọn thành phần bê tông chính thức được thí nghiệm theo TCVN 7572:2006 đủ các chỉ tiêu chất lượng. Cốt liệu này nên chọn loại có tính chất trung bình, đại diện cho cốt liệu lớn sẽ dùng để sản xuất bê tông sau này;

e) Các lô cốt liệu lớn nhập về để sản xuất bê tông phải cùng mỏ khai thác, cùng nhóm cỡ hạt và tính chất như cốt liệu lớn đã dùng để chọn thành phần bê tông chính thức. Mỗi lô khối lượng không quá 300 T hoặc 200 m³ cho từng cỡ hạt. Từ mỗi lô lấy một mẫu thí nghiệm kiểm tra chất lượng (chỉ tiêu thử xem Bảng 16).

7.1.3.2 Cốt liệu nhỏ

a) Cát tự nhiên cần có chất lượng phù hợp yêu cầu của TCVN 7570:2006; cát nghiền – TCVN 9205:2012;

b) Cát hỗn hợp tự nhiên – nghiền phải phối hợp từ nguồn cát tự nhiên phù hợp TCVN 7570:2006 và cát nghiền phù hợp TCVN 9295:2012. Sau khi phối hợp, cát hỗn hợp phải đạt các yêu cầu sau:

- Mô đun độ lớn phải lớn hơn 2,0;
- Hàm lượng bùn bụi sét phải không lớn hơn 1,5 % đối với bê tông cấp cường độ trên B30, không lớn hơn 3,0 % đối với bê tông cấp cường độ bằng hoặc thấp hơn B30.

CHÚ THÍCH: Khuyến cáo phối hợp từ 40 % đến 60 % cát tự nhiên loại mịn (mô đun độ lớn từ 1,2 đến 1,9) với phần còn lại cát nghiền loại thô (mô đun độ lớn từ 2,6 đến 3,3).

c) Bãi chứa cát cần đồ đồng hoặc phân khoang riêng cho các loại cát bằng vách cứng, đảm bảo thoát nước, chống gió bay, mưa trôi và không bị lẫn tạp chất;

d) Cát dùng để chọn thành phần bê tông chính thức cần được thử theo TCVN 7572:2006 đủ các chỉ tiêu chất lượng. Cát nên chọn loại có tính chất trung bình, đại diện cho cát sẽ dùng để sản xuất bê tông sau này;

e) Các lô cát nhập về để sản xuất bê tông phải cùng mỏ khai thác, cùng nhóm mô đun độ lớn và tính chất như cát đã dùng để chọn thành phần bê tông chính thức. Mỗi lô khối lượng không quá 500 T hoặc 350 m³ cho mỗi loại mô đun. Từ mỗi lô lấy một mẫu thí nghiệm kiểm tra chất lượng (chỉ tiêu thử xem Bảng 16).

7.1.4 Nước

Nước dùng để trộn và bảo dưỡng bê tông phải đảm bảo yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 4506:2012. Được dùng trực tiếp các nguồn nước sinh hoạt. Không được dùng nước thải của nhà máy, nước bẩn từ hệ thống thoát nước sinh hoạt, nước ao hồ, nước lẫn dầu mỡ, nước biển, nước lợ mà không qua thử nghiệm.

7.1.5 Phụ gia bê tông

7.1.5.1 Phụ gia hóa học phải phù hợp yêu cầu của TCVN 8826:2024 và không chứa ion clo.

7.1.5.2 Phụ gia khoáng tro bay phải phù hợp yêu cầu của TCVN 10302: xỉ hạt lò cao nghiền mịn – TCVN 11586:2016; silicafume, tro trấu nghiền mịn – TCVN 8827:2011.

7.2 Thành phần bê tông

7.2.1 Thành phần bê tông chính thức

7.2.1.1 Thành phần bê tông chính thức phải do phòng thí nghiệm (LAS-XD) lựa chọn. Thành phần bê tông chính thức cần xác định cho từng cấp cường độ (hoặc cấp cường độ kèm chỉ tiêu cơ lý khác) và phải được chủ đầu tư phê duyệt trước khi thi công bê tông. Mẫu biên bản phê duyệt thành phần bê tông chính thức tham khảo Phụ lục E - điều E.1.

7.2.1.2 Vật liệu cho thành phần bê tông chính thức nên chọn loại, nguồn gốc (mỏ khai thác hoặc nhà máy sản xuất), cấp chất lượng như vật liệu sẽ dùng để thi công bê tông sau này, cốt liệu được sấy khô hoặc để khô tự nhiên.

7.2.1.3 Thành phần bê tông chính thức có thể chọn theo các phương pháp khác nhau, nhưng phải đảm bảo các yêu cầu sau:

a) Hỗn hợp bê tông đạt độ sụt chỉ định tại vị trí đổ bê tông (Bảng 11); có độ tách nước, tách vữa trong giới hạn quy định của TCVN 9340:2012 (Phụ lục F); có nhiệt độ sau khi trộn, vận chuyển và tại nơi đổ theo quy định và không quá 35 °C; có sản lượng đủ 1 m³ và các tính chất khác theo quy định của thiết kế (tỷ lệ N/X, hàm lượng xi măng tối thiểu và các yêu cầu khác);

b) Bê tông mẫu đúc kích thước chuẩn, bảo dưỡng trong điều kiện chuẩn theo TCVN 3105:2022 đạt cường độ không nhỏ hơn $R_m = 1,285 \cdot B$ (R_m - giá trị cường độ nén trung bình của bê tông quy đổi từ cấp cường độ chịu nén B, Bảng 12) và các chỉ tiêu cơ lý khác theo quy định thiết kế.

Bảng 11 – Độ sụt của hỗn hợp bê tông tại vị trí đổ

Đơn vị tính là milimet (mm)

Loại kết cấu	Độ sụt	
	Tối đa	Tối thiểu
Móng và tường móng bê tông cốt thép	90 ÷ 100	30 ÷ 40
Móng bê tông, giếng chìm, tường phần ngầm	90 ÷ 100	30 ÷ 40

Bảng 11 (kết thúc)

Đơn vị tính là milimet (mm)

Loại kết cấu	Độ sụt	
	Tối đa	Tối thiểu
Dầm, tường bê tông cốt thép	110 ÷ 120	30 ÷ 40
Cột, trụ	110 ÷ 120	30 ÷ 40
Nền, sàn	90 ÷ 100	30 ÷ 40
Khối lớn	70 ÷ 80	30 ÷ 40
Đổ bê tông bằng bơm	170 ÷ 190	120 ÷ 140
CHÚ THÍCH 1: Bảng 11 áp dụng cho thi công đầm máy, khi thi công đầm tay, độ sụt tăng thêm 20 ÷ 40 mm. Độ sụt hỗn hợp bê tông chọn giá trị tối đa đối với kết cấu dày cốt thép, tối thiểu đối với kết cấu thưa cốt thép. CHÚ THÍCH 2: Tại trạm trộn, hỗn hợp bê tông cần được trộn với độ sụt cao hơn, để sau thời gian vận chuyển (Phụ lục E - điều E.4) hỗn hợp đạt độ sụt tại nơi đổ như Bảng 11.		

Bảng 12 – Giá trị cường độ chịu nén trung bình của bê tông R_m quy đổi từ cấp cường độ chịu nén B (với xác suất đảm bảo B không dưới 0,95, hệ số biến động cường độ $v = 13,5\%$)

B	R_m (MPa)	B	R_m (MPa)	B	R_m (MPa)
B3,5	4,5	B22,5	28,9	B50	64,2
B5	6,4	B25	32,1	B55	70,6
B7,5	9,6	B27,5	35,3	B60	77,1
B10	12,8	B30	38,5	B65	83,5
B12,5	16,0	B35	45,0	B70	89,9
B15	19,3	B40	51,4	B75	96,3
B17,5	25,7	B45	57,8	B80	102,8
CHÚ THÍCH 1: Bảng 12 lập theo Phụ lục A TCVN 5574:2018, theo đó, $R_m = B/(1 - 1,64*v)$ với mức chất lượng bê tông trung bình ($v = 0,135$); CHÚ THÍCH 2: Khi lựa chọn thành phần bê tông chính thức, có thể lấy hệ số an toàn cường độ k (cho R_m) theo TCVN 9382:2012 như sau: $k = 1,1$ khi cân tự động và nguồn cung cấp vật liệu ổn định. $k = 1,15$ khi cân đóng thủ công và nguồn cung cấp vật liệu kém ổn định.					

7.2.2 Thành phần bê tông hiện trường.

7.2.2.1 Thành phần bê tông hiện trường là thành phần bê tông chính thức được hiệu chỉnh theo vật liệu thực tế. Các lô vật liệu nhập về để trộn bê tông (theo chứng chỉ chất lượng của nhà sản xuất và thí nghiệm kiểm tra chất lượng Bảng 16) phải có tính chất trong phạm vi sau:

- Xi măng cùng loại (PC, PCB ...), cùng nhà máy sản xuất, cùng mác (40, 50 hoặc 30), có cường độ không chênh quá 5% so với xi măng của thành phần bê tông chính thức;
- Cát cùng loại (cát sông, cát nghiền hoặc cát hỗn hợp), cùng mỏ khai thác, có mô đun độ lớn chênh không quá 0,2 so với cát đã dùng ở thành phần bê tông chính thức;
- Cốt liệu lớn cùng loại (granit, đá vôi, bazan hoặc sỏi), cùng mỏ khai thác, cùng tỷ lệ các cỡ hạt (0,5x1, 1x2, 2x4 hoặc phối hợp);

d) Phụ gia khoáng, phụ gia hóa học cùng tên gọi, hãng sản xuất và hiệu quả tác dụng.

7.2.2.2 Thành phần bê tông hiện trường phải do phòng thí nghiệm hoặc đơn vị sản xuất bê tông hiệu chỉnh, ghi trong hồ sơ trạm trộn và được đính kèm biên bản giao nhận hỗn hợp bê tông trộn sẵn.

7.2.2.3 Việc hiệu chỉnh thành phần bê tông hiện trường tham khảo Phụ lục E - điều E.2.

7.3 Trộn hỗn hợp bê tông

7.3.1 Thiết bị trạm trộn

7.3.1.1 Hỗn hợp bê tông dẻo các mác từ D1 đến D4 (độ sụt 10 mm trở lên theo TCVN 9340:2012) có thể trộn bằng máy trộn cưỡng bức hoặc máy trộn rơi tự do. Hỗn hợp vật liệu khô cần trộn trước tại trạm trộn bằng máy trộn cưỡng bức, trộn nước trong xe trộn từ 30 phút đến 40 phút trước khi đổ vào ván khuôn.

7.3.1.2 Băng chuyền, bồn chứa, gian máy trộn cần có mái che. Kho chứa cốt liệu nên được che nắng. Si lô, vít tải nên được sơn màu sáng để hạn chế bức xạ mặt trời làm tăng nhiệt độ hỗn hợp bê tông.

7.3.1.3 Ngoài hệ thống cấp nước thường, trạm trộn nên được trang bị thêm hệ thống cấp nước lạnh (chiller làm lạnh nước từ 2 °C đến 3 °C) để điều chỉnh nhiệt độ hỗn hợp bê tông vào thời tiết nóng. Các bình chứa, đường ống nước lạnh cần được bảo ôn.

7.3.1.4 Trạm trộn cần trang bị hệ thống thiết bị cân tự động cho xi măng, phụ gia khoáng, cát, đá (sỏi), nước và các chất phụ gia lỏng. Sai số cân không vượt quá các trị số ghi trong Bảng 13.

Bảng 13 – Sai lệch cho phép khi cân đong các thành phần của bê tông

Đơn vị tính là phần trăm (%)

Thứ tự	Loại vật liệu	Sai số cho phép, % khối lượng
1	Xi măng, nước trộn, phụ gia dạng bột, phụ gia lỏng	1
2	Cát, đá dăm, hoặc sỏi	3

CHÚ THÍCH 1: Lượng nước cho vào bê tông phải kể cả lượng nước trong phụ gia và lượng nước trong cốt liệu ẩm.
CHÚ THÍCH 2: Thiết bị cân đong phải được kiểm tra định kỳ theo quy định, kiểm tra đột xuất khi thấy có nghi vấn.

7.3.2 Thời gian trộn

7.3.2.1 Thời gian trộn hỗn hợp bê tông, tính từ lúc nạp liệu xong tới khi xả trộn, được xác định theo đặc trưng kỹ thuật của máy trộn hoặc tham khảo Bảng 14.

Bảng 14 – Thời gian trộn 1 mẻ hỗn hợp bê tông trong máy trộn

Đơn vị tính bằng giây

Sức chứa máy trộn khi nạp liệu, lít	Máy trộn tự do hỗn hợp dẻo mác dễ đổ			Máy trộn cưỡng bức, hỗn hợp tỷ lệ N/X		
	D1 (1 – 4 cm)	D2 (5 – 9 cm)	D3 – D4 (10 – 20 cm)	Nhỏ hơn 0,3	0,3 - 0,4	Lớn hơn 0,4
Dưới 750	90	75	60	80	60	50
750 – 1 500	120	105	90	100	70	50
Trên 1 500	150	135	120	120	80	50

7.3.2.2 Khi khối lượng bê tông ít, có thể cân đong vật liệu thủ công và trộn bằng máy trộn dung tích nhỏ (từ 100 l đến 250 l) hoặc trộn tay. Hỗn hợp bê tông sau khi trộn phải đồng màu.

7.3.2.3 Để tránh hỗn hợp bám dính vào thùng trộn, cứ sau 2 giờ làm việc nên đổ vào thùng trộn toàn bộ cốt liệu lớn và nước của một mẻ trộn và quay máy trộn khoảng 5 phút, sau đó nạp các vật liệu khác và trộn tiếp theo thời gian đã quy định.

7.3.3 Nhiệt độ hỗn hợp bê tông trong quá trình trộn, vận chuyển và đổ không được quá 35 °C. Việc điều chỉnh nhiệt độ hỗn hợp bê tông tham khảo Phụ lục E - điều E.3.

7.4 Vận chuyển hỗn hợp bê tông

7.4.1 Công tác vận chuyển hỗn hợp bê tông từ nơi trộn đến nơi đổ cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- Sử dụng phương tiện vận chuyển hợp lý, tránh hỗn hợp bê tông bị phân tầng, bị chảy nước xi măng, bị dính nước mưa hoặc bị mất nước do gió và nắng;
- Bố trí cơ sở thiết bị, nhân lực, phương tiện vận chuyển phù hợp khối lượng, tốc độ trộn, đổ và đầm bê tông;
- Thời gian cho phép vận chuyển (kể cả lưu giữ) hỗn hợp bê tông không có phụ gia tham khảo Bảng 15. Khi dùng phụ gia, thời gian này được xác định bằng thí nghiệm (tham khảo Phụ lục E - điều E.4) khi chọn thành phần bê tông chính thức;

Bảng 15 – Thời gian vận chuyển hỗn hợp bê tông không có phụ gia

Đơn vị tính là phút (min)

Nhiệt độ hỗn hợp bê tông, °C	Lớn hơn 30	20 – 30	10 – 20	5 – 10
Thời gian vận chuyển	30	45	60	90

d) Thùng chứa hỗn hợp bê tông cần được vệ sinh và rửa sạch sau mỗi ca sản xuất và trước các đợt dừng vận chuyển dài hơn 1 h.

7.4.2 Khi dùng xe bơm hoặc máy bơm, cần chọn thành phần bê tông thích hợp để hỗn hợp không bị tắc nghẽn hoặc phân tầng trên đường ống; cần vận chuyển hỗn hợp từ trạm trộn tới công trường bằng xe trộn và bơm vừa độ sụt cao đầu tiên để bôi trơn đường ống và duy trì chế độ bơm liên tục, nếu đứt quãng thì dừng không quá 20 min.

7.4.3 Khi vận chuyển bằng ô tô ben tự đổ thì hỗn hợp bê tông phải có độ sụt không quá 40 mm và chiều dày lớp bê tông trong thùng xe không nhỏ hơn 40 cm.

7.4.4 Khi vận chuyển bằng thùng chứa thì hỗn hợp bê tông không được đổ quá 90 % dung tích thùng.

7.4.5 Khi vận chuyển bằng băng tải thì cần dùng băng tải cao su hình máng; góc nghiêng không quá 18 độ khi nâng và 12 độ khi hạ đối với hỗn hợp độ sụt tới 40 mm; không quá 15 độ khi nâng và 10 độ khi hạ đối với hỗn hợp độ sụt tới 80 mm; vận chuyển với tốc độ không quá 2,5 m/s; đổ hỗn hợp bê tông qua ống phễu thẳng đứng từ băng tải này sang băng tải khác hoặc từ băng tải vào khuôn.

7.4.6 Vận chuyển hỗn hợp bê tông bằng thủ công chỉ áp dụng với cự ly không xa quá 200 m. Hỗn hợp bê tông bị phân tầng trong quá trình vận chuyển cần trộn lại trước khi đổ vào ván khuôn.

7.5 Kiểm tra và nghiệm thu chất lượng hỗn hợp bê tông trộn sẵn

7.5.1 Kiểm tra

a) Tại trạm trộn, căn cứ vật liệu và thành phần bê tông chính thức được duyệt, hỗn hợp bê tông trộn sẵn cần được kiểm tra theo Bảng 16, ghi vào hồ sơ (nhật ký) sản xuất hỗn hợp bê tông.

Bảng 16 – Các yêu cầu kiểm tra chất lượng hỗn hợp bê tông trộn sẵn

Nội dung kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Kết quả kiểm tra	Tần số kiểm tra
1) Vật liệu nhập về để chế tạo bê tông so với vật liệu thành phần bê tông (TPBT) chính thức			
Xi măng	Chứng chỉ chất lượng của nhà máy sản xuất xi măng	Phù hợp loại, cường độ (mác) xi măng TPBT chính thức	Mỗi lô xi măng nhập về
	Độ mịn, thời gian đông kết, ổn định thể tích, cường độ*	Tương đương xi măng TPBT chính thức	Mỗi lô xi măng nhập về
Cốt liệu lớn	Khối lượng thể tích xốp, thành phần hạt, thoi dẹt, bùn bụi sét	Tương đương cốt liệu lớn TPBT chính thức	300 T hoặc 200 m ³ mỗi cỡ hạt
Cốt liệu nhỏ	KLTT xốp, thành phần hạt, mô đun độ lớn, bùn bụi, sét cục	Tương đương cát ở TPBT chính thức	600 T hoặc 350 m ³ mỗi loại (cỡ, mô)
Phụ gia hóa học	Chứng chỉ chất lượng nhà sản xuất, kiểm tra qua BT **	Tương đương hiệu quả phụ gia hóa học TPBT chính thức	Mỗi lô nhập về
Phụ gia khoáng	Chứng chỉ chất lượng của nhà sản xuất	Tương đương hiệu quả phụ gia khoáng TPBT chính thức	Mỗi lô nhập về
2) Thành phần bê tông (TPBT) hiện trường			
Cốt liệu	Thí nghiệm độ ẩm	Độ ẩm cát, đá thực tế	Mỗi ca, sau mưa
TPBT hiện trường	Hiệu chỉnh theo vật liệu thực tế (Phụ lục E - điều E.2)	N/X và độ sụt không đổi, phù hợp TPBT chính thức	Mẻ trộn đầu, khi độ ẩm cốt liệu thay đổi
3) Tính chất hỗn hợp bê tông sau khi trộn			
Độ sụt	TCVN 3106, không muợn hơn 15 min sau khi xả trộn	Phù hợp độ sụt quy định sau khi trộn	Mẻ đầu và sau mỗi 10 mẻ trộn
Nhiệt độ	Nhiệt kế, cắm sâu từ 5 cm đến 10 cm	Phù hợp nhiệt độ yêu cầu	Mẻ đầu, sau 10 mẻ
CHÚ THÍCH: * Cường độ xi măng lô nhập mới nên được kiểm tra qua TPBT chính thức bằng cách so sánh cường độ bê tông tuổi 1 ngày với 2 lô xi măng (lô mới và lô nhập trước đã cho bê tông đạt cấp cường độ); ** Phụ gia hóa học lô nhập mới nên được kiểm tra hiệu quả tác dụng qua TPBT chính thức để bằng cách so sánh độ sụt và thời gian cho phép vận chuyển hỗn hợp bê tông với 2 lô phụ gia (lô mới và lô nhập trước đã cho hỗn hợp đạt độ sụt và thời gian vận chuyển).			

b) Tại nơi đổ, trước khi đổ vào ván khuôn, hỗn hợp bê tông trộn sẵn cần được kiểm tra sự phù hợp về khối lượng và tính chất, lập thành biên bản giao nhận hỗn hợp bê tông trộn sẵn theo Phụ lục E - điều E.3.

7.5.2 Hỗn hợp bê tông trộn sẵn được nghiệm thu khi có đủ các hồ sơ sau:

- a) Hồ sơ chất lượng vật liệu, thành phần và tính chất bê tông trộn sẵn theo Bảng 16;
- b) Biên bản giao nhận hỗn hợp bê tông trước khi đổ vào ván khuôn theo Phụ lục E - điều E.3;
- c) Biên bản lấy và đúc mẫu các tổ mẫu bê tông phù hợp quy định 8.7.1;
- d) Kết quả thí nghiệm cường độ nén và các tính chất khác của bê tông đạt quy định thiết kế.

8. Công tác thi công bê tông

8.1 Đổ bê tông

8.1.1 Trước khi đổ, bề mặt bê tông lót hoặc bê tông đổ trước, bao gồm cả các mối nối thi công, phải được làm sạch rác, bụi bẩn, dầu mỡ, lớp màng xi măng và phun ướt (nhưng không đọng nước).

8.1.2 Việc đổ bê tông phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- a) Không làm sai lệch vị trí cốt thép, vị trí ván khuôn và chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép;
- b) Không dùng đầm dùi để dịch chuyển ngang bê tông trong ván khuôn;
- c) Không cho thêm vật liệu, nước vào hỗn hợp bê tông khi vận chuyển và tại nơi đổ;
- d) Đổ bê tông mới trước khi lớp bê tông trước đông kết để đảm bảo tính toàn khối;
- đ) Đổ bê tông liên tục cho tới khi xong kết cấu hoặc phần kết cấu theo biện pháp thi công đã duyệt.

8.1.3 Chiều cao đổ

8.1.3.1 Để tránh bị phân tầng, chiều cao rơi tự do của hỗn hợp bê tông khi đổ không được vượt quá các giá trị ghi ở Bảng 17.

Bảng 17 – Chiều cao rơi tự do của hỗn hợp bê tông khi đổ vào ván khuôn

Đơn vị tính là mét

Kết cấu	Chiều cao cho phép
1) Cột	3,5
2) Sàn	1,0
3) Tường	4,5
4) Kết cấu không có cốt thép	6,0
5) Kết cấu dưới đất thừa cốt thép trong đất khô và chặt	4,5
6) Kết cấu dày cốt thép	3,0
7) Kết cấu thi công bằng bê tông tự lèn	1,0

8.1.3.2 Khi đổ bê tông từ độ cao lớn hơn giá trị Bảng 17 thì cần sử dụng ống vòi vôi vôi hoặc máng nghiêng:

- a) Khi dùng ống vòi vôi vôi mà chiều cao đổ trên 10 m thì phải có thêm thiết bị chấn động. Ống vòi vôi được phép đặt nghiêng so với phương thẳng đứng không quá 0,25 m trên 1m chiều cao nhưng đoạn ống dưới cùng phải thẳng đứng;
- b) Khi dùng máng nghiêng thì máng phải kín và nhẵn. Chiều rộng máng không được nhỏ hơn từ 3 đến 3,5 lần đường kính hạt cốt liệu lớn nhất. Độ dốc máng phải đảm bảo để hỗn hợp bê tông không bị tắc,

cũng không bị trượt quá nhanh gây phân tầng. Cuối máng cần đặt phễu để hướng hỗn hợp bê tông rơi thẳng đứng vào vị trí đổ. Lòng máng cần thường xuyên vệ sinh sạch sẽ xi măng.

8.1.4 Trong quá trình đổ bê tông phải giám sát chặt chẽ các việc sau:

- a) Tình trạng ván khuôn đà giáo và cốt thép để xử lý kịp thời các dịch chuyển hoặc sự cố xảy ra;
- b) Mức đổ đầy hỗn hợp bê tông vào ván khuôn phải phù hợp với quy định của biện pháp thi công;
- c) Che chắn, không để nước mưa rơi vào hỗn hợp bê tông khi mưa;
- d) Đảm bảo đủ ánh sáng ở nơi trộn, trên đường vận chuyển và nơi đổ khi đổ bê tông vào ban đêm hoặc khi có sương mù;
- đ) Chỉ đầm thủ công ở những vị trí mà cấu tạo cốt thép và ván khuôn không cho phép đầm máy.

8.1.5 Chiều dày mỗi lớp bê tông đổ phải không được vượt quá các trị số ghi trong Bảng 18.

Bảng 18 – Chiều dày cho phép mỗi lớp bê tông đổ

Đơn vị tính là xăng ti mét

Phương pháp đầm hỗn hợp bê tông	Chiều dày cho phép mỗi lớp đổ
1) Bằng các đầm rung treo thẳng đứng	Từ 5 cm đến 10 cm ít hơn phần công tác của đầm
2) Bằng các đầm rung treo xiên (góc dưới 30°) so với trục đứng	Không lớn hơn đoạn chiếu đứng phần công tác của đầm
3) Bằng đầm dùi cầm tay	1,25 phần công tác của đầm
4) Bằng đầm bàn đối với kết cấu:	—
a) Không cốt thép	25 cm
b) Với cốt thép đơn	15 cm
c) Với cốt thép kép	12 cm

8.1.6 Bê tông kết cấu chiều dày lớn có thể đổ thành nhiều lớp, căn cứ lớp đổ Bảng 18, như sau:

- a) Đổ liên tục từng lớp nằm ngang chiều dày đều nhau, theo một phương nhất định ở tất cả các lớp;
- b) Đổ theo bậc thang (cùng lúc đổ hai, ba lớp) theo phương án được duyệt trong biện pháp thi công;
- c) Trong trường hợp phải dừng đổ bê tông thì thời gian tạm dừng không được vượt quá giá trị Bảng 19;

Bảng 19 – Thời gian tạm dừng cho phép khi đổ bê tông

Đơn vị tính bằng phút

Nhiệt độ lớp bê tông mới đổ, °C	Xi măng pooc lăng, pooc lăng ít tỏa nhiệt, pooc lăng bền sunfat	Xi măng pooc lăng hỗn hợp, pooc lăng xỉ, pooc lăng puzzolan
Lớn hơn 30	60	90
20 – 30	90	120
10 – 20	135	180

CHÚ THÍCH: Thời gian Bảng 19 tính từ lúc trộn xong đối với bê tông không phụ gia. Khi dùng phụ gia, được cộng thêm thời gian kéo dài đông kết do phụ gia. Có thể nhận biết bằng ấn ngón tay lên mặt bê tông thấy còn mềm (tức còn đầm được).

d) Khi phải dừng lâu hơn thì chủ động cấu tạo thành mạch ngừng thi công. Khi đó phải chờ đến khi bê tông đạt cường độ tối thiểu 1,5 MPa, xử lý bề mặt như 8.4.2 rồi mới được đổ bê tông tiếp.

8.1.7 Bê tông móng, đặc biệt móng chịu tải trọng động, nên đổ liên tục một đợt cả khối móng.

8.1.8 Bê tông cột, tường nên đổ như sau:

- Đổ liên tục toàn bộ (hoặc đoạn) cột có chiều cao không quá 5 m, toàn bộ (hoặc đoạn) tường có chiều cao không quá 4 m. Đối với các cột cao trên 5 m hoặc tường cao trên 4 m, có thể đổ bê tông không mạch ngừng, nhưng phải bố trí thời gian chờ cho bê tông đoạn đổ trước co ngót bớt. Thời gian chờ khoảng từ 1 giờ đến 2 giờ (quan sát thấy mặt bê tông lắng xuống nhưng hỗn hợp vẫn còn mềm);
- Đổ từng đoạn không quá 2 m đối với cột có kích thước cạnh nhỏ hơn 40 cm, cột tiết diện bất kỳ nhưng có đai cốt thép chồng chéo hoặc tường có chiều dày nhỏ hơn 15 cm.

8.1.9 Bê tông khung có thể đổ liên tục. Đổ xong cột, chờ cho bê tông co ngót bớt khoảng từ 1 giờ đến 2 giờ thì đổ dầm. Chỉ khi cần thiết mới cấu tạo mạch ngừng thi công theo quy định tại điều 8.4.

8.1.10 Bê tông dầm, bản (sàn) nên đổ như sau:

- Khi có yêu cầu toàn khối cả dầm, bản với cột hay tường thì trước hết đổ xong cột hay tường, sau đó dừng lại khoảng từ 1 giờ đến 2 giờ để bê tông co ngót bớt rồi mới đổ tiếp dầm và bản;
- Trường hợp không cần toàn khối dầm, bản với cột hay tường thì để mạch ngừng thi công ở cột và tường cách mặt dưới của dầm và bản từ 2 cm đến 3 cm;
- Đối với dầm và bản, nên đổ bê tông đồng thời. Chỉ xem xét đổ riêng từng phần đối với dầm kích thước lớn (chiều cao trên 80 cm) nhưng phải bố trí mạch ngừng thi công theo quy định tại điều 8.4.

8.1.11 Bê tông vòm nên đổ như sau:

- Đổ đồng đều từ hai bên chân vòm lên đỉnh, không đổ bên thấp bên cao;
- Khi vòm có khẩu độ dưới 10 m thì nên đổ bê tông liên tục từ chân đến đỉnh vòm;
- Khi vòm có khẩu độ lớn hơn 10 m thì cứ từ 2 m đến 3 m có thể để một đoạn cách quãng rộng từ 0,6 m đến 0,8 m vuông góc với trục cong của vòm. Các đoạn cách quãng này được chèn đầy bằng bê tông không co sau khi bê tông đổ trước đã co ngót.

8.1.12 Bê tông tường hầm (trên tường có bản hoặc vòm) nên đổ như sau:

- Đổ từng lớp bê tông tường lên đều tới hết độ cao (nếu trên là bản) hoặc cách chân vòm 4°C thì dừng lại 1 – 2 giờ để bê tông có thời gian co ngót bớt, sau đó mới thi công bản hoặc vòm;
- Phần bê tông tiếp giáp giữa tường và chân vòm cần được xử lý theo quy định của thiết kế (đảm bảo dính bám và không bị khuyết tật).

8.1.13 Bê tông mặt đường hoặc sân bãi nên đổ thành các dải rộng từ 3 m đến 4 m theo cách đổ một bờ một. Dùng thanh đầm trượt theo ván khuôn dải đổ để đầm và làm phẳng mặt bê tông. Khi bê tông hai dải liền kề rắn chắc (đã co ngót) thì đổ nốt các dải bê tông giữa chúng, đầm và làm phẳng mặt bê tông bằng thanh đầm trượt theo mặt hai dải liền kề đã đổ. Ngoài ra, bê tông mặt đường, sân bãi cũng có thể đổ, đầm theo phương pháp thông thường, sau đó cắt các khe co giãn theo 8.4.4.

8.2 Đầm bê tông

8.2.1 Việc đầm bê tông phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- a) Có thể dùng các loại đầm khác nhau, nhưng sau khi đầm bê tông phải đặc chắc, không bị rỗ;
- b) Thời gian đầm tại mỗi vị trí phải vừa đủ để bê tông được đầm chặt nhưng không bị phân tầng. Dấu hiệu nhận biết bê tông đã được đầm chặt là hỗn hợp bê tông ngừng lún, hồ xi măng nổi láng bóng bề mặt và bọt khí không còn thoát ra. Thời gian đầm phù hợp đối với đầm mặt từ 20 giây đến 60 giây, đối với đầm dùi từ 20 giây đến 40 giây;
- c) Khi đầm hỗn hợp bê tông bằng đầm dùi, không được truyền rung động trực tiếp lên khung cốt thép, chi tiết đặt sẵn, thanh giằng hoặc các bộ phận của ván khuôn;
- d) Khi sử dụng đầm dùi, bước di chuyển của đầm không được vượt quá 1,5 bán kính tác dụng của đầm (thường từ 15 cm đến 60 cm tùy thuộc loại đầm) và đầm phải cắm sâu vào lớp bê tông đã đổ trước từ 5 tới 10 cm. Sơ đồ di chuyển đầm dùi tham khảo tại Phụ lục G - điều G.1.

8.2.2 Đầm lại, xoa lại

- a) Đối với các kết cấu có diện tích bề mặt lớn như sàn, mái, sân bãi, mặt đường, có thể dùng đầm bàn đầm lại hoặc dùng máy xoa mặt lại để tăng cường độ và xóa các vết nứt bê tông do co mềm;
- b) Thời điểm thích hợp để đầm lại hoặc xoa mặt lại (sau lần làm phẳng đầu) là từ 2 giờ đến 3 giờ vào thời tiết nóng trên 30 °C và từ 3 giờ đến 4 giờ vào thời tiết mát (nhận biết bằng ấn ngón tay lên mặt bê tông thấy còn mềm). Có thể rắc lớp mỏng từ 1 cm đến 2 cm hỗn hợp xi măng cát khô (tỷ lệ như bê tông kết cấu) rồi đầm hoặc xoa mặt lại.

8.3 Bảo dưỡng bê tông

8.3.1 Ngay sau khi tạo hình và làm phẳng mặt, bê tông cần được bảo dưỡng ở điều kiện độ ẩm và nhiệt độ thuận lợi cho việc phát triển cường độ, hình thành cấu trúc đặc chắc và tránh các tác động bất lợi.

8.3.2 Thời gian bảo dưỡng ẩm thực hiện theo chỉ dẫn kỹ thuật. Khi không có chỉ dẫn thì thời gian bảo dưỡng tối thiểu không nên ít hơn 7 ngày đêm đối với kết cấu thông thường, không nên ít hơn 14 ngày đối với kết cấu chịu uốn, kết cấu có yêu cầu chống thấm nước hoặc làm việc trong môi trường ăn mòn. Thời gian bảo dưỡng ẩm có thể rút ngắn hơn đối với các kết cấu ngoài trời trong điều kiện thời tiết thuận lợi (Phụ lục G - điều G.2).

8.3.3 Trong thời kỳ bảo dưỡng ẩm cần tuân thủ quy trình sau:

- a) Bảo dưỡng ban đầu: Sau khi hoàn thiện, mặt bê tông mới đổ cần được che đậy ngay (bằng bạt, nilon hoặc vật liệu khác) để bê tông không bị mất nước dưới tác động của nắng, gió, nhiệt độ, độ ẩm không khí và tránh mưa. Việc này thực hiện tới khi bê tông đạt cường độ 0,5 MPa (khoảng 3 giờ đến 4 giờ sau khi đổ ở nhiệt độ trên 30 °C, từ 4 giờ đến 6 giờ ở nhiệt độ thấp hơn 30 °C hoặc thử té nước lên mặt mà nước không bị vắn đục);

b) Bảo dưỡng tiếp theo: Sau thời gian che đậy, mặt bê tông (gồm mặt hồ và các mặt đã tháo ván khuôn) cần được tưới ướt liên tục hoặc phun màng giữ ẩm cho tới khi kết thúc thời gian bảo dưỡng ẩm;

c) Bê tông cần được bảo vệ khỏi va đập, rung động và các tác động cơ học gây hư hại khác. Chỉ được di chuyển người, lắp dựng ván khuôn cho kết cấu phía trên sau khi bê tông đã đạt cường độ tối thiểu 2,5 MPa (khoảng 20 h sau khi đổ ở nhiệt độ trên 20 °C và 24 h ở nhiệt độ thấp hơn 20 °C).

8.3.4 Màng giữ ẩm nên áp dụng cho các kết cấu đứng (cột, tường, dầm cao) và tại các bề mặt không có liên kết toàn khối với kết cấu khác sau này. Việc dùng màng giữ ẩm thực hiện theo chỉ dẫn của nhà sản xuất.

8.3.5 Việc tưới nước nên áp dụng cho các kết cấu nằm ngang (mặt sàn, đường, sân bãi). Nước phun lên mặt bê tông hoặc lên vật liệu thấm nước để vừa giữ nước vừa che mặt bê tông khỏi nắng, gió. Tần suất tưới phải đảm bảo để mặt bê tông luôn ẩm ướt, không có vết khô trắng.

8.3.6 Bê tông tiếp xúc với nước ngầm cần được tránh tác động của nước trong quá trình đổ tới khi bê tông đạt 50% cấp cường độ thiết kế (khoảng 3 ngày).

8.3.7 Đối với kết cấu bê tông khối lớn, công tác bảo dưỡng bê tông (bao gồm bảo dưỡng ẩm, cách nhiệt, kiểm soát nhiệt độ, chênh lệch nhiệt độ khối đổ và tháo dỡ các lớp cách nhiệt) cần thực hiện theo TCVN 14334:2025.

8.4 Mạch ngừng thi công và khe co giãn

8.4.1 Mạch ngừng thi công phải đảm bảo các yêu cầu sau:

a) Phải đặt ở vị trí lực cắt và mômen uốn nhỏ, đồng thời phải vuông góc với phương truyền lực nén vào kết cấu (cụ thể vuông góc với trục của cột, dầm hoặc bề mặt của tấm và tường);

b) Mạch ngừng thi công nằm ngang nên đặt ở vị trí cao độ đỉnh ván khuôn;

c) Mạch ngừng thi công theo chiều đứng hoặc nghiêng nên cấu tạo bằng lớp lưới thép mắt lưới từ 5 mm đến 10 mm kết hợp khuôn chắn. Khuôn chắn phải có khe hở cho các thanh cốt thép kết cấu xuyên qua.

8.4.2 Bố trí mạch ngừng thi công các kết cấu thông dụng tham khảo Phụ lục G - điều G.3.

8.4.3 Xử lý mạch ngừng thi công:

a) Khi cường độ của lớp mặt bê tông đổ trước chưa đủ cứng chắc (chưa đạt 1,5 MPa hoặc đi lại thấy còn vết lún) thì trên lớp mặt không được làm các bước thi công tiếp theo;

b) Khi mặt bê tông đi lại được thì dùng vòi phun nước áp lực hoặc bàn chải sắt tẩy sạch màng xi măng (để lộ vữa hoặc cốt liệu lớn), vệ sinh bùn chát, thấm khô nền và làm sạch vữa khỏi các thanh cốt thép;

c) Rải lớp vữa xi măng cát thô (tỷ lệ như thành phần bê tông kết cấu) dày từ 2 cm đến 3 cm hoặc đổ trực tiếp bê tông mới lên bề mặt vừa xử lý, vỗ và đầm kỹ mặt tiếp xúc để bê tông mới bám dính vào bê tông cũ.

8.4.4 Khe co giãn

8.4.4.1 Tại các kết cấu nằm ngang (lớp nền, lớp đệm, lớp mặt đường, sân bãi v.v.) nên cắt khe co giãn để ngăn ngừa việc nứt bê tông tự phát. Khe co giãn được cắt theo chỉ định của thiết kế. Khi không có chỉ định này thì thực hiện như sau:

- a) Thời điểm cắt cần đảm bảo để bê tông không bị mẻ cạnh (thường từ 8 h đến 12 h sau khi kết thúc đổ bê tông hoặc bằng cắt thử);
- b) Độ sâu của khe co giãn nên lấy $0,25 \div 0,33$ độ dày của kết cấu;
- c) Khoảng cách giữa các khe co giãn nên lấy bằng $(24 \div 36)$ lần độ dày kết cấu;
- d) Các ô cắt nên có dạng hình vuông, tránh cắt khe co giãn giao nhau chữ T hoặc tam giác có góc nhọn.

8.4.4.2 Tại các kết cấu đứng (tường, vách) chiều dài lớn, thay vì cắt khe, có thể đặt các bẫy co để thu nứt. Bẫy co đặt cách nhau từ 3 m đến 4 m, tạo bằng thanh tiết diện chữ nhật hoặc tam giác, đáy tỳ vào ván khuôn, đỉnh chạm cốt đai hoặc cốt cấu tạo. Các vết nứt tại bẫy co được xử lý kín bằng vật liệu đàn hồi để chống thấm.

8.5 Thi công bê tông trong thời tiết nóng và mùa mưa

8.5.1 Thi công bê tông trong thời tiết nóng

8.5.1.1 Thời tiết được coi là nóng khi nhiệt độ môi trường cao hơn 30 °C. Khi thi công trong thời tiết nóng, nhiệt độ hỗn hợp bê tông từ máy trộn nên khống chế không lớn hơn 30 °C và khi đổ không lớn hơn 35 °C.

8.5.1.2 Nhiệt độ hỗn hợp bê tông khi trộn, vận chuyển, đổ và đầm có thể điều chỉnh bằng một hoặc một số biện pháp sau:

- a) Che nắng cát đá, dây chuyền trộn và nơi đổ bê tông; sơn màu sáng các thiết bị;
- b) Tưới nước hoặc làm mát cốt liệu lớn trước khi trộn;
- c) Dùng nước mát (nước máy lạnh hoặc thêm đá băng) để trộn hỗn hợp bê tông;
- d) Hạn chế dùng xi măng nóng (nhiệt độ trên 70 °C);
- e) Dùng phụ gia chậm đông kết hoặc giảm nước chậm đông kết;
- f) Làm mát ván khuôn, cốt thép và nền bằng phun nước (không để đọng nước);
- g) Đổ bê tông vào ban đêm hoặc sáng sớm. Hạn chế thi công bê tông khi nhiệt độ môi trường trên 35°C.

Việc điều chỉnh nhiệt độ hỗn hợp bê tông khi thi công tham khảo Phụ lục E - điều E.3.

8.5.1.3 Trong giai đoạn bảo dưỡng ban đầu, khi hỗn hợp bê tông (ấn thử ngón tay) còn mềm mà mặt bê tông bị nứt (do co mềm) thì có thể đầm hoặc xoa vỗ lại lớp mặt (như 8.2.3) để xóa các vết nứt.

8.5.1.4 Trong giai đoạn bảo dưỡng tiếp theo, nên dùng bao tải phun ướt phủ mặt bê tông nằm ngang, dùng chất tạo màng phun lên bề mặt đứng để giữ ẩm.

8.5.2 Thi công bê tông trong mùa mưa

8.5.2.1 Thi công bê tông trong mùa mưa hoặc thời tiết có mưa cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- a) Có biện pháp thích hợp tiêu thoát nước cho bãi cát, đá;
- b) Thí nghiệm xác định độ ẩm của cốt liệu để kịp thời điều chỉnh lượng nước trộn, đảm bảo giữ nguyên tỷ lệ nước/xi măng theo đúng thành phần đã chọn;
- c) Có mái che trên khối đổ khi dự kiến có mưa;

d) Có hồ thu và máy bơm nước tại hố đào thi công công trình ngầm. Hồ thu nước phải sâu hơn bê tông sẽ đổ và có lưới chắn để bùn đất không làm tắc ống và máy bơm. Bê tông mới đổ cần được giữ không bị ngập nước tới khi đạt 50 % cường độ (khoảng 3 ngày).

8.5.2.2 Khi bị dính nước mưa, phần hỗn hợp bê tông (dày từ 30 mm đến 50 mm từ bề mặt bị dính nước) cần được loại bỏ rồi mới được đổ bê tông tiếp.

8.6 Thi công bê tông bằng phương pháp đặc biệt

8.6.1 Khi không thể sử dụng (hoặc không hiệu quả khi sử dụng) phương pháp đổ và đầm bê tông truyền thống như Điều 8.1 – 8.2 của tiêu chuẩn này thì có thể thi công bê tông bằng phương pháp khác (gọi là phương pháp đặc biệt). Biện pháp thi công được lập căn cứ điều kiện địa chất công trình, điều kiện thi công cụ thể, quy định của thiết kế và phải được phê duyệt trước khi thực hiện.

8.6.2 Một số phương pháp đặc biệt để thi công bê tông như đổ bê tông tự lèn, bê tông cốt sợi, bê tông chống thấm mái, bê tông khối lớn, bê tông ván khuôn trượt; đổ bê tông dưới nước và bê tông phun tham khảo Phụ lục G - điều G.4.

8.7 Kiểm tra và nghiệm thu khối đổ

8.7.1 Kiểm tra khối đổ

8.7.1.1 Kiểm tra khối đổ được tiến hành tại hiện trường trên cơ sở đánh giá sự phù hợp của các công tác ván khuôn, cốt thép, chuẩn bị hỗn hợp bê tông trộn sẵn, thi công bê tông; thí nghiệm cường độ nén và các tính chất cơ lý khác của bê tông so với quy định của thiết kế và tiêu chuẩn áp dụng. Yêu cầu kiểm tra khối đổ trên Bảng 20.

Bảng 20 – Yêu cầu kiểm tra khối đổ

Nội dung kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Kết quả kiểm tra	Tần suất kiểm tra
1) Công tác ván khuôn	Đối chiếu Bảng 1	Biên bản nghiệm thu ván khuôn (Phụ lục A – điều A.2)	Trước khi đổ bê tông
2) Công tác cốt thép	Đối chiếu Bảng 9	Biên bản nghiệm thu cốt thép (Phụ lục D - điều D.5)	Trước khi đổ bê tông
3) Hỗn hợp bê tông trộn sẵn	Sự phù hợp độ sụt và nhiệt độ hỗn hợp tại nơi đổ	Biên bản giao nhận hỗn hợp bê tông (Phụ lục E - điều E.5)	Khi đổ bê tông
4) Công tác thi công bê tông	Đối chiếu 8.1 – 8.5 và 5.6	Đổ, đầm, bảo dưỡng, tháo khuôn phù hợp tiêu chuẩn	Khi thi công từng khối đổ
5) Cường độ nén và tính chất khác	Đối chiếu yêu cầu 8.7	Đạt cấp cường độ và tính chất khác	Từng khối đổ hoặc lô bê tông

8.7.1.2 Các mẫu kiểm tra cường độ nén và các tính chất cơ lý khác của bê tông được lấy mẫu hỗn hợp tại nơi đổ, đúc mẫu và bảo dưỡng mẫu theo TCVN 3105: 2022.

8.7.1.3 Các mẫu thử cường độ nén của bê tông được lấy và đúc theo tổ, mỗi tổ gồm ba viên mẫu cho một tuổi thí nghiệm. Viên mẫu chuẩn để thử cường độ nén có kích thước 150 x 150 x 150 mm. Số lượng tổ mẫu kiểm tra được lấy theo quy định của thiết kế. Khi không có quy định này thì số tổ mẫu kiểm tra cường độ nén có thể lấy theo dạng kết cấu và thể tích khối đổ như sau:

- a) Đối với các móng đỡ kết cấu, cứ đổ 100m³ bê tông lấy một tổ mẫu, nhưng vẫn lấy một tổ mẫu khi khối đổ ít hơn 100 m³;
- b) Đối với các móng bệ máy thể tích lớn hơn 50 m³, cứ đổ 50 m³ bê tông lấy một tổ mẫu, nhưng không ít hơn một tổ mẫu cho một khối đổ; còn khi thể tích nhỏ hơn 50 m³ thì lấy không ít hơn một tổ mẫu cho một móng;
- c) Đối với các kết cấu dầm chuyển, sàn chuyển, trụ và mũ trụ cầu, cứ đổ 60 m³ bê tông lấy một tổ mẫu, nhưng vẫn lấy 1 tổ mẫu khi khối đổ ít hơn 60 m³;
- d) Đối với các kết cấu khung, kết cấu thành mỏng (cột, dầm, bản, tường, vòm...), cứ đổ 20 m³ bê tông lấy một tổ mẫu, nhưng vẫn lấy một tổ mẫu khi khối đổ ít hơn 20 m³;
- d) Trường hợp đổ bê tông các kết cấu đơn chiếc có thể tích ít hơn 20 m³ thì vẫn lấy một tổ mẫu;
- đ) Đối với bê tông nền, đường hoặc sân bãi, cứ đổ 200 m³ bê tông lấy một tổ mẫu, nhưng vẫn lấy một tổ mẫu khi khối đổ ít hơn 200 m³ (trường hợp thiết kế quy định cả cường độ kéo khi uốn thì lấy thêm một tổ mẫu thử chỉ tiêu này).

8.7.1.4 Để kiểm tra mức chống thấm nước của bê tông, cứ đổ 500 m³ bê tông lấy một tổ mẫu, nhưng không ít hơn một tổ mẫu cho một kết cấu. Để kiểm tra độ mài mòn của bê tông, cứ đổ 200 m³ bê tông khoan lấy một tổ mẫu. Các tính chất cơ lý khác của bê tông được lấy mẫu theo quy định thiết kế.

8.7.1.5 Cường độ nén của bê tông ở tuổi 28 ngày (hoặc tuổi khác 28 ngày) được phép đánh giá theo một trong hai cách sau: cho từng khối đổ hoặc cho lô bê tông (nhiều khối đổ).

- a) Khi đánh giá cường độ bê tông một khối đổ thì bê tông được chấp nhận đạt cấp cường độ thiết kế B khi cường độ bê tông trung bình của các tổ mẫu thuộc khối đổ (lấy theo 8.7.1.3) không nhỏ hơn $1,285 \cdot B$ và không có tổ mẫu nào có cường độ thấp hơn $1,1 \cdot B$;
- b) Khi đánh giá cường độ cho lô bê tông thì bê tông được chấp nhận đạt cấp cường độ thiết kế B khi cường độ bê tông trung bình của các tổ mẫu thuộc lô (lấy theo 8.7.1.3) không nhỏ hơn giá trị cường độ yêu cầu R_{yc} và không có tổ mẫu nào có cường độ thấp hơn B hoặc thấp hơn $(R_{yc} - 4)$. Trình tự và cách xác định R_{lo} , R_{yc} theo TCVN 10303:2014.

8.7.1.6 Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông thí nghiệm theo TCVN 3119:2022. mức chống thấm nước theo TCVN 3116:2022, độ mài mòn theo TCVN 3114:2022. Bê tông được đánh giá đạt tính chất cơ lý đã nêu khi kết quả thí nghiệm đạt quy định thiết kế cho chỉ tiêu này.

8.7.1.7 Ví dụ lấy mẫu kiểm tra và đánh giá cường độ nén của bê tông khối đổ và lô bê tông tham khảo Phụ lục G - điều G.6.

8.7.2 Nghiệm thu khối đổ

8.7.2.1 Khi nghiệm thu khối đổ phải có các hồ sơ liên quan tới khối đổ như sau:

- a) Bản vẽ thi công và chỉ dẫn kỹ thuật thi công;
- b) Biện pháp thi công được duyệt;
- c) Biên bản nghiệm thu công tác ván khuôn, cốt thép và giao nhận hỗn hợp bê tông trộn sẵn;

d) Biên bản lấy mẫu, kiểm tra cường độ nén và các tính chất cơ lý khác của bê tông;

đ) Phiếu thí nghiệm cường độ nén và các tính chất cơ lý khác của bê tông ở tuổi thiết kế.

8.7.2.2 Khối đồ được nghiệm thu khi thỏa mãn các yêu cầu kiểm tra tại Bảng 20. Mẫu biên bản nghiệm thu khối đồ tham khảo Phụ lục D.7.

9. Kiểm tra và nghiệm thu kết cấu hoàn thành

9.1 Kiểm tra kết cấu sau thi công

9.1.1 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép, sau khi thi công toàn bộ các khối đồ, cần được kiểm tra:

a) Sai lệch kích thước kết cấu so với kích thước thiết kế. Mức sai lệch cho phép theo Bảng 21;

b) Chất lượng bề mặt kết cấu so với quy định. Mức chất lượng cho phép theo Bảng 22.

Bảng 21 – Sai lệch cho phép kích thước kết cấu bê tông và bê tông cốt thép đã thi công

Tên các sai lệch	Mức cho phép, mm	Phương pháp kiểm tra
1) Độ lệch các đường giao của các mặt phẳng kết cấu so với phương đứng hoặc độ nghiêng thiết kế trên toàn bộ chiều cao, đối với kết cấu:		
a) Móng	20	Đo từng phần tử (bộ phận) kết cấu
b) Tường và cột đỡ sàn hoặc đỡ mái đồ tại chỗ	15	
c) Tường và cột đỡ các kết cấu lắp ghép	10	
d) Tường nhà, công trình thi công bằng ván khuôn trượt khi không có sàn trung gian	1/500 và không quá 100	
e) Tường nhà hoặc công trình thi công bằng ván khuôn trượt khi có sàn trung gian	1/1000 và không quá 50	
2) Độ lệch trục của các cột nhà khung trên toàn bộ chiều cao nhà (n – số tầng nhà)	$\Sigma h^*(200*n^{1/2})$ và không quá 50	Đo tất cả các cột và đường giao của chúng
3) Độ lệch của các mặt phẳng nằm ngang trên các vùng đo kiểm	20	Đo không ít hơn 5 vị trí trên mỗi 50 m dài và 150 m vuông bề mặt
4) Sai lệch chiều dài hoặc nhịp kết cấu, kích thước thông thủy	± 20	Đo từng phần tử (bộ phận) kết cấu
5) Sai lệch tiết diện ngang các bộ phận kết cấu khi số đo (số đo trung gian lấy theo nội suy):		
– Nhỏ hơn hoặc bằng 200 mm	+ 6; -3	Đo từng bộ phận, tối thiểu 1 số đo trên 100 m vuông diện tích sàn hoặc mái
– 400 mm	+11; -9	
– Bằng hoặc lớn hơn 2 000 mm	+25; -20	

Bảng 21 (kết thúc)

Tên các sai lệch	Mức cho phép, mm	Phương pháp kiểm tra
6) Độ lệch trục của các kết cấu đứng	15	Trắc đạc từng phần tử (bộ phận) kết cấu
7) Sai lệch kích thước lỗ cửa sổ, cửa đi, lỗ mở	± 12	Đo đạc từng lỗ cửa
8) Sai lệch cao độ các mặt phẳng và chi tiết chờ, được dùng làm gối tựa cho cột thép, cột bê tông cốt thép hoặc cấu kiện lắp ghép khác	-5	Đo đạc từng bộ phận gối tựa, lập sơ đồ hoàn công
9) Sai lệch vị trí bu lông neo		
a) Trên mặt bằng bên trong đường bao của gối tựa	5	Đo từng bu lông móng, lập sơ đồ hoàn công
b) Trên mặt bằng bên ngoài đường bao gối tựa	10	
c) Theo chiều cao	+20	
CHÚ THÍCH: Độ chính xác phép đo ± 1 mm khi sai lệch cho phép nhỏ hơn hoặc bằng 10 mm, ± 2 mm khi lớn hơn 10 mm.		

Bảng 22 – Chất lượng cho phép bề mặt kết cấu bê tông và bê tông cốt thép đã thi công

Chỉ tiêu chất lượng bề mặt	Mức cho phép đối với bề mặt tường, cột, mặt dưới của sàn khi hoàn thiện theo phương pháp			
	Sơn trực tiếp không bả	Dán giấy hoặc ốp	Không hoàn thiện	Trát hoặc lấp đất
1) Lồi lõm cục bộ (kích thước ≤ 0,1 m)	2	3	5	9,5
2) Độ bằng phẳng đo bằng thước 2 m	7	10	12	15
3) Mẻ cạnh sâu và dài (trên 1 m cạnh), mm	5 và 50	5 và 50	10 và 100	20 và kqđ
4) Chiều rộng vết nứt* (không phải xử lý)	—			
a) Đối với kết cấu trong nhà	0,2			
b) Đối với kết cấu ngoài trời	0,1			
5) Bê tông rỗ, hở cốt thép, hở chi tiết đặt sẵn, vết rỉ thép, vết dầu mỡ	Không được phép**			
CHÚ THÍCH:* Chiều rộng vết nứt kết cấu trong môi trường ăn mòn theo quy định thiết kế, TCVN 9346:2012 hoặc TCVN 12251.:2020.** Được phép lỗ ống nhựa neo ván khuôn (bịt kín nếu thiết kế yêu cầu), vết hàn ván khuôn; vết hở con kê nhựa.				

9.1.2 Mẫu biên bản kiểm tra sai lệch kích thước kết cấu tại Phụ lục H - điều H.1. Mẫu biên bản kiểm tra chất lượng bề mặt kết cấu – Phụ lục H - điều H.2.

9.2 Xử lý khuyết tật

9.2.1 Kết cấu được coi là có khuyết tật khi:

- a) Vị trí, kích thước, tiết diện kết cấu; chi tiết neo; loại, đường kính, vị trí cốt thép; chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép; cường độ và các chỉ tiêu cơ lý khác của bê tông không phù hợp quy định thiết kế;
- b) Công tác nối cốt thép, bảo dưỡng bê tông, tháo ván khuôn đà giáo không phù hợp chỉ dẫn kỹ thuật hoặc tiêu chuẩn; bề mặt bê tông bị rỗ, hở cốt thép hoặc nứt quá giới hạn cho phép.

9.2.2 Khi kết cấu bị khuyết tật, nhà thầu thi công cần tổ chức lập hồ sơ hiện trạng, đề xuất biện pháp xử lý và thực hiện việc xử lý khuyết tật. Biện pháp xử lý khuyết tật phải được tư vấn thiết kế kết cấu chấp thuận và chủ đầu tư phê duyệt trước khi thực hiện.

9.2.3 Công tác xử lý khuyết tật cần đảm bảo tính toàn khối của kết cấu bê tông, bê tông cốt thép và khả năng kết cấu tiếp nhận được các tải trọng và tác động thiết kế. Sự cần thiết phải gia cường kết cấu được quyết định trên cơ sở tính toán kiểm tra.

9.2.4 Việc xử lý một số khuyết tật thường gặp như kết cấu có sai lệch kích thước vượt quá quy định cho phép (Bảng 21) hoặc sai lệch chất lượng bề mặt vượt quá mức cho phép (Bảng 22) hoặc có bê tông không đạt cường độ nén và chỉ tiêu cơ lý khác theo quy định thiết kế tham khảo tại Phụ lục H - điều H.3.

9.2.5 Các khuyết tật cần được xử lý khắc phục trước khi nghiệm thu kết cấu hoàn thành. Mẫu biên bản nghiệm thu việc xử lý khuyết tật tham khảo tại Phụ lục H - điều H.3.

9.3 Nghiệm thu kết cấu hoàn thành

9.3.1 Nghiệm thu kết cấu hoàn thành được tiến hành cho toàn bộ kết cấu bê tông, bê tông cốt thép của công trình hoặc cho một phần kết cấu (móng, phần ngầm, phần thân) trước khi chuyển sang việc thi công khác (như đổ khối trên, xây, hoàn thiện, lắp dựng kết cấu thép hoặc thiết bị).

9.3.2 Khi nghiệm thu kết cấu hoàn thành, cần có các hồ sơ sau:

- a) Hồ sơ thiết kế kết cấu (bản vẽ thi công, chỉ dẫn kỹ thuật, quy trình bảo trì và các tài liệu thiết kế khác);
- b) Hồ sơ biện pháp thi công kết cấu bê tông và bê tông cốt thép được duyệt; kết quả tính toán đà giáo kết cấu đặc biệt và số liệu đà giáo đã thử tải;
- c) Hồ sơ vật liệu bê tông (thành phần bê tông chính thức theo Phụ lục E - điều E.1 kèm chứng chỉ, phiếu thử chất lượng các vật liệu đã sử dụng để chọn thành phần này; chứng chỉ và phiếu thử chất lượng các lô vật liệu đã nhập về để chế tạo bê tông);
- d) Hồ sơ cốt thép (chứng chỉ chất lượng và phiếu thử cơ lý các lô cốt thép đã nhập về dùng cho kết cấu);
- đ) Hồ sơ thi công các khối đổ (các biên bản nghiệm thu các khối đổ theo Phụ lục G - điều G.5 kèm theo phiếu thử cường độ nén và các tính chất cơ lý khác của bê tông);
- e) Hồ sơ kiểm tra kết cấu đã thi công (biên bản kiểm tra sai lệch kích thước theo Phụ lục H - điều H.1, chất lượng bề mặt kết cấu theo Phụ lục H - điều H.2 và nghiệm thu việc xử lý khuyết tật (nếu có) theo Phụ lục H - điều H.3);
- f) Hồ sơ hoàn công kết cấu (bộ bản vẽ thi công được đóng dấu hoàn công theo Phụ lục H - điều H.4);
- g) Hồ sơ thí nghiệm đối chứng vật liệu, kiểm định kết cấu, thử tải kết cấu (nếu có);

h) Hồ sơ quan trắc (ngiên, lún, lún lệch; tính trạng nứt, biến dạng, thấm nước và hư hỏng khác);

i) Hồ sơ và tài liệu khác liên quan kết cấu (nếu có).

9.3.3 Mẫu biên bản nghiệm thu kết cấu hoàn thành tham khảo Phụ lục H - điều H.5.

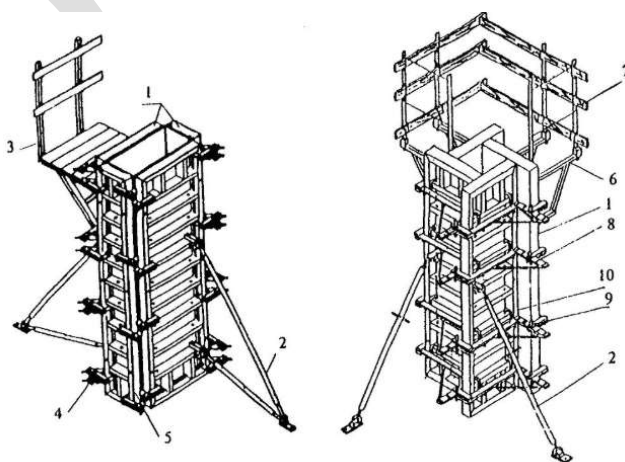
DỰ THẢO

Phụ lục A

(Tham khảo)

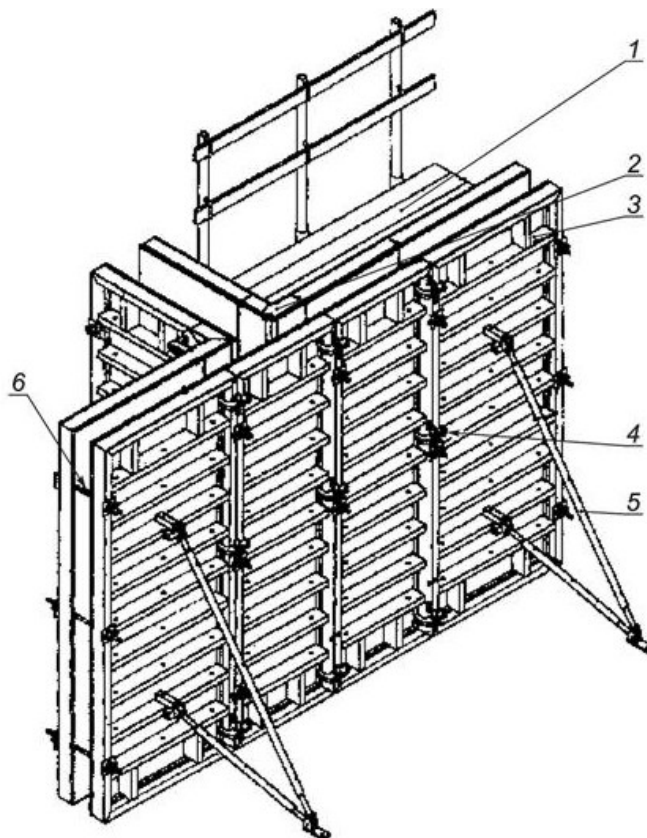
A.1 Ván khuôn đà giáo thông dụng**Bảng 1 Ván khuôn đà giáo thông dụng cho kết cấu bê tông, bê tông cốt thép toàn khối**

Dạng ván khuôn	Phạm vi áp dụng
Tấm nhỏ lắp ghép	Kết cấu cỡ nhỏ dạng đứng (tường, cột, vách ...), nằm ngang (sàn, dầm...) hoặc nghiêng, mối nối hoặc lỗ mở. Có thể phối hợp với ván khuôn tấm lớn cho các kết cấu hình dạng phức tạp hoặc trong điều kiện chật hẹp
Tấm lớn lắp ghép	Kết cấu cỡ lớn hoặc hình dạng đơn giản, gồm cả tường, sàn
Dạng khối	Kết cấu khép kín và đứng riêng biệt như cột, móng, dầm, buồng thang máy và các hố kín khác
Dạng khối tháo - lắp	Kết cấu điển hình (cột, móng, dầm) hoặc tường và sàn đổ bê tông đồng thời
Trượt đứng	Kết cấu đứng (cao trên 40 m) như tường, ống khói, tháp tiết diện không đổi
Di chuyển ngang	Kênh dẫn hoặc thu gom nước, tuynen đổ hồ hoặc vỏ tuynen đổ kín (ván khuôn có thể di chuyển ngang trên ray hoặc bằng cần cẩu).
Leo	Các kết cấu chiều cao lớn như tháp, ống có tiết diện thay đổi hoặc có nhiều sàn ngang liên kết với vách đứng
Bơm khí	Kết cấu không gian hoặc dạng cong như vòm, hình cầu
Không tháo	Kết cấu để lại ván khuôn, dùng ván khuôn tạo lớp cách nước, lớp ốp, lớp cách nhiệt, lớp có cốt bọc ngoài (có thể tính hoặc không tính vào tiết diện)



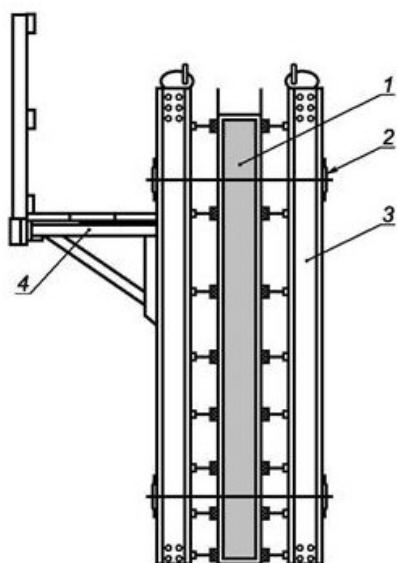
1 – Ván khuôn; 2 – chống xiên; 3 - sàn thao tác; 4 – khóa móc; 5 – thép góc; 6 – giá đỡ sàn thao tác; 7 – lan can; 8 – đai; 9 – khóa đai; 10 – móc giữ đai

Hình A.1 Ván khuôn tấm lớn điển hình cho cột



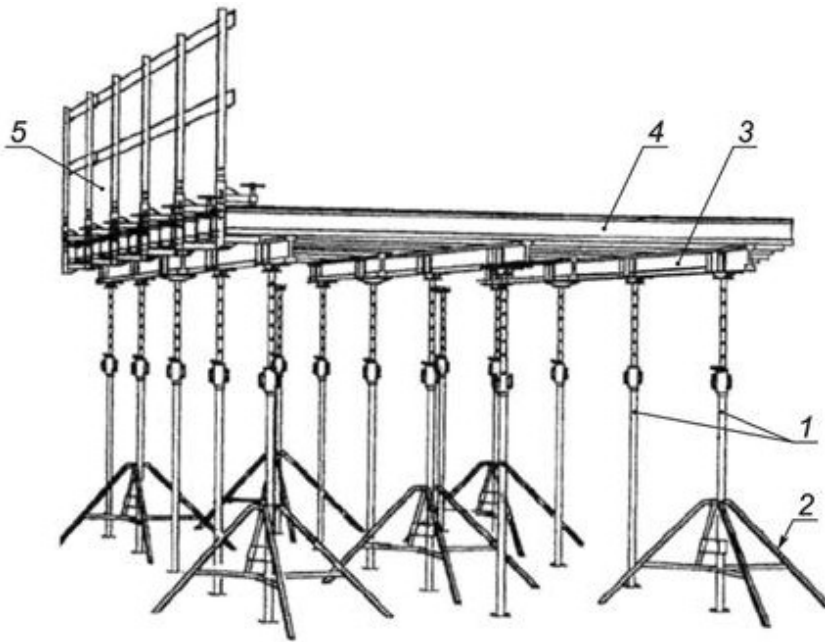
1 – sàn thao tác; 2 – ván khuôn góc; 3 – ván khuôn điển hình; 4 – khóa; 5 – chống xiên; 6 - neo

Hình A.2 Ván khuôn tấm lớn điển hình cho tường



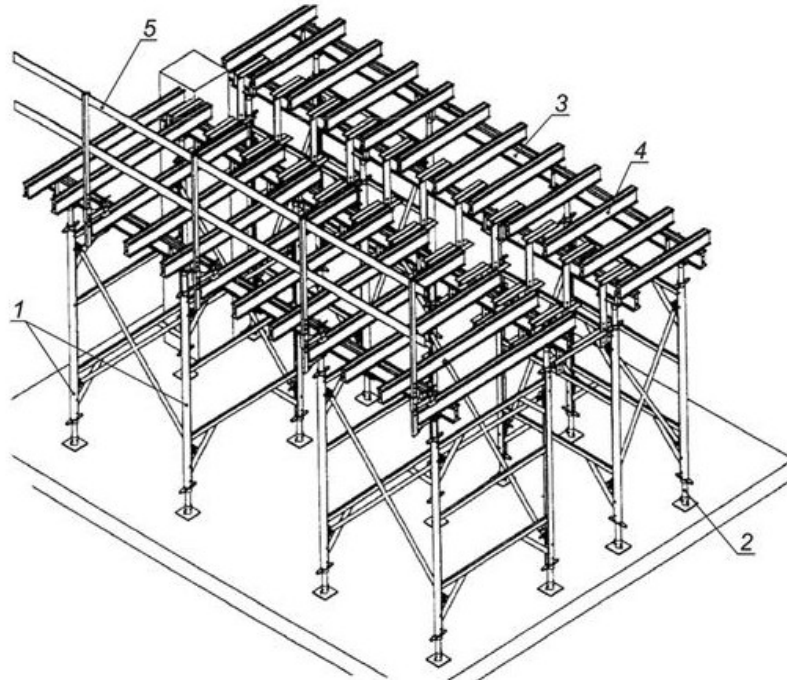
1 – Ván khuôn; 2 – dầm (đà) ngang; 3 – dầm đứng; 4 – sàn thao tác

Hình A.3 Ván khuôn tấm lớn lắp ghép



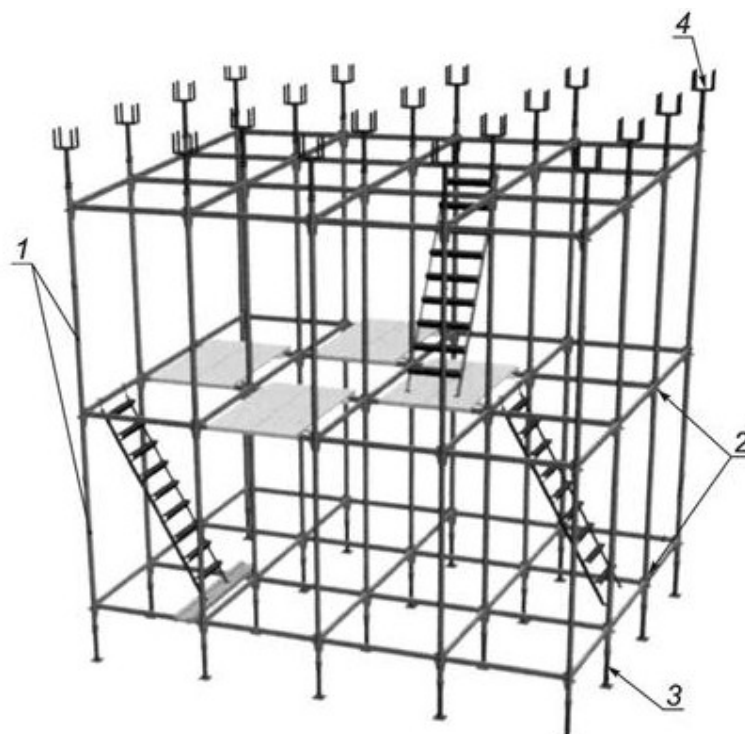
1 – Cột chống điều chỉnh độ cao; 2 – Giá nhiều chân; 3 – dầm dọc; 4 – lan can

Hình A.4 Ván khuôn sàn trên các cột độc lập



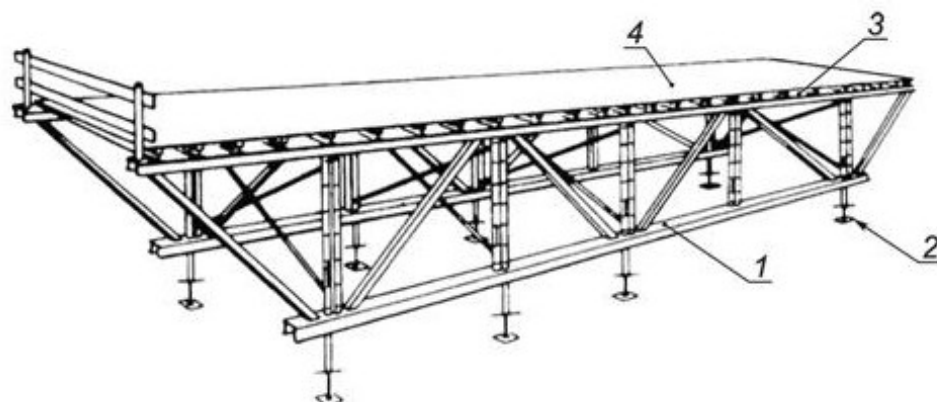
1 – Khung; 2 – kích nâng; 3 – dầm dọc; 4 – dầm ngang; 5 – lan can

Hình A.5 Ván khuôn sàn trên khung lắp ghép



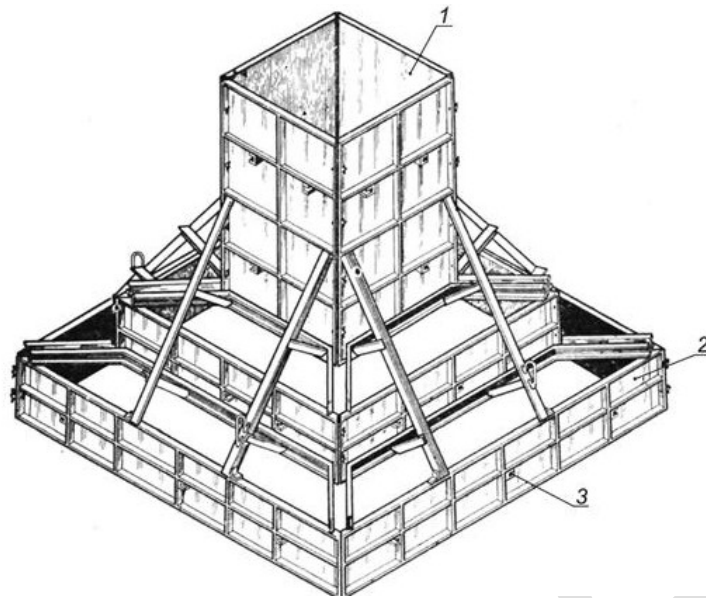
1 – Cột chống; 2 – khớp nối; 3 – kích nâng; 4 - dầm U

Hình A.6 Hệ thống khung không gian đỡ ván khuôn sàn



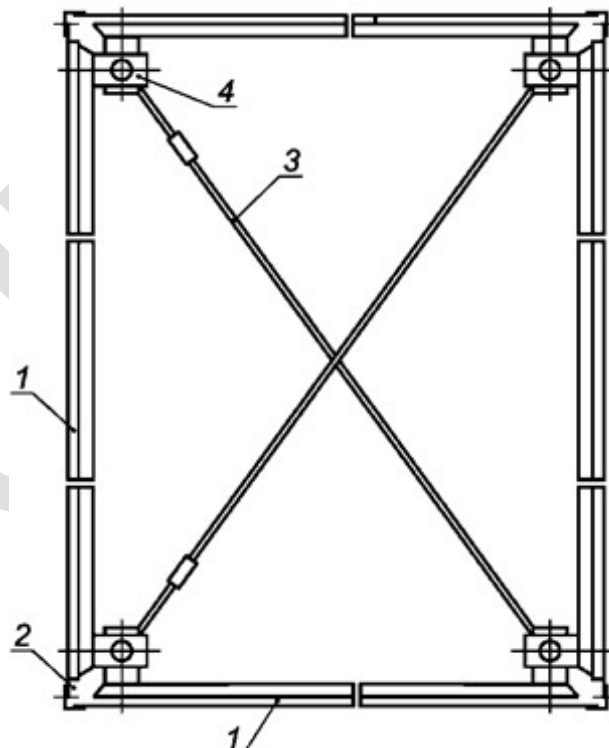
1- Giàn chịu lực; 2 – kích nâng; 3 – dầm ngang; 4 – ván khuôn

Hình A.7 Ván khuôn tấm lớn cho sàn



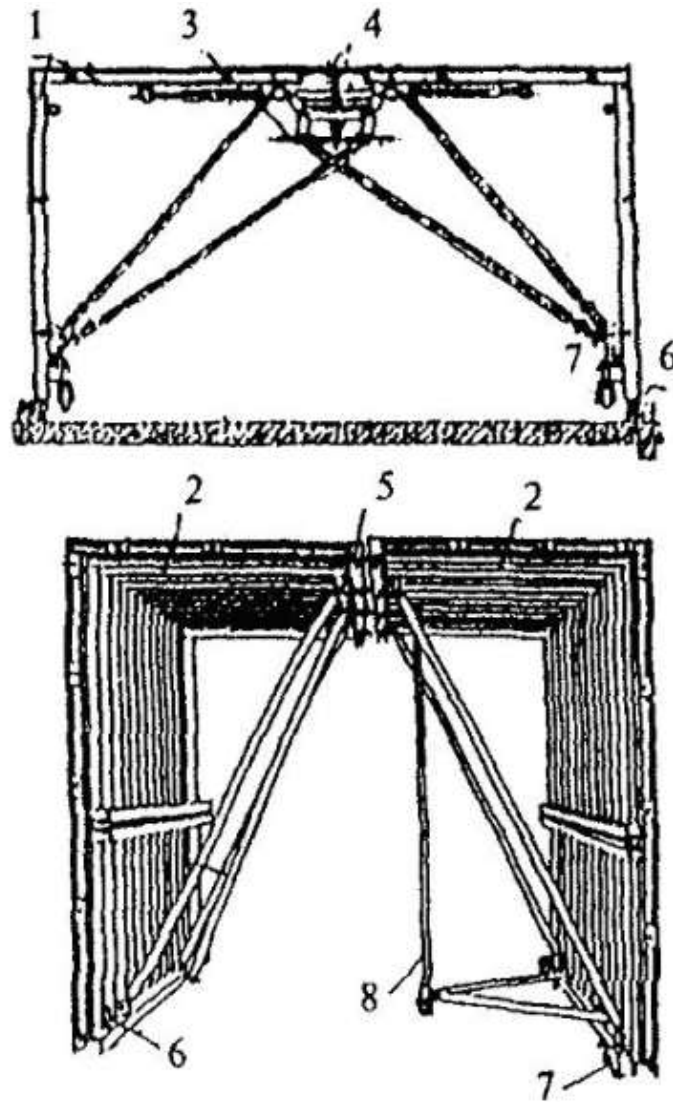
1 – Ván khuôn cột; 2 – Ván khuôn móng bậc; 3 – cơ cấu liên kết

Hình A.8 Ván khuôn móng bậc



1 – Ván khuôn; 2 – khóa góc; 3 – thanh giằng; 4 – cột chống đứng

Hình A.9 Ván khuôn hố thang, hốc đứng



1 – ván khuôn dạng Π ; 2 – hai nửa ván khuôn dạng Γ ; 3 - cơ cấu tháo; 4 – miếng nối đặt giữa; 5 – nút nối; 6 - kích nâng; 7 – bánh lăn; 8 – trụ lật để tháo lắp

Hình A.10 Ván khuôn dạng khối có cơ cấu tháo lắp

A.2 Biên bản nghiệm thu ván khuôn đà giáo

Tỉnh (thành phố), ngày ... tháng ... năm.....

1. Dự án:**2. Công trình (hạng mục):****3. Kết cấu (bộ phận kết cấu):****4. Thời gian nghiệm thu:** Bắt đầu ... h ngày tháng ... năm ;

Kết thúc ... h ngày tháng ... năm ;

5. Thành phần nghiệm thu:

- Đại diện tư vấn giám sát:, chức vụ:

- Đại diện nhà thầu chính:, chức vụ:

- Đại diện nhà thầu phụ:, chức vụ:

6. Kết quả kiểm tra

Nội dung kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Đạt	Không đạt
Đà giáo	Bằng mắt và dùng tay lắc mạnh. Kết cấu, cột chống, độ cứng và ổn định phù hợp Bảng 2		
Ván khuôn	Bằng mắt, độ sạch, hình dáng, kích thước, lớp chống dính, độ kín khít phù hợp Bảng 2		
Tài liệu kèm theo: Kết quả thử tải đà giáo (điển hình hoặc kết cấu tương tự); biên bản kiểm tra sai lệch kích thước Bảng 1			

7. Kết luận:- Chấp thuận nghiệm thu:.....☐;Không chấp thuận nghiệm thu:..... ☐

Đại diện tư vấn giám sát (ký và ghi rõ họ tên)	Đại diện nhà thầu chính (ký và ghi rõ họ tên)	Đại diện nhà thầu phụ (ký và ghi rõ họ tên)
--	---	---

Phụ lục B

Các tải trọng và số liệu để tính toán ván khuôn đà giáo

(Quy định)

B.1 Các tải trọng đứng

B.1.1 Trọng lượng bản thân của ván khuôn: xác định theo bản vẽ.

- Khối lượng thể tích ván gỗ nhóm III: 600 – 730; nhóm IV: 550 – 610 kg/m³;
- Khối lượng thể tích ván gỗ ép, ván ép phủ phim: 650 – 750 kg/m³;
- Khối lượng thể tích của ván nhựa 2 hàng lỗ rỗng: 650 – 750 kg/m³.

B.1.2 Khối lượng hỗn hợp bê tông: 2 500 kg/m³.

B.1.3 Khối lượng cốt thép: theo thiết kế (nếu không có số liệu thiết kế lấy 100 kg/m³).

B.1.4 Tải trọng từ người và phương tiện vận chuyển: 2,5 kPa. Ngoài ra, ván khuôn cần được kiểm tra tải trọng tập trung từ các thiết bị công nghệ tương ứng với tải thực tế theo biện pháp thi công đã lập.

B.2 Các tải trọng ngang

B.2.1 Tải trọng gió: TCVN 2737:2023.

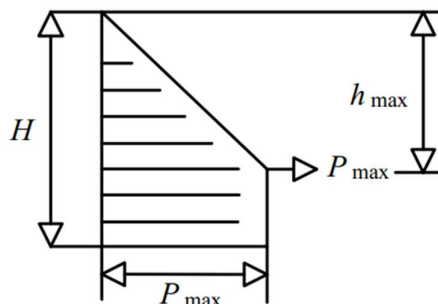
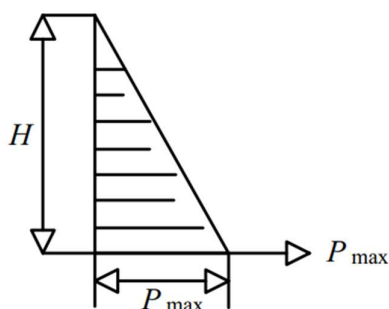
B.2.2 Áp lực ngang lớn nhất của hỗn hợp bê tông tác động lên thành ván khuôn, kPa:

B.2.2.1 Khi đầm hỗn hợp bằng máy đầm rung ngoài (hoặc máy đầm rung trong với bán kính hoạt động $R \geq H$, trong đó H là chiều cao ván khuôn, m) thì áp lực coi là thủy tĩnh với biểu đồ phân bố áp lực hình tam giác theo Hình B.1.a.

Áp lực tổng hợp:

$$P_{max} = \gamma^* H \quad (A.2.1)$$

$$P = \gamma^* H^2 / 2 \quad (A.2.2)$$



CHÚ DẪN: a - áp lực thủy tĩnh; b - áp lực tính toán khi đầm hỗn hợp bằng máy đầm rung trong

Hình B.1 Biểu đồ tính toán áp lực ngang của hỗn hợp bê tông

B.2.2.2 Khi đầm hỗn hợp bê tông bằng máy đầm rung trong:

$$P_{max} = \gamma^* (0,27 \cdot V + 0,78) \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (A.2.3)$$

Trong đó:

γ : khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông, 2 500 kg/m³;

V: tốc độ lấp đầy hỗn hợp bê tông theo chiều cao ván khuôn trong một giờ, m/h;

K₁: hệ số ảnh hưởng của độ sụt hỗn hợp bê tông:

K₁ = 0,8 – hỗn hợp độ sụt từ 10 mm đến 40 mm;

K₁ = 1,0 – hỗn hợp độ sụt từ 45 mm đến 90 mm;

K₁ = 1,2 – hỗn hợp độ sụt 100 mm và lớn hơn.

K₂: hệ số ảnh hưởng của nhiệt độ hỗn hợp bê tông:

K₂ = 1,15 – hỗn hợp nhiệt độ từ 5 °C đến 10 °C;

K₂ = 1,0 – hỗn hợp nhiệt độ từ 10 °C đến 25 °C;

K₂ = 0,85 – hỗn hợp nhiệt độ trên 25 °C.

B.2.2.3 Tải trọng động phát sinh khi đổ hỗn hợp bê tông vào ván khuôn: Bảng B.1.

Bảng B.1 Tải trọng động phát sinh khi đổ hỗn hợp bê tông vào ván khuôn

Phương pháp đổ hỗn hợp bê tông vào ván khuôn	Tải trọng, kPa
– Đổ từ máng hoặc vòi	4
– Đổ từ thùng chứa dung tích tới 0,8 m ³	4
– Đổ từ thùng chứa dung tích trên 0,8 m ³	6
– Đổ bằng máy bơm bê tông	8

B.2.2.4 Tải trọng do đầm rung hỗn hợp bê tông: 4 kPa.

B.2.2.5 Hệ số an toàn khi tính áp lực hỗn hợp bê tông: Bảng B.2.

Bảng B.2 Hệ số an toàn khi tính toán áp lực hỗn hợp bê tông

Tải trọng	Hệ số
Trọng lượng riêng của ván khuôn	1,1
Trọng lượng của hỗn hợp bê tông và cốt thép	1,2
Từ việc di chuyển người, phương tiện vận chuyển, tải trọng tập trung	1,3
Từ đầm rung hỗn hợp bê tông	1,3
Áp lực ngang của hỗn hợp bê tông lên thành ván khuôn	1,3
Tương tự, khi đổ bê tông cột	1,5
Tải trọng động khi đổ hỗn hợp bê tông vào ván khuôn	1,3

B.2.2.6 Biểu đồ tính toán áp lực bê tông theo Hình B.1.b:

$$h_{\max} = P_{\max}/\gamma \quad (\text{A.2.4})$$

Trong đó:

$h_{\max}$ - chiều cao áp lực hỗn hợp bê tông đạt giá trị lớn nhất, m;

γ - khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông: 2 500 kg/m³

B.2.2.7 Trong mọi trường hợp, tải trọng tối đa có tính đến tất cả các hệ số không được cao hơn tải trọng thủy tĩnh.

B.3 Tính toán

B.3.1 Khi tính toán các bộ phận của ván khuôn theo khả năng chịu lực, các tải trọng nêu trong 1 và 2 được nhân với hệ số an toàn (vượt tải) quy định trong Bảng B.2.

B.3.2 Khi tính toán các bộ phận của ván khuôn đà giáo theo biến dạng, các tải trọng không nhân với hệ số an toàn. Độ võng của các bộ phận ván khuôn đà giáo do tác động của các tải trọng không được lớn hơn:

- $H/400$ (H – chiều cao bộ phận) đối với ván khuôn đà giáo đứng.
- $L/300$ (L – nhịp bộ phận) đối với ván khuôn đà giáo nằm ngang.

B.3.3 Tính toán ổn định chống lật của ván khuôn đà giáo phải xét đến tác động đồng thời của tải trọng gió và khối lượng bản thân. Nếu ván khuôn được lắp liền với cốt thép thì phải tính cả khối lượng cốt thép. Hệ số vượt tải lấy bằng 1,2 và 0,8 đối với các tải trọng chống lật. Hệ số an toàn ổn định chống lật không được nhỏ hơn 1,25.

Phụ lục C

(Quy định)

C.1 Đường kính gồi uốn và góc uốn cốt thép**Bảng C.1 Đường kính tối thiểu của gồi uốn D_{bend} (mm) và góc uốn tối đa (độ)**

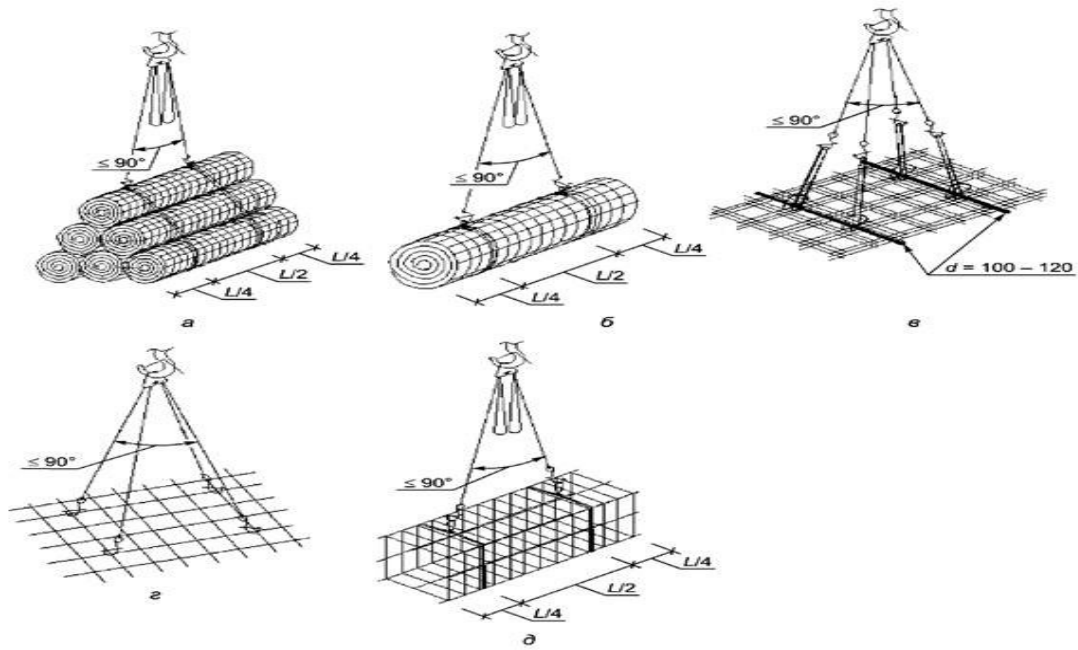
Mác thép	D_{bend} (mm) khi đường kính thanh thép d			Góc uốn tối đa, độ
	$d < 16$	$16 < d \leq 32$	$32 < d \leq 50$	
CB240T, CB300T	2d	2d	2d	Không hạn chế
CB400T	3d	5d	5d	180
CB300V	3d	6d	7d	180
CB400V	4d	6d	7d	180
CB500V	5d	6d	7d	180
CB600V	6d	6d	7d	90
Dây vuốt nguội	4d	-	-	Không hạn chế
CHÚ THÍCH: Đường kính tối thiểu của gồi uốn thanh thép hàn nối phải lớn hơn hoặc bằng 10d				

C.2 Sai lệch cho phép kích thước chi tiết hàn đặt sẵn**Bảng C.2 Sai lệch cho phép kích thước chi tiết hàn đặt sẵn**

Sai lệch kích thước chi tiết đặt sẵn (loại chi tiết tấm hoặc bản thép hàn với các thanh neo)	Mức cho phép khi giá trị thông số đo, mm					
	Tới 60	61 - 120	121 - 250	251 - 500	501 - 1000	Trên 1000
a) Chiều dài, chiều rộng của tấm (bản) thép	-	-	± 6	± 8	± 10	-
b) Nt khi tấm bằng tiết diện ngang kết cấu			- 5	- 6	- 8	
c) Khoảng cách từ mép tấm thép tới bề mặt thanh thép neo gần nhất	+ 6	+ 8	+ 10	+12		
d) Khoảng cách giữa các chi tiết nằm ngoài tới bề mặt thanh thép neo gần nhất			± 6	± 8		
e) Chiều dài thanh thép neo			± 10	± 12	± 15	

C.3 Cầu lắp các sản phẩm cốt thép

Việc cầu lắp các sản phẩm cốt thép phải thực hiện qua các dây cáp và móc cầu. Góc giữa các nhánh cáp phải đảm bảo không lớn hơn 90 độ (Hình C.1).



Hình C.1 Quy định góc giữa các nhánh cáp khi cầu lắp các sản phẩm cốt thép

Phụ lục D

(Tham khảo)

D.1 Chiều dài neo cốt thép**Bảng D.1 Chiều dài tối thiểu neo cốt thép, mm**

Loại cốt thép sử dụng	Cấp cường độ chịu nén của bê tông cấu kiện neo										
	B15	B20	B30	B40	B45	B50	B60	B70	B80	B90	B100
Trơn CB 240 – T	47d	39d	30d	25d	23d	22d	19d	18d	17d	16d	
Trơn CB 300 – T	58d	48d	38d	31d	29d	27d	24d	23d	21d	20d	
Gân CB 300 – V	35d	30d	23d	19d	17d	16d	15d	15d	15d	15d	
Gân CB 400 – V	47d	39d	30d	25d	23d	22d	19d	18d	16d	16d	
Gân CB 500 – V	58d	48d	38d	31d	29d	27d	24d	23d	21d	20d	
Gân CB 600 – V	69d	58d	45d	37d	35d	33d	29d	27d	25d	24d	
CHÚ THÍCH: Chiều dài neo Bảng D.1 tính theo TCVN 5574:2018 cho điều kiện: Cấu kiện neo là bê tông nặng; neo chịu kéo hoặc kéo-nén; đường kính thép tới 32 mm. Trị số Bảng D.1 điều chỉnh cho điều kiện khác như sau: Tăng 10d khi dùng bê tông hạt nhỏ; giảm 20% khi thiết kế chỉ định neo chỉ chịu nén (nhưng không nhỏ hơn 150 mm và 10d); nhân hệ số 0,9 đối với thép đường kính từ 32 đến 40 mm và giảm tới 30 % khi neo được hàn vào thanh ngang, cốt đai hoặc thép neo khác.											

D.2 Thay đổi cốt thép [TCVN 5574:2018]**D.2.1 Phương pháp áp dụng cốt thép tương đương**

D.2.1.1 Khi sử dụng các loại cốt thép khác với cốt thép theo các tiêu chuẩn Việt Nam thì phải căn cứ vào các tiêu chuẩn tương ứng của loại cốt thép đó. Khi đó, cần biết rõ các chỉ tiêu kỹ thuật chính (thành phần hoá học và phương pháp chế tạo: các chỉ tiêu về cường độ: giới hạn chảy, giới hạn bền và hệ số biến dạng của các giới hạn đó; mô đun đàn hồi, độ giãn dài cực hạn, độ giãn dài tương đối, độ dẻo; tính hàn; sự thay đổi tính chất cơ học khi tăng giảm nhiệt độ đối với kết cấu chịu nhiệt độ cao hoặc thấp; giới hạn mỏi đối với kết cấu chịu tải trọng lặp...). Ngoài ra, cần biết hình dạng bề mặt: trơn hay có gân.

D.2.1.2 Các loại cốt thép được phân thành 2 nhóm theo giới hạn chảy: nhóm có giới hạn chảy thực tế rõ ràng và nhóm có giới hạn chảy thực tế không rõ ràng (giới hạn chảy quy ước). Các giá trị giới hạn chảy (thực tế hoặc quy ước) được nêu trong các tiêu chuẩn sản phẩm đối với cốt thép tương ứng.

D.2.2 Cường độ cốt thép theo một số tiêu chuẩn**Bảng D.2 Cốt thép thanh tròn trơn**

Giới hạn chảy dùng để so sánh, MPa	Ký hiệu thép	Tiêu chuẩn sản phẩm	Giới hạn chảy thực tế, MPa	Giới hạn bền, MPa
240	CB240-T	TCVN 1651-1:2008	240 min	380 min
300	CB300-T		300 min	440 min
235	A-I (A240)	GOST 5781-82*	235 min	373 min
235	SR235	JIS G 3112-2010	235 min	380 đến 520
295	SR295		295 min	440 đến 600
250	gr. 250	BS 4449:1997	250 min	287,5 min
250	250R	AS 1302-1991	250 min	-
250	250S		250 min	-

CHÚ THÍCH: Các ký hiệu thép nêu trong Bảng này chỉ gồm ký tự gốc nói lên tính chất cơ học, không ghi các ký tự đuôi nói lên các đặc điểm khác. Ký hiệu đầy đủ xem trong các tiêu chuẩn tương ứng của từng quốc gia.

Bảng D.3 Cốt thép thanh vằn

Giới hạn chảy so sánh, MPa	Ký hiệu thép	Tiêu chuẩn sản phẩm	Giới hạn chảy thực tế, MPa	Giới hạn bền, MPa
300	CB300-V	TCVN 1651-2:2018	300 min	450 min
400	CB400-V		400 min	570 min
500	CB500-V		500 min	650 min
600	CB600-V		600 min	710 min
295	A-II (A300)	GOST 5781-82*	295 min	490 min
390	A-III (A400)		390 min	590 min
590	A-IV (A600)		590 min	883 min
440	A _T 400	GOST 10884-94	440 min	550 min
500	A _T 500		500 min	600 min
600	A _T -IV (A _T 600)		600 min	800 min
295	SD295A	JIS G 3112-2010	295 min	440 đến 600
295	SD295B		295 đến 390	440 min
345	SD345		345 đến 440	490 min
390	SD390		390 đến 510	560 min
490	SD490		490 đến 625	620 min
500	B500A	BS 4449:2005	500 min	525 min
500	B500B		500 min	540 min
500	B500C		500 min	575 đến 675
500	B500A	EN 10080:2005	500 min	525 min
500	B500B		500 min	540 min
500	B500C		500 min	575 đến 675
280	gr. 280	ASTM A615M-01b	280 min	420 min
420	gr. 420		420 min	620 min
520	gr. 520		520 min	690 min
335	RL335	GB 1499-91	335 đến 460	510 min
540	RL540		540 min	835 min
590	RL590		590 min	885 min
335	HRB335, HRBF335	GB 1499-2007	335 min	455 min
400	HRB400, HRBF400		400 min	540 min
500	HRB500, HRBF500		500 min	630 min
400	AS 1302-400Y	AS 1302-1991	400 min	-

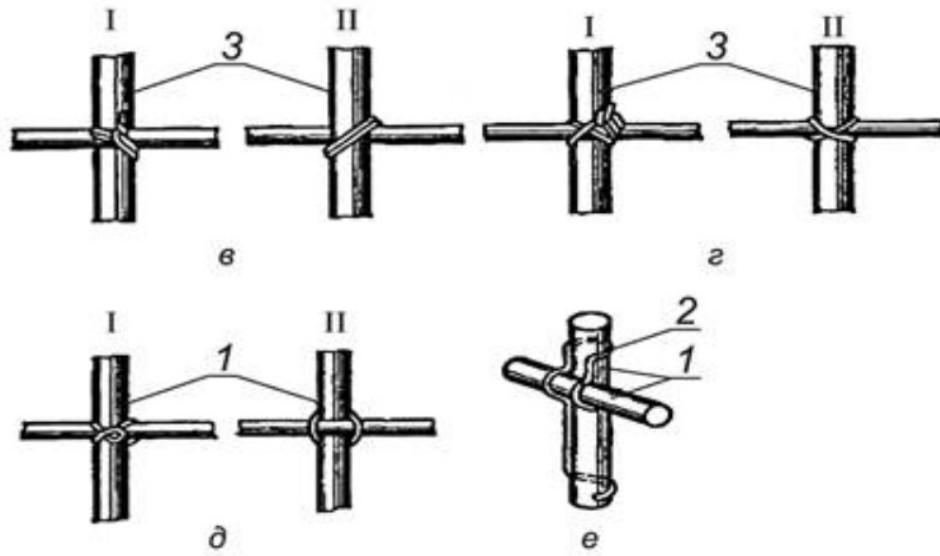
CHÚ THÍCH 1: Các ký hiệu thép nêu trong Bảng này chỉ gồm ký tự gốc nói lên tính chất cơ học, không ghi các ký tự đuôi nói lên các đặc điểm khác. Ký hiệu đầy đủ xem trong các tiêu chuẩn tương ứng của từng quốc gia. CHÚ THÍCH 2: EN 10080 chỉ áp dụng một loại thanh thép vằn với giới hạn chảy 500 MPa và tỉ số giữa giới hạn bền và giới hạn chảy từ 1,08 đến 1,35.

Bảng D.4 Dây thép vuốt nguội cường độ thấp

Giới hạn chảy dùng để so sánh, MPa	Ký hiệu thép (và/hoặc đường kính)	Tiêu chuẩn sản phẩm	Giới hạn chảy quy ước, MPa	Giới hạn bền, MPa
500	5 đến 12	TCVN 6288:1997 (ISO 10544:1992)	500 min	550 min
500	Bp-I (3,0; 4,0; 5,0)	GOST 6727:1980*	500 min	550 min
500	Các loại đường kính	JIS G 3532-2000	500 min	550 min
450	Tròn	ASTM A1064/A1064M-10	450 min	520 min
480	Vằn		480 min	550 min
CHÚ THÍCH: Giới hạn chảy quy ước trong TCVN 6288:1997 (ISO 10544:1992), GOST 6727:1980*. JIS G 3532-2000 ứng với biến dạng dư 0,2 % và trong ASTM A1064/A1064M-10 - 1 %.				

D.3 Nút buộc cốt thép

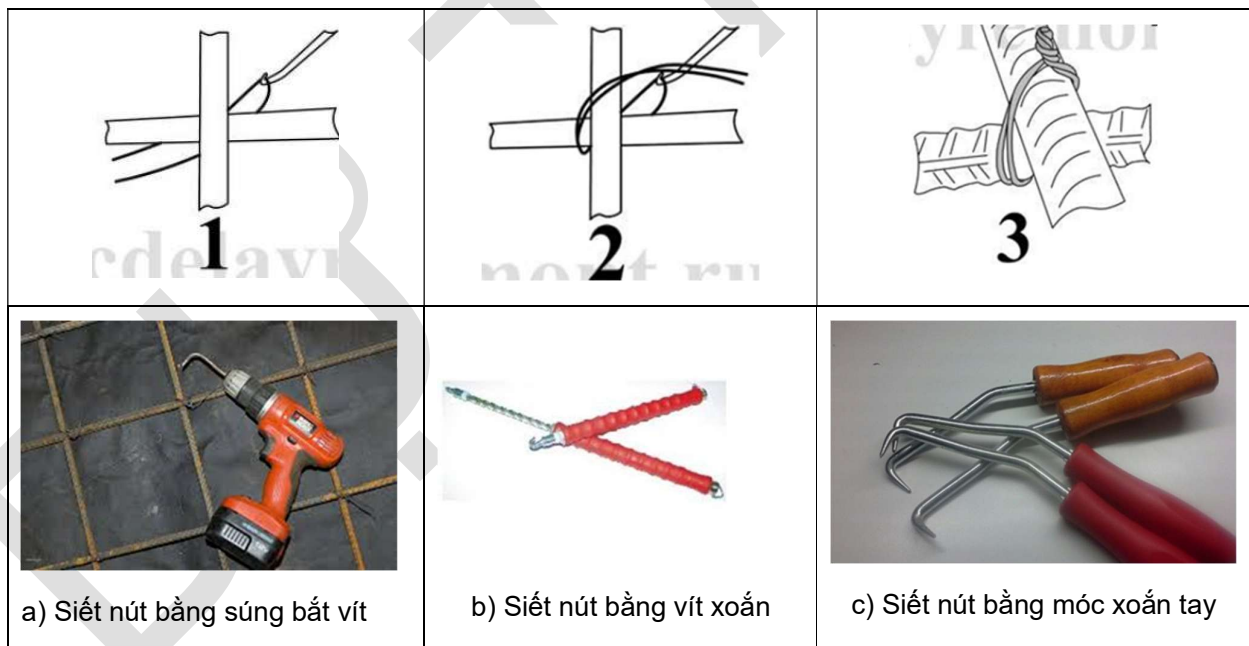
D.3.1 Một số dạng nút buộc thông dụng trên Hình D.1.



CHÚ DẪN: b – nút buộc dây đôi; g – nút buộc dây đơn chữ thập; d – nút buộc chết; e – nút buộc qua chi tiết nổi; I – nút nhìn từ phía trước; II – nút nhìn phía sau; 1,3 – thanh thép buộc, 2 – chi tiết nổi.

Hình D.1 Một số dạng nút buộc

D.3.2 Trình tự buộc và dụng cụ siết nút buộc thông dụng trên Hình D.2.



Hình D.2 Nút buộc và dụng cụ siết nút thông dụng

D.4 Con kê cốt thép

D.4.1 Con kê bằng bê tông cần có cường độ tương đương cấp cường độ bê tông thiết kế; có dây, kẹp hoặc vùng lõm để định vị cốt thép và có kích thước phù hợp chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép.

D.4.2 Con kê nhựa cần được làm từ nhựa không ăn mòn thép, bền vững trong bê tông, có cơ cấu giữ cốt thép và có diện tích tiếp xúc ván khuôn ít nhất có thể.

D.4.3 Con kê cốt thép bằng bê tông và nhựa minh họa trên Hình D.3.



Hình D.3 Con kê cốt thép bằng bê tông và nhựa

D.5 Biên bản nghiệm thu công tác cốt thép

Tỉnh (thành phố), ngày ... tháng ... năm.....

1. Dự án:**2. Công trình (hạng mục):****3. Kết cấu (bộ phận kết cấu):**

4. Thời gian nghiệm thu: Bắt đầu ... h ngày ... tháng ... năm ;
 Kết thúc ... h ngày ... tháng ... năm ;

5. Địa điểm nghiệm thu:**6. Thành phần nghiệm thu:**

- Đại diện tư vấn giám sát:, chức vụ:
- Đại diện nhà thầu chính:, chức vụ:
- Đại diện nhà thầu phụ:, chức vụ:

7. Kết quả kiểm tra

Nội dung kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Đạt	Không đạt
1) Cốt thép	Bằng mắt. Chứng chỉ và phiếu thử chất lượng phù hợp Bảng 10		
2) Cắt, uốn và hàn sản phẩm cốt thép	Bằng mắt. Quy trình, kích thước và chất lượng gia công phù hợp Bảng 10		
3) Vận chuyển và lắp dựng cấu kiện cốt thép	Bằng mắt, dùng tay lắc mạnh. Quy trình, kích thước, độ ổn định phù hợp Bảng 10		
4) Thay đổi cốt thép	Số liệu kiểm tính, chấp thuận thiết kế		

Tài liệu kèm theo: Biên bản sai lệch kích thước cấu kiện cốt thép đã lắp dựng (Bảng 9); chứng chỉ chất lượng cốt thép của nhà máy và phiếu thử cơ lý các lô thép đã nhập; quy trình, chứng chỉ thợ hàn và phiếu thử chất lượng các lô cốt thép hàn.

7. Kết luận nghiệm thu công tác cốt thép:

- Chấp thuận nghiệm thu;☐; Không chấp thuận nghiệm thu: ☐

Đại diện tư vấn giám sát (ký và ghi rõ họ tên)	Đại diện nhà thầu chính (ký và ghi rõ họ tên)	Đại diện nhà thầu phụ (ký và ghi rõ họ tên)
--	---	---

Phụ lục E

(Tham khảo)

E.1 Biên bản phê duyệt thành phần bê tông (TPBT) chính thức

Tỉnh (thành phố), ngày....., tháng....., năm.....

1. Dự án:**2. TPBT dùng cho công trình (gói thầu):****3. Thành phần ký biên bản;**

- Đại diện chủ đầu tư, chức vụ.....
- Đại diện tư vấn giám sát, chức vụ
- Đại diện nhà thầu thi công chính, chức vụ.....
- Đại diện nhà thầu cung cấp hỗn hợp bê tông, chức vụ.....

4. Kết quả kiểm tra:

Nội dung kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Đạt	Không đạt
1) Vật liệu chế tạo TPBT chính thức	Chứng chỉ, phiếu thử phù hợp 11		
2) Danh mục TPBT chính thức	Phiếu chọn, phù hợp yêu cầu 7.2.1		
Tài liệu kèm theo: (i) Chứng chỉ chất lượng và phiếu thử các vật liệu chế tạo TPBT chính thức; (ii) Phiếu chọn TPBT chính thức do phòng thí nghiệm được công nhận thực hiện (với đủ chỉ tiêu thử theo danh mục kèm theo biên bản này), .			

6. Kết luận:Chấp thuận☐Không chấp thuận☐

Chủ đầu tư phê duyệt (ký tên và đóng dấu)	Tư vấn giám sát (ký tên và đóng dấu)	Nhà thầu thi công chính (ký tên và đóng dấu)	Nhà thầu cung cấp hỗn hợp BT (ký tên, đóng dấu)
--	---	---	--

Danh mục thành phần bê tông chính thức

(kèm theo biên bản phê duyệt ngày.....tháng.....năm.....)

Thành phần bê tông số hiệu	No 1	No 2	No 3	No 4	No 5	
1) Yêu cầu thiết kế và thi công						
Cấp cường độ nén (B)						
Cường độ nén chuyển đổi, R_m , MPa						
Cường độ kéo khi uốn, R_{ku} , MPa						
Mác chống thấm nước, W, at						
Độ mài mòn, g/cm^2						
Độ sụt hỗn hợp tại nơi đổ, mm						
Nhiệt độ hỗn hợp bê tông, T_{hb} , °C						
2) Thành phần vật liệu (cốt liệu khô) cho 1 m³ bê tông, kg/m³						
Chất kết dính	Xi măng					
	Phụ gia khoáng					
Cốt liệu lớn	Đá 0,5 x 1					
	Đá 1 x 2					
Cốt liệu nhỏ	Cát sông					
	Cát nghiền					
Phụ gia hóa học						
Nước trộn						
3) Tính chất hỗn hợp bê tông (mẫu thí nghiệm)						
Độ sụt sau khi trộn, mm						
Thời gian cho phép vận chuyển, min						
Độ tách nước, %						
Độ tách vữa, %						

Khối lượng thể tích, kg/m ³							
4) Cường độ nén và các tính chất cơ lý khác của bê tông (mẫu thí nghiệm)							
Cường độ nén, MPa	7 ngày, R ₇						
	28 ngày, R ₂₈						
Cường độ kéo khi uốn 28 ngày, MPa							
Mức chống thấm nước, at							
Độ mài mòn, g/cm ²							

E.2 Hiệu chỉnh thành phần bê tông (TPBT) hiện trường

E.2.1 Hiệu chỉnh TPBT khi cát, đá ẩm

Khi cát và đá thực tế ẩm thì tăng cát và đá bằng lượng nước trong chúng, đồng thời giảm bớt lượng nước trộn bằng tổng lượng nước trong cả cát và đá (giữ nguyên độ sụt hỗn hợp bê tông đã quy định);

Ví dụ 1: Thành phần bê tông chính thức độ sụt 180 mm có hàm lượng cát $C = 850$, đá $\bar{D} = 1000$, nước trộn $N = 165 \text{ kg/m}^3$; độ ẩm thực tế cát $W_c = 3 \%$, đá $W_d = 0,5 \%$. Hàm lượng cát, đá và nước thực tế (C_{tt} , $\bar{D}_{tt}$ và N_{tt}) hiệu chỉnh như sau: $C_{tt} = 850 \cdot 1,03 = 876$; $\bar{D}_{tt} = 1000 \cdot 1,005 = 1005$; $N_{tt} = 165 - (876 \cdot 0,03 + 1005 \cdot 0,005) = 134 \text{ kg/m}^3$. Mix trộn thử dùng C_{tt} và $\bar{D}_{tt}$, cho nước từ từ tới khi hỗn hợp bê tông đạt độ sụt 180 mm),

E.2.2 Hiệu chỉnh TPBT khi cát lẫn đá hoặc đá lẫn cát

a) Khi cát thực tế C_{tt} (chỉ gồm các hạt dưới 5 mm) lẫn đá (sỏi) và đá (sỏi) thực tế $\bar{D}_{tt}$ (chỉ gồm các hạt trên 5 mm) lẫn cát chênh lệch không quá 3 % khối lượng so với hàm lượng cát C và đá $\bar{D}$ của thành phần bê tông chính thức thì không phải hiệu chỉnh.

b) Khi cát lẫn đá (sỏi) vượt tỷ lệ trên thì tăng cát, bớt đá bằng khối lượng đá (sỏi) trong cát. Khi đá (sỏi) lẫn cát vượt tỷ lệ trên thì điều chỉnh ngược lại.

Ví dụ 2: Thành phần bê tông chính thức có hàm lượng đá (cỡ hạt trên 5 mm) $\bar{D} = 1000 \text{ kg/m}^3$, cát (cỡ hạt dưới 5 mm) $C = 850 \text{ kg/m}^3$. Giả sử trong cát thực tế lẫn 4 % đá (cát 96 %), trong đá thực tế lẫn 2% cát (đá 98 %). Khi đó $C_{tt} = 850 \cdot 0,96 + 1000 \cdot 0,02 = 836 \text{ kg/m}^3$; $\bar{D}_{tt} = 1000 \cdot 0,98 + 850 \cdot 0,02 = 1.114 \text{ kg/m}^3$. Do C_{tt} so với C TPBT chính thức chênh $(850 - 836) \cdot 100 / 850 = 1,64 \%$ và $\bar{D}_{tt}$ so với $\bar{D}$ thành phần chính thức chênh $(1114 - 1000) \cdot 100 / 1000 = 1,4 \%$, đều nhỏ hơn 3 %, nên không cần hiệu chỉnh.

Ví dụ 3: Thành phần bê tông chính thức có $\bar{D} = 1000$ và $C = 850 \text{ kg/m}^3$, $W_d = 0,05\%$, $W_c = 3 \%$, lượng đá lẫn trong cát thực tế 6 %, cát trong đá 1 %. Khi đó $C_{tt} = 850 \cdot 0,94 + 1000 \cdot 0,01 = 809 \text{ kg/m}^3$; $\bar{D}_{tt} = 1000 \cdot 0,99 + 850 \cdot 0,06 = 1.041 \text{ kg/m}^3$ chênh so với C và $\bar{D}$ TPBT chính thức $(850 - 809) \cdot 100 / 850 = 4,8\%$ và $(1041 - 1000) \cdot 100 / 1000 = 4,1\%$, đều lớn hơn 3 %, nên cần hiệu chỉnh. Bước 1 hiệu chỉnh theo cỡ hạt $C_{tt1} = 850 + 41 = 891 \text{ kg/m}^3$; $\bar{D}_{tt1} = 1000 - 41 = 959 \text{ kg/m}^3$. Bước 2 hiệu chỉnh theo độ ẩm $C_{tt2} = 891 \cdot 1,03 = 918 \text{ kg/m}^3$; $\bar{D}_{tt2} = 959 \cdot 1,005 = 964 \text{ kg/m}^3$; $N_{tt2} = 165 - (918 \cdot 0,03 + 964 \cdot 0,005) = 133 \text{ kg/m}^3$.

E.2.3 Hiệu chỉnh tăng độ sụt TPBT

Khi TPBT hiện trường (đã hiệu chỉnh theo độ ẩm cốt liệu và cỡ hạt cốt liệu) không đạt độ sụt như TPBT chính thức thì có thể tăng độ sụt bằng cách đồng thời tăng cả hàm lượng nước và xi măng, giữ nguyên tỷ lệ N/X .

Ví dụ TPBT chính thức có $X = 412$, $N = 165 \text{ kg/m}^3$, $N/X = 0,4$, độ sụt 180 mm. Khi trộn thử TPBT hiện trường mà độ sụt chỉ đạt 150 mm thì có thể cho thêm đồng thời 5 L nước và 13 kg xi măng, giữ nguyên $N/X = (165+5)/(412+13) = 0,4$.

E.3 Điều chỉnh nhiệt độ hỗn hợp bê tông

E.3.1 Nhiệt độ hỗn hợp bê tông trộn T_{tr} thường tương đương hoặc cao hơn nhiệt độ không khí t_{kk} khoảng từ 0 °C đến 1 °C khi cốt liệu được che nắng và đổ bê tông ban đêm, cao hơn t_{kk} khoảng từ 3°C đến 5°C khi cốt liệu không được che nắng và đổ bê tông ban ngày.

E.3.2 Nhiệt độ hỗn hợp bê tông thay đổi khi vận chuyển ΔT_{vc} như sau: Tăng (hoặc giảm) 0,15 °C khi t_{kk} cao hơn (hoặc thấp hơn) T_{tr} khoảng 1 °C và sau thời gian vận chuyển 1 h.

E.3.3 Để giảm 1 °C nhiệt độ hỗn hợp bê tông trộn, cần giảm nhiệt độ hoặc cốt liệu (1,6 - 1,8) °C, hoặc xi măng (8 - 10) °C, hoặc nước trộn (4,5 - 5,5) °C, hoặc thay (6,0 - 7,0) kg nước trộn bằng đá băng.

Ví dụ 1: Bê tông đổ ban ngày, nhiệt độ không khí $t_{kk} = 33^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ nước trộn 25°C , cốt liệu không được che nắng. Hỗn hợp bê tông trộn có nhiệt độ khoảng $T_{tr} = t_{kk} + 4 = 33 + 4 = 37^{\circ}\text{C}$ (không đạt). Khắc phục bằng một trong các cách: i) Dùng nước trộn 5°C , hạ $T_{tr} = 37 - (25 - 5)/5 = 33^{\circ}\text{C}$; ii) Dùng 32,5 kg đá băng thay phần nước trộn, hạ $T_{tr} = 37 - 32,5/6,5 = 32^{\circ}\text{C}$.

Ví dụ 2. Hỗn hợp trộn $T_{tr} = 32^{\circ}\text{C}$, vận chuyển ở $t_{kk} = 33^{\circ}\text{C}$ trong 2 h, ước tính $\Delta T_{vc} = 0,15 \cdot 2 \cdot (33 - 32) = 0,3^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ hỗn hợp khi vận chuyển tới vị trí đổ $T_{hb} = 32 + 0,3 = 32,3^{\circ}\text{C}$.

E.4 Thời gian cho phép vận chuyển hỗn hợp bê tông

E.4.1 Thời gian cho phép vận chuyển bê tông có pha phụ gia τ_{vc} (h – min) được thí nghiệm trên thành phần bê tông chính thức ở điều kiện nhiệt độ tương tự như khi thi công. τ_{vc} được tính bằng khoảng thời gian từ lúc trộn xong đến khi vận chuyển tới nơi đổ mà hỗn hợp bê tông vẫn còn giữ được giá trị độ sụt theo quy định.

E.4.2 Để xác định τ_{vc} , cần trộn hỗn hợp bê tông với thể tích đủ số lần thử độ sụt (khoảng 8 lit/lần), mỗi lần dùng phần hỗn hợp mới, thử độ sụt theo TCVN 3106:2022 sau mỗi 30 min.

Ví dụ: Xác định τ_{vc} (h – min), biết độ sụt tối thiểu quy định tại nơi đổ 140 mm. Giả sử kết quả thí nghiệm sự thay đổi độ sụt theo thời gian ở nhiệt độ thi công $t_{kk} = 32\text{ }^{\circ}\text{C}$ như Bảng E.1. Xác định được $\tau_{vc} = 1\text{ h }30\text{ min}$.

Bảng E.1 Kết quả thí nghiệm xác định thời gian vận chuyển hỗn hợp bê tông ở nhiệt độ môi trường 32 °C

Thành phần bê tông chính thức	Độ sụt hỗn hợp (mm) sau thời gian trộn,						Thời gian cho phép vận chuyển
	0 min	30 min	1 h	1 h 30 min	2 h	2 h 30 min	
B45/S140	180	170	160	150	130	105	1 h 30 min
.....							

E.4.3 Để tăng thời gian vận chuyển, cách đơn giản là sử dụng phụ gia chậm đông kết hoặc giảm nước cao – chậm đông kết. Liều lượng phụ gia theo chỉ dẫn của nhà sản xuất. Khi dùng quá liều, hỗn hợp bê tông có thể bị tách nước, tách vữa quá mức cho phép hoặc không đông kết được.

E.5 Biên bản giao nhận hỗn hợp bê tông (HHBT) trộn sẵn

Tỉnh (thành phố) ngày.... tháng..... năm

1. Dự án:**2. Công trình (hạng mục):****3. Kết cấu (bộ phận, khối đổ):****4. Thời gian cung cấp:** Bắt đầuh, kết thúch, ngày tháng..... năm.....**5. Thông tin về HHBT được cấp:**

- Nhà thầu cung cấp hỗn hợp bê tông:
- Thành phần bê tông chính thức số, được phê duyệt ngày..... tháng..... năm.....
- Cấp cường độ bê tông chịu nén:.....; Độ chống thấm nước:; Độ mài mòn.....;
- Độ sụt quy định tại nơi đổ:.....; Nhiệt độ hỗn hợp tại nơi đổ:; Thể tích khối đổ:.....

7. Các bên giao nhận:

- Đại diện tư vấn giám sát, chức vụ
- Đại diện nhà thầu cung cấp HHBT:....., chức vụ
- Đại diện nhà thầu thi công chính, chức vụ

8. Kết quả kiểm tra tại nơi đổ

Nội dung kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Đạt	Không đạt
Vật liệu, TPBT hiện trường	Chứng chỉ, phiếu thử phù hợp yêu cầu Bảng 16		
Độ sụt thực tế tại nơi đổ	TCVN 3106:2022, phù hợp độ sụt quy định		
Nhiệt độ hỗn hợp thực tế	Nhiệt kế, phù hợp nhiệt độ quy định		
Thể tích được cấp	Xe trộn, phù hợp thể tích khối đổ		
Tài liệu kèm theo: Phiếu trộn hỗn hợp (độ ẩm cốt liệu, thành phần mẻ trộn thực tế) của từng xe bê tông cung cấp			

9. Kết luậnChấp nhận cho đổ ván khuôn☐; Không chấp nhận cho đổ ván khuôn.....☐

Đại diện tư vấn giám sát (ký và ghi rõ họ tên)	Đại diện nhà thầu chính (ký và ghi rõ họ tên)	Đại diện nhà thầu cung cấp hỗn hợp bê tông (ký và ghi rõ họ tên)
--	---	--

Phụ lục F

(Quy định)

Độ tách nước và tách vữa của hỗn hợp bê tông**Bảng F.1 Giá trị giới hạn độ tách nước, tách vữa của hỗn hợp bê tông (TCVN 9340:2012)**

Tính công tác	Độ sụt, mm	Độ tách nước, %	Độ tách vữa, %
D1	10 ÷ 40	0,4	3
D2	45 ÷ 95	0,4	3
D3	100 ÷ 150	0,8	4
D4	160 ÷ 220	0,8	4

CHÚ THÍCH: Thành phần bê tông cần chọn lại khi độ tách vữa hoặc độ tách nước vượt giá trị giới hạn Bảng F.1. Độ tách nước, tách vữa có thể giảm bằng cách tăng tỷ lệ cát/cốt liệu, tăng hàm lượng phụ gia khoáng hoặc giảm tỷ lệ phụ gia hóa học nếu dùng quá giới hạn nhà cung cấp phụ gia đã chỉ dẫn.

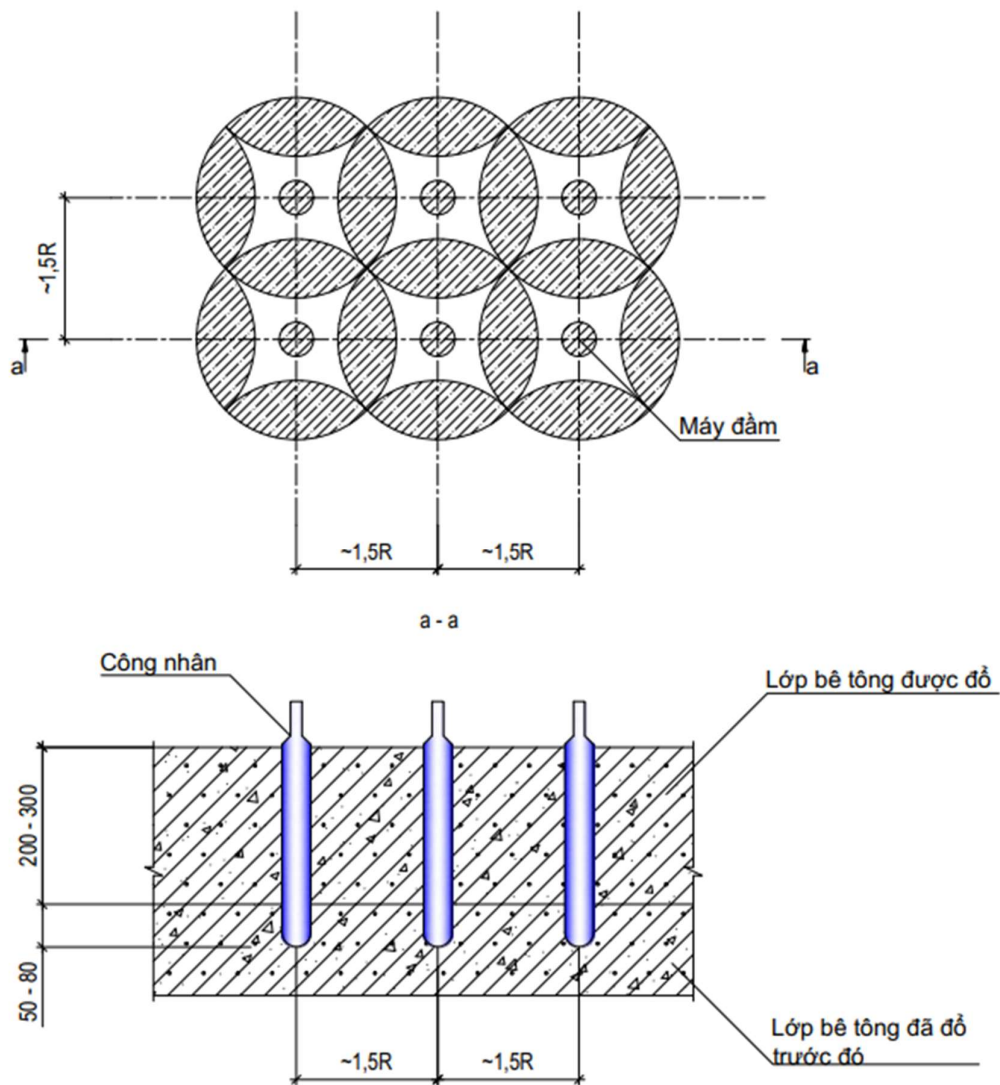
Phụ lục G

(Tham khảo)

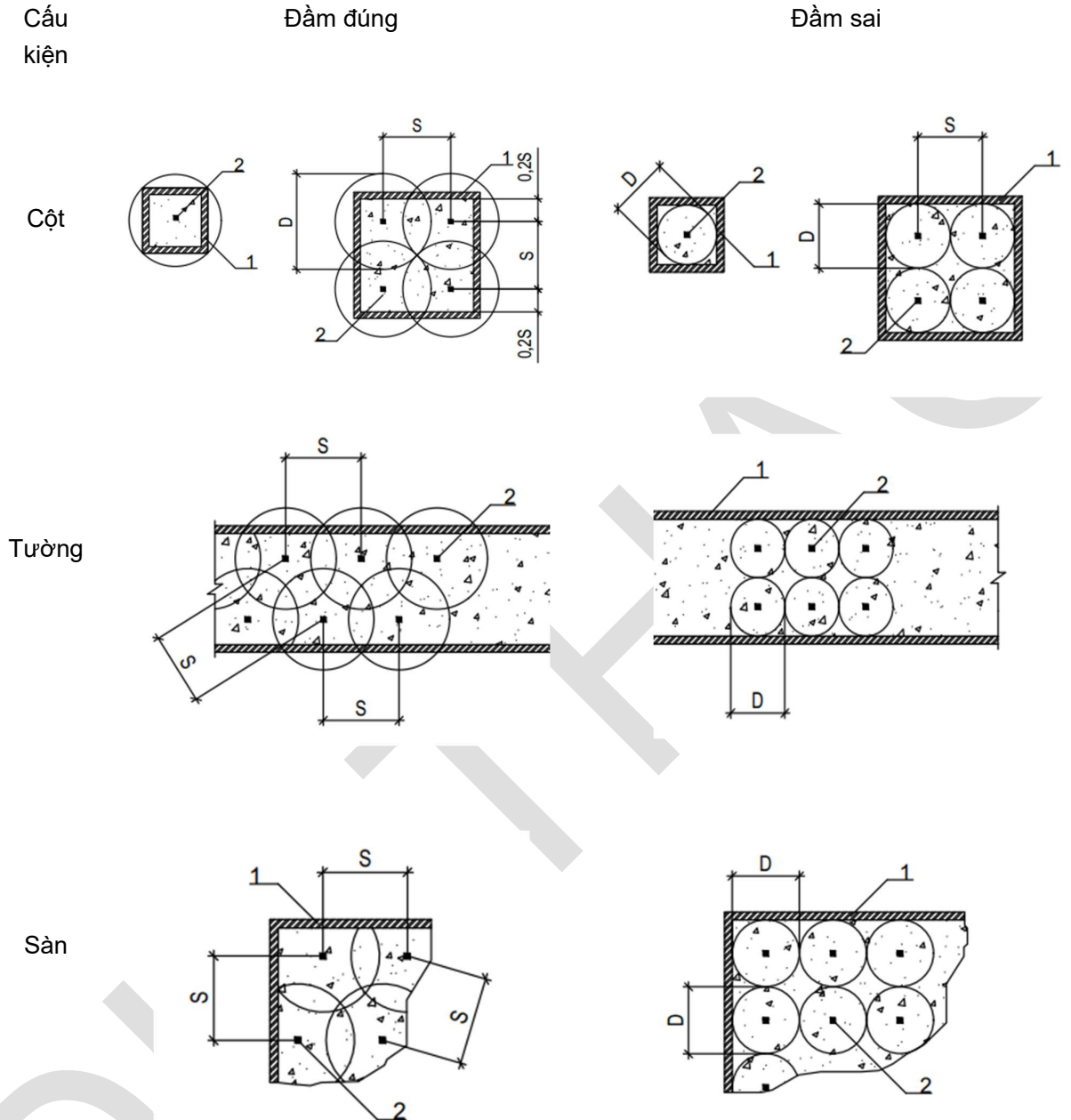
G.1 Sơ đồ di chuyển đầm dùi và đầm bàn

G.1.1 Bước di chuyển đầm dùi phải không được quá 1,5 lần đường kính hoạt động của máy đầm. Đầm dùi cắm sâu vào lớp bê tông đổ trước từ 50 mm đến 80 mm. Sơ đồ đầm dùi trên Hình G.1.

G.1.2 Bước di chuyển đầm bàn phải đảm bảo bước sau chồng lên ranh giới bước trước ít nhất 10 cm.



Hình G.1 Sơ đồ đầm chặt hỗn hợp bê tông bằng đầm dùi

G.1.3 Sơ đồ di chuyển đầm dùi khi đầm các cấu kiện cột, tường và sàn trên Hình G.2.

CHÚ DẪN: 1 – ván khuôn; 2 – điểm đầm; S – khoảng cách di chuyển; D – đường kính tác động đầm

Hình G.2 Sơ đồ di chuyển đầm dùi khi đầm cột, tường, sàn

G.2 Thời gian bảo dưỡng ẩm cần thiết đối với bê tông

G.2.1 Thời gian bảo dưỡng ẩm cần thiết đối với bê tông theo TCVN 8828:2011 trong điều kiện thời tiết thuận lợi trên Bảng G.1.

G.2.2 Trong điều kiện thời tiết không thuận lợi cho bê tông đóng rắn (ví dụ: Vào mùa mưa mà không có mưa hàng ngày hoặc thời gian mưa ngắn; nước mưa không tới được kết cấu, vào các ngày có gió nóng khô hoặc nắng gắt) thì nên tưới nước thêm và kéo dài thời gian bảo dưỡng ẩm tới 7 ngày đêm.

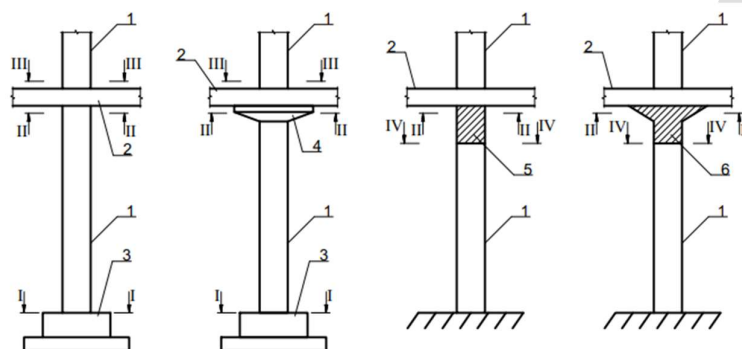
Bảng G.1 Thời gian bảo dưỡng ẩm cần thiết [theo TCVN 8828 : 2011]

Vùng	Mùa	Tháng	Cường độ bd tới hạn. % R_{28}	Thời gian bảo dưỡng, ngày đêm
A) Từ Diễn Châu trở ra Bắc	Hè	IV – IX	50 – 55	3
	Đông	X – III	40 – 50	4
B) Đông Trường Sơn và từ Diễn châu tới Bình Thuận	Khô	II – VII	55 – 60	4
	Mưa	VIII – I	35 – 40	2
C) Tây Nguyên và Nam Bộ	Khô	XII – IV	70	6
	Mưa	V - XI	30	1

G.3 Bố trí mạch ngừng thi công

G.3.1 Mạch ngừng thi công nên đặt ở các vị trí sau (Hình G.1):

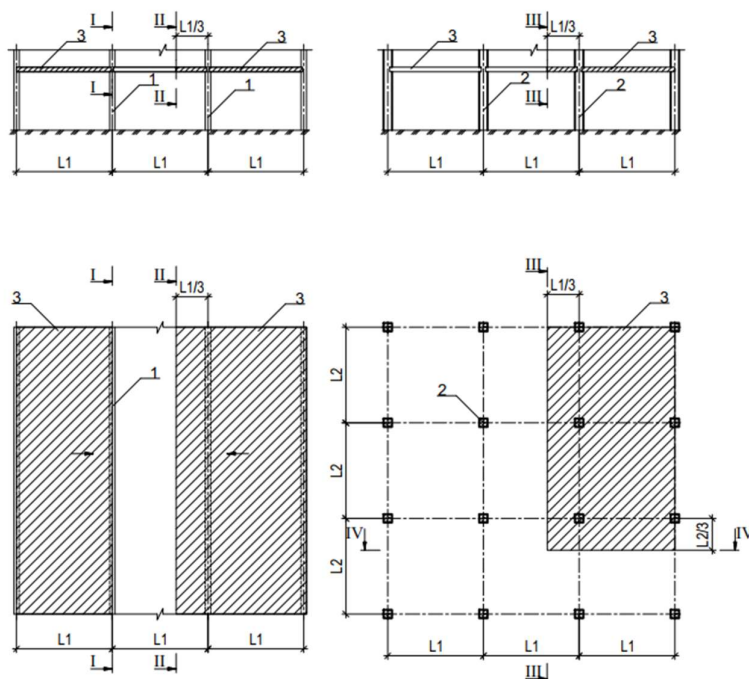
- Đối với cột tại mặt trên của móng, mặt dưới của dầm và công xôn đỡ dầm cần trục, mặt trên của dầm cần trục, mặt dưới của mũ cột;
- Đối với tường tại mặt trên của móng và mặt dưới tấm sàn;
- Đối với dầm kích thước lớn và dầm liên khối với bản tại dưới mặt dưới của bản từ 20 mm đến 30 mm. Trường hợp trong bản có phân tầng độ dày thì tại mặt dưới phân tầng dày của tấm.



CHÚ DẪN: I - IV – vị trí đặt mạch ngừng; 1 – cột; 2 – tấm sàn; 3 – móng; 4 – mũ cột; 5, 6 – dầm

Hình G.3 Sơ đồ bố trí mạch ngừng thi công tại cột và dầm

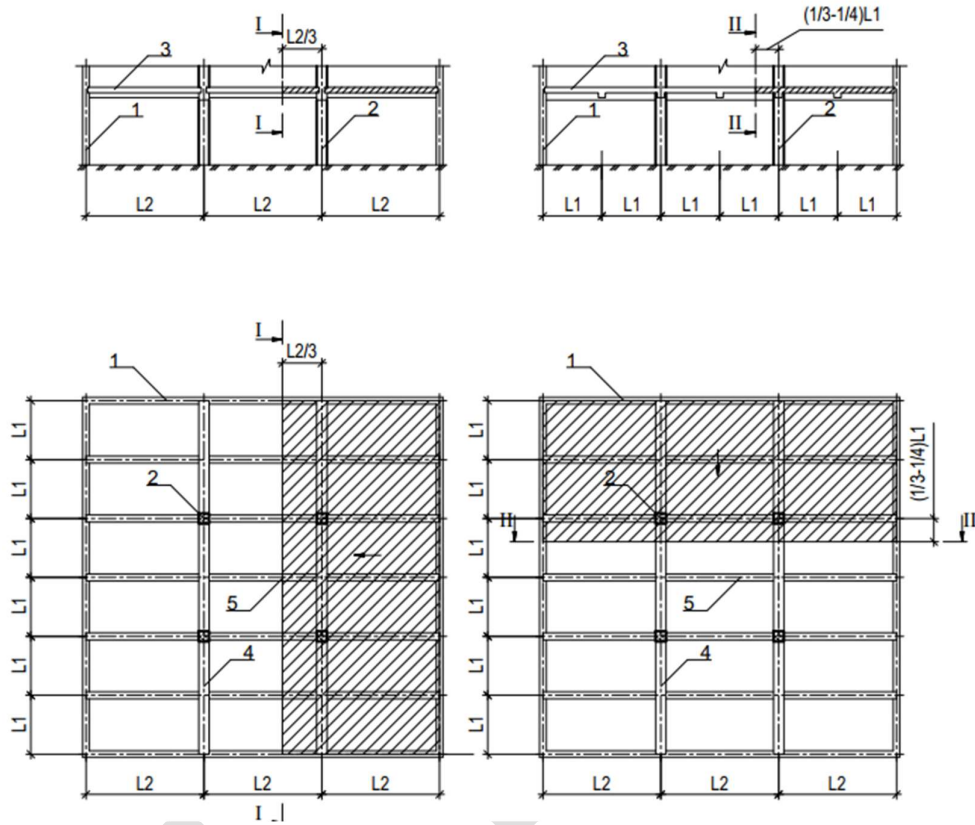
G.3.2 Mạch ngừng thi công ở các tấm phẳng có thể đặt ở vị trí bất kỳ song song với cạnh ngắn nhất của tấm (Hình G.4).



CHÚ DẪN: I - IV – vị trí đặt mạch ngừng; 1 – tường; 2 – cột; 3 – tấm sàn; L1, L2 – khoảng cách tương ứng giữa các trục tọa độ dọc và ngang

Hình G.4 Sơ đồ bố trí mạch ngừng thi công tại các tấm phẳng toàn khối đặt trên tường và cột

G.3.3 Mạch ngừng thi công ở các tấm sàn có sườn song song với dầm phụ thì nên bố trí trong khoảng 1/3 đoạn giữa của nhịp dầm. Khi sườn song song với dầm chính thì nên bố trí ở trong hai khoảng giữa của nhịp dầm và sàn (mỗi khoảng dài 1/4 nhịp) như Hình G.5.



CHÚ DẪN: a) Khi đổ hướng song song dầm chính; b) khi đổ hướng song song dầm phụ; I - II – vị trí đặt mạch ngừng; 1 – tường; 2 – cột; 3 – tấm sàn; 4 – dầm chính; 5 – dầm phụ

Hình G.5 Sơ đồ bố trí mạch ngừng thi công tại các tấm toàn khối sàn có sườn

G.3.4 Khi đổ bê tông kết cấu khối lớn, vòm, bể chứa, cầu và các bộ phận phức tạp của công trình, mạch ngừng thi công thực hiện theo quy định của thiết kế.

G.4 Thi công bê tông theo phương pháp đặc biệt

G.4.1 Phụ lục này quy định một số yêu cầu đối với công tác thi công bê tông theo phương pháp đặc biệt, bao gồm bê tông có tính chất đặc biệt (như bê tông tự lèn, bê tông cốt sợi, bê tông chống thấm mái) và bê tông sử dụng công nghệ đặc biệt (như bê tông khối lớn, bê tông ván khuôn trượt, bê tông phun, bê tông đổ dưới nước).

G.4.2 Thi công bê tông tự lèn

G.4.2.1 Bê tông tự lèn nên dùng để thi công kết cấu hoặc phần kết cấu rất dày cốt thép (ví dụ các nút cột, các tường mảnh) mà nếu đổ bằng bê tông thông thường thì kết cấu dễ bị rỗ.

G.4.2.2 Khi thi công bê tông tự lèn cần đảm bảo các yêu cầu sau:

a) Đường kính hạt cốt liệu lớn nhất chọn không quá 3/4 khoảng cách nhỏ nhất giữa các thanh cốt thép liền kề (trừ chỗ nối); Thành phần bê tông nên có hàm lượng cát và đá xấp xỉ nhau; độ chảy loang của hỗn hợp bê tông theo TCVN 12209:2018 trong khoảng từ 550 mm đến 850 mm (càng dày cốt thép thì lấy độ chảy càng lớn), thời gian chảy đạt đường kính xòe 500 mm trong khoảng từ 2 s đến 5 s;

b) Quy trình trộn, đổ, đầm hỗn hợp bê tông thực hiện theo TCVN 12632:2020.

G.4.3 Thi công bê tông cốt sợi

G.4.3.1 Cốt sợi thép cần đáp ứng TCVN 12392 – 1 – 2018, cốt sợi polyme - TCVN 12392 – 2 – 2018. Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử - TCVN 12393:2018.

G.4.3.2 Thành phần bê tông cốt sợi (gồm bê tông thường và cốt sợi phân tán theo tỷ lệ nhất định) phải đảm bảo độ sụt phù hợp công nghệ thi công và các tính chất bê tông quy định trong thiết kế.

G.4.3.3 Khi thi công bê tông cốt sợi cần đảm bảo các yêu cầu sau:

a) Hỗn hợp bê tông cốt sợi cần trộn bằng máy trộn cưỡng bức. Thời gian trộn tối thiểu 100 và 130 s khi dùng máy trộn dung tích tương ứng $V < 750$ lít và $V = 750 - 1\,500$ lít;

c) Thời gian cho phép từ lúc trộn xong tới khi đổ không quá 1,5 h;

d) Chiều cao rơi tự do của hỗn hợp bê tông cốt sợi khi đổ khuôn không được quá 2,5 m đối với hỗn hợp D4 (độ sụt 160 – 200) mm và không quá 2,0 m đối với hỗn hợp D5 (độ sụt 200 – 250 mm);

đ) Hỗn hợp bê tông cốt sợi phải đổ và đầm trong khuôn theo lớp, không có gián đoạn và cùng về một hướng. Đối với kết cấu tiết diện cao trên 30 cm thì có thể đổ và đầm thành nhiều lớp, mỗi lớp dày không quá 25 cm.

G.4.4 Thi công bê tông chống thấm mái

G.4.4.1 Mái và sàn có lớp bê tông chống thấm nước được thi công theo TCVN 5718 : 1993.

G.4.4.2 Khe co giãn nhiệt của lớp bê tông chống thấm mái phải đặt theo hai chiều vuông góc với nhau. Đối với mái không có lớp chống nóng, khe co giãn nhiệt phải đặt cách nhau (6 – 9) m. Đối với mái có lớp chống nóng đạt yêu cầu kỹ thuật, khoảng cách khe co giãn không nên vượt quá 18 m.

G.4.4.3 Mái có sàn có lớp bê tông chống thấm (bao gồm cả bộ phận thu, thoát nước) cần được bơm nước thử thấm khi nghiệm thu.

G.4.5 Thi công bê tông khối lớn

G.4.5.1 Thi công kết cấu bê tông khối lớn thực hiện theo TCVN 14334:2025. Nhà thầu thi công cần lập biện pháp thi công như đối với kết cấu bê tông thông thường và phương án kiểm soát nhiệt.

G.4.5.2 Phương án kiểm soát nhiệt khối đổ cần đảm bảo đồng thời các yêu cầu sau:

- Nhiệt độ cao nhất trong bê tông khối bê tông phải không lớn hơn 85°C đối với bê tông có tỷ lệ phụ gia khoáng thích hợp và 70 °C khi không có tỷ lệ này;
- Chênh lệch nhiệt độ giữa tâm và mặt khối đổ phải không lớn hơn 20 °C đến 25 °C (ứng với bê tông cấp cường độ B20 tới B70) và được cộng thêm 2 °C khi dùng cốt liệu đá vôi, cộng thêm 2, 3 và 4 °C ứng với tuổi bê tông 3, 5 và 7 ngày;
- Nhiệt độ hỗn hợp bê tông khi đổ không được lớn hơn 32 °C.

G.4.5.3 Các biện pháp vật liệu, công nghệ cơ bản để đáp ứng các yêu cầu trên như sau:

- a) Sử dụng xi măng, phụ gia khoáng, phụ gia hóa học và thành phần bê tông thích hợp;
- b) Trộn hỗn hợp bê tông bằng nước lạnh, đá băng hoặc hạ nhiệt độ cốt liệu...;
- c) Dùng nước giải nhiệt khối bê tông khi cần thiết;
- d) Cách nhiệt khối đổ, tháo dỡ cách nhiệt và ván khuôn ở thời điểm thích hợp.

G.4.6 Thi công bê tông ván khuôn trượt

G.4.6.1 Thi công bê tông bằng ván khuôn trượt đứng thực hiện theo TCVN 9342:2012.

G.4.6.2 Thi công bê tông bằng ván khuôn trượt ngang theo các quy định sau:

- a) Bê tông được đổ liên tục, từng lớp đến hết chiều cao của ván khuôn (cách mép trên từ 50 mm đến 70 mm);
- b) Trong thời gian gián đoạn bắt buộc, cần có biện pháp chống dính giữa bê tông đã đổ với ván khuôn;
- c) Sai lệch trục kết cấu và ván khuôn được kiểm soát bằng các thiết bị, phương tiện thích hợp.

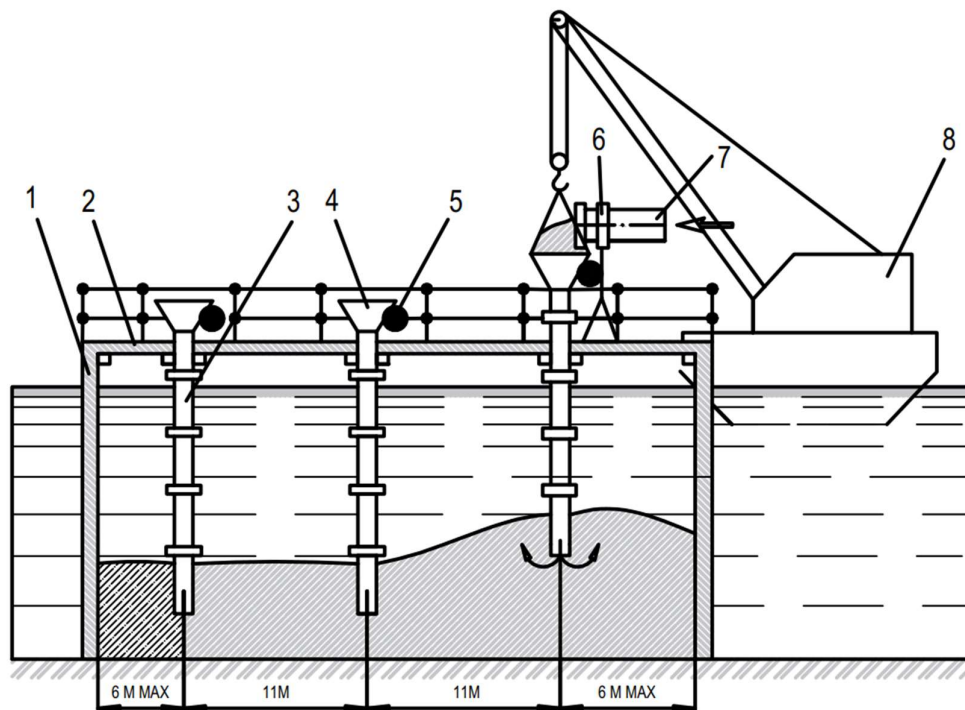
G.4.7 Thi công bê tông dưới nước

G.4.7.1 Thi công bê tông dưới nước có thể thực hiện bằng các công nghệ: Ống nâng (ống di chuyển đứng); vữa dâng; bơm ép hoặc bơm rung; thùng chứa kín; nhồi bê tông hoặc áp suất dư.

G.4.7.2 Đặc điểm công nghệ như sau:

G.4.7.2.1 Đổ bằng ống di chuyển đứng (Hình D.5.1)

- a) Áp dụng để đổ bê tông các kết cấu ngầm dưới nước ở độ sâu từ 1,5 m trở lên. Ống đổ phải luôn đặt ngập trong khối hỗn hợp bê tông và được nâng dần cùng chiều cao đổ. Bê tông nên dùng cấp cường độ không dưới B25;



CHÚ DẪN: 1 – ván khuôn, 2 – sàn thao tác, 3 - ống đổ lắp ghép, 4 – Phễu nạp hỗn hợp, 5 – Đầm rung, 6 – trụ đỡ, 7 – thùng hỗn hợp bê tông, 8 – sà lan

Hình G.6 Đổ bê tông dưới nước bằng phương pháp ống nâng (ống di chuyển đứng)

b) Thi công cọc khoan nhồi bằng ống di chuyển đứng thực hiện theo TCVN 9395:2012; tường barrette (tường trong đất) thực hiện theo TCVN 14213-2:2024.

c) Khi bị gián đoạn do sự cố thì chỉ được phép tiếp tục thi công khi đảm bảo các điều kiện sau:

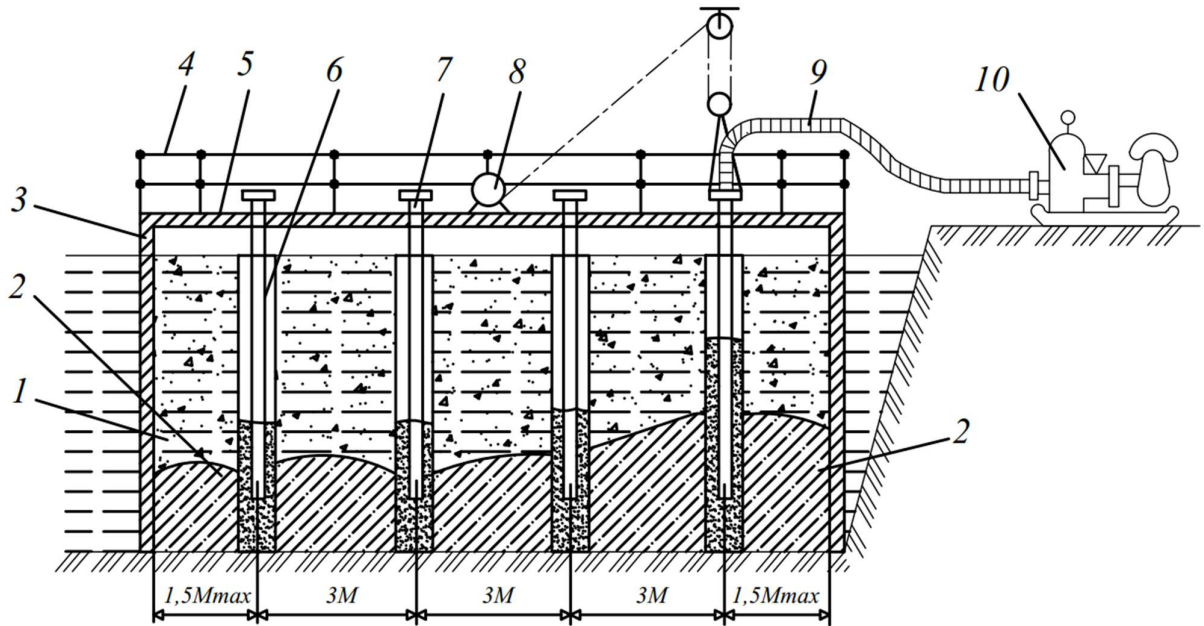
- Bê tông đổ trước đã đạt cường độ không ít hơn 2,5 MPa;
- Bùn và bê tông yếu đã được loại bỏ khỏi bề mặt bê tông đã đổ;
- Mặt bê tông đổ trước đã tạo được kết nối tin cậy (bằng rãnh, neo) với bê tông đổ mới.

d) Trường hợp đổ bê tông trong dung dịch đất sét mà thời gian gián đoạn vượt quá thời gian đông kết của hỗn hợp bê tông thì kết cấu coi là bị lỗi và không được phép sửa lại bằng phương pháp đổ này.

G.4.7.2.2 Đổ bằng phương pháp vữa dâng (Hình G.7)

a) Áp dụng cho các trường hợp: Làm kết cấu bê tông đá hộc dưới nước ở độ sâu tới 20 m với cường độ tương đương khối xây đá hộc; làm kết cấu bê tông đá dăm dưới nước ở độ sâu tới 20 m với cấp cường độ tới B25; gia cố sửa chữa kết cấu dưới nước ở độ sâu từ 20 m đến 50 m (trường hợp này nên dùng vữa xi măng không cát để lấp đầy khối cốt liệu đá dăm).

b) Ống bơm phải đặt trong khối đá hộc hoặc đá dăm xếp sẵn. Lớp vữa xi măng – cát bơm dâng dần độ cao và chèn đầy khe hở giữa các viên đá đồng thời đẩy nước ra.



CHÚ DẪN: 1 – Khối đá hoặc đá dăm xếp sẵn, 2 – vữa, 3 – ván khuôn hoặc cừ, 4 – rào an toàn, 5 – sàn thao tác, 6 – giếng, 7 – ống đổ, 8 – tời, 9 – vòi bơm, 10 – máy bơm vữa

Hình G.7 Đổ bê tông dưới nước bằng phương pháp vữa dâng

G.4.7.2.3 Đổ bằng phương pháp bơm ép hoặc rung ép

a) Áp dụng để đổ bê tông các kết cấu ngầm, chủ yếu là kết cấu thành mỏng. Bê tông dùng cốt liệu kích thước hạt tới 20 mm, cấp cường độ tới B25. Dùng bơm áp lực hoặc chấn động ép hỗn hợp bê tông qua ống đổ vào kết cấu.

b) Khi thi công, ống bơm được đặt ngập trong hỗn hợp vữa, nâng dần theo chiều cao đổ.

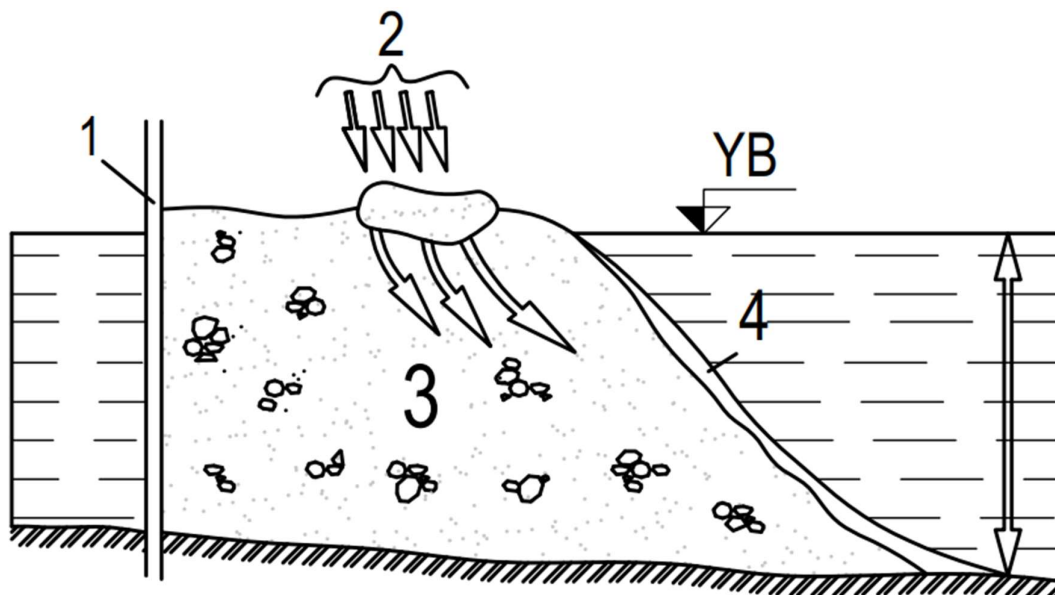
G.4.7.2.4 Đổ bê tông bằng thùng chứa kín

a) Áp dụng để đổ bê tông kết cấu cấp cường độ B20 ở độ sâu trên 20 m. Hỗn hợp bê tông trong thùng kín nước được đưa qua nước tới đáy kết cấu, sau đó tháo đáy thả hỗn hợp vào lòng khối đã đổ bằng cơ cấu chuyên dụng.

b) Khi đổ bê tông dưới nước bằng thùng chứa, không được phép để hỗn hợp bê tông rơi tự do qua lớp nước, cũng như không được san bê tông đã đổ bằng cách di chuyển thùng theo chiều ngang.

G.4.7.2.5 Đổ bê tông bằng phương pháp nhồi (Hình G.8)

a) Áp dụng để đổ bê tông các kết cấu diện tích lớn, chiều sâu không lớn (dưới 1,5 m) đến cao độ nằm trên mực nước. Bê tông dùng cấp cường độ tới B25. Hỗn hợp bê tông được đổ vào một chỗ (gọi là khối “đảo”), từ đây đầm nhồi xuống phía dưới để đẩy dần nước ra.



CHÚ DẪN: 1 – ván khuôn, 2 – vị trí đổ hỗn hợp, 3 – khối bê tông đã đổ, 4 – mặt bê tông tiếp xúc nước

Hình G.8 Đổ bê tông bằng phương pháp nhồi

b) Khi đổ bê tông bằng phương pháp nhồi, phần bê tông mới phải đổ cách mép nước không ít hơn từ 200 mm đến 300 mm. Bê tông không được trôi trên mặt dốc xuống nước. Mặt bê tông khối đổ trên cạn phải được bảo vệ tránh bị rửa trôi và hư hỏng cơ học trong thời gian đông kết và đóng rắn.

G.4.7.2.6 Đổ bằng phương pháp áp suất dư

a) Áp dụng để đổ bê tông kết cấu dưới nước ở độ sâu hơn 10 m, đổ các kết cấu chịu lực quan trọng dày cốt thép, cũng như kết cấu có yêu cầu cao về chất lượng bê tông. Cũng có thể áp dụng để đổ các kết cấu ngầm trong đất ngậm nước và điều kiện địa chất thủy văn phức tạp.

b) Khi đổ, cần bơm liên tục hỗn hợp bê tông với áp suất dư, bê tông chiếm chỗ đẩy dần nước ra.

G.4.7.3 Khi đổ bê tông dưới nước (bao gồm cả trong dung dịch đất sét), cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- a) Cách ly hỗn hợp bê tông khỏi nước trong quá trình di chuyển dưới nước và đổ vào kết cấu;
- b) Ván khuôn (hoặc cừ chắn) phải kín khít;
- c) Bê tông được đổ liên tục trong phạm vi của kết cấu (khối đổ);
- d) Trạng thái của ván khuôn (cừ) cần được kiểm soát trong quá trình đổ bê tông;
- đ) Thời điểm tháo dỡ ván khuôn và chất tải lên các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép dưới nước phải dựa trên kết quả thí nghiệm.

G.4.7.4 Hỗn hợp bê tông đổ trong nước cần đáp ứng yêu cầu Bảng G.2

Bảng G.2 Yêu cầu đối với hỗn hợp bê tông khi đổ dưới nước

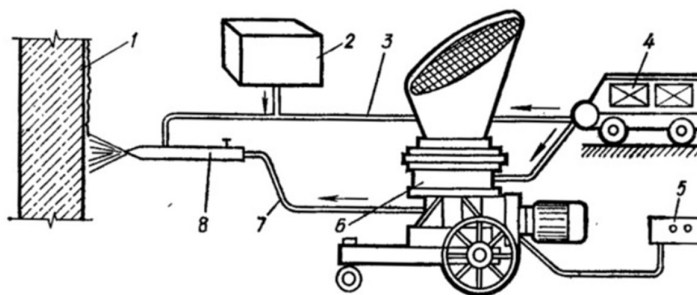
Thông số	Giá trị thông số	Phương pháp kiểm tra
1) Độ sụt của hỗn hợp bê tông khi đổ bằng phương pháp:		
Ống di chuyển đứng, không rung Ống di chuyển đứng, có rung Bơm áp lực Thùng chứa kín Nhồi hỗn hợp	D4 (độ sụt 160 – 220 mm) D2 (độ sụt 45 – 95 mm) D5 (độ sụt 220 - 250 mm) D1 (độ sụt 10 – 40 mm) D2 (độ sụt 45 – 95 mm)	Thí nghiệm theo TCVN 3106:2022 cho từng lô hỗn hợp,
2) Tính chất của hỗn hợp vữa khi đổ bằng phương pháp vữa dâng		
Cấp độ linh động Độ tách nước	120 - 140 mm Không quá 2,5 %	Thí nghiệm theo TCVN cho từng lô vữa (tương đương độ xòe 205-220 mm TCVN 3121-3)
3) Mức ống ngập trong hỗn hợp bê tông khi đổ bằng phương pháp:		
Tất cả phương pháp đổ dưới nước, trừ đổ bằng áp lực Đổ bằng phương pháp áp lực	Không nông hơn 0,8 m và không sâu hơn 2,0 m Không nông hơn 0,8 m. Độ sâu tối đa tùy thuộc vào áp suất bơm	

G.4.8 Thi công bê tông phun**G.4.8.1 Phun khô bê tông**

a) Phun khô bê tông nên áp dụng để phục hồi, gia cố kết cấu bị ăn mòn dày 20 – 50 mm mà không cần ghép ván khuôn;

b) Phun khô có thể tạo ra bê tông cường độ (B40 – B60), độ chống thấm nước (W12 – W16) và khả năng chống ăn mòn cao nhờ tỷ lệ N/X thấp (0,25 – 0,35) và cấu trúc đặc chắc. Công nghệ phun khô có nhược điểm bụi và lượng vật liệu văng rơi lớn (25 – 35%);

c) Sơ đồ công nghệ trên Hình G.9. Hỗn hợp bê tông được trộn khô trước, sau đó đưa lên vòi phun bằng máy nén khí (áp lực 0,4 – 0,5 MPa, công suất khoảng 5 m³/h). Tại đầu vòi phun, hỗn hợp được trộn với nước và phun lên bề mặt tạo lớp bê tông phục hồi, gia cố kết cấu.



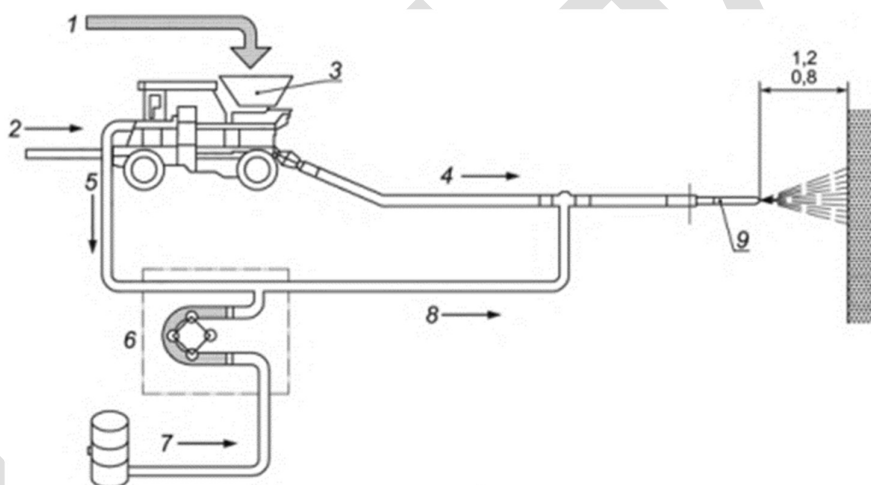
CHÚ DẪN: 1 – Bề mặt phun, 2 – Bình chứa nước, 3 – ống dẫn nước, 4 – Máy nén khí, 5 – nguồn điện, 6 – máy phân phối hỗn hợp xi măng cát khô, 7 – ống dẫn hỗn hợp khô, 8 – đầu phun

Hình G.9 Sơ đồ công nghệ phun khô bê tông

G.4.8.2 Phun ướt bê tông

a) Phun ướt bê tông nên áp dụng trong việc gia cố tường hố đào, tuy nện, sườn dốc; phục hồi các kết cấu gạch đá, bể chứa, kênh dẫn và các kết cấu công trình công nghiệp dày 50 – 100 mm.

b) Sơ đồ công nghệ trên Hình G.10. Hỗn hợp bê tông được trộn nước trước, sau đó được đưa lên vòi phun bằng máy bơm vữa. Tại đường ống, hỗn hợp có thể được trộn thêm chất đóng rắn nhanh, gia tốc bằng khí nén và phun lên bề mặt tạo lớp bê tông kết cấu.



CHÚ DẪN: 1 — Hỗn hợp bê tông trộn trước ; 2 — không khí áp lực; 3 — máy bơm vữa kiểu rotor; 4 — vận chuyển bằng khí nén (dòng mảnh); 5 — không khí; 6 — trạm đóng chất đóng rắn nhanh; 7 — Bình chứa chất đóng rắn lỏng; 8 — hỗn hợp không khí và chất rắn nhanh; 9 — Vòi phun

Hình G.10 Sơ đồ thiết bị phun ướt bê tông

G.4.8.3 Khi phun cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- Bề mặt kết cấu trước khi phun cần được làm sạch (bằng khí nén hoặc nước áp lực);
- Cốt thép cần được làm sạch và định vị chắc, không bị xô dịch khi va chạm bê tông phun;
- Vật liệu phun nên chọn xi măng PC40; cát mô đun độ lớn $M_{dl} \geq 2,4$, cốt liệu lớn đường kính hạt lớn nhất không quá $\frac{1}{2}$ chiều dày lớp phun, không quá $\frac{1}{2}$ kích thước mắt lưới thép (thường 8 mm). Thành phần bê tông chọn bằng cách phun thử nghiệm với vật liệu, thiết bị và công nghệ dự kiến áp dụng, khoan cắt mẫu từ tấm phun để thử cường độ. Tỷ lệ xi măng: cốt liệu nên chọn 1:2 – 1:5; tỷ lệ nước: xi măng 0,25 – 0,35 đối với phun khô, 0,35 – 0,45 đối với phun ướt;

d) Phun thành nhiều lớp, mỗi lớp dày 15 – 20 mm, lớp sau phủ lên lớp trước 150 – 200 mm. Vòi phun giữ vuông góc cách mặt phun khoảng 0,7 – 1,2 m. Điều chỉnh các thông số công nghệ để tạo lớp phun đặc chắc (nhận biết qua dấu hiệu lớp phun chớm chảy, nhưng chưa chảy xệ). Không cho phép lớp vữa chảy xệ quá $\frac{1}{2}$ chiều dày lớp phun;

đ) Bảo dưỡng ẩm bê tông 7 ngày. Kiểm tra cường độ bê tông bằng mẫu khoan từ kết cấu phun.

G.4.8.4 Bê tông phun trong công trình hầm giao thông thực hiện theo TCVN 13509:2022.

G.5 Ví dụ lấy mẫu kiểm tra và đánh giá cường độ bê tông

G.5.1 Ví dụ lấy mẫu kiểm tra

Mẫu kiểm tra cường độ nén của bê tông lấy theo điều 8.7.1.2. Số tổ mẫu theo thể tích khối đổ. Mỗi tổ mẫu được định vị vào vị trí kết cấu cụ thể để thuận lợi cho việc kiểm tra sau này.

Ví dụ 1. Khối đổ là một kết cấu

Kết cấu dầm chuyển thể tích 560 m^3 , gồm nhiều đoạn dầm cùng chiều cao 3 m nhưng chiều rộng khác nhau và được đổ một lần. Để thử R_{28} bê tông khối đổ này, số tổ mẫu tối thiểu cần lấy là $560:60 = 9,3$, lấy thành 10 tổ mẫu. Chia chiều cao đổ thành 10 phần. Mỗi phần cao 0,3 m lấy 1 tổ mẫu.

Ví dụ 2. Khối đổ là một phần kết cấu

Kết cấu dầm sàn thể tích 350 m^3 được đổ thành 2 đợt (đợt một 180 m^3 , đợt hai 170 m^3 , giữa 2 đợt để mạch ngừng). Số tổ mẫu cần lấy cho khối đổ đợt 1 là $180:20 = 9$ tổ, cho khối đổ đợt 2 là $170:20 = 8,5$, cũng lấy thành 9 tổ. Chia sàn thành 9 ô hoặc dải đổ. Mỗi ô hoặc dải lấy 1 tổ mẫu. Để kiểm tra thời điểm tháo đà giáo, có thể đúc thêm 1 – 2 tổ mẫu thử R_7 cho mỗi khối đổ;

Ví dụ 3. Khối đổ là nhóm cấu kiện kết cấu

a) 3 móng cột thể tích 36, 26, 22 m^3 cùng đổ một lần. Tổng thể tích của 3 móng: $36 + 26 + 22 = 84 \text{ m}^3$. Căn cứ quy định 100 m^3 móng kết cấu lấy 1 tổ mẫu thì số tổ mẫu cần đúc để thử R_{28} cho khối đổ này là một tổ mẫu. Tổ mẫu này có thể lấy từ xe bê tông bất kỳ.

b) Cũng 3 khối móng như ví dụ 3.a, nhưng là móng đỡ thiết bị. Khi đó số tổ mẫu cần đúc là 3 tổ riêng biệt, mỗi tổ từ bê tông một móng.

G.5.2 Ví dụ đánh giá cường độ bê tông một khối đổ

G.5.2.1 Khối đổ được đánh giá có cường độ bê tông đạt cấp cường độ thiết kế khi thỏa mãn điều kiện:

$R_{tb} \geq R_m$ và không có tổ mẫu nào có cường độ nhỏ hơn R_{min} , trong đó:

- R_m : cường độ bê tông quy đổi từ cấp cường độ chịu nén B, $R_m = 1,285 \cdot B$ (MPa);

- R_{min} : cường độ bê tông tối thiểu của cấp cường độ chịu nén B, $R_{min} = 1,1 \cdot B$ (hay $0,85 \cdot R_m$, MPa).

G.5.2.2 Ví dụ

Ví dụ 1. Đánh giá cường độ bê tông kết cấu móng bê máy kích thước 10,0 x 8,0 x 3,0 m, bê tông B40, cốt liệu $D_{max} = 40 \text{ mm}$, độ sụt 50 – 80 mm, đổ một lần.

a) Giả sử với thể tích móng $V = 10 \cdot 8 \cdot 3 = 240 \text{ m}^3$ đã lấy 5 tổ mẫu thử (240 : 50, mỗi tổ mẫu cho 0,6 m chiều cao), cường độ các tổ mẫu thử theo TCVN 3018:2022 là: 54,3; 58,1; 60,2; 53,6; 55,4 MPa.

b) Đánh giá:

- $R_m = 1,285 \cdot B = 1,285 \cdot 40 = 51,4 \text{ MPa}$; $R_{min} = 1,1 \cdot B = 44 \text{ MPa}$.

- $R_{tb} = (54,3 + 58,1 + 60,2 + 53,6 + 55,4)/5 = 56,3 \text{ MPa}$.

- Do $R_{tb} > R_m$ ($56,3 > 51,4 \text{ MPa}$) và không có tổ mẫu nào có cường độ nhỏ hơn $R_{min} = 44 \text{ MPa}$ nên bê tông khối đổ (cũng là của kết cấu móng) đạt cấp cường độ bê tông thiết kế B40.

Ví dụ 2. Đánh giá cường độ bê tông trụ cầu B60 $a \times b \times h = 2,0 \times 9,0 \times 10$ m, được đổ thành 2 đợt, mỗi đợt cao 5 m.

a) Giả sử mỗi đợt đổ đã đúc 2 tổ mẫu ($n = V:60 = 2 \times 9 \times 5:60 = 1,5$ lấy là 2), cường độ bê tông các tổ mẫu đợt 1 là 81,5 và 80,7 MPa; đợt 2 là 83,7 và 82,5 MPa.

b) Đánh giá:

- $R_m = 1,285 \cdot B = 1,285 \cdot 60 = 77,1$ MPa; $R_{min} = 1,1 \cdot B = 1,1 \cdot 60 = 66$ MPa.

- $R_{tbđợt1} = (81,5 + 80,7)/2 = 81,1$ MPa; $R_{tbđợt2} = (83,7 + 82,5)/2 = 83,1$ MPa. Do $R_{tbđợt1}$ và $R_{tbđợt2}$ đều lớn hơn R_m , đồng thời, không có tổ mẫu nào có cường độ thấp hơn $R_{min} = 66$ MPa nên cường độ bê tông trụ cầu (từ 2 khối đổ) đạt cấp cường độ bê tông thiết kế B60..

Ví dụ 3. Đánh giá cường độ bê tông nhóm 3 cột khung kích thước $1,2 \times 1,4 \times 3,6$ m cấp cường độ bê tông B50 cùng đổ một lần.

a) Theo quy định, bê tông 3 cột $V = 3 \times 1,2 \times 1,4 \times 3,6 = 18,3m^3$ lấy 1 tổ mẫu. Giả sử cường độ của tổ mẫu này là 68,5 MPa.

b) Đánh giá:

- $R_m = 1,285 \cdot B = 1,285 \cdot 50 = 64,3$ MPa; $R_{min} = 1,1 \cdot B = 1,1 \cdot 50 = 55$ MPa.

- Do cột có $R > R_m > R_{min}$ ($68,5 > 64,3 > 55$) MPa, bê tông nhóm 3 cột đạt cấp cường độ thiết kế B50.

G.5.3 Ví dụ đánh giá cường độ lô bê tông

G.5.3.1 Các tổ mẫu kiểm tra cần được phân lô. Mỗi lô bao gồm thể tích bê tông của một phần hoặc một vài kết cấu có cùng thành phần, được thi công liên tục theo một công nghệ trong thời gian không quá 2 ngày đêm. Việc tính toán $R_{lô}$, R_{yc} thực hiện theo TCVN 10303:2014. Khuyến cáo sử dụng quy trình T15. Giai đoạn tham chiếu gồm lô bê tông cần đánh giá và các lô ngay trước nó với tối thiểu 15 số liệu cường độ. Trình tự và công thức tính toán như sau:

(i) Giá trị trung bình cường độ các tổ mẫu trong lô $R_{lô} = (R_1 + R_2 + \dots + R_n)/n$;

(ii) Sai phương lô $S_{lô} = W_{max}/\alpha$, trong đó $W_{max} = R_{max} - R_{min}$; $\alpha = 1,13; 1,69; 2,06; 2,33$ và $2,5$ ứng với số tổ mẫu n tương ứng 2, 3, 4, 5 và 6;

(iii) Hệ số biến động lô $V_{lô} = (S_{lô} \cdot 100/R_{lô})$;

(iv) Hệ số biến động giai đoạn tham chiếu $V_{t\text{chiếu}} = (V_{lô1} \cdot n_1 + V_{lô2} \cdot n_2 + V_{lô3} \cdot n_3 + V_{lô4} \cdot n_4 + \dots)/N$, trong đó $n_1, n_2, n_3, n_4, \dots$ – số tổ mẫu trong lô tương ứng, $N = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + \dots$;

(v) $K_{yc} = 1/(1 - t_{\alpha} \cdot V_{t\text{chiếu}}/100)$, trong đó $t_{\alpha} = 1,76; 1,73; 1,71; 1,7; 1,68$ và $1,64$ ứng với số giá trị cường độ (tổ mẫu) là 15, 20, 25, 30, 31 – 60 và trên 61;

(iv) $R_{yc} = K_{yc} \cdot B$, MPa.

G.5.3.2 Lô bê tông được đánh giá có cường độ đạt cấp cường độ bê tông thiết kế khi thỏa mãn điều kiện: Giá trị trung bình cường độ bê tông các tổ mẫu của lô $R_{lô}$ không nhỏ hơn cường độ yêu cầu R_{yc} và không tổ mẫu nào có cường độ nhỏ hơn B và nhỏ hơn $(R_{yc} - 4)$ MPa.

G.5.3.3 Ví dụ đánh giá cường độ bê tông nhà khung công nghiệp 10 tầng, mặt bằng 18×24 m, cột $0,8 \times 1,2 \times 3,6$ m, lưới 6×6 m (ký hiệu A1 – A5; B1 – B5; C1 – C5; D1 – D5), dầm sàn mỗi tầng thể tích $96 m^3$, bê tông bơm cùng vật liệu và có cấp cường độ thiết kế B30.

a) Giả sử cột mỗi tầng được đổ trong 2 ngày liên tiếp, chia thành 4 đợt, mỗi đợt 5 cột. Sàn được đổ liên tục trong một ngày, 1 tuần sau khi xong cột. Số liệu phân lô và thống kê cường độ trên Bảng G.3.

Bảng G.3 Số liệu thống kê cường độ bê tông cột, sàn tầng 1 và 2

Lô	Cấu kiện	Ngày	Trục	R _{đơn}	Lô	Cấu kiện	Ngày	Trục	R _{đơn}
1	Cột tầng 1	S.01/5	A1, A2, A3, A4, A5	44,5	3	Cột tầng 2	S.14/5	A1, A2, A3, A4, A5	42,5
		C.01/5	B1, B2, B3, B4, B5	42,1			C.14/5	B1, B2, B3, B4, B5	43,6
	Cột tầng 1	S.02/5	C1, C2, C3, C4, C5	40,6		Cột tầng 2	S.15/5	C1, C2, C3, C4, C5	40,7
		C.02/5	D1, D2, D3, D4, D5	39,5			C.15/5	D1, D2, D3, D4, D5	39,0
2	Sàn tầng 1	08/5	Dải trục (1 – 2)x(A-D)	44,8	4	Sàn tầng 2	22/5	Dải trục (1 – 2)x(A-D)	40,8
			Dải trục (2 – 3)x(A-D)	41,7				Dải trục (2 – 3)x(A-D)	38,2
			Dải trục (3 – 4)x(A-D)	42,5				Dải trục (3 – 4)x(A-D)	37,0
			Dải trục (4 – 5)x(A-D)	40,1				Dải trục (3 – 4)x(A-D)	37,3
								Dải trục (4 – 5)x(A-D)	

b) Đánh giá cột tầng 1, 2 và sàn tầng 1:

Các cấu kiện này đổ trong giai đoạn đầu khi chưa đủ 15 số liệu thống kê, vì vậy cường độ bê tông được đánh giá theo khối đổ. Đối với cột, mỗi nhóm cột (A1 – A5), (B1 – B5), (C1 – C5) và (D1 – D5) của tầng 1 và 2 coi là một khối đổ. Bê tông các cột này đều đạt cấp cường độ thiết kế B30 vì cường độ các tổ mẫu ($R_{đơn}$) đều lớn hơn $R_m = 38,6$ MPa. Đối với sàn, sàn mỗi tầng coi là một khối đổ. Sàn tầng 1 có giá trị trung bình cường độ 4 tổ mẫu $R_{tb} = (44,8 + 41,7 + 42,5 + 40,1)/4 = 42,3$ MPa lớn hơn R_m và không có tổ mẫu nào cường độ thấp hơn $R_{min} = 33$ MPa nên bê tông khối sàn này cũng đạt cấp cường độ bê tông thiết kế B30.

c) Đánh giá sàn tầng 2:

Trong giai đoạn này đã có 16 số liệu cường độ (kể cả sàn tầng 2), đủ điều kiện để đánh giá sàn tầng 2 theo quy trình T15 của TCVN 10303:2014. Việc phân lô như sau: Cột tầng 1 đổ trong 2 ngày 1/5 và 2/5 xếp thành lô 1. Sàn tầng 1 đổ ngày 8/5 xếp thành lô 2. Cột tầng 2 đổ trong 2 ngày 14/5 và 15/5 xếp thành lô 3. Sàn tầng 2 đổ ngày 22/5 xếp thành lô 4. Lấy giai đoạn tham chiếu từ 1/5 tới 22/5 bao gồm lô sàn tầng 2 cần đánh giá cường độ và 3 lô trước nó. Tính toán:

(i) $R_{l01} = (44,5 + 42,1 + 40,6 + 39,5)/4 = 41,7$ MPa; $R_{l02} = 42,3$ MPa; $R_{l03} = 41,5$ MPa; $R_{l04} = (40,8 + 38,2 + 37,0 + 37,3) = 38,3$ MPa;

(ii) $S_{l01} = (44,5 - 39,5)/2,06 = 2,43$ MPa; $S_{l02} = (44,8 - 40,1)/2,06 = 2,28$ MPa; $S_{l03} = (43,6 - 39,0)/2,06 = 2,23$ MPa; $S_{l04} = (40,8 - 37,0)/2,06 = 1,84$ MPa;

(iii) $V_{l01} = 2,43 \cdot 100/41,7 = 5,8$ %; $V_{l02} = 2,28 \cdot 100/42,3 = 5,4$ %; $V_{l03} = 2,23 \cdot 100/41,5 = 5,4$ %; $V_{l04} = 1,84 \cdot 100/38,3 = 4,8$ %;

(iv) $V_{thamchiếu} = (5,8 \cdot 4 + 5,4 \cdot 4 + 5,4 \cdot 4 + 4,8 \cdot 4)/16 = 5,4$ %.

(v) $K_{yc} = 1 / (1 - 1,76 \cdot 5,4/100) = 1 / 0,92 = 1,11$;

(iv) $R_{yc} = K_{yc} \cdot B$; $R_{yc} = 1,11 \cdot 30 = 33,3$ MPa.

Đánh giá theo các điều kiện: $R_{l04} \geq R_{yc}$ ($38,3 > 33,3$ MPa) và $R_{min} \geq B$ ($37,0 > 30$ MPa) đồng thời $R_{min} \geq R_{yc} - 4$ ($37 > 33,3 - 4 = 29,3$ MPa) thì lô 4 sàn tầng 2 đạt cấp cường độ bê tông thiết kế B30.

d) Đánh giá các cột và sàn tầng 3 – 10.

Bảng D.6.1 có thể nối dài để đánh giá cường độ bê tông các cột và sàn các tầng từ 3 tới 10. Khi đó các số liệu $R_{đơn}$, R_{l0} , S_{l0} và V_{l0} sẽ của lô các cột và sàn cần đánh giá. Riêng $V_{thamchiếu}$ và K_{yc} sẽ bao gồm lô cần đánh giá và 3 lô ngay trước nó.

G.6 Biên bản nghiệm thu công tác thi công khối đổ

Tỉnh (thành phố)....., ngày....., tháng....năm.....

1. Dự án:**2. Công trình (hạng mục):****3. Kết cấu (bộ phận):****4. Thời gian nghiệm thu:** Bắt đầuh ngày tháng ... năm ;

Kết thúch ngày tháng ... năm ;

5. Địa điểm nghiệm thu:.....**6. Thành phần nghiệm thu:**

- Đại diện tư vấn giám sát:, chức vụ:

- Đại diện nhà thầu thi công chính:, chức vụ:

- Đại diện nhà thầu thi công phụ, chức vụ:

7. Kết quả đánh giá

Nội dung đánh giá	Phương pháp đánh giá	Đạt	Không đạt
Công tác ván khuôn	Biên bản nghiệm thu ván khuôn đà giáo		
Công tác cốt thép	Biên bản nghiệm thu công tác cốt thép		
Hỗn hợp bê tông	Biên bản giao nhận hỗn hợp bê tông		
Công tác thi công bê tông	Phù hợp biện pháp, tiêu chuẩn		
Lấy mẫu thí nghiệm	Phù hợp quy định thiết kế, tiêu chuẩn		
Cường độ nén và tính chất khác	Đạt quy định thiết kế		
Tài liệu kèm theo: Các biên bản nghiệm thu ván khuôn, cốt thép, giao nhận bê tông trộn sẵn, lấy mẫu; Các phiếu thử cường độ và tính chất khác của bê tông ở tuổi thiết kế.			

8. Kết luậnChấp nhận nghiệm thu☐; Không chấp nhận nghiệm thu.....☐

Đại diện nhà thầu phụ (ký và ghi rõ họ tên)	Đại diện nhà thầu chính (ký và ghi rõ họ tên)	Đại diện tư vấn giám sát (ký và ghi rõ họ tên)
---	---	--

Phụ lục H

(Tham khảo)

H.1 Biên bản kiểm tra sai lệch kích thước kết cấu

Tỉnh (thành phố)....., ngày....., tháng.....năm.....

1. Dự án:**2. Công trình (hạng mục):****3. Kết cấu (phần kết cấu):****4. Thời gian nghiệm thu:** Bắt đầuh ngày tháng ... năm ;

Kết thúch ngày tháng ... năm ;

5. Địa điểm nghiệm thu:**6. Thành phần nghiệm thu:**

- Đại diện nhà thầu thi công chính:, chức vụ:

- Đại diện tư vấn giám sát:, chức vụ:

7. Kết quả đánh giá

Nội dung đánh giá	Phương pháp đánh giá	Đạt	Không đạt
Độ thẳng đứng các mặt kết cấu	Trắc đạc		
Độ lệch trục các cột nhà khung	Trắc đạc		
Độ phẳng mặt cột, tường, trần	Thước đo		
Sai lệch cao độ mặt bê tông	Trắc đạc		
Sai lệch nhịp kết cấu	Trắc đạc		
Sai lệch tiết diện các bộ phận	Thước đo		
Sai lệch trục đứng của kết cấu so với trục thiết kế	Trắc đạc		
Sai lệch cao độ gối tựa kết cấu	Trắc đạc		
Sai lệch vị trí bu lông neo	Trắc đạc		
Tài liệu kèm theo: Kết quả đo			

8. Kết luận

Sai lệch trong giới hạn cho phép ; Sai lệch không trong giới hạn cho phép (Phụ lục kèm theo)

Đại diện tư vấn giám sát (ký và ghi rõ họ tên)	Đại diện nhà thầu chính (ký và ghi rõ họ tên)	Đại diện nhà thầu phụ (ký và ghi rõ họ tên)
--	---	---

H.2 Biên bản kiểm tra chất lượng bề mặt kết cấu

Tỉnh (thành phố)....., ngày....., tháng....năm.....

1. Dự án:**2. Công trình (hạng mục):****3. Kết cấu (bộ phận):****4. Thời gian nghiệm thu:** Bắt đầuh ngày tháng ... năm ;

Kết thúch ngày tháng ... năm ;

5. Địa điểm nghiệm thu:**6. Thành phần nghiệm thu:**

- Đại diện nhà thầu thi công chính:, chức vụ:

- Đại diện tư vấn giám sát:, chức vụ:

7. Kết quả đánh giá (mặt cột, tường, trần):

Nội dung đánh giá	Phương pháp đánh giá	Đạt	Không đạt
Độ lồi lõm cục bộ	Thước đo		
Độ bằng phẳng	Thước 2 m		
Mề cạch	Thước đo		
Vết nứt	Kính đo chiều rộng vết nứt		
Bê tông rỗ, hở cốt thép, gỉ thép	Bằng mắt		
Tài liệu kèm theo: Sơ đồ vị trí không đạt yêu cầu chất lượng kèm ảnh minh họa			

8. Kết luận

Chất lượng trong giới hạn cho phép;Chất lượng không trong giới hạn cho phép (Phụ lục).

Đại diện tư vấn giám sát (ký và ghi rõ họ tên)	Đại diện nhà thầu chính (ký và ghi rõ họ tên)
--	---

H.3 Xử lý khuyết tật

H.3.1 Kết cấu có sai lệch kích thước quá mức cho phép

- a) Bản vẽ hiện trạng cần thể hiện rõ vị trí kết cấu và kích thước bị sai lệch. Đối với kết cấu dạng tháp, để loại trừ ảnh hưởng của quá trình lún đang tiếp diễn, kích thước kết cấu theo phương đứng nên lấy số đo ổn định sau một số chu kỳ theo dõi;
- b) Kiểm tính khả năng chịu lực, biến dạng của kết cấu theo kích thước thực tế;
- c) Kết cấu được chấp thuận khi kết quả kiểm tính cho thấy kết cấu với các sai lệch thực tế đảm bảo an toàn về chịu lực và biến dạng.

H.3.2 Kết cấu có chiều rộng vết nứt vượt quá giới hạn cho phép

- a) Bản vẽ hiện trạng cần chỉ rõ số lượng, vị trí, độ dài, bề rộng, chiều sâu các vết nứt; sự thay đổi số lượng, kích thước các vết nứt sau một số chu kỳ theo dõi hoặc khi có tải và không tải;
- b) Phân tích nguyên nhân nứt và sự ổn định kích thước vết nứt;
- c) Phương án xử lý nứt khuyến cáo như sau:
 - (i) Đối với các vết nứt đã ổn định (nguyên nhân được nhận định do co mềm, co cứng, nhiệt độ, tháo đà giáo sớm hoặc hoặc tải trọng thi công) thì cần lấp đầy vết nứt để bảo vệ cốt thép trong bê tông. Dùng keo epoxy chuyên dụng bơm đầy vết nứt bề rộng trên 0,2 mm. Quét sơn (epoxy, polyuretane) thành băng 200 mm dọc theo và phủ kín các vết nứt bề rộng dưới 0,2 mm.
 - (ii) Đối với vết nứt không ổn định (thay đổi bề rộng do tải trọng) thì phương án xử lý cần ngăn chặn lâu dài được nước, ô xy không khí, chất xâm thực thấm qua vết nứt vào kết cấu gây ăn mòn cốt thép.

H.3.3 Kết cấu có khuyết tật bề mặt vượt quá giới hạn cho phép

- a) Bản vẽ hiện trạng (hình ảnh) cần chỉ rõ vị trí, kích thước dài, rộng, độ sâu của các vết rỗ và hở cốt thép; vị trí, kích thước dài, rộng, độ sâu của các nứt bề mặt; vị trí, kích thước, độ sâu các vùng lõm cục bộ; vị trí, số đo độ không phẳng mặt kết cấu.
- b) Xử lý độ không phẳng mặt khuyến cáo như sau:
 - Thực hiện mài, bả, xoa mặt kết cấu tới khi đạt độ bằng phẳng yêu cầu.
 - Kết cấu để mộc (không sơn, dán giấy, ốp) cần chọn vật liệu bả thích hợp để tạo sự đồng màu.
- c) Xử lý rỗ, lộ cốt thép, lõm lõm, nứt bề mặt khuyến cáo như sau:
 - Đối với các vết rỗ nông (khoảng 15 cm từ bề mặt): Đục toàn bộ bê tông bị rỗ; quét lớp tạo bám dính bằng hồ xi măng hoặc xi măng – polime; ghép ván khuôn (trên có gắn phểu đỡ bê tông); nhồi bê tông hoặc vữa không co (cường độ tương đương bê tông kết cấu) lấp đầy vết rỗ qua phểu đỡ; cắt đầu phểu nhô ra khỏi mặt kết cấu khi bê tông đã rắn chắc và mài phẳng mặt;
 - Đối với các vết rỗ sâu (trên 15 cm từ bề mặt hoặc nằm giữa các thanh cốt thép): Đục hết phần bê tông bị rỗ; đặt ống dẫn vữa vào vị trí sâu nhất cần đổ; bố trí đường thoát khí; quét lớp tạo bám dính; ghép ván khuôn bơm vữa xi măng không co lấp đầy thể tích rỗ; siêu âm kiểm tra độ lấp đầy;
 - Đối với các vết nứt cách, trát vá lại bằng vữa tương đương tỷ lệ X:C của bê tông kết cấu. Các vết nứt lớn cần trát trên lưới thép hoặc lưới nhựa;

- Đối với các vết lõm cục bộ, mài các gờ nổi, tạo nhám mặt và trám vá các chỗ lõm để đạt độ bằng phẳng yêu cầu;
- Đối với các vết gỉ sắt, đục bỏ phần bê tông rỗ hoặc đục chữ V dọc khe nứt tiết ra gỉ, trám lại bằng vữa không co (cường độ tương đương kết cấu) và xoa phẳng mặt.

H.3.4 Bê tông mẫu đúc không đạt cường độ

H.3.4.1 Khi giá trị trung bình cường độ bê tông các tổ mẫu đúc thuộc khối đổ không đạt $1,285 \cdot B$ thì cần kiểm định lại cường độ bê tông toàn bộ khối đổ bằng mẫu khoan hoặc đánh giá trong tập hợp thống kê.

a) Trường hợp sử dụng mẫu khoan thì số tổ mẫu khoan lấy tương đương số tổ mẫu đã đúc. Vị trí khoan phân đều theo thể tích khối đổ. Kích thước và số viên mẫu khoan trong một tổ mẫu lấy theo TCVN 12252:2020. Nén mẫu theo TCVN 3118:2022 (các mẫu có dạng phá hoại không phù hợp quy định tiêu chuẩn được loại bỏ). Bê tông được đánh giá đạt cấp cường độ thiết kế khi giá trị trung bình cường độ các tổ mẫu khoan lớn hơn hoặc bằng $1,15 \cdot B$ và không tổ mẫu nào có cường độ thấp hơn B.

Ví dụ: Kết cấu móng bê máy như ví dụ 1 mục G.5.2.2 (kích thước $10,0 \times 8,0 \times 3,0$ m, bê tông B40, cốt liệu $D_{\max} = 40$ mm, độ sụt 50 – 80 mm, đổ một lần).

(i) Giả sử đã đúc 5 tổ mẫu, cường độ các tổ mẫu đúc là: 44,3; 48,1; 50,2; 43,6; 45,4 MPa. Khi đó $R_m = 1,285 \cdot B = 1,285 \cdot 40 = 51,4$ MPa; $R_{\min} = 1,1 \cdot B = 44$ MPa. $R_{tb} = (44,3 + 48,1 + 50,2 + 43,6 + 45,4)/5 = 46,3$ MPa. Do $R_{tb} > R_m$ ($46,3 < 51,4$ MPa) nên khối móng cần kiểm định lại toàn bộ.

(ii) Khoan 5 tổ mẫu, mỗi phần chiều cao 0,6 m khoan một tổ, mỗi tổ 3 viên phân đều theo chu vi. Kích thước mỗi viên $D \times H = 80 \times 80$ mm (2 lần $D_{\max}$). Giả thiết cường độ các tổ mẫu khoan là: 44,0, 48,5, 50,3, 43,7 và 46,2 MPa. Khi đó $R_{m(k)} = 1,15 \cdot B = 1,15 \cdot 40 = 46$ MPa; $R_{\min(k)} = B = 40$ MPa. $R_{tb(k)} = (44,0 + 48,5 + 50,3 + 43,7 + 46,2)/5 = 46,5$ MPa. Do $R_{tb(k)} > R_{m(k)}$ ($46,3 > 46$ MPa) và không có tổ mẫu nào có cường độ thấp hơn $B = 40$ nên bê tông móng đạt cấp cường độ thiết kế B40.

b) Trường hợp đánh giá trong tập hợp thống kê thì coi khối móng là một lô. Đánh giá cường độ lô này trong tập hợp thống kê với cường độ các lô bê tông trước nó. Điều kiện xếp lô bê tông theo G.5.3.1. Tính toán $R_{lô}$ và R_{yc} theo TCVN 10303:2014. Nếu lô bê tông thỏa mãn điều kiện đánh giá theo G.5.3.2 thì khối đổ này được chấp nhận đạt cấp cường độ bê tông thiết kế.

Ví dụ theo G.5.3.3. Cường độ các tổ mẫu sàn tầng 2 là: 40,8; 38,2; 37,0 và 37,3 MPa. Khi đánh giá bê tông theo khối đổ thì đo giá trị trung bình cường độ các tổ mẫu $R_{tb} = 38,3$ MPa nhỏ hơn $R_m = 1,285 \cdot 30 = 38,6$ MPa nên khối bê tông sàn không đạt cấp cường độ bê tông thiết kế B30. Nhưng khi đánh giá trong tập hợp thống kê thì đo chất lượng thi công đồng đều hơn ($v = 11,1\%$ so với $v = 13,5\%$ trung bình), giá trị trung bình cường độ chỉ cần không nhỏ hơn $R_{yc} = 33,3$ MPa và cường độ nhỏ nhất không nhỏ hơn $B = 30$ MPa. Lô bê tông sàn này đạt cấp cường độ B30.

H.3.4.2 Khi giá trị trung bình cường độ bê tông của các tổ mẫu đúc thuộc khối đổ đạt $1,285 \cdot B$ nhưng có tổ mẫu đúc có cường độ nhỏ hơn $1,1 \cdot B$ thì có thể kiểm định lại riêng phần khối đổ này bằng mẫu khoan. Khoan tối thiểu 3 viên mẫu theo TCVN 12252:2020. Vị trí khoan trên phần bê tông đã lấy và đúc mẫu (phân bố đều theo thể tích), Nén mẫu theo TCVN 3118:2022 (các mẫu có dạng phá hoại không phù hợp quy định tiêu chuẩn được loại bỏ). Bê tông phần kết cấu kiểm định được đánh giá đạt yêu cầu khi giá trị trung bình cường độ bê tông tổ mẫu khoan không thấp hơn B.

Ví dụ: Kết cấu móng bê máy như ví dụ 1 mục G.5.2.2 (kích thước $10,0 \times 8,0 \times 3,0$ m, bê tông B40, cốt liệu $D_{\max} = 40$ mm, độ sụt 50 – 80 mm, đổ một lần). Giả sử đã đúc 5 tổ mẫu, cường độ các tổ mẫu đúc là: 54,3; 56,1; 50,2; 43,0; 50,4 MPa. Khi đó $R_m = 1,285 \cdot B = 1,285 \cdot 40 = 51,4$ MPa; $R_{\min} = 1,1 \cdot B = 44$ MPa. $R_{tb} = (54,3 + 56,1 + 50,2 + 43,0 + 50,4)/5 = 50,8$ MPa. Do $R_{tb} > R_m$ ($46,3 < 51,4$ MPa) nên khối móng cần kiểm định lại toàn bộ.

TCVN 4453:202x

(ii) Khoan 5 tổ mẫu, mỗi phần chiều cao 0,6 m khoan một tổ, mỗi tổ 3 viên phân đều theo chu vi. Kích thước mỗi viên $D \times H = 80 \times 80$ mm (2 lần D_{max}). Giả thiết cường độ các tổ mẫu khoan là: 44,0, 48,5, 50,3, 43,7 và 46,2 MPa. Khi đó $R_{m(k)} = 1,15 \cdot B = 1,15 \cdot 40 = 46$ MPa; $R_{min(k)} = B = 40$ MPa. $R_{tb(k)} = (44,0 + 48,5 + 50,3 + 43,7 + 46,2)/5 = 46,5$ MPa. Do $R_{tb(k)} > R_{m(k)}$ (46,3 > 46 MPa) và không có tổ mẫu nào có cường độ thấp hơn $B = 40$ nên bê tông móng đạt cấp cường độ thiết kế B40.

H.3.5 Bê tông mẫu đúc không đạt tính chất cơ lý khác

a) Khoan cắt mẫu bê tông từ kết cấu theo TCVN 12252:2022. Mỗi tổ mẫu khoan thay một tổ bê tông mẫu đúc. Thí nghiệm kéo khi uốn (qua bừa) theo TCVN 3120:2022, mức chống thấm nước theo TCVN 3116:2022 và mài mòn TCVN 3114:2022.

b) Bê tông kết cấu được đánh giá đạt cấp cường độ kéo khi uốn (qua bừa), chống thấm, mài mòn khi kết quả thí nghiệm trên mẫu khoan đạt quy định của thiết kế.

H.3.6 Kết cấu bị nứt do vi phạm công tác bảo dưỡng

a) Trong giai đoạn bảo dưỡng, nếu bê tông để bị khô trắng và có xuất hiện vết nứt thì lập biên bản vi phạm về công tác bảo dưỡng.

b) Khoan một tổ mẫu (TCVN 12252:2020) để kiểm tra cường độ bê tông tại vị trí bê tông bị khô trắng liền kề vết nứt. Bê tông được chấp nhận đạt yêu cầu khi cường độ tổ mẫu khoan không thấp hơn B.

H.3.7 Mẫu biên bản

Biên bản nghiệm thu hoàn thành việc xử lý khuyết tật

Tỉnh (thành phố)....., ngày....., tháng.....năm.....

1. Dự án:

2. Hạng mục:

3. Kết cấu:

4. Tên khuyết tật xử lý:

5. Thời gian nghiệm thu: Bắt đầuh; kết thúc.....h; ngày tháng..... năm.....

6. Địa điểm nghiệm thu:

7. Thành phần nghiệm thu:

- Đại diện nhà thầu thi công chính:, chức vụ:

- Đại diện nhà thầu thi công xử lý khuyết tật, chức vụ

- Đại diện tư vấn giám sát:, chức vụ:

7. Kết quả đánh giá

Nội dung đánh giá	Phương pháp đánh giá	Đạt	Không đạt
Tính trạng khuyết tật	Có biên bản, bản vẽ tính trạng khuyết tật		
Phương án xử lý khuyết tật	Thiết kế chấp nhận và chủ đầu tư phê duyệt		
Xử lý khuyết tật	Phù hợp thiết kế, tiêu chuẩn		
Diễn biến khuyết tật	Không phát triển, không tái diễn		
Kết cấu sau xử lý	Làm việc bình thường		

Tài liệu kèm theo: Các biên bản, tài liệu liên quan, hình ảnh khuyết tật trước và sau xử lý

8. Kết luận

Chấp nhận nghiệm thu ☐; Không chấp nhận nghiệm thu..... ☐

Đại diện tư vấn giám sát (ký và ghi rõ họ tên)	Đại diện nhà thầu chính (ký và ghi rõ họ tên)	Đại diện nhà thầu phụ (ký và ghi rõ họ tên)
--	---	---

H.4 Bản vẽ hoàn công

H.4.1 Trường hợp các kích thước, thông số thực tế của kết cấu không vượt quá sai số cho phép (Bảng 21) so với kích thước, thông số thiết kế thì bản vẽ thi công được các bên liên quan đóng dấu ký xác nhận để làm bản vẽ hoàn công. Nếu các kích thước, thông số có thay đổi hoặc sai số vượt quá kích thước, thông số thiết kế thì ghi lại các trị số kích thước, thông số thực tế trong ngoặc đơn bên cạnh hoặc bên dưới các kích thước, thông số thiết kế.

H.4.2 Mẫu dấu hoàn công theo Nghị định 06/2021/NĐ-CP ngày 26-01-2021:

Mẫu số 1:

TÊN NHÀ THẦU THI CÔNG XÂY DỰNG		
BẢN VẼ HOÀN CÔNG Ngày tháng năm		
Người lập (Ghi rõ họ tên, chức vụ, chữ ký)	Chỉ huy trưởng công trình hoặc giám đốc dự án (Ghi rõ họ tên, chữ ký)	Tư vấn giám sát trưởng (Ghi rõ họ tên, chức vụ, chữ ký)

Mẫu số 2:

TÊN NHÀ THẦU THI CÔNG XÂY DỰNG			
BẢN VẼ HOÀN CÔNG Ngày tháng năm			
Người lập (Ghi rõ họ tên, chức vụ, chữ ký)	Chỉ huy trưởng hoặc giám đốc dự án của nhà thầu phụ (Ghi rõ họ tên, chữ ký)	Chỉ huy trưởng hoặc giám đốc dự án của tổng thầu (Ghi rõ họ tên, chữ ký)	Tư vấn giám sát trưởng (Ghi rõ họ tên, chức vụ, chữ ký)

H.5 Biên bản nghiệm thu kết cấu hoàn thành

Tỉnh (thành phố), ngày ... tháng ... năm.....

1. Dự án:**2. Công trình:****3. Bộ phận (kết cấu) công trình:****4. Thời gian nghiệm thu:** Bắt đầuh ngày tháng ... năm ;

Kết thúch ngày tháng ... năm ;

5. Địa điểm nghiệm thu:**6. Thành phần nghiệm thu (chủ đầu tư yêu cầu):**

- Đại diện chủ đầu tư:, chức vụ:

- Đại diện tư vấn giám sát:, chức vụ:

- Đại diện nhà thầu thi công chính:, chức vụ:

- Đại diện tư vấn thiết kế (nếu cần):, chức vụ:

- Đại diện nhà thầu thi công phụ (nếu cần):, chức vụ:

7. Đánh giá

Nội dung đánh giá	Phương pháp đánh giá	Đạt	Không đạt
Vật liệu chế tạo và thành phần bê tông	Có thành phần bê tông chính thức các cấp cường độ được duyệt; có đủ chứng chỉ và phiếu thử các vật liệu đã sử dụng để chế tạo bê tông		
Vật liệu cốt thép	Có chứng chỉ và phiếu thử các loại, đường kính cốt thép đã sử dụng để gia công, lắp dựng kết cấu		
Khối đổ	Có biên bản nghiệm thu các khối đổ thuộc kết cấu		
Kết cấu sau thi công	Có biên bản kiểm tra sai lệch kích thước, chất lượng bề mặt; biên bản xử lý khuyết tật (nếu có)		
Kiểm định kết cấu	Kết quả kiểm định, thử tải được thiết kế chấp nhận		
Hoàn công kết cấu	Có bản vẽ hoàn công đóng dấu đúng quy định		
Lún, nghiêng, nứt	Các thông số quan trắc trong giới hạn cho phép		
Tài liệu kèm theo: Điều 9.4.2 TCVN 4453:20xx			

Kết luậnChấp nhận nghiệm thu☐; Chấp nhận nghiệm thu có điều kiện ...☐; Không chấp nhận nghiệm thu ☐;

TCVN 4453:202x

Các nội dung cần khắc phục: Phụ lục kèm theo

Đại diện chủ đầu tư (ký tên, đóng dấu)	Đại diện tư vấn thiết kế (ký tên, đóng dấu)	Đại diện nhà thầu thi công chính (ký tên, đóng dấu)	Đại diện nhà thầu thi công phụ (ký tên, đóng dấu)	Đại diện tư vấn giám sát (ký tên, đóng dấu)
--	---	---	---	---

Thư mục tài liệu tham khảo

1. TCVN 4453:1995 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối, thi công và nghiệm thu
2. SP 435.1325800.2018 Monolithic constructions of concrete and reinforced concrete. Rules of production and acceptance of work
3. SP 70.13330.2012 Load-bearing and separating constructions.