

TCVN 13718:2023

Xuất bản lần 1

**CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - KẾT CẤU BÊ TÔNG VÀ
BÊ TÔNG CỐT THÉP THỦY CÔNG -
YÊU CẦU THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

*Hydraulic structures - Hydraulic concrete and reinforced concrete structures -
Specifications for construction and acceptance*

HÀ NỘI - 2023



Mục lục

Trang

1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu	6
4 Qui định chung	9
5 Công tác ván khuôn và hệ chống	10
6 Công tác cốt thép	19
7 Vật liệu sản xuất bê tông thủy công	30
8 Hỗn hợp bê tông	34
9 Thi công bê tông	38
10 Kiểm tra và nghiệm thu	49
Phụ lục A	57
Thư mục tài liệu tham khảo	60



Lời nói đầu

TCVN 13718:2023 do Cục Quản lý xây dựng công trình biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.



Công trình thủy lợi - Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công - Yêu cầu thi công và nghiệm thu

Hydraulic structures - Hydraulic concrete and reinforced concrete structures - Specifications for construction and acceptance

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu kỹ thuật thi công và nghiệm thu các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép của các công trình thủy lợi, thủy điện, chịu tác động thường xuyên hoặc có chu kỳ của nước hoặc nằm trong môi trường nước.

Khi thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công làm việc trong môi trường biển, môi trường chua phèn và các môi trường xâm thực khác, ngoài các qui định tại tiêu chuẩn này, cần tuân thủ các qui định tại TCVN 9139, TCVN 9346, TCVN 12041 và TCVN 12251.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 1651-1, *Thép cốt bê tông - Phần 1: Thép thanh tròn trơn*;

TCVN 1651-2, *Thép cốt bê tông - Phần 2: Thép thanh vằn*;

TCVN 1651-3, *Thép cốt bê tông - Phần 3: Lưới thép hàn*;

TCVN 2682, *Xi măng pooc lăng - Yêu cầu kỹ thuật*;

TCVN 3105, *Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử*;

TCVN 3106, *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt*;

TCVN 3107, *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp vebe xác định độ cứng*;

TCVN 3108, *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp xác định khối lượng thể tích*;

TCVN 3116, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ chống thấm nước*;

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

TCVN 4116, *Công trình thủy lợi - Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công – Yêu cầu thiết kế*;

TCVN 13718:2023

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

TCVN 6260, *Xi măng pooc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật;*

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

TCVN 8163, *Thép cốt bê tông - Mối nối bằng ống ren;*

TCVN 8215, *Công trình thủy lợi - Thiết bị quan trắc;*

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

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

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

TCVN 9139, *Công trình thủy lợi - Kết cấu bê tông, bê tông cốt thép vùng ven biển - Yêu cầu kỹ thuật;*

TCVN 9159, *Công trình thủy lợi - Khớp nối biến dạng - Yêu cầu thi công và nghiệm thu;*

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

TCVN 9338, *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp xác định thời gian đông kết;*

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

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

TCVN 9346, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu chống ăn mòn trong môi trường biển;*

TCVN 9384, *Băng chắn nước dùng trong mối nối công trình xây dựng - Yêu cầu sử dụng;*

TCVN 9390, *Thép cốt bê tông - Mối nối bằng dập ép ống - Thiết kế, thi công và nghiệm thu;*

TCVN 9392, *Thép cốt bê tông - Hàn hồ quang;*

TCVN 9407, *Vật liệu chống thấm - Băng chặn nước PVC;*

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

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

TCVN 11586, *Xi hạt lò cao nghiền mịn dùng trong bê tông và vữa;*

TCVN 12041, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu chung về thiết kế độ bền lâu và tuổi thọ trong môi trường xâm thực;*

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

TCVN 12252, *Bê tông nặng - Xác định cường độ bê tông trên mẫu khoan cắt từ kết cấu;*

TCVN 13051, *Bê tông - Bê tông xi măng - Thuật ngữ và định nghĩa.*

3 Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa của TCVN 4116, TCVN 13051 và các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1.1

Bê tông thủy công (hydraulic concrete)

Bê tông với khối lượng thể tích không nhỏ hơn 2 300 kg/m³ và độ đặc chắc cao trên cơ sở xi măng thủy, cốt liệu đặc chắc được dùng thi công các kết cấu bê tông và/hoặc bê tông cốt thép có một phần hoặc toàn bộ ngập trong nước.

3.1.2 Kết cấu bê tông (concrete structure)

Kết cấu được thi công hoàn thành từ bê tông không có cốt thép hoặc với lượng thép rất nhỏ (được lắp đặt theo cấu tạo và không được kể đến trong tính toán); trong kết cấu bê tông, nội lực gây bởi các tác động (lực tính toán từ khối lượng bản thân và các tải trọng và tác động bên ngoài) hoàn toàn do bê tông tiếp nhận.

3.1.3

Kết cấu bê tông cốt thép (reinforced concrete structure)

Kết cấu được thi công hoàn thành từ bê tông và cốt thép chịu lực; trong kết cấu bê tông cốt thép, nội lực gây ra bởi các tác động (các lực tính toán từ khối lượng bản thân và các tải trọng và tác động bên ngoài) do bê tông và cốt thép cùng tiếp nhận.

3.1.4

Khe biến dạng (deformation joint)

Khe được hình thành giữa hai kết cấu bê tông, kết cấu bê tông cốt thép hoặc giữa các bộ phận của công trình thủy lợi mà tại đó các kết cấu này chuyển vị độc lập với nhau.

3.1.5

Khe biến dạng lâu dài (permanent joint)

Khe biến dạng cho phép các kết cấu bê tông, kết cấu bê tông cốt thép hoặc các bộ phận của công trình chuyển vị trong quá trình thi công và trong toàn bộ quá trình khai thác hoặc sử dụng.

3.1.6

Khe biến dạng tạm thời (transient joint)

Khe biến dạng cho phép các kết cấu bê tông và/hoặc kết cấu bê tông cốt thép chuyển vị trong quá trình thi công và được liền khối hóa theo qui định của thiết kế.

3.1.7

Khe lún (settlement joint)

TCVN 13718:2023

Khe biến dạng cho phép các kết cấu bê tông và/hoặc kết cấu bê tông cốt thép hoặc các bộ phận của công trình thủy lợi được lún không đều.

3.1.8

Khe cơ giãn (expansion joint)

Khe biến dạng cho phép các kết cấu bê tông và/hoặc kết cấu bê tông cốt thép chuyển vị tương đối với nhau theo phương ngang.

3.1.9

Khe nhiệt (temperature joint)

Khe biến dạng cho phép các kết cấu bê tông và/hoặc kết cấu bê tông cốt thép chuyển vị tương đối với nhau khi nhiệt độ thay đổi.

3.1.10

Khe lún-nhiệt (temperature-settlement joint)

Khe biến dạng được hình thành để cho phép các kết cấu bê tông, bê tông cốt thép hoặc các bộ phận của công trình thủy lợi được lún không đều và chuyển vị khi nhiệt độ thay đổi.

3.1.11

Khớp nổi (deformation joint with waterstop)

Khe biến dạng được lắp đặt băng chắn nước hoặc chèn vật liệu chống thấm đảm bảo đồng thời cho phép các kết cấu bê tông và/hoặc bê tông cốt thép hoặc các bộ phận của công trình chuyển vị mà nước không thấm qua. Khớp nổi là kết cấu ngăn nước được lắp đặt trong khe biến dạng.

3.1.12

Mạch ngừng thi công (construction joint)

Bề mặt tiếp xúc của các khối bê tông (theo cả phương đứng, xiên và phương ngang) đã đổ trước, đóng rắn và có cường độ cơ học với khối bê tông đổ tiếp sau, được dính kết và đóng rắn đến mức mà các khối bê tông này không thể tạo thành một khối thống nhất.

3.1.13

Mô đun mặt hở (module of exposed face)

Tỷ số giữa thể tích và diện tích bề mặt hở của khối bê tông.

3.2 Ký hiệu

B Cấp độ bền hoặc cấp cường độ;

CKD Chất kết dính;

k_{yc} Hệ số cường độ yêu cầu;

N	Nước;
N/CKD	Tỷ lệ lượng nước trên chất kết dính theo khối lượng;
PC	Xi măng poóc lăng (PC40, PC50);
PCB	Xi măng poóc lăng hỗn hợp (PCB30, PCB40, PCB50);
PVC	Băng chắn (chặn) nước từ các pôlyme như polyvinylclorua, polyurethan, polyetylen, ...;
R_{lo}	Cường độ của lô;
R_i	Cường độ đơn;
R_{yc}	Cường độ yêu cầu;
R_{mt}	Cường độ mục tiêu;
q	Xác suất đảm bảo;
s	Độ lệch chuẩn;
v	Hệ số biến động cường độ;
W	Mức chống thấm nước của bê tông (W2; W4; W6; ... W10; W12; W14; ... W20).

4 Qui định chung

4.1 Các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công phải được thi công đảm bảo các qui định của TCVN 4116, hồ sơ thiết kế và các qui định tại tiêu chuẩn này.

4.2 Biện pháp thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công phải được lập phù hợp với các qui định tại hồ sơ thiết kế có tính đến hình dạng và kích thước của kết cấu và công nghệ thi công.

4.3 Trong toàn bộ quá trình sản xuất, lắp dựng ván khuôn, cốt thép và thi công bê tông cần tuân thủ các yêu cầu về an toàn lao động trong xây dựng.

4.4 Sử dụng các loại phụ gia giảm nước, chậm đông kết hoặc phụ gia giảm nước-chậm đông kết và phụ gia khoáng hoạt tính khi sản xuất hỗn hợp bê tông dùng thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công.

4.5 Tổng lượng dùng phụ gia khoáng hoạt tính trong chất kết dính không vượt quá lượng xi măng khi chế tạo bê tông dùng thi công các kết cấu bê tông cốt thép thủy công.

4.6 Ngoại trừ bê tông với cấp cường độ B12,5 và thấp hơn, lượng chất kết dính tối thiểu trong bê tông thủy công với cấp cường độ thiết kế từ B15 trở lên không được nhỏ hơn các giá trị qui định tại Bảng 1 của tiêu chuẩn này.

4.7 Tỷ lệ N/CKD tối đa đối với các mức chống thấm của bê tông thủy công cần được lựa chọn đảm bảo không vượt quá các giá trị qui định tại Bảng 2 của tiêu chuẩn này.

TCVN 13718:2023

4.8 Các kết cấu bê tông cốt thép thủy công, khi thi công bằng ván khuôn trượt, cần tuân thủ TCVN 9342.

Bảng 1 - Lượng chất kết dính tối thiểu trong một mét khối bê tông dùng thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công

N/CKD tối đa	Lượng chất kết dính tối thiểu, kg/m ³	
	Bê tông không thép	Bê tông cốt thép
0,65	260	280
0,60	280	300
0,55	300	320
0,50	-	340
0,45 và thấp hơn	-	360

Bảng 2 - Tỷ lệ N/CKD tối đa đối với bê tông thủy công có yêu cầu chống thấm

Mức chống thấm yêu cầu	N/CKD tối đa tương ứng với mức chống thấm và cấp cường độ chịu nén	
	B20 – B30	từ B35 trở lên
W6	0,60	0,55
Từ W8 đến W12	0,55	0,50
Cao hơn W12	0,50	0,45

5 Công tác ván khuôn và hệ chống

5.1 Yêu cầu chung

5.1.1 Ván khuôn và hệ chống phải được thiết kế và thi công đảm bảo đủ sức chịu tất cả các tải trọng và tác động, đủ độ cứng và ổn định dưới tác động của các tải trọng công nghệ trong toàn bộ quá trình thi công. Tải trọng và số liệu để tính toán ván khuôn và hệ chống được quy định tại Phụ lục A.

5.1.2 Ván khuôn và hệ chống phải được gia công và lắp dựng đảm bảo để kết cấu bê tông và bê tông cốt thép sau khi thi công có vị trí, hình dáng, kích thước hình học và chất lượng bề mặt như qui định trong hồ sơ thiết kế. Cốp pha và hệ chống cần đảm bảo lắp đặt nhanh, dễ tháo dỡ mà không làm hư hại bê tông và không gây khó khăn khi thực hiện các công việc lắp đặt cốt thép, đổ và đầm bê tông và các công việc khác.

5.1.3 Ván khuôn phải được ghép kín, khít để đảm bảo không bị mất nước xi măng khi đổ và đầm hỗn hợp bê tông.

5.1.4 Bu lông neo và thanh truyền các bộ phận (chi tiết) gia cường cần được định hình, dễ lắp và tháo.

5.1.5 Ván khuôn và hệ chống có thể được chế tạo tại nhà máy hoặc được gia công định hình tại công trường. Các loại ván khuôn và hệ chống tiêu chuẩn cần được sử dụng theo chỉ dẫn của nhà sản xuất.

5.2 Vật liệu làm ván khuôn và hệ chống

5.2.1 Ván khuôn có thể làm bằng gỗ tự nhiên, gỗ dán các loại, thép và các kim loại khác, bê tông đúc sẵn, cao su, và nhựa.

Hệ chống và cột chống có thể dùng thép hình, thép hộp hoặc thép ống và các kim loại khác, tre, luồng, tràm.

5.2.2 Ván khuôn và hệ chống bằng kim loại nên sử dụng sao cho phù hợp với khả năng luân chuyển nhiều lần đối với các kết cấu và/hoặc các bộ phận kết cấu khác nhau.

5.2.3 Bề mặt ván khuôn cần ít dính kết với bê tông và lựa chọn phù hợp với yêu cầu hoàn thiện bề mặt kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Bề mặt ván khuôn tiếp xúc với bê tông phải phẳng, nhẵn và sạch, không làm phát sinh vũng, nứt, phình lồi làm ảnh hưởng đến bề mặt kết cấu.

Bề mặt của ván khuôn dùng tạo hình cho các bề mặt bê tông của các kết cấu có yêu cầu chống mài mòn và chống xâm thực thủy khí cần có lớp hấp thụ nước để tăng độ chặt của bề mặt bê tông.

5.2.4 Lựa chọn loại vật liệu làm ván khuôn và hệ chống cần căn cứ vào hình dạng của kết cấu, kích thước kết cấu và mức độ lặp trong quá trình xây dựng, loại nền, thiết bị thi công, yêu cầu về bề mặt bê tông và điều kiện cung ứng vật liệu.

5.3 Thiết kế ván khuôn và hệ chống

5.3.1 Ván khuôn và hệ chống phải được thiết kế đảm bảo các yêu cầu qui định tại 5.1. Số liệu thiết kế ván khuôn và hệ chống được qui định tại Phụ lục A.

5.3.2 Các bộ phận chịu lực của hệ chống nên hạn chế các mối nối. Các mối nối không nên bố trí trên cùng một mặt cắt ngang và ở vị trí chịu lực lớn. Các thanh giằng cần được tính toán và bố trí thích hợp để đảm bảo ổn định và độ cứng của toàn bộ hệ chống và ván khuôn.

5.4 Lắp dựng ván khuôn và hệ chống

5.4.1 Lắp dựng ván khuôn và hệ chống cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- a) Bề mặt ván khuôn tiếp xúc với bê tông cần được chống dính. Khi quét lớp chống dính tại chỗ phải đảm bảo không được làm bắn cốt thép và các phần bê tông tiếp giáp đã đổ trước;
- b) Ván khuôn thành bên các kết cấu tường, sàn, cột, trụ pin và vách nên lắp dựng sao cho phù hợp với việc tháo dỡ sớm mà không ảnh hưởng đến các phần ván khuôn và hệ chống còn giữ lại để chống đỡ tiếp;
- c) Phương pháp lắp dựng ván khuôn và hệ, cột chống phải đảm bảo điều kiện có thể tháo dỡ từng bộ phận mà không ảnh hưởng đến bộ phận tháo sau và cho phép di chuyển dần theo quá trình đổ và đóng rắn của bê tông;

TCVN 13718:2023

- d) Hệ chống và cột chống phải đặt vững chắc trên nền cứng, không bị trượt và không biến dạng khi chịu tải trọng và tác động trong quá trình thi công. Nên dùng nêm điều chỉnh góc nghiêng nhỏ hơn 25 độ;
- e) Đối với kết cấu có chiều cao lớn phải lắp đặt để đổ hỗn hợp bê tông thuận lợi, đảm bảo không bị phân tầng và dễ đầm chặt.

5.4.2 Khi lắp ván khuôn và hệ chống các kết cấu phía trên hoặc giá đỡ của các kết cấu lắp ghép, ván khuôn phía dưới phải có đủ khả năng chịu tải trọng và tác động từ kết cấu phía trên. Trụ đỡ của hệ, cột chống phía trên phải đặt đúng vị trí và trên tấm lót không biến dạng.

5.4.3 Khi lắp dựng ván khuôn cần có các móc trắc đặc hoặc các biện pháp thích hợp để thuận lợi cho việc kiểm tra và nghiệm thu tim trục và cao độ của các kết cấu.

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

5.4.5 Độ không bằng phẳng của ván khuôn sử dụng cho các bề mặt bê tông chịu tác động xâm thực thủy khí phải đảm bảo đáp ứng các yêu cầu sau:

- Không cho phép các mấp mô (lồi, lõm, ...) vượt quá 3 mm - khi vận tốc dòng chảy của nước đến 30 m/s.
- Không cho phép các mấp mô (lồi, lõm, ...) vượt quá 2 mm - khi vận tốc dòng chảy của nước lớn hơn 30 m/s.
- Lắp đặt, neo, giữ ván khuôn khi thi công bê tông các bề mặt chống xâm thực thủy khí cần loại trừ khả năng các móc neo, dây chằng, thanh kéo nhô lên trên bề mặt bê tông.

5.4.6 Bản mã, chi tiết đặt sẵn, bu lông chôn sẵn, thép chò và lỗ chò phải được lắp đặt đúng vị trí và cố định chắc chắn. Sai lệch lắp đặt được qui định tại Bảng 3.

Bảng 3 - Sai lệch cho phép đối với bản mã, chi tiết chôn ngầm và lỗ chò

Nội dung		Sai số cho phép mm
Vị trí tâm bản mã		3
Vị trí tâm ống chôn sẵn		3
Thép chò, bu lông chôn sẵn	Vị trí tâm	2
	Độ dài lồi ra ngoài	+10
Lỗ chò	Vị trí tâm	10
	Kích thước	+10

5.4.7 Lắp đặt ván khuôn tại khe biến dạng lâu dài và tạm thời phải lắp đúng vị trí và phải đảm bảo bề rộng do thiết kế qui định.

Khi thiết kế không qui định, bề rộng của các khe biến dạng giữa các kết cấu, bộ phận của đập và được lấy như sau:

- a) Không nhỏ hơn 20 mm, đối với khe lún, khe lún - nhiệt và khe co - giãn;
- b) Không lớn hơn 10 mm, đối với khe nhiệt.

5.4.8 Tất cả các khe biến dạng ngập trong nước hoặc tại các vùng chịu tác động của nước phải được lắp đặt bằng chấn nước.

5.4.9 Băng chấn nước lắp đặt tại các khớp nối là các băng chấn nước cứng (bằng đồng đỏ hoặc đồng thau) hoặc băng chấn nước mềm (bằng cao su hoặc PVC) có cơ cấu bù chuyển vị phù hợp với chiều rộng khe và đáp ứng các yêu cầu qui định tại TCVN 9384 hoặc TCVN 9407.

5.4.10 Tại các khe nhiệt không qui định chiều rộng khe hoặc được tạo ra bằng cách cắt hoặc xẻ rãnh, cần lắp đặt các băng chấn nước mềm bằng cao su hoặc PVC không có cơ cấu bù chuyển vị đáp ứng các qui định tại TCVN 9384 hoặc TCVN 9407.

5.4.11 Băng chấn nước và ván khuôn của khe biến dạng tại khớp nối phải được lắp đặt đúng vị trí thiết kế. Khoảng cách giữa các băng chấn nước (nếu có nhiều hơn một) và với ống tiêu nước, nếu có, không được nhỏ hơn 3 lần kích thước hạt danh nghĩa của cốt liệu lớn của hỗn hợp bê tông và không nhỏ hơn một phần hai chiều rộng của băng chấn nước.

5.4.12 Băng chấn nước và ván khuôn phải được lắp đặt, định vị và neo giữ chắc chắn, đảm bảo không xô dịch trong toàn bộ quá trình thi công, đảm bảo bê tông phủ kín phần phẳng mà không chèn và lắp đầy cơ cấu bù chuyển vị (ống rỗng "O" hoặc "U" hoặc bề rộng "Ω").

Băng chấn nước cần được cố định cứng tại cơ cấu bù chuyển vị và các mép theo phương đứng, nghiêng và phương ngang đảm bảo không xô dịch trong quá trình đổ và đầm hỗn hợp bê tông. Khoảng cách giữa các vị trí định vị không vượt quá 0,5 m và 1,0 m tương ứng với băng chấn nước mềm và cứng.

Độ lệch của tâm băng và các mép băng không được lệch vượt quá 5 mm khỏi mặt phẳng tiết diện ngang. Qui cách và yêu cầu kỹ thuật, phương pháp lắp đặt, nối băng chấn nước và nghiệm thu cần thực hiện theo qui định tại TCVN 9159, TCVN 9384, TCVN 9407 hoặc hướng dẫn của nhà sản xuất.

5.4.13 Băng chấn nước cần đảm bảo tính liên tục, các mối nối phải được hàn hoặc liên kết kín.

5.4.14 Băng chấn nước mềm đã lắp đặt và chưa được đổ bê tông phủ kín phải được bảo vệ khỏi tác động trực tiếp của bức xạ mặt trời và nước mưa.

5.5 Cầu công tác

5.5.1 Khi thi công trên cao phải thiết kế và lắp dựng cầu công tác.

5.5.2 Cầu công tác phải đảm bảo các yêu cầu sau:

TCVN 13718:2023

- a) Đủ độ cứng (kể cả khi đổ bê tông), chắc chắn, bằng phẳng và không ảnh hưởng đến các công tác khác;
- b) Đủ độ rộng để đi lại, vận chuyển thiết bị thi công và tránh nhau dễ dàng;
- c) Có lan can hai bên chắc chắn với chiều cao không thấp hơn 0,8 m;
- d) Có nẹp, gờ hai bên mép với chiều cao không thấp hơn 0,15 m;
- e) Lưới thép đủ cứng hoặc ván ghép phải chắc chắn và ô lưới hoặc khe giữa các tấm ván không lớn hơn 10 mm.

5.6 Các yêu cầu đối với ván khuôn di chuyển ngang và ván khuôn di chuyển đứng

5.6.1 Các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép có chiều dài lớn (đường hầm, cống dài, ...) cần sử dụng ván khuôn di chuyển ngang. Ván khuôn và hệ chống phải được thiết kế đảm bảo chắc chắn, tháo lắp, di chuyển nhanh và không bị hư hỏng hoặc biến dạng.

5.6.2 Các kết cấu có chiều cao lớn (đập, tường, trụ pin...) cần sử dụng ván khuôn và hệ neo di chuyển theo chiều cao. Căn cứ vào tính chất, thời gian đổ, cấp cường độ, tốc độ đổ và thành phần bê tông để lựa chọn phương án thi công với chiều cao khối đổ khoảng 1,2 m đến 1,5 m hoặc lớn hơn.

Khi sử dụng ván khuôn di chuyển đứng, tham khảo các qui định tại TCVN 9342.

5.6.3 Ván khuôn và hệ chống, neo dịch chuyển theo chiều ngang và chiều đứng được thiết kế và thi công từ định hình đồng bộ của nhà cung cấp thì phải tuân thủ theo các chỉ dẫn về lắp đặt, thi công, vận chuyển và tháo dỡ.

5.6.4 Ván khuôn định hình và hệ chống, trước khi tổ hợp, trong quá trình sử dụng phải được kiểm tra định kỳ như sau:

- a) Không ít hơn một lần sau 20 lượt quay vòng đối với ván khuôn thép và hệ chống;
- b) Không ít hơn một lần sau 5 lượt quay vòng đối với ván khuôn gỗ và ván ép.

Các sai lệch vị trí, kích thước và neo giữ không vượt quá các giá trị qui định của nhà sản xuất và các qui định tại Bảng 5 của tiêu chuẩn này.

5.6.5 Các trường hợp áp dụng công nghệ thi công đặc biệt khác phải có qui trình từ thiết kế ván khuôn (hệ thống neo và chống, tấm ván khuôn, bu long điều chỉnh, sàn thao tác trên và dưới, lối lên xuống, ...) đến qui trình lắp đặt, đổ bê tông và tháo dỡ ván khuôn. Các qui trình này phải đảm bảo các yêu cầu: An toàn cho người và công trình trong toàn bộ quá trình thi công; Lắp đặt và tháo dỡ nhanh; Đảm bảo tiến độ và chất lượng công trình.

5.7 Kiểm tra và nghiệm thu công tác lắp dựng ván khuôn và hệ chống

5.7.1 Ván khuôn và hệ chống sau khi lắp dựng xong phải được kiểm tra và đánh giá không ít hơn các nội dung sau:

- a) Độ ổn định;

- b) Vị trí;
- c) Độ thẳng đứng và các kích thước;
- d) Độ cứng và độ khít;
- e) Độ kín chống mất nước và hồ xi măng;
- f) Khe biến dạng, lỗ chờ, khớp nối và băng chắn nước;
- g) Vệ sinh và quét dầu chống dính.

Các nội dung cụ thể, phương pháp và yêu cầu kiểm tra được tập hợp tại Bảng 4.

Bảng 4 - Các nội dung, phương pháp và yêu cầu kiểm tra công tác lắp dựng ván khuôn và hệ chống

Các nội dung kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Các yêu cầu
Ván khuôn đã lắp dựng		
Hình dáng và kích thước	Bằng mắt, thước đo	Phù hợp với kết cấu do thiết kế qui định về hình dáng và kích thước.
Kết cấu ván khuôn	Bằng mắt	Đảm bảo theo qui định tại 5.3
Độ phẳng giữa các tấm ghép nối	Bằng mắt	Chênh lệch giữa 2 tấm liền kề không lớn hơn 2 mm.
Độ kín khít giữa các tấm ván khuôn, giữa ván khuôn và mặt nền	Bằng mắt và thước	Đảm bảo không mất nước xi măng khi đổ và đầm.
Khe biến dạng, bản mã, chi tiết đặt sẵn, lỗ chừa chờ sẵn và băng chắn nước	Xác định kích thước, vị trí và số lượng bằng các phương tiện thích hợp	Đảm bảo đúng vị trí và số lượng theo thiết kế. Theo 5.4.5 đến 5.4.14 và Bảng 3
Chống dính ván khuôn	Bằng mắt	Phủ kín các mặt ván khuôn tiếp xúc với bê tông
Vệ sinh bên trong ván khuôn	Bằng mắt	Không có rác, bùn, đất, mùn cưa và các dị vật khác trong phạm vi cốp pha
Kích thước ván khuôn trên mặt bằng và mặt cắt ngang	Bằng thước, máy trắc đạc và các thiết bị phù hợp	Theo thiết kế và không vượt quá các sai lệch qui định tại Bảng 5.
Cao độ và độ thẳng đứng	Máy trắc đạc và các thiết bị đo phù hợp	Theo thiết kế và không vượt quá các sai lệch qui định tại Bảng 5.
Hệ chống và cột chống đã lắp dựng		

TCVN 13718:2023

Các nội dung kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Các yêu cầu
Kết cấu hệ chống	Bằng mắt, đối chiếu với thiết kế hệ chống	Đảm bảo kích thước, qui cách, số lượng và vị trí theo thiết kế biện pháp thi công



Bảng 4 (kết thúc)

Các nội dung kiểm tra	Phương pháp kiểm tra	Các yêu cầu
Cột chống	Bằng mắt, lác bằng tay: từng cột chống, khung giáo	Cột chống được đặt trên nền cứng và được nêm hoặc neo chặt, đảm bảo độ ổn định
Độ cứng và ổn định	ĐỐI CHIẾU VỚI THIẾT KẾ, bằng mắt	Đúng qui cách, đủ số lượng, đúng vị trí theo thiết kế. Các cột được giằng chéo và giằng ngang đảm bảo ổn định

5.7.2 Công tác lắp dựng ván khuôn và hệ chống phải được nghiệm thu và lập biên bản tại công trường trên cơ sở đánh giá các kết quả kiểm tra và xem xét các sai lệch do thiết kế qui định. Khi thiết kế không qui định, các giá trị thực tế được chấp nhận, nếu các sai lệch không vượt quá các giá trị qui định tại Bảng 5.

Bảng 5 - Các sai lệch cho phép về vị trí và kích thước của các bộ phận ván khuôn và hệ chống

Thông số của các bộ phận của ván khuôn và hệ chống	Mức cho phép mm
Sai lệch khoảng cách giữa các trụ, cột chống và đỡ ván khuôn của các kết cấu chịu uốn và khoảng cách giữa các giằng ổn định, neo và cột chống so với khoảng cách thiết kế:	
a) Trên một mét dài	25
b) Trên toàn bộ khẩu độ	75
Sai lệch khoảng cách theo chiều cao hoặc theo độ nghiêng thiết kế của các mặt phẳng của ván khuôn và các đường giao nhau của chúng so với qui định của thiết kế:	
a) Móng cống, móng nhà máy	5
b) Móng tường cánh, hồ tiêu năng	10
c) Khe van, khe phai	3
d) Tường, trụ pin:	
- Trên 1 mét chiều cao	2
- Trên toàn bộ chiều cao	10

Bảng 5 (kết thúc)

Thông số của các bộ phận của ván khuôn và hệ chống	Mức cho phép mm
Sai lệch giữa mặt ván khuôn nghiêng và các đường giao nhau của chúng so với độ dốc thiết kế: a) Trên một mét dài b) Trên toàn bộ chiều cao	2 15
Lồi, lõm cục bộ của mặt ván khuôn tiếp xúc với bê tông: a) Khi mặt bê tông lộ ra ngoài b) Khi mặt bê tông không lộ ra ngoài	3 5
Sai lệch giữa trục ván khuôn so với qui định của thiết kế: a) Móng (móng tường cánh, hồ tiêu năng) b) Tường, mố và trụ pin c) Khe van, khe phai	15 5 2
Sai lệch của rãnh cửa cống: a) Khoảng cách giữa 2 mép song song so với qui định của thiết kế b) Sai lệch theo hướng song song so với qui định của thiết kế c) Sai lệch theo chiều thẳng đứng của rãnh trên toàn bộ chiều cao d) Sai lệch về phía thượng và hạ lưu giữa hai rãnh trong cùng một cửa	- 0 và + 3 - 0 và + 3 3 3
Sai lệch khoảng cách giữa đan máy điện và đan máy bơm hoặc tua bin của trạm bơm trực đứng và nhà máy thủy điện	- 3 và + 0
Sai lệch về cao độ (cao trình) ván khuôn so với qui định của thiết kế: a) Bản đáy và đỉnh cống b) Các đan trong trạm bơm c) Các đan trong nhà máy thủy điện d) Cầu thả phai, dàn kéo cửa van e) Bộ máy của thiết bị đóng, mở cửa cống f) Đỉnh tường cánh gà, trụ pin, mố tiêu năng	15 - 5 - 3 20 10 20

5.8 Tháo dỡ ván khuôn và hệ chống

5.8.1 Ván khuôn, hệ chống chỉ được tháo dỡ khi bê tông đạt cường độ cần thiết để kết cấu chịu tải trọng bản thân và các tải trọng và tác động khác trong giai đoạn thi công sau và kết cấu đảm bảo ổn định. Khi tháo dỡ ván khuôn, hệ chống, cần tránh không gây lực xung kích hoặc tác động đột ngột hoặc va chạm mạnh làm hư hại đến kết cấu bê tông.

5.8.2 Các bộ phận ván khuôn không còn chịu lực sau khi đã đổ và đầm chặt xong và bê tông đã đóng rắn (ván khuôn thành bên của dầm, tường, trụ pin và vách) có thể được tháo dỡ khi bê tông đạt cường độ không nhỏ hơn 5 MPa. Khi không có số liệu về cường độ bê tông, các bộ phận ván khuôn thành và không chịu lực có thể được tháo dỡ sau một ngày tính từ thời điểm kết thúc đổ bê tông.

5.8.3 Ván khuôn đáy, hệ, cột chống chịu lực của các kết cấu được tháo dỡ theo qui định của thiết kế. Khi không có qui định của thiết kế, ván khuôn đáy (chịu lực), cột chống có thể được tháo dỡ khi bê tông đạt các giá trị cường độ qui định tại Bảng 6.

Bảng 6 - Cường độ chịu nén của bê tông tối thiểu cần đạt khi tháo dỡ ván khuôn và hệ chống khi chưa chất tải

Loại kết cấu	Cường độ chịu nén tối thiểu, % cường độ thiết kế, không nhỏ hơn
Kết cấu ván khuôn dựa một phần vào hệ chống, chịu uốn, chịu nén của tải trọng bản thân (mặt trong của vòm, mặt đứng của tường mỏng và mặt dưới của mặt dốc lớn hơn 45°)	50
Như trên và chịu lực nén ngoài tải trọng bản thân (cột, cống vòm có đất đắp bên trên đường hầm qua tầng đá bị phong hóa, đường hầm qua đất)	75
Kết cấu ván khuôn và hệ chống chịu lực nén và uốn (dầm, sàn, tấm đan cống và mặt dưới của mặt dốc nhỏ hơn 45°)	90

5.8.4 Ván khuôn định hình và hệ chống, neo dịch chuyển theo chiều cao và chiều ngang được tháo dỡ theo biện pháp thi công.

5.8.5 Khi tháo dỡ ván khuôn, hệ chống và bu long neo, bu lông điều chỉnh, cầu công tác trên và dưới, lối lên xuống, ...) cần thực hiện theo qui trình hoặc biện pháp thi công.

5.8.6 Khi tháo ván khuôn, không cho phép trát hoặc vữa vữa tại bất kỳ khuyết tật hoặc khiếm khuyết nào trên bề mặt bê tông và tại các vị trí khe biến dạng và mạch ngừng thi công khi chưa lập các báo cáo sự không phù hợp.

6 Công tác cốt thép

6.1 Yêu cầu chung

TCVN 13718:2023

Cốt thép trong kết cấu bê tông cốt thép phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật do qui định tại các tiêu chuẩn kỹ thuật, được gia công, vận chuyển, bảo quản, lắp đặt vào đúng vị trí và được liên kết theo qui định của hồ sơ thiết kế.

6.2 Yêu cầu đối với thép làm cốt cho kết cấu bê tông cốt thép

6.2.1 Thép làm cốt cho kết cấu bê tông cốt thép thủy công cần đáp ứng các qui định tại các tiêu chuẩn kỹ thuật:

- TCVN 1651-1, đối với thép thanh tròn trơn, cán nóng;
- TCVN 1651-2, đối với thép thanh vằn;
- TCVN 1651-3, đối với lưới thép hàn.

6.2.2 Thép sử dụng phải được lấy mẫu, thử nghiệm xác định các tính chất kỹ thuật và đảm bảo đáp ứng tất cả các yêu cầu kỹ thuật qui định tại các tiêu chuẩn quốc gia tương ứng.

Trong quá trình thi công các kết cấu bê tông cốt thép thủy công, thép thanh phải được lấy mẫu và thử nghiệm xác định tối thiểu các tính chất kỹ thuật: đường kính danh nghĩa, cường độ chịu kéo, uốn và uốn lại và độ dẫn dài và được đánh giá phù hợp với qui định của tiêu chuẩn quốc gia tương ứng.

6.2.3 Thép làm cốt trước khi gia công cần đảm bảo:

- Bề mặt sạch và không có vết nứt, không dính bùn, đất, dầu, mỡ, không có vẩy sắt và/hoặc các lớp rỉ;
- Các thanh thép không bị bẹp, bị giảm tiết diện do làm sạch. Nếu do các nguyên nhân này, tiết diện thép giảm vượt quá 4 % khối lượng, thép chỉ được sử dụng theo đường kính thực tế còn lại;
- Các thanh thép cần được kéo và nắn thẳng. Nắn thẳng thép dùng phương pháp cơ học hoặc kéo nguội. Khi dùng phương pháp kéo nguội, ứng suất kéo không vượt quá 4 % và 1 % giới hạn chảy danh nghĩa tương ứng đối với thép thanh tròn trơn và thanh vằn.

6.3 Gia công thép

6.3.1 Cắt và uốn thép chỉ được thực hiện bằng phương pháp cơ học.

6.3.2 Cốt thép phải được cắt và uốn phù hợp với hình dáng và kích thước của thiết kế. Thép thanh vằn không cần uốn để neo. Thép sau khi uốn không được rạn hoặc nứt.

6.3.3 Sản phẩm cốt thép đã được cắt và uốn cần được kiểm tra theo lô. Mỗi lô cốt thép sau gia công không quá 100 thanh thép theo từng loại. Số lượng thanh thép lấy không ít hơn 5 thanh để kiểm tra. Sai lệch chiều dài không vượt quá các giá trị qui định tại Bảng 7.

Bảng 7 - Sai lệch cho phép đối với thép thanh sau khi cắt và uốn

Nội dung	Sai lệch
----------	----------

	mm
Chiều dài của thanh thép chịu lực	± 10
Vị trí uốn của cốt thép tại điểm đầu cong	± 20
Kích thước thông thủy giữa các đầu uốn	± 5

6.4 Liên kết cốt thép

6.4.1 Liên kết cốt thép được thực hiện bằng nối buộc, bằng hàn, bằng nối ống ren, dập ép ống.

6.4.2 Liên kết cốt thép bằng nối buộc

6.4.2.1 Nối buộc (nối chồng lên nhau) các loại thép với đường kính đến 40 mm được thực hiện:

- Không nối thép tại các vị trí chịu lực lớn và chỗ uốn cong;
- Trong một mặt cắt ngang của tiết diện kết cấu, không nối quá 25 % và 50 % số lượng cốt thép tương ứng với thép tròn trơn có móc hoặc uốn chữ U và thép thanh vằn của mặt cắt ngang;
- Khoảng cách giữa các mối nối chồng kề nhau theo chiều rộng của kết cấu bê tông cốt thép không được nhỏ hơn hai lần đường kính danh nghĩa và không nhỏ hơn 30 mm.

6.4.2.2 Nối buộc cốt thép phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- a) Chiều dài nối buộc của cốt thép chịu lực trong các khung và lưới thép thực hiện theo qui định của thiết kế hoặc theo chỉ dẫn kỹ thuật. Khi không có qui định của thiết kế, chiều dài nối buộc của cốt thép chịu lực trong các khung và lưới thép không được nhỏ hơn các giá trị qui định tại Bảng 9.
- b) Với đầu các thanh thép có gân để thẳng;
- c) Với đầu các thanh thép được uốn (dạng móc, chữ U, chữ L); khi đó đối với các thanh thép tròn trơn chỉ sử dụng uốn móc và chữ U;
- d) Tại mỗi nối thép cần buộc không ít hơn 3 vị trí (hai đầu và ở giữa)
- e) Dây buộc dùng loại dây thép mềm và không rỉ đường kính không nhỏ hơn 1 mm.

6.4.3 Liên kết hàn

6.4.3.1 Liên kết bằng hàn được lựa chọn và biện pháp hàn cần tiến hành có kể đến điều kiện làm việc của kết cấu, tính hàn được của thép và các yêu cầu về công nghệ chế tạo và chất lượng mối hàn phải đảm bảo theo yêu cầu thiết kế.

6.4.3.2 Hàn điểm tiếp xúc được dùng để chế tạo khung và lưới cốt thép với thép đường kính nhỏ hơn 10 mm đối với thép kéo nguội và đường kính nhỏ hơn 16 mm đối với thép cán nóng.

6.4.3.3 Khi chế tạo khung và lưới cốt thép bằng hàn điểm, nếu thiết kế không có qui định đặc biệt, thì thực hiện như sau:

TCVN 13718:2023

- a) Đối với thép tròn trơn - hàn tất cả các điểm giao nhau;
- b) Đối với thép vằn - hàn tất cả các điểm giao nhau ở hai hàng chu vi phía ngoài, các điểm còn lại (ở giữa), hàn cách hàng theo thứ tự xen kẽ;
- c) Đối với khung cốt thép dầm - hàn tất cả các điểm giao nhau.

6.4.3.4 Hàn hồ quang sử dụng trong các trường hợp sau:

- a) Các liên kết hàn thép cốt với nhau, gồm: đối đầu, ốp tấp, chồng hoặc chữ thập;
- b) Các liên kết hàn thép cốt với thép tấm, gồm: hàn đối đầu, hàn góc;
- c) Liên kết tất cả các chi tiết đặt sẵn, các bộ phận cấu tạo và liên kết các mối nối trong lắp ghép các kết cấu bê tông cốt thép.

6.4.3.5 Các mối hàn cần đáp ứng các yêu cầu sau:

- a) Bề mặt nhẵn, không cháy, không đứt quãng, không thu hẹp cục bộ và không có bọt;
- b) Đảm bảo chiều dài và chiều cao đường hàn theo qui định của thiết kế.

6.4.3.6 Liên kết hàn hồ quang được thực hiện và kiểm tra theo qui định tại TCVN 9392.

6.4.3.7 Lưới thép hàn được thực hiện và kiểm tra theo qui định tại TCVN 1651-3.

6.4.3.8 Không cho phép thực hiện liên kết hàn hồ quang nối thép thanh nhỏ hơn 16 mm và lưới thép tại vị trí lắp đặt tại công trường khi không có chỉ dẫn riêng rẽ của thiết kế.

6.4.4 Liên kết bằng nối ống có ren

6.4.4.1 Liên kết thép làm cốt bằng nối ống ren cần được thực hiện theo qui định của thiết kế và các qui định tại tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8163.

6.4.4.2 Khoảng cách thông thủy tối thiểu giữa các mối nối ống ren được xác định bởi kích thước bao của ống nối và không được nhỏ hơn hai lần đường kính danh nghĩa của ống.

6.4.5 Liên kết dập ép ống

6.4.5.1 Liên kết thép làm cốt bằng dập ép ống cần được thực hiện theo qui định của thiết kế và các qui định tại tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9390.

6.4.5.2 Khoảng cách thông thủy tối thiểu giữa các mối nối ép dập được xác định bởi kích thước bao của ống dập và không được nhỏ hơn hai lần đường kính danh nghĩa của ống.

6.5 Vận chuyển và bảo quản cốt thép

6.5.1 Vận chuyển cốt thép đã gia công cần đảm bảo không làm hư hỏng và biến dạng sản phẩm cốt thép.

6.5.2 Tại công trường, thép cốt cần được bảo quản tại nơi có mái che hoặc được che phủ tránh bức xạ và mưa.

6.6 Lắp dựng cốt thép

6.6.1 Lắp dựng cốt thép được thực hiện theo qui định của hồ sơ thiết kế.

6.6.2 Lắp dựng cốt thép phải đảm bảo:

- a) Các bộ phận lắp dựng trước không gây trở ngại cho các bộ phận lắp dựng sau. Trình tự lắp đặt cốt thép cần phù hợp với sơ đồ công nghệ thi công bê tông của kết cấu. Lắp đặt cốt thép cần được thực hiện xong trước khi đổ bê tông không ít hơn một bước thi công;
- b) Có biện pháp ổn định vị trí cốt thép để không biến dạng và xô dịch trong quá trình đổ bê tông;
- c) Khi đặt cốt thép và cốp pha tựa vào nhau tạo thành một tổ hợp cứng thì cốp pha chỉ được đặt trên các giao điểm của cốt thép chịu lực và theo đúng vị trí qui định của hồ sơ thiết kế.

6.6.3 Các cấu kiện cốt thép khối lượng đến 100 kg được cáp đến bằng cầu và lắp đặt thủ công. Các cấu kiện khối lượng lớn hơn 100 kg cần được lắp đặt bằng cầu.

6.6.4 Khi chuyển thép cốt tới vị trí lắp đặt bằng cầu thì cầu thép cốt phải thực hiện theo sơ đồ cầu đã lập trong biện pháp thi công.

6.6.5 Cầu thép cốt được thực hiện bằng cáp hoặc dầm treo phù hợp với khối lượng và kích thước. Số lượng nhánh và góc treo của cáp lựa chọn theo khối lượng và qui cách của thép cốt vận chuyển. Góc treo của cáp không được vượt quá 90°. Khi qui cách của thép cốt làm cho góc treo khi cầu vượt 90° thì phải dùng dầm treo. Móc cầu phải có khóa hoặc chốt.

6.6.6 Trong quá trình lắp dựng cốt thép khung, để tránh dịch chuyển, cần định vị tạm thời bằng kẹp hoặc móc. Các kẹp hoặc móc trong quá trình thi công đổ bê tông sẽ được tháo dần. Kẹp hoặc móc cần được lắp theo hai phương để đảm bảo ổn định.

6.6.7 Bố trí cốt thép trong mặt cắt cần theo thiết kế có tính đến các khoảng cách tối thiểu thông thủy giữa các thanh thép để đảm bảo làm việc đồng thời cốt thép với bê tông và sản xuất kết cấu chất lượng liên quan tới đổ và đầm hỗn hợp bê tông và cần phải đạt không nhỏ hơn:

- Đường kính lớn nhất của thanh thép;
- 25 mm - đối với các thanh cốt thép dưới được bố trí thành một hoặc hai lớp và nằm ngang hoặc nghiêng trong lúc đổ bê tông;
- 30 mm - đối với các thanh cốt thép trên được bố trí thành một hoặc hai lớp và nằm ngang hoặc nghiêng trong lúc đổ bê tông;
- 50 mm - đối với các thanh cốt thép dưới được bố trí thành ba lớp trở lên (trừ các thanh của hai lớp dưới cùng) và nằm ngang hoặc nghiêng, cũng như đối với các thanh nằm theo phương đứng trong lúc đổ bê tông.

TCVN 13718:2023

Khi có sự sai lệch với các qui định này cần thỏa thuận với tư vấn thiết kế.

6.6.8 Khoảng cách lớn nhất giữa các trục các thanh thép dọc được xác định bởi hiệu quả làm việc của tiết diện bê tông được gia cường bằng cốt thép cần được lấy:

- Không lớn hơn 400 mm - đối với các kết cấu chịu uốn;
- Không lớn hơn 500 mm trong mặt phẳng uốn và không lớn hơn 400 mm trong mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng uốn - đối với các kết cấu thẳng chịu nén lệch tâm.

6.6.9 Tất cả cốt thép dọc lắp đặt phía trên bề mặt của kết cấu bê tông cốt thép cần được ôm bằng cốt thép ngang với bước không quá 500 mm và không lớn hơn 2 lần chiều rộng của mặt của kết cấu. Trong bản chiều cao nhỏ hơn 300 mm và dầm với chiều cao nhỏ hơn 150 mm cho phép không lắp cốt thép ngang khi đảm bảo độ bền dưới tác động của lực cắt.

6.6.10 Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép cần tuân thủ theo thiết kế.

6.6.11 Con kê có chiều dày bằng lớp bê tông bảo vệ cốt thép và được làm bằng vật liệu không ăn mòn cốt thép, không phá hủy bê tông.

Khi sử dụng con kê bằng bê tông, kích thước hạt danh định lớn nhất của cốt liệu không vượt quá 10 mm và cường độ bê tông của con kê không nhỏ hơn cường độ bê tông của kết cấu.

6.6.12 Các con kê cần đặt tại vị trí thích hợp tùy theo mật độ cốt thép. Khoảng cách giữa các con kê không lớn hơn 1 m.

6.6.13 Sai lệch chiều dày lớp bê tông bảo vệ sau khi lắp đặt qui định tại Bảng 8.

Bảng 8 - Các sai lệch về chiều dày lớp bê tông bảo vệ sau khi lắp đặt cốt thép

Nội dung	Sai số cho phép mm
Độ lệch so với chiều dày thiết kế của lớp bê tông bảo vệ 20 mm, không lớn hơn	+ 10; - 5
Độ lệch so với chiều dày thiết kế của lớp bê tông bảo vệ từ 21 mm đến 30 mm, không lớn hơn	+ 15; - 5
Độ lệch so với chiều dày thiết kế của lớp bê tông bảo vệ lớn hơn 30 mm, không lớn hơn	+ 20; - 5

6.6.14 Liên kết cốt thép khi lắp dựng cần thực hiện theo các yêu cầu:

- Số lượng mối nối buộc hay hàn dính không ít hơn 50 % số điểm giao nhau theo thứ tự xen kẽ;
- Trong mọi trường hợp, tất cả các góc của thép đai với thép chịu lực phải liên kết bằng buộc nối hoặc hàn dính.

6.6.15 Lắp dựng và nối các thanh thép đơn vào khung và lưới cốt thép phải được thực hiện theo qui định của thiết kế. Khi liên kết khung và lưới cốt thép theo phương làm việc của kết cấu thì sai lệch cho phép khi lắp dựng và liên kết thực hiện theo qui định tại Bảng 9.

6.6.16 Dịch chuyển của từng thanh thép khi chế tạo hoặc khi lắp dựng khung, lưới cốt thép không được lớn hơn 1/5 đường kính danh định của thanh thép lớn nhất hoặc 1/4 đường kính danh nghĩa của chính thanh thép đó.

6.6.17 Lắp dựng cốt thép được kiểm tra sự phù hợp với qui định của thiết kế. Khi không có qui định của thiết kế, công tác lắp dựng cốt thép của kết cấu cần được kiểm tra với các sai lệch không vượt quá các qui định tại các Bảng 8, Bảng 9 và Bảng 10.

Bảng 9 - Các giá trị quy định và sai lệch cho phép đối với công tác lắp dựng cốt thép

Nội dung	Quy định
Khoảng cách giữa các thanh thép chịu lực đối với: <ul style="list-style-type: none"> - Trụ pin và tường - Trần và cống - Kết cấu khối lớn 	+ 10 mm + 20 mm + 30 mm
Khoảng cách giữa lớp hoặc các hàng cốt thép đối với: <ul style="list-style-type: none"> - Trần và cống - Các kết cấu với chiều dày hơn 1,0 m 	+ 10 mm + 20 mm
Khi các thanh thép lắp chồng không hàn, không có chỉ dẫn trong thiết kế, chiều dài chồng không nhỏ hơn: <ul style="list-style-type: none"> - Đối với thép CB240 - T và CB300 - T - Đối với thép CB300 - V - Đối với thép CB400 - V và CB500 - V 	40 d 40 d 50 d
Khi lắp dựng lưới hoặc khung cốt thép bằng hàn, chiều dài nối chồng	theo thiết kế, nhưng không nhỏ hơn 250 mm
Tổng chiều dài đường hàn nối chồng hoặc trên thanh ốp (táp): Đối với thép CB240 - T và CB300 - T: <ul style="list-style-type: none"> - Khi hàn 2 bên - Khi hàn 1 bên 	3 mm 6 mm

Nội dung	Quy định
Đối với thép CB300 - V, CB400 - V và CB500 - V:	
- Khi hàn 2 bên	4 mm
- Khi hàn 1 bên	8 mm

Bảng 10 - Sai lệch cho phép đối với kích thước của các sản phẩm cốt thép sau lắp dựng

Nội dung	Sai lệch cho phép mm
Sai lệch cho phép so với thiết kế của kích thước cốt thép	
Kích thước phủ bì và khoảng cách giữa các thanh thép ngoài cùng theo chiều dài cốt thép:	
- Đến 4 500 mm	+ 10
- Lớn hơn 4 500 mm đến 9 000 mm	+ 15
- Lớn hơn 9 000 mm đến 15 000 mm	+ 20
- Lớn hơn 15 000 mm	+ 25
Kích thước phủ bì và khoảng cách giữa các thanh thép theo chiều rộng của cốt thép:	
- Đến 15 000 mm	+ 10
- Lớn hơn 15 000 mm	+ 10
Kích thước phủ bì và khoảng cách giữa các thanh thép ngoài cùng theo chiều cao của cốt thép:	
- Đến 100 mm	+ 3; - 5
- Lớn hơn 100 mm đến 250 mm	+ 5; - 7
- Lớn hơn 250 mm đến 400 mm	+ 7; - 10
- Lớn hơn 400 mm	+ 10; - 15
Khoảng cách giữa các thanh thép:	
- Đến 50 mm	+ 2
- Lớn hơn 50 mm đến 100 mm	+ 5
- Lớn hơn 100 mm	+ 10

6.7 Kiểm tra và nghiệm thu công tác cốt thép

6.7.1 Kiểm tra công tác cốt thép

6.7.1.1 Kiểm tra cốt thép, cấu kiện cốt thép và các chi tiết đặt sẵn tại công trình cần được thực hiện trên số liệu của chứng chỉ nhà sản xuất, tài liệu kỹ thuật cấp cùng (nhà sản xuất, nhóm hàng cấp, loại và cấp thép, số hiệu lô hàng, các kích thước, khối lượng và số lô).

6.7.1.2 Tất cả các loại thép và các cấu kiện (khung thép, lưới thép và các chi tiết đặt sẵn, ...) sử dụng cần được lấy mẫu thử nghiệm, thí nghiệm xác định kích thước hình học và các tính chất kỹ thuật qui định trong thiết kế và các tiêu chuẩn kỹ thuật tương ứng tại các phòng thí nghiệm chuyên ngành xây dựng.

6.7.1.3 Lô cấu kiện cốt thép không được phép đưa vào sử dụng khi phát hiện sự không phù hợp giữa số liệu của hồ sơ kỹ thuật và kết quả kiểm tra đầu vào so với các yêu cầu của thiết kế.

6.7.1.4 Kiểm tra công đoạn gia công, liên kết và lắp đặt thép để đảm bảo phát hiện kịp thời các khiếm khuyết và thực hiện các giải pháp khắc phục và phòng ngừa. Các kết quả của kiểm tra công đoạn cần được lập biên bản.

6.7.1.5 Kiểm tra các công đoạn của công tác cốt thép:

- Xác định các sai số của các kết quả đo so với các giá trị qui định của các chỉ tiêu kiểm tra, tình trạng cốt pha đã lắp dựng;
- Kiểm tra sự phù hợp của các cấu kiện cốt thép hoặc các thanh thép đơn với các yêu cầu của thiết kế theo loại và cấp cốt thép, đường kính cốt thép;
- Kiểm tra sự phù hợp của công tác gia công cốt thép: phương pháp cắt, uốn và làm sạch bề mặt trước khi gia công;
- Kiểm tra sự phù hợp của công tác liên kết cốt thép: Nối buộc theo qui định tại 6.4.2, liên kết hàn theo qui định tại TCVN 9392 và 6.4.3; liên kết bằng nối ống có ren theo qui định tại TCVN 8163 và liên kết dập ép ống theo qui định tại TCVN 9390;
- Kiểm tra thứ tự tổ hợp các bộ phận của khung cốt thép phù hợp với sơ đồ công nghệ thi công;
- Kiểm tra độ chính xác vị trí lắp dựng cấu kiện cốt thép, các thanh thép và các chi tiết đặt sẵn trên mặt bằng và theo chiều cao, kiểm tra độ chắc chắn khi cố định của con kê;
- Kiểm tra độ chính xác của liên kết của các thanh thép và các cấu kiện theo qui định tại Bảng 9;
- Kiểm tra sự phù hợp của chiều dày lớp bê tông bảo vệ theo qui định của thiết kế và/hoặc theo qui định tại 6.6.10; 6.6.11; 6.6.12 và Bảng 8.
- Kiểm tra sự phù hợp về kích thước của cốt thép đã lắp dựng hoàn chỉnh theo qui định tại Bảng 9 và Bảng 10;
- Kiểm tra sự phù hợp và lắp đặt thiết bị quan trắc nhiệt, ứng suất bê tông và ứng suất thép theo TCVN 8215, nếu có qui định trong hồ sơ thiết kế.

6.7.1.6 Trình tự và tần suất kiểm tra, phương pháp kiểm tra và yêu cầu cần đạt đối với công tác cốt thép tập hợp tại Bảng 11.

TCVN 13718:2023

6.7.2 Nghiệm thu công tác cốt thép

Công tác cốt thép phải được nghiệm thu đánh giá chất lượng so với thiết kế trước khi đổ bê tông.

6.7.2.1 Tất cả các loại thép và các cấu kiện (khung thép, lưới thép và các chi tiết đặt sẵn, ...) cần được đánh giá sự phù hợp của các kết quả thử nghiệm so với qui định của thiết kế và chỉ dẫn kỹ thuật, các yêu cầu của tiêu chuẩn kỹ thuật viện dẫn trong thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật và được lập thành biên bản nghiệm thu.

6.7.2.2 Nghiệm thu các công tác cốt thép được lập thành biên bản xác nhận các công tác khuyết tật, nếu có.

6.7.2.3 Các kết cấu cốt thép hoàn thành cần phải được nghiệm thu phù hợp với các yêu cầu qui định tại các Bảng 9 và Bảng 10.

Bảng 11 - Các nội dung, phương pháp và yêu cầu kiểm tra công tác cốt thép

Nội dung	Phương pháp kiểm tra	Yêu cầu	Tần suất kiểm tra
Cốt thép	- Kiểm tra chứng chỉ xuất xưởng của nhà sản xuất, chứng nhận hợp qui - Kết quả thí nghiệm theo các chỉ tiêu qui định tại TCVN 1651 - Bằng mắt	Xác định nguồn gốc, xuất xứ Đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật qui định tại TCVN 1651 Không có rỉ thành vảy, không bám dầu, bùn, ...	Mỗi lần nhập thép
Cắt và uốn	- Bằng mắt - Đo bằng thước	Cắt và uốn bằng cơ học. Không nham nhỡ vết cắt. Sai lệch kích thước không vượt quá giá trị tại Bảng 7.	Mỗi lần giao nhận bán thành phẩm
Liên kết thép a) Nối buộc	Bằng mắt, đo bằng thước	Phù hợp với yêu cầu qui định tại Bảng 9.	Trước và sau khi lắp dựng
b) Nối hàn	- Lấy mẫu kiểm tra cường độ chịu kéo của mối nối hàn theo qui định tại TCVN 197	Theo qui định tại TCVN 9392 Phù hợp với qui định tại	Khi kiểm tra tại nơi sản xuất mỗi lần nhập lưới thép hàn Trong quá trình lắp dựng và khi nghiệm

Nội dung	Phương pháp kiểm tra	Yêu cầu	Tần suất kiểm tra
	- Bằng mắt, đo bằng thước	các Bảng 9 và Bảng 10.	thu
c) Nối ống ren	Theo qui định tại TCVN 8163	Theo qui định tại TCVN 8163.	Theo qui định tại TCVN 8163
d) Dập ép ống	Theo qui định tại TCVN 9390	Theo qui định tại TCVN 9390.	Theo qui định tại TCVN 9390



Bảng 11 (kết thúc)

Nội dung	Phương pháp kiểm tra	Yêu cầu	Tần suất kiểm tra
Chi tiết đặt sẵn và thép chờ	Kiểm tra chứng chỉ xuất xưởng của nhà sản xuất. Bằng mắt, đo bằng thước	Đảm bảo các qui định của thiết kế. Đảm bảo trong giới hạn sai lệch cho phép tại Bảng 3.	- Khi nhận hàng - Trước khi đổ bê tông
Lắp dựng cốt thép	- Bằng mắt - Đo bằng thước có chiều dài thích hợp	- Lắp dựng và liên kết đúng qui trình kỹ thuật - Chủng loại và số lượng, vị trí và kích thước đúng thiết kế - Sai lệch không vượt quá qui định tại các Bảng 9 và 10.	Trong quá trình lắp dựng và khi nghiệm thu
Con kê	- Bằng mắt - Đo bằng thước	Đáp ứng qui định tại 6.6.10; 6.6.11 và 6.6.12.	Trong quá trình lắp dựng cốt thép
Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép	- Bằng mắt - Đo bằng thước	Đáp ứng qui định sai lệch về chiều dày lớp bảo vệ tại Bảng 8.	Khi lắp dựng và khi nghiệm thu theo công tác cốt thép

6.8 Lắp đặt thiết bị quan trắc, nếu có, được thực hiện theo qui định của thiết kế và phải tuân thủ các qui định tại TCVN 8215.

7 Vật liệu sản xuất bê tông thủy công

7.1 Yêu cầu chung

7.1.1 Vật liệu sử dụng chế tạo bê tông thủy công cần được lựa chọn đảm bảo đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật qui định tại các tiêu chuẩn kỹ thuật tương ứng, yêu cầu khác qui định trong hồ sơ thiết kế và các yêu cầu tại tiêu chuẩn này.

7.1.2 Trong quá trình sản xuất và thi công, các lô vật liệu sử dụng phải được cấp kèm chứng chỉ chất lượng của Nhà sản xuất, được lấy mẫu, thí nghiệm xác định các tính chất kỹ thuật chính liên quan đến chất lượng và độ bền lâu để đánh giá sự phù hợp với qui định tại các qui chuẩn quốc gia và tiêu chuẩn kỹ thuật.

7.2 Xi măng

7.2.1 Tất cả các loại xi măng pooc lăng và xi măng pooc lăng hỗn hợp đáp ứng các qui định tương ứng tại TCVN 2682 và TCVN 6260 đều được sử dụng để chế tạo hỗn hợp bê tông.

7.2.2 Khi không có qui định khác của thiết kế về loại xi măng, có thể sử dụng tất cả các loại xi măng trên lãnh thổ Việt Nam đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật qui định trong các tiêu chuẩn yêu cầu kỹ thuật tương ứng để chế tạo bê tông. Trước khi sử dụng cần thông báo và thỏa thuận trước về loại xi măng với người sử dụng.

7.2.3 Có thể lựa chọn sử dụng xi măng theo các ưu tiên sau:

- Dùng xi măng pooc lăng (PC 30) hoặc xi măng pooc lăng hỗn hợp (PCB 30) để sản xuất hỗn hợp bê tông có cường độ yêu cầu đến 30 MPa.
- Dùng xi măng pooc lăng (PC 40) hoặc xi măng pooc lăng hỗn hợp (PCB 40) để sản xuất hỗn hợp bê tông có cường độ từ 35 MPa trở lên.
- Khi lượng xi măng vượt quá 400 kg/m³, cần sử dụng loại xi măng có hoạt tính cường độ cao hơn hoặc sử dụng phụ gia giảm nước.
- Cần sử dụng kết hợp với phụ gia khoáng hoạt tính hoặc sử dụng xi măng cấp cường độ thấp hơn khi lượng xi măng trong hỗn hợp bê tông ít hơn 150 kg/m³ để đảm bảo đạt các qui định tại Bảng 1 của tiêu chuẩn này.

7.2.4 Xi măng trước khi sử dụng phải được lấy mẫu và thử nghiệm các chỉ tiêu qui định trong các tiêu chuẩn kỹ thuật tương ứng và các qui định khác của thiết kế, nếu có. Lấy mẫu và thí nghiệm xác định các tính chất kỹ thuật phải được thực hiện đối với từng loại xi măng.

Trong quá trình sử dụng, khi không thay đổi loại xi măng, các lô xi măng khác nhau hoặc các đợt xi măng khác nhau, trước khi đưa vào trộn hỗn hợp bê tông phải lấy mẫu và thí nghiệm xác định không ít hơn các chỉ tiêu: Độ dẻo tiêu chuẩn, thời gian đông kết, cường độ và độ ổn định thể tích.

7.2.5 Xi măng rời phải được trữ trong các silo. Xi măng bao phải được xếp thành hàng trên các kệ cách nền không ít hơn 0,3 m trong kho có mái che.

7.2.6 Xi măng bảo quản quá 2 tháng phải được lấy mẫu và kiểm tra lại cường độ để quyết định việc sử dụng tiếp theo.

Không sử dụng xi măng lưu trữ quá 12 tháng (tính từ ngày sản xuất) hoặc khi lượng mất khi nung vượt quá 4 % để sản xuất hỗn hợp bê tông.

7.3 Cốt liệu

7.3.1 Cốt liệu dùng chế tạo hỗn hợp bê tông bao gồm sỏi, đá dăm đập và nghiền từ các loại đá tự nhiên, cát tự nhiên, cát nghiền và cát hỗn hợp từ cát tự nhiên và cát nghiền.

7.3.2 Cốt liệu sử dụng chế tạo hỗn hợp bê tông cần đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật qui định tại TCVN 7570 và/hoặc TCVN 9205.

TCVN 13718:2023

7.3.3 Cốt liệu trước khi sử dụng phải được lấy mẫu và thử nghiệm các chỉ tiêu qui định tại TCVN 7570 và TCVN 9205, kiểm tra khả năng phản ứng kiềm-silic và các qui định khác của hồ sơ thiết kế, nếu có. Trong quá trình sử dụng, khi không thay đổi nguồn gốc hoặc nhà cung cấp cốt liệu, các lô cốt liệu khác nhau hoặc các đợt cấp cốt liệu khác nhau, trước khi đưa vào trộn hỗn hợp bê tông phải lấy mẫu và thí nghiệm xác định không ít hơn các chỉ tiêu: Thành phần hạt và mô đun độ lớn, hàm lượng bùn, bụi và sét và tạp chất hữu cơ (đối với cát tự nhiên).

Sét cục trong sỏi và cát tự nhiên phải được loại bỏ.

7.3.4 Cốt liệu lớn

7.3.4.1 Cốt liệu lớn là đá dăm, ngoài đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật qui định tại TCVN 7570, cần:

- Sử dụng hỗn hợp phối trộn từ các cỡ hạt riêng biệt: 5 mm đến 10 mm; 10 mm đến 20 mm; 20 mm đến 40 mm; 40 mm đến 70 mm và lớn hơn;
- Không ít hơn 2 cỡ hạt đối với cốt liệu lớn kích thước hạt danh nghĩa đến 40 mm;
- Không ít hơn 3 cỡ hạt đối với cốt liệu lớn kích thước hạt danh nghĩa lớn hơn 40 mm đến 70 mm;
- Không ít hơn 4 cỡ hạt đối với cốt liệu lớn kích thước hạt danh nghĩa từ 100 mm trở lên.

7.3.4.2 Kích thước hạt danh nghĩa lớn nhất của cốt liệu lớn đồng thời đáp ứng:

- Không vượt quá một phần năm kích thước nhỏ nhất giữa các mặt trong của ván khuôn;
- Không vượt quá hai phần ba khoảng cách thông thủy nhỏ nhất giữa các thanh thép liền kề;
- Không vượt quá một phần ba kích thước nhỏ nhất của các kết cấu (tường, vách, cột, ...);
- Không vượt quá một phần hai chiều dày kết cấu (bản, tấm, sàn, ...) hoặc một lớp đổ;
- Không vượt quá một phần ba đường kính của ống bơm hoặc ống vòi voi;
- Không quá một phần ba khoảng cách ngắn nhất giữa băng chắn nước và/hoặc giữa băng chắn nước và ống tiêu nước.

7.3.4.3 Không dùng hỗn hợp sỏi - cát tự nhiên hoặc đá dăm không qua sàng để chế tạo hỗn hợp bê tông dùng thi công các kết cấu có yêu cầu chống thấm hoặc chịu mài mòn hoặc chống xâm thực thủy khí.

Khi không có yêu cầu đặc biệt, có thể dùng sỏi làm cốt liệu lớn cho bê tông với khối lượng nhỏ (không vượt quá 100 m³) và cường độ yêu cầu không vượt quá 30 MPa hoặc mác chống thấm nhỏ hơn W4.

7.3.4.4 Không sử dụng cốt liệu lớn một cỡ hạt và kích thước hạt danh nghĩa từ 70 mm trở lên để sản xuất hỗn hợp bê tông có yêu cầu mác chống thấm.

7.3.4.5 Cốt liệu lớn dùng sản xuất hỗn hợp bê tông thi công các kết cấu xà, trần, vỏ tuy nèn, ... chịu tác động của dòng chảy với vận tốc lớn hơn 15 m/s và các kết cấu có yêu cầu chống mài mòn và chống xâm thực thủy khí phải có độ nén đập không nhỏ hơn D100.

7.3.4.6 Nên sử dụng cốt liệu lớn với kích thước hạt danh nghĩa từ 70 mm trở lên khi sản xuất hỗn hợp bê tông dùng thi công vùng sau tường thượng lưu của đập bê tông trọng lực.

7.3.5 Cốt liệu nhỏ

7.3.5.1 Cốt liệu nhỏ được sử dụng chế tạo hỗn hợp bê tông là cát tự nhiên, cát nghiền và/hoặc hỗn hợp cát tự nhiên và cát nghiền đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật quy định tại TCVN 7570 hoặc TCVN 9205.

7.3.5.2 Cát tự nhiên cần đảm bảo không được lẫn sét cục, hàm lượng bùn, bụi và sét không quá 1 % và tạp chất hữu cơ không thấm hơn màu chuẩn.

7.3.5.3 Không sử dụng cát nghiền từ đá gốc với khối lượng thể tích nhỏ hơn 2 500 kg/m³ và/hoặc độ hút nước lớn hơn 1 % hoặc 2 % theo khối lượng tương ứng với đá gốc nguồn phun trào và biến chất hoặc trầm tích.

7.3.5.4 Khi sử dụng hỗn hợp cát nghiền và cát tự nhiên làm cốt liệu nhỏ, cần xác định tỷ lệ sử dụng hợp lý đảm bảo khối lượng thể tích xấp xỉ tối ưu, các chỉ tiêu trạng thái và tính chất kỹ thuật của hỗn hợp.

7.4 Nước

7.4.1 Nước trộn hỗn hợp bê tông cần đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật quy định tại TCVN 4506.

7.4.2 Các loại nước tự nhiên, nước thải đã qua xử lý có thể được sử dụng để chế tạo hỗn hợp bê tông nếu có các kết quả thử nghiệm tin cậy cho thấy không ảnh hưởng đến quá trình đóng rắn và độ bền lâu của bê tông.

7.5 Phụ gia

7.5.1 Sử dụng phụ gia các loại để điều chỉnh các tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông và tính chất kỹ thuật của bê tông. Phụ gia khi sử dụng phải đáp ứng các qui định của hồ sơ thiết kế và các tiêu chuẩn kỹ thuật tương ứng.

7.5.2 Phụ gia hóa học

7.5.2.1 Phụ gia hóa học để điều chỉnh một hoặc nhiều tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông và/hoặc các tính chất của bê tông. Phụ gia hóa học trước khi sử dụng chế tạo hỗn hợp bê tông phải được lấy mẫu và thử nghiệm. Kết quả thí nghiệm phải đáp ứng các qui định tại tiêu TCVN 8826.

7.5.2.2 Sử dụng phụ gia giảm nước đối với các hỗn hợp bê tông với yêu cầu tính công tác từ 50 mm trở lên.

7.5.2.3 Sử dụng phụ gia siêu dẻo khi lượng nước trộn trong 1 m³ hỗn hợp bê tông vượt quá 195 L.

TCVN 13718:2023

7.5.2.4 Sử dụng phụ gia chậm đông kết đối với hỗn hợp bê tông dùng thi công bê tông khối lớn khi thi công trong điều kiện khí hậu nóng và/hoặc khi thời gian từ khi trộn xi măng với nước cho tới khi đầm xong quá 60 min.

7.5.2.5 Lượng dùng phụ gia hóa học phù hợp phải được xác định khi thiết kế và trộn thử thành phần bê tông trên vật liệu sẽ dùng sản xuất hỗn hợp bê tông.

7.5.2.6 Trong mọi trường hợp, không dùng CaCl_2 đưa vào bê tông thi công các kết cấu bê tông cốt thép thủy công.

7.5.3 Phụ gia khoáng hoạt tính

7.5.3.1 Phụ gia khoáng hoạt tính được dùng để điều chỉnh một hoặc nhiều tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông và/hoặc các tính chất kỹ thuật của bê tông.

7.5.3.2 Phụ gia khoáng hoạt tính dùng trong bê tông phải được lấy mẫu và thí nghiệm xác định các tính chất kỹ thuật và phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật qui định tại TCVN 8827, TCVN 10302 và TCVN 11586 hoặc các tiêu chuẩn kỹ thuật tương ứng khác. Lượng dùng phụ gia khoáng hoạt tính được xác định khi thiết kế thành phần bê tông và trộn thử.

7.5.3.3 Sử dụng phụ gia khoáng hoạt tính trong các thành phần bê tông khi mà lượng xi măng dưới 150 kg/m^3 .

7.5.3.4 Sử dụng phụ gia khoáng hoạt tính trong các thành phần hỗn hợp bê tông độ sụt cao, hỗn hợp bê tông chảy, hỗn hợp bê tông dùng thi công các kết cấu bê tông khối lớn, bê tông yêu cầu chống thấm cao, bê tông yêu cầu chịu mài mòn và bê tông chống xâm thực thủy khí.

7.5.3.5 Lượng phụ gia khoáng trong chất kết dính chế tạo hỗn hợp bê tông xác định thông qua thí nghiệm. Khi không có số liệu thí nghiệm tin cậy, lượng phụ gia khoáng trong chất kết dính khi sản xuất hỗn hợp bê tông, không vượt quá:

- 35 % theo khối lượng chất kết dính, khi sử dụng tro bay;
- 50 % theo khối lượng chất kết dính, khi sử dụng xỉ hạt lò cao nghiền mịn;
- 10 % theo khối lượng chất kết dính, khi sử dụng silicafume hoặc tro trấu nghiền mịn.

CHÚ THÍCH 1: Trong mọi trường hợp, tổng lượng các phụ gia khoáng hoạt tính lớn nhất trong chất kết dính khi dùng đồng thời không vượt quá lượng lớn nhất khi sử dụng phụ gia khoáng hoạt tính riêng rẽ.

CHÚ THÍCH 2: Lượng phụ gia khoáng trong chất kết dính khi sản xuất hỗn hợp bê tông có thể lớn hơn các giá trị trên nếu lượng xi măng trong thành phần bê tông dưới 100 kg/m^3 , yêu cầu độ đồng nhất cao, độ chống thấm cao hoặc hệ số thấm thấp và có các kết quả thí nghiệm chứng minh đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật và độ bền lâu đối với bê tông.

8 Hỗn hợp bê tông

8.1 Yêu cầu chung

8.1.1 Hỗn hợp bê tông phải được thiết kế và lựa chọn thành phần và trộn thử trên cơ sở các vật liệu dự kiến sử dụng đảm bảo phù hợp với công nghệ thi công và đáp ứng các qui định của hồ sơ thiết kế.

8.1.2 Các vật liệu sử dụng sản xuất hỗn hợp bê tông cần được lấy mẫu, thí nghiệm xác định các tính chất kỹ thuật phục vụ thiết kế thành phần bê tông để đảm bảo hỗn hợp bê tông sử dụng phù hợp với công nghệ thi công và đáp ứng các yêu cầu qui định tại hồ sơ thiết kế.

8.2 Các thông tin cơ bản cần thiết khi thiết kế thành phần bê tông

Các tính chất cơ bản của hỗn hợp bê tông, bê tông và các thông tin cần thiết khi thiết kế thành phần:

- Cấp độ bền (cấp cường độ chịu nén) hoặc tỷ lệ giá trị cấp độ bền hoặc cường độ qui định tại hồ sơ thiết kế;
- Mác chống thấm hoặc hệ số thấm;
- Tỷ lệ nước trên xi măng (hoặc nước trên chất kết dính) lớn nhất cho phép;
- Loại và lượng xi măng tối thiểu hoặc tối đa cho phép, nếu có;
- Loại và lượng phụ gia khoáng hoạt tính, nếu có;
- Tính công tác hoặc mác hỗn hợp bê tông theo tính công tác qui định tại TCVN 9340 và thay đổi tính công tác theo thời gian;
- Kích thước hạt danh nghĩa lớn nhất của cốt liệu;
- Dạng kết cấu;
- Phương pháp thi công hoặc phương pháp cấp hỗn hợp bê tông tới nơi đổ;
- Các yêu cầu khác, nếu có.



8.3 Lựa chọn thành phần bê tông

8.3.1 Thiết kế thành phần bê tông thực hiện theo các tiêu chuẩn quốc gia hoặc chỉ dẫn kỹ thuật và đảm bảo hỗn hợp bê tông và bê tông đạt các yêu cầu công nghệ, cường độ và các yêu cầu kỹ thuật khác do thiết kế qui định.

8.3.2 Thành phần bê tông cần được lựa chọn để đảm bảo đạt cấp cường độ chịu nén theo thiết kế là thành phần đạt cường độ mục tiêu - R_{mt} , không nhỏ hơn tương ứng:

- a) Trường hợp xác định được độ lệch chuẩn
 - Đối với các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép, khi yêu cầu xác suất đảm bảo $q = 0,95$, cường độ mục tiêu không nhỏ hơn: $R_{mt} \geq B + 1,64 \times s$;
 - Đối với bê tông khối lớn, khi xác suất đảm bảo $q = 0,90$, cường độ mục tiêu không nhỏ hơn: $R_{mt} \geq B + 1,28 \times s$;

Độ lệch chuẩn lấy bằng 3 MPa, khi giá trị s xác định được nhỏ hơn 3 MPa.

- b) Trường hợp không xác định được độ lệch chuẩn, giá trị độ lệch chuẩn lấy không nhỏ hơn 6 MPa.

TCVN 13718:2023

8.3.3 Khi yêu cầu đồng thời cấp cường độ chịu nén và mác chống thấm, thành phần bê tông lựa chọn phải đồng thời đáp ứng các chỉ tiêu chất lượng này.

8.4 Sản xuất hỗn hợp bê tông

8.4.1 Hỗn hợp bê tông phải được sản xuất tại trạm trộn tập trung hoặc trộn bằng máy tại công trường.

8.4.2 Định lượng các vật liệu chế tạo hỗn hợp bê tông được thực hiện theo khối lượng. Riêng nước trộn và phụ gia hóa học cho phép định lượng theo thể tích.

8.4.3 Vật liệu trộn cần được định lượng theo khối lượng. Sai lệch khối lượng thực tế cho phép được qui định tại Bảng 12.

8.4.4 Độ chính xác của các thiết bị định lượng cần được kiểm tra trên toàn dải đo trước khi sử dụng và kiểm định định kỳ hàng tháng.

Hàng ngày, trước khi sản xuất hỗn hợp bê tông, độ chính xác của thiết bị định lượng được kiểm tra và điều chỉnh để đảm bảo chỉ số đọc bằng "0" khi không có vật liệu.

Bảng 12 - Độ chính xác của thiết bị định lượng vật liệu tại trạm trộn bê tông

Tên vật liệu	Độ chính xác của định lượng % theo khối lượng	
	Trạm trộn tự động, liên tục	Trạm trộn chu kỳ
Xi măng và phụ gia khoáng	± 1	± 2
Cốt liệu	± 2	± 3
Nước và phụ gia hóa học	± 1	± 2

8.4.5 Trộn hỗn hợp bê tông tất cả các mác theo tính công tác phân loại theo TCVN 9340 được thực hiện trong các máy trộn cưỡng bức. Có thể trộn hỗn hợp bê tông trong các máy trộn rơi tự do đối với các mác theo tính công tác D1 đến D4 và các hỗn hợp bê tông chảy.

8.4.6 Đối với hỗn hợp bê tông được trộn khô trong máy trộn cưỡng bức và được vận chuyển trong các xe tự trộn phải được cấp nước và thực hiện trộn lại không ít hơn 30 min trước khi xả.

8.4.7 Vật liệu được cấp đồng thời vào máy trộn cưỡng bức, thứ tự: cốt liệu và các vật liệu được coi là tro và xi măng và sau cùng là nước và phụ gia hóa học.

Khi trộn trong máy trộn rơi tự do, thứ tự nạp liệu như sau: Cốt liệu nhỏ, xi măng, phụ gia khoáng, cốt liệu lớn, khoảng hai phần ba lượng nước trộn và phụ gia hóa học dưới dạng dung dịch. Lượng nước còn lại được cho vào dần để điều chỉnh độ sụt.

8.4.8 Khi nhiệt độ xi măng cao hơn 50 °C, thứ tự nạp liệu như sau: Cốt liệu nhỏ, xi măng, phụ gia khoáng hoạt tính, cốt liệu lớn, nước và phụ gia hóa học.

8.4.9 Không đưa xi măng với nhiệt độ vượt quá 70 °C vào trộn hỗn hợp bê tông.

8.4.10 Phụ gia hóa học đưa vào trộn phải được dùng dưới dạng dung dịch.

8.4.11 Khối lượng vật liệu trộn tối đa không vượt quá tải trọng cho phép và không thấp hơn 75 % dung tích tối đa của thiết bị trộn do Nhà chế tạo công bố.

8.4.12 Thời gian trộn cần thiết để trộn hỗn hợp bê tông, tính từ khi cấp liệu tới khi bắt đầu xả, thực hiện theo hướng dẫn của Nhà sản xuất thiết bị trộn. Khi không có số liệu tin cậy, thời gian trộn cần được xác định thông qua trộn thử và đánh giá độ đồng nhất khi:

- Sai số tương đối của hai giá trị khối lượng thể tích xác định theo TCVN 3108, không vượt quá 0,8 %; và
- Sai lệch tính công tác không vượt quá các giá trị qui định.

Khi không có các thông số kỹ thuật tin cậy và chưa thí nghiệm, thời gian trộn cần thiết không ít hơn các giá trị tại Bảng 13.

Bảng 13 - Thời gian trộn hỗn hợp bê tông

Thể tích thùng trộn L	Thời gian trộn, không ít hơn s					
	Máy trộn rơi tự do đối với các mác hỗn hợp bê tông theo tính công tác			Máy trộn cưỡng bức (trộn tất cả các mác hỗn hợp bê tông theo tính công tác) tùy theo tỷ lệ nước trên xi măng		
	D1	D2	D3 và D4	Nhỏ hơn 0,3	Từ 0,3 đến 0,4	Lớn hơn 0,4
Nhỏ hơn 750	90	75	60	80	60	50
Từ 750 đến 1 500	120	105	90	100	70	50
Lớn hơn 1 500	150	135	120	120	80	50

8.5 Hỗn hợp bê tông trộn sẵn

8.5.1 Hỗn hợp bê tông trộn sẵn từ các nhà sản xuất đáp ứng cần các qui định tại TCVN 9340 và các qui định khác của hồ sơ thiết kế.

8.5.2 Hỗn hợp bê tông trộn sẵn từ các Nhà sản xuất trước khi sử dụng phải được trộn thử và thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu và phải đáp ứng các yêu cầu về công nghệ thi công và qui định của hồ sơ thiết kế (tỷ lệ nước trên xi măng hoặc tỷ lệ nước trên chất kết dính, lượng xi măng tối thiểu và/hoặc tối đa, kích thước hạt danh nghĩa lớn nhất, tính công tác, ...) đối với công trình.

8.5.3 Hỗn hợp bê tông trộn sẵn phải được vận chuyển bằng xe chuyên dụng. Không cho phép đổ nước vào hỗn hợp bê tông đã trộn trong quá trình vận chuyển.

8.5.4 Hỗn hợp bê tông trộn sẵn được cấp tới công trường phải kèm theo một phiếu vận chuyển được in với tối thiểu các thông tin sau:

TCVN 13718:2023

- Tên hoặc mã số của cơ sở sản xuất hỗn hợp bê tông trộn sẵn;
- Số hiệu seri của phiếu vận chuyển;
- Thời điểm trộn mẻ đầu và thời điểm hoàn thành trộn mẻ cuối;
- Tên, vị trí công trình;
- Cấp cường độ hoặc mô tả thành phần bê tông bao gồm: tỷ lệ nước trên xi măng hoặc tỷ lệ nước trên chất kết dính; lượng xi măng tối thiểu;
- Tính công tác qui định tại nơi sản xuất;
- Tính công tác sau các khoảng thời gian và/hoặc khả năng bảo toàn tính công tác theo thời gian, nếu có;
- Nhiệt độ của hỗn hợp bê tông tại nơi sản xuất, nếu có;
- Loại xi măng và phụ gia khoáng, nếu có;
- Kích thước hạt danh nghĩa lớn nhất của cốt liệu;
- Loại và lượng phụ gia hóa học sử dụng, nếu có;
- Thành phần mẻ trộn thực tế;
- Khối lượng hỗn hợp bê tông theo mét khối.

8.6 Kiểm soát chất lượng hỗn hợp bê tông

8.6.1 Tại nơi sản xuất, hỗn hợp bê tông cần được lấy mẫu và thí nghiệm kiểm soát các chỉ tiêu: Tính công tác, khối lượng thể tích, nhiệt độ, tính bảo toàn các tính chất theo thời gian và cường độ bê tông ở tuổi 7 ngày (hoặc tuổi trung gian) và tuổi thiết kế.

8.6.2 Tần suất kiểm soát chất lượng hỗn hợp bê tông tại nơi sản xuất được thực hiện theo qui định của người sử dụng. Khi không có qui định - không ít hơn hai lần trong một lô hoặc không ít hơn một lần trong một ca sản xuất trong điều kiện khí hậu xác định và độ ẩm của cốt liệu ổn định và không ít hơn một lần trong vòng 2 giờ khi độ ẩm của cốt liệu thay đổi đột ngột. Kết quả kiểm soát chất lượng hỗn hợp bê tông được cấp cho người sử dụng ngay sau khi có kết quả.

8.6.3 Cường độ chịu nén của hỗn hợp bê tông trộn sẵn cần được kiểm tra và đánh giá sự phù hợp theo qui định tại TCVN 10303.

9 Thi công bê tông

9.1 Công tác chuẩn bị

9.1.1 Trước khi thi công bê tông, nền đá, bề mặt bê tông lót và các bề mặt bê tông (đứng, ngang và nghiêng) của khối đổ trước, các mối nối và băng cản nước phải được vệ sinh sạch sẽ, không còn bùn rác, bẩn, dầu, mỡ, nước, màng xi măng.

9.1.2 Để đảm bảo liên kết chặt chẽ với khối bê tông đã đổ trước với bê tông đổ mới, các bề mặt ngang của khối đổ đã đóng rắn cần được chuẩn bị như sau:

- Màng xi măng trên mặt bê tông đã đổ trước phải được loại bỏ theo các biện pháp sau:
 - a) Bằng tia nước hoặc khí nén khi bê tông đạt cường độ khoảng 0,3 MPa đến 0,5 MPa hoặc tuổi đạt khoảng 6 h đến 12 h;
 - b) Bằng bàn chải sắt hoặc chổi kim loại khi bê tông đạt cường độ khoảng 1,5 MPa hoặc tuổi đạt khoảng 8 h đến 20 h;
 - c) Phun cát với cỡ hạt 0,5 mm đến 5 mm ở tuổi không ít hơn 3 ngày.
- Loại bỏ ván khuôn của các mối ghép, các mẫu và các chi tiết của gỗ;
- Bê tông thừa và bê tông vỡ từ bê tông đặc chắc;
- Loại bỏ các vết dầu, bi tum;
- Bề mặt bê tông cần được vệ sinh khỏi rác, bụi và được rửa bằng nước áp lực và làm khô bằng khí nén.

9.1.3 Tất cả các kết cấu và bộ phận sẽ bị che khuất trong quá trình thi công tiếp theo (bề mặt bê tông tại mạch dừng thi công, cốt thép, khe biến dạng, băng cản nước, chi tiết đặt trước và lỗ chờ) cũng như độ chính xác khi lắp đặt và định vị cốt pha cần được nghiệm thu theo qui định tại Bảng 3 và Bảng 10.

Thiết bị quan trắc, nếu có, phải được nghiệm thu theo qui định của thiết kế và qui định tại TCVN 8215.

Hệ thống ống làm mát, nếu có, phải được nghiệm thu độ kín nước.

9.2 Vận chuyển hỗn hợp bê tông

9.2.1 Các phương pháp vận chuyển hỗn hợp bê tông tới nơi đổ cần được xác định phù hợp với năng lực sản xuất của trạm trộn hoặc máy trộn và các tính chất của hỗn hợp bê tông.

9.2.2 Các phương tiện vận chuyển hỗn hợp bê tông cần:

- Đảm bảo khả năng bảo toàn các tính chất công nghệ (tính công tác, độ tách vữa, phân tầng, nhiệt độ) của hỗn hợp bê tông;
- Đảm bảo tránh tác động trực tiếp của mưa, nhiệt độ cao của môi trường, gió và bức xạ mặt trời trong quá trình vận chuyển;
- Phòng ngừa tổn thất nhanh tính công tác và suy giảm độ đồng nhất;
- Loại trừ mất vữa và hỗn hợp bê tông trên đường vận chuyển và khi xả;
- Đảm bảo thời gian từ khi sản xuất đến nơi đổ ngắn nhất.

TCVN 13718:2023

9.2.2.1 Khi vận chuyển hỗn hợp bê tông trộn sẵn trên cự li quá 10 km cần sử dụng phụ gia chậm đông kết.

9.2.2.2 Ưu tiên sử dụng các thiết bị vận chuyển cho phép cấp trực tiếp hỗn hợp bê tông tới nơi đổ hoặc chuyển trong các thiết bị vận chuyển khác như: máy bơm bê tông, băng chuyển,

9.2.2.3 Nên sử dụng thiết bị trộn và vận chuyển chuyên dụng để vận chuyển cả hỗn hợp bê tông đã trộn nước và hỗn hợp bê tông trộn khô.

9.2.2.4 Lựa chọn thiết bị vận chuyển phù hợp để đảm bảo sử dụng tối đa khi cấp hỗn hợp bê tông.

9.2.2.5 Khi vận chuyển hỗn hợp bê tông bằng thủ công, xe đẩy phải là xe bánh hơi và cự ly vận chuyển không quá 200 m.

9.2.2.6 Khi dùng thùng, bunker chứa và vận chuyển hỗn hợp bê tông thì thể tích hỗn hợp bê tông đổ vào thùng không vượt quá 95 % thể tích thùng chứa.

9.2.2.7 Khi dùng máy bơm vận chuyển hỗn hợp bê tông, cần thực hiện bơm thử nhằm kiểm tra sự phù hợp của thành phần và tính công tác của hỗn hợp bê tông và điều kiện thi công với tính năng kỹ thuật của thiết bị bơm.

9.2.2.8 Khi vận chuyển hỗn hợp bê tông bằng băng chuyển, cần tuân thủ các qui định và/hoặc hướng dẫn của nhà sản xuất băng chuyển và phải đảm bảo các qui định sau:

- a) Độ sụt của hỗn hợp bê tông cần vận chuyển không quá 90 mm;
- b) Mặt băng chuyển phải có dạng hình máng và băng cao su. Cho phép dùng băng chuyển nhánh có dạng phẳng khi chiều dài vận chuyển dưới 20 m;
- c) Góc nghiêng dọc theo băng chuyển không vượt quá:
 - 18 ° và 15 ° tương ứng khi vận chuyển hỗn hợp bê tông đi lên và đi xuống đối với tính công tác đến 40 mm;
 - 15 ° và 10 ° tương ứng khi vận chuyển hỗn hợp bê tông đi lên và đi xuống đối với tính công tác từ 50 mm đến 90 mm;
- d) Tốc độ vận chuyển của băng chuyển không vượt quá 4 m/s;
- e) Phải đổ hỗn hợp bê tông lên băng chuyển qua phễu;
- f) Phải có hệ thống che chắn để đảm bảo hỗn hợp bê tông trên băng chuyển không bị mưa hoặc bức xạ mặt trời chiếu trực tiếp.

9.2.3 Không được vận chuyển bằng xe ben đối với hỗn hợp bê tông với mác theo tính công tác D4 - TCVN 9340 và các hỗn hợp bê tông chảy xòe.

9.2.4 Thời gian vận chuyển hỗn hợp bê tông không được vượt quá thời gian bảo toàn các tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông. Tại nơi đổ, hỗn hợp bê tông phải đồng nhất và tính công tác phải đạt các giá trị qui định. Khi không có số liệu thí nghiệm, thời gian vận chuyển hỗn hợp bê tông không sử dụng phụ gia có thể tham khảo các trị số tại Bảng 14.

Bảng 14 - Thời gian vận chuyển hỗn hợp bê tông không sử dụng phụ gia

Nhiệt độ hỗn hợp bê tông °C	Thời gian vận chuyển cho phép min
Lớn hơn 30	30
Từ 21 đến 30	45
Từ 11 đến 20	60
Từ 5 đến 10	90

CHÚ THÍCH: Khi sử dụng phụ gia hóa học, thời gian vận chuyển giới hạn được qui định trên cơ sở kết quả thí nghiệm xác định thời gian đông kết của hỗn hợp bê tông theo TCVN 9338 để đảm bảo thời gian kể từ khi trộn xi măng với nước cho tới khi hỗn hợp bê tông được đầm chặt trong khối đổ không vượt quá thời gian bắt đầu đông kết của hỗn hợp bê tông.

9.2.5 Khi không có khả năng thực hiện được các yêu cầu qui định từ 9.2.1 đến 9.2.4, hỗn hợp bê tông chỉ được sử dụng theo qui trình công nghệ đã được thiết lập trước đó, trong đó: xác định trình tự, phương pháp phục hồi tính công tác cần thiết của hỗn hợp bê tông hoặc các giải pháp sử dụng hỗn hợp với các thông số đầm chặt không phù hợp tương ứng với tính công tác yêu cầu.

9.3 Đổ và đầm

9.3.1 Đổ bê tông phải đảm bảo không làm sai lệch vị trí cốt thép, vị trí ván khuôn và chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép. Không dùng đầm dùi để dịch chuyển ngang hỗn hợp bê tông trong cốt pha.

Không đổ hỗn hợp bê tông trực tiếp vào vị trí bằng cản nước và/hoặc ống tiêu nước.

9.3.2 Không được bổ sung nước vào hỗn hợp bê tông để tăng tính công tác tại nơi đổ.

9.3.3 Hỗn hợp bê tông cần được đổ đều vào kết cấu theo một hướng bằng những lớp chồng lên nhau với chiều dày tương đương và được đổ liên tục cho tới khi hoàn thành một kết cấu hoặc khối đổ theo qui định của thiết kế hoặc biện pháp thi công đã phê duyệt. Chiều dày lớp đổ hỗn hợp bê tông phải căn cứ vào biện pháp thi công, tính năng của thiết bị đầm chặt, tính công tác của hỗn hợp bê tông và điều kiện thời tiết để quyết định.

Trong mọi trường hợp, chiều dày một lớp đổ không nên quá 600 mm.

9.3.4 Mép trên của bê tông khối đổ phải thấp hơn đỉnh ván khuôn khoảng 50 mm đến 70 mm.

9.3.5 Phương pháp đổ hỗn hợp bê tông cần đảm bảo tính toàn khối của kết cấu. Lớp sau cần được đổ và đầm chặt trước khi hỗn hợp bê tông của lớp đổ chưa bắt đầu đông kết.

9.3.6 Khi đổ hỗn hợp bê tông với những đợt dừng, bề mặt mạch dừng thi công phải vuông góc với trục của khối đổ. Khoảng thời gian dừng cho phép giữa các lớp đổ phải xác định thông qua thử nghiệm khi lập biện pháp thi công có tính đến thành phần bê tông sử dụng, thời gian đông kết của hỗn hợp bê tông, loại kết cấu, điều kiện khí hậu và các yếu tố khác. Trong mọi trường hợp, tổng thời gian từ khi

TCVN 13718:2023

trộn nước với xi măng đến khi đổ vào kết cấu và được đầm chặt không được vượt quá thời gian bắt đầu đông kết của hỗn hợp bê tông.

9.3.7 Chiều cao đổ hỗn hợp bê tông vào khối đổ trong ván khuôn không được vượt quá:

- 1 m đối với mái dốc, trần, khe van, khe phai, bê tông pha 2;
- 1,5 m đối với cột, trụ pin, tường, vách cống hộp;
- 3 m đối với các kết cấu không thép, kết cấu móng với lượng thép cốt nhỏ hơn 70 kg trong một mét khối bê tông;

Đối với các hỗn hợp bê tông với tính công tác D4 - TCVN 9340 và các hỗn hợp bê tông chảy xèo, chiều cao đổ tự do không được quá 1,0 m.

9.3.8 Khi đổ bê tông với chiều cao rơi tự do lớn hơn qui định trên, phải dùng ống phễu vòi voi hoặc máng nghiêng.

9.3.8.1 Ống phễu, vòi voi dùng để đổ hỗn hợp bê tông cần có đường kính không nhỏ hơn 3 lần kích thước hạt danh nghĩa của cốt liệu lớn. Chiều dài ống được treo không quá 10 m. Miệng phễu của ống vòi voi có kích thước lớn hơn tối thiểu 2 lần kích thước của miệng cấp hỗn hợp bê tông. Không kéo nghiêng ống vòi voi trong quá trình đổ bê tông.

9.3.8.2 Máng nghiêng cần kín và nhẵn. Chiều rộng của máng không nhỏ hơn 3 lần kích thước hạt danh nghĩa lớn nhất của cốt liệu. Độ dốc của máng phải đủ để hỗn hợp bê tông chảy đều và không bị phân tầng. Cuối máng cần có bộ phận điều hướng để hỗn hợp bê tông rơi thẳng đứng vào vị trí đổ.

9.3.9 Đầm hỗn hợp bê tông cần đảm bảo đạt độ đặc chắc yêu cầu và độ đồng nhất của bê tông. Chiều dày lớp đầm cần phù hợp với chiều sâu làm việc của thiết bị đầm.

9.3.10 Thiết bị đầm cần được lựa chọn có tính đến mác hỗn hợp bê tông theo tính công tác, kích thước hình học của kết cấu, mật độ thép cốt.

9.3.11 Khi đầm hỗn hợp bê tông bằng đầm dùi, không cho phép tì đầm lên thép cốt, băng cản nước, chi tiết đặt sẵn, thanh neo và các bộ phận chống, đỡ và ván khuôn.

9.3.12 Thời gian đầm hỗn hợp bê tông cần được qui định tùy thuộc vào mác hỗn hợp bê tông theo tính công tác, loại kết cấu, mật độ và loại thép cốt, các thông số của thiết bị đầm khi lập biện pháp thi công hoặc qui trình công nghệ thi công bê tông. Thời gian đầm định hướng:

- 20 s đến 60 s đối với đầm bàn hoặc đầm mặt;
- 20 s đến 40 s đối với đầm dùi.

9.3.13 Độ sâu chọc đầm dùi vào hỗn hợp bê tông cần phải đảm bảo chọc vào lớp đã được đổ và đầm chặt trước liền kề khoảng 50 mm đến 100 mm. Bước cắm đầm dùi không được vượt quá 1,5 lần bán kính tác dụng của đầm (150 mm đến 600 mm tùy thuộc vào loại đầm dùi).

9.3.14 Chiều dày các lớp đổ không lớn hơn:

- Chiều dài phần công tác của đầm dùi thẳng đứng loại lớn giảm đi 100 mm;
- Không lớn hơn 1,25 lần chiều dài phần công tác của đầm dùi cầm tay và không quá 600 mm;
- Không lớn hơn 400 mm khi đầm kết cấu bê tông không thép bằng đầm mặt;
- Không lớn hơn 250 mm khi đầm kết cấu bê tông cốt thép với cốt thép đơn bằng đầm mặt;
- Không lớn hơn 120 mm khi đầm kết cấu bê tông cốt thép với cốt thép đôi bằng đầm mặt.

9.3.15 Kiểm soát qui trình đầm được thực hiện bằng mắt theo độ lún của hỗn hợp bê tông. Hỗn hợp bê tông được coi là đầm chặt khi không thấy bọt khí nổi lên trên bề mặt kết cấu. Thời gian đầm tối đa khổng chế không vượt quá hai lần thời gian đầm định hướng.

9.3.16 Tổng thời gian từ khi trộn nước với xi măng đến khi đổ vào kết cấu và được đầm chặt cần kiểm soát để không vượt quá thời gian bắt đầu đông kết của hỗn hợp bê tông xác định theo TCVN 9338. Khi không có số liệu thí nghiệm xác định thời gian đông kết của hỗn hợp bê tông, thời gian từ khi trộn nước với xi măng không vượt quá các giá trị qui định tại Bảng 15.

Bảng 15 - Thời gian từ khi trộn đến khi đổ và đầm chặt

Nơi sản xuất hỗn hợp bê tông	Thời gian từ khi trộn đến khi đổ và đầm chặt không vượt quá, min, ứng với nhiệt độ hỗn hợp bê tông	
	25 °C và nhỏ hơn	Lớn hơn 25 °C
Tại trạm trộn tập trung	90	75
Trộn tại công trường	75	60

9.3.17 Có thể đầm lại bê tông trong các kết cấu đã được đổ và đầm hoàn chỉnh để loại trừ các ảnh hưởng tiêu cực của các quá trình mất nước và co mềm và nhằm tăng nhanh quá trình đóng rắn của bê tông theo một qui trình được lập trước. Qui trình đầm lại phải được lập bởi các đơn vị hoặc tổ chức và/hoặc chuyên gia có kinh nghiệm và phải đảm bảo phù hợp với loại kết cấu, tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông, điều kiện thi công, điều kiện khí hậu và phải thỏa thuận với thiết kế. Trong mọi trường hợp, thời điểm đầm lại không được chậm hơn 1 h sau khi kết thúc đổ và hỗn hợp bê tông chưa bắt đầu đông kết.

9.3.18 Khi sử dụng các thiết bị chuyên dụng rải, san và đầm chặt cần lập biện pháp thi công riêng và tuân thủ sau khi được phê duyệt.

9.3.19 Mạch ngừng thi công

TCVN 13718:2023

9.3.19.1 Mạch ngừng thi công cần được qui định trong biện pháp thi công.

9.3.19.2 Mạch ngừng thi công cần được:

- a) Đặt tại vị trí mà lực cắt và mô men uốn nhỏ nhất có thể và đồng thời phải vuông góc với phương truyền lực nén vào kết cấu;
- b) Lựa chọn khi tính đến giảm thiểu nứt do ứng suất nhiệt gây ra trong giai đoạn giảm nhiệt độ trong khối đổ.

Mạch ngừng thi công có thể lựa chọn kết hợp với khe biến dạng.

9.3.19.3 Tất cả các mạch ngừng thi công (đứng, nghiêng và ngang) nằm trong nước hoặc vùng tác động lên xuống của nước phải được lắp đặt băng chắn nước.

9.3.19.4 Băng chắn nước lắp đặt tại mạch ngừng thi công là các băng chắn nước cứng (kim loại) hoặc băng chắn nước mềm (cao su hoặc PVC) với chiều rộng không lớn hơn 250 mm và không có cơ cấu bù chuyển vị đáp ứng các qui định tại TCVN 9384 hoặc TCVN 9407.

9.3.19.5 Băng chắn nước cần đảm bảo tính liên tục và được lắp đặt nằm trong phần nửa của tiết diện của mạch ngừng thi công phía chịu tác động của nước.

9.3.19.6 Băng chắn nước được lắp đặt chia đều để mỗi nửa nằm ở trong từng khối đổ liền kề hoặc khối đổ chông và được định vị đảm bảo không xô dịch trong quá trình đổ và đầm bê tông. Khoảng cách giữa các vị trí định vị không vượt quá 0,5 m và 1,0 m tương ứng với băng chắn nước mềm và cứng.

Tùy theo loại băng chắn nước sử dụng, phương pháp lắp đặt, nối và định vị thực hiện có thể tham khảo tại TCVN 9159, TCVN 9384 và TCVN 9407.

9.3.19.7 Mạch ngừng thi công theo phương ngang nên đặt ở vị trí thấp hơn chiều cao ván khuôn không nhỏ hơn 50 mm.

9.3.19.8 Mạch ngừng thi công theo phương đứng hoặc nghiêng nên được chặn bằng lưới với ô lưới không quá 8 mm x 8 mm.

9.3.19.9 Trước khi đổ bê tông khối tiếp theo, toàn bộ bề mặt bê tông cũ cần được loại bỏ màng xi măng và tạo nhám (đối với các bề mặt không sử dụng lưới thép để chặn), vệ sinh và làm ẩm và loại bỏ màng xi măng, bê tông dính trên băng cản nước.

9.3.19.10 Không được đổ lại bê tông trong vòng 24 h tiếp theo hoặc khi cường độ bê tông của khối đổ chưa đạt từ 2,5 MPa trở lên.

9.4 Hoàn thiện bề mặt

9.4.1 Bề mặt bê tông phải được hoàn thiện thỏa mãn các yêu cầu về chất lượng, độ phẳng và đồng đều về màu sắc theo qui định của thiết kế.

9.4.2 Hoàn thiện bề mặt thông thường khi làm phẳng ngang bằng bàn xoa gỗ hoặc bàn xoa thép. Mức độ gồ ghề của mặt bê tông tại từng vị trí không vượt quá 5 mm và không vượt quá 20 mm tương ứng trong phạm vi 2 m và trong toàn bộ mặt phẳng.

9.4.3 Hoàn thiện bề mặt cao cấp khi làm phẳng ngang bằng máy xoa bề mặt. Mức độ gồ ghề của mặt bê tông tại từng vị trí không vượt quá 3 mm và không vượt quá 5 mm trong phạm vi 2 m. Màu sắc bề mặt đồng đều.

9.5 Bảo dưỡng

9.5.1 Bảo dưỡng bê tông cần được thực hiện ngay sau khi đầm chặt và/hoặc sau khi hoàn thiện để đảm bảo bê tông đạt các yêu cầu chất lượng do thiết kế qui định. Trong biện pháp thi công bê tông cần chỉ rõ:

- Các phương pháp bảo dưỡng;
- Thời gian bảo dưỡng;
- Danh mục các chỉ tiêu cần phải kiểm soát và các phương pháp kiểm tra.

9.5.2 Bảo dưỡng ban đầu cần được thực hiện để đảm bảo không để mất nước từ bê tông đang đóng rắn.

9.5.2.1 Bảo dưỡng ban đầu cần được bắt đầu không chậm hơn 10 min sau khi kết thúc đầm và hoàn thiện bề mặt khối đổ.

9.5.2.2 Bảo dưỡng ban đầu có thể được thực hiện bằng việc phủ vật liệu giữ ẩm hoặc phun chất bảo dưỡng lên bề mặt kết cấu bê tông và bê tông cốt thép.

9.5.2.3 Các bề mặt ngang của kết cấu nên được che chắn bằng các vật liệu cách nhiệt để tránh tác động trực tiếp của bức xạ mặt trời khi nhiệt độ không khí cao hơn 30 °C.

9.5.2.4 Bảo dưỡng ban đầu cần được thực hiện cho tới khi bê tông đạt cường độ không nhỏ hơn 1,5 MPa.

9.5.3 Cho phép đầm lại bề mặt khi xuất hiện các vết nứt do co mềm trên bề mặt bê tông. Qui trình đầm lại phải được lập bởi các đơn vị và/hoặc chuyên gia có kinh nghiệm và phải đảm bảo phù hợp với loại kết cấu, tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông, điều kiện thi công, điều kiện khí hậu và phải thỏa thuận với thiết kế. Trong mọi trường hợp, thời điểm đầm lại không được chậm hơn 1 h sau khi kết thúc đổ và trước khi bắt đầu đông kết của hỗn hợp bê tông xác định theo TCVN 9338.

9.5.4 Cho phép đi lại và lắp đặt cốp pha các kết cấu bên trên khi bê tông đạt cường độ không nhỏ hơn 1,5 MPa.

9.5.5 Bảo dưỡng tiếp theo cần đảm bảo chế độ nhiệt ẩm thuận lợi để hình thành cấu trúc bê tông.

9.5.5.1 Các biện pháp bảo dưỡng tiếp theo: phủ vật liệu giữ ẩm, tạo lớp nước bề mặt, phun sương liên tục, Không cho phép phun nước đứt quãng lên bề mặt bê tông bị tác động trực tiếp của bức xạ mặt trời.

TCVN 13718:2023

9.5.5.2 Bảo dưỡng tiếp theo được thực hiện cho tới khi bê tông đạt không ít hơn 70 % cường độ thiết kế. Nếu có những bằng chứng, có thể dừng bảo dưỡng tiếp theo khi bê tông đạt 50 % cường độ thiết kế.

9.5.5.3 Thời gian bảo dưỡng tiếp theo cần được thực hiện để đảm bảo bê tông đạt được cường độ tới hạn. Thời gian bảo dưỡng cần thiết có thể tham khảo qui định tại TCVN 8828.

9.5.6 Để tăng nhanh quá trình đóng rắn của bê tông, có thể phủ bề mặt kết cấu bê tông bằng các vật liệu hấp thụ và giữ bức xạ mặt trời theo qui trình lập trước.

9.6 Điều chỉnh chế độ nhiệt khi đóng rắn

9.6.1 Điều chỉnh chế độ nhiệt trong bê tông thủy công đang đóng rắn là cần thiết để hạn chế nứt nhiệt.

9.6.2 Điều chỉnh chế độ nhiệt đóng rắn là cần thiết khi thi công bê tông khối lớn (thể tích khối đổ lớn hơn 1 000 m³, mô đun mặt hồ nhỏ hơn 2) với tốc độ đổ bê tông lớn hơn 40 m³/h.

9.6.3 Các giải pháp kỹ thuật và công nghệ có thể áp dụng để điều chỉnh chế độ nhiệt đóng rắn và giảm thiểu nứt kết cấu bê tông và bê tông cốt thép do nhiệt:

- Sử dụng hỗn hợp bê tông với nhiệt độ thấp nhất có thể;
- Sử dụng xi măng poóc lăng hỗn hợp với cường độ tuổi 3 ngày không vượt quá 16 MPa;
- Sử dụng cốt liệu lớn với kích thước hạt danh nghĩa lớn nhất có thể;
- Sử dụng thành phần bê tông với lượng xi măng thấp kết hợp với phụ gia khoáng hoạt tính;
- Lắp dựng hệ thống ống và bơm nước làm mát khối đổ bê tông.

9.6.4 Các giải pháp công nghệ và kỹ thuật khi sử dụng cần lưu ý:

- Tốc độ làm nguội bê tông kết cấu không quá 5 °C/h sau khi đạt nhiệt độ lớn nhất.
- Chênh lệch nhiệt độ "bề mặt kết cấu-nhiệt độ không khí" không quá 20 °C tại thời điểm dừng các giải pháp công nghệ điều chỉnh chế độ nhiệt đóng rắn.

9.6.5 Khi có yêu cầu kiểm soát chế độ nhiệt độ trong khối đổ cần lắp đặt thiết bị và thực hiện quan trắc nhiệt độ theo qui định của thiết kế và TCVN 8215.

Sơ đồ và vị trí lắp đặt đầu đo trong khối đổ phải đảm bảo đủ để đánh giá được chế độ nhiệt tại tâm, biên, đáy và bề mặt trong toàn bộ thời gian kể từ khi bắt đầu đổ hỗn hợp bê tông cho tới khi đổ chùng hoặc đổ chèn khối tiếp theo liền kề. Qui trình đo và báo cáo kết quả cần được qui định trong đề cương quan trắc hoặc trong biện pháp thi công khối đổ.

9.7 Sửa chữa khuyết tật

9.7.1 Tất cả các khuyết tật, rỗ, hồng và nứt phải được lập biên bản. Không cho phép trát vữa và trám hồ xi măng phủ các khuyết tật tại mạch ngừng thi công, các khe biến dạng và các vết nứt, nếu có.

9.7.2 Các bề mặt của kết cấu cần đáp ứng các yêu cầu qui định trong thiết kế. Các kích thước, qui mô của các khuyết tật (lỗi, lõm...) trên bề mặt bê tông không được vượt quá hai phần ba kích thước hạt danh định lớn nhất của cốt liệu.

9.7.3 Trên bề mặt kết cấu, không cho phép lộ thép chịu lực và thép cấu tạo, ngoại trừ các bản mã, thép chờ được chỉ định trong các bản vẽ thiết kế.

9.7.4 Bề mặt hở của các chi tiết đặt sẵn bằng thép, các phần hở của thép và băng chắn nước tại khớp nối hoặc mạch ngừng thi công cần được vệ sinh sạch, không bị bám vữa hoặc bê tông.

9.7.5 Trên các mặt chính của kết cấu toàn khối sẽ được sơn phủ, không cho phép các vết dầu, mỡ hoặc rỉ.

9.7.6 Trên bề mặt bê tông các kết cấu chịu tác động của xâm thực thủy khí, không cho phép tồn tại:

- Các mấp mô (lỗi, lõm, ...) vượt quá 3 mm, khi vận tốc dòng chảy của nước đến 30 m/s;
- Các mấp mô (lỗi, lõm, ...) vượt quá 2 mm, khi vận tốc dòng chảy của nước lớn hơn 30 m/s.

9.7.7 Nếu không có qui định khác, tất cả các vết nứt trên bề mặt bê tông với bề rộng lớn hơn 0,2 mm phải được lập báo cáo sự không phù hợp ghi nhận hiện trạng, phân tích nguyên nhân, đề xuất các giải pháp xử lý và biện pháp phòng ngừa hoặc giảm thiểu.

9.7.8 Các giải pháp xử lý hoặc sửa chữa các vết nứt cần được thống nhất với tư vấn.

9.8 Thi công bê tông khối lớn

9.8.1 Kết cấu bê tông hoặc bê tông cốt thép được coi là khối lớn khi có kích thước đủ để gây ra ứng suất kéo, phát sinh do hiệu ứng nhiệt thủy hoá của xi măng, vượt quá cường độ chịu kéo của bê tông và gây nứt bê tông.

9.8.2 Nhiệt độ hỗn hợp bê tông dùng thi công bê tông khối lớn tại nơi đổ cần được kiểm soát theo qui định của thiết kế. Khi không có qui định, nhiệt độ hỗn hợp bê tông lớn nhất tại nơi đổ không nên vượt quá 32 °C.

9.8.3 Cần có các giải pháp kiểm soát chênh lệch nhiệt độ lớn nhất giữa các vị trí trong khối đổ ở giai đoạn giảm nhiệt không vượt quá 20 °C để phòng ngừa và giảm thiểu nứt đối với các kết cấu bê tông khối lớn.

9.8.4 Kiểm soát chế độ nhiệt độ trong khối đổ bằng cách lắp đặt đầu đo và quan trắc nhiệt độ, trong biện pháp thi công cần lập đề cương qui định sơ đồ và vị trí lắp đặt đầu đo, qui trình đo và lập báo cáo.

9.8.5 Không sử dụng xi măng đóng rắn nhanh. Khi xi măng có hàm lượng C₃A lớn hơn 8 %, cần kết hợp với phụ gia khoáng hoạt tính làm chất kết dính để sản xuất hỗn hợp bê tông dùng thi công kết cấu khối lớn.

9.8.6 Các biện pháp hạ nhiệt độ lớn nhất trong khối đổ và giảm chênh lệch nhiệt độ giữa các vị trí trong khối thực hiện theo chỉ dẫn của thiết kế. Khi không có qui định của thiết kế, có thể áp dụng các biện pháp sau:

TCVN 13718:2023

- a) Dùng xi măng ít tỏa nhiệt hoặc sử dụng xi măng kết hợp với tro bay hoặc xỉ lò cao nghiền mịn hoặc hỗn hợp tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn;
- b) Sử dụng thành phần bê tông với lượng xi măng ít nhất có thể;
- c) Sử dụng cốt liệu đã được làm mát;
- d) Sử dụng nước đã được làm lạnh đến nhiệt độ để trộn bê tông;
- e) Sử dụng đá xay làm nước trộn hỗn hợp bê tông;
- f) Lắp đặt hệ thống ống và dẫn nhiệt từ khối đổ ra ngoài bằng bơm nước hoặc nước lạnh;
- g) Qui định tuổi đạt cường độ thiết kế ở tuổi dài ngày;
- h) Chia các khối đổ với kích thước thích hợp.

9.8.7 Các biện pháp giảm chênh lệch nhiệt độ giữa các vị trí trong khối bê tông, ngoài các biện pháp tại 9.8.6, có thể bọc các bề mặt khối đổ bằng vật liệu cách nhiệt.

9.8.8 Khi chia khối đổ thành nhiều khối, chiều dài khối đổ tối đa giữa các mạch ngừng thi công phải được thiết kế thỏa thuận. Khi không có qui định, chiều dài tối đa giữa các mạch ngừng thi công không nên vượt quá 24 m. Phương pháp đổ các khối theo kiểu "ô cờ vua".

9.8.9 Thời gian đổ khối tiếp theo phải được xác định trên cơ sở kết quả kiểm soát chế độ nhiệt trong bê tông khối lớn. Theo đó, thời điểm:

- a) đổ chèn khối tiếp theo khi nhiệt độ trong khối đã đổ trong giai đoạn giảm và chênh lệch nhiệt độ giữa tâm và biên khối đổ không vượt quá 18 °C đến 25 °C;
- b) đổ chùng khối tiếp theo khi nhiệt độ trong khối đã đổ trong giai đoạn giảm và chênh lệch nhiệt độ giữa tâm khối đổ và bề mặt khối đổ không vượt quá 16 °C đến 20 °C.

9.8.10 Liên kết giữa các khối đổ phải đảm bảo tính toàn khối.

9.8.11 Tháo dỡ ván khuôn và lớp bảo ôn, nếu có chỉ được thực hiện khi chênh lệch nhiệt độ bê tông tại các vị trí trong khối đổ và giữa bề mặt khối đổ với nhiệt độ không khí không lớn hơn 20 °C đến 25 °C.

9.9 Thi công bê tông trong điều kiện khí hậu nóng

9.9.1 Trong điều kiện khí hậu nóng, khi nhiệt độ không khí trong bóng râm lúc 13h00 cao hơn 30 °C và độ ẩm không khí thấp hơn 50 %, cần thực hiện tổ hợp các giải pháp kỹ thuật để giảm thiểu tối đa các ảnh hưởng xấu tới chất lượng hỗn hợp bê tông và bê tông. Cần tính đến tác động của gió. Vận tốc gió 2 m/s tương đương tăng 1 °C.

9.9.2 Nhiệt độ xi măng và phụ gia khoáng hoạt tính trong silo của trạm trộn bê tông không chế không vượt quá tương ứng 60 °C và 40 °C.

9.9.4 Cốt liệu sử dụng trộn hỗn hợp bê tông cần được che chắn tránh tác động trực tiếp của bức xạ mặt trời.

9.9.5 Nhiệt độ của hỗn hợp bê tông tại nơi đổ không được vượt quá 32 °C. Để hạ nhiệt độ hỗn hợp bê tông có thể áp dụng các biện pháp:

- a) Dùng cốt liệu được làm mát;
- b) Dùng nước lạnh để trộn hỗn hợp bê tông;
- c) Dùng đá xay thay nước trộn. Khi sử dụng đá vảy thay thế một phần nước trộn, lượng đá vảy thay thế khoảng đến 30 % tổng lượng nước trộn.

CHÚ THÍCH: Lượng đá vảy thay thế nước trộn có thể vượt quá giá trị trên, nếu có số liệu tin cậy chứng minh lượng đá vảy tan hết trong hỗn hợp bê tông sau khi trộn.

9.9.6 Khi cần thiết, để bảo toàn tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông cần thực hiện:

- a) Phụ gia hóa học đưa vào trộn theo nhiều đợt;
- b) Sử dụng phụ gia chậm đông kết;
- c) Áp dụng cả hai biện pháp trên.

9.9.7 Phun nước làm mát cốt thép và ván khuôn trước khi đổ bê tông.

9.9.8 Nên đổ bê tông vào thời điểm nhiệt độ không khí thấp trong ngày. Đổ hỗn hợp bê tông cần được xem xét thực hiện trong khoảng thời gian ngắn nhất có thể. Kiểm soát mác hỗn hợp bê tông theo tính công tác tại nơi đổ được thực hiện không chậm hơn 20 min kể từ thời điểm hỗn hợp bê tông được đưa tới công trường và sau 30 min chờ tại công trình.

9.9.9 Công tác bảo dưỡng bê tông trong điều kiện khí hậu nóng được thực hiện như qui định tại 9.5.2 đến 9.5.6.

10 Kiểm tra và nghiệm thu

10.1 Kiểm tra

10.1.1 Hệ thống kiểm tra chất lượng thi công bê tông toàn khối bao gồm:

- a) Kiểm tra chất lượng công tác chuẩn bị nền, xử lý bề mặt khối đổ trước;
- b) Kiểm tra công tác lắp dựng ván khuôn và hệ chống, lỗ chờ, cầu công tác;
- c) Kiểm tra chất lượng của thép, gia công và lắp dựng cốt thép, lắp đặt các chi tiết đặt sẵn;
- d) Kiểm tra các khe biến dạng, vị trí và cấu tạo khớp nối chống thấm;
- e) Kiểm tra vị trí và độ chính xác của lắp đặt các thiết bị quan trắc, nếu có;
- f) Kiểm tra vật liệu và các điều kiện bảo quản các vật liệu chế tạo hỗn hợp bê tông, thiết kế và lựa chọn thành phần hỗn hợp bê tông sử dụng, sản xuất hỗn hợp bê tông (Độ chính xác của các thiết bị định lượng, quá trình sản xuất), thiết bị thi công, phương tiện vận chuyển hỗn hợp bê tông;
- g) Kiểm soát quá trình đổ và đầm chặt hỗn hợp bê tông;

TCVN 13718:2023

- h) Kiểm soát chế độ bảo dưỡng bê tông;
- i) Xác định cường độ bê tông ở các tuổi;
- j) Xác định độ đặc chắc, khối lượng thể tích, mác chống thấm, hệ số thấm và độ hút nước của bê tông;
- k) Kiểm soát chất lượng kết cấu đã hoàn thành và các biện pháp xử lý khuyết tật, nếu có.

10.1.2 Kiểm tra công tác ván khuôn và hệ chống thực hiện theo các yêu cầu qui định tại Điều 5 của tiêu chuẩn này.

10.1.3 Kiểm tra công tác cốt thép thực hiện theo các yêu cầu qui định tại Điều 6 của tiêu chuẩn này.

10.1.4 Kiểm tra vật liệu sử dụng chế tạo hỗn hợp bê tông theo qui định tại Điều 7 của tiêu chuẩn này.

10.1.5 Kiểm tra sản xuất hỗn hợp bê tông tại nơi sản xuất theo qui định tại Điều 8 của tiêu chuẩn này

10.1.6 Kiểm tra mức độ đáp ứng trước khi đổ bê tông theo yêu cầu tại 9.1.

10.1.7 Kiểm tra tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông tại nơi đổ thực hiện như sau:

10.1.7.1 Lấy mẫu từ khối lượng hỗn hợp bê tông cấp lần đầu (mẻ trộn hoặc xe chuyên chở hỗn hợp bê tông đầu tiên) và thực hiện thí nghiệm xác định tính công tác theo TCVN 3106 hoặc TCVN 3107 hoặc tiêu chuẩn tương ứng khác;

10.1.7.2 Lấy mẫu từ khối lượng hỗn hợp bê tông cấp trong quá trình thi công và thực hiện thí nghiệm xác định tính công tác:

- a) Đối với hỗn hợp bê tông trộn tại hiện trường - Không ít hơn 2 lần
- b) Đối với hỗn hợp bê tông trộn sẵn của từng nhà sản xuất - Không ít hơn 3 lần trong ca và phải có một kết quả thử đối với các kết cấu sử dụng ít hơn khối lượng hỗn hợp bê tông trong một xe;
- c) Đợt xuất - Không ít hơn một lần trong một khối đổ đối với từng nhà sản xuất.

10.1.7.3 Khi có sự thay đổi về lô xi măng sử dụng (đợt cấp vào silo xi măng từ xe vận chuyển, nhiệt độ xi măng), khi thay đổi độ ẩm của cốt liệu, khi hiệu chỉnh thành phần hỗn hợp bê tông - Thực hiện lại 10.1.7.1 và 10.1.7.2.

10.1.7.4 Sai lệch các giá trị tính công tác không vượt quá giá trị qui định trong Bảng 3 - TCVN 9340.

10.1.8 Kiểm soát quá trình vận chuyển, đổ và đầm chặt hỗn hợp bê tông và bảo dưỡng thực hiện theo qui định tại Điều 9 của tiêu chuẩn này.

10.1.9 Kiểm tra và đánh giá cường độ bê tông

10.1.9.1 Kiểm tra và đánh giá cường độ bê tông thủy công toàn khối được thực hiện theo các qui trình T30 hoặc T15 và KT qui định tại TCVN 10303.

10.1.9.2 Tại nơi đổ, các mẫu xác định cường độ bê tông được lấy từ hỗn hợp bê tông, được đúc và bảo dưỡng theo TCVN 3105.

10.1.9.3 Các mẫu thí nghiệm xác định cường độ bê tông được lấy theo từng tổ. Mỗi tổ gồm 3 viên mẫu được lấy cùng lúc và từ cùng một mẫu hỗn hợp bê tông lấy theo qui định tại TCVN 3105. Kích thước mẫu chuẩn 150 mm x 150 mm x 150 mm. Khi sử dụng các mẫu có kích thước khác mẫu chuẩn, cường độ bê tông phải được chuyển về cường độ mẫu chuẩn. Hệ số chuyển đổi lấy theo qui định tại Bảng 1 - TCVN 3118.

10.1.9.4 Số lượng mẫu hỗn hợp bê tông cần lấy từ mỗi lô được xác định tùy thuộc vào loại kết cấu nhưng không ít hơn một mẫu hỗn hợp bê tông cho một lô hoặc không ít hơn hai lần trong một ca thi công.

10.1.9.5 Theo đặc điểm kết cấu, số lượng mẫu hỗn hợp bê tông cần lấy phải đảm bảo yêu cầu sau:

- a) Đối với bê tông khối lớn, mỗi 500 m³ lấy một mẫu hỗn hợp bê tông khi khối lượng bê tông trong một khối đổ lớn hơn 1 000 m³ và mỗi 250 m³ lấy một mẫu hỗn hợp bê tông khi khối lượng bê tông trong một khối đổ dưới 1 000 m³;
- b) Đối với bê tông các móng lớn (thể tích trên 100 m³), mỗi 100 m³ bê tông lấy một mẫu hỗn hợp bê tông;
- c) Đối với bê tông móng với thể tích dưới 100 m³, mỗi 50 m³ bê tông lấy một mẫu hỗn hợp bê tông;
- d) Đối với bê tông kết cấu tường thượng lưu, trụ pin, tràn, tường, ...), mỗi 20 m³ bê tông lấy một mẫu hỗn hợp bê tông;
- e) Đối với bê tông các kết cấu đơn chiếc có khối lượng ít hơn 20 m³, mỗi lô lấy một mẫu hỗn hợp bê tông;
- f) Đối với bê tông kết cấu thi công dịch chuyển theo phương ngang hoặc theo chiều cao, lấy một mẫu hỗn hợp bê tông cho mỗi ca nếu khối lượng bê tông trung bình trong ca lớn hơn 20 m³, và lấy một mẫu hỗn hợp bê tông cho không quá hai ca nếu khối lượng bê tông trung bình trong ca nhỏ hơn 20 m³;
- g) Khi cần xác định mác chống thấm, cứ 500 m³ lấy một tổ mẫu (6 viên) và không ít hơn một tổ mẫu cho một khối đổ.

10.1.9.6 Cường độ chịu nén của viên mẫu được xác định theo TCVN 3118.

10.1.9.7 Cường độ chịu nén của tổ mẫu được tính bằng trung bình cộng cường độ của ba viên mẫu trong tổ mẫu.

Nếu giá trị lớn nhất hoặc nhỏ nhất trong ba giá trị cường độ của viên mẫu trong tổ mẫu lệch quá 15 % so với giá trị cường độ ở giữa thì không sử dụng tổ mẫu này trong kiểm tra, đánh giá.

TCVN 13718:2023

10.1.9.8 Giá trị cường độ đơn lấy bằng cường độ tổ mẫu được chế tạo từ cùng một mẫu hỗn hợp bê tông và sử dụng để kiểm tra một loại cường độ qui định.

10.1.9.9 Cường độ của lô được tính theo 7.7 - TCVN 10303.

10.1.9.10 Xác định hệ số biến động cường độ (của lô và giai đoạn tham chiếu) thực hiện theo 8.1, 8.2, công thức (7) tại 8.3 và 8.4 - TCVN 10303. Giá trị tối đa cho phép của hệ biến động cường độ - ν của giai đoạn tham chiếu:

- Đối với bê tông các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép với $q = 0,95$ là 16 %;
- Đối với bê tông khối lớn với $q = 0,90$ là 20 %;

10.1.9.11 Xác định cường độ yêu cầu thực hiện theo 9.1 - TCVN 10303.

Hệ số k_{yc} phụ thuộc vào hệ số biến động cường độ và qui trình kiểm tra, đánh giá.

- Khi kiểm tra, đánh giá theo qui trình T30, hệ số phụ thuộc vào hệ số biến động cường độ của giai đoạn tham chiếu lấy theo qui định tại Bảng 16 của tiêu chuẩn này.
- Khi kiểm tra, đánh giá theo qui trình T15, hệ số k_{yc} được xác định theo 9.3 - TCVN 10303.
- Khi kiểm tra, đánh giá theo qui trình KT, hệ số k_{yc} được lấy bằng 1,285.

10.1.9.12 Đánh giá cường độ bê tông thực hiện theo Điều 10 - TCVN 10303. Cường độ bê tông của lô xác định theo qui trình T30, T15 hoặc KT và được đánh giá là phù hợp khi đáp ứng đồng thời:

- Cường độ của lô không nhỏ hơn cường độ yêu cầu: $R_{lô} \geq R_{yc}$; và
- Cường độ của mỗi tổ mẫu trong lô không nhỏ hơn giá trị lớn hơn trong hai giá trị: cường độ qui định hoặc cường độ yêu cầu trừ 4MPa: $R_i \geq R_{qd}$ hoặc $R_i \geq R_{yc} - 4$.

Bảng 16 - Giá trị hệ số cường độ yêu cầu khi kiểm tra, đánh giá theo qui trình T30

ν giai đoạn %	Hệ số cường độ yêu cầu - k_{yc}	
	Các loại bê tông (trừ bê tông khối lớn và bê tông vùng trong đập trọng lực)	Kết cấu bê tông khối lớn
Nhỏ hơn 6	1,07	1,09
7	1,08	1,10
8	1,09	1,11
9	1,11	1,13
10	1,14	1,14
11	1,18	1,16

v giai đoạn %	Hệ số cường độ yêu cầu - k_{yc}	
	Các loại bê tông (trừ bê tông khối lớn và bê tông vùng trong đập trọng lực)	Kết cấu bê tông khối lớn
12	1,23	1,18
13	1,28	1,20
14	1,33	1,22
15	1,38	1,23
16	1,43	1,25
17	-	1,28
18	-	1,32
19	-	1,36
20	-	1,39

10.1.10 Xác định mác chống thấm.

10.1.10.1 Các mẫu xác định mác chống thấm của bê tông được lấy từ hỗn hợp bê tông tại nơi đổ và được đúc và bảo dưỡng theo TCVN 3105.

10.1.10.2 Các mẫu thí nghiệm xác định mác chống thấm của bê tông được lấy theo từng tổ. Mỗi tổ gồm 6 viên mẫu hình trụ kích thước chuẩn 150 mm x 150 mm được đúc từ cùng một mẫu hỗn hợp bê tông.

10.1.10.3 Số lượng tổ mẫu: một tổ mẫu đúc từ mẫu hỗn hợp bê tông lấy trong 500 m³, nhưng không ít hơn một tổ mẫu cho một đợt đổ.

10.1.10.4 Xác định mác chống thấm thực hiện theo TCVN 3116.

10.1.10.5 Đánh giá sự phù hợp với mác chống thấm theo qui định của thiết kế.

10.1.11 Xác định các chỉ tiêu kỹ thuật khác.

10.1.11.1 Các chỉ tiêu kỹ thuật khác cần thực hiện khi có yêu cầu của thiết kế và/hoặc người sử dụng. Tần suất lấy mẫu và thí nghiệm xác định các chỉ tiêu yêu cầu thực hiện theo qui định của chỉ dẫn kỹ thuật và/hoặc theo các tiêu chuẩn phương pháp thử tương ứng.

10.1.11.2 Đánh giá sự phù hợp theo qui định của thiết kế hoặc người sử dụng.

10.1.11.3 Trong trường hợp, khi cường độ, mác chống thấm hoặc các chỉ tiêu chất lượng khác của bê tông thủy công toàn khối được đánh giá là không phù hợp với yêu cầu của hồ sơ thiết kế, cần thực hiện kiểm tra, đánh giá các chỉ tiêu này từ các mẫu khoan, cắt trên kết cấu công trình và đánh giá sự phù hợp theo qui định của thiết kế.

TCVN 13718:2023

10.1.11.4 Khi kiểm tra cường độ bê tông trên kết cấu công trình thủy công toàn khối, cần thực hiện xác định cường độ và đánh giá sự phù hợp theo qui định của thiết kế. Khi thiết kế không có qui định, có thể xác định cường độ theo TCVN 12252 và đánh giá sự phù hợp như sau:

- Giá trị cường độ hiện trường trung bình của không ít hơn 3 kết quả không nhỏ hơn 0,90 cấp cường độ theo qui định tại hồ sơ thiết kế, và
- Giá trị nhỏ nhất của cường độ hiện trường không nhỏ hơn 0,75 cấp cường độ qui định tại hồ sơ thiết kế.

10.2 Nghiệm thu

10.2.1 Nghiệm thu các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công toàn khối hoàn thành cần kiểm tra:

- a) Sự phù hợp của các kết cấu với bản vẽ thiết kế;
- b) Chất lượng bê tông theo cường độ qui định trong hồ sơ thiết kế;
- c) Chất lượng vật liệu và sản phẩm xây dựng dung thi công và lắp đặt trong các kết cấu;
- d) Chất lượng của các khe biến dạng, khớp nối và mối nối thi công (mạch ngừng thi công);
- e) Chất lượng bề mặt của các kết cấu có yêu cầu chống xâm thực thủy khí, nếu có;
- f) Kết quả kiểm tra vật liệu chế tạo hỗn hợp bê tông, thiết kế và lựa chọn thành phần hỗn hợp bê tông sử dụng;
- g) Kết quả xác định cường độ bê tông ở các tuổi trung gian và tuổi thiết kế;
- h) Kết quả xác định độ đặc chắc, khối lượng thể tích, mác chống thấm, hệ số thấm và độ hút nước của bê tông hoặc các chỉ tiêu chất lượng khác theo qui định của thiết kế;
- i) Kết quả kiểm tra vị trí và kích thước của kết cấu bê tông và bê tông cốt thép hoàn thành;
- j) Báo cáo về sự không phù hợp và các xử lý, nếu có;
- k) Kết quả kiểm định trong quá trình kiểm soát chất lượng, nếu có.

10.2.2 Sai lệch cho phép đối với kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công hoàn thành.

Các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép hoàn thành cần đáp ứng các qui định về kích thước và vị trí với các sai số cho phép qui định tại Bảng 17.

10.2.3 Bê tông được nghiệm thu, nếu cường độ, mác chống thấm và các chỉ tiêu chất lượng khác được đánh giá là phù hợp.

Bảng 17 - Các yêu cầu về vị trí và kích thước đối với kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối hoàn thành

Nội dung	Trị số cho phép mm
Độ lệch của mặt phẳng và các cạnh của mặt phẳng cắt nhau theo chiều đứng hoặc chiều nghiêng trên toàn chiều cao của kết cấu đối với: <ul style="list-style-type: none"> a) Móng b) Tường cánh, tường cống c) Cột và trụ pin d) Các hạng mục thi công bằng ván khuôn chuyển dịch theo chiều cao 	20 15 10 1/500 chiều cao nhưng không vượt quá 100 mm
Độ lệch của bề mặt bê tông so với mặt phẳng ngang: <ul style="list-style-type: none"> a) Tính cho 1 m dài trên mặt phẳng về bất cứ hướng nào b) Cho toàn bộ kết cấu 	5 20
Sai lệch cục bộ của mặt trên cùng của bê tông so với thiết kế khi kiểm tra bằng thước dài 2 m áp sát vào mặt bê tông	8
Sai lệch theo chiều dài hoặc nhịp kết cấu	+ 20
Sai lệch kích thước tiết diện ngang của các bộ phận kết cấu <ul style="list-style-type: none"> a) Khi kích thước đến dưới 200 mm b) Khi kích thước đến 400 mm c) Khi kích thước từ 2 000 mm trở lên Đối với các kích thước ở các khoảng, cho phép xác định các giá trị bằng nội suy	+ 6; - 3 + 11; - 9 + 25 ; - 20
Sai lệch về kích thước của các rãnh và hãm để thiết bị <ul style="list-style-type: none"> a) Vị trí b) Khoảng cách giữa các tim c) Kích thước theo chiều ngang 	10 + 15; 0 + 10; 0

Bảng 17 (kết thúc)

Nội dung	Trị số cho phép mm
Sai lệch cao độ của các bề mặt và chi tiết đặt sẵn làm gối tựa cho các kết cấu thép hoặc các cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn và các kết cấu khác	- 5
Chênh lệch cao độ theo chiều cao tại vị trí mối nối của hai bề mặt liền kề	3
Sai lệch vị trí bu lông neo: <ul style="list-style-type: none"> a) Trên bình đồ (mặt bằng) trong đường bao gối đỡ hoặc ngoài phạm vi trụ b) Trên bình đồ (mặt bằng) ngoài đường bao gối đỡ hoặc ngoài phạm vi trụ c) Theo chiều cao 	<p>5</p> <p>10</p> <p>+ 20</p>



Phụ lục A

(quy định)

Các tải trọng và số liệu để thiết kế ván khuôn và hệ chống khi thi công kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công

A.1 Các tải trọng đứng

A.1.1 Khối lượng bản thân của ván khuôn được xác định theo các bản vẽ.

A.1.2 Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đã đầm chặt được lấy bằng $2\,500\text{ kg/m}^3$.

A.1.3 Khối lượng của cốt thép được lấy theo thiết kế. Khi không có số liệu thiết kế, có thể lấy bằng 150 kg/m^3 kết cấu bê tông cốt thép.

A.1.4 Các tải trọng do người và các thiết bị, phương tiện vận chuyển: $2,5\text{ kPa}$. Ngoài ra, ván khuôn cần được kiểm tra với tải trọng tập trung từ các thiết bị công nghệ theo thiết kế thi công.

A.2 Các tải trọng ngang

A.2.1 Tải trọng gió lấy theo TCVN 2737.

A.2.2 Áp lực ngang lớn nhất của hỗn hợp bê tông tác động lên ván khuôn thành: P_{max} , kPa.

A.2.2.1 Khi đầm chặt hỗn hợp bê tông bằng đầm ngoài (cũng như đầm trong với bán kính tác động $R \geq H$, trong đó H : chiều cao ván khuôn, m) áp lực được lấy bằng áp lực thủy tĩnh với biểu đồ phân bố áp lực tam giác phù hợp với Hình A.1a.

$$P_{max} = \gamma \times H \quad (\text{A.1})$$

Tải trọng tổng hợp: $P = \gamma \times H^2 / 2 \quad (\text{A.2})$

A.2.2.2 Khi đầm chặt hỗn hợp bê tông bằng đầm trong

$$P_{max} = \gamma \times (0,27 \times v + 0,78) \times k_1 \times k_2 \quad (\text{A.3})$$

trong đó:

γ - Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông, kg/m^3 ;

v - Tốc độ đổ bê tông (tốc độ lấp đầy ván khuôn theo chiều cao), m/h;

k_1 - Hệ số tính đến ảnh hưởng của tính công tác của hỗn hợp bê tông:

$k_1 = 0,8$ khi hỗn hợp bê tông có độ sụt đến 20 mm ;

$k_1 = 1,0$ khi hỗn hợp bê tông có độ sụt từ 20 mm đến 70 mm ;

$k_1 = 1,2$ khi hỗn hợp bê tông có độ sụt từ 80 mm và lớn hơn.

k_2 - Hệ số tính đến ảnh hưởng của nhiệt độ hỗn hợp bê tông:

$k_2 = 1,15$ khi nhiệt độ hỗn hợp bê tông từ $5\text{ }^\circ\text{C}$ đến $10\text{ }^\circ\text{C}$;

TCVN 13718:2023

$k_2 = 1,0$ - khi nhiệt độ hỗn hợp bê tông từ 11 °C đến 25 °C;

$k_2 = 0,85$ - khi nhiệt độ hỗn hợp bê tông lớn hơn 25 °C.

A.2.2.3 Các tải trọng động phát sinh khi trút hỗn hợp bê tông vào khối đổ lấy theo Bảng A.1.

Bảng A.1 - Tải trọng động phát sinh khi cấp hỗn hợp bê tông vào ván khuôn

Phương pháp cấp hỗn hợp bê tông	Tải trọng ngang tác động lên ván khuôn, kPa
Khi cấp hỗn hợp bê tông theo máng	4
Khi cấp hỗn hợp bê tông bằng thùng (bunker):	
+, thể tích từ 0,2 m ³ đến 0,8 m ³	4
+, thể tích lớn hơn 0,8 m ³	6
Khi cấp hỗn hợp bê tông bằng bơm	8

A.2.2.4 Các tải trọng do đầm hỗn hợp bê tông được lấy bằng 4 kPa.

A.2.2.5 Hệ số an toàn khi tính toán áp lực của hỗn hợp bê tông lấy theo Bảng A.2.

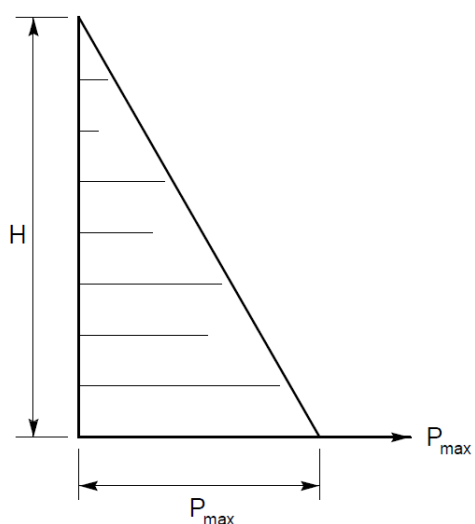
Bảng A.2 - Các hệ số an toàn

Các tải trọng	Hệ số an toàn
Khối lượng ván khuôn và hệ chống	1,1
Khối lượng hỗn hợp bê tông và cốt thép	1,2
Do di chuyển của người, phương tiện vận chuyển, thiết bị thi công, các tải trọng tập trung	1,3
Áp lực ngang khi đầm hỗn hợp bê tông	1,3
Áp lực ngang khi đầm hỗn hợp bê tông cột, tường chắn, trụ pin	1,5
Tải trọng động khi xả hỗn hợp bê tông vào ván khuôn	1,3

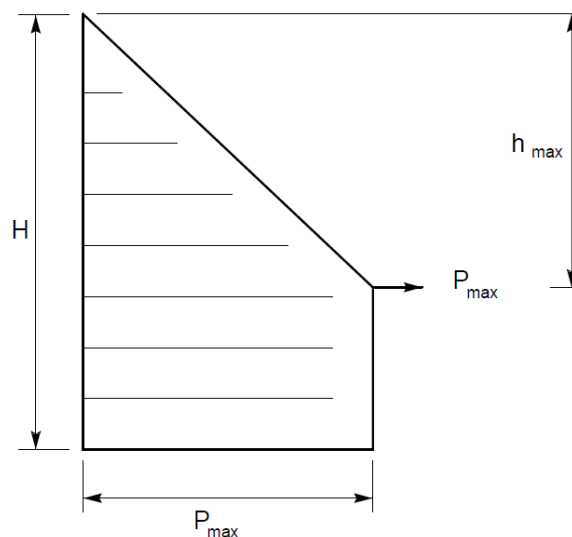
A.2.2.6 Biểu đồ tính toán áp lực hỗn hợp bê tông - theo Hình A.1b.

h_{max} - chiều cao mà tại đó đạt áp lực lớn nhất của hỗn hợp bê tông, m.

$$h_{max} = \frac{P_{max}}{2500} \quad (A.4)$$



A.1a) Áp lực thủy tĩnh;



A.1b) Áp lực tính toán khi đầm chặt hỗn hợp bê tông bằng đầm trong

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

A.2.2.7 Các tải trọng lớn nhất trong mọi trường hợp có tính đến tất cả các hệ số cần được lấy không vượt quá áp lực thủy tĩnh.



Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 4453:1995, Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối – Qui phạm thi công và nghiệm thu
- [2] СНиП III-15-76 Строительные нормы и правила. Правила производства и приемки работ. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные (Các qui định và nguyên tắc xây dựng. Các nguyên tắc thi công và nghiệm thu công việc. Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối);
- [3] ГОСТ Р 52085-2003 Опалубка. Общие технические условия (Ván khuôn. Các yêu cầu kỹ thuật chung);
- [4] СП 41.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений. (Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy công - Tập hợp các qui định về thiết kế);
- [5] СП 357.1325800.2017 Конструкции бетонные гидротехнических сооружений. Правила производства и приёмки работ (Kết cấu bê tông của công trình thủy công. Các qui định thi công và nghiệm thu công việc).

