

**DỰ THẢO**

**TCVN .... : 2020**

Xuất bản lần ...

**CÔNG TRÌNH THỦY LỢI – BÊ TÔNG SỬ DỤNG TRO BAY**  
**- YÊU CẦU THIẾT KẾ THÀNH PHẦN,**  
**THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

*Hydraulic structures - Concrete using fly ash as a mineral admixture*

*- Mix proportions, construction and acceptance*

**HÀ NỘI - 2020**

## Mục lục

## Trang

Lời nói đầu .....	4
<b>1 Phạm vi áp dụng</b> .....	5
<b>2 Tài liệu viện dẫn</b> .....	5
<b>3 Thuật ngữ và định nghĩa</b> .....	6
<b>4 Các qui định chung</b> .....	8
<b>5 Vật liệu chế tạo bê tông</b> .....	9
5.1 Yêu cầu chung .....	9
5.2 Xi măng .....	9
5.3 Tro bay .....	10
5.4 Cốt liệu .....	11
5.5 Nước .....	11
5.6 Phụ gia hoá học .....	12
<b>6 Lựa chọn thành phần bê tông sử dụng tro bay</b> .....	12
6.1 Yêu cầu chung .....	12
6.2 Các yêu cầu khi thiết kế thành phần bê tông tro bay .....	12
6.3 Phương án sử dụng tro bay khi chế tạo bê tông dùng trong công trình thủy lợi .....	13
6.4 Thí nghiệm xác định các tính chất của vật liệu phục vụ thiết kế thành phần bê tông .....	14
6.5 Trình tự tính toán thành phần bê tông sử dụng tro bay .....	15
6.6 Trình tự tính toán xác định thành phần bê tông bổ sung .....	22
6.7 Thí nghiệm kiểm tra và lựa chọn thành phần bê tông danh định .....	23
6.8 Thành phần bê tông danh định .....	26
6.9 Hiệu chỉnh thành phần bê tông tại nơi sản xuất .....	27
<b>7 Sản xuất hỗn hợp bê tông sử dụng tro bay</b> .....	27
7.1 Yêu cầu chung .....	27
7.2 Sản xuất hỗn hợp bê tông .....	28
7.3 Hỗn hợp bê tông trộn sẵn .....	29
7.4 Kiểm soát chất lượng và nghiệm thu hỗn hợp bê tông đã cấp .....	30
<b>8 Thi công bê tông tro bay</b> .....	31
8.1 Yêu cầu chung .....	32
8.2 Vận chuyển hỗn hợp bê tông tro bay .....	32
8.3 Đổ và đầm .....	32
8.4 Bảo dưỡng ẩm .....	35
8.5 Sửa chữa khuyết tật .....	35
8.6 Thi công bê tông khối lớn .....	36
8.7 Thi công bê tông tro bay trong điều kiện khí hậu nóng .....	37
8.8 Sản xuất các cấu kiện đúc sẵn .....	38
<b>9 Kiểm tra và nghiệm thu</b> .....	39
9.1 Kiểm tra chất lượng .....	39
9.2 Nghiệm thu bê tông tro bay .....	41
<b>Phụ lục A</b> - Hệ số phát triển cường độ tuổi khác 28 ngày so với cường độ tuổi 28 ngày .....	45
<b>Phụ lục B</b> - Thành phần bê tông tro bay cơ sở cho một số cấp/mác bê tông thường dùng trong thi công công trình thủy lợi .....	46

### Lời nói đầu

**TCVN \*\*\*\* : 2020** do Cục quản lý xây dựng công trình – Bộ NN và PTNN biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn, Đo lường và Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành.

# Công trình thủy lợi - Bê tông sử dụng tro bay - Yêu cầu thiết kế thành phần, thi công và nghiệm thu

*Hydraulic structures - Concrete using fly ash as a mineral admixture – Mix proportions, construction and acceptance*

## 1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu đối vật liệu sử dụng; yêu cầu thiết kế thành phần với độ sụt từ 10 mm ÷ 210 mm; các yêu cầu khi chế tạo hỗn hợp bê tông được trộn tại công trường hoặc được vận chuyển tới từ các trạm trộn tập trung; qui trình thi công và nghiệm thu bê tông sử dụng tro bay trong các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép của công trình thủy lợi.

1.2 Tiêu chuẩn này không áp dụng:

- a, Đối với hỗn hợp bê tông cứng;
- b, Đối với hỗn hợp bê tông chảy;
- c, Đối với bê tông dùng thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép vùng ven biển, vùng biển, có yêu cầu chống mài mòn và ăn mòn thủy khí, xâm thực hóa chất và các kết cấu đặc biệt khác **được thiết kế theo qui định riêng.**

## 2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 2682 : 2009, *Xi măng pooc lăng - Yêu cầu kỹ thuật*;

TCVN 3105 : 1993, *Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử*;

TCVN 3106 : 1993, *Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Phương pháp xác định độ sụt*;

TCVN 3116 : 1993, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ chống thấm nước*;

TCVN 3118 : 1993, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ chịu nén*;

TCVN 4116 : 1985, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy công - Tiêu chuẩn thiết kế*;

TCVN 4453 : 1995, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối – Qui phạm thi công và nghiệm thu*

- TCVN 4506 : 2012, *Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật;*
- TCVN 5574 : 2018, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế;*
- TCVN 6260 : 2009, *Xi măng pooc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật;*
- TCVN 7570 : 2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật;*
- TCVN 8825 : 2011, *Phụ gia khoáng cho bê tông đầm lăn;*
- TCVN 8826 : 2011, *Phụ gia hóa học cho bê tông;*
- TCVN 8828 : 2011, *Bê tông - Yêu cầu bảo dưỡng ẩm tự nhiên;*
- TCVN 9137 : 2012, *Công trình thủy lợi - Thiết kế đập bê tông và bê tông cốt thép;*
- TCVN 9205 : 2011, *Cát nghiền cho bê tông và vữa*
- TCVN 9338 : 2012, *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp xác định thời gian đông kết;*
- TCVN 9340 : 2012, *Hỗn hợp bê tông trộn sẵn - Yêu cầu cơ bản đánh giá chất lượng và nghiệm thu;*
- TCVN 9341 : 2012, *Bê tông khối lớn - Thi công và nghiệm thu;*
- TCVN 9382 : 2012, *Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông sử dụng cát nghiền;*
- TCVN 10302 : 2014, *Phụ gia khoáng hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng;*
- TCVN 10303 : 2014, *Bê tông - Kiểm tra và đánh giá cường độ chịu nén;*

### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

#### **3.1 Tro bay (fly ash)**

Bột mịn với các hạt hình cầu, hình thành sau khi đốt than, có tính pozzolanic mà:

+, thu hồi được từ lọc bụi tĩnh điện hoặc lọc cơ học; và

+, có được sau quá trình: phân loại, tuyển, sàng, sấy phân li, nghiền hoặc tuyển để giảm lượng các bon, hoặc tổ hợp các quá trình tại xưởng

#### **3.2 Chất kết dính (Binder)**

Là hỗn hợp xi măng với tro bay

#### **3.3 Tỷ lệ nước trên chất kết dính (water-binder ratio)**

Là tỷ lệ lượng nước trộn trên khối lượng chất kết dính

#### **3.4 Cốt liệu lớn cấp phối hạt liên tục (Well-graded aggregates)**

Hỗn hợp cốt liệu lớn với đầy đủ các cỡ hạt riêng biệt trong thành phần

#### **3.5 Cốt liệu lớn cấp phối hạt gián đoạn (Gap-graded aggregates)**

Hỗn hợp cốt liệu lớn mà trong thành phần thiếu từ một cỡ hạt riêng biệt trở lên

### **3.6 Lô hỗn hợp bê tông (Lot of concrete )**

Tập hợp các thể tích hỗn hợp bê tông có cùng thành phần, được sản xuất trên cùng dây chuyền công nghệ trong một đơn vị thời gian hoặc trong một ca sản xuất.

### **3.7 Cường độ quy định của bê tông (specified strength of concrete)**

Giá trị cường độ bê tông được quy định trong tiêu chuẩn thiết kế hoặc thiết kế hoặc Chỉ dẫn kỹ thuật.

CHÚ THÍCH: Giá trị cường độ quy định được chỉ định theo cấp cường độ, hoặc các tỷ lệ của cấp cường độ, mác bê tông theo cường độ chịu nén.

### **3.8 Cường độ yêu cầu của bê tông (Required strength of concrete)**

Giá trị cường độ bê tông được sử dụng để đánh giá sự phù hợp của hỗn hợp bê tông, bê tông kết cấu hoặc cấu kiện theo các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Cường độ yêu cầu được tính toán trên cơ sở cường độ quy định.

### **3.9 Cường độ mục tiêu (target strength)**

Giá trị cường độ đảm bảo đạt cường độ yêu cầu mà thành phần bê tông thiết kế trong phòng thí nghiệm cần đạt được phù hợp với trình độ thi công để bê tông đạt cường độ yêu cầu.

### **3.10 Thành phần bê tông danh định (nominal proportion)**

Là thành phần bê tông đã được tính toán và hiệu chỉnh sau khi trộn thử trong phòng để đảm bảo đạt cường độ mục tiêu và các yêu cầu kỹ thuật khác.

### **3.11 Thành phần bê tông cơ sở (basic proportion)**

Là thành phần bê tông được tính toán để đạt cường độ mục tiêu theo một qui trình trên cơ sở vật liệu khô.

### **3.12 Thành phần bê tông bổ sung (additional proportion)**

Là thành phần bê tông được tính toán từ thành phần bê tông cơ sở với tăng hoặc giảm 10 hoặc 15 % lượng chất kết dính.

### **3.13 Hiệu chỉnh thành phần bê tông (correcting for proportion)**

Là quá trình chuyển từ thành phần bê tông danh định sang thành phần bê tông trộn thực tế

## **4 Các qui định chung**

**4.1** Bê tông sử dụng tro bay dùng thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép của công trình thủy lợi khi:

- Cần cải thiện tính công tác, giảm lượng nước trộn và hoặc nâng cao độ đồng nhất của hỗn hợp bê tông;
- Yêu cầu tuổi đạt cường độ thiết kế qui định sau 28 ngày và dài hơn;
- Cần nâng cao khả năng chống thấm và độ bền lâu;
- Giảm gia tăng nhiệt độ bê tông trong khối đổ;
- Cần ngăn ngừa phản ứng kiềm - silic.

**4.2** Tất cả các loại tro bay dùng chế tạo hỗn hợp bê tông thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi phải đảm bảo hoạt độ phóng xạ tự nhiên không vượt quá 370 Bq/kg.

**4.3** Loại và lượng tro bay hợp lý đưa vào bê tông cần được xác định thông qua thí nghiệm nhằm thiết lập được loại bê tông tro bay với lượng tro bay xác định thỏa mãn được tất cả các yêu cầu qui định đối với hỗn hợp bê tông và bê tông.

**4.4** Lượng tro bay sử dụng không vượt quá lượng xi măng poóc lăng trong một đơn vị thể tích bê tông khi dùng thi công các kết cấu bê tông cốt thép của công trình thủy lợi.

**4.5** Sử dụng tro bay kết hợp với phụ gia hóa dẻo các loại khi sản xuất hỗn hợp bê tông tro bay.

**4.6** Ngoại trừ bê tông M150 hoặc B12,5 và thấp hơn, lượng chất kết dính tối thiểu trong bê tông thi công các công trình thủy lợi với cường độ thiết kế từ M200 hoặc B15 trở lên không được nhỏ hơn các giá trị qui định tại Bảng 1 của tiêu chuẩn này.

**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 công trình thủy lợi**

N/CKD tối đa	Lượng chất kết dính tối thiểu, kg/m <sup>3</sup> , đối với	
	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

**4.7** Khi bê tông tro bay có yêu cầu chống thấm, tỷ lệ N/CKD tối đa đối với các cấp chống thấm cần được lựa chọn không vượt quá các giá trị qui định tại Bảng 2 của tiêu chuẩn này.

**Bảng 2 - Tỷ lệ N/CKD tối đa đối với bê tông tro bay có yêu cầu chống thấm**

Cấp chống thấm yêu cầu	N/CKD tối đa tương ứng với cấp chống thấm và cấp cường độ chịu nén hoặc mác bê tông	
	B20 – B30 (M250 – M400)	từ B35 (M450) trở lên
W6	0,60	0,55
Từ W8 đến W12	0,55	0,50
Cao hơn W12	0,50	0,45

**4.8** Nên sử dụng phụ gia hóa dẻo-chậm đông kết hoặc phụ gia siêu dẻo-chậm đông kết để chế tạo hỗn hợp bê tông tro bay khi thi công bê tông khối lớn và trong điều kiện khí hậu nóng,.

**4.9** Khi thi công các kết cấu vùng ngập nước, vùng nước thay đổi và vùng lõi của các công trình thủy lợi, nên dùng tro bay axit nhóm d - TCVN 10302 : 2014 và không nên dùng tro bay bazơ để chế tạo hỗn hợp bê tông tro bay.

## 5 Vật liệu chế tạo bê tông

### 5.1 Yêu cầu chung

**5.1.1** Các vật liệu sử dụng chế tạo bê tông tro bay cần đáp ứng các yêu cầu đối với vật liệu qui định trong các tiêu chuẩn yêu cầu kỹ thuật tương ứng, các qui định khác trong thiết kế và chỉ dẫn kỹ thuật, nếu có.

**5.1.2** Khi không có qui định khác về vật liệu sử dụng chế tạo bê tông sử dụng tro bay trong thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật hoặc yêu cầu của người đặt hàng, các vật liệu chế tạo bê tông cần đáp ứng yêu cầu kỹ thuật chính qui định tại các tiêu chuẩn quốc gia tương ứng và có thể lựa chọn sử dụng tối đa vật liệu địa phương với một số chỉ tiêu kỹ thuật không đáp ứng qui định của tiêu chuẩn quốc gia nhưng không làm ảnh hưởng đến quá trình đóng rắn của chất kết dính và vẫn đảm bảo đạt cường độ yêu cầu tại tuổi thiết kế, không ảnh hưởng đến độ ổn định thể tích của bê tông và độ bền lâu của kết cấu hoặc cấu kiện.

**5.1.3** Vật liệu dự kiến sử dụng phải đảm bảo các mức giới hạn của các đặc trưng liên quan đến an toàn qui định tại các qui chuẩn kỹ thuật.

### 5.2 Xi măng

**5.2.1** Các loại xi măng pooc lăng và xi măng pooc lăng hỗn hợp đáp ứng các qui định tương ứng tại TCVN 2682 : 2009 và TCVN 6260 : 2009 được sử dụng để chế tạo hỗn hợp bê tông tro bay.

**5.2.2** Tổng lượng phụ gia khoáng đã đưa trước vào xi măng pooc lăng hỗn hợp trong quá trình sản xuất xi măng và lượng tro bay đưa vào hỗn hợp không vượt quá các giá trị qui định tại Bảng 3 của tiêu chuẩn này khi dùng thi công các kết cấu bê tông cốt thép của công trình thủy lợi.



**5.2.3** Không sử dụng xi măng PCB 30 đáp ứng các qui định tại TCVN 6260 : 2009 để chế tạo bê tông tro bay với lượng tro bay thay thế quá 10% khi dùng thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép của công trình thủy lợi.

### 5.3 Tro bay

**5.3.1** Tro bay trước khi sử dụng chế tạo hỗn hợp bê tông phải được lấy mẫu, thử nghiệm và đánh giá sự phù hợp với qui định tại qui chuẩn kỹ thuật và đáp ứng yêu cầu kỹ thuật qui định tại các tiêu chuẩn kỹ thuật tương ứng và các qui định khác của thiết kế, nếu có.

**5.3.2** Tro bay đáp ứng các yêu cầu qui định tại TCVN 8825 : 2011 và TCVN 10302 : 2014 có thể sử dụng để chế tạo bê tông.

**5.3.3** Cần thí nghiệm xác định cường độ thực tế đối với chất kết dính với các tỷ lệ T/CKD: 0; 10; 20; 30 và 40 % và thiết lập quan hệ cường độ - T/CKD đối với từng loại tro bay sử dụng.

**5.3.4** Khi sử dụng tro bay chế tạo hỗn hợp bê tông dùng sản xuất các cấu kiện bê tông cốt thép hoặc thi công các kết cấu bê tông cốt thép của công trình thủy lợi, tỷ lệ T/CKD không nên vượt quá các giá trị qui định tại Bảng 3.

**Bảng 3 - Lượng tro bay trong chất kết dính khi chế tạo bê tông thi công các kết cấu bê tông cốt thép của công trình thủy lợi**

N/CKD	Lượng tro bay tối đa, % khối lượng CKD	
	Xi măng pooc lăng	Xi măng pooc lăng hỗn hợp
0,40 và nhỏ hơn	40	30
Lớn hơn 0,40	35	25

CHÚ THÍCH: Khi lượng phụ gia khoáng trong xi măng poóc lăng hỗn hợp vượt quá 10 % thì tổng lượng phụ gia khoáng bao gồm cả tro bay và phụ gia khoáng trong xi măng không vượt quá các giá trị qui định tại bảng 3.

**5.3.5** Lượng tro bay sử dụng trong bê tông có thể lớn hơn các giá trị qui định tại 5.3.4 khi thi công các kết cấu bê tông không thép, bê tông lõi đập và bê tông lót với cấp cường độ B12,5 và thấp hơn (M150 và thấp hơn); khi cần tăng độ đồng nhất, giảm phân tầng và tách vữa của hỗn hợp bê tông; và khi cần nâng cao khả năng chống thấm của bê tông.

**5.3.6** Tro bay loại C qui định tại TCVN 10302 : 2014 trước khi sử dụng phải được thí nghiệm xác định hàm lượng CaO tự do và ổn định thể tích với tỷ lệ: tro bay : xi măng = 1 : 1 (theo khối lượng).

### 5.4 Cốt liệu

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

**5.4.2** Cốt liệu sử dụng chế tạo hỗn hợp bê tông cần đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật do thiết kế qui định, chỉ dẫn kỹ thuật hoặc qui định tại TCVN 7570 : 2006.

**5.4.3** Cốt liệu trước khi sử dụng phải được lấy mẫu và thử nghiệm các chỉ tiêu kỹ thuật tại TCVN 7570 : 2006 và các qui định khác của thiết kế, nếu có.

#### **5.4.4 Cốt liệu lớn**

**5.4.4.1** Không sử dụng cốt liệu lớn một cỡ hạt để thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi. Nên sử dụng cấp phối hạt liên tục hoặc cấp phối hạt gián đoạn từ các cỡ hạt riêng biệt: 5 mm đến 10 mm; 10 mm đến 20 mm; 20 mm đến 40 mm; và 40 mm đến 70 mm và lớn hơn.

**5.4.4.2** Kích thước hạt danh định lớn nhất của cốt liệu lớn cần đồng thời đáp ứng:

- Không vượt quá một phần năm kích thước nhỏ nhất giữa các mặt trong của ván khuôn;
- Không vượt quá ba phần tư khoảng cách thông thủy nhỏ nhất giữa các thanh cốt 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, ...);
- Không vượt quá một phần ba đường kính của ống bơm.

**5.4.4.3** Nên dùng cốt liệu lớn với kích thước hạt danh định không lớn hơn 40 mm (lỗ sàng tròn) hoặc 25 mm (lỗ sàng vuông) để chế tạo bê tông có yêu cầu chống thấm

**5.4.4.4** Nên dùng cốt liệu lớn với kích thước hạt danh định không nhỏ hơn 40 mm (lỗ sàng tròn) hoặc 37,5 mm (lỗ sàng vuông) để chế tạo hỗn hợp thi công các kết cấu bê tông khối lớn.

**5.4.4.5** Có thể dùng sỏi làm cốt liệu lớn cho bê tông tro bay yêu cầu cường độ không vượt quá 30 MPa.

#### **5.4.5 Cốt liệu nhỏ**

**5.4.5.1** Có thể sử dụng cát có màu sẫm thứ nhất sau màu chuẩn làm cốt liệu nhỏ chế tạo bê tông tro bay cường độ dưới 20 MPa để thi công các kết cấu không có yêu cầu kỹ thuật khác ngoài cường độ chịu nén.

**5.4.5.2** Cát nghiền đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật qui định trong TCVN 9205 : 2011 có thể sử dụng làm cốt liệu nhỏ cho bê tông tro bay.

**5.4.5.3** Khi sử dụng cát hỗn hợp từ cát nghiền và cát tự nhiên làm cốt liệu nhỏ cho bê tông tro bay, cần xác định tỷ lệ phối trộn hợp lý và xác định các tính chất kỹ thuật của hỗn hợp.

#### **5.5 Nước**

Nước trộn hỗn hợp bê tông và nước dùng bảo dưỡng bê tông cần đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật qui định tại TCVN 4506 : 2012.

## 5.6 Phụ gia hóa học

**5.6.1** Phụ gia hóa học để điều chỉnh một hoặc nhiều tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông và hoặc các tính chất kỹ thuật của bê tông tro bay. Phụ gia hóa học sử dụng trộn bê tông phải ở dạng dung dịch. 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 TCVN 8826 : 2011.

**5.6.2** Lượng dùng phụ gia hóa học phù hợp phải được xác định khi thiết kế và trộn thử thành phần bê tông trên cơ sở vật liệu sẽ dùng chế tạo hỗn hợp bê tông.

**5.6.3** Nên sử dụng phụ gia siêu dẻo khi lượng nước trộn trong 1 m<sup>3</sup> hỗn hợp bê tông vượt quá 195 lít.

**5.6.4** Trong mọi trường hợp, không dùng CaCl<sub>2</sub> đưa vào bê tông tro bay thi công các kết cấu bê tông cốt thép.

## 6 Lựa chọn thành phần bê tông sử dụng tro bay

### 6.1 Yêu cầu chung

**6.1.1** Thành phần bê tông sử dụng tro bay được lựa chọn phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật qui định trong thiết kế, tiêu chuẩn thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật hoặc của người đặt hàng đối với từng cấp hoặc mác bê tông và phù hợp với công nghệ thi công.

**6.1.2** Lựa chọn thành phần bê tông tro bay được tiến hành theo các bước:

- Xác định các yêu cầu công nghệ đối với hỗn hợp bê tông và yêu cầu kỹ thuật đối với bê tông;
- Xác định phương án sử dụng tro bay;
- Thí nghiệm xác định các tính chất kỹ thuật của vật liệu sử dụng phục vụ tính toán thành phần bê tông tro bay;
- Tính toán thành phần cơ sở và các thành phần bổ sung;
- Thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu công nghệ và kỹ thuật đối với các thành phần cơ sở và bổ sung;
- Xác định thành phần bê tông danh định.

### 6.2 Các yêu cầu cần thiết khi thiết kế thành phần bê tông tro bay

Những thông tin cần xác định để thiết kế và lựa chọn thành phần bê tông:

- Cường độ:
  - + , Cường độ qui định hoặc cường độ yêu cầu hoặc cường độ mục tiêu;
  - + , Cấp cường độ hoặc tỷ lệ giá trị cấp cường độ hoặc mác bê tông được qui định trong thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật hoặc người đặt hàng.

- Tuổi thiết kế (hoặc tuổi yêu cầu đạt cường độ qui định, cường độ yêu cầu, cường độ mục tiêu, mác).
- Yêu cầu về chống thấm, nếu có;
- Tỷ lệ nước trên chất kết dính tối thiểu hoặc tối đa, nếu có qui định;
- Lượng xi măng hoặc lượng chất kết dính tối thiểu cho phép, nếu có qui định;
- Độ sụt và thay đổi độ sụt theo thời gian, nếu có qui định;
- Kích thước hạt danh định 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.

### **6.3 Phương án sử dụng tro bay khi chế tạo bê tông dùng trong công trình thủy lợi**

**6.3.1** Lựa chọn loại tro bay sử dụng trên cơ sở yêu cầu của thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật và các qui định tại mục 4 của tiêu chuẩn này.

6.3.2 Thí nghiệm xác định cường độ thực tế tuổi 3 và 28 ngày của chất kết dính và thiết lập quan hệ cường độ chịu nén-T/CKD với các tỷ lệ 0; 10; 20; 30 và 40 % hoặc 0; 10; 20 và 30 % đối với xi măng poóc lăng hoặc xi măng poóc lăng hỗn hợp.

6.3.3 Lựa chọn sơ bộ tỷ lệ T/CKD trên cơ sở cường độ qui định đối với bê tông và cường độ thực tế của chất kết dính với nguyên tắc:

**6.3.3.1** Dùng chất kết dính với tỷ lệ T/CKD tương ứng đạt cường độ thực tế đến 25 MPa để chế tạo bê tông đến M150 hoặc cường độ yêu cầu đến 15 MPa hoặc cấp cường độ đến B12,5.

**6.3.3.2** Dùng chất kết dính với tỷ lệ T/CKD tương ứng đạt cường độ thực tế đến 42,5 MPa để chế tạo bê tông từ M200 hoặc cường độ yêu cầu từ 20 MPa hoặc cấp cường độ B15 đến M350 hoặc cường độ yêu cầu đến 35 MPa hoặc cấp cường độ đến B25.

**6.3.3.3** Dùng chất kết dính với tỷ lệ T/CKD tương ứng đạt cường độ thực tế từ 42,5 MPa trở lên để chế tạo bê tông từ M400 hoặc cường độ yêu cầu từ 40 MPa hoặc cấp cường độ từ B30 và cao hơn.

**6.3.4** Khi tuổi thiết kế qui định ở tuổi khác 28 ngày, cường độ yêu cầu, cường độ mục tiêu, mác bê tông được qui về tuổi 28 ngày theo hệ số phát triển cường độ được xác định trước hoặc theo kết quả thống kê.

**6.3.5** Khi bê tông tro bay có yêu cầu chống thấm hoặc cần nâng cao độ chống thấm của bê tông, có thể tăng lượng tro bay trong bê tông để đảm bảo N/CKD tối đa cho phép và hoặc tổng lượng hạt mịn (tổng lượng xi măng, tro bay và các hạt nhỏ hơn 0,315 mm trong cốt liệu) không nhỏ hơn các giá trị 500; 600 và 700 kg trong một mét khối bê tông tương ứng có cốt liệu lớn với kích thước hạt danh định 40; 20 và 10 mm.

## 6.4 Thí nghiệm xác định các tính chất của vật liệu phục vụ thiết kế thành phần bê tông

Các vật liệu dự kiến sử dụng chế tạo bê tông tro bay cần được lấy mẫu và thực hiện thí nghiệm xác định các tính chất kỹ thuật phục vụ thiết kế thành phần bê tông.

### 6.4.1 Xác định các tính chất kỹ thuật của xi măng

Các tính chất kỹ thuật tối thiểu của xi măng cần xác định: Thời gian đông kết, cường độ tuổi 3 ngày và 28 ngày, độ ổn định thể tích và khối lượng riêng.

### 6.4.2 Xác định các tính chất kỹ thuật của tro bay

Các tính chất kỹ thuật tối thiểu của tro bay cần xác định: Độ mịn, mất khi nung, hoạt tính cường độ, khối lượng riêng.

### 6.4.3 Xác định các tính chất kỹ thuật của chất kết dính

**6.4.3.1** Chọn tỷ lệ T/CKD dựa trên cơ sở quan hệ cường độ chịu nén của chất kết dính – T/CKD thiết lập tại 6.3 và cường độ bê tông qui định

**6.4.3.2** Xác định các tính chất kỹ thuật tối thiểu của chất kết dính với tỷ lệ T/CKD đã chọn:

- Độ dẻo tiêu chuẩn;
- Thời gian đông kết;
- Cường độ tuổi 3 ngày và 28 ngày;
- Độ ổn định thể tích;

Khi dùng tro bay bazơ cần xác định ổn định thể tích với tỷ lệ tro bay:xi măng là 1:1.

### 6.4.4 Cốt liệu lớn

**6.3.4.1** Các tính chất kỹ thuật tối thiểu của cốt liệu lớn cần xác định: khối lượng thể tích hoặc khối lượng riêng, khối lượng thể tích xốp, độ rỗng, thành phần hạt và  $D_{max}$  và độ ẩm.

**6.3.4.2** Khi sử dụng cốt liệu lớn phối trộn từ 2 cỡ hạt riêng biệt trở lên, cần xác định tỷ lệ phối trộn hợp lý và xác định khối lượng thể tích xốp, độ rỗng; thành phần hạt và độ ẩm của hỗn hợp các cỡ hạt.

### 6.4.5 Cốt liệu nhỏ

**6.4.5.1** Các tính chất kỹ thuật tối thiểu của cốt liệu nhỏ cần xác định: khối lượng thể tích hoặc khối lượng riêng, khối lượng thể tích xốp, thành phần hạt và mô đun độ lớn, độ ẩm.

**6.4.5.2** Khi sử dụng cốt liệu nhỏ từ hỗn hợp cát sông và cát nghiền, cần xác định tỷ lệ hợp lý của hỗn hợp, khối lượng thể tích hoặc khối lượng riêng, khối lượng thể tích xốp, thành phần hạt và mô đun độ lớn, độ ẩm.

### 6.4.6 Phụ gia hóa học

Các tính chất kỹ thuật tối thiểu của phụ gia hóa học cần xác định: Liều dùng tối đa và lượng (mức độ) giảm nước tương ứng, tính công tác khi giữ nguyên lượng nước trộn, khả năng kéo dài thời gian đông kết đối với phụ gia chậm đông kết, nếu có.

## 6.5 Trình tự tính toán thành phần bê tông sử dụng tro bay

### 6.5.1 Xác định cường độ mục tiêu

**6.5.1.1** Khi cường độ quy định là mác bê tông theo TCVN 4116 : 1985 hoặc TCVN 5574 : 1991, cường độ mục tiêu lấy bằng 1,1 hoặc 1,15 lần mác bê tông khi trộn hỗn hợp bê tông tương ứng tại các trạm trộn với hệ thống định lượng tự động hoặc tại các thiết bị trộn định lượng thủ công.

**6.5.1.2** Khi cường độ quy định là cấp cường độ bê tông theo TCVN 5574 : 2018, cường độ mục tiêu lấy bằng 1,4 hoặc 1,5 lần cấp cường độ tương ứng khi trộn hỗn hợp bê tông tại các trạm trộn với hệ thống định lượng tự động hoặc tại các thiết bị trộn định lượng thủ công.

**6.5.1.3** Khi cường độ quy định được yêu cầu xác định ở tuổi không phải 28 ngày, cường độ mục tiêu của bê tông tuổi 28 ngày được tính bằng công thức sau:

$$R_{28} = R_{mt} / k_t \quad (1)$$

trong đó:

$R_{28}$  là cường độ mục tiêu lấy tại 28 ngày, tính bằng megapascal (MPa);

$R_{mt}$  là cường độ mục tiêu xác định tại 6.5.1.1 hoặc 6.5.1.2, tính bằng megapascal (MPa);

$k_t$  là hệ số qui đổi cường độ chịu nén của bê tông tro bay tuổi khác 28 ngày về cường độ tuổi 28 ngày. Hệ số  $k_t$  được xác định thông qua thống kê các kết quả thí nghiệm đối với từng loại xi măng, loại và lượng tro bay sử dụng với các loại bê tông tro bay khác nhau.

Khi không có số liệu thống kê, có thể tham khảo giá trị  $k_t$  tập hợp tại Phụ lục A.

### 6.5.2 Xác định độ sụt

**6.5.2.1** Độ sụt của hỗn hợp bê tông tro bay được xác định theo qui định của thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật hoặc của người sử dụng được qui định tại mục 6.2 của tiêu chuẩn này. Khi không có qui định, có thể lựa chọn độ sụt của hỗn hợp bê tông tro bay cho các dạng kết cấu cơ bản của công trình thủy lợi theo Bảng 4.

**Bảng 4 – Độ sụt của hỗn hợp bê tông thi công các dạng kết cấu của công trình thủy lợi**

STT	Dạng kết cấu	Độ sụt, mm
-----	--------------	---------------

1	Lớp lót của móng, nền, lõi đập, lõi tràn, hạ lưu trên mép nước, kết cấu bê tông không thép khác	10	40
2	Sàn, bê tông phản áp, bản đáy đập, đáy và mái tràn, kết cấu bê tông ít cốt thép khác	50	90
3	Kết cấu bê tông cốt thép khối lớn, dầm, bản, sàn, mặt đỉnh đập	50	90
4	Cột, trụ pin	50	90
5	Các kết cấu bê tông cốt thép với thép dày: Nằm ngang (dầm, sàn, bản, ...) Đứng (vách, cột, tường biên, tường chắn, trụ pin, bê tông pha 2, ...)	50 50	150 150

**6.5.2.2** Đối với các phương pháp thi công đặc biệt, độ sụt thích hợp như sau:

- + Khi dùng bơm vận chuyển hoặc cấp tại nơi đổ: 100 mm ÷ 150 mm;
- + Thi công cọc khoan nhồi: 160 mm ÷ 210 mm;
- + Thi công bằng phương pháp vữa dâng: 160 mm ÷ 210 mm.

### 6.5.3 Xác định lượng nước trộn sơ bộ

**6.5.3.1** Lượng nước trộn sơ bộ của hỗn hợp bê tông tro bay xác định theo Bảng 5 - đối với cát tự nhiên hoặc hỗn hợp cát tự nhiên và cát nghiền hoặc theo mục 4.2, TCVN 9382 : 2012 đối với cát nghiền.

**Bảng 5 - Lượng nước trộn sơ bộ cần cho 1 m<sup>3</sup> hỗn hợp bê tông**

Độ sụt, mm	Lượng nước trộn sơ bộ, lít, cho 1 m <sup>3</sup> bê tông với kích thước hạt danh định của cốt liệu lớn, mm, và mô đun độ lớn của cát											
	10			20			40			70		
	1,5 ÷ 1,9	2,0 ÷ 2,4	2,5 ÷ 3,0	1,5 ÷ 1,9	2,0 ÷ 2,4	2,5 ÷ 3,0	1,5 ÷ 1,9	2,0 ÷ 2,4	2,5 ÷ 3,0	1,5 ÷ 1,9	2,0 ÷ 2,4	2,5 ÷ 3,0
Từ 10 đến 40	200	195	190	190	185	180	180	175	170	170	165	160
Từ 50 đến 90	215	210	205	205	200	195	195	190	185	185	175	170
Từ 100 đến 150	225	220	215	215	210	205	205	200	195	-	-	-
Từ 160 đến 210	235	230	225	225	220	215	-	-	-	-	-	-

CHÚ THÍCH:

- Lượng nước trộn trong Bảng 5 được lập cho hỗn hợp bê tông không dùng phụ gia hóa dẻo trên cơ sở chất kết dính trong khoảng (200 ÷ 400) kg/m<sup>3</sup> và cốt liệu lớn là đá dăm.

- Khi sử dụng cốt liệu lớn là sỏi, lượng nước trộn tra ở Bảng 5 được giảm đi 10 lít.

**6.5.3.2** Khi sử dụng phụ gia hóa học, lượng nước trộn sơ bộ xác định tại 6.5.3.1 được giảm trừ theo lượng giảm nước của phụ gia hóa học xác định qua thí nghiệm tại mục 6.4.6.

**6.5.3.3** Khi sử dụng phụ gia hóa học mà không có kết quả thí nghiệm xác định lượng nước giảm, lượng nước trộn sơ bộ xác định như sau:

- Giảm trừ lượng nước trộn theo khuyến cáo của nhà sản xuất phụ gia, nếu có, hoặc;
- Tạm tính bằng 0,95 giá trị lượng nước trộn trong Bảng 5 của tiêu chuẩn này hoặc Bảng 4 – TCVN 9382 : 2012 tương ứng với cát tự nhiên, hỗn hợp cát nghiền và cát tự nhiên hoặc cát nghiền khi dùng phụ gia giảm nước loại A hoặc phụ gia giảm nước-chậm đông kết loại D qui định tại TCVN 8826 : 2011;
- Tạm tính bằng 0,90 giá trị lượng nước trộn – khi dùng phụ gia dẻo hóa cao;
- Tạm tính bằng 0,85 giá trị lượng nước trộn – khi dùng phụ gia siêu dẻo loại F hoặc siêu dẻo-chậm đông kết loại G qui định tại TCVN 8826 : 2011.

CHÚ THÍCH: Khi lượng dùng phụ gia hóa học dạng lỏng vượt quá 2 lít trong 1m<sup>3</sup> bê tông, nước chứa trong phụ gia dạng lỏng cần tính trừ vào lượng nước trộn.

#### **6.5.4 Xác định tỷ lệ chất kết dính trên nước - CKD/N**

**6.5.4.1** Tỷ lệ *CKD/N* theo cường độ chịu nén của bê tông tro bay xác định theo công thức:

a) Trường hợp 1 – Khi dùng cốt liệu nhỏ là cát tự nhiên hoặc hỗn hợp cát tự nhiên và cát nghiền:

$$\frac{CKD}{N} = \frac{R_{mt}}{A \times R_{CKD}} + 0,5 \quad (2)$$

Nếu tỷ lệ *CKD/N* tính theo công thức (2) lớn hơn 2,5 thì tính lại theo công thức:

$$\frac{CKD}{N} = \frac{R_{mt}}{A_1 \times R_{CKD}} - 0,5 \quad (3)$$

b) Trường hợp 2 – Khi cốt liệu nhỏ là cát nghiền:

$$\frac{CKD}{N} = \frac{R_{mt}}{A \times R_{CKD}} + 0,5 \quad (4)$$

Nếu tỷ lệ *CKD/N* tính theo công thức (4) lớn hơn 2,5 thì tính lại theo công thức:

$$\frac{CKD}{N} = \frac{R_{mt}}{A' \times R_{CKD}} - 0,5 \quad (5)$$

trong đó:

$R_{mt}$  là cường độ mục tiêu của bê tông, tính bằng megapascal (MPa), xác định tại 6.5.1;



$R_{ckd}$  là cường độ thực tế của chất kết dính tuổi 28 ngày, tính bằng megapascal (MPa), với tỷ lệ T/CKD đã chọn tại 6.3.3 và xác định theo TCVN 6016 : 2011 tại 6.4.3.2 hoặc xác định từ quan hệ giữa cường độ tuổi 3 ngày với cường độ tuổi 28 ngày khi xác định cường độ chất kết dính thí nghiệm tại 6.4.3.2.

Khi không xác định được cường độ thực tế của chất kết dính, có thể tạm tính cường độ chất kết dính với tỷ lệ T/CKD tại Bảng 6 của tiêu chuẩn này.

$A$ ,  $A_1$ , trong công thức (2), (3) là hệ số chất lượng vật liệu lấy theo qui định tại Bảng 7 của tiêu chuẩn này;

$A$ ,  $A'$  trong công thức (4), (5) là hệ số chất lượng vật liệu lấy theo bảng 5 - TCVN 9382 : 2012.

**Bảng 6 – Hệ số ảnh hưởng của lượng tro bay trong chất kết dính đến cường độ chất kết dính tuổi 28 ngày**

Loại XM	Hệ số ảnh hưởng đến cường độ của CKD tuổi 28 ngày đối với các tỷ lệ T/CKD				
	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40
Xi măng Pooclăng theo TCVN 2682:2009	1,00	0,85 – 0,95	0,75 – 0,85	0,65 – 0,75	0,55 – 0,65
Xi măng Pooclăng hỗn hợp từ PCB40 trở lên theo TCVN 6260:2009	1,00	0,85 – 0,95	0,70 – 0,85	0,60 – 0,70	0,50 – 0,60

CHÚ THÍCH: Giá trị cao hơn cho tro bay có độ mịn cao hơn và MKN thấp hơn và XM có tỷ lệ  $R_3/R_{28}$  cao hơn 0,6.

**6.5.4.2** Khi có qui định về tỷ lệ CKD/N hoặc N/CKD theo yêu cầu về chống thấm nước hay yêu cầu khác, tỷ lệ CKD/N hoặc N/CKD được chọn là giá trị CKD/N cao hơn hoặc N/CKD thấp hơn.

**Bảng 7 - Hệ số chất lượng vật liệu A và A<sub>1</sub>**

Chất lượng vật liệu	Chỉ tiêu đánh giá	Hệ số A và A <sub>1</sub> ứng với chất kết dính thử cường độ theo TCVN 6016 : 2011
---------------------	-------------------	--

		<b>A</b>	<b>A<sub>1</sub></b>
Tốt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cường độ chất kết dính từ 42,5 MPa trở lên.</li> <li>- Đá sạch, đặc chắc, cường độ cao, cấp phối hạt liên tục hoặc cấp phối hạt gián đoạn phối trộn từ các cỡ hạt riêng rẽ.</li> <li>- Cát sạch, <math>M_{d1} = 2,5 \div 3,0</math></li> </ul>	0,54	0,34
Trung Bình	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cường độ chất kết dính từ 32,5 đến 40 MPa</li> <li>- Đá chất lượng phù hợp với TCVN 7570 : 2006</li> <li>- Cát chất lượng phù hợp với TCVN 7570 : 2006 và</li> <li>- <math>M_{d1} = 2,0 \div 2,4</math> và lớn hơn 3,0</li> </ul>	0,50	0,32
Thấp	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cường độ chất kết dính đến 30 MPa</li> <li>- Sỏi, đá có hàm lượng bùn, bụi, sét lớn hơn 1 %.</li> <li>- Cát mịn, <math>M_{d1} &lt; 2,0</math>; hàm lượng sỏi trong cát không lớn hơn 5%; hàm lượng bùn, bụi, sét lớn hơn 3 % và lượng tạp chất hữu cơ có màu thẫm hơn chuẩn.</li> </ul>	0,45	0,29

### 6.5.5 Xác định lượng chất kết dính, tro bay, xi măng và phụ gia hóa học

#### 6.5.5.1 Xác định lượng chất kết dính

Hàm lượng chất kết dính trong 1m<sup>3</sup> bê tông tro bay, tính bằng kilogram (kg), được xác định bằng công thức:

$$CKD = \frac{CKD}{N} \times N \quad (6)$$

trong đó:

$CKD/N$  là tỉ lệ chất kết dính trên nước, tính bằng phần đơn vị, xác định theo 6.5.4;

$N$  là lượng nước trộn sơ bộ, tính bằng lít (L), xác định theo 6.5.3.

#### 6.5.5.2 Xác định hàm lượng tro bay

Hàm lượng tro bay trong chất kết dính được tính theo công thức:

$$T = \frac{T}{CKD} \times CKD \quad (7)$$

trong đó:

$T$  là lượng tro bay trong CKD, tính bằng kilogram (kg);

$T/CKD$  là tỉ lệ tro bay trên chất kết dính, tính bằng phần đơn vị, xác định theo 6.3.3;

$CKD$  là lượng chất kết dính, tính bằng kilogram (kg), xác định theo 6.5.5.1.

Khi có yêu cầu chống thấm, lượng tro bay có thể được tăng lên để đảm bảo tổng lượng hạt mịn (các hạt có kích thước nhỏ hơn 0,315 mm) không nhỏ hơn các giá trị qui định tại 6.3.5.

Chú thích: Lượng tro bay tăng lên theo yêu cầu chống thấm không tính vào tổng lượng chất kết dính khi tính N/CKD và lượng phụ gia hóa học cần thiết.

### 6.5.5.3 Xác định lượng xi măng

Hàm lượng xi măng trong chất kết dính được tính theo công thức:

$$X = (1 - T/CKD) \times CKD \quad (8)$$

### 6.5.5.4 Xác định hàm lượng phụ gia hóa học

- Hàm lượng phụ gia hoá học tính theo tỷ lệ phần trăm so với lượng chất kết dính xác định tại mục 6.5.5.1.
- Tỷ lệ phần trăm phụ gia hóa học giảm nước sử dụng lấy theo kết quả thí nghiệm lượng nước giảm đã xác định tại 6.4.6. Khi không có kết quả thí nghiệm, tỷ lệ phụ gia hợp lý tạm tính có thể lấy theo chỉ dẫn của nhà sản xuất.

### 6.5.6 Xác định hàm lượng cốt liệu lớn

Hàm lượng cốt liệu lớn trong 1 m<sup>3</sup> hỗn hợp bê tông, tính bằng kilogram (kg), được xác định theo công thức:

$$Đ = \frac{1000}{\frac{1000 \times r \times k_d + 1}{\gamma_{xd}} + \rho_d} \quad (9)$$

hoặc:

$$Đ = \frac{\gamma_{xd}}{[r \times (k_d - 1) + 1] \times 1000} \quad (10)$$

trong đó:

$Đ$  là lượng cốt liệu lớn (đá/sỏi) trong 1m<sup>3</sup> hỗn hợp bê tông, tính bằng kilogram (kg);

$r$  là độ rỗng giữa các hạt cốt liệu lớn, tính bằng phần đơn vị,

$$r = 1 - \frac{\gamma_{xd}}{\rho_d \times 1000}; \quad (11)$$

$\gamma_{xd}$  là khối lượng thể tích xấp của cốt liệu lớn hoặc hỗn hợp cốt liệu lớn, tính bằng kilogram trên mét khối (kg/m<sup>3</sup>);

$\rho_d$  là khối lượng riêng của cốt liệu lớn, tính bằng gam trên centimet khối (g/cm<sup>3</sup>);

$k_d$  là hệ số dư vữa.

CHÚ THÍCH: Với sai số không đáng kể, có thể dùng giá trị khối lượng thể tích của đá -  $\gamma_{0d}$ , tính bằng gam trên centimet khối (g/cm<sup>3</sup>), thay cho giá trị khối lượng riêng.

Hệ số dư vữa -  $k_d$  được xác định như sau:

a, Xác định thể tích hồ chất kết dính, tính bằng lít (L)

$$V_h = \frac{X}{\rho_x} + \frac{T}{\rho_t} + N \quad (12)$$

trong đó :

X là lượng xi măng trong 1m<sup>3</sup> bê tông, tính bằng kilogram (kg);

T là lượng tro trong 1m<sup>3</sup> bê tông, tính bằng kilogram (kg);

N là lượng nước trong 1 m<sup>3</sup> bê tông, tính bằng lít (L), bao gồm nước xác định tại 6.5.3;

$\rho_x$  là khối lượng riêng của xi măng, tính bằng gam trên centimet khối (g/cm<sup>3</sup>);

$\rho_t$  là khối lượng riêng của tro bay, tính bằng gam trên centimet khối (g/cm<sup>3</sup>).

b, Hệ số dư vữa hợp lý  $K_d$  theo thể tích hồ chất kết dính và mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ được xác định theo Bảng 8 của tiêu chuẩn này hoặc Bảng 6 - TCVN 9382 : 2012 tương ứng đối với cát tự nhiên, hỗn hợp cát nghiền và cát tự nhiên hoặc cát nghiền.

**Bảng 8 - Hệ số dư vữa hợp lý ( $K_d$ ) theo thể tích hồ chất kết dính và mô đun độ lớn của cát tự nhiên hoặc hỗn hợp cát tự nhiên và cát nghiền**

(độ sụt của hỗn hợp bê tông trong khoảng từ 10 mm đến 90 mm)

Mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ - $M_{dl}$	$K_d$ ứng với giá trị thể tích hồ chất kết dính, lít, trong 1 m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông								
	200	225	250	275	300	325	350	375	400
3,0	1,33	1,38	1,43	1,48	1,53	1,58	1,63	1,68	1,73
2,5	1,25	1,30	1,35	1,41	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65
2,0	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60
1,5	1,10	1,10	1,15	1,20	1,30	1,34	1,30	1,38	1,42

CHÚ THÍCH: Khi thể tích hồ và hoặc mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ khác các giá trị trong Bảng 8, giá trị hệ số dư vữa được xác định nội suy.

- Khi hỗn hợp bê tông có độ sụt trong khoảng từ 100 mm đến 210 mm,  $K_d$  tra bảng cộng thêm 0,1 đối với cát có  $M_{dl} < 2$ ; cộng thêm 0,15 đối với cát có  $M_{dl} = 2 \div 2,5$ ; cộng thêm 0,2 đối với cát có  $M_{dl} > 2,5$ .

### 6.5.7 Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ

Lượng cốt liệu nhỏ trong 1m<sup>3</sup> của hỗn hợp bê tông, kg, xác định như sau:

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{T}{\rho_t} + \frac{D}{\rho_d} + N \right) \right] \times \rho_c \quad (13)$$

trong đó:

$N, X, T$ và $D$	là lượng nước, xi măng, tro và cốt liệu lớn xác định tương ứng tại 6.4.1.3; 6.1.4.4 và 6.4.1.5, tính bằng kilogram (kg);
$C$	là lượng cốt liệu nhỏ trong $1\text{m}^3$ hỗn hợp bê tông, kg;
$\rho_x, \rho_t, \rho_d, \rho_c,$	là khối lượng riêng tương ứng của xi măng, tro bay, đá và cát, tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

CHÚ THÍCH: Với sai số không đáng kể, có thể dùng giá trị khối lượng thể tích của cốt liệu  $\gamma_{od}$  và  $\gamma_{oc}$ , tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), thay thế cho giá trị khối lượng riêng  $\rho_d$  và  $\rho_c$  của đá dăm (sỏi) và cát.

### 6.5.8 Khối lượng thể tích tính toán của hỗn hợp bê tông

Khối lượng thể tích tính toán của hỗn hợp bê tông, tính bằng kilogram trên mét khối ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), được xác định trên cơ sở không tính đến lượng không khí cuốn vào:

$$\gamma_{tt} = X + T + N + C + D \quad (14)$$

### 6.5.9 Các thông số của thành phần bê tông cơ sở

- Xi măng, tính bằng kilogram (kg) :  $X$  xác định tại mục 6.5.5.3
- Tro bay, tính bằng kilogram (kg) :  $T$  xác định tại mục 6.5.5.2
- Nước, tính bằng lít (L) :  $N$  xác định tại mục 6.5.3
- Đá, tính bằng kilogram (kg) :  $D$  xác định tại mục 6.5.6
- Cát, tính bằng kilogram (kg) :  $C$  xác định tại mục 6.5.7
- Phụ gia hóa học tính bằng lít (L) : PGHH xác định tại 6.5.5.4
- Khối lượng thể tích, ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) :  $\gamma_{tt}$  được tính tại 6.5.8
- Tỷ lệ nước/chất kết dính :  $N/CKD$

## 6.6 Trình tự tính toán xác định thành phần bê tông bổ sung

Các thành phần bổ sung: tăng và giảm 10 % hoặc 15 % lượng chất kết dính nhằm đảm bảo cường độ mục tiêu đạt được trong khoảng cường độ xác định từ các thành phần tính toán.

### 6.6.1 Tính toán thành phần tăng

Tăng 10 hoặc 15 % chất kết dính so với lượng chất kết dính ở thành phần cơ sở. Lượng xi măng, tro bay, cốt liệu và phụ gia hóa học tính toán tương tự như tính toán thành phần cơ sở.

### 6.6.2 Tính toán thành phần giảm

Giảm 10 % hoặc 15 % chất kết dính so với lượng chất kết dính ở thành phần cơ sở. Lượng xi măng, tro bay, cốt liệu và phụ gia hóa học tính toán tương tự như tính toán thành phần cơ sở.

Sau khi xác định được các thành phần bê tông bổ sung, lập bảng thành phần bê tông gồm thành phần cơ sở và bổ sung.

### 6.6.3 Các thành phần bê tông

Các thành phần tính toán được đưa vào Bảng 9.

**Bảng 9 - Các thành phần bê tông**

Thành phần bê tông	Vật liệu cho 1m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông, kg							Khối lượng thể tích tính toán, $\gamma_{tt}$ , kg/m <sup>3</sup>	N/CKD
	CKD	Xi măng	Tro bay	Nước	CLL	CLN	Phụ gia hóa học		
Cơ sở	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Tăng 10 % hoặc 15 % CKD	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Giảm 10 % hoặc 15 % CKD	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

### 6.7 Thí nghiệm kiểm tra, hiệu chỉnh và lựa chọn thành phần bê tông danh định

Thí nghiệm kiểm tra nhằm mục đích kiểm tra 3 thành phần tính toán thông qua trộn thử và thí nghiệm xác định các tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông và kỹ thuật của bê tông. Thành phần bê tông lựa chọn phải nằm trong phạm vi các thành phần tăng và giảm đáp ứng yêu cầu thiết kế đối với bê tông, điều kiện thi công và đủ khối lượng 1 m<sup>3</sup>.

#### 6.7.1 Các chỉ tiêu cần kiểm soát

Các chỉ tiêu công nghệ và kỹ thuật cần kiểm soát:

- Độ sụt;
- Thay đổi độ sụt theo thời gian hoặc thời gian đông kết của hỗn hợp bê tông, nếu có yêu cầu;
- Cường độ bê tông ở tuổi 7 và 28 ngày và các tuổi khác (3, 14, 60, ..., 365 ngày), nếu có yêu cầu;
- Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông;
- Độ chống thấm, nếu có yêu cầu;
- Các chỉ tiêu khác, nếu có yêu cầu.

## 6.7.2 Khuôn đúc mẫu

### 6.7.2.1 Khuôn đúc mẫu xác định cường độ và độ chống thấm

- Hình dáng và kích thước khuôn đúc mẫu cần lựa chọn phù hợp với kích thước hạt danh định của cốt liệu lớn và chỉ tiêu cần thí nghiệm theo TCVN 3105:1993. Kích thước khuôn nên là kích thước tiêu chuẩn. Khi sử dụng các khuôn khác kích thước chuẩn cần tuân thủ để kích thước nhỏ nhất của khuôn không nhỏ hơn 3 lần kích thước hạt cốt liệu danh định lớn nhất.
- Số lượng khuôn đúc mẫu: Mỗi chỉ tiêu và ở một tuổi - 3 khuôn. Riêng đối với chống thấm – 6 khuôn.

### 6.7.2.2 Khuôn đúc mẫu đối với các chỉ tiêu khác

Hình dáng, kích thước và số lượng khuôn thử các chỉ tiêu khác được lựa chọn theo qui định của yêu cầu thiết kế hoặc theo tiêu chuẩn phương pháp thử áp dụng.

## 6.7.3 Thể tích trộn thử nghiệm

**6.7.3.1** Thể tích trộn thử nghiệm ( $V_m$ ) cần tính toán không nhỏ hơn 1,2 lần tổng thể tích các chỉ tiêu cần đúc mẫu thử. Trong mọi trường hợp thể tích trộn không nhỏ hơn tương ứng 25 lít hoặc 60 lít hỗn hợp bê tông trên cơ sở cốt liệu có kích thước hạt danh định lớn nhất 40 mm hoặc 70 mm.

**6.7.3.2** Khi thể tích trộn yêu cầu lớn hơn thể tích một mẻ trộn, cần thực hiện đồng nhất các mẻ trộn trước khi thực hiện xác định các tính chất công nghệ và cường độ và các chỉ tiêu kỹ thuật khác.

## 6.7.4 Xác định khối lượng vật liệu cho mẻ trộn

**6.7.4.1** Trên cơ sở tổng thể tích trộn ( $V_m$ ), xác định khối lượng vật liệu cần thiết cho mẻ trộn theo các thành phần cơ sở, tăng và giảm.

- Khối lượng chất kết dính gồm xi măng ( $X_m$ ) và tro bay ( $T_m$ ), cát ( $C_m$ ), đá (sỏi) ( $D_m$ ) và nước ( $N_m$ ) cho 1 mẻ trộn của từng thành phần bê tông được xác định theo các công thức (15) ÷ (19).

$$X_m = \frac{X}{1000} \cdot V_m \quad (15)$$

$$T_m = \frac{T}{1000} \cdot V_m \quad (16)$$

$$C_m = \frac{C}{1000} \cdot V_m \quad (17)$$

$$D_m = \frac{D}{1000} \cdot V_m \quad (18)$$

$$N_m = \frac{N}{1000} \cdot V_m \quad (19)$$

trong đó: -  $X$ ,  $T$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $N$  tương ứng là khối lượng xi măng, tro bay, cát, đá (sỏi), nước tính cho  $1\text{m}^3$  bê tông, kg.

- phụ gia hóa học xác định theo % khối lượng chất kết dính, lít.

**6.7.4.2** Lập bảng khối lượng vật liệu của các mẻ trộn theo các thành phần cơ sở, tăng và giảm.

### **6.7.5 Thí nghiệm kiểm tra**

Từ hỗn hợp bê tông của các thành phần cơ sở, tăng và giảm, thực hiện trộn, thí nghiệm xác định độ sụt và thay đổi độ sụt theo thời gian hoặc thời gian đông kết của hỗn hợp bê tông, khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông và đúc mẫu xác định cường độ, độ chống thấm bê tông và các tính chất khác, nếu có theo các tiêu chuẩn phương pháp thử.

**6.7.5.1** Vật liệu được định lượng và trộn theo TCVN 3105 : 1993

**6.7.5.2** Thí nghiệm xác định độ sụt và thay đổi độ sụt theo thời gian được thực hiện theo TCVN 3106 : 1993. Khi độ sụt không đạt, có thể hiệu chỉnh như sau:

- Nếu độ sụt thực tế đo được thấp hơn độ sụt yêu cầu, tăng tương ứng lượng nước và chất kết dính (giữ nguyên tỷ lệ  $T/CKD$ ), đảm bảo giữ nguyên tỉ lệ  $CKD/N$ .
- Nếu độ sụt vượt quá độ sụt yêu cầu, tăng lượng cát và đá với tỷ lệ tương ứng theo thể tích tuyệt đối. Có thể tăng cát và đá với tỷ lệ tương ứng theo khối lượng khi khối lượng thể tích của cát và đá tương đương.
- Khối lượng tăng thêm được ghi vào nhật ký tương ứng bằng các kí hiệu  $CKD_t$ ,  $X_t$ ,  $T_t$ ,  $C_t$ ,  $D_t$ , và  $N_t$ .
- Sau đó hỗn hợp được thử lại độ sụt. Thời gian thực hiện điều chỉnh và thí nghiệm độ sụt không nên kéo dài quá 15 phút.

**6.7.5.3** Xác định thay đổi độ sụt theo thời gian thực hiện theo TCVN 3106 : 1993 sau các khoảng thời gian yêu cầu. Khi không có qui định, nên xác định sau 30 phút; 60 phút và 90 phút.

**6.7.5.4** Xác định thời gian đông kết của hỗn hợp bê tông theo TCVN 9338 : 2012.

**6.7.5.5** Xác định khối lượng thể tích thực tế của hỗn hợp bê tông đã đầm chặt  $\gamma_0$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) được xác định bằng thùng riêng hoặc ngay trên khuôn đúc theo TCVN 3108 : 1993.

**6.7.5.6** Hỗn hợp bê tông sau khi chuẩn độ sụt được trộn đều lại và đúc thành các tổ mẫu theo chỉ dẫn của TCVN 3105 : 1993 để xác định cường độ chịu nén, độ chống thấm và các chỉ tiêu khác của bê tông theo yêu cầu.

**6.7.5.7** Mẫu thử được bảo dưỡng theo qui định của tiêu chuẩn thiết kế hoặc điều kiện kỹ thuật, tiêu chuẩn phương pháp thử hoặc theo đặt hàng. Khi không có qui định, bảo dưỡng mẫu thử theo qui định tại TCVN 3105 : 1993.

**6.7.5.8** Xác định cường độ chịu nén



Cường độ chịu nén của bê tông xác định theo TCVN 3118 : 1993. Các mẫu kích thước khác mẫu chuẩn cần chuyển đổi về mẫu chuẩn 150 mm x 150 mm x 150 mm bằng các hệ số tương ứng ghi trong TCVN 3118 : 1993.

**6.7.5.9** Khi bê tông tro bay có yêu cầu độ chống thấm, cần đúc mẫu thử thấm. Xác định độ chống thấm được thực hiện theo TCVN 3116:1993.

**6.7.5.10** Các tính chất khác của hỗn hợp bê tông và bê tông, nếu có, thực hiện theo các tiêu chuẩn phương pháp thử tương ứng

## 6.8 Xác định thành phần bê tông danh định

**6.8.1** Trên cơ sở 3 thành phần đã trộn thử và thí nghiệm, chọn thành phần bê tông danh định đảm bảo đạt giá trị cường độ mục tiêu xác định tại 6.5.1.

**6.8.2** Khi không có thành phần nào đạt cường độ mục tiêu thì dựng đồ thị  $R_b = f(x/N)$  trên cơ sở 3 giá trị ứng với 3 tỉ lệ  $CKD/N$  đã thí nghiệm. Lấy giá trị cường độ mục tiêu chiếu vào đường thẳng quan hệ rồi giống xuống trục hoành tìm  $CKD/N$  cần thiết. Từ đó tính lại  $CKD$ ,  $C$ ,  $D$  theo các bước như đã nêu tại 6.5.5 ÷ 6.5.6 trên cơ sở lượng nước thực tế để đạt được độ sụt yêu cầu.

### 6.8.3 Hiệu chỉnh khối lượng vật liệu

Sau khi chọn thành phần đảm bảo yêu cầu về độ sụt, cường độ đặt ra, hiệu chỉnh khối lượng vật liệu để đảm bảo sản lượng đủ  $1m^3$ .

#### 6.8.3.1 Xác định thể tích mẻ trộn thực tế

$$V_{tt} = \frac{(X_m + X_t) + (T_m + T_t) + (C_m + C_t) + (D_m + D_t) + (N_m + N_t) + PG_m}{\gamma_o} \quad (m^3) \quad (20)$$

trong đó:

$X_m, T_m, C_m, D_m, N_m, PG_m$  là khối lượng xi măng, tro bay, cát, đá, nước, phụ gia ban đầu, kg

$X_t, T_t, C_t, D_t, N_t$  là khối lượng xi măng, tro bay, cát, đá, nước đưa thêm vào trong quá trình thí nghiệm điều chỉnh tính công tác, kg.

$\gamma_o$  là khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đầm chặt,  $kg/m^3$ , xác định tại 6.7.

#### 6.8.3.2 Xác định lượng vật liệu thực tế của thành phần bê tông danh định

$$X = \frac{X_m + X_t}{V_{tt}} \quad (kg) \quad (21)$$

$$T = \frac{T_m + T_t}{V_{tt}} \quad (kg) \quad (22)$$

$$C = \frac{C_m + C_t}{V_{tt}} \quad (\text{kg}) \quad (23)$$

$$D = \frac{D_m + D_t}{V_{tt}} \quad (\text{kg}) \quad (24)$$

$$N = \frac{N_m + N_t}{V_{tt}} \quad (\text{kg}) \quad (25)$$

trong đó :  $X, T, C, D, N$  là khối lượng xi măng, tro bay cát, đá, nước của thành phần chọn.

#### 6.8.4 Lập kết quả thành phần bê tông danh định

Lập kết quả thành phần bê tông tro bay danh định với các thông tin tối thiểu sau:

- Đơn vị hoặc người đặt hàng;
- Tên công trình (hạng mục, kết cấu, ...) hoặc nơi sử dụng bê tông;
- Cường độ quy định, cấp cường độ bê tông hoặc cường độ mục tiêu;
- Các chỉ tiêu kỹ thuật khác, mã số của báo cáo kết quả thử các tính chất của các vật liệu thành phần;
- Thành phần vật liệu được làm tròn tăng hoặc giảm đến 5 kg hoặc 0 kg liền kề cho  $1\text{m}^3$  bê tông;
- Tỷ lệ  $N/CKD$ ;
- Khối lượng thể tích;
- Các chỉ số kỹ thuật đạt được;
- Các ghi chú.

#### 6.9 Hiệu chỉnh thành phần bê tông tại nơi sản xuất

Thành phần bê tông danh định được đưa vào trộn thử hoặc đưa vào sản xuất cần được hiệu chỉnh lại khối lượng vật liệu phù hợp với thể tích mẻ trộn và các tính chất của vật liệu thực tế dùng sản xuất hỗn hợp bê tông tro bay theo:

- Độ ẩm thực tế của cốt liệu;
- Lượng hạt lớn hơn 5 mm trong cốt liệu nhỏ và lượng hạt nhỏ hơn 5 mm trong cốt liệu lớn;
- Các khác biệt khác, nếu có.

### 7 Sản xuất hỗn hợp bê tông sử dụng tro bay

#### 7.1 Yêu cầu chung

**7.1.1** Thành phần bê tông tro bay sử dụng để sản xuất phải được thiết kế và lựa chọn thành phần và hiệu chỉnh theo điều kiện công nghệ sản xuất và tính chất của vật liệu sử dụng đảm bảo đáp ứng các qui định của thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật và phù hợp với công nghệ thi công.

**7.1.2** Hỗn hợp bê tông tro bay phải được trộn thử và thí nghiệm kiểm tra trước khi sản xuất đại trà.

**7.1.3** Vật liệu đưa vào máy trộn phải được định lượng.

## **7.2 Sản xuất hỗn hợp bê tông**

**7.2.1** Hỗn hợp bê tông tro bay được sản xuất tương tự như hỗn hợp bê tông không tro.

**7.2.2** Cốt liệu các loại phải được chứa và bảo quản sao cho các tính chất của chúng thay đổi không đáng kể dưới tác động của các yếu tố khí hậu, do sự trộn lẫn vào nhau hoặc bị nhiễm bẩn.

**7.2.3** Xi măng và tro bay phải được bao gói, trữ trong kho để đảm bảo không bị thay đổi các tính chất vật lý, không thay đổi thành phần hóa học, không bị nước xâm nhập hoặc chứa trong si lô kín. Tro bay khi cấp lên si lô cần kiểm soát độ ẩm không lớn hơn 1 % theo khối lượng.

**7.2.4** Hỗn hợp bê tông tro bay cần được trộn bằng máy tại các trạm trộn tập trung hoặc tại công trường. Tại các trạm trộn tập trung, tro bay phải được chứa trong các si lô riêng tương tự như xi măng.

**7.2.5** 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.

**7.2.6** Sai số cho phép khi định lượng vật liệu:

- Không quá 1 % theo khối lượng - đối với xi măng;
- Không quá 3 % theo khối lượng - đối với tro bay;
- Không quá 3 % theo khối lượng - đối với cốt liệu;
- Không quá 1 % và 2 % theo thể tích - tương ứng với nước và phụ gia hóa học.

**7.2.6** Độ chính xác của các thiết bị định lượng cần được kiểm định trên toàn dải đo trước khi sử dụng và kiểm tra 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.

**7.2.7** Trộn hỗn hợp bê tông tro bay phải đảm bảo độ đồng nhất và cần được trộn thử và đánh giá độ đồng nhất trước khi sản xuất đại trà.

**7.2.8** Vật liệu chế tạo hỗn hợp bê tông tro bay được cấp đồng thời vào máy trộn cưỡng bức, theo thứ tự: cốt liệu, tiếp theo - xi măng và tro bay và sau cùng - nước và phụ gia hóa học.

Khi trộn hỗn hợp bê tông bằng máy trộn rơi tự do, thứ tự cấp vật liệu như sau: cốt liệu, xi măng, tro bay, tiếp theo hai phần ba lượng nước và phụ gia hóa học, nếu có. Một phần ba lượng nước còn lại được cho dần để điều chỉnh tính công tác.

**7.2.9** Khi nhiệt độ xi măng và tro bay cao hơn 60 °C, thứ tự nạp liệu như sau: Cốt liệu nhỏ, xi măng, tro bay, cốt liệu lớn, nước và phụ gia hóa học.

**7.2.10** Trong mọi trường hợp, không được phép sử dụng xi măng với nhiệt độ vượt quá 80 °C và tro bay vượt quá 65 °C để sản xuất hỗn hợp bê tông tro bay.

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

**7.2.12** Thời gian trộn cần được thực hiện theo hướng dẫn của nhà sản xuất thiết bị trộn và được hiệu chỉnh theo độ đồng nhất khi trộn thử. Trong trường hợp không có các thông số kỹ thuật tin cậy, thời gian trộn không ít hơn các giá trị tại Bảng 10.

**Bảng 10 - Thời gian trộn hỗn hợp bê tông tro bay**

Độ sụt hỗn hợp bê tông, mm	Thời gian trộn, không ít hơn, giây, với kiểu máy và thể tích mẻ trộn					
	Máy trộn rơi tự do với thể tích trộn, lít			Máy trộn cưỡng bức với thể tích trộn, lít		
	Nhỏ hơn 250	Từ 250 đến 500	Lớn hơn 500	Nhỏ hơn 750	Từ 750 đến 1500	Lớn hơn 1500
40 và nhỏ hơn	90	120	150	60	90	120
Từ 50 đến 90	60	90	120	60	75	90
100 và lớn hơn	60	60	90	60		

### 7.3 Hỗn hợp bê tông trộn sẵn

**7.3.1** Hỗn hợp bê tông tro bay trộn sẵn chỉ được trộn tại các trạm trộn tập trung, trong các máy trộn cưỡng bức. Nhà sản xuất hỗn hợp bê tông trộn sẵn cần công bố các thông tin: mác hoặc cấp cường độ bê tông; độ chống thấm, nếu có; loại xi măng sử dụng; loại và tỷ lệ tro bay trong tổng lượng chất kết dính; loại cốt liệu; tuổi đạt cường độ danh định; loại và lượng tối đa và hoặc tối thiểu phụ gia hóa học sử dụng; gia tăng nhiệt độ tối thiểu hoặc tối đa, nếu có; các thông tin khác, nếu cần thiết.

**7.3.2** Hỗn hợp bê tông tro bay trộn sẵn cần được sản xuất phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn này, các qui định khác của thiết kế và các quy trình công nghệ được phê duyệt.

**7.3.3** Hỗn hợp bê tông tro bay trộn sẵn từ các nhà sản xuất trước khi sử dụng lần đầu 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 thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật (tỷ lệ nước trên xi măng, lượng xi măng tối thiểu và hoặc tối đa, kích thước hạt danh định lớn nhất, tính công tác, ... ) đối với công trình.

**7.3.4** Thời gian trộn hỗn hợp bê tông tro bay trộn sẵn theo qui định của nhà cung cấp thiết bị trộn hoặc trên cơ sở kết quả thí nghiệm và đánh giá độ đồng nhất và các chỉ tiêu chất lượng khác. Khi không có thông tin tin cậy về thời gian trộn, có thể tham khảo thời gian trộn qui định tại Bảng 7 của tiêu chuẩn này.

**7.3.5** Các phương tiện, thiết bị vận chuyển hỗn hợp bê tông tro bay phải đảm bảo loại trừ khả năng xâm nhập của nước mưa, phá vỡ độ đồng nhất, mất nước xi măng và tránh được các tác động trực tiếp của gió và bức xạ mặt trời.

Không cho phép cấp thêm nước vào hỗn hợp bê tông tro bay tại bất cứ giai đoạn nào sau khi đã trộn xong và xả ra khỏi máy trộn.

**7.3.6** Nhiệt độ của hỗn hợp bê tông tro bay khi chuyển đến địa điểm giao-nhận theo yêu cầu của người mua và không nên vượt quá 32 °C.

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

- Tên hoặc mã số của cơ sở sản xuất hỗn hợp bê tông tro bay 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;
  - Mác bê tông hoặc cấp cường độ;
  - Thành phần bê tông tro bay danh định và thành phần trộn thực tế và tỷ lệ nước trên chất kết dính; tổng lượng chất kết dính và T/CKD;
  - 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 hỗn hợp bê tông sau khi trộn, nếu có yêu cầu;
  - Loại và lượng xi măng;
  - Loại và lượng tro bay;
  - Loại và kích thước hạt danh định lớn nhất của cốt liệu;
  - Loại và lượng phụ gia hóa học sử dụng;
- Khối lượng hỗn hợp bê tông theo mét khối.

#### **7.4 Kiểm soát chất lượng hỗn hợp bê tông tro bay**

**7.4.1** Tại nơi sản xuất, hỗn hợp bê tông tro bay cần được lấy mẫu từ mẻ trộn đầu tiên và thí nghiệm kiểm soát các chỉ tiêu: Tính công tác, khối lượng thể tích, nhiệt độ, tổn thất độ sụt theo thời gian hoặc tính bảo toàn tính công tác theo thời gian và cường độ bê tông ở tuổi 7 ngày và tuổi đạt cường độ qui định.

**7.4.2** Tần suất kiểm soát chất lượng hỗn hợp bê tông tại nơi sản xuất được thực hiện theo qui định của nhà sản xuất nhưng không ít hơn hai lần trong một lô hoặc không ít hơn một lần trong một ca sản xuất. Kết quả kiểm soát chất lượng hỗn hợp bê tông được cấp cho người sử dụng ngay sau khi có kết quả.

**7.4.3** Cường độ chịu nén của hỗn hợp bê tông tro bay được đánh giá sự phù hợp theo qui định của nhà sản xuất tại tuổi 7 ngày và tuổi đạt cường độ qui định.

## **7.5 Đánh giá sự phù hợp hỗn hợp bê tông tro bay trộn sẵn**

**7.5.1** Hỗn hợp bê tông tro bay trộn sẵn phải được đánh giá sự phù hợp do nhà sản xuất thực hiện.

**7.5.2** Hỗn hợp bê tông tro bay trộn sẵn được nghiệm thu theo lô. Trong một lô chỉ bao gồm khối lượng hỗn hợp bê tông của một thành phần đã được thiết kế theo cùng một chỉ dẫn kỹ thuật và được sản xuất trên cùng loại vật liệu đầu vào, trên cùng một công nghệ thống nhất và trong một thời gian không quá một ca sản xuất của máy trộn. Khối lượng hỗn hợp bê tông trong một lô có thể do thỏa thuận giữa người sử dụng và nhà sản xuất.

**7.5.3** Mỗi lô hỗn hợp bê tông khi cung cấp cho người sử dụng phải có phiếu kiểm tra chất lượng. Mẫu phiếu chất lượng hỗn hợp bê tông tro bay trộn sẵn qui định tại 7.3.7 của tiêu chuẩn này.

**7.5.4** Độ sụt của hỗn hợp bê tông trộn sẵn được coi là phù hợp khi kết quả thử đáp ứng các qui định trong Bảng 11.

Khi kết quả thí nghiệm không đạt yêu cầu về tính công tác thì lấy mẫu thử khác và làm thí nghiệm lại từ đầu. Kết quả thử nghiệm lần hai không đạt thì có thể đánh giá hỗn hợp bê tông không đạt yêu cầu về tính công tác.

**Bảng 11 - Độ sai lệch cho phép đối với tính công tác của hỗn hợp bê tông tro bay trộn sẵn**

Độ sụt, mm	Độ lệch cho phép tối đa so với giá trị cần đạt, mm	
	Giới hạn dưới	Giới hạn trên
Từ 10 đến 40	- 10	+ 10
Từ 50 đến 90	-10	+ 20
Từ 100 trở lên	- 20	+ 30

**7.5.5** Cường độ bê tông tro bay trộn sẵn được đánh giá theo qui định của thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật hoặc của người mua. Khi không có qui định, cường độ bê tông tro bay trộn sẵn được đánh giá theo qui định nhà sản xuất.

## **8 Thi công bê tông tro bay**

## 8.1 Yêu cầu chung

8.1.1 Thi công bê tông tro bay được thực hiện tương tự như bê tông không tro. Trình tự thi công và các qui định cần tuân thủ các qui định tại các TCVN 4453 : 1995 và các qui định của tiêu chuẩn này.

8.1.2 Trước khi thi công cần kiểm tra các điều kiện thi công theo biện pháp thi công đã lập.

## 8.2 Vận chuyển hỗn hợp bê tông tro bay

8.2.1 Khi vận chuyển, hỗn hợp bê tông tro bay cần được bảo đảm tránh tác động trực tiếp của bức xạ mặt trời, tránh nước mưa xâm nhập và tránh phân tầng.

8.2.2 Vận chuyển hỗn hợp bê tông tro bay trộn sẵn từ nơi sản xuất đến vị trí đổ cần được thực hiện bằng các thiết bị chuyên dụng đảm bảo không làm thay đổi các tính chất định trước của hỗn hợp bê tông.

8.2.2.1 Không nên vận chuyển hỗn hợp bê tông tro bay trộn sẵn với quãng đường quá 20 km.

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

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

8.2.2.4 Khi vận chuyển hỗn hợp bê tông bằng thủ công, cự ly vận chuyển không nên quá 200 m.

8.2.2.5 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 90 % thể tích thùng chứa, bunker. Cửa phải được đóng chặt và khóa và có thể mở ra dễ dàng để kiểm soát khi đổ.

8.2.2.6 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 tro bay và điều kiện thi công với tính năng kỹ thuật của thiết bị bơm.

8.2.2.7 Khi vận chuyển hỗn hợp bê tông tro bay bằng băng tải, cần tuân thủ các qui định và hoặc hướng dẫn của nhà sản xuất băng tải và phải đảm bảo để hỗn hợp bê tông không bị phân tầng trong toàn bộ quá trình vận chuyển tới nơi đổ.

8.2.3 Không được vận chuyển hỗn hợp bê tông tro bay độ sụt lớn hơn 150 mm bằng xe ben.

8.2.4 Thời gian vận chuyển hỗn hợp bê tông được xác định thông qua thí nghiệm trong điều kiện khí hậu và phương tiện cụ thể và với thành phần bê tông sử dụng. Khi không có số liệu thí nghiệm, có thể tham khảo các giá trị qui định tại Bảng 12.

## 8.3 Đổ và đầm

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

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

**Bảng 12 - Thời gian vận chuyển hỗn hợp bê tông tro bay**

<b>Nhiệt độ hỗn hợp bê tông, °C</b>	<b>Thời gian vận chuyển cho phép, phút</b>
Lớn hơn 30	45
Từ 25 đến 30	60
Từ 20 đến 25	75
Dưới 20	Theo quy định riêng

**8.3.3** 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. Đối với các vị trí xung quanh khớp nối chống thấm, hỗn hợp bê tông cần phải được loại bỏ các hạt cốt liệu lớn hơn 20 mm trước khi đổ. 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.

**8.3.4** Mép trên của bê tông khối đổ phải thấp hơn đỉnh cốp pha khoảng 50 mm đến 70 mm.

**8.3.5** Phương pháp đổ hỗn hợp bê tông cần đảm bảo tính toàn khối của kết cấu. Lớp sau cần được đổ trước khi tới thời gian bắt đầu đông kết của hỗn hợp bê tông lớp đổ trước.

**8.3.6** Khi đổ hỗn hợp bê tông với những đợt dừng, bề mặt mỗi nối thi công phải vuông góc với trục của cột, dầm đang đổ. Khoảng thời gian ngừng cho phép phải xác định thông qua thử nghiệm khi lập biện pháp thi công có tính đến thành phần bê tông, thời gian đông kết của hỗn hợp bê tông, loại kết cấu, điều kiện khí hậu và các yếu tố khác.

**8.3.7** Chiều cao rơi tự do của hỗn hợp bê tông tro bay khi đổ vào trong cốp pha không được vượt quá:

- 1 m khi đổ sàn;
- 1,5 m đối với các kết cấu còn lại.

Khi sử dụng hỗn hợp bê tông tro bay với độ sụt từ 150 mm trở lên, chiều cao đổ tự do không được quá 1,0 m.

8.3.8 Khi chiều cao đổ hỗn hợp bê tông tro bay lớn hơn qui định cần có giải pháp chống phân tầng được lập trong biện pháp thi công để đảm bảo độ đồng nhất của hỗn hợp bê tông tro bay.

**8.3.9** Chiều dày lớp đổ nên thực hiện:

- Không nhỏ hơn 4 lần kích thước hạt cốt liệu danh định lớn nhất;
- 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.

**8.3.10** Thiết bị đầm cần được lựa chọn có tính đến độ sụt của hỗn hợp bê tông, kích thước hình học của kết cấu, mật độ thép cốt. Chiều dày lớp đầm cần phù hợp với chiều sâu làm việc của thiết bị đầm.

**8.3.11** Khi đầm hỗn hợp bê tông tro bay bằng đầm dùi, không cho phép tì đầm lên thép cốt, chi tiết đặt sẵn, thanh neo và các bộ phận chống, đỡ cốt pha.

**8.3.12** Thời gian đầm hỗn hợp bê tông tùy thuộc vào độ sụt của hỗn hợp bê tông, loại kết cấu, mật độ và loại thép cốt, các thông số của thiết bị đầm và được qui định khi lập biện pháp thi công hoặc qui trình công nghệ thi công bê tông. Có thể tham khảo thời gian đầm định hướng:

- 20 giây đến 60 giây đối với đầm bàn (đầm mặt);
- 20 giây đến 40 giây đối với đầm dùi.

**8.3.13** 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 ÷ 100 mm. Bước cắm đầm dùi không được vượt quá 1,5 lần bán kính tác dụng của đầm (150 mm ÷ 600 mm tùy thuộc vào loại đầm dùi).

**8.3.14** Tại các vị trí xung quang khớp nối chống thấm, hỗn hợp bê tông phải được đầm chặt mà không tác động trực tiếp và làm xô dịch các chi tiết đặt sẵn và băng cản nước đã được lắp đặt trước.

**8.3.15** Kiểm soát qui trình đầm được thực hiện bằng mắt theo độ lún của hỗn hợp bê tông. Bê tông được coi là đầm chặt khi không thấy bọt khí và hồ xi măng-tro bay nổi đều trên bề mặt kết cấu. Thời gian đầm không nên vượt quá 2 lần thời gian đầm định hướng.

**8.3.16** 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 : 2012. Khi không có số liệu thí nghiệm xác định thời gian đông kết của hỗn hợp bê tông tro bay, thời gian từ khi trộn nước với xi măng và tro bay không vượt quá các giá trị tại Bảng 13.

**Bảng 13 - 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, phút, với nhiệt độ hỗn hợp bê tông	
	Không lớn hơn 25 °C	Lớn hơn 25 °C
Tại trạm trộn tập trung	120	90
Trộn tại công trường hoặc nơi sản xuất cấu kiện bê tông đúc sẵn	90	75

**8.3.17** Không được đổ lại bê tông trong vòng 24 giờ tiếp theo hoặc cường độ bê tông phần đã đổ trước đạt nhỏ hơn 2,5 MPa.

## **8.4 Bảo dưỡng ẩm**

**8.4.1** Bảo dưỡng bê tông tro bay 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 ở tuổi thiết kế. 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.

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

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

**8.4.2.2** 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.

**8.4.2.3** 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.

**8.4.2.4** Bảo dưỡng ban đầu cần được thực hiện cho tới khi bê tông đạt cường độ không nhỏ hơn 1,5 MPa. Cho phép đi lại và lắp đặt cốt pha các kết cấu bên trên khi bê tông đạt cường độ không nhỏ hơn 1,5 MPa.

**8.4.3** Bảo dưỡng tiếp theo cần đảm bảo chế độ nhiệt ẩm thuận lợi để hình thành cấu trúc bê tông. Các biện pháp bảo dưỡng tiếp theo có thể: 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.

**8.4.4** 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 tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8828 : 2011.

Trong mọi trường hợp, không cần bảo dưỡng ẩm khi cường độ bê tông tro bay đạt không ít hơn 70 % cường độ thiết kế.

**8.4.5** 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.

## **8.5 Sửa chữa khuyết tật**

**8.5.1** 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.

**8.5.2** 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.

**8.5.3** Bề mặt hở của các chi tiết đặt sẵn bằng thép, các phần hở của thép cần được vệ sinh sạch, không bị bám vữa hoặc bê tông.

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

**8.5.5** Không cho phép tồn tại các vết nứt với bề rộng lớn hơn 0,1 mm đối với các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép:

- Có yêu cầu chống thấm nước;
- Làm việc trong trạng thái bão hòa nước hoặc trong điều kiện bão hòa nước không thường xuyên;
- Làm việc trong điều kiện môi trường ăn mòn trong giai đoạn sử dụng;
- Trong bản đáy, cột và trụ pin.

**8.5.6** Nếu không có qui định khác của thiết kế, cho phép chấp nhận các vết nứt do co và các vết nứt công nghệ khác với bề rộng vết nứt không quá 0,25 mm và không kéo dài qua cốt thép chịu lực.

**8.5.7** Khi có những khiếm khuyết, sai lệch chất lượng của kết cấu bê tông và bê tông cốt thép vượt quá qui định của thiết kế hoặc qui định tại 8.5.1 đến 8.5.6, cần lập các báo cáo sự không phù hợp, đánh giá nguyên nhân và đề xuất các biện pháp sửa chữa, xử lý.

**8.5.8** Các giải pháp xử lý và hoặc sửa chữa các vết nứt cần được thống nhất với tư vấn thiết kế.

## **8.6 Thi công bê tông khối lớn**

**8.6.1** 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.

**8.6.2** Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép khối lớn được qui định bởi thiết kế hoặc trong chỉ dẫn kỹ thuật. Khi không có qui định, các kết cấu hoặc khối đổ có cạnh ngắn nhất và chiều cao lớn hơn 2 m được coi là khối lớn.

**8.6.3** Cần có các giải pháp kiểm soát nhiệt độ lớn nhất trong khối đổ không vượt quá 80 °C và chênh lệch nhiệt độ lớn nhất giữa các vị trí ở trong và biên 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.

**8.6.4** Nhiệt độ hỗn hợp bê tông tro bay tại nơi đổ cần được kiểm soát theo qui định của thiết kế hoặc chỉ dẫn kỹ thuật. Khi không có qui định, nhiệt độ hỗn hợp bê tông lớn nhất tại nơi đổ không nên vượt quá 28 °C và 25 °C tương ứng vào mùa hè và mùa đông.

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

- a) Sử dụng thành phần bê tông với lượng xi măng ít nhất và lượng tro bay lớn nhất có thể;
- b) Qui định tuổi đạt cường độ thiết kế ở tuổi dài ngày;
- c) Sử dụng cốt liệu đã được che nắng và mưa và hoặc 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) Chia các khối đổ với kích thước thích hợp.

**8.6.5** Cần phủ kín các bề mặt khối đổ bằng vật liệu cách nhiệt khi cần giảm chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt (vỏ) khối đổ với nhiệt độ môi trường đối với các kết cấu bê tông khối lớn vùng khí hậu mà nhiệt độ ban đêm có thể xuống thấp dưới 15 °C.

**8.6.6** 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".

**8.6.7** Chiều dày lớp đổ hỗn hợp bê tông tro bay không chế không vượt quá 450 mm.

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

**8.6.9** Khi bảo dưỡng bê tông tro bay bằng nước, cần thực hiện kiểm soát chênh lệch nhiệt độ bề mặt bê tông tro bay và nhiệt độ nước bảo dưỡng không vượt quá 20 °C.

**8.6.10** Tháo dỡ 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.

**8.6.11** Thời gian đổ chèn và đổ chồng cần được xác định thông qua kết quả đo chế độ nhiệt của khối đã đổ. Thời gian đổ khối tiếp theo không sớm hơn thời gian cần thiết để nhiệt độ trong khối đổ trước không vượt quá 40 °C. Khi không có số liệu, thời gian đổ chèn và đổ chồng tương ứng không nhỏ hơn 7 ngày và 10 ngày.

**8.6.12** Lập biện pháp thi công bê tông khối lớn có thể sử dụng các giải pháp trong TCVN 9341 : 2012.

## **8.7 Thi công bê tông tro bay trong điều kiện khí hậu nóng**

**8.7.1** 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.

**8.7.2** Nhiệt độ xi măng và tro bay tại nơi trộn bê tông không chế không vượt quá 60 °C.

**8.7.3** Cốt liệu sử dụng sản xuất hỗn hợp bê tông cần được che khỏi tác động trực tiếp của bức xạ mặt trời và liên tục được phun nước làm mát.

**8.7.4** Nhiệt độ của hỗn hợp bê tông tại nơi đổ không được vượt quá 32 °C.

8.7.5 Các giải pháp hạ nhiệt độ hỗn hợp bê tông có thể áp dụng:

- a) Dùng cốt liệu được làm mát;
- b) Dùng nước lạnh để trộn hỗn hợp bê tông;
- c) Dùng đá xay thay nước trộn.

**8.7.5** Khi cần thiết, tính bảo toàn các tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông cần được đảm bảo:

- a) Phụ gia đưa vào trộn nhiều đợt;
- b) Sử dụng phụ gia giảm nước-chậm đông kết hoặc siêu dẻo-chậm đông kết;
- c) Áp dụng cả hai biện pháp trên.

**8.7.6** Phun nước làm mát cốt thép và cốp pha trước khi đổ bê tông.

**8.7.7** Nên đổ bê tông vào buổi tối. Đổ hỗn hợp bê tông cần được xem xét thực hiện trong khoảng thời gian ngắn nhất có thể. Kiểm soát độ sụt của hỗn hợp bê tông tại nơi đổ được thực hiện không chậm hơn 20 phút kể từ thời điểm hỗn hợp bê tông được đưa tới công trường và sau 30 phút chờ tại công trình.

**8.7.8** Áp dụng các giải pháp để không làm tăng nhiệt độ hỗn hợp bê tông trong quá trình vận chuyển.

**8.7.9** Chiều dày lớp đổ không chế không vượt quá 450 mm.

**8.7.10** Biện pháp thi công cần không chế để thời gian thi công không kéo dài quá 12 giờ.

**8.7.11** Bảo dưỡng bê tông tro bay trong điều kiện khí hậu nóng được thực hiện theo 8.4.

## **8.8 Sản xuất các cấu kiện đúc sẵn**

**8.8.1** Khi sử dụng bê tông tro bay để sản xuất các cấu kiện đúc sẵn, cần thực hiện lựa chọn loại và lượng tro bay trong chất kết dính.

**8.8.2** Khi sử dụng quá 10 % tro bay trong chất kết dính, cường độ bê tông của các sản phẩm, cấu kiện đúc sẵn đóng rắn trong điều kiện tự nhiên, cần xác định cường độ bê tông trước khi thực hiện bốc xếp, cầu và vận chuyển.

**8.8.3** Các quá trình trộn, vận chuyển, đổ và đầm thực hiện tương tự như khi thi công đổ tại chỗ.

**8.8.4** Áp dụng đầm lại có thể tăng nhanh đóng rắn của bê tông tro bay và không làm kéo dài thời gian dỡ cốp pha, thời điểm cầu, bốc dỡ, vận chuyển.

**8.8.5** Bảo dưỡng các sản phẩm, cấu kiện đúc sẵn từ bê tông tro bay phải được thực hiện ngay sau khi kết thúc đầm hoặc đầm lại và hoặc hoàn thiện. Thời gian bảo dưỡng tiếp theo cần thực hiện cho tới khi bê tông đạt cường độ không thấp hơn 50 % mác hoặc cường độ yêu cầu.

**8.8.6** Có thể tăng nhanh đóng rắn của bê tông bằng che phủ các sản phẩm, cấu kiện đúc sẵn bằng bạt, nilon. Trong trường hợp này, không cần thực hiện bảo dưỡng tiếp theo.

**8.8.7** Cường độ bê tông tro bay các cấu kiện đúc sẵn cần phải xác định trước khi vận chuyển đến nơi lắp đặt. Giá trị cường độ được quy định trong thiết kế. Khi không có quy định, giá trị cường độ tại thời điểm này không thấp hơn 70 % cường độ thiết kế.

## **9 Kiểm tra và nghiệm thu**

### **9.1 Kiểm tra chất lượng**

**9.1.1** Chất lượng của bê tông tro bay phải được kiểm tra trong toàn bộ quá trình từ kiểm soát chất lượng vật liệu sử dụng, kiểm soát sản xuất, vận chuyển, đổ, đầm và bảo dưỡng để đảm bảo bê tông tro bay đạt các chỉ tiêu chất lượng theo quy định của thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật.

#### **9.1.2 Kiểm tra chất lượng vật liệu sử dụng**

**9.1.2.1** Tất cả các vật liệu chế tạo bê tông tro bay lần đầu trước khi đưa vào sử dụng hoặc khi thay đổi loại, nguồn cung cấp phải được lấy mẫu và kiểm soát chất lượng các quy định tại mục 4 và 5 của tiêu chuẩn này và các yêu cầu quy định tại tiêu chuẩn yêu cầu kỹ thuật, thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật.

**9.1.2.2** Trong quá trình sản xuất, tần suất lấy mẫu, các chỉ tiêu chất lượng cần kiểm tra và nguyên tắc đánh giá đối với vật liệu tại nơi sản xuất hoặc công trường được quy định tại kế hoạch thử nghiệm và kiểm tra trên cơ sở chỉ dẫn kỹ thuật. Khi không có quy định, có thể thực hiện như sau:

##### **a) Đối với xi măng**

Lấy mẫu và thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu: thời gian đông kết, ổn định thể tích và cường độ:

- Không ít hơn một lần đối với 300 tấn hoặc 50 tấn tương ứng khi nhập xi măng rời hoặc xi măng bao, hoặc

- Không ít hơn một lần cho từng đợt nhập.

##### **b) Đối với tro bay**

Lấy mẫu và thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu: mất khi nung, độ mịn, độ ẩm; và hàm lượng ô xít can xi tự do và độ ổn định thể tích đối với tro bay loại C:

- Không ít hơn một lần đối với 100 tấn hoặc 10 tấn tương ứng khi nhập tro bay rời hoặc tro bay bao, hoặc
- Không ít hơn một lần cho từng đợt nhập.

**c) Đối với cốt liệu**

Lấy mẫu và thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu: thành phần hạt; và mô đun độ lớn, hàm lượng bùn, bụi và sét, hàm lượng sét cục, tạp chất hữu cơ đối với cốt liệu nhỏ:

- Không ít hơn một lần đối với 600 và 400 m<sup>3</sup> tương ứng đối với cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ, hoặc
- Không ít hơn một lần cho từng đợt nhập.

**d) Đối với phụ gia hóa học**

Lấy mẫu và thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu: lượng nước giảm và hoặc thời gian kéo dài đông kết và cường độ:

- Không ít hơn một lần đối với 3 tấn, hoặc
- Không ít hơn một lần cho từng đợt nhập.

**9.1.3 Kiểm tra chất lượng quá trình sản xuất hỗn hợp bê tông tro bay**

**9.1.3.1** Toàn bộ quá trình sản xuất hỗn hợp bê tông tro bay phải được kiểm soát chất lượng theo các qui định tại mục 7 của tiêu chuẩn này.

**9.1.3.2** Thành phần bê tông cần được thiết kế lại khi:

- Thay đổi một trong các vật liệu sử dụng chế tạo hỗn hợp bê tông;
- Cường độ xi măng giảm quá 5 MPa;
- Độ mịn của tro bay xác định theo phương pháp Blaine nhỏ hơn 2500 cm<sup>2</sup>/g;
- Mất khi nung của tro bay tăng hơn 3 %;
- Thay đổi tính công tác và hoặc tính bảo toàn tính công tác của hỗn hợp bê tông.

**9.1.3.3** Kiểm tra chất lượng hỗn hợp bê tông tại nơi sản xuất theo qui định tại 7.4. Kiểm soát chất lượng hỗn hợp bê tông trộn sẵn theo 7.5 của tiêu chuẩn này.

**9.1.4** Tại nơi đổ, các tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông tro bay thực hiện như sau:

**9.1.4.1** Lấy mẫu từ khối lượng hỗn hợp bê tông trong quá trình thi công và thực hiện thí nghiệm xác định độ sụt:

- Đối với hỗn hợp bê tông trộn tại hiện trường - Lần đầu từ phương tiện vận chuyển đầu tiên tới công trường và không ít hơn 2 lần trong một khối đổ;

b) Đối với hỗn hợp bê tông trộn sẵn của từng nhà sản xuất - Lần đầu từ phương tiện vận chuyển đầu tiên tới công trường và định kỳ: Không ít hơn 3 lần trong ca thi công và không ít hơn một kết quả thử đối với kết cấu sử dụng ít hơn khối lượng hỗn hợp bê tông trong một xe;

c) Đợt xuất:

- Khi phát hiện thấy hỗn hợp bê tông có thể có độ sụt thấp hoặc cao hơn bất thường;

- Khi phát hiện hỗn hợp bê tông rời rạc hoặc tách nước.

**9.1.4.2** Sai lệch các giá trị độ sụt không vượt quá giá trị qui định trong Bảng 11 của tiêu chuẩn này.

**9.1.4.3** Khi có yêu cầu kiểm soát nhiệt độ hỗn hợp bê tông tại nơi đổ, tần suất kiểm tra và sai lệch kết quả được thực hiện và đánh giá theo chỉ dẫn kỹ thuật. Khi không có qui định, thực hiện không ít hơn một lần trong một giờ khi nhiệt độ không khí cao hơn 27 °C.

Sai lệch nhiệt độ cho phép không vượt quá 1 °C so với giá trị cao nhất cho phép.

**9.1.4.4** Khi có yêu cầu kiểm soát các chỉ tiêu chất lượng khác của hỗn hợp bê tông, nhà sản xuất và người sử dụng cần qui định nguyên tắc đánh giá sự phù hợp.

**9.1.5** Trong quá trình thi công, kiểm soát quá trình vận chuyển, đổ, đầm và bảo dưỡng theo qui định tại TCVN 4453 : 1995 và mục 8 của tiêu chuẩn này.

## **9.2 Nghiệm thu bê tông tro bay**

**9.2.1** Bê tông tro bay dùng trong các công trình thủy lợi được nghiệm thu theo cường độ, độ chống thấm và các chỉ tiêu chất lượng khác, nếu có qui định của thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật.

### **9.2.2 Nghiệm thu cường độ bê tông**

**9.2.2.1** Cường độ bê tông tro bay được nghiệm thu bằng cách lấy mẫu hỗn hợp bê tông, đúc mẫu và xác định cường độ bê tông trong quá trình thực hiện công tác bê tông.

**9.2.2.2** Tần suất lấy mẫu hỗn hợp bê tông và đúc mẫu thử xác định cường độ chịu nén được thực hiện không ít hơn một lần với 9 viên mẫu cho 100 m<sup>3</sup> hỗn hợp bê tông tro bay hoặc trong một ngày thi công hoặc cho một kết cấu hoặc cấu kiện đơn. Các mẫu thử được bảo dưỡng theo TCVN 3105 : 1993. Cường độ chịu nén của bê tông được xác định theo TCVN 3118 : 1993.

### **9.2.2.3 Xác định cường độ chịu nén**

- Một tổ mẫu tại tuổi trung gian trước tuổi thiết kế;

- Một tổ mẫu tại tuổi thiết kế và

- Một tổ để lưu và sử dụng khi có yêu cầu.

**9.2.2.4** Bê tông tro bay thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi thiết kế theo TCVN 4116:1985 được đánh giá đạt mức thiết kế theo cường độ chịu nén khi đáp ứng:



- Cường độ trung bình các tổ mẫu không nhỏ hơn mức thiết kế, và
- Cường độ nhỏ nhất trong các tổ mẫu không nhỏ hơn 85 % mức thiết kế.

**9.2.2.5** Bê tông tro bay thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi thiết kế theo cấp cường độ cần tuân thủ các yêu cầu:

- a) Kiểm soát cường độ bê tông đối với bê tông thương phẩm, cấu kiện bê tông đúc sẵn và kết cấu toàn khối ở tuổi thiết kế và ở các tuổi trung gian (khi dỡ cốp pha chịu lực, khi gia tải kết cấu ở trước tuổi thiết kế,...).
- b) Trong trường hợp cường độ bê tông của hỗn hợp bê tông trộn sẵn, bê tông các kết cấu đổ tại chỗ đạt từ 90 % trở lên của giá trị cường độ yêu cầu thì không cần thiết xác định cường độ bê tông ở tuổi thiết kế, nếu không có quy định bắt buộc.
- c) Kiểm soát và đánh giá cường độ bê tông tại nơi sản xuất và tại công trình phải được thực hiện bằng phương pháp thống kê có tính đến các đặc trưng đồng nhất của cường độ bê tông.
- d) Không cho phép nghiệm thu bê tông bằng cách so sánh giá trị cường độ trung bình với cường độ yêu cầu mà không tính đến các đặc trưng đồng nhất của cường độ bê tông.

**9.2.2.6** Bê tông tro bay thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi thiết kế theo cấp cường độ được đánh giá đạt qui định thiết kế theo cường độ chịu nén khi đáp ứng:

- a) Trường hợp có ít nhất 45 kết quả cường độ chịu nén

$$R_{l\bar{o}} \geq R_{yc} + 0,7 \times S \quad , \text{ và} \quad (26)$$

$$R_{imin} \geq R_{yc} - 0,7 \times S \quad (27)$$

và phải lớn hơn:

Nếu cấp cường độ nhỏ hơn hoặc bằng B20,  $R_{imin} \geq 0,85 R_{yc}$

Nếu cấp cường độ lớn hơn B20,  $R_{imin} \geq 0,90 R_{yc}$

Trong đó:

$R_{l\bar{o}}$  là giá trị trung bình của lô xác định theo 7.7 - TCVN 10303 : 2014, MPa, (giai đoạn kiểm tra trước không ít hơn 60 ngày và không quá 90 ngày);

$R_{yc}$  là cấp cường độ hoặc giá trị xác định từ cấp cường độ thiết kế;

$R_{imin}$  là giá trị nhỏ nhất của tổ mẫu trong lô. ;

S là độ lệch chuẩn của lô, xác định theo 8.1 - TCVN 10303 : 2014. Khi độ lệch chuẩn nhỏ hơn 2,5 MPa,  $S = 2,5$  MPa;

- b) Trường hợp có từ 10 đến 44 kết quả cường độ chịu nén

$$R_{l\acute{o}} \geq R_{yc} + \lambda_1 \times S \quad , \text{ và} \quad (28)$$

$$R_{imin} \geq \lambda_2 \times R_{yc} \quad (29)$$

trong đó

$S$  là độ lệch chuẩn của cường độ bê tông trong lô, MPa, khi  $S \leq 2,5$  MPa, lấy  $S = 2,5$  MPa;

$\lambda_1, \lambda_2$  là hệ số điều chỉnh cường độ tùy theo số lượng tổ mẫu thử

**Bảng 14 - Hệ số điều chỉnh  $\lambda_1$  và  $\lambda_2$**

Hệ số điều chỉnh	Giá trị ứng với số lượng tổ mẫu		
	10 - 14	15 - 19	Từ 20 trở lên
$\lambda_1$	1,15	1,05	0,95
$\lambda_2$	0,90	0,85	

c) Trường hợp có ít hơn 10 kết quả cường độ chịu nén

$$\bar{R} \geq \lambda_3 \times R_{yc}, \text{ và} \quad (30)$$

$$R_{imin} \geq \lambda_4 \times R_{yc} \quad (31)$$

trong đó:

$\bar{R}$  là giá trị trung bình của các kết quả cường độ chịu nén, MPa;

$\lambda_3, \lambda_4$  là hệ số điều chỉnh cường độ.

**Bảng 15 - Hệ số điều chỉnh  $\lambda_3$  và  $\lambda_4$**

Hệ số điều chỉnh	Giá trị hệ số điều chỉnh khi cấp cường độ	
	Đến B55	Từ B60 trở lên
$\lambda_3$	1,15	1,00
$\lambda_4$	0,95	

### 9.2.3 Nghiệm thu khả năng chống thấm nước

#### 9.2.3.1 Xác định độ chống thấm

- Các mẫu xác định độ chống thấm của bê tông được lấy từ hỗn hợp bê tông tại vị trí đổ (từ mẻ trộn hoặc từ xe vận chuyển) và được đúc và bảo dưỡng theo TCVN 3105 : 1993.

- Các mẫu thí nghiệm xác định độ chống thấm của bê tông được lấy theo từng tổ. Mỗi tổ gồm 6 viên mẫu được lấy cùng lúc và đúc từ cùng một mẫu hỗn hợp bê tông.
- Số lượng tổ mẫu: một tổ mẫu đúc từ mẫu hỗn hợp bê tông lấy trong 200 m<sup>3</sup>, nhưng không ít hơn một tổ mẫu cho một đợt đổ.
- Xác định mức chống thấm thực hiện theo TCVN 3116 : 1993.

**9.2.3.2** Đánh giá mức chống thấm theo qui định của thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật hoặc qui định của người sử dụng.

#### **9.2.4 Nghiệm thu các chỉ tiêu chất lượng khác**

**9.2.4.1** 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.

**9.2.4.2** Đánh giá sự phù hợp theo qui định của thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật hoặc người sử dụng.

## Phụ lục A

(tham khảo)

### Hệ số phát triển cường độ của bê tông tuổi khác 28 ngày so với cường độ tuổi 28 ngày

**Bảng A.1 – Hệ số  $k_t = R_t/R_{28}$  đối với bê tông dùng xi măng Pooclăng PC40**

Tuổi bê tông, ngày	Hệ số tương đối giữa cường độ bê tông tro bay tuổi khác 28 ngày so với tuổi 28 ngày với các tỷ lệ T/CKD				
	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40
7	0,75	0,65-0,75	0,60-0,70	0,53-0,63	0,45-0,55
28	1,00	0,88-0,98	0,85-0,95	0,78-0,88	0,69-0,79
56	1,10	0,99-1,09	0,97-1,06	0,90-1,00	0,80-0,90
90	1,15	1,04-1,14	1,01-1,11	0,96-1,06	0,90-1,00
180	1,20	1,10-1,20	1,08-1,18	1,03-1,13	0,97-1,07
365	1,25	1,15-1,25	1,13-1,23	1,09-1,19	1,05-1,15

#### CHÚ THÍCH:

1. Khi T/CKD là các giá trị nằm trong khoảng, có thể nội suy từ các giá trị của các tỷ lệ 0,10; 0,20; 0,30 và 0,40.
2. Khi sử dụng xi măng poóc lăng hỗn hợp đáp ứng yêu cầu kỹ thuật qui định tại TCVN 6260 : 2009 và cường độ chất kết dính đến 40 MPa, các giá trị ở tuổi trước 28 ngày có thể thấp hơn 0,03 ... 0,10.
3. Khi sử dụng xi măng poóc lăng PC50 đáp ứng yêu cầu kỹ thuật qui định TCVN 2682 : 2009 và cường độ chất kết dính lớn hơn 45 MPa, các giá trị ở tuổi trước 28 ngày có thể cao hơn 0,03 ... 0,05 và thấp hơn 0,03 ... 0,05 tuổi sau 28 ngày.

**Phụ lục B**

(tham khảo)

**Thành phần bê tông tro bay cơ sở cho một số mác/cấp bê tông thường dùng  
trong thi công công trình thủy lợi****B.1 Các căn cứ tính toán thành phần bê tông tro bay cơ sở**

- Các thành phần bê tông tro bay tại phụ lục này được tính toán theo hướng dẫn của tiêu chuẩn này;
- Các vật liệu sử dụng trong tính toán có các thông số kỹ thuật như sau:
  - +, khối lượng riêng của xi măng  $\rho_x = 3,1 \text{ g/cm}^3$ ;
  - +, khối lượng riêng của tro bay  $\rho_t = 2,35 \text{ g/cm}^3$ ;
  - +, cốt liệu nhỏ: khối lượng riêng  $\rho_c = 2,65 \text{ g/cm}^3$ ; khối lượng thể tích xốp  $\gamma_c = 1400 \text{ kg/m}^3$  và môđun độ lớn trong khoảng 2,0 đến 2,4;
  - +, cốt liệu lớn: khối lượng riêng  $\rho_d = 2,68 \text{ g/cm}^3$ ; khối lượng thể tích xốp  $\gamma_d = 1350; 1380 \text{ và } 1400 \text{ kg/m}^3$  ứng với kích thước hạt dạng định lớn nhất  $D_{\max} = 20, 40 \text{ và } 70 \text{ mm}$ ;
  - +, khối lượng riêng của nước  $\rho_n = 1,0 \text{ g/cm}^3$ ;
  - +, lượng nước trộn bao gồm cả lượng phụ gia hóa học.
    - +, Ký hiệu: PGHH - phụ gia hóa học
    - Không PG - không sử dụng PGHH
    - PGHD - phụ gia hóa dẻo
    - PGSD - phụ gia siêu dẻo

**B.2 Thành phần bê tông cơ sở có độ sụt hỗn hợp bê tông 10 mm – 40 mm**

D <sub>max</sub> mm	Mác (cấp) bê tông	Vật liệu cho 1m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông tro bay						
		Xi măng kg	Tro bay kg	CLN m <sup>3</sup>	CLL	Nước lít	PGHH lít	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
20	150(B12,5)	180	180	0.5	0.83	185	Không PG	
		170	165	0.53	0.84	170	PGHD	
	200(B15)	235	160	0.49	0.82	185	Không PG	
		215	145	0.52	0.84	170	PGHD	
	250(B20)	300	100	0.49	0.83	185	Không PG	
		275	90	0.53	0.84	170	PGHD	
	300(B22,5)	340	60	0.5	0.83	185	Không PG	
		310	55	0.53	0.84	170	PGHD	
	350(B25)	385	45	0.49	0.82	185	Không PG	
		355	40	0.52	0.84	170	PGHD	
	400(B30)	395	45	0.48	0.82	185	Không PG	
		365	40	0.52	0.84	170	PGHD	
	40	150(B12,5)	180	180	0.49	0.84	175	Không PG
			170	165	0.52	0.85	160	PGHD
		200(B15)	235	160	0.48	0.83	175	Không PG
			215	145	0.52	0.85	160	PGHD
250(B20)		300	100	0.48	0.83	175	Không PG	
		275	90	0.52	0.85	160	PGHD	
300(B22,5)		340	60	0.49	0.84	175	Không PG	
		310	55	0.52	0.85	160	PGHD	
350(B25)		385	45	0.48	0.83	175	Không PG	
		355	40	0.52	0.85	160	PGHD	
400(B30)		395	45	0.48	0.83	175	Không PG	
		365	40	0.51	0.85	160	PGHD	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
70	150(B12,5)	180	180	0.49	0.85	165	Không PG
		170	165	0.52	0.86	150	PGHD
	200(B15)	235	160	0.48	0.84	165	Không PG
		215	145	0.51	0.86	150	PGHD
	250(B20)	300	100	0.48	0.84	165	Không PG
		275	90	0.52	0.86	150	PGHD
	300(B22,5)	340	60	0.49	0.84	165	Không PG
		310	55	0.52	0.86	150	PGHD
	350(B25)	385	45	0.48	0.84	165	Không PG
		355	40	0.51	0.86	150	PGHD
	400(B30)	395	45	0.47	0.84	165	Không PG
		365	40	0.51	0.86	150	PGHD

### B.3 Thành phần bê tông cơ sở có độ sụt hỗn hợp bê tông 50 mm – 90 mm

D <sub>max</sub> mm	Mác (cấp) bê tông	Vật liệu cho 1m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông tro bay						
		Xi măng kg	Tro bay kg	CLN m <sup>3</sup>	CLL	Nước lít	PGHH lít	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
20	150(B12,5)	180	175	0.51	0.83	180	PGHD	
		170	165	0.53	0.84	170	PGSD	
	200(B15)	230	150	0.5	0.83	180	PGHD	
		215	145	0.52	0.84	170	PGSD	
	250(B20)	290	95	0.51	0.83	180	PGHD	
		275	90	0.53	0.84	170	PGSD	
	300(B22,5)	330	65	0.51	0.83	180	PGHD	
		310	55	0.53	0.84	170	PGSD	
	350(B25)	375	40	0.5	0.83	180	PGHD	
		355	40	0.52	0.84	170	PGSD	
	400(B30)	385	40	0.5	0.83	180	PGHD	
		365	40	0.52	0.84	170	PGSD	
	40	150(B12,5)	175	170	0.5	0.84	175	PGHD
			165	160	0.52	0.85	165	PGSD
		200(B15)	225	150	0.49	0.84	175	PGHD
			210	140	0.51	0.85	165	PGSD
		250(B20)	280	95	0.5	0.84	175	PGHD
			265	90	0.52	0.85	165	PGSD
300(B22,5)		320	55	0.5	0.84	175	PGHD	
		300	55	0.52	0.85	165	PGSD	
350(B25)		365	40	0.49	0.84	175	PGHD	
		345	40	0.51	0.85	165	PGSD	
400(B30)		375	40	0.49	0.83	175	PGHD	
		355	40	0.51	0.84	165	PGSD	



(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
70	150(B12,5)	175	170	0.49	0.84	175	Không PH
		160	155	0.52	0.86	160	PGHD
	200(B15)	225	150	0.47	0.84	175	Không PH
		205	135	0.51	0.86	160	PGHD
	250(B20)	280	95	0.48	0.84	175	Không PH
		260	85	0.51	0.86	160	PGHD
	300(B22,5)	320	55	0.49	0.84	175	Không PH
		290	55	0.52	0.86	160	PGHD

**B.4 Thành phần bê tông cơ sở có độ sụt hỗn hợp bê tông 100 mm – 150 mm**

D <sub>max</sub> mm	Mác (cấp) bê tông	Vật liệu cho 1m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông tro bay						
		Xi măng kg	Tro bay kg	CLN m <sup>3</sup>	CLL	Nước lít	PGHH lít	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
20	150(B12,5)	185	185	0.49	0.82	190	PGHD	
		180	175	0.51	0.83	180	PGSD	
	200(B15)	245	160	0.47	0.82	190	PGHD	
		230	150	0.5	0.83	180	PGSD	
	250(B20)	305	85	0.49	0.83	190	PGHD	
		290	95	0.51	0.83	180	PGSD	
	300(B22,5)	350	40	0.5	0.83	190	PGHD	
		330	60	0.51	0.83	180	PGSD	
	350(B25)	395	45	0.47	0.82	190	PGHD	
		375	45	0.5	0.83	180	PGSD	
	400(B30)	405	45	0.47	0.82	190	PGHD	
		385	45	0.49	0.83	180	PGSD	
	40	150(B12,5)	180	175	0.49	0.84	180	PGHD
			170	165	0.51	0.85	170	PGSD
		200(B15)	230	150	0.48	0.83	180	PGHD
			215	145	0.5	0.84	170	PGSD
250(B20)		290	95	0.49	0.83	180	PGHD	
		275	90	0.51	0.84	170	PGSD	
300(B22,5)		330	65	0.49	0.83	180	PGHD	
		310	55	0.51	0.85	170	PGSD	
350(B25)		375	40	0.48	0.83	180	PGHD	
		355	40	0.5	0.84	170	PGSD	
400(B30)		385	40	0.48	0.83	180	PGHD	
		365	40	0.5	0.84	170	PGSD	



## THƯ MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1 Chỉ dẫn chọn thành phần bê tông các loại, ban hành kèm theo Quyết định số 778/1998/QĐ - BXD ngày 05/9/1998 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng;
- 2 Hướng dẫn sử dụng tro bay trong bê tông công trình thủy lợi và đê điều, ban hành kèm theo Quyết định số 3986/QĐ-BNN-XD ngày 12 tháng 10 năm 2018 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;
- 3 Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng – Báo cáo tổng kết đề tài KHCN, Nghiên cứu hoàn thiện và chuyển giao công nghệ sử dụng tro bay nhiệt điện Duyên Hải để sản xuất bê tông tại khu vực phía Nam, Hà Nội 2018;
- 4 Báo cáo nghiên cứu thiết kế thành phần bê tông sử dụng tro bay của các Dự án Hồ chứa nước Bản Mông, Bản Lải, Ea H'Leo, Sông Lũy do Viện thủy công, Viện khoa học thủy lợi Việt Nam lập;
- 5 Công trình thủy điện Đa Nhim mở rộng, TKKT – tập 15.1 – Điều kiện kỹ thuật – Phần xây dựng 0430 – Bê tông;
- 6 Dự án xây dựng đường sắt đô thị Thành phố Hồ Chí Minh đoạn Bến Thành-Suối Tiên – Quy cách kỹ thuật thi công – Xây dựng
- 7 Recommendation for construction of concrete containing fly-ash as a mineral admixture – Concrete library of JSCE NO. 36, December, 2000;
- 8 EN 206-1 Concrete - Specification, performance, production and conformity;
- 9 EN 450-1 Fly ash for concrete Definition, specifications and conformity criteria;
- 10 GOST 25818, Thermal plant fly-ashes for concretes. Specifications;
- 11 GB 50164, Standard for quality control of concrete;
- 12 TCVN 9035:2011, Hướng dẫn lựa chọn và sử dụng xi măng trong xây dựng;
- 13 ACI 211.1, Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete;
- 14 ASTM C618, Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete;
- 15 ASTM C94, Standard Specification for ready-mixed concrete;
- 16 ACI 207.1R Mass concrete
- 17 ACI 301 Specification for structural concrete for Building
- 18 ACI 304 Recommended practice for Measuring, Mixing, Transporting and Placing concrete
- 19 ACI 305 Hot Weather concreting
- 20 ACI 318-11, Building Code Requirements for Structural Concrete;
- 21 Section 346-116, Portland cement concrete;
- 22 *Harun Mallisa, and Cidion Turuallo*, The maximum percentage of fly ash to replace part of OPC in producing high strength concrete.