

**TCVN**

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN xxxxx:202x**

Xuất bản lần 1

**LỰA CHỌN THÀNH PHẦN BÊ TÔNG**

*Selecting the proportion of concrete mixtures*

HÀ NỘI - 202x

DỰ THẢO DỰ THẢO DỰ THẢO

**Mục lục**

|                                                                      | Trang |
|----------------------------------------------------------------------|-------|
| 1 Phạm vi áp dụng .....                                              | 5     |
| 2 Tài liệu viện dẫn .....                                            | 5     |
| 3 Thuật ngữ, định nghĩa .....                                        | 6     |
| 4 Quy định chung .....                                               | 6     |
| 5 Lựa chọn thành phần định hướng.....                                | 7     |
| 6 Thí nghiệm và điều chỉnh thành phần .....                          | 18    |
| 7 Lựa chọn thành phần bê tông với phụ gia hóa học .....              | 20    |
| 8 Lựa chọn thành phần bê tông với tro bay .....                      | 22    |
| 9 Báo cáo thử nghiệm.....                                            | 24    |
| Phụ lục A (tham khảo) Một số ví dụ lựa chọn thành phần bê tông ..... | 25    |

### Lời nói đầu

**TCVN xxxxx:202x** được xây dựng trên cơ sở tham khảo hướng dẫn "Design of normal concrete mixes" 2nd edition, Building Research Establishment, UK.

**TCVN xxxxx:202x** do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## Lựa chọn thành phần bê tông

*Selecting the proportion of concrete mixtures*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này hướng dẫn lựa chọn thành phần hỗn hợp bê tông cấu trúc đặc chắc, sử dụng cốt liệu tự nhiên hoặc nhân tạo.

### 2 Tài liệu viện dẫn

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

EN 197-1, *Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements*

EN 206, *Concrete - Specification, performance, production and conformity*

EN 450-1, *Fly ash for concrete - Part 1: Definition, specifications and conformity criteria*

EN 934-1, *Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 1: Common requirements*

EN 934-2, *Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 2: Concrete admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling*

EN 1008, *Mixing water for concrete - Specification for sampling, testing and assessing the suitability of water, including water recovered from processes in the concrete industry, as mixing*

EN 12350-1 *Testing fresh concrete - Part 1: Sampling and common apparatus*

EN 12350-2, *Testing fresh concrete - Part 2: Slump test*

EN 12350-3, *Testing fresh concrete - Part 3: Vebe test*

EN 12350-6, *Testing fresh concrete - Part 6: Density*

EN 12390-1, *Testing hardened concrete - Part 1: Shape, dimensions and other requirements for specimens and moulds*

EN 12390-2, *Testing hardened concrete - Part 2: Making and curing specimens for strength tests*

EN 12390-3, *Testing hardened concrete - Part 3: Compressive strength of test specimens*

EN 12620, *Aggregates for concrete*

### 3 Thuật ngữ, định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa được nêu trong EN 206 và các thuật ngữ, định nghĩa trình bày dưới đây.

#### 3.1

##### **Cường độ đặc trưng** (characteristic strength)

Giá trị cường độ mà 5% tổng số các kết quả xác định cường độ từ khối bê tông đang xét được dự kiến là không đạt.

#### 3.2

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

Cường độ mà bê tông cần đạt khi lựa chọn thành phần.

#### 3.3

##### **Khoảng dư cường độ** (margin)

Khoảng chênh lệch giữa cường độ mục tiêu so với cường độ quy định.

#### 3.4

##### **Lượng nước** (water content)

Lượng nước tự do có trong một mét khối hỗn hợp bê tông.

CHÚ THÍCH: Lượng nước tự do không bao gồm lượng nước nằm trong hạt cốt liệu. Lượng nước tự do bằng lượng nước trộn nếu sử dụng cốt liệu ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt. Nếu sử dụng cốt liệu khô, lượng nước tự do bằng lượng nước trộn trừ đi lượng nước mà cốt liệu hấp thụ.

#### 3.5

##### **Tỷ lệ nước trên xi măng** (water cement ratio)

Tỷ lệ giữa lượng nước (3.4) trên lượng xi măng trong một mét khối bê tông.

#### 3.6

##### **Thành phần bê tông** (concrete proportion)

Lượng dùng các vật liệu thành phần để chế tạo được một mét khối bê tông đã được làm chặt.

### 4 Quy định chung

**4.1** Lựa chọn thành phần bê tông bao gồm lựa chọn thành phần định hướng theo lý thuyết và hiệu chỉnh thành phần định hướng dựa trên kết quả thực nghiệm.

**4.2** Thành phần định hướng được lựa chọn dựa trên các thông số đầu vào theo quy định, các thông số tính chất vật liệu và các bảng tra lập sẵn.

CHÚ THÍCH: Các bảng tra được thiết lập trên cơ sở các kết quả trước đây, do đó luôn có sai lệch nhất định so với từng trường hợp cụ thể.

**4.3** Hiệu chỉnh thành phần bê tông dựa trên kết quả thực nghiệm là bắt buộc trong lựa chọn thành phần bê tông. Kết quả hiệu chỉnh thành phần bê tông chỉ phù hợp với các vật liệu dùng trong thí nghiệm.

**4.4** Vật liệu đầu vào cần phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật quy định bởi thiết kế và các tiêu chuẩn tương ứng:

**4.4.1** Xi măng cần đáp ứng yêu cầu kỹ thuật quy định trong tiêu chuẩn EN 197-1.

**4.4.2** Cốt liệu cần đáp ứng yêu cầu kỹ thuật quy định trong tiêu chuẩn EN 12620.

**4.4.3** Nước trộn cần đáp ứng yêu cầu kỹ thuật quy định trong tiêu chuẩn EN 1008.

**4.4.4** Phụ gia hóa học cho bê tông cần đáp ứng yêu cầu kỹ thuật quy định trong tiêu chuẩn EN 934-1 và EN 934-2..

**4.4.5** Tro bay cần đáp ứng yêu cầu kỹ thuật quy định trong tiêu chuẩn EN 450-1.

**4.5** Vật liệu đầu vào sử dụng có ảnh hưởng lớn tới tính chất hỗn hợp bê tông và bê tông. Do đó, cần lựa chọn vật liệu đầu vào phù hợp. Trong một số trường hợp, có thể cần thay đổi chủng loại vật liệu đầu vào để đạt được các yêu cầu quy định.

## **5 Lựa chọn thành phần định hướng**

**5.1** Các thông số đầu vào cần thiết để lựa chọn thành phần hỗn hợp bê tông bao gồm các thông số quy định và các thông số vật liệu.

**5.2** Các thông số quy định do bên đặt hàng lựa chọn thành phần cung cấp bao gồm:

### **5.2.1 Cường độ**

- Cường độ quy định và tuổi đạt cường độ quy định.
- Khoảng dư cường độ hoặc độ lệch chuẩn của cường độ và mức độ đảm bảo.

### **5.2.2 Tính công tác**

### **5.2.3 Tỷ lệ nước trên xi măng**

### **5.2.4 Lượng xi măng tối đa và, hoặc tối thiểu**

### **5.2.5 Kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu**

**5.3** Các thông số vật liệu bao gồm:

### **5.3.1 Xi măng**

- Cường độ xi măng hoặc cấp cường độ của xi măng.

### **5.3.2 Cốt liệu lớn**

- Loại cốt liệu.
- Khối lượng thể tích ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt.
- Độ hút nước, độ ẩm.
- Kích thước hạt lớn nhất.

### 5.3.3 Cốt liệu nhỏ

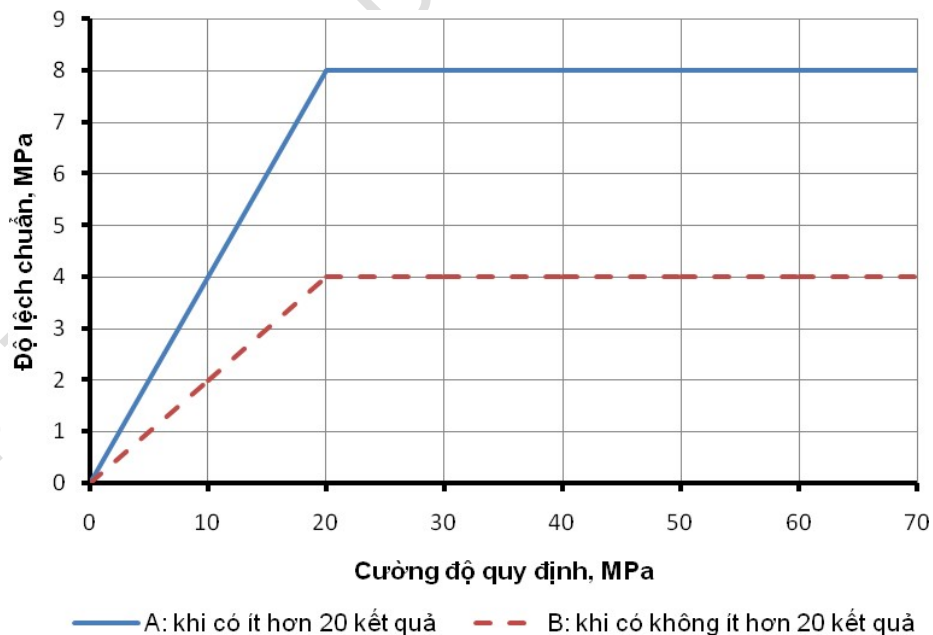
- Loại cốt liệu.
- Khối lượng thể tích ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt.
- Độ hút nước, độ ẩm.
- Lượng hạt nhỏ hơn 630  $\mu\text{m}$ .

## 5.4 Xác định tỷ lệ nước trên xi măng (Bước 1)

### 5.4.1 Xác định khoảng dư cường độ

Khoảng dư cường độ được bên đặt hàng lựa chọn thành phần quy định hoặc được tính toán dựa trên độ lệch chuẩn cường độ.

Nếu có ít hơn 20 kết quả cường độ đơn lẻ thì độ lệch chuẩn cường độ được xác định dựa trên cường độ quy định theo đường A tại [Hình 1](#).



**Hình 1 - Tương quan giữa độ lệch chuẩn và cường độ quy định**



Nếu có không ít hơn 20 kết quả thí nghiệm đơn lẻ thì độ lệch chuẩn cường độ  $s$ , tính bằng megapascal (MPa) chính xác đến 0,1 MPa, được xác định theo công thức (1). Giá trị độ lệch chuẩn cường độ trong trường hợp này là giá trị lớn hơn giữa độ lệch chuẩn tính toán theo công thức (1) và giá trị xác định dựa trên cường độ quy định theo đường B tại [Hình 1](#).

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - m)^2}{n - 1}} \quad (1)$$

trong đó:

$x$  là kết quả cường độ đơn lẻ, tính bằng megapascal (MPa);

$n$  là số lượng các kết quả cường độ đơn lẻ;

$m$  là giá trị trung bình của  $n$  kết quả cường độ đơn lẻ, tính bằng megapascal (MPa).

Khoảng dư cường độ  $M$  tính bằng megapascal (MPa), chính xác đến 0,1 MPa, được xác định theo công thức:

$$M = z \times s \quad (2)$$

trong đó:

$s$  là độ lệch chuẩn, tính bằng megapascal (MPa)

$z$  là hệ số, phụ thuộc vào mức độ đảm bảo của cường độ. Với mức độ đảm bảo 95%, hệ số  $z = 1,64$ .

#### 5.4.2 Tính toán cường độ mục tiêu

Cường độ mục tiêu  $f_m$  tính bằng megapascal (MPa), chính xác đến 0,1 MPa được xác định theo công thức:

$$f_m = f_{ck} + M \quad (3)$$

trong đó:

$f_{ck}$  là cường độ đặc trưng, tính bằng megapascal (MPa);

#### 5.4.3 Xác định cường độ bê tông ứng với tỷ lệ nước trên xi măng bằng 0,5

Cường độ bê tông ứng với tỷ lệ nước trên xi măng bằng 0,5 phụ thuộc vào cường độ xi măng được xác định bằng cách tra [Bảng 1](#). Cường độ xi măng được lấy theo kết quả thí nghiệm thực tế hoặc cấp cường độ của xi măng theo công bố của nhà sản xuất.

**Bảng 1 - Cường độ ban đầu của bê tông ứng với tỷ lệ nước trên xi măng bằng 0,5**

| Cấp cường độ<br>của xi măng                                                                                                                                            | Cường độ ban đầu, MPa, ở tuổi, ngày |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----|----|----|
|                                                                                                                                                                        | 3                                   | 7  | 28 | 91 |
| 32,5                                                                                                                                                                   | 14                                  | 20 | 25 | 29 |
| 42,5                                                                                                                                                                   | 21                                  | 26 | 32 | 36 |
| 52,5                                                                                                                                                                   | 26                                  | 34 | 40 | 44 |
| CHÚ THÍCH 1: Các giá trị trong bảng được áp dụng cho bê tông sử dụng cốt liệu lớn là đá dăm. Nếu sử dụng cốt liệu lớn là sỏi, các giá trị tra bảng được giảm đi 5 MPa. |                                     |    |    |    |
| CHÚ THÍCH 2: Để lấy theo cường độ thực tế của xi măng, các giá trị tra bảng được nội suy.                                                                              |                                     |    |    |    |

**5.4.4 Xác định tỷ lệ nước trên xi măng theo đồ thị**

Trên đồ thị tại [Hình 2](#), xác định điểm ứng với tỷ lệ nước trên xi măng bằng 0,5 và cường độ xác định được ở mục [5.4.3](#). Từ điểm này vẽ đường song song với đường cong gần nhất trên đồ thị. Xác định điểm nằm trên đường cong vừa vẽ ứng với cường độ mục tiêu. Xác định tỷ lệ nước trên xi măng ứng với điểm này.

CHÚ THÍCH: Tham khảo trình tự xác định tỷ lệ nước trên xi măng trên đồ thị tại Phụ lục A.

**5.4.5 Lựa chọn tỷ lệ nước trên xi măng**

Tỷ lệ nước trên xi măng được chọn là giá trị nhỏ hơn giữa tỷ lệ nước trên xi măng xác định theo đồ thị tại [5.4.4](#) và tỷ lệ nước trên xi măng quy định tại [5.2.3](#).

**5.5 Xác định lượng nước (Bước 2)**

Lượng nước được lựa chọn theo [Bảng 2](#) phụ thuộc vào tính công tác (độ sụt hoặc độ cứng), kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu và loại cốt liệu.

**5.6 Xác định lượng xi măng (Bước 3)**

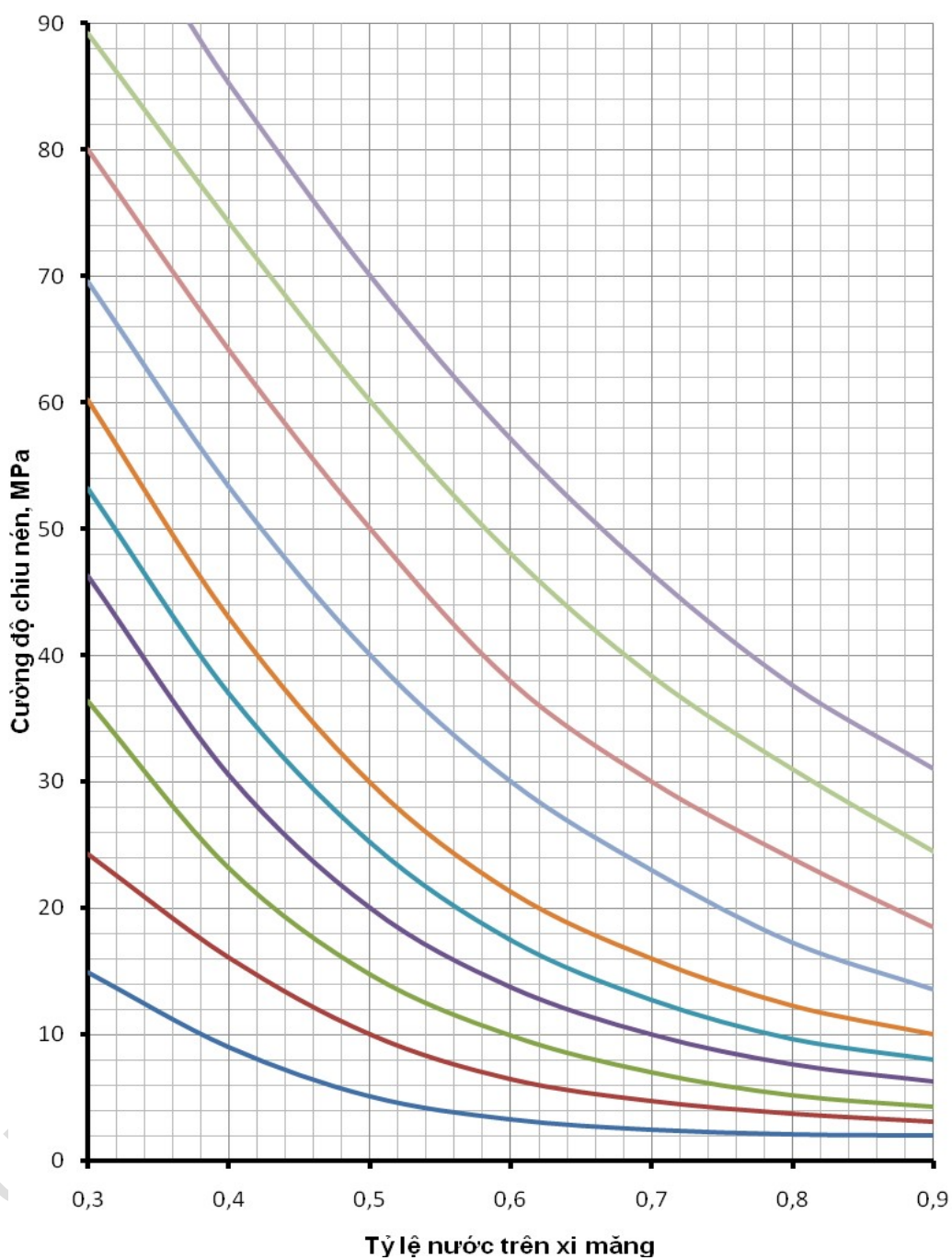
**5.6.1** Lượng xi măng  $C$ , tính bằng kilôgam trên mét khối ( $\text{kg/m}^3$ ), chính xác đến 1  $\text{kg/m}^3$ , được xác định theo công thức:

$$C = \frac{W}{W/C} \quad (4)$$

trong đó:

$W$  là lượng nước tính bằng kilôgam trên mét khối ( $\text{kg/m}^3$ );

$W/C$  là tỷ lệ xi măng trên nước.



Hình 2 - Lựa chọn tỷ lệ nước trên xi măng

**Bảng 2 - Lựa chọn lượng nước**

| Kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu, mm | Loại cốt liệu         | Lượng nước tự do, kg/m <sup>3</sup> để đạt được tính công tác tương ứng với độ sụt, mm (độ cứng, s) |              |             |              |
|------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|--------------|
|                                          |                       | 0-10 (>12)                                                                                          | 10-30 (12-6) | 30-60 (6-3) | 60-180 (3-0) |
| 10                                       | sỏi + cát tự nhiên    | 150                                                                                                 | 180          | 205         | 225          |
| 10                                       | đá dăm + cát tự nhiên | 160                                                                                                 | 188          | 213         | 233          |
| 10                                       | sỏi + cát nghiền      | 170                                                                                                 | 197          | 222         | 242          |
| 10                                       | đá dăm + cát nghiền   | 180                                                                                                 | 205          | 230         | 250          |
| 20                                       | sỏi + cát tự nhiên    | 135                                                                                                 | 160          | 180         | 195          |
| 20                                       | đá dăm + cát tự nhiên | 147                                                                                                 | 170          | 190         | 205          |
| 20                                       | sỏi + cát nghiền      | 158                                                                                                 | 180          | 200         | 215          |
| 20                                       | đá dăm + cát nghiền   | 170                                                                                                 | 190          | 210         | 225          |
| 40                                       | sỏi + cát tự nhiên    | 115                                                                                                 | 140          | 160         | 175          |
| 40                                       | đá dăm + cát tự nhiên | 128                                                                                                 | 152          | 170         | 185          |
| 40                                       | sỏi + cát nghiền      | 142                                                                                                 | 163          | 180         | 195          |
| 40                                       | đá dăm + cát nghiền   | 155                                                                                                 | 175          | 190         | 205          |

**5.6.2** Nếu lượng xi măng tính toán theo 5.6.1 nhỏ hơn lượng xi măng tối thiểu quy định theo 5.2.4 thì sử dụng lượng xi măng tối thiểu quy định trong các bước tiếp theo. Khi đó, tỷ lệ nước trên xi măng sau khi điều chỉnh sẽ nhỏ hơn giá trị xác định theo 5.4 và sẽ khiến bê tông đạt cường độ cao hơn. Nếu vẫn giữ nguyên tỷ lệ nước trên xi măng xác định theo 5.4 thì sẽ cần tăng lượng nước và sẽ khiến hỗn hợp bê tông có tính công tác cao hơn.

**5.6.3** Nếu lượng xi măng tính toán theo 5.6.1 lớn hơn lượng xi măng tối đa quy định theo 5.2.4 thì có khả năng không thể lựa chọn được thành phần bê tông đáp ứng đồng thời yêu cầu về tính công tác và cường độ dựa trên các vật liệu đầu vào dự kiến sử dụng. Khi đó, có thể cân nhắc thay đổi phương án vật liệu đầu vào như: thay đổi loại và cấp cường độ của xi măng, thay đổi loại và kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu, thay đổi tính công tác của bê tông hoặc sử dụng phụ gia giảm nước.

## 5.7 Xác định lượng cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn (Bước 4)

### 5.7.1 Xác định tỷ lệ cốt liệu nhỏ

Tỷ lệ cốt liệu nhỏ trong hỗn hợp cốt liệu được lựa chọn theo đồ thị trên [Hình 3](#), [Hình 4](#) hoặc [Hình 5](#), phụ thuộc vào kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn, tính công tác, tỷ lệ nước trên xi măng và tỷ lệ hạt nhỏ hơn 600  $\mu\text{m}$ .

### 5.7.2 Xác định khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông

Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông có thể được xác định bằng cách tính toán hoặc lựa chọn theo đồ thị.

**5.7.2.1** Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông  $D$ , tính bằng kilôgam trên mét khối ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), chính xác đến  $1 \text{ kg}/\text{m}^3$ , được xác định theo công thức:

$$D = 10 \times G_A \times (100 - a) - C \times \left( \frac{G_A}{G_C} - 1 \right) - W \times \left( \frac{G_A}{G_W} - 1 \right) \quad (5)$$

trong đó:

$a$  là hàm lượng bọt khí, tính bằng phần trăm (%), nếu không được quy định có thể lấy  $a = 2 \%$ ;

$G_C$ ,  $G_W$  là khối lượng riêng của xi măng, nước, tính bằng megagam trên mét khối ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ ).

$G_A$  là khối lượng thể tích của cốt liệu ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt, tính bằng megagam trên mét khối ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ );

Khối lượng thể tích của cốt liệu ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt  $G_A$ , tính bằng megagam trên mét khối ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ ), chính xác đến  $0,001 \text{ Mg}/\text{m}^3$ , được xác định theo công thức:

$$G_A = \frac{100}{\frac{k_f}{G_{Af}} + \frac{100 - k_f}{G_{Ac}}} \quad (6)$$

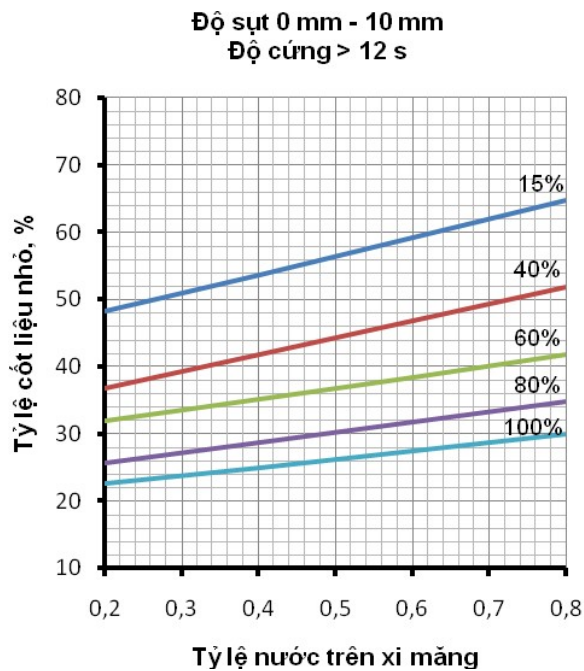
trong đó:

$k_f$  là tỷ lệ cốt liệu nhỏ trong hỗn hợp cốt liệu, tính bằng phần trăm (%);

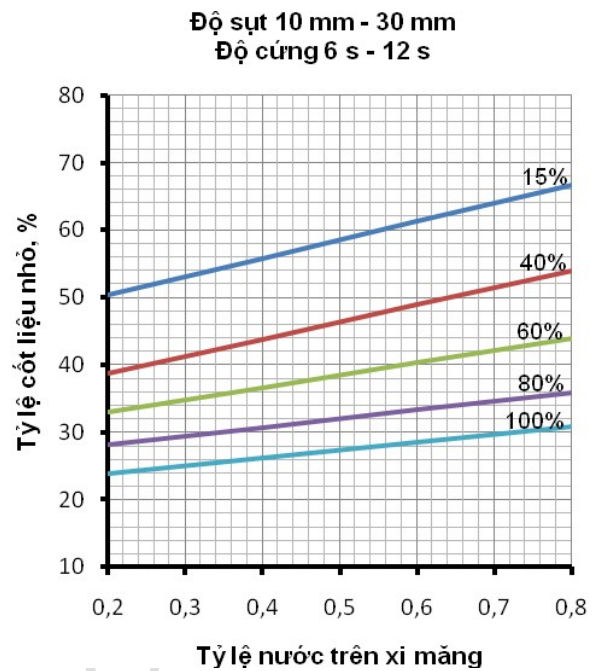
$G_{Af}$  là khối lượng thể tích của cốt liệu nhỏ ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt, tính bằng megagam trên mét khối ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ ).

$G_{Ac}$  là khối lượng thể tích của cốt liệu lớn ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt, tính bằng megagam trên mét khối ( $\text{Mg}/\text{m}^3$ ).

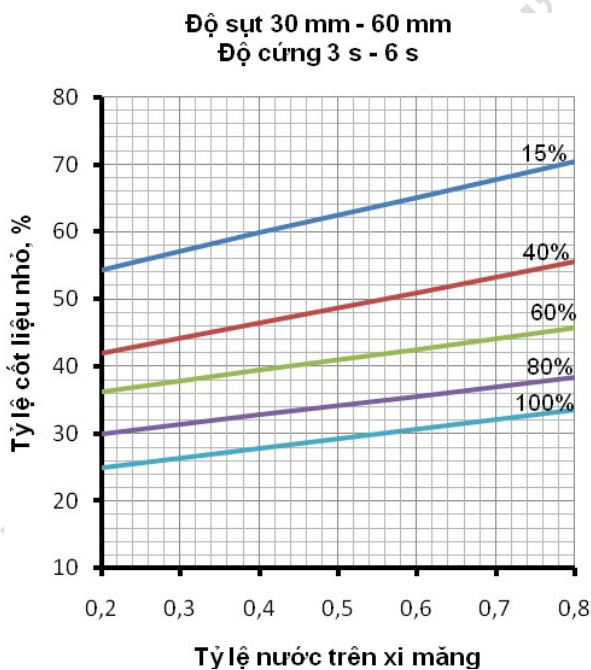
a,



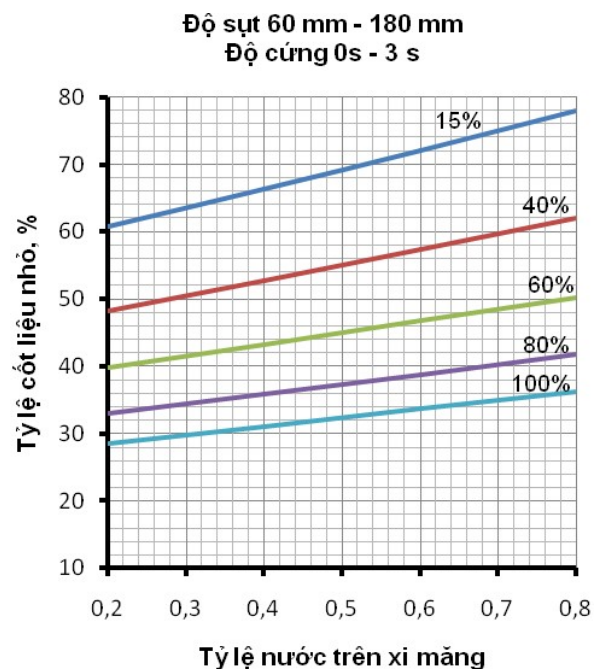
b,



c,



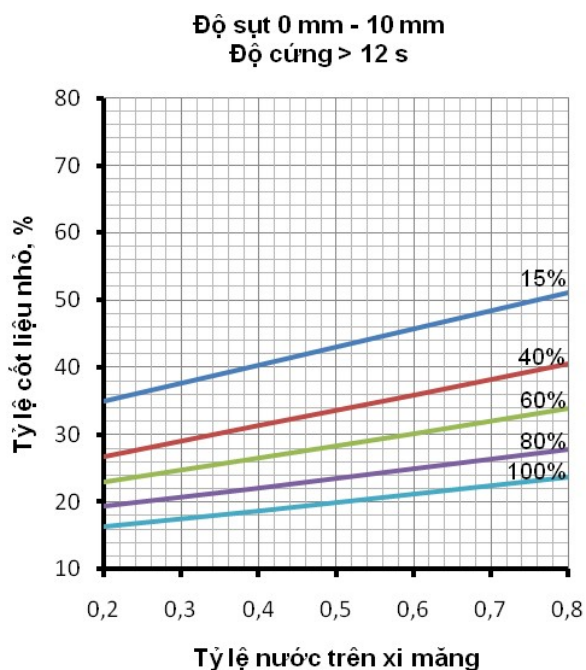
d,



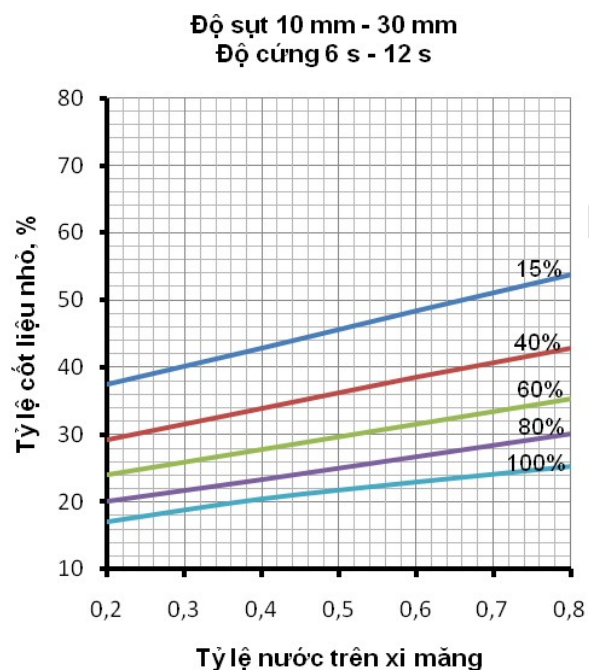
Hình 3 - Tỷ lệ cốt liệu nhỏ khi kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn bằng 10 mm



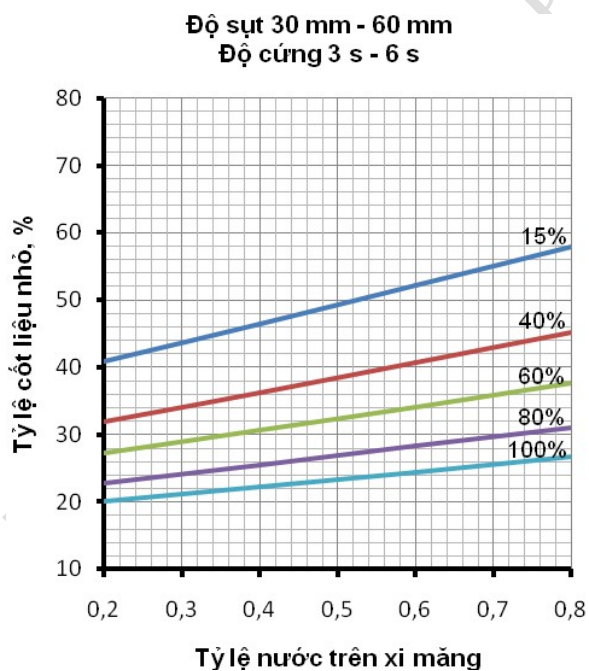
a,



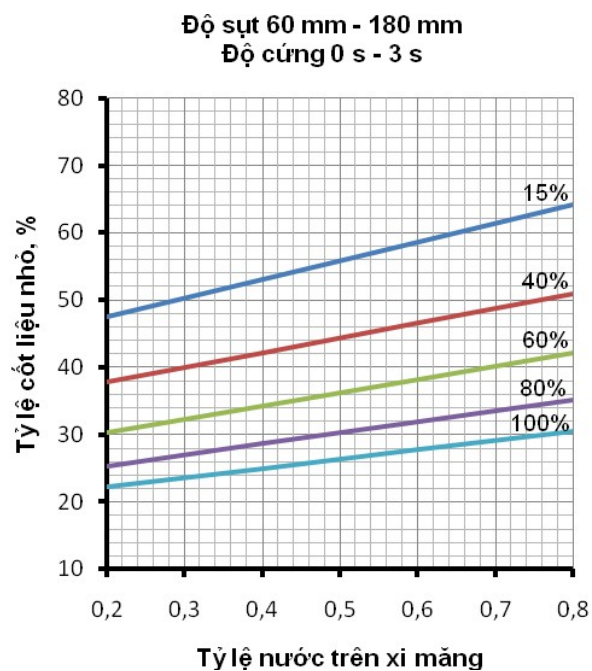
b,



c,

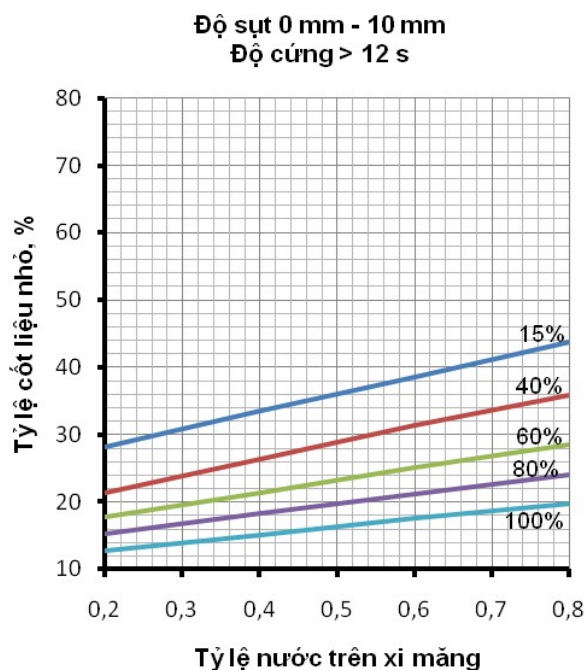


d,

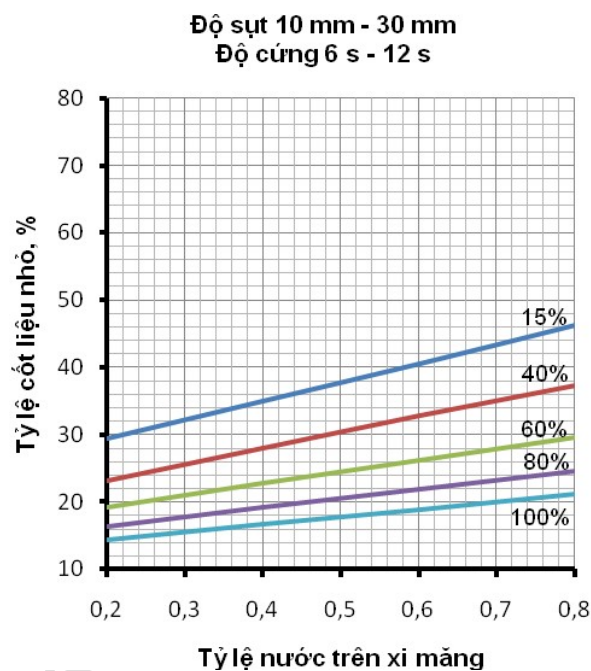


Hình 4 - Tỷ lệ cốt liệu nhỏ khi kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn bằng 20 mm

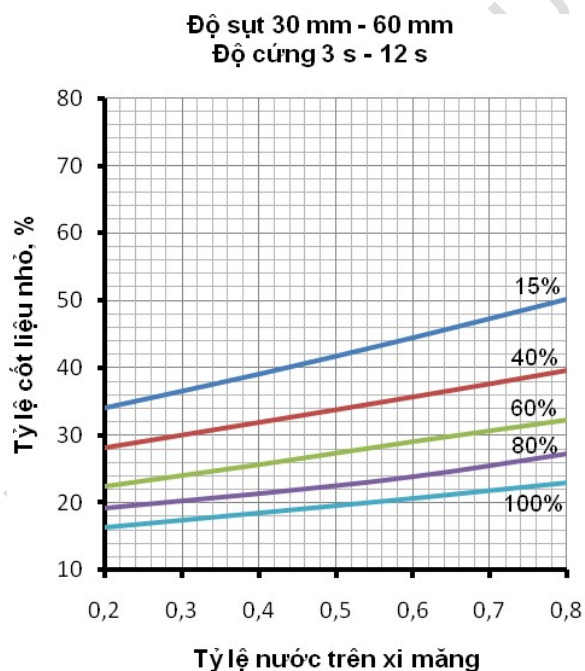
a,



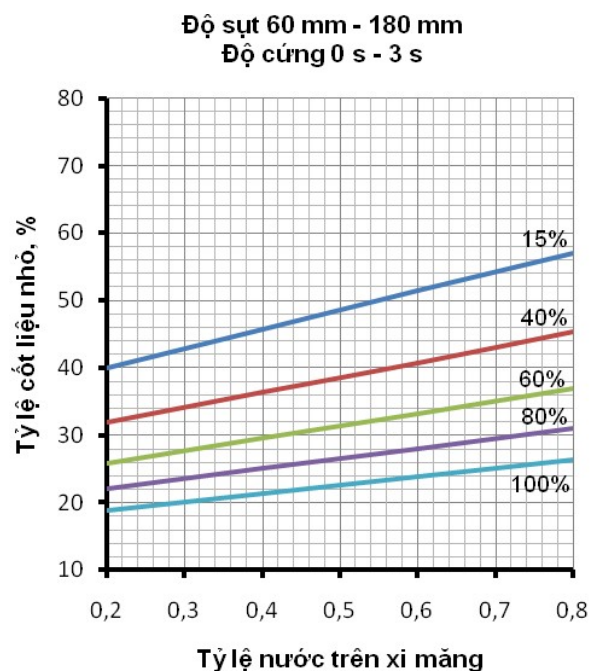
b,



c,



d,

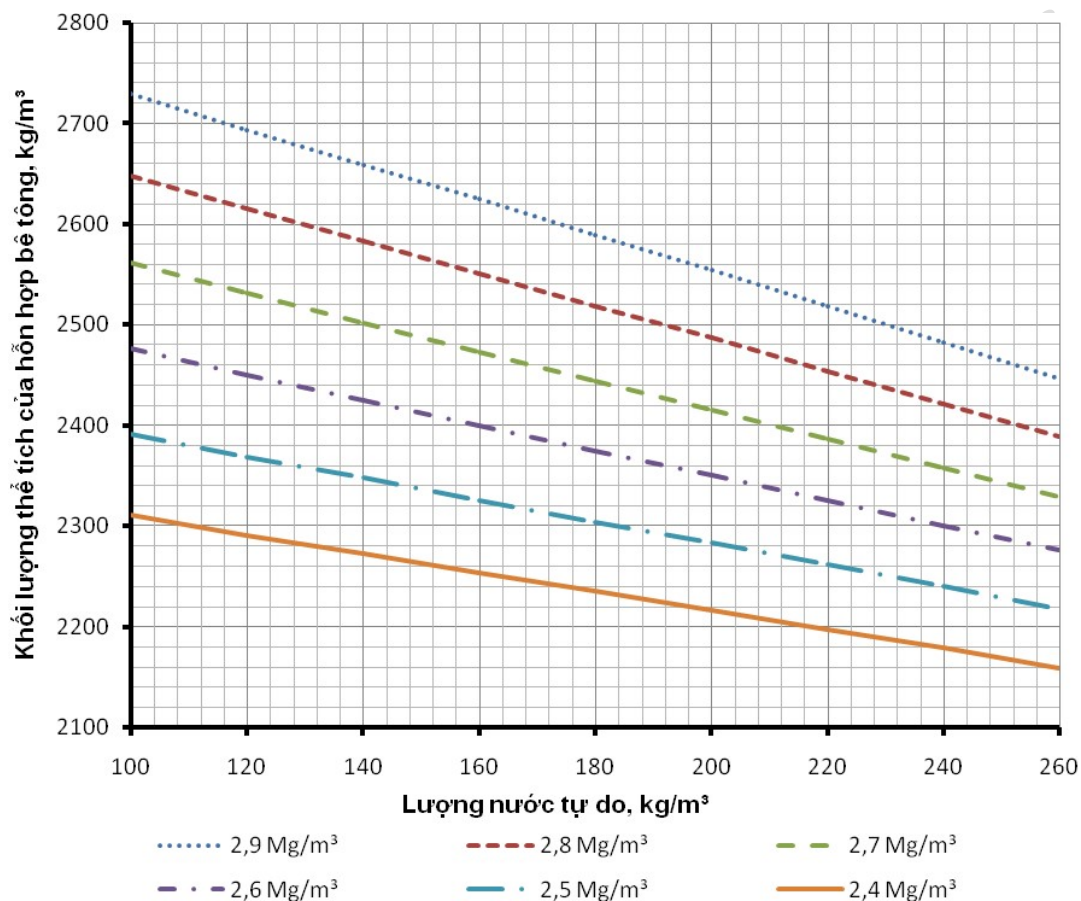


Hình 5 - Tỷ lệ cốt liệu nhỏ khi kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn bằng 40 mm



**5.7.2.2** Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông được lựa chọn theo đồ thị trên [Hình 6](#), phụ thuộc vào lượng nước và khối lượng thể tích của cốt liệu ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt. Nếu không có số liệu về khối lượng thể tích của cốt liệu ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt thì có thể lấy bằng 2,6 Mg/m<sup>3</sup> ứng với sỏi, cát tự nhiên và 2,7 Mg/m<sup>3</sup> ứng với đá dăm, cát nghiền.

CHÚ THÍCH: Khi sử dụng đá dăm với cát tự nhiên hoặc sỏi với cát nghiền có thể lấy giá trị trung gian.



**Hình 6 - Lựa chọn khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông**

### 5.7.3 Tính toán tổng lượng cốt liệu

Tổng lượng cốt liệu  $A$ , bao gồm cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn, tính bằng kilôgam trên mét khối (kg/m<sup>3</sup>), chính xác đến 1 kg/m<sup>3</sup>, được xác định theo công thức:

$$A = D - W - C \quad (7)$$

trong đó:

$D$  là khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông, tính bằng kilôgam trên mét khối (kg/m<sup>3</sup>), được xác định theo [5.7.2](#).

**5.7.4 Tính toán lượng cốt liệu nhỏ**

Lượng cốt liệu nhỏ  $Af$ , tính bằng kilôgam trên mét khối ( $\text{kg/m}^3$ ), chính xác đến 1  $\text{kg/m}^3$ , được xác định theo công thức:

$$Af = A \times k_f \quad (8)$$

trong đó:

$k_f$  là tỷ lệ hạt nhỏ, tính theo phần trăm (%), được xác định theo 5.7.1.

**5.7.5 Tính toán lượng cốt liệu lớn**

Lượng cốt liệu lớn  $Ac$ , tính bằng kilôgam trên mét khối ( $\text{kg/m}^3$ ), chính xác đến 1  $\text{kg/m}^3$ , được xác định theo công thức:

$$Ac = A - Af \quad (9)$$

**5.7.6** Cốt liệu lớn có thể là hỗn hợp của các cỡ hạt đơn lẻ 10 mm, 20 mm và 40 mm. Khi đó, cần xác định tỷ lệ phối trộn phù hợp. Nếu không có các số liệu cụ thể, có thể sử dụng tỷ lệ khuyến cáo sau:

- 1:2 cho hỗn hợp cốt liệu với các cỡ hạt tương ứng 10 mm và 20 mm;
- 1:1,5:3 cho hỗn hợp cốt liệu với các cỡ hạt tương ứng 10 mm, 20 mm và 40 mm.

**6 Thí nghiệm và điều chỉnh thành phần****6.1 Thành phần thí nghiệm**

**6.1.1** Công tác thí nghiệm và điều chỉnh thành phần phải được thực hiện với các vật liệu dự kiến sử dụng trong thực tế. Thành phần định hướng lựa chọn theo Điều 5, khi chuyển sang trộn thử cần được điều chỉnh theo tình trạng các vật liệu sử dụng.

**6.1.2** Cốt liệu sử dụng trong thí nghiệm có thể ở trong các trạng thái ẩm sau:

- a) sấy khô;
- b) ẩm tự nhiên;
- c) bão hòa nước khô bề mặt;
- d) bão hòa nước sau hơn 24 h ngâm nước.

Các tính toán trong tiêu chuẩn này áp dụng với cốt liệu ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt. Do đó, khi sử dụng cốt liệu trong thí nghiệm, cần xác định trạng thái ẩm thực tế và tiến hành quy đổi về trạng thái bão hòa nước khô bề mặt.

**6.1.3** Khi sử dụng cốt liệu ở trạng thái sấy khô hoặc ẩm tự nhiên, trong quá trình trộn, cốt liệu sẽ hấp thụ một lượng nước nhất định. Do đó, cần phải tăng thêm lượng nước trộn tương ứng với lượng nước

sẽ bị hấp thụ bởi cốt liệu để đạt đến trạng thái bão hòa nước khô bề mặt. Khi đó, lượng cốt liệu cần phải giảm bằng cách nhân với  $\frac{100}{100+a}\%$ , trong đó: a là tỷ lệ phần trăm theo khối lượng của lượng nước cần thêm vào để cốt liệu đạt trạng thái bão hòa nước khô bề mặt.

Với cốt liệu khô, để giảm ảnh hưởng của quá trình hút nước đến việc xác định tính công tác, khi trộn hỗn hợp bê tông, cần trộn trước cốt liệu với khoảng một nửa lượng nước trộn dự kiến và để yên một thời gian trước khi thêm xi măng, lượng nước còn lại và trộn tiếp theo quy định.

**6.1.4** Khi sử dụng cốt liệu ở trạng thái bão hòa nước ướt bề mặt (ví dụ như bão hòa nước sau hơn 24 h ngâm mẫu), lượng nước hấp phụ trên bề mặt sẽ được coi là nước tự do và được tính vào lượng nước trộn theo thiết kế. Khi đó cần điều chỉnh giảm lượng nước trộn và tăng lượng cốt liệu theo tỷ lệ tương ứng.

**6.1.5** Nếu cốt liệu sử dụng có hàm lượng hạt lớn hơn kích thước hạt lớn nhất và (hoặc) nhỏ hơn kích thước hạt nhỏ nhất vượt quá giới hạn quy định trong EN 12620 thì cần được điều chỉnh lại. Khi đó, lượng hạt qua sàng 4 mm trong cốt liệu lớn được tính vào lượng cốt liệu nhỏ và lượng hạt trên sàng 4 mm trong cốt liệu nhỏ được tính vào cốt liệu lớn.

**6.1.6** Khối lượng mẻ trộn thí nghiệm cần được tính toán sao cho vượt khoảng 20 % khối lượng cần thiết cho các thí nghiệm các tính chất của hỗn hợp bê tông và đúc mẫu thí nghiệm bê tông theo yêu cầu đặt ra.

## **6.2 Điều chỉnh để đạt yêu cầu về tính công tác**

**6.2.1** Độ sụt của hỗn hợp bê tông được xác định theo EN 12350-2, độ cứng theo EN 12350-3.

**6.2.2** Lượng nước khuyến cáo tại [Bảng 2](#) có thể không phù hợp cho các phương án vật liệu riêng. Do đó, cần tăng giảm lượng nước để đạt được tính công tác phù hợp. Ghi nhận lượng nước thực tế để hỗn hợp bê tông đạt yêu cầu về tính công tác.

Khi trộn, có thể giữ lại khoảng 10 % lượng nước trộn để cho vào dần trong máy trộn, đồng thời quan sát hỗn hợp bê tông.

**6.2.3** Cần theo dõi và đánh giá đồng thời các biểu hiện khác của hỗn hợp bê tông như mức độ liên kết, phân tầng, ... để có các biện pháp điều chỉnh phù hợp.

**6.2.4** Với thành phần đạt yêu cầu về tính công tác, cần xác định khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông theo EN 12350-6.

## **6.3 Điều chỉnh để đạt yêu cầu về cường độ**

**6.3.1** Khuôn đúc mẫu thí nghiệm xác định cường độ cần tuân thủ quy định trong EN 12390-1. Đúc mẫu và bảo dưỡng mẫu thử cường độ cần thực hiện theo EN 12390-2. Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của bê tông cần thực hiện theo EN 12390-3.

**6.3.2** Điều chỉnh để đạt yêu cầu về cường độ có thể thực hiện dựa trên kết quả xác định cường độ của một thành phần định hướng hoặc của ba thành phần định hướng. Nếu có đầy đủ các thông số tính chất của vật liệu cũng như các số liệu lựa chọn thành phần trước đó sử dụng cùng loại vật liệu, có thể thử nghiệm một thành phần. Các trường hợp khác nên thử nghiệm đồng thời ba thành phần.

#### **6.3.2** Điều chỉnh dựa trên thử nghiệm một thành phần

6.3.2.1 Trên Hình 2, xác định điểm C tương ứng với tỷ lệ nước trên xi măng (theo lượng nước đã điều chỉnh ở 6.2 và cường độ thực tế của bê tông. Từ điểm C vẽ đường song song với đường cong gần nhất trên đồ thị. Xác định điểm D nằm trên đường cong vừa vẽ ứng với cường độ mục tiêu. Xác định tỷ lệ nước trên xi măng ứng với điểm D.

6.3.2.2 Lượng xi măng được tính theo tỷ lệ nước trên xi măng xác định được và lượng nước đã điều chỉnh ở 6.2. Kiểm tra sự phù hợp của lượng xi măng theo 5.6.

6.3.2.3 Tổng lượng cốt liệu được tính toán với giá trị khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông xác định được theo 6.2.4.

6.3.2.4 Tính toán lượng cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn theo 5.7.4 và 5.7.5.

#### **6.3.3** Điều chỉnh dựa trên thử nghiệm ba thành phần

6.3.3.1 Để thử nghiệm ba thành phần, cần lựa chọn thêm hai thành phần có tỷ lệ nước trên xi măng chênh lệch so với thành phần định hướng đã chọn +10 % và -10 %. Lượng nước, cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn được xác định theo 5.5 đến 5.7.

6.3.3.2 Xây dựng đường tương quan giữa tỷ lệ xi măng trên nước và cường độ thực tế của ba thành phần theo mô hình tuyến tính bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất. Dựa trên mô hình có được, xác định tỷ lệ xi măng trên nước tương ứng với cường độ mục tiêu. Nếu cường độ mục tiêu nhỏ hơn 10 % so với giá trị cường độ nhỏ nhất hoặc lớn hơn 10 % giá trị cường độ lớn nhất của ba thành phần thí nghiệm thì các kết quả thí nghiệm là không phù hợp để lựa chọn thành phần.

6.3.3.3 Các bước tiếp theo thực hiện như trình bày tại 6.3.2.2 - 6.3.2.4.

### **6.4** Các ví dụ lựa chọn thành phần bê tông được trình bày trong Phụ lục A.

## **7 Lựa chọn thành phần bê tông với phụ gia hóa học**

### **7.1** Sử dụng phụ gia hóa học

Phụ gia hóa học được sử dụng để điều chỉnh tính chất của hỗn hợp bê tông và (hoặc) bê tông. Phụ gia hóa học được sử dụng rộng rãi nhất là phụ gia giảm nước (dẻo hóa) và phụ gia giảm nước tầm cao (siêu dẻo). Khi lựa chọn phụ gia cần chú ý một số vấn đề sau.

**7.1.1** Phụ gia giảm nước và giảm nước tầm cao có thể được dùng để giảm lượng nước (và theo đó là giảm tỷ lệ nước trên xi măng, tăng cường độ bê tông) dùng cho hỗn hợp bê tông khi giữ nguyên tính công tác hoặc tăng tính công tác của hỗn hợp bê tông khi giữ nguyên lượng nước trộn.

**7.1.2** Nên dùng phụ gia giảm nước khi lượng nước vượt quá  $195 \text{ kg/m}^3$ , khi lượng dùng xi măng vượt quá  $500 \text{ kg/m}^3$  hoặc cho hỗn hợp bê tông có yêu cầu về độ sụt trên 50 mm.

**7.1.3** Khi lựa chọn loại phụ gia giảm nước, phụ gia giảm nước tầm cao, bên cạnh khả năng giảm nước của phụ gia, cần chú ý đến các ảnh hưởng khác của phụ gia đến tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông như: khả năng duy trì tính công tác, ảnh hưởng tới thời gian đông kết, hàm lượng bọt khí, khả năng tách nước của hỗn hợp bê tông, ...

**7.1.4** Khả năng giảm nước của phụ gia phụ thuộc vào lượng dùng phụ gia trong bê tông. Nên sử dụng phụ gia với liều lượng phù hợp theo khuyến cáo của nhà sản xuất để tránh các tác dụng không mong muốn.

**7.1.5** Cần chú ý đến ảnh hưởng tương hỗ khi sử dụng kết hợp các loại phụ gia khác nhau.

## **7.2 Lựa chọn thành phần định hướng**

**7.2.1** Tham khảo hướng dẫn của nhà sản xuất để lựa chọn loại và lượng dùng phụ gia phù hợp. Chú ý rằng khả năng giảm nước theo công bố của nhà sản xuất có thể thay đổi phụ thuộc và loại và lượng dùng xi măng, cốt liệu cụ thể. Lượng dùng phụ gia được tính bằng phần trăm theo khối lượng xi măng (hoặc chất kết dính).

**7.2.2** Tại bước 2 (5.6), lượng nước lựa chọn theo Bảng 2 được giảm với tỷ lệ tương ứng khả năng giảm nước của phụ gia ở liều lượng thực tế sử dụng. Nếu không có các thông tin về khả năng giảm nước của phụ gia cho tổ hợp vật liệu cụ thể, có thể giảm 8 % khi sử dụng phụ gia giảm nước và từ 15 % đến 25 % với phụ gia giảm nước tầm cao.

CHÚ THÍCH: Có thể tham khảo các công bố của nhà sản xuất để lựa chọn mức độ giảm lượng nước.

**7.2.3** Lượng nước trong phụ gia lỏng được tính vào tổng lượng nước.

## **7.3 Thí nghiệm và điều chỉnh thành phần**

**7.3.1** Khi thí nghiệm và điều chỉnh, cần trộn phụ gia với khoảng một nửa lượng nước dự kiến rồi đưa vào trộn với các chất khô. Phần nước còn lại được thêm vào mẻ trộn cho đến khi đạt yêu cầu về tính công tác.

**7.3.2** Trong các trường hợp cụ thể, cần đánh giá sự phù hợp với yêu cầu đặt ra đối với các tính chất của hỗn hợp bê tông như: khả năng duy trì độ sụt, thời gian đông kết, ... Trên cơ sở đó, điều chỉnh lượng dùng phụ gia hoặc đề xuất thay đổi loại phụ gia cho phù hợp.

CHÚ THÍCH: Cần lưu ý đến ảnh hưởng của điều kiện môi trường đến tính chất của hỗn hợp bê tông khi sử dụng phụ gia.

## 8 Lựa chọn thành phần bê tông với tro bay

### 8.1 Sử dụng tro bay trong bê tông

**8.1.1** Tro bay được sử dụng trong bê tông để thay thế một phần xi măng, cốt liệu hoặc cả xi măng và cốt liệu để cải thiện một số tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông cũng như nâng cao hiệu quả kinh tế kỹ thuật của bê tông.

**8.1.2** Tro bay có khả năng cải thiện tính công tác của hỗn hợp bê tông. Ngoài ra, thể tích hồ chất kết dính tăng lên khi sử dụng tro bay cũng có tác dụng làm tăng độ đặc chắc của bê tông.

**8.1.3** Khi thay thế một phần xi măng, tro bay có thể làm giảm nhiệt độ hỗn hợp bê tông do hạn chế được nhiệt lượng phát ra khi xi măng thủy hóa. Nhờ đó, bê tông sử dụng tro bay được khuyến cáo cho các cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép khối lớn.

**8.1.4** Phụ thuộc vào chủng loại và liều lượng sử dụng, sự phát triển cường độ của bê tông sử dụng tro bay trong hỗn hợp chất kết dính có khác biệt nhất định so với khi chỉ sử dụng xi măng. Thông thường, cường độ của bê tông sử dụng tro bay phát triển chậm ở tuổi ngắn ngày nhưng vẫn có khả năng tiếp tục phát triển ở tuổi dài ngày.

**8.1.5** Thông thường, tro bay được coi là một thành phần của chất kết dính. Tuy nhiên, cường độ của bê tông sử dụng tro bay được đánh giá trong mối quan hệ với tỷ lệ nước trên xi măng quy đổi  $\frac{W}{C+k \times FA}$ . Theo đó, hệ số thay thế xi măng của tro bay  $k$  có thể được xác định bằng thực nghiệm khi xét hai thành phần bê tông sử dụng và không sử dụng tro bay có tính công tác và cường độ tương đương theo công thức:

$$\frac{W}{C+k \times FA} = \frac{W_1}{C_1} \quad (8)$$

trong đó:

$W, C, FA$  là lượng nước, xi măng và tro bay của bê tông sử dụng tro bay

$W_1, C_1$  là lượng nước và lượng xi măng của bê tông không sử dụng tro bay.

**8.1.6** So với bê tông chỉ sử dụng xi măng, khi sử dụng tro bay, để cường độ bê tông ở tuổi 28 ngày không bị suy giảm, khối lượng chất kết dính bao gồm xi măng và tro bay cần phải lớn hơn khối lượng xi măng của bê tông đối chứng.

### 8.2 Lựa chọn thành phần định hướng

**8.2.1** Tính chất và ảnh hưởng của tro bay phụ thuộc nhiều vào nguồn gốc và thành phần tro bay cũng như liều lượng và thành phần bê tông. Việc chỉ định loại và lượng dùng tro bay nên căn cứ trên các kinh nghiệm đã có hoặc các kết quả thí nghiệm thực tế.

**8.2.2** Tại Bước 1 (5.4), cần sử dụng tỷ lệ  $W/(C+k \times FA)$  thay cho  $W/C$ . Hệ số  $k$  thông thường có giá trị nằm trong khoảng từ 0,20 đến 0,45. Nếu không có các số liệu thí nghiệm thực tế với các vật liệu cụ thể, có thể lấy  $k = 0,30$ .

CHÚ THÍCH 1: Có thể cân nhắc áp dụng giá trị hệ số  $k$  theo khuyến cáo trong EN 206, 5.2.5.2.2.

Cường độ tra bằng của bê tông ở tuổi 28 ngày ứng với tỷ lệ  $W/(C+0,30 \times FA) = 0,5$  phụ thuộc vào loại cốt liệu lớn và cường độ xi măng được xác định theo Bảng 1. Ở các tuổi khác với 28 ngày, cần sử dụng hệ số  $k$  xác định theo thực tế.

Cường độ tra bằng được sử dụng để xác định tỷ lệ  $W/(C+0,30 \times FA)$  theo đồ thị trên Hình 2 như hướng dẫn trong 5.4.4.

Nếu có yêu cầu về tỷ lệ nước trên xi măng và / hoặc lượng xi măng tối thiểu thì cần so sánh với tỷ lệ nước trên xi măng quy đổi và / hoặc lượng xi măng quy đổi.

CHÚ THÍCH 2: Tham khảo thêm các quy định trong EN 206, 5.2.5.

**8.2.3** Tại Bước 2 (5.5), phụ thuộc vào tính công tác và tỷ lệ tro bay sử dụng, lượng nước lựa chọn theo Bảng 2 được tính giảm tương ứng với giá trị trong Bảng 3.

**Bảng 3 - Giảm trừ lượng nước khi sử dụng tro bay**

| Tỷ lệ tro bay<br>trong chất kết<br>dính, %                                           | Giảm trừ lượng nước tự do, kg/m <sup>3</sup> khi sử dụng tro bay, tương<br>ứng với độ sụt, mm (độ cứng, s) |              |             |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|--------------|
|                                                                                      | 0-10 (>12)                                                                                                 | 10-30 (12-6) | 30-60 (6-3) | 60-180 (3-0) |
| 10                                                                                   | 5                                                                                                          | 5            | 5           | 10           |
| 20                                                                                   | 10                                                                                                         | 10           | 10          | 15           |
| 30                                                                                   | 15                                                                                                         | 15           | 20          | 20           |
| 40                                                                                   | 20                                                                                                         | 20           | 25          | 25           |
| 50                                                                                   | 25                                                                                                         | 25           | 30          | 30           |
| CHÚ THÍCH: Các giá trị ứng với tỷ lệ tro bay trung gian được tính bằng cách nội suy. |                                                                                                            |              |             |              |

**8.2.4** Tại Bước 3 (5.6), lượng xi măng  $C$  và lượng tro bay  $FA$ , tính bằng kilôgam trên mét khối (kg/m<sup>3</sup>), chính xác đến 1 kg/m<sup>3</sup>, được xác định theo công thức sau:

$$C = \frac{(100 - p) \times W}{(100 - 0,70 \times p) \times (W / (C + 0,30 \times FA))} \quad (9)$$

$$FA = \frac{p \times C}{100 - p} \quad (10)$$

trong đó:

$p$  là tỷ lệ tro bay trong chất kết dính, tính bằng phần trăm theo khối lượng, (%).

**8.2.5** Tại Bước 4 (5.7), tỷ lệ cốt liệu nhỏ trong hỗn hợp cốt liệu được lựa chọn theo đồ thị tại Hình 4, Hình 5 hoặc Hình 6. Khi đó, sử dụng giá trị  $W/(C+FA)$  thay cho  $W/C$ .

Để tính toán khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông, có thể áp dụng công thức:

$$D = 10 \times G_A \times (100 - a) - C \times \left( \frac{G_A}{G_C} - 1 \right) - FA \times \left( \frac{G_A}{G_{FA}} - 1 \right) - W \times \left( \frac{G_A}{G_W} - 1 \right) \quad (11)$$

trong đó:

$G_{FA}$  là khối lượng riêng của tro bay, tính bằng megagam trên mét khối ( $\text{Mg/m}^3$ ).

Để lựa chọn khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông, vẫn áp dụng đồ thị theo Hình 3.

Tổng lượng cốt liệu được xác định theo công thức:

$$A = D - W - C - FA \quad (12)$$

Lượng cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn được tính theo công thức (8) và (9).

**8.3** Thí nghiệm và điều chỉnh thành phần được thực hiện theo các khuyến cáo trong Điều 6.

## 9 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm bao gồm ít nhất các thông tin sau:

- Các thông số quy định do bên đặt hàng lựa chọn thành phần cung cấp, liệt kê tại 5.3;
- Các thông số vật liệu, liệt kê tại 5.3;
- Lượng dùng vật liệu cho  $1 \text{ m}^3$  hỗn hợp bê tông;
- Viện dẫn tiêu chuẩn này;
- Người thực hiện.



## Phụ lục A

(tham khảo)

### Một số ví dụ lựa chọn thành phần bê tông

#### A.1 Lựa chọn thành phần bê tông (trường hợp chung)

##### A.1.1 Các thông số đầu vào

- Cường độ quy định của bê tông ở tuổi 28 ngày với mức độ đảm bảo 95%: 30 MPa;
- Độ sụt của hỗn hợp bê tông: 30 - 60 mm;
- Xi măng poóc lăng cấp 42,5;
- Cốt liệu lớn là đá nghiền có kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu 20 mm, khối lượng thể tích ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt 2,72 Mg/m<sup>3</sup>, độ hút nước 0,5%, độ ẩm 0%;
- Cốt liệu nhỏ là cát sông có 52% hạt nhỏ hơn 600 μm, khối lượng thể tích ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt 2,65 Mg/m<sup>3</sup>, độ hút nước 0,8%, độ ẩm 0%.

##### A.1.2 Xác định tỷ lệ nước trên xi măng (Bước 1)

###### A.1.2.1 Xác định khoảng dư cường độ

Bên đặt hàng không quy định khoảng dư cường độ và không có kết quả thí nghiệm để tính độ lệch chuẩn nên độ lệch chuẩn được lấy theo [Hình 1](#), đường A. Với cường độ quy định 30 MPa, độ lệch chuẩn được lấy bằng 8 MPa.

Khoảng dư cường độ được tính bằng:

$$M = k \times s = 1,64 \times 8 = 13,1 \text{ MPa.}$$

###### A.1.2.2 Cường độ mục tiêu được tính bằng:

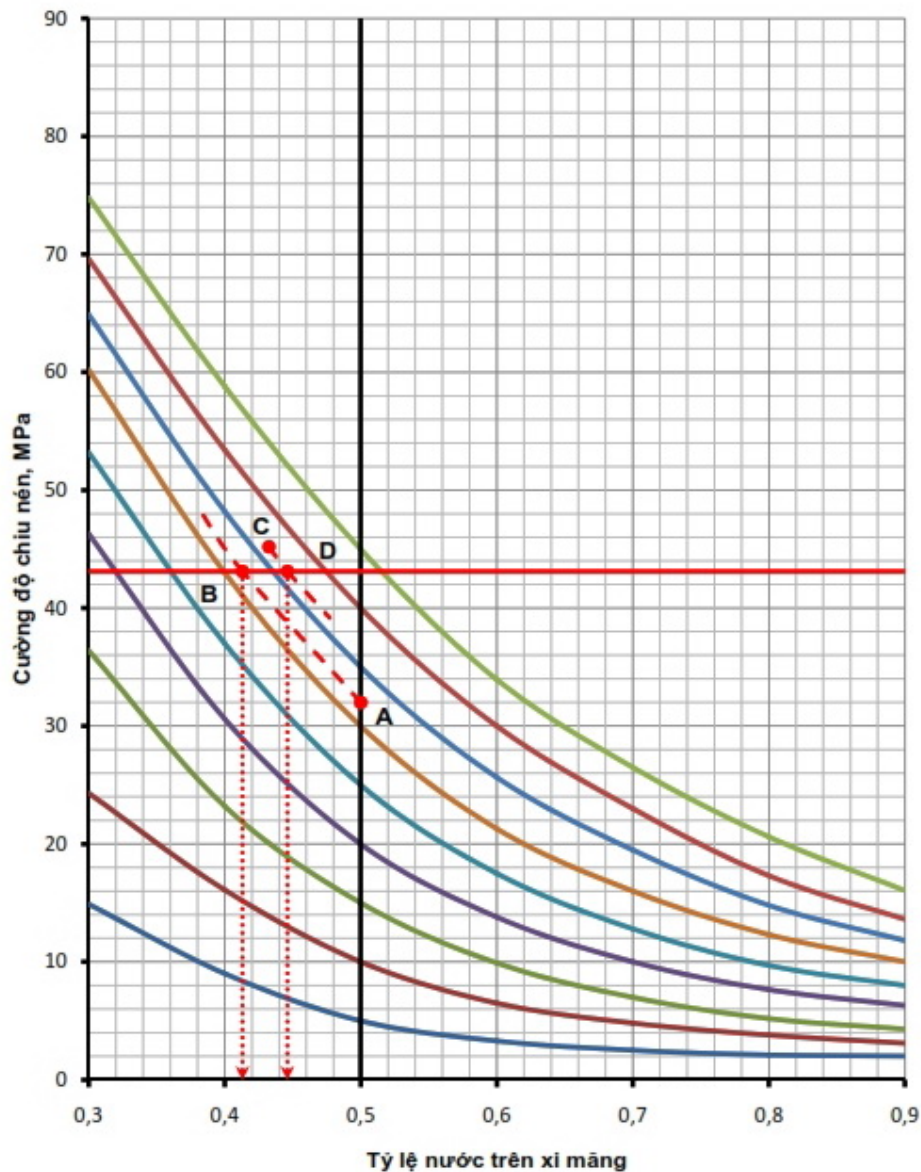
$$f_m = f_c + M = 30 + 13,1 = 43,1 \text{ MPa.}$$

###### A.1.2.3 Cường độ bê tông ứng với $W/C = 0,5$

Tra Bảng 1 ứng với cường độ xi măng 42,5 MPa, cốt liệu lớn là đá dăm có được cường độ bê tông ở tuổi 28 ngày bằng 32 MPa.

###### A.1.2.4 Xác định tỷ lệ $W/C$ .

Trên [Hình A.1](#), từ điểm A ứng với  $W/C = 0,5$  và cường độ 32 MPa, vẽ đường song song với đường cong gần nhất. Điểm B nằm trên đường cong vừa vẽ ứng với cường độ 43,1 MPa sẽ có tỷ lệ  $W/C = 0,413$ .



Hình A.1 - Lựa chọn tỷ lệ nước trên xi măng

**A.1.2.4** Do không có các quy định bổ sung về tỷ lệ  $W/C$  nên  $W/C = 0,413$  được sử dụng cho các bước tiếp theo.

#### A.1.3 Xác định lượng nước (Bước 2)

Với cốt liệu lớn là đá dăm, cốt liệu nhỏ là cát sông, theo [Bảng 2](#), để hỗn hợp bê tông có độ sụt 30-60 mm cần sử dụng lượng nước bằng 190 kg/m<sup>3</sup>.

#### A.1.4 Xác định lượng xi măng (Bước 3)

Lượng xi măng được tính bằng:

$$C = \frac{W}{W/C} = \frac{190}{0,413} = 460 \text{ kg/m}^3.$$

Do không có các quy định bổ sung về lượng xi măng nên giá trị trên được sử dụng cho các bước tiếp theo.

#### **A.1.5 Xác định lượng cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn (Bước 4)**

##### **A.1.5.1 Xác định tỷ lệ cốt liệu nhỏ**

Tỷ lệ cốt liệu nhỏ trong hỗn hợp cốt liệu được xác định ứng với kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn 20 mm, độ sụt 30-60 mm, tỷ lệ  $W/C = 0,413$  và tỷ lệ hạt nhỏ hơn 600  $\mu\text{m}$  trong cốt liệu nhỏ 52%. Giá trị tỷ lệ cốt liệu nhỏ xác định theo [Hình 4.c](#) bằng 33,1%

##### **A.1.5.2 Xác định khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông**

Thông số đầu vào có giá trị khối lượng thể tích của cốt liệu ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt, do đó tiến hành tính toán khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông theo công thức (5) và (6).

Khối lượng thể tích của hỗn hợp cốt liệu tính theo công thức (5) bằng:

$$G_A = \frac{100}{\frac{33,1}{2,65} + \frac{100 - 33,1}{2,72}} = 2,696 \text{ Mg/m}^3.$$

Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông, với giả định hàm lượng bọt khí bằng 0, tính theo công thức (6) bằng:

$$D = 10 \times 2,696 \times (100 - 0) - 460 \times \left( \frac{2,696}{3,1} - 1 \right) - 190 \times \left( \frac{2,696}{1} - 1 \right) = 2437 \text{ kg/m}^3.$$

##### **A.1.5.3 Tổng lượng cốt liệu được tính bằng:**

$$At = D - W - C = 2437 - 190 - 460 = 1787 \text{ kg/m}^3.$$

##### **A.1.5.4 Lượng cốt liệu nhỏ được tính bằng:**

$$Af = At \times k_f = 1787 \times 33,1\% = 591 \text{ kg/m}^3.$$

##### **A.1.5.5 Lượng cốt liệu lớn được tính bằng:**

$$Ac = At - Af = 1787 - 591 = 1196 \text{ kg/m}^3.$$

#### **A.1.6 Thí nghiệm và điều chỉnh**

##### **A.1.6.1 Thành phần thí nghiệm**

Thành phần bê tông đã xác định ở trên bao gồm:

Nước: 190  $\text{kg/m}^3$  (nước tự do);

Xi măng: 460  $\text{kg/m}^3$ ;

Cốt liệu nhỏ:  $591 \text{ kg/m}^3$  (ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt);

Cốt liệu lớn:  $1196 \text{ kg/m}^3$  (ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt).

Với mẻ trộn 50 lít, lượng vật liệu cần dùng là:

Nước: 9,50 kg (nước tự do);

Xi măng: 23,00 kg;

Cốt liệu nhỏ: 29,57 kg (ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt);

Cốt liệu lớn: 59,78 kg (ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt).

Nếu sử dụng cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn ở trạng thái khô. Cốt liệu nhỏ có độ hút nước 0,8%, cốt liệu lớn có độ hút nước 0,5% thì:

Khối lượng cốt liệu nhỏ ở trạng thái khô là:  $29,57 \times \frac{100}{100,8} = 29,34 \text{ kg}$ ;

Khối lượng cốt liệu lớn ở trạng thái khô là:  $59,78 \times \frac{100}{100,5} = 59,48 \text{ kg}$ ;

Lượng nước do cốt liệu hấp thụ là:  $(29,57 - 29,34) + (59,78 - 59,48) = 0,53 \text{ kg}$ .

Như vậy lượng vật liệu thực tế cho mẻ trộn 50 lít là:

Nước: 10,03 kg (nước trộn);

Xi măng: 23,00 kg;

Cốt liệu nhỏ: 29,34 kg (ở trạng thái khô);

Cốt liệu lớn: 59,48 kg (ở trạng thái khô).

#### **A.1.6.2** Điều chỉnh để đạt yêu cầu về tính công tác

Sau khi trộn thử, xác định được lượng nước để hỗn hợp bê tông đạt độ sụt 50 mm bằng  $10,48 \text{ kg/m}^3$ .

Khối lượng thể tích của mẻ trộn đạt yêu cầu về tính công tác bằng  $2400 \text{ kg/m}^3$ .

Thể tích thực của mẻ trộn bằng  $\frac{1000 \times (10,48 + 23,00 + 29,34 + 59,48)}{2400} = 50,96 \text{ lít}$ .

Lượng nước (tự do) tương ứng bằng  $\frac{(9,5 - 10,03 + 10,48) \times 1000}{50,96} = 195 \text{ kg/m}^3$ .

Như vậy, tỷ lệ nước trên xi măng thực tế của mẻ trộn bằng  $\frac{9,5 - 10,03 + 10,48}{23,00} = 0,433$ .

#### **A.1.6.3** Điều chỉnh để đạt yêu cầu về cường độ

Nén mẫu thí nghiệm cho thấy cường độ mẫu đúc ở tuổi 28 ngày đạt 42,5 MPa.

Xác định điểm C trên đồ thị [Hình A.1](#) ứng với tỷ lệ nước trên xi măng bằng 0,433 và cường độ bê tông bằng 42,5 MPa. Từ điểm C vẽ đường song song với đường cong gần nhất. Xác định điểm D trên đường cong này ứng với cường độ mục tiêu 43,1 MPa. Tỷ lệ nước trên xi măng ứng với điểm D bằng 0,446.

#### **A.1.6.4** Xác định lượng vật liệu

Lượng xi măng bằng  $\frac{195}{0,446} = 437 \text{ kg/m}^3$ .

Tỷ lệ cốt liệu nhỏ được xác định theo đồ thị [Hình 4.c](#) ứng với tỷ lệ nước trên xi măng sau khi điều chỉnh bằng 33,75%.

Tổng lượng cốt liệu bằng  $2400 - 195 - 437 = 1768 \text{ kg/m}^3$ .

Lượng cốt liệu nhỏ ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt bằng  $1768 \times 33,75\% = 597 \text{ kg/m}^3$ .

Lượng cốt liệu lớn ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt bằng  $1768 - 597 = 1171 \text{ kg/m}^3$ .

### **A.2** Lựa chọn thành phần bê tông với phụ gia giảm nước

#### **A.2.1** Các thông số đầu vào

- Cường độ quy định của bê tông ở tuổi 28 ngày với mức độ đảm bảo 95%: 30 MPa;
- Độ sụt của hỗn hợp bê tông: 100 - 140 mm;
- Xi măng poóc lăng cấp 42,5;
- Cốt liệu lớn là đá nghiền có kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu 20 mm, khối lượng thể tích ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt  $2,72 \text{ Mg/m}^3$ , độ hút nước 0,5%, độ ẩm 0%;
- Cốt liệu nhỏ là cát sông có 52% hạt nhỏ hơn 600  $\mu\text{m}$ , khối lượng thể tích ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt  $2,65 \text{ Mg/m}^3$ , độ hút nước 0,8%, độ ẩm 0%.
- Phụ gia giảm nước tầm cao với khả năng giảm nước 15% sử dụng với tỷ lệ 1% so với khối lượng xi măng.

#### **A.2.2** Xác định tỷ lệ nước trên xi măng (Bước 1) thực hiện tương tự [A.1.2](#).

#### **A.2.3** Xác định lượng nước (Bước 2)

Với cốt liệu lớn là đá dăm, cốt liệu nhỏ là cát sông, theo [Bảng 2](#), để hỗn hợp bê tông có độ sụt 120-140 mm cần sử dụng lượng nước bằng  $205 \text{ kg/m}^3$ .

Khi sử dụng phụ gia, lượng nước bằng  $205 \times (100 - 15)\% = 174 \text{ kg/m}^3$ .

#### **A.2.4** Xác định lượng xi măng (Bước 3)

Lượng xi măng được tính bằng:

$$C = \frac{W}{W/C} = \frac{174}{0,413} = 421 \text{ kg/m}^3.$$

Do không có các quy định bổ sung về lượng xi măng nên giá trị trên được sử dụng cho các bước tiếp theo.

Lượng phụ gia bằng  $421 \times 1\% = 4,21 \text{ kg/m}^3$ .

**A.2.5** Các bước tiếp theo thực hiện như trình bày trong [A.1](#). Chú ý rằng, lượng nước có trong phụ gia được tính thêm vào lượng nước tự do.

### **A.3** Lựa chọn thành phần bê tông với tro bay

#### **A.3.1** Các thông số đầu vào

- Cường độ quy định của bê tông ở tuổi 28 ngày với mức độ đảm bảo 95%: 30 MPa;
- Độ sụt của hỗn hợp bê tông: 100 - 140 mm;
- Xi măng poóc lăng cấp 42,5;
- Cốt liệu lớn là đá nghiền có kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu 20 mm, khối lượng thể tích ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt  $2,72 \text{ Mg/m}^3$ , độ hút nước 0,5%, độ ẩm 0%;
- Cốt liệu nhỏ là cát sông có 52% hạt nhỏ hơn 600  $\mu\text{m}$ , khối lượng thể tích ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt  $2,65 \text{ Mg/m}^3$ , độ hút nước 0,8%, độ ẩm 0%.
- Tro bay sử dụng với tỷ lệ 15% so với khối lượng chất kết dính.

#### **A.3.2** Xác định tỷ lệ nước trên xi măng (Bước 1)

Cường độ mục tiêu được xác định như [A.1.2.1](#) và [A.1.2.2](#).

Tra [Bảng 1](#) ứng với cường độ xi măng 42,5 MPa, cốt liệu lớn là đá dăm có được cường độ bê tông ở tuổi 28 ngày bằng 32 MPa.

Thực hiện như [A.1.2.4](#) xác định được  $W/(C + 0,30 \times FA) = 0,413$ .

#### **A.3.3** Xác định lượng nước (Bước 2)

Với cốt liệu lớn là đá dăm, cốt liệu nhỏ là cát sông, theo [Bảng 2](#), để hỗn hợp bê tông có độ sụt 30-60 mm cần sử dụng lượng nước bằng  $190 \text{ kg/m}^3$ .

Với tỷ lệ tro bay 15% và độ sụt 30...60 mm, theo [Bảng 3](#), lượng nước giảm trừ bằng  $7,5 \text{ kg/m}^3$ .

Như vậy lượng nước bằng  $190 - 7,5 = 182,5 \text{ kg/m}^3$ .

#### **A.3.4** Xác định lượng xi măng (Bước 3)

Lượng xi măng được tính theo công thức (9) bằng:

$$C = \frac{(100 - 15) \times 182,5}{(100 - 0,70 \times 15) \times 0,413} = 420 \text{ kg/m}^3.$$

Lượng tro bay được tính theo công thức (10) bằng:

$$FA = \frac{15 \times 420}{(100 - 15)} = 74 \text{ kg/m}^3.$$

#### A.3.5 Xác định lượng cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn (Bước 4)

Tỷ lệ cốt liệu nhỏ được lựa chọn theo đồ thị tại [Hình 4.c](#) với tỷ lệ  $W/(C + FA) = 0,49$  bằng 32,6 %.

Khối lượng thể tích của hỗn hợp cốt liệu tính theo công thức (5) bằng

$$G_A = \frac{100}{\frac{32,6}{2,65} + \frac{100 - 32,6}{2,72}} = 2,697 \text{ Mg/m}^3.$$

Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông được tính với giả định hàm lượng bọt khí bằng 0% theo công thức (11) bằng:

$$D = 10 \times 2,697 \times (100 - 0) - 420 \times \left( \frac{2,69}{3,1} - 1 \right) - 74 \times \left( \frac{2,697}{2,1} - 1 \right) - 182,5 \times \left( \frac{2,697}{1} - 1 \right) = 2420 \text{ kg/m}^3.$$

Tổng khối lượng cốt liệu bằng:

$$A = 2420 - 182,5 - 420 - 74 = 1744 \text{ kg/m}^3.$$

Lượng cốt liệu nhỏ bằng:

$$Af = 1744 \times 32,6\% = 568 \text{ kg/m}^3.$$

Lượng cốt liệu lớn bằng:

$$Ac = 1744 - 568 = 1176 \text{ kg/m}^3.$$

#### A.3.6 Các bước tiếp theo thực hiện như trình bày trong [A.1](#).