

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 10796:2015**

Xuất bản lần 1

**CÁT MỊN CHO BÊ TÔNG VÀ VỮA**

*Fine sand for concrete and mortar*

**HÀ NỘI - 2015**



<b>Mục lục</b>	<b>Trang</b>
<b>Lời nói đầu</b> .....	<b>4</b>
1 Phạm vi áp dụng .....	5
2 Tài liệu viện dẫn .....	5
3 Yêu cầu kỹ thuật .....	6
Phụ lục A (Tham khảo) Hướng dẫn sử dụng cát mịn để chế tạo bê tông .....	7
Phụ lục B (Tham khảo) Hướng dẫn sử dụng cát mịn để chế tạo vữa xây dựng.....	18
Phụ lục C (Tham khảo) Quy trình sàng rửa cát .....	21
Phụ lục D (Tham khảo) Phương pháp phối hợp cát mịn với cát hạt thô .....	24
Phụ lục E (Tham khảo) Các ví dụ tính toán thiết kế cấp phối bê tông sử dụng cát mịn....	30
Phụ lục F (Tham khảo) Các ví dụ tính toán thiết kế cấp phối vữa sử dụng cát mịn .....	34

**Lời nói đầu**

**TCVN 10796:2015** được xây dựng dựa trên việc soát xét, chuyển đổi tiêu chuẩn ngành TCXD 127:1985 và các kết quả nghiên cứu của đề tài có mã số TC 26-12 “nghiên cứu sử dụng cát mịn vùng đồng bằng sông Cửu Long để chế tạo bê tông và vữa xây dựng”.

**TCVN 10796:2015** do Viện Vật liệu Xây dựng - Bộ 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.

## Cát mịn cho bê tông và vữa

*Fine sand for concrete and mortar*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định sử dụng cát tự nhiên, mịn, làm cốt liệu cho bê tông và vữa xây dựng.

### 2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 2682:2009, *Xi măng poóc 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*;

TCVN 3106:1993, *Hỗn hợp bê tông nặng – Phương pháp thử độ sụt*;

TCVN 3108:1993, *Hỗn hợp bê tông nặng – Phương pháp xác định khối lượng thể tích*;

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

TCVN 3121:2003, *Vữa xây dựng – Phương pháp thử*;

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

TCVN 4314:2003, *Vữa xây dựng – Yêu cầu kỹ thuật*;

TCVN 4316:2007, *Xi măng poóc lăng xỉ lò cao – Yêu cầu kỹ thuật*;

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

TCVN 5574:2012, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế*;

TCVN 6016:2011, *Xi măng – Phương pháp thử – Xác định cường độ*;

TCVN 6067:2004, *Xi măng poóc lăng bền sun phat – Yêu cầu kỹ thuật*;

TCVN 6260:2009, *Xi măng poóc lăng hỗn hợp – Yêu cầu kỹ thuật*;

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

TCVN 8826:2011, *Phụ gia hóa học cho bê tông*;

## **TCVN 10796:2015**

TCVN 9202:2012, *Xi măng xây trát*;

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

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

### **3 Yêu cầu kỹ thuật**

**3.1** Cát mịn có mô đun độ lớn từ 0,7 đến 2,0; thành phần hạt của cát phải thỏa mãn các quy định trong Bảng 1 của TCVN 7570:2006.

**3.2** Hàm lượng các tạp chất (sét cục và các tạp chất dạng cục; bùn, bụi và sét) trong cát phải thỏa mãn các quy định trong Bảng 2 của TCVN 7570:2006.

**3.3** Tạp chất hữu cơ trong cát khi xác định theo phương pháp so màu, không được thẫm hơn màu chuẩn thỏa mãn 4.1.6 của TCVN 7570:2006.

**3.4** Hàm lượng chlorine trong cát, tính theo ion Cl<sup>-</sup> tan trong axit, phải thỏa mãn các quy định trong Bảng 3 của TCVN 7570:2006.

**3.5** Khả năng phản ứng kiềm - silic của cát phải thỏa mãn 4.1.8 của TCVN 7570:2006.

#### **CHÚ THÍCH:**

- 1) Cát tự nhiên khi khai thác, nếu không đạt các yêu cầu đã nêu trên thì phải được xử lý, sàng rửa theo quy trình tham khảo Phụ lục C.
- 2) Để cải thiện mô đun độ lớn của cát mịn, có thể sử dụng cát mịn phối hợp với cát hạt thô hoặc cát nghiền (gọi chung là cát hạt thô) để đạt mô đun lớn hơn 2,0 với các tính chất đáp ứng tiêu chuẩn TCVN 7570:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật*. Phương pháp phối hợp cát hạt mịn và cát hạt thô tham khảo Phụ lục D.
- 3) Hướng dẫn sử dụng cát mịn để chế tạo bê tông tham khảo phụ lục A.
- 4) Hướng dẫn sử dụng cát mịn để chế tạo vữa xây dựng tham khảo phụ lục B.
- 5) Các ví dụ tính toán thiết kế cấp phối bê tông sử dụng cát mịn tham khảo phụ lục E.
- 6) Các ví dụ tính toán thiết kế cấp phối vữa sử dụng cát mịn tham khảo phụ lục F.

## Phụ lục A

(Tham khảo)

### Hướng dẫn sử dụng cát mịn để chế tạo bê tông

#### A.1 Yêu cầu chung về vật liệu để chế tạo bê tông và vữa xây dựng.

##### A.1.1 Xi măng

Tùy theo mục đích sử dụng có thể lựa chọn loại xi măng poóc lăng tuân thủ TCVN 2682:2009, xi măng poóc lăng hỗn hợp tuân thủ TCVN 6260:2009, xi măng poóc lăng puzolan tuân thủ TCVN 4033:1995, xi măng poóc lăng xỉ lò cao tuân thủ TCVN 4316:2007, xi măng poóc lăng bền sun phát tuân thủ TCVN 6067:2004.

Nên sử dụng xi măng poóc lăng xây trát theo TCVN 9202:2012 để chế tạo vữa xây dựng.

##### A.1.2 Cốt liệu lớn

Các yêu cầu kỹ thuật về cốt liệu lớn tuân thủ theo TCVN 7570:2006.

##### A.1.3 Cốt liệu nhỏ

Yêu cầu kỹ thuật của cốt liệu nhỏ đáp ứng các quy định nêu trong Điều 3.

Cát mịn có mô đun độ lớn từ 0,7 đến 1,0 nên sử dụng để chế tạo bê tông cấp thấp hơn B15.

Cát mịn có mô đun độ lớn từ 1,1 đến 1,2 nên sử dụng để chế tạo bê tông cấp đến B25.

Cát mịn có mô đun độ lớn từ 1,3 đến 2,0 nên sử dụng để chế tạo bê tông cấp đến B45 hoặc cao hơn.

CHÚ THÍCH: Khi chế tạo bê tông cấp cao hơn B45 cần phải có số liệu thực nghiệm kiểm tra chất lượng bê tông thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật theo các tiêu chuẩn hiện hành.

##### A.1.4 Nước

Nước trộn cho bê tông và vữa xây dựng phải đáp ứng yêu cầu của TCVN 4506:2012.

##### A.1.5 Phụ gia hóa học

Yêu cầu kỹ thuật của phụ gia hóa học phải đáp ứng TCVN 8826:2011.

#### A.2 Hướng dẫn tính toán thành phần bê tông sử dụng cát mịn

Các thông số cần biết trước:

- Tính chất của bê tông:
  - + Cấp bê tông yêu cầu B, tuổi bê tông, loại mẫu;

## TCVN 10796:2015

+ Kích thước cấu kiện thi công, mật độ cốt thép, điều kiện thi công: thời gian trộn tới khi thi công, loại phương tiện thi công (loại bơm, đầm máy, đầm tay...), nhiệt độ môi trường,...

- Vật liệu chế tạo bê tông:

+ Xi măng: cường độ thực tế tuổi 3, 7, 28 ngày; khối lượng riêng, khối lượng thể tích xấp;

+ Cốt liệu lớn: khối lượng thể tích, khối lượng thể tích xấp, kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu ( $D_{max}$ ), độ ẩm;

+ Cát mịn: khối lượng thể tích, khối lượng thể tích xấp, mô đun độ lớn, lượng hạt lớn hơn 5 mm, lượng hạt nhỏ hơn 0.14 mm, độ ẩm;

+ Phụ gia hóa học: loại, mức độ giảm nước (%), khả năng kéo dài đông kết, khối lượng riêng, v.v...

### A.2.1 Bước 1: Chọn tính công tác

Chọn tính công tác hợp lý của hỗn hợp bê tông phù hợp cho các dạng kết cấu cơ bản khi đầm máy được chọn theo Bảng A.1.

**Bảng A.1 – Tính công tác của bê tông cho các dạng kết cấu**

Đặc điểm kết cấu công trình	Độ sụt mm		Mác hỗn hợp bê tông theo tính công tác TCVN 9340:2012
	Nhỏ nhất	Lớn nhất	
Móng và tường móng bê tông cốt thép	từ 30 đến 40	từ 90 đến 100	D1, D2
Đầm, tường cột bê tông cốt thép	từ 30 đến 40	từ 110 đến 120	D2, D3
Đường, nền, sàn	từ 30 đến 40	từ 90 đến 100	D1, D2
Khối lớn	từ 30 đến 40	từ 70 đến 80	D1, D2
Bê tông bơm	từ 90 đến 140	từ 140 đến 200	D3, D4

CHÚ THÍCH: Với các kết cấu không có trong bảng có thể chọn độ sụt tương đương về điều kiện thi công với các kết cấu cơ bản trên.

### A.2.2 Bước 2: Chọn lượng nước trộn bê tông

Lượng nước trộn của bê tông sơ bộ theo Bảng A.2.



Bảng A.2 – Lượng dùng nước cho 1 m<sup>3</sup> bê tông, kg (vật liệu khô hoàn toàn)

Hỗn hợp bê tông với		Lượng dùng nước tương ứng với D <sub>max</sub> cốt liệu lớn và mô đun độ lớn của cát M <sub>n</sub>											
		Kích thước lớn nhất của cốt liệu lớn D <sub>max</sub> mm											
		10			20			40			70		
		Mô đun độ lớn của cát											
Độ cứng s	Độ sụt mm	Từ 0,7 đến 1,0	Từ 1,1 đến 1,5	Từ 1,6 đến 2,0	Từ 0,7 đến 1,0	Từ 1,1 đến 1,5	Từ 1,6 đến 2,0	Từ 0,7 đến 1,0	Từ 1,1 đến 1,5	Từ 1,6 đến 2,0	Từ 0,7 đến 1,0	Từ 1,1 đến 1,5	Từ 1,6 đến 2,0
Từ 30 đến 40	0	180	175	100	170	165	160	160	155	150	150	145	140
Từ 20 đến 25	0	190	185	180	180	175	170	170	165	160	160	155	150
Từ 12 đến 15	Từ 10 đến 20	200	195	190	190	185	180	180	175	170	170	165	160
Từ 8 đến 9	Từ 30 đến 40	210	205	200	200	195	190	190	185	180	180	175	170
Từ 5 đến 6	Từ 50 đến 60	215	210	205	205	200	195	195	190	185	185	180	175
-	Từ 70 đến 80	220	215	210	210	205	200	200	195	190	190	185	180
-	Từ 90 đến 100	225	220	215	215	210	205	205	200	195	195	190	185
-	Từ 110 đến 120	230	225	220	220	215	210	210	205	200	200	195	190
-	Từ 130 đến 150	235	230	225	225	220	215	215	210	205	205	200	195

CHÚ THÍCH 1: Nếu dùng cốt liệu lớn là sỏi, lượng nước lấy giảm đi 10 L.

CHÚ THÍCH 2: Khi lượng xi măng trong bê tông trên 400 kg/m<sup>3</sup> thì cứ với tăng thêm 10 kg, lượng nước được cộng thêm 1 L.

CHÚ THÍCH 3: Khi sử dụng xi măng có hàm lượng phụ gia khoáng lớn cần xác định lại lượng nước trộn cho phù hợp.

CHÚ THÍCH 4: Khi dùng phụ gia dẻo hóa thì lượng giảm nước được lấy theo hướng dẫn sử dụng phụ gia.

### A.2.3 Bước 3: Xác định tỷ lệ xi măng/nước (X/N)

Để xác định tỷ lệ xi măng/nước trước tiên phải xác định được cường độ bê tông trong phòng thí nghiệm.

- Lựa chọn cường độ bê tông trong phòng thí nghiệm (R<sub>n</sub>)

Từ cấp độ bền yêu cầu của bê tông (B) tính ra mác bê tông theo cường độ chịu nén (M) theo tương quan trong công thức sau:

$$B = M (1 - 1,64 v) \quad (1)$$

trong đó:

v là hệ số biến động của cường độ các mẫu thử chuẩn, phụ thuộc vào trình độ công nghệ sản xuất bê tông.

## TCVN 10796:2015

Khi hệ số biến động cường độ chịu nén chấp nhận là  $v = 0,136$  thì tương quan mác và cấp bê tông tham khảo Phụ lục A của tiêu chuẩn TCVN 5574:2012.

Trong trường hợp không có các yêu cầu cụ thể nào khác thì tạm tính  $R_n$  theo công thức (2):

$$R_n = M K \quad (2)$$

trong đó:

$K$  là hệ số an toàn;  $K = 1,10$  đối với các cơ sở trộn bê tông có hệ thống tự động cân đong định lượng và có nguồn cung cấp vật liệu tương đối ổn định.  $K = 1,15$  ứng với các cơ sở trộn bê tông cân đong thủ công và nguồn cung cấp vật liệu kém ổn định;

$R_n$  là cường độ bê tông trong phòng thí nghiệm ứng với mẫu lập phương cạnh 15 cm ở tuổi 28 ngày, tính bằng megapascal (MPa). Nếu mẫu là hình trụ cần quy đổi theo các quy định hiện hành;

$M$  là mác bê tông theo cường độ nén, tính bằng megapascal (MPa).

- Xác định tỷ lệ X/N

Xác định  $R_n$  theo công thức sau:

$$R_n = A R_x \left( \frac{X}{N} \pm 0,5 \right) \quad (3)$$

$$\text{Khi } \frac{X}{N} \leq 2,5 \text{ thì } \frac{X}{N} = \frac{R_n}{A R_x} + 0,5 \quad (4)$$

$$\text{Khi } \frac{X}{N} > 2,5 \text{ thì } \frac{X}{N} = \frac{R_n}{B R_x} - 0,5 \quad (5)$$

trong đó:

$X$  là lượng xi măng cho 1 m<sup>3</sup> bê tông, tính bằng kilôgam, kg;

$N$  là lượng nước cho 1 m<sup>3</sup> bê tông, tính bằng kilôgam, kg;

$R_n$  là cường độ chịu nén yêu cầu của bê tông ở tuổi 28 ngày trong phòng thí nghiệm, tính bằng megapascal, MPa;

$R_x$  là cường độ chịu nén của xi măng ở tuổi 28 ngày theo phương pháp chuẩn TCVN 6016:2011, tính bằng megapascal, MPa;

$A, B$  là hệ số phụ thuộc vào phẩm chất cốt liệu. Hệ số  $A$  chọn trong khoảng từ 0,42 đến 0,56; hệ số  $B$  chọn trong khoảng từ 0,27 đến 0,32. Khi mô đun cát nhỏ thì nên chọn  $A, B$  ở khoảng giá trị thấp và mô đun của cát lớn chọn  $A, B$  ở khoảng giá trị cao.

### A.2.4 Bước 4: Tính lượng dùng xi măng (X) và phụ gia hóa học

Lượng dùng xi măng được tính theo công thức:

$$X = \frac{X}{N} N \quad (6)$$

Lượng dùng phụ gia (PG) cho 1 m<sup>3</sup> bê tông được tính bằng kilôgam (kg), theo công thức sau:

$$PG = X \frac{x}{100} \quad (7)$$

trong đó:

X là lượng dùng xi măng cho 1 m<sup>3</sup> bê tông, kg;

x là tỷ lệ phụ gia sử dụng so với xi măng, tính bằng phần trăm (%) được lấy theo hướng dẫn của nhà cung cấp.

#### A.2.5 Bước 5: Xác định hàm lượng cốt liệu lớn, đá dăm (sỏi), Đ (S)

- Tính thể tích hồ xi măng theo công thức:

$$V_h = \frac{X}{r_x} + N \quad (8)$$

trong đó:

V<sub>h</sub> là lượng hồ xi măng trong bê tông, L;

X là lượng xi măng cho 1 m<sup>3</sup> bê tông, kg;

N là lượng nước cho 1 m<sup>3</sup> bê tông (bao gồm cả lượng nước có trong phụ gia), tính bằng kilôgam, kg;

r<sub>x</sub> là khối lượng riêng của xi măng, g/cm<sup>3</sup>.

- Độ hở giữa các hạt cốt liệu lớn (r) được tính theo công thức:

$$r = 1 - \frac{r_{vd}}{1000 r_d} \quad (9)$$

trong đó:

r<sub>vd</sub> là khối lượng thể tích xốp của cốt liệu lớn, tính bằng kilôgam trên mét khối, kg/m<sup>3</sup>;

r<sub>d</sub> là khối thể tích của cốt liệu lớn, tính bằng gam trên centi mét khối g/cm<sup>3</sup>.

- Lượng cốt liệu lớn Đ (S) được tính theo công thức:

$$\mathcal{D} = \frac{1000}{\frac{1000 r K_d}{r_{vd}} + \frac{1}{r_d}} \quad (10)$$

trong đó:

Đ là lượng cốt liệu lớn, kg;

r là độ hở của cốt liệu lớn;

$K_d$  là hệ số dư vữa, được lấy theo Bảng A.3.

**Bảng A.3 – Hệ số dư vữa hợp lý  $K_d$**

Mô đun độ lớn của cát	Hệ số dư vữa $K_d$ , tương ứng với thể tích hồ xi măng, tính bằng lít (L), cho 1m <sup>3</sup> bê tông					
	250	275	300	325	350	375
2,0	1,27	1,32	1,37	1,41	1,45	1,48
1,7	1,19	1,24	1,29	1,33	1,37	1,40
1,5	1,11	1,17	1,22	1,26	1,30	1,33
1,3	1,06	1,13	1,16	1,21	1,24	1,27
1,1	1,01	1,08	1,11	1,16	1,19	1,22
0,9	1	1,04	1,07	1,12	1,15	1,18
0,7	1	1	1,04	1,09	1,11	1,14

**CHÚ THÍCH:**

- Bảng trên dùng cho hỗn hợp bê tông dẻo (ĐS có giá trị từ 20 mm đến 120 mm), cốt liệu lớn là đá dăm (nếu dùng sỏi,  $K_d$  tra bảng cộng thêm 0,06)
- Khi bê tông có độ sụt lớn hơn 140 mm:  $K_d$  tra bảng cộng thêm 0,1
- Khi độ sụt nhỏ hơn 20 mm thì giảm  $K_d$  đi 0,04 (nhưng giá trị cuối cùng không nhỏ hơn 1)

**A.2.6 Bước 6: Xác định lượng cốt liệu nhỏ cát mịn**

$$C = \frac{1000}{\rho_c} \left( \rho_x X + \frac{D}{r_d} + \frac{N}{r_n} + \frac{PG}{r_{pg}} \right) r_c \quad (11)$$

trong đó:

- X, D, N, PG tương ứng là lượng xi măng, đá, nước, phụ gia trong 1 m<sup>3</sup> bê tông, kg;
- $\rho_x, \rho_d, \rho_n, \rho_{pg}, \rho_c$  tương ứng là khối lượng riêng của xi măng, khối lượng thể tích của đá, khối lượng riêng của nước, khối lượng riêng của phụ gia, khối lượng thể tích của cát, g/cm<sup>3</sup>;
- N là lượng nước cho 1 m<sup>3</sup> bê tông (bao gồm cả lượng nước có trong phụ gia), kg.

**A.2.7 Bước 7: Lập 3 thành phần cấp phối định hướng**

- Thành phần 1 gọi là thành phần cơ bản đã tính theo các bước nêu trên;
- Thành phần 2 và 3 là thành phần tăng và giảm 10 % xi măng so với lượng xi măng ở thành phần 1, hiệu chỉnh cát, đá theo điều A.2.5 và A.2.6.

**A.2.8 Bước 8: Hiệu chỉnh lượng cốt liệu theo lượng hạt lớn hơn 5 mm và độ ẩm**

- Theo hàm lượng hạt lớn hơn 5 mm

Khối lượng cát đã hiệu chỉnh  $C_{hc}$ , đơn vị (kg), được tính theo công thức:

$$C_{hc} = \frac{C}{1 - \frac{y}{100}} \quad (12)$$

trong đó:

-  $y$  là lượng hạt lớn hơn 5 mm có trong cát, %.

Khối lượng đá hiệu chỉnh  $D_{hc}$ , tính bằng (kg), được tính theo công thức:

$$D_{hc} = D - (C_{hc} - C) \quad (13)$$

- Theo độ ẩm thực tế của vật liệu

Khi đá, cát có độ ẩm là  $W_d$  và  $W_c$ , tính theo phần trăm (%), thì khối lượng vật liệu thực tế được tính theo công thức:

+ Khối lượng đá thực tế  $D_{tt}$ , kg, được tính theo công thức:

$$D_{tt} = D_{hc} \left( 1 + \frac{W_d}{100} \right) \quad (14)$$

+ Khối lượng cát thực tế  $C_{tt}$ , kg, được tính theo công thức:

$$C_{tt} = C_{hc} \left( 1 + \frac{W_c}{100} \right) \quad (15)$$

- Lượng nước thực tế  $N_{tt}$ , kg, được tính theo công thức:

$$N_{tt} = N - (D_{tt} - D_{hc}) + (C_{tt} - C_{hc}) \quad (16)$$

### A.2.9 Bước 9: Xác định khối lượng vật liệu cho một mẻ trộn

Khối lượng mẻ trộn cho một mẻ trộn được tính theo công thức sau:

$$X_m = X V_m \quad (17)$$

$$D_m = D_{tt} V_m \quad (18)$$

$$C_m = C_{tt} V_m \quad (19)$$

$$PG_m = PG V_m \quad (20)$$

trong đó:

-  $X_m, D_m, C_m, PG_m$ , tương ứng là khối lượng xi măng, đá, cát và phụ gia cho mẻ trộn, kg;

-  $V_m$  là thể tích của mẻ trộn,  $m^3$ .

## A.3 Thí nghiệm kiểm tra và hiệu chỉnh

Thí nghiệm nhằm mục đích kiểm tra 3 thành phần cơ bản tính toán thông qua đó chọn thành phần đáp ứng yêu cầu về chất lượng bê tông, điều kiện thi công và cho đủ sản lượng 1  $m^3$ .

### A.3.1 Bước 1: Kiểm tra hiệu chỉnh độ sụt

## TCVN 10796:2015

Độ sụt được xác định theo TCVN 3106:1993. Độ sai lệch cho phép so với yêu cầu không quá 20 mm.

Độ sụt thấp hơn từ 30 mm đến 50 mm thì tăng cả nước và xi măng theo tỷ lệ tính ở điều A.2.3.

Nếu độ sụt cao hơn yêu cầu từ 20 mm đến 40 mm thì tăng khoảng 2 % đến 3 % cả cát và đá. Hoặc độ sụt cao hơn 40 mm đến 50 mm thì tăng 3 % đến 5 % cả cát và đá nhưng vẫn giữ nguyên tỷ lệ C/(C+Đ) ban đầu.

Mọi trường hợp độ sụt sai lệch quá 50 mm hoặc sau khi hiệu chỉnh như trên mà vẫn sai lệch quá 20 mm thì phải kiểm tra lại, hiệu chỉnh và làm lại mẻ trộn khác.

### A.3.2 Bước 2. Xác định khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông

Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông được xác định theo TCVN 3108:1993.

### A.3.3 Bước 3. Xác định cường độ nén và các chỉ tiêu khác

Cách lấy mẫu, chế tạo mẫu và bảo dưỡng mẫu theo TCVN 3105:1993

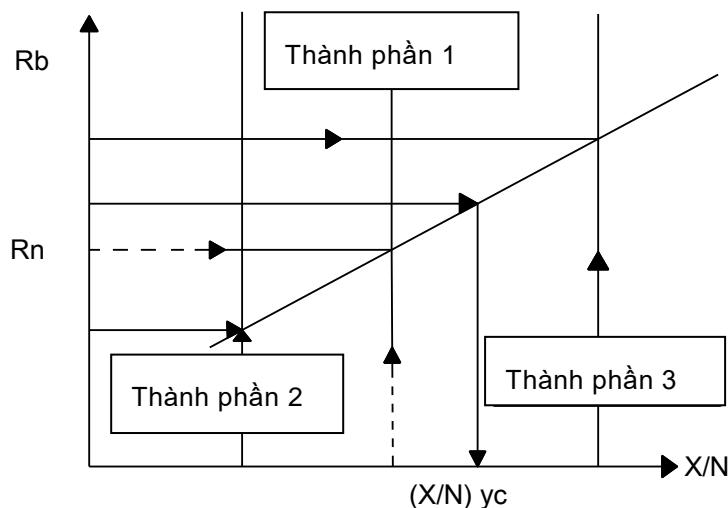
Cường độ nén của bê tông được xác định theo TCVN 3118:1993.

### A.3.4 Bước 4. Chọn thành phần bê tông chính thức

Thành phần bê tông chính thức sẽ được lấy theo thành phần cấp phối của mẫu có cường độ nén và uốn thực tế vượt mức bê tông yêu cầu từ 10 % đến 15 %. Các chỉ tiêu cơ lý khác cần đạt và vượt giá trị yêu cầu.

Khi không có thành phần nào đạt yêu cầu thì dựng đồ thị  $R_b = f(X/N)$  trên cơ sở 3 giá trị ứng với 3 tỷ lệ X/N đã thí nghiệm. Lấy giá trị cường độ bê tông trong phòng thí nghiệm chiếu vào đường thẳng quan hệ rồi dóng xuống trục hoành tìm X/N yêu cầu. Từ đó tính chỉnh lại N, C, Đ theo các bước như các mục trên.

Cách làm này chỉ áp dụng được khi 3 điểm lập thành quan hệ đường thẳng và thành phần chọn có tỷ lệ X/N không sai lệch quá 20 % các giá trị đã thí nghiệm (Hình A.1).



Hình A.1 - Đồ thị  $R_b = f\left(\frac{X}{N}\right)$

### A.3.5 Bước 5. Hiệu chỉnh khối lượng thực tế

Sau khi chọn thành phần bê tông chính thức, cần hiệu chỉnh khối lượng vật liệu để đảm bảo cho sản lượng đủ 1 m<sup>3</sup> như sau:

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

Thể tích thực tế của bê tông có được từ lượng vật liệu đã trộn được tính theo công thức:

$$V_{tt} = \frac{(X_m + C_m + Đ_m + N_m + PG_m)}{r_{vbt}} \quad (21)$$

trong đó:

- X<sub>m</sub>, C<sub>m</sub>, Đ<sub>m</sub>, N<sub>m</sub>, PG<sub>m</sub> tương ứng là khối lượng xi măng, cát, đá, nước và phụ gia cho mẻ trộn, (kể cả khối lượng đã hiệu chỉnh để đạt độ sụt yêu cầu), kg;
- ρ<sub>vbt</sub> là khối lượng thể tích thực tế của bê tông theo điều A.3.2, kg/m<sup>3</sup>.

**Khối lượng vật liệu thực tế cho 1 m<sup>3</sup> bê tông được tính theo công thức sau:**

$$X = \frac{X_m}{V_{tt}} \quad (22)$$

$$C = \frac{C_m}{V_{tt}} \quad (23)$$

$$Đ = \frac{Đ_m}{V_{tt}} \quad (24)$$

$$N = \frac{N_m}{V_{tt}} \quad (25)$$

$$PG = \frac{PG_m}{V_{tt}} \quad (26)$$

trong đó:

- X, C, Đ, N, PG tương ứng là khối lượng xi măng, cát, đá, nước và phụ gia cho 1 m<sup>3</sup> bê tông, kg.

### A.3.6 Bước 6. Tính lượng vật liệu cho một mẻ trộn máy

Hệ số ra bê tông được tính theo công thức:

$$\beta = \frac{1}{\frac{X}{r_{vx}} + \frac{C}{r_{vc}} + \frac{Đ}{r_{vd}}} \quad (27)$$

trong đó:

- β là hệ số ra của bê tông;
- X, C, Đ tương ứng là khối lượng xi măng, cát và đá trong 1 m<sup>3</sup> bê tông, kg;

## TCVN 10796:2015

- $\rho_{vx}$ ,  $\rho_{vc}$ ,  $\rho_{vd}$  tương ứng là khối lượng thể tích xốp (đổ đóng) của xi măng, cát, đá,  $\text{kg/m}^3$ .

Thể tích bê tông lớn nhất có thể trộn trong một mẻ trộn của máy trộn được tính theo công thức:

$$V_{m\acute{e}} = \beta V_{m\acute{a}y} \quad (28)$$

trong đó:

- $V_{m\acute{e}}$  là thể tích bê tông lớn nhất của một mẻ trộn,  $\text{m}^3$ ;
- $V_{m\acute{a}y}$  là dung tích thùng trộn của máy,  $\text{m}^3$ .

Vật liệu thực tế có thể trộn trong một mẻ trộn của máy trộn được tính theo công thức:

$$X_1 = X V_{m\acute{e}} \quad (29)$$

$$C_1 = C V_{m\acute{e}} \quad (30)$$

$$Đ_1 = Đ V_{m\acute{e}} \quad (31)$$

$$N_1 = N V_{m\acute{e}} \quad (32)$$

$$PG_1 = PG V_{m\acute{e}} \quad (33)$$

trong đó:

- $X_1$ ,  $C_1$ ,  $Đ_1$ ,  $N_1$ ,  $PG_1$  tương ứng là khối lượng xi măng, cát, đá, nước và phụ gia thực tế cho một mẻ trộn,  $\text{kg}$ .

### A.4 Thi công bê tông cát mịn

#### A.4.1 Tính thành phần bê tông tại hiện trường

Khi cát và đá tại hiện trường ẩm, thành phần bê tông (tính cho  $1 \text{ m}^3$ ) tại hiện trường được điều chỉnh từ thành phần thiết kế theo các công thức (14),(15),(16).

#### A.4.2 Cân, đong vật liệu

Vật liệu cho bê tông hiện trường được định lượng như sau:

- Xi măng được định lượng theo trọng lượng;
- Nước được định lượng theo trọng lượng hoặc thể tích;
- Cát và đá dăm (sỏi) được định lượng theo trọng lượng;
- Phụ gia hóa học được định lượng theo trọng lượng hoặc thể tích.

#### A.4.3 Trộn bê tông

Bê tông cát mịn có độ sụt dưới 20 mm nên trộn bằng máy cưỡng bức, trên 20 mm có thể trộn bằng máy cưỡng bức hoặc rơi tự do.

Khi trộn bằng máy, thứ tự đổ vật liệu vào thùng trộn được tiến hành theo kinh nghiệm sử dụng mỗi loại máy, sao cho hỗn hợp bê tông được trộn đều nhất.

Thời gian trộn máy hợp lý lấy theo Bảng A.4.



**Bảng A.4 – Thời gian trộn bê tông tối thiểu bằng máy**

Đơn vị tính bằng giây, s

Số thứ tự	Dung tích máy trộn L	Tương ứng với bê tông dùng cát có mô đun độ lớn			
		Từ 0,7 đến 1,2		Từ 1,3 đến 2,0	
		Độ sụt mm			
		Từ 20 đến 60	Từ 60 đến 100	Từ 20 đến 60	Từ 60 đến 100
1	250	150	120	120	90
2	500	180	150	150	120
3	1000	210	180	180	150

Trong trường hợp không có máy trộn mà hỗn hợp bê tông có độ sụt yêu cầu từ 40 mm đến 50 mm trở lên, có thể trộn bằng tay. Khi trộn thành từng mẻ nhỏ dung tích từ 100 L đến 150 L. Trộn cát và xi măng trước, sau đó trộn hỗn hợp xi măng cát với đá dăm (sỏi) đánh thành hốc ở giữa, đổ nước vào và trộn đều cho tới khi nhận được khối hỗn hợp đồng màu.

#### **A.4.4 Đầm bê tông**

Bê tông cát mịn có thể đầm bằng bàn rung, máy đầm dùi, đầm bàn hoặc đầm bằng tay tùy theo điều kiện thi công và đặc điểm của kết cấu công trình. Đối với các cấu kiện bê tông đúc sẵn, sản xuất tại xí nghiệp bằng bàn rung thì thời gian rung hợp lý lấy bằng hai lần chỉ số độ cứng của hỗn hợp bê tông. Khi đầm bê tông bằng đầm bàn hoặc đầm dùi, thời gian đầm, bán kính và chiều cao lớp đổ được lấy theo kinh nghiệm sử dụng các thiết bị này. Chỉ đầm tay khi hỗn hợp bê tông có độ sụt từ 40 mm trở lên.

#### **A.4.5 Bảo dưỡng bê tông**

Các cấu kiện, kết cấu bê tông cát mịn, sau khi đổ bê tông xong từ 2 h đến 3 h, phải được giữ ẩm liên tục bằng cách phủ bao tải ẩm, cát ẩm hoặc tưới nước... Cũng có thể bảo dưỡng bê tông cát mịn bằng cách hấp hơi nước... Các yêu cầu này được lấy theo các tiêu chuẩn hiện hành áp dụng cho bê tông nặng thông thường.

**Phụ lục B**

(Tham khảo)

**Hướng dẫn sử dụng cát mịn để chế tạo vữa xây dựng****B.1 Cấp phối vữa xi măng - cát mịn**

Để có cấp phối vữa chính xác phải tiến hành tính toán sơ bộ, sau đó kiểm tra bằng thực nghiệm và điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện thực tế.

Tính khối lượng xi măng ( $Q_{xm}$ ) cho 1 m<sup>3</sup> cát, kg, theo công thức:

$$Q_{xm} = \frac{R_v}{KR_x} 1000 \quad (34)$$

trong đó:

- $R_v$  là mức vữa cần thiết kế, MPa;
- $R_x$  là cường độ của xi măng, MPa;
- $K$  là hệ số chất lượng vật liệu lấy theo Bảng B.1.

**Bảng B.1 – Hệ số chất lượng vật liệu K**

Mô đun độ lớn của cát	Hệ số K khi sử dụng chất kết dính	
	Xi măng poóc lăng thường	Xi măng poóc lăng hỗn hợp
Từ 0,7 đến 1,0	0,64	0,72
Từ 1,1 đến 1,3	0,66	0,74
Từ 1,4 đến 1,6	0,71	0,80
Từ 1,7 đến 2,0	0,79	0,90

CHÚ THÍCH:  $R_x$  trong công thức (34) xác định theo TCVN 6016:2011.

**B.1.1 Cấp phối thí nghiệm**

Lấy số liệu đã tính toán được làm chuẩn tính thêm 2 thành phần vữa với lượng xi măng chênh lệch 15 %. Dùng 3 thành phần này để thí nghiệm. Lượng xi măng trong mỗi thành phần thí nghiệm tính cho 5 L cát.

**B.1.2 Trộn vữa thí nghiệm và điều chỉnh độ lưu động**

Đổ 5 L cát vào chảo trộn. Đổ tiếp xi măng rồi dùng bay trộn đều xi măng cộng với cát khô trong 5 min. Sau đó đổ nước vào (nếu là vữa xi măng cát). Trộn thêm từ 3 min đến 5 min cho tới khi thấy hỗn hợp vữa đồng nhất thì đem thử độ lưu động.

Khi thử độ lưu động của hỗn hợp vữa theo TCVN 3121- 3:2003, nếu trị số thu được lớn quá yêu cầu theo Bảng 1 của TCVN 4314:2003 thì cho thêm từ 5 % đến 10 % khối lượng xi măng và cát đã tính, trộn đều thêm từ 3 min đến 5 min nữa rồi thử lại. Nếu trị số quá nhỏ thì cho thêm từ 5 % đến 10 % nước vào. Cứ như vậy cho tới khi đạt được độ lưu động yêu cầu thì tiến hành đúc mẫu.

### B.1.3 Đúc mẫu và xác định cường độ

Đúc mẫu và xác định cường độ theo TCVN 3121-11:2003. Từ 03 thành phần đã làm, thành phần nào đạt mức yêu cầu sẽ được chọn để thi công.

### B.1.4 Biểu thị thành phần vữa

Thành phần vữa được biểu thị dưới dạng tỉ lệ thể tích giữa xi măng và cát trong đó lấy 1 đơn vị thể tích xi măng làm chuẩn.

Thành phần vữa xi măng cát biểu thị như sau:

$$V_{xm} : V_c = 1 : \frac{1}{V_{xm}} \quad (35)$$

trong đó:

- $V_c$  là 1 m<sup>3</sup> cát;
- $V_{xm}$  là thể tích xi măng cần thiết cho 1m<sup>3</sup> cát xác định theo công thức sau:

$$V_{xm} = \frac{Q_{xm}}{r_{vx}} \quad (36)$$

trong đó:

- $Q_{xm}$  là lượng xi măng cho 1m<sup>3</sup> cát, kg;
- $r_{vx}$  là khối lượng thể tích xốp của xi măng, xác định bằng thực nghiệm kg/m<sup>3</sup>.

## B.2 Thi công vữa cát mịn

**B.2.1** Để đảm bảo cho vữa đủ sản lượng, khi cát mịn tại hiện trường ẩm, cần đong cát theo lượng hiện trường dưới đây:

$$V_{xm} : V_c^w = 1 : \frac{1}{V_{xm}} : \frac{r_{vxc}(1+W_c)}{r_{vxc}^w} \quad (37)$$

trong đó:

- $V_{xm} : V_c^w$  là tỷ lệ thể tích giữa xi măng và cát ẩm;
- $r_{vxc}$ ,  $r_{vxc}^w$  là khối lượng thể tích xốp của cát khô và cát ẩm, kg/m<sup>3</sup>;
- $W_c$  là độ ẩm của cát, phần đơn vị.

**B.2.2** Vữa cát mịn có thể trộn bằng tay hoặc bằng máy. Nếu trộn tay cần trộn xi măng với cát cho tới khi thấy hỗn hợp đồng nhất rồi mới cho vào nước vào. Sau đó hỗn hợp vữa được trộn kĩ cho tới đồng màu mới đem sử dụng.

## **TCVN 10796:2015**

**B.2.3** Nếu trộn bằng máy thì phương pháp trộn tiến hành theo kinh nghiệm sử dụng từng loại máy sao cho hỗn hợp vữa được trộn nhanh và đều nhất.

**B.2.4** Trong quá trình vận chuyển vữa tới nơi sử dụng nếu thấy hiện tượng phân tầng trong hỗn hợp vữa cần được trộn tay lại rồi mới dùng.

**B.2.5** Không sử dụng hỗn hợp vữa đã đông cứng để trộn lại và thi công.

## Phụ lục C

(Tham khảo)

### Quy trình sàng rửa cát

#### C.1 Khát quát chung

Biện pháp loại bỏ các tạp chất có hại trong cát hiệu quả nhất là rửa và sàng phân loại. Mục đích của biện pháp này hạn chế và loại bỏ các tạp chất có hại trong cát, tùy theo yêu cầu mục đích sử dụng có các phương pháp sàng rửa khác nhau để cát có các tính chất đạt yêu cầu so với các tiêu chuẩn hiện hành.

Chất lượng đầu vào của cát trước khi sàng rửa: là cát được khai thác trực tiếp từ lòng sông, Cát mịn có các tính chất như hàm lượng bụi bùn sét cao, tạp chất hữu cơ sẫm hơn màu chuẩn, hàm lượng hạt mịn nhỏ hơn 0,14 mm đều không đạt yêu cầu kỹ thuật.

Sản phẩm cát sau khi sàng rửa: phải đáp ứng các tính chất theo Điều 3.

Đặc điểm của thiết bị sàng rửa: thiết bị đơn giản, dễ áp dụng. Có thể áp dụng chế tạo thiết bị sàng rửa với công suất theo yêu cầu sử dụng. Tuy nhiên phương pháp này tiêu tốn một lượng nước sạch rất lớn. Quy trình này thích hợp nhất là thực hiện sàng rửa tại khu vực đầu mỏ khai thác, nơi trung chuyển và tập kết cát với khối lượng lớn.

Trong Phụ lục C này trình bày quy trình xử lý sàng rửa cát có công suất 01 hệ thống là 1500 m<sup>3</sup> cát/ngày.

#### C.2 Các yêu cầu chính của hệ thống sàng rửa cát

Diện tích tối thiểu để lắp đặt 1 hệ thống xử lý cát khoảng 1500 m<sup>2</sup> bao gồm:

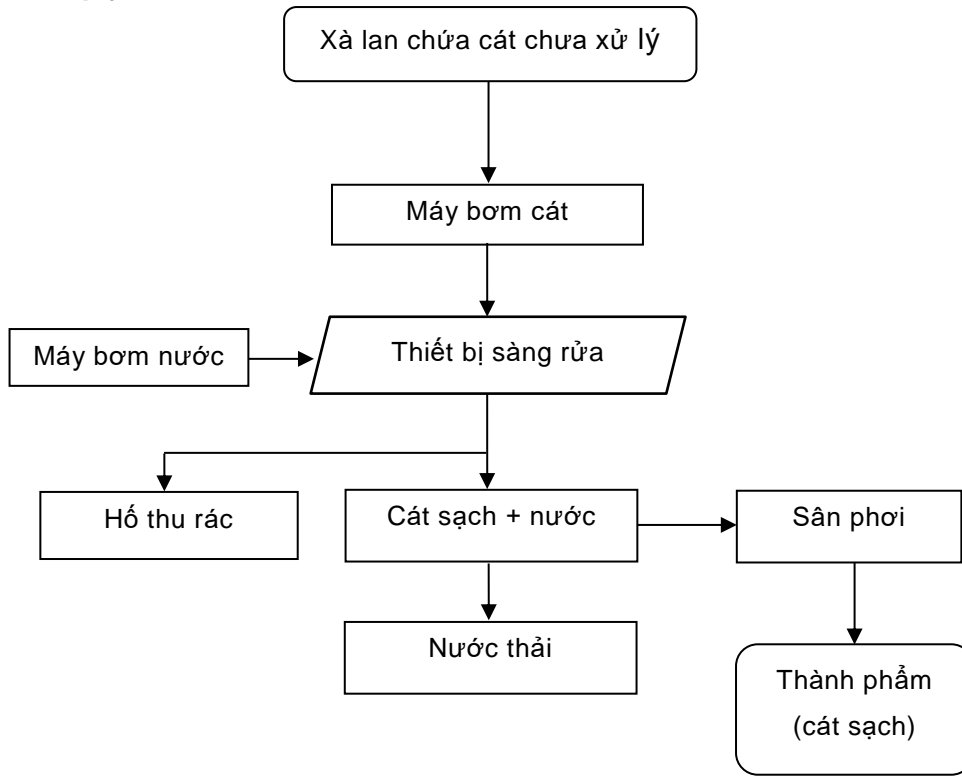
- Thiết bị xử lý sàng rửa (thiết bị chính);
- Thiết bị bơm hút cát;
- Hàm thu cát sạch;
- Bãi chứa cát sạch thành phẩm;
- Hàm lắng lọc nước và bụi bẩn;
- Hệ thống điện hoặc động cơ máy nổ;
- Phương tiện cơ giới để bốc và cung cấp cát sạch thành phẩm;

Nước dùng để xử lý sàng rửa cát phải là nước ngọt, sạch, không chứa các tạp chất làm xấu đi các tính chất của cát.

Nếu sử dụng nguồn nước bẩn hơn thì phải bố trí hàm lắng lọc xử lý nước trước khi sử dụng.

**C.3 Quy trình xử lý sàng rửa cát**

**C.3.1 Sơ đồ quy trình**



**Hình C.1. Sơ đồ sàng rửa cát**

**C.3.2 Thuyết minh quy trình**

Cát được lấy từ mỏ được vận chuyển bằng xà lan về tới bến sông. Sử dụng máy bơm hút bằng máy nổ hoặc mô tơ điện. Máy bơm hút có cánh hút khuấy trộn tạo hỗn hợp nước và cát. Máy bơm hút nước và cát theo ống dẫn vào thiết bị sàng rửa chính.

Ở cuối ống dẫn của máy bơm hút cát có gắn vòi xả tạo áp lực và tạo vận tốc cao để tăng va đập của cát trong nước và cát cùng với nước được xả vào lưới sàng của thiết bị rửa cát.

Thiết bị sàng rửa: là một hệ thống gồm nhiều tầng lưới sàng có kích thước mắt sàng 5 mm với các góc nghiêng khác nhau của lưới sàng. Cát và nước liên tục được chảy qua các tầng lưới sàng trên trong một khoảng thời gian nhất định. Kết quả cuối cùng cát được rửa sạch và các tạp chất có hại trong cát sẽ được loại bỏ. Tại lưới sàng đầu tiên được bổ sung thêm lượng nước sạch để tăng hiệu quả rửa cát. Lượng nước đưa thêm vào tại đây được điều chỉnh phụ thuộc vào chất lượng đầu vào và đầu ra của cát. Tại lưới sàng thứ nhất cát được phân loại tách rác, sét cục và các tạp chất có kích thước lớn hơn 5 mm. Thiết bị sàng rửa cát được thiết kế nhiều lưới sàng với những độ nghiêng khác nhau để tăng thời gian di chuyển của cát và nước trên các lưới sàng. Cát và nước được đưa qua nhiều lưới sàng với nhiều độ nghiêng khác nhau với biên độ rung thích hợp sẽ làm cho cát được rửa sạch hơn.

Sau khi sàng rửa tại lưới cuối cùng cát và nước cùng đổ về máng thu cát và nước trong phương tiện thu cát và nước được chảy vào hầm thu cát.

Cát sạch được lắng xuống đáy hầm, sử dụng thiết bị cơ giới đưa cát sạch từ hầm thu lên sân bãi phơi. Nếu cát không được rửa sạch theo yêu cầu thì sẽ điều chỉnh lại lượng nước thêm vào ở thiết bị chính. Các tạp chất bùn sét, hữu cơ... được chảy theo dòng nước nằm trên mặt cát chảy ra ngoài bể lắng lọc trước khi thoát ra ngoài. Tại đây các thành phần lắng lại được thu hồi để sử dụng cho cát lấp nền và bùn, sét, hữu cơ sử dụng cho phân hữu cơ hoặc vật liệu san lấp, lượng nước thải được thoát ra theo cống thoát ra ngoài môi trường.

Cát sạch sẽ thu được trên sân bãi với các tính chất đầu ra của sản phẩm đạt được theo yêu cầu.

### C.3.3 Các thông số của các công đoạn và thiết bị sàng rửa

- Máy bơm hút cát công suất lớn hơn 250 Hp, sử dụng đường ống dẫn đường kính 220 mm.
- Máy bơm cung cấp nước với công suất lớn hơn 30 Hp.
- Thiết bị chính máy sàng rửa với kích thước: chiều cao 3,15 m; rộng 2,6 m; dài 2,65 m.
- Lưới sàng bằng thép được gắn trên thiết bị với qui cách 1200 mm x 2200 mm, lỗ lưới sàng 5 mm, máy được bố trí tối thiểu ba tầng lưới sàng.
- Hầm thu cát được thiết kế thép hoặc bê tông kiên cố kích thước, chiều rộng 4 m, dài 12 m, cao 1,4 m có cửa thoát tại cuối hầm.
- Sân phơi chứa cát: tùy theo diện tích ban đầu để xây các hạng mục trên, phần còn lại dùng để làm bãi chứa cát sạch thành phẩm.
- Máy cơ giới (máy xúc): tùy vào từng trường hợp cụ thể để chọn số lượng và công suất cơ giới máy xúc với công suất tương ứng.
- Các thông số công suất của thiết bị chính được tham khảo thêm trong bảng sau:

**Bảng C.1 – Các thông số của thiết bị sàng rửa**

Công suất sàng rửa cát m <sup>3</sup> /h	Kích thước sàng (D×R) mm	Số lưới sàng	Kích thước lỗ sàng mm	Kích thước liệu nạp lớn nhất mm	Công suất động cơ rung KW	Tần số rung r/min	Biên độ rung kép mm
50	1200×600	≥ 3	5	30	2,7	Từ 730 đến 800	Từ 5 đến 9
150	2400×1200				4,0	Từ 730 đến 800	Từ 5 đến 9
200	2400×1800				7,5	Từ 730 đến 800	Từ 5 đến 9
300	2400×3000				12,5	Từ 730 đến 800	Từ 5 đến 9

**Phụ lục D**

(Tham khảo)

**Phương pháp phối hợp cát mịn với cát hạt thô****D.1. Khái quát chung**

Phương pháp này phối hợp hai loại cốt liệu không hợp tiêu chuẩn thành một hỗn hợp có thành phần hạt hợp tiêu chuẩn. Điều kiện để dùng được phương pháp này là biểu đồ cấp phối hạt của hai loại cốt liệu phải nằm ở hai phía của vùng quy định cho phép của tiêu chuẩn. Nếu chúng nằm cùng một phía của vùng quy định thì không phối hợp được với nhau.

Nội dung của phương pháp là tìm tỷ lệ phối hợp cho từng cấp hạt. Sau đó tổng hợp các khoảng phối hợp của tất cả các cấp hạt để tìm tỷ lệ phối hợp chung cho cả hỗn hợp.

**D.2. Phương pháp giản đồ**

Phương pháp dùng biểu đồ để phối hợp hai loại cốt liệu với nhau. Nội dung của phương pháp:

Tìm tỷ lệ phối hợp của cát mịn và cát nghiền với các số liệu cho trước trong Bảng D.1.

**Bảng D.1 – Bảng số liệu của cát mịn, cát nghiền**

Loại cát	Lượng sót tích lũy, %, tương ứng với kích thước sàng mm							Mô đun độ lớn ( $M_n$ )
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	<0,14	
Cát mịn (A)	0	0	0,7	3,2	28,7	88,6	100	<b>1,2</b>
Cát nghiền (B)	0	29,2	65,1	75,9	95,5	99,3	100	<b>3,7</b>
Yêu cầu kỹ thuật (TCVN 7570)	0	Từ 0 đến 20	Từ 15 đến 45	Từ 35 đến 70	Từ 65 đến 90	Từ 90 đến 100	100	-

Cách làm cụ thể như sau:

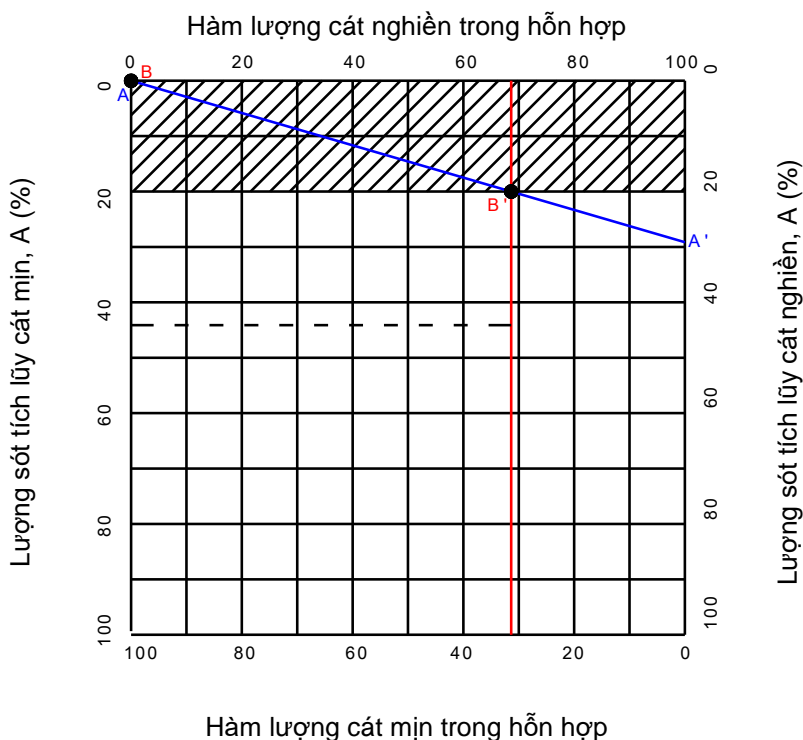
- Tìm khoảng phối hợp cát A và B cho cấp hạt từ 2,5 mm đến 5 mm.

Vẽ biểu đồ chữ nhật: Trục đứng bên trái là lượng sót tích lũy cốt liệu A, trục đứng bên phải là cốt liệu B. Trục ngang phía trên là hàm lượng cốt liệu B trong hỗn hợp, trục ngang phía dưới là hàm lượng cốt liệu A trong hỗn hợp, hướng trục ngược nhau (Hình D.1).

Đánh dấu trên hệ trục tọa độ vùng cho phép của quy phạm đối với cỡ hạt từ 2,5 mm đến 5 mm và lượng sót thực tế của cát A và cát B trên trục đứng (điểm A và A'); nối A và A' bằng đường thẳng.

Đường thẳng AA' sẽ cắt hai đường thẳng cận trên và cận dưới của vùng quy phạm tại điểm B và B'. Dóng điểm B và B' xuống các trục ngang ta tìm được tỷ lệ phối hợp của loại cát A và loại cát B.

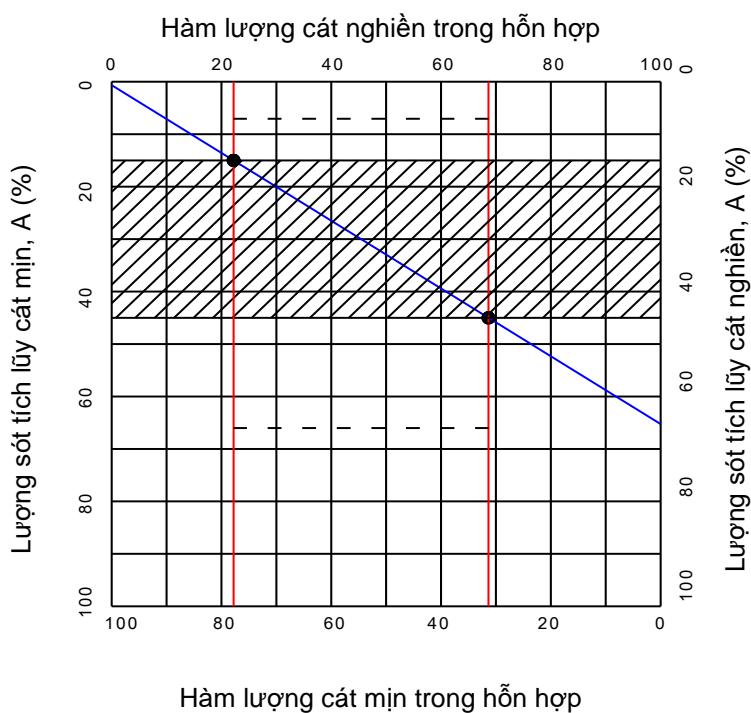




**Hình D.1. Biểu đồ phối hợp cho cấp hạt từ 2,5 mm đến 5 mm**

Kết quả của biểu đồ cho khoảng phối hợp hợp lý cho cấp hạt từ 2,5 mm đến 5 mm là:

- + Cát mịn (A) khoảng: từ 31,5 % đến 100 %;
  - + Cát nghiền (B) khoảng: từ 68,5 % đến 0 %.
- Tìm khoảng phối hợp cho cấp hạt từ 1,25 mm đến 2,5 mm. (Hình D.2):

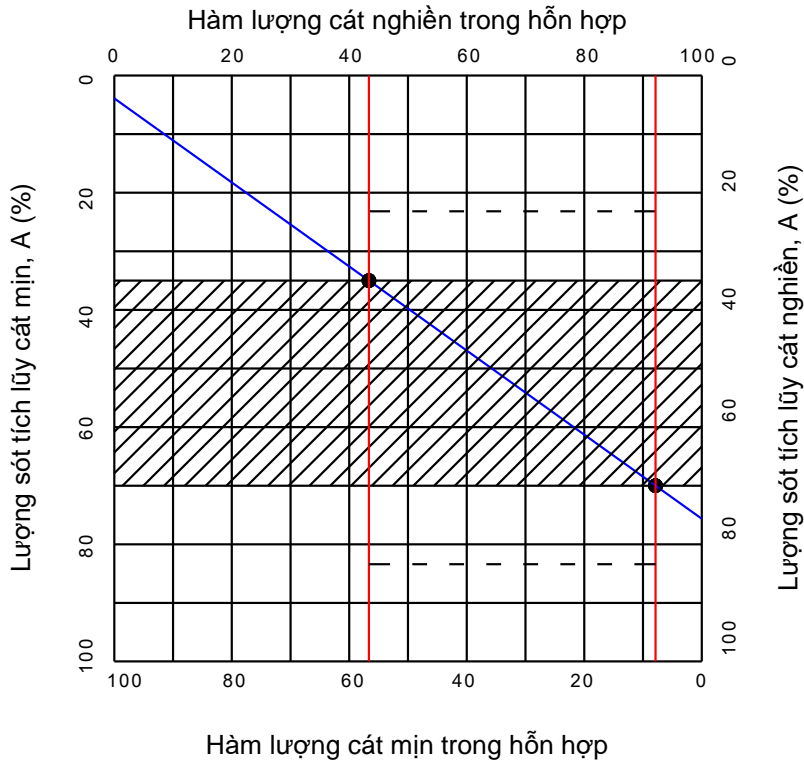


**Hình D.2. Biểu đồ phối hợp cho cấp hạt từ 1,25 mm đến 2,5 mm**

Kết quả của biểu đồ cho khoảng phối hợp hợp lý cho cấp hạt từ 1,25 mm đến 2,5 mm :

## TCVN 10796:2015

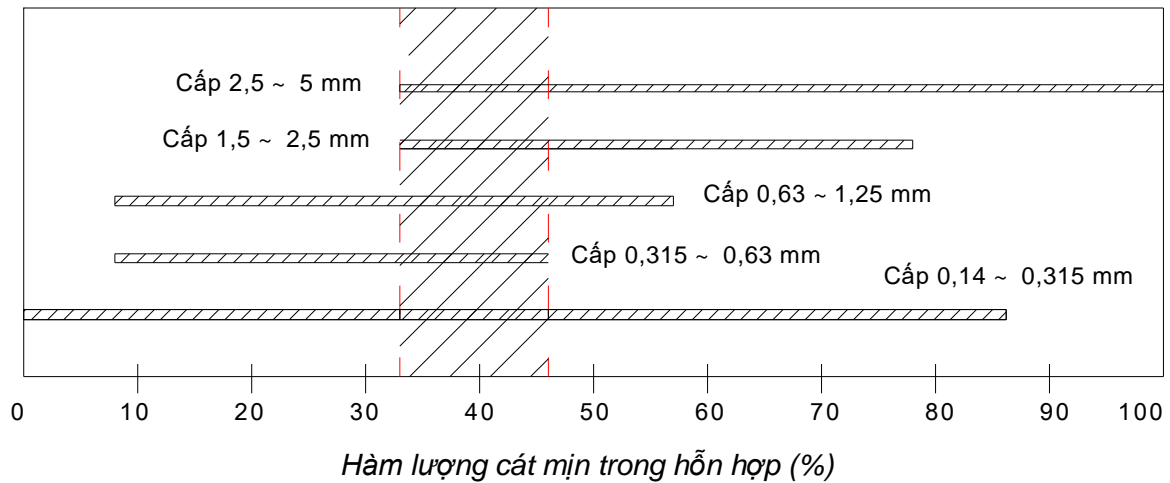
- + Cát mịn (A) khoảng: từ 31,2 % đến 77,8 %;
- + Cát nghiền (B) khoảng: từ 68,8 % đến 22,2 %.
- Tìm khoảng phối hợp cho cấp hạt từ 0,63 mm đến 1,25 mm. (Hình D.3)



**Hình D.3. Biểu đồ phối hợp cho cấp hạt từ 0,63 mm đến 1,25 mm**

Kết quả của biểu đồ cho khoảng phối hợp hợp lý cho cấp hạt từ 0,63 mm đến 1,25 mm:

- + Cát mịn (A) khoảng từ 8,1 % đến 56,3 %;
- + Cát nghiền (B) khoảng từ 91,9 % đến 43,7 %.
- Cách làm tương tự vẽ biểu đồ cho tất cả các cấp còn lại, được kết quả như sau:
  - + Với cấp từ 0,315 mm đến 0,63 mm, Cát mịn (A) từ 8,2 % đến 45,7 %, Cát nghiền (B) từ 91,8 % đến 54,3 %;
  - + Với cấp từ 0,14 mm đến 0,315 mm, Cát mịn (A) từ 0 % đến 87,0 %, Cát nghiền (B) từ 100 % đến 13,0 %.
- Khoảng chung cho tất cả các cấp hạt là (Hình D.4):
  - + Cát mịn (A) từ 31,5 % đến 45,7 %;
  - + Cát nghiền (B) từ 68,5 % đến 54,3 %.



**Hình D.4. Biểu đồ biểu diễn khoảng tỷ lệ chung cho tất cả các cấp hạt**

- Ví dụ chọn tỷ lệ hợp lý là cát mịn 45 % và cát nghiền là 55 % thì có bảng kết quả sau (Bảng D.2).

**Bảng D.2 – Bảng số liệu cát hỗn hợp sau khi phối hợp**

Loại cát	Lượng sót tích lũy, %, tương ứng với kích thước sàng mm							Mô đun độ lớn ( $M_n$ )
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	<0,14	
Cát mịn (A)	0	0	0,7	3,2	28,7	88,6	100	1,2
Cát nghiền (B)	0	29,2	65,1	75,9	95,5	99,3	100	3,7
Cát hỗn hợp	0	16,1	36,1	43,2	65,4	94,5	100	2,6
Yêu cầu kỹ thuật (TCVN 7570)	0	Từ 0 đến 20	Từ 15 đến 45	Từ 35 đến 70	Từ 65 đến 90	Từ 90 đến 100	100	-

### D.3. Phương pháp đại số

Dùng các công thức toán học để tìm ra tỷ lệ phối hợp của hai hay nhiều loại cốt liệu với nhau. Trong tiêu chuẩn này chỉ đề cập tới công thức tính toán cho hai loại cốt liệu.

Nội dung của phương pháp:

Tìm tỷ lệ phối hợp của hai loại cát khi cho biết trước số liệu về thành phần hạt của hai loại cát trong Bảng D.3 sau đây:

**Bảng D.3 – Bảng số liệu của các loại cát**

Loại cát	Lượng sót tích lũy, %, tương ứng với kích thước sàng mm							Mô đun độ lớn ( $M_n$ )
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	<0,14	
Cát A	$A_5$	$A_{2,5}$	$A_{1,25}$	$A_{1,63}$	$A_{0,315}$	$A_{0,14}$	$A_{<0,14}$	-
Cát B	$B_5$	$B_{2,5}$	$B_{1,25}$	$B_{1,63}$	$B_{0,315}$	$B_{0,14}$	$B_{<0,14}$	-
Yêu cầu kỹ thuật (TCVN 7570)	0	Từ 0 đến 20	Từ 15 đến 45	Từ 35 đến 70	Từ 65 đến 90	Từ 90 đến 100	100	-

## TCVN 10796:2015

Gọi  $x$  và  $y$  lần lượt là phần tỷ lệ phối hợp của loại cát A và loại cát B có trong hỗn hợp. Giải lần lượt các hệ bất phương trình sau để tìm các tỷ lệ phối hợp ứng với các kích thước sàng tương ứng:

- Khoảng phối hợp cho cấp hạt từ 2,5 mm đến 5 mm:

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ x.A_{2,5} + y.B_{2,5} \geq 0 \\ x.A_{2,5} + y.B_{2,5} \leq 20 \end{cases} \quad (38)$$

- Khoảng phối hợp cho cấp hạt từ 1,25 mm đến 2,5 mm:

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ x.A_{1,25} + y.B_{1,25} \geq 15 \\ x.A_{1,25} + y.B_{1,25} \leq 45 \end{cases} \quad (39)$$

- Khoảng phối hợp cho cấp hạt từ 0,63 mm đến 1,25 mm:

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ x.A_{0,63} + y.B_{0,63} \geq 35 \\ x.A_{0,63} + y.B_{0,63} \leq 70 \end{cases} \quad (40)$$

- Khoảng phối hợp cho cấp hạt từ 0,315 mm đến 0,63 mm:

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ x.A_{0,315} + y.B_{0,315} \geq 65 \\ x.A_{0,315} + y.B_{0,315} \leq 90 \end{cases} \quad (41)$$

- Khoảng phối hợp cho cấp hạt từ 0,14 mm đến 0,315 mm:

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ x.A_{0,14} + y.B_{0,14} \geq 90 \\ x.A_{0,14} + y.B_{0,14} \leq 100 \end{cases} \quad (42)$$

- Khoảng phối hợp cho cấp hạt từ nhỏ hơn 0,14 mm:

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ x.A_{<0,14} + y.B_{<0,14} \leq 100 \end{cases} \quad (43)$$

Cuối cùng tỷ lệ phối hợp  $x, y$  của hai loại cát A và B phải thỏa mãn đồng thời tất cả các công thức (38),(39),(40),(41),(42),(43).

### VÍ DỤ

Tìm tỷ lệ phối hợp của cát mịn và cát nghiền với các số liệu cho trước trong Bảng D.1.

Giải các hệ bất phương trình theo công thức (38),(39),(40),(41),(42),(43) được:

- Khoảng phối hợp cho cấp hạt từ 2,5 mm đến 5 mm.

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ x.0 + y.29,2 \geq 0 \\ x.0 + y.29,2 \leq 20 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x + y = 1 \\ \forall y \\ y \leq \frac{20}{29,2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x \geq 1 - \frac{20}{29,2} \\ \forall y \\ y \leq \frac{20}{29,2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x \geq 0,315 \\ y \leq 0,685 \end{cases}$$

- Khoảng phối hợp cho cấp hạt từ 1,25 mm đến 2,5 mm

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ x \cdot 0,7 + y \cdot 65,1 \geq 15 \\ x \cdot 0,7 + y \cdot 65,1 \leq 45 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0,312 \leq x \leq 0,778 \\ 0,222 \leq y \leq 0,688 \end{cases}$$

- Khoảng phối hợp cho cấp hạt từ 0,63 mm đến 1,25 mm.

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ x \cdot 3,2 + y \cdot 75,9 \geq 35 \\ x \cdot 3,2 + y \cdot 75,9 \leq 70 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0,081 \leq x \leq 0,563 \\ 0,437 \leq y \leq 0,919 \end{cases}$$

- Khoảng phối hợp cho cấp hạt từ 0,315 mm đến 0,63 mm.

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ x \cdot 28,7 + y \cdot 95,5 \geq 65 \\ x \cdot 28,7 + y \cdot 95,5 \leq 90 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0,082 \leq x \leq 0,457 \\ 0,543 \leq y \leq 0,918 \end{cases}$$

- Khoảng phối hợp cho cấp hạt từ 0,14 mm đến 0,315 mm.

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ x \cdot 88,6 + y \cdot 99,3 \geq 90 \\ x \cdot 88,6 + y \cdot 99,3 \leq 100 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x \leq 0,870 \\ y \geq 0,130 \end{cases}$$

Kết hợp lại các hệ bất phương trình trên được kết quả như sau:

$$\begin{cases} 0,315 \leq x \leq 0,457 \\ 0,543 \leq y \leq 0,685 \end{cases}$$

Vậy tỷ lệ phối hợp là:

+ Cát (A) từ 31,5 % đến 45,7 %;

+ Cát (B) từ 68,5 % đến 54,3 %.

## Phụ lục E

(Tham khảo)

### Các ví dụ tính thiết kế cấp phối bê tông

#### E.1 Ví dụ về thiết kế cấp phối bê tông sử dụng cát mịn và có cấp độ bền chịu nén B15

##### E.1.1 Yêu cầu

Thiết kế thành phần bê tông có cấp độ bền chịu nén B15, dùng làm dầm, tường cột bê tông cốt thép. Trạm trộn bê tông có hệ thống cân đong định lượng tự động, phương pháp đầm bê tông bằng máy. Vật liệu sử dụng như sau:

- Xi măng poóc lăng hỗn hợp PCB 40: hoạt tính thực tế xác định theo TCVN 6016:2011 là 42,5 MPa, khối lượng riêng  $\rho_x = 3,1 \text{ g/cm}^3$ ;
- Đá dăm: có đường kính hạt lớn nhất  $D_{\max} = 20 \text{ mm}$ , khối lượng thể tích  $\rho_d = 2,7 \text{ g/cm}^3$ , khối lượng thể tích xốp  $\rho_{vd} = 1500 \text{ kg/m}^3$ , độ hở giữa các hạt 45% chất lượng trung bình;
- Cát mịn: có mô đun độ lớn  $M_n = 1,0$ , khối lượng thể tích  $\rho_d = 2,65 \text{ g/cm}^3$ , chất lượng trung bình;
- Phụ gia: không sử dụng.

##### E.1.2 Các bước tính

###### E.1.2.1 Bước 1: Chọn độ sụt hợp lý của hỗn hợp bê tông

Theo Bảng A.1 chọn độ sụt của hỗn hợp bê tông từ 80 mm đến 90 mm.

###### E.1.2.2 Bước 2: Tính lượng nước trộn cho 1 m<sup>3</sup> bê tông

Theo Bảng A.2 với đá dăm  $D_{\max} = 20 \text{ mm}$ , cát có  $M_n = 1,0$  và độ sụt hỗn hợp bê tông từ 80 mm đến 90 mm có:

$$N = 210 \text{ kg}$$

###### E.1.2.3 Bước 3: Xác định tỷ lệ xi măng/nước (X/N)

Theo Phụ lục A của TCVN 5574:2012, từ cấp độ bền chịu nén B15 tra ra mác bê tông cần thiết kế  $M = 20 \text{ MPa}$ .

Lựa chọn hệ số an toàn  $K = 1,10$  tính ra cường độ nén  $R_n$  ở 28 ngày tuổi theo công thức:

$$R_n = M K = 20 \times 1,10 = 22 \text{ MPa}$$

Theo công thức (4):

$$\frac{X}{N} = \frac{R_n}{A R_x} + 0,5 = \frac{22}{0,42 \times 42,5} + 0,5 = 1,73$$

trong đó: chọn hệ số phụ thuộc phẩm chất cốt liệu  $A = 0,42$ .

**E.1.2.4 Bước 4: Xác định lượng dùng xi măng**

Theo công thức (6):

$$X = \frac{X}{N} N = 1,73 \times 210 = 363 \text{ kg}$$

**E.1.2.5 Bước 5: Xác định lượng đá dăm**

- Tính thể tích hồ xi măng theo công thức (8):

$$V_h = \frac{X}{r_x} + N = \frac{363}{3,1} + 210 = 327 \text{ L}$$

Tra Bảng A.3 với  $V_h = 327$  và mô đun của cát  $M_n = 1,0$  hệ số dư vữa  $K_d = 1,17$

- Lượng đá dăm tính theo công thức (10):

$$Đ = \frac{1000}{\frac{1000 r K_d}{r_{vd}} + \frac{1}{r_d}} = \frac{1000}{\frac{1000 \times 0,45 \times 1,17}{1500} + \frac{1}{2,7}} = 1385 \text{ kg}$$

**E.1.2.6 Bước 6: Xác định hàm lượng cát mịn**

Theo công thức (11):

$$C = 1000 - \frac{X}{r_x} + \frac{Đ}{r_d} + \frac{N}{r_n} + \frac{PG}{r_{pg}} r_c = 1000 - \frac{363}{3,1} + \frac{1385}{2,7} + \frac{210}{1} \times 2,65 = 425 \text{ kg}$$

**E.1.2.7 Bước 7: Lập 3 thành phần cấp phối định hướng**

Bằng cách tăng, giảm 10 % lượng xi măng đã tính ở trên và lặp lại cách tính ở bước 5, 6; được 3 thành phần cấp phối định hướng theo Bảng E.1.

**Bảng E.1 – Bảng cấp phối định hướng bê tông cấp B15**

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X kg	C kg	Đ kg	N kg	PG kg
Thành phần 1 - cơ sở	363	425	1385	210	-
Thành phần 2 - tăng 10% XM	399	412	1365	210	-
Thành phần 3 - giảm 10% XM	327	430	1408	210	-

## E.2 Ví dụ về thiết kế bê tông sử dụng cát mịn và có cấp độ bền chịu nén B40

### E.2.1 Yêu cầu

Thiết kế thành phần bê tông có cấp độ bền chịu nén B40, Độ sụt yêu cầu từ 90 mm đến 110 mm. Trạm trộn bê tông có hệ thống cân đong định lượng tự động. Vật liệu sử dụng như sau:

- Xi măng poóc lăng hỗn hợp PCB 40: hoạt tính thực tế xác định theo TCVN 6016:2011 là 48,0 MPa, khối lượng riêng  $\rho_x = 3,1 \text{ g/cm}^3$ ;
- Đá dăm: có đường kính hạt lớn nhất  $D_{\max} = 20 \text{ mm}$ ; khối lượng thể tích  $\rho_d = 2,70 \text{ g/cm}^3$ , khối lượng thể tích xốp  $\rho_{vd} = 1420 \text{ kg/m}^3$ , độ hở giữa các hạt 48 % chất lượng trung bình;
- Cát mịn: có mô đun độ lớn  $M_n = 1,4$ , khối lượng thể tích  $\rho_d = 2,68 \text{ g/cm}^3$ , chất lượng trung bình;
- Phụ gia: sử dụng phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate, liều lượng sử dụng 1,0 % xi măng, khả năng giảm nước 30 %, hàm lượng chất chất khô 40 %, khối lượng riêng  $\rho_{pg} = 1,1 \text{ g/cm}^3$ .

### E.2.2 Các bước tính

#### E.2.2.1 Bước 1: Chọn độ sụt hợp lý của hỗn hợp bê tông

Chọn độ sụt trong khoảng từ 90 mm đến 110 mm.

#### E.2.2.2 Bước 2: Tính lượng nước trộn cho 1 m<sup>3</sup> bê tông

Theo Bảng A.2 với đá dăm  $D_{\max} = 20 \text{ mm}$ , cát có  $M_n = 1,4$  và độ sụt hỗn hợp bê tông từ 90 mm đến 110 mm có :

$$N = 215 - 0,30 \times 215 = 150 \text{ kg}$$

#### E.2.2.3 Bước 3: Xác định tỷ lệ xi măng/nước (X/N)

Theo Phụ lục A của TCVN 5574:2012, từ cấp độ bền chịu nén B40 tra ra mác bê tông cần thiết kế  $M = 50 \text{ MPa}$ .

Khi không có các yêu cụ thể, ta có thể lựa chọn hệ số an toàn  $K = 1,10$ . Cường độ nén  $R_n$  ở 28 ngày tuổi:

$$R_n = M K = 50 \times 1,10 = 55 \text{ MPa}$$

Theo công thức (5):

$$\frac{X}{N} = \frac{R_n}{BR_x} - 0,5 = \frac{55}{0,32 \times 48,0} - 0,5 = 3,08$$

trong đó: hệ số phụ thuộc phẩm chất cốt liệu chọn  $B = 0,32$ .

#### E.2.2.4 Bước 4: Xác định lượng dùng xi măng và phụ gia

Theo công thức (6):

$$X = \frac{X}{N} N = 3,08 \times 150 = 462 \text{ kg}$$



Hiệu chỉnh: khi  $X > 400$  kg. Theo chú thích của Bảng A.2:

$$N_{hc} = N + (X - 400) \times \frac{1}{10} = 150 + (462 - 400) \times \frac{1}{10} = 156 \text{ kg}$$

$$X_{hc} = \frac{X}{N} N_{hc} = 3,08 \times 156 = 480 \text{ kg}$$

Hàm lượng phụ gia:

$$PG = \frac{1}{100} XM = \frac{1}{100} \times 480 = 4,80 \text{ kg}$$

Hàm lượng chất khô của phụ gia là 40 %.

Vậy lượng nước trộn thực tế là:  $N = 156 - 4,80 \times 0,6 = 153 \text{ kg}$

#### E.2.2.5 Bước 5: Xác định lượng đá dăm

- Tính thể tích hồ xi măng theo công thức (8):

$$V_h = \frac{X}{r_x} + N = \frac{480}{3,1} + 156 = 311 \text{ L}$$

Tra Bảng A.3 với  $V_h = 311$  và mô đun của cát  $M_n = 1,4$ : hệ số dư vữa  $K_d = 1,24$ .

- Lượng đá dăm tính theo công thức (10):

$$Đ = \frac{1000}{\frac{1000 r K_d}{r_{vd}} + \frac{1}{r_d}} = \frac{1000}{\frac{1000 \times 0,45 \times 1,24}{1420} + \frac{1}{2,7}} = 1265 \text{ kg}$$

#### E.2.2.6 Bước 6: Xác định hàm lượng cát

Theo công thức (11), lượng cát là:

$$C = 1000 - \frac{X}{r_x} + \frac{Đ}{r_d} + \frac{N}{r_n} + \frac{PG}{r_{pg}} = 1000 - \frac{480}{3,1} + \frac{1265}{2,7} + \frac{153}{1} + \frac{4,80}{1,1} \times 2,68 = 590 \text{ kg}$$

#### E.2.2.7 Bước 7: Lập 3 thành phần cấp phối định hướng

Bằng cách tăng, giảm 10 % lượng xi măng đã tính ở trên và lặp lại cách tính ở bước 5, 6, được 3 thành phần cấp phối định hướng theo Bảng E.2.

**Bảng E.2 – Bảng cấp phối định hướng bê tông cấp B40**

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X kg	C kg	Đ kg	N Kg	PG kg
Thành phần 1 - cơ sở	480	590	1260	153	4,80
Thành phần 2 - tăng 10% XM	528	550	1240	160	5,28
Thành phần 3 - giảm 10% XM	435	612	1285	151	4,35

**Phụ lục F**

(Tham khảo)

**Các ví dụ tính thiết kế cấp phối vữa cát mịn****F.1 Ví dụ về thiết kế cấp phối vữa xi măng - cát mịn mác M10****F.1.1 Yêu cầu**

Thiết kế thành phần vữa xi măng - cát mịn mác 10,0 MPa dùng để xây với các vật liệu sau đây:

Xi măng poóc lăng hỗn hợp PCB 40, hoạt tính  $R_x = 42,5$  MPa theo phương pháp tiêu chuẩn TCVN 6016:2011, khối lượng thể tích xốp  $\rho_{vx} = 1100$  kg/m<sup>3</sup>; cát mịn có mô đun độ lớn  $M_n = 1,6$ .

**F.1.2 Các bước tính**

- Tính lượng xi măng cho 1m<sup>3</sup> cát theo công thức (34)

$$Q_{xm} = \frac{R_v}{KR_x} 1000 = \frac{10,0}{0,8 \times 42,5} \times 1000 = 295 \text{ kg}$$

Trong đó:  $K = 0,8$  lấy theo Bảng B.1.

- Tính thêm hai thành phần với lượng xi măng lệch với  $Q_{xm} = 295$  kg; là 15 % sẽ có 3 thành phần vữa thí nghiệm là:

1.  $Q_{xm} = 295$ ;  $V_c = 1$  m<sup>3</sup>
2.  $Q_{xm} = 338$ ;  $V_c = 1$  m<sup>3</sup>
3.  $Q_{xm} = 250$ ;  $V_c = 1$  m<sup>3</sup>

- Thí nghiệm 3 thành phần này với lượng xi măng cho 5 L cát.

Lượng nước đưa vào từ từ tới khi thử độ lưu động, theo phương pháp bàn dẫn (TCVN 3121:2003) đạt yêu cầu là từ 165 mm đến 195 mm (theo Bảng 1 của TCVN 4314:2003).

Sau đó dùng hỗn hợp vữa này đúc mẫu cho mỗi thành phần để kiểm tra cường độ theo TCVN 3121:2003.

Cường độ trung bình ( $R_{28}$ ) của các tổ mẫu ở tuổi 28 ngày như sau:

- + Thành phần 1:  $R_{28} = 12,7$  MPa;
- + Thành phần 2:  $R_{28} = 14,8$  MPa;
- + Thành phần 3:  $R_{28} = 9,9$  MPa.

- Chọn thành phần 1 để thi công. Thành phần vữa được biểu thị theo tỷ lệ thể tích như sau:

$$V_x : V_c = 1 : \frac{1}{V_{xm}} = 1 : \frac{1}{27} = 1 : 3,7$$

trong đó  $V_{xm}$  được xác định theo công thức (36):

$$V_{xm} = \frac{Q_{xm}}{\rho_{vx}} = \frac{295}{1100} = 0,27 \text{ m}^3$$

---