

# TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

## TCVN 12208:2018

### CÓT LIỆU CHO BÊ TÔNG CẢN XẠ

#### *Aggregates for radiation-shielding concrete*

#### Lời nói đầu

**TCVN 12208:2018** được biên soạn trên cơ sở tham khảo ASTM C637-14, Standard specification for aggregates for radiation-shielding concrete (Cốt liệu cho bê tông cản xạ - Yêu cầu kỹ thuật) và ASTM C638-14, Descriptive nomenclature of constituents of aggregates for radiation-shielding concrete (Mô tả danh pháp các thành phần của cốt liệu cho bê tông cản xạ).

**TCVN 12208:2018** do Hội Bê tông Việt Nam 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.

### CÓT LIỆU CHO BÊ TÔNG CẢN XẠ

#### *Aggregates for radiation-shielding concrete*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho cốt liệu dùng trong bê tông cản xạ.

#### 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau 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 phiên bản mới nhất, bao gồm cả các bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

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

TCVN 7572-1:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử. Phần 1: Lấy mẫu.*

TCVN 7572-2:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử. Phần 2: Xác định thành phần hạt.*

TCVN 7572-4:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử. Phần 4: Xác định khối lượng riêng, khối lượng thể tích và độ hút nước.*

TCVN 7572-5:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử. Phần 5: Xác định khối lượng riêng, khối lượng thể tích và độ hút nước của đá gốc và hạt cốt liệu lớn.*

TCVN 7572-8:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử. Phần 8: Xác định hàm lượng bùn, bụi, sét trong cốt liệu và hàm lượng sét cục trong cốt liệu nhỏ.*

TCVN 7572-9:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử. Phần 9: Xác định tạp chất hữu cơ.*

TCVN 7572-12:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử. Phần 12: Xác định độ hao mòn khi va đập của cốt liệu lớn.*

TCVN 7572-14:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử. Phần 14: Xác định khả năng phản ứng kiềm - silic.*

TCVN 7572-15:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử. Phần 15: Xác định hàm lượng clorua.*

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

TCVN 10552:2014 (ISO 549:1981), *Quặng Mangan - Xác định hàm lượng nước liên kết - Phương pháp khối lượng.*

#### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

##### 3.1

##### **Bê tông cản xạ** (Radiation-shielding concrete)

Bê tông nặng có khả năng ngăn cản các loại bức xạ alpha, beta, tia gamma, tia X và neutron.

##### 3.2

##### **Cốt liệu cho bê tông cản xạ** (Aggregates for radiation-shielding concrete)

Cốt liệu đặc biệt có khối lượng riêng cao hoặc có chứa nước liên kết hoặc cả hai dùng để chế tạo bê tông cản xạ.

## 4 Phân loại

Cốt liệu cho bê tông cần xạ thuộc tiêu chuẩn này gồm các loại sau:

- Cốt liệu tự nhiên: các quặng, đá chứa chủ yếu các khoáng có khối lượng riêng cao, không hoặc có chứa nước liên kết như serpentin, limonit, gorit, barit, ilmenit, hematit, magnetit, v.v...
- Cốt liệu nhân tạo: sắt, thép, ferô photpho và frit bo hoặc các hợp chất khác của bo.

## 5 Yêu cầu kỹ thuật

### 5.1 Thành phần, khối lượng riêng và độ đồng nhất của cốt liệu

#### 5.1.1 Thành phần và khối lượng riêng của cốt liệu quy định tại Bảng 1.

**Bảng 1 - Thành phần và khối lượng riêng của cốt liệu<sup>a)</sup>**

Tên cốt liệu	Dạng, nguồn gốc	Thành phần hóa học chủ yếu <sup>b)</sup>	Khối lượng riêng, g/cm <sup>3</sup>
<b>Tự nhiên:</b>			
Serpentin <sup>c)</sup>	Đá dăm, quặng ngậm nước	Mg <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	2,4 ÷ 2,74
Limonit <sup>d)</sup>	Đá dăm, quặng sắt ngậm nước	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .H <sub>2</sub> O.nH <sub>2</sub> O	2,7 ÷ 4,3
Gorit <sup>d)</sup>	Đá dăm, quặng sắt ngậm nước	FeO(OH)	3,3 ÷ 4,5
Barit	Sỏi hoặc đá dăm	BaSO <sub>4</sub>	4,0 ÷ 4,5
Ilmenit	Đá dăm, quặng sắt	FeTiO <sub>3</sub>	4,2 ÷ 4,8
Hematit	Đá dăm, quặng sắt	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,6 ÷ 5,26
Magnetit	Đá dăm, quặng sắt	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	4,6 ÷ 5,2
<b>Nhân tạo:</b>			
Sắt	Từ sản xuất sắt, thép	Fe	6,5 ÷ 7,5
Ferô photpho <sup>e)</sup>	Tổng hợp	Fe <sub>n</sub> P	5,72 + 6,50
Frit bo <sup>f)</sup>	Tổng hợp	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , CaO	2,6 ÷ 28
Cacbit bo	Tổng hợp	B <sub>4</sub> C, B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , C	2,5
Canxi borit	Tổng hợp	CaB <sub>6</sub> , C	2,5
<sup>a)</sup> Mô tả thành phần cốt liệu khoáng tự nhiên và nhân tạo tham khảo Phụ lục A.			
<sup>b)</sup> Khi cần giảm thiểu việc tạo ra bức xạ thứ cấp tồn tại lâu trong tấm ngăn hoặc khi tránh sử dụng các vật liệu có độ phóng xạ vốn có, người mua cốt liệu cần quy định rõ giới hạn hàm lượng các yếu tố gây hại.			
<sup>c)</sup> Hàm lượng nước liên kết của serpentin từ 10 % đến 13 % theo khối lượng.			
<sup>d)</sup> Hàm lượng nước liên kết của limonit và gorit từ 8 % đến 12 % theo khối lượng.			
<sup>e)</sup> Ferô photpho khi được sử dụng trong bê tông xi măng poóc lăng sẽ tạo ra khí dễ cháy, có thể độc hại và có thể tạo ra áp lực cao nếu tích tụ.			
<sup>f)</sup> Hàm lượng nước liên kết của frit bo nhỏ hơn 0,5 % theo khối lượng.			

#### 5.1.2 Độ đồng nhất của cốt liệu

##### 5.1.2.1 Đối với khối lượng riêng

Khối lượng riêng của cốt liệu ở trạng thái bão hòa nước khô bề mặt của các chuyến hàng kế tiếp nhau không được khác biệt hơn 3 % so với mẫu thử tại nguồn đã được thỏa thuận. Khối lượng riêng trung bình của toàn bộ các chuyến hàng phải bằng hoặc lớn hơn mức yêu cầu tối thiểu của bên mua.

##### 5.1.2.2 Đối với nước liên kết

Đối với cốt liệu chứa nước liên kết, hàm lượng nước liên kết của các chuyến hàng kế tiếp nhau không được nhỏ hơn 95 % mức yêu cầu tối thiểu của bên mua. Hàm lượng nước liên kết trung bình của toàn bộ các chuyến hàng phải bằng hoặc cao hơn mức yêu cầu tối thiểu đó.

## 5.2 Thành phần hạt

### 5.2.1 Bê tông đổ theo phương pháp thông thường

Thành phần hạt cốt liệu của bê tông đổ theo phương pháp thông thường cần thỏa mãn yêu cầu quy định tại Bảng 2 và Bảng 3.

**Bảng 2 - Thành phần hạt của cốt liệu nhỏ (TCVN 9205:2012)**

Kích thước lỗ sàng, mm	Lượng sót tích lũy trên sàng, % theo khối lượng
2,5	0 ÷ 25
1,25	15 ÷ 50
0,63	35 ÷ 70
0,315	65 ÷ 90
0,14	80 ÷ 90

**CHÚ THÍCH:**

- Lượng sót riêng trên mỗi sàng không được lớn hơn 45 % theo khối lượng.
- Hàm lượng hạt lọt qua sàng có kích thước lỗ sàng 0,075 mm không lớn hơn 16 % theo khối lượng.

**Bảng 3 - Thành phần hạt của cốt liệu lớn (TCVN 7570:2006)**

Kích thước lỗ sàng, mm	Lượng sót tích lũy trên sàng, % khối lượng, ứng với kích thước hạt cốt liệu nhỏ nhất và lớn nhất						
	5 ÷ 10	5 ÷ 20	5 ÷ 40	5 ÷ 70	10 ÷ 40	10 ÷ 70	20 ÷ 70
100	-	-	-	-	-	-	-
70	-	-	-	0 ÷ 10	-	0 ÷ 10	0 ÷ 10
40	-	-	0 ÷ 10	40 ÷ 70	0 ÷ 10	40 ÷ 70	
20	-	0 ÷ 10	40 ÷ 70	-		-	90 ÷ 100
10	0 ÷ 10	40 ÷ 70	-	-	90 ÷ 100	90 ÷ 100	-
5	90 ÷ 100	90 ÷ 100	90 ÷ 100	90 ÷ 100	-	-	-

#### 5.2.2 Bê tông đổ theo phương pháp đổ cốt liệu trước

Thành phần hạt cốt liệu của bê tông đổ theo phương pháp đổ cốt liệu trước cần thỏa mãn quy định tại Bảng 4 và các yêu cầu tại Bảng 5.

**Bảng 4 - Thành phần hạt của cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ**

Kích thước lỗ sàng, mm	Lượng sót tích lũy trên sàng, % khối lượng	
	Nhóm 1 Kích thước danh nghĩa của hạt cốt liệu lớn nhất 40 mm	Nhóm 2 Kích thước danh nghĩa của hạt cốt liệu lớn nhất 20 mm
<b>Cốt liệu lớn</b>		
70	-	-
40	0 ÷ 5	-
20	20 ÷ 60	0 ÷ 10
10	55 ÷ 80	20 ÷ 45
5	90 ÷ 100	85 ÷ 100
<b>Cốt liệu nhỏ</b>		
2,5	-	-
1,25	0 ÷ 5	-
0,63	20 ÷ 45	5 ÷ 25
0,315	45 ÷ 70	35 ÷ 65
0,14	70 ÷ 90	60 ÷ 80
0,075	90 ÷ 100	90 ÷ 100
Môđun độ lớn	1,30 ÷ 2,10	1,00 ÷ 1,60

**Bảng 5 - Nhóm hạt theo khối lượng riêng của cốt liệu nhỏ**

Khối lượng riêng của cốt liệu nhỏ, g/cm <sup>3</sup>	Nhóm hạt cốt liệu	
	Cốt liệu lớn	Cốt liệu nhỏ

Nhỏ hơn hoặc bằng 3,0	Nhóm 1	Nhóm 1
Lớn hơn 3,0	Nhóm 1	Nhóm 2
Cả hai mức trên	Nhóm 2	Nhóm 2

**5.2.3** Khi sử dụng frit bo là một phần của cốt liệu nhỏ thì cần lựa chọn thành phần hạt sao cho 100 % lọt qua sàng có kích thước lỗ 5 mm và không lớn hơn 5 % lọt qua sàng có kích thước lỗ 0,63 mm.

#### **5.2.4** Môđun độ lớn

Môđun độ lớn của cốt liệu nhỏ phải thỏa mãn yêu cầu quy định tại Bảng 2 và Bảng 4 của tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH: Nếu môđun độ lớn của cốt liệu nhỏ chênh lệch hơn 0,2 so với giá trị môđun độ lớn của mẫu cốt liệu đã được chấp nhận theo đơn đặt hàng thì cốt liệu này sẽ bị loại bỏ nếu như không có các biện pháp thích hợp để điều chỉnh cấp phối bê tông.

### **5.3** Độ hao mòn khi va đập của cốt liệu lớn

Độ hao mòn khi va đập của cốt liệu lớn không lớn hơn 50 % theo khối lượng khi thí nghiệm trong máy Los Angeles.

CHÚ THÍCH: Cốt liệu lớn không đáp ứng yêu cầu này vẫn có thể sử dụng được, với điều kiện cấp phối đã lựa chọn cho công trình có cường độ bê tông đáp ứng yêu cầu.

### **5.4** Tạp chất có hại

#### **5.4.1** Cốt liệu nhỏ

**5.4.1.1** Hàm lượng sét cục không lớn hơn 2 % (TCVN 9205:2012).

**5.4.1.2** Hàm lượng clorua (ion Cl<sup>-</sup> tan trong axit) thỏa mãn quy định tại Điều 3.8 TCVN 9205:2012.

**5.4.1.3** Khả năng phản ứng kiềm-silic nằm trong vùng cốt liệu vô hại theo Điều 3.9 TCVN 9205:2012.

#### **5.4.2** Cốt liệu lớn

**5.4.2.1** Hàm lượng bùn, bụi, sét thỏa mãn quy định tại Điều 4.2.2 TCVN 7570:2006.

**5.4.2.2** Hàm lượng clorua (ion Cl<sup>-</sup> tan trong axit) thỏa mãn quy định tại Điều 4.2.8 TCVN 7570:2006.

**5.4.2.3** Khả năng phản ứng kiềm-silic nằm trong vùng cốt liệu vô hại theo Điều 4.2.9 TCVN 7570:2006.

**5.4.2.4** Tạp chất hữu cơ trong cốt liệu không thắm hơn màu chuẩn, khi xác định theo phương pháp so màu.

**5.4.3** Hàm lượng chất tan trong nước của frit bo không lớn hơn 2,0 % theo khối lượng.

CHÚ THÍCH: Giới hạn này áp dụng cho hỗn hợp bê tông có hàm lượng frit bo trong 1 m<sup>3</sup> không lớn hơn 300 kg.

## **6** Phương pháp thử

### **6.1** Lấy mẫu

- Lấy mẫu thử theo TCVN 7572-1:2006.

- Khối lượng mẫu để xác định khối lượng riêng và thành phần hạt lấy xấp xỉ bằng khối lượng quy định nhân với hệ số (khối lượng riêng/2,65), trong đó dùng giá trị khối lượng riêng cao hơn nêu trong Bảng 1.

Khi hệ số (khối lượng riêng/2,65) nhỏ hơn 1 thì khối lượng mẫu thử lấy bằng khối lượng quy định.

### **6.2** Xác định khối lượng riêng

- Cốt liệu nhỏ theo TCVN 7572-4:2006;

- Cốt liệu lớn theo TCVN 7572-5:2006.

### **6.3** Xác định thành phần hạt

Theo TCVN 7572-2:2006.

### **6.4** Xác định độ hao mòn khi va đập của cốt liệu lớn

Theo TCVN 7572-12:2006.

### **6.5** Xác định hàm lượng bùn, bụi, sét trong cốt liệu và hàm lượng sét cục trong cốt liệu nhỏ

Theo TCVN 7572-8:2006.

### **6.6** Xác định hàm lượng clorua

Theo TCVN 7572-15:2006.

## 6.7 Xác định khả năng phản ứng kiềm-silic

Theo TCVN 7572-14:2006.

## 6.8 Xác định tạp chất hữu cơ trong cốt liệu lớn

Theo TCVN 7572-9:2006.

## 6.9 Xác định hàm lượng nước liên kết của cốt liệu ngậm nước

Theo TCVN 10552:2014 (ISO 549:1981).

Khi thử nghiệm theo tiêu chuẩn này, nhiệt độ sấy và nung cốt liệu ngậm nước theo quy định tại Bảng 6.

**Bảng 6 - Nhiệt độ sấy và nung khi xác định nước liên kết**

Cốt liệu ngậm nước	Nhiệt độ sấy (°C)	Nhiệt độ nung (°C)
Quặng sắt	110	500
Quặng serpentin	300	900

## 6.10 Xác định hàm lượng chất tan trong nước của frit bo

### 6.10.1 Nguyên tắc

Mẫu thử được sấy đến khối lượng không đổi, sau đó ngâm trong nước. Từ sự giảm khối lượng tính ra hàm lượng chất tan trong nước của frit bo.

### 6.10.2 Lấy mẫu

Theo 6.1.

### 6.10.3 Thiết bị, dụng cụ

**6.10.3.1 Cân kỹ thuật**, độ chính xác 0,01g;

**6.10.3.2 Chày**, cối bằng đồng và bằng sứ;

**6.10.3.3 Sàng** có kích thước lỗ 0,63 mm và 0,315 mm;

**6.10.3.4 Tủ sấy**, có bộ phận điều chỉnh và ổn định ở nhiệt độ  $(125 \pm 10) ^\circ\text{C}$ ;

**6.10.3.5 Bếp điện**;

**6.10.3.6 Cốc thủy tinh** dung tích 200 mL, 250 mL, 300 mL;

**6.10.3.7 Phễu thủy tinh**;

**6.10.3.8 Giấy lọc** định lượng không tro chảy nhanh (đường kính lỗ trung bình khoảng 0,02 mm)

**6.10.3.9 Nước cất.**

### 6.10.4 Chuẩn bị mẫu

Mẫu được đập sơ bộ và rút gọn theo phương pháp chia tư để lấy  $(10 \div 20)$  g làm mẫu thử. Nghiền mẫu thử đến độ mịn dưới sàng kích thước lỗ 0,63 mm, trên sàng kích thước lỗ 0,315 mm. Trước khi tiến hành thử, mẫu được sấy ở  $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$  đến khối lượng không đổi và để nguội ở nhiệt độ phòng.

### 6.10.5 Cách tiến hành

Cân khoảng 5 g mẫu đã sấy khô, độ chính xác 0,01 g ( $m_1$ ) cho vào cốc thủy tinh dung tích 200 mL, cho thêm 100 mL nước cất vào cốc, ngâm mẫu 16 h. Lọc, rửa mẫu qua phễu thủy tinh và giấy lọc với khoảng 200 mL nước cất nóng  $(70 \pm 5) ^\circ\text{C}$ . Đốt giấy lọc chứa cặn và sấy phần còn lại trong cốc thủy tinh ở  $(125 \pm 10) ^\circ\text{C}$  trong 1 h. Cân lượng vật liệu thu được sau sấy ( $m_2$ ) với độ chính xác 0,01 g.

CHÚ THÍCH: Nên xác định trước khối lượng của cốc thủy tinh sẽ đựng phần cặn để sấy.

### 6.10.6 Tính kết quả

Hàm lượng chất tan trong nước của frit bo ( $W$ ), biểu thị bằng phần trăm khối lượng, lấy chính xác đến 0,1 %, được tính theo công thức (1);

$$\%W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100 \quad (1)$$

trong đó:

$m_1$ - khối lượng mẫu khô trước khi ngâm nước, tính bằng gam (g);

$m_2$ - khối lượng mẫu khô sau khi ngâm nước, tính bằng gam (g).

Kết quả là giá trị trung bình cộng kết quả của hai mẫu thử song song sai lệch không quá 0,3 %.

#### 6.10.7 Báo cáo thử nghiệm

Trong báo cáo thử nghiệm cần ghi rõ:

- Ngày, giờ lấy mẫu và thử nghiệm;
- Nơi lấy mẫu;
- Tên và địa chỉ cơ quan thử nghiệm;
- Địa điểm thử nghiệm;
- Hàm lượng chất tan trong nước của frit bo;
- Nhiệt độ và độ ẩm không khí trong quá trình thử nghiệm;
- Viện dẫn tiêu chuẩn này;
- Chữ ký của người thử nghiệm.

### 7 Vận chuyển và bảo quản

#### 7.1 Vận chuyển

7.1.1 Mỗi chuyến hàng phải có phiếu kiểm tra chất lượng kèm theo, trong đó ghi rõ:

- tên và địa chỉ, điện thoại, fax của cơ sở cung cấp cốt liệu;
- loại cốt liệu;
- số chuyến hàng và khối lượng;
- kết quả thử nghiệm các chỉ tiêu của cốt liệu theo tiêu chuẩn này.

7.1.2 Cốt liệu có thể được vận chuyển bằng xà lan, tàu hỏa, ô tô hoặc bằng các phương tiện khác không gây ảnh hưởng xấu đến các tính chất cơ, lý, hóa và phải để riêng từng loại, từng cỡ hạt (nếu có).

#### 7.2 Bảo quản

Khi bảo quản, phải để cốt liệu riêng từng loại và từng cỡ hạt (nếu có) trong kho có mái che hoặc ở sân bãi nơi khô ráo.

### Phụ lục A

(tham khảo)

#### Mô tả danh pháp các thành phần của cốt liệu cho bê tông cảnh xạ

##### A.1 Khoáng vật sắt và quặng

**A.1.1 Hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ):** Độ cứng 5 ÷ 6 theo thang Mohs. Khối lượng riêng 5,26 g/cm<sup>3</sup> đối với khoáng sạch. Màu sắc thay đổi từ đỏ nhạt tới đỏ đậm tới ghi xám. Ánh thay đổi từ màu kim loại tới mờ đục. Màu vết vạch: đỏ nhạt hoặc nâu đỏ. Không có từ tính.

- **Quặng Hematit:** Quặng có thành phần chính là Hematit và có sự thay đổi khối lượng riêng, độ cứng, độ chặt, lượng tạp chất, mức độ phong hóa. Nó phù hợp để làm cốt liệu bê tông. Quặng hematit là nguồn khoáng sản sắt được khai thác nhiều nhất.

**A.1.2 Ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$ ):** Độ cứng 5 tới 6, khối lượng riêng (4,68 ÷ 4,76) g/cm<sup>3</sup> đối với khoáng không lẫn tạp chất. Màu sắc: đen, có ánh kim loại, có từ tính yếu.

- **Quặng Ilmenit:** Các mỏ quặng Ilmenite có thể gồm các tinh thể lớn, khối lớn, những loại đá cứng. Nhiều mỏ chứa Ilmenite là khoáng chính. Các tạp chất chủ yếu gồm các thành phần của đá gabro onorthositic.

**A.1.3 Lepidocrocit [ $\text{FeO}(\text{OH})$ ]:** Độ cứng 5, khối lượng riêng khoáng sạch 4,09g/cm<sup>3</sup>. Màu thay đổi từ đỏ sẫm tới nâu đỏ. Màu vết vạch: cam mờ. Lepidocrocit và gozit có thể xuất hiện cùng nhau và từ đỏ sẫm tới nâu đỏ. Màu vết vạch: cam mờ. Lepidocrocit và gozit có thể xuất hiện cùng nhau và lepidocrocit có thể là một thành phần của quặng gozit và quặng limonit.

**A.1.4 Gozit [ $\text{FeO}(\text{OH})$ ]:** Có thành phần hóa học giống Lepidocrocit nhưng kết tinh dạng khác. Độ cứng từ 5 đến 5,5. Khối lượng riêng (4,27 ÷ 4,29) g/cm<sup>3</sup> đối với quặng sạch và (3,3 ÷ 4,3) g/cm<sup>3</sup> đối với quặng lẫn tạp chất. Màu thay đổi theo hình dạng tinh thể, từ nâu đen ánh kim loại, ... tới màu tối hoặc mờ. Gozit lẫn tạp chất có màu nâu vàng tới nâu đỏ. Màu vết vạch: vàng nâu tới vàng nhạt.

- **Quặng Gozit:** Có các dạng từ đá lớn cứng đến đá vụn mềm. Những thay đổi này thường xuyên xảy ra.

**A.1.5 Limonit:** Là tên chung ôxit sắt ngậm nước của gozit có thành phần hợp tinh chưa được xác định, có nước hấp thụ và mao dẫn. Khối lượng riêng (2,7 ÷ 4,3) g/cm<sup>3</sup>; màu đen nâu tới vàng. Limonit

chứa hàm lượng sắt cao thường ở trong quặng sắt nâu. Thông thường quặng này còn lẫn cát, silica coloid, sét và tạp chất khác.

**A.1.6 Magnetit ( $Fe_3O_4$ ):** Độ cứng 5,5 ÷ 6,5. Khối lượng riêng 5,17 g/cm<sup>3</sup> đối với khoáng sạch. Từ tính mạnh. Màu đen, có ánh kim hoặc bán kim. Màu vết vạch: đen.

- **Quặng Magnetit:** Quặng có dạng đặc chắc, rắn; thường hạt thô với một số tạp chất. Quặng magnetit được kết hợp với các loại đá biến chất, macma, trầm tích, và do đó có thể bao gồm nhiều loại đá hình thành khác nhau và các khoáng vật phụ.

## A.2 Khoáng vật Bari

**A.2.1 Witherit ( $BaCO_3$ ):** Độ cứng từ 3 đến 3,5. Khối lượng riêng 4,29 g/cm<sup>3</sup> đối với khoáng sạch. Màu: không màu tới trắng, xám hoặc xanh nhạt. Giống như canxit và aragonit, witherit bị phân hủy và bay hơi bởi axit HCl loãng. Witherit là khoáng bari phổ biến thứ hai cùng với barit và galen.

**A.2.2 Barit ( $BaSO_4$ ):** Độ cứng từ 3 đến 3,5. Khối lượng riêng 4,50 g/cm<sup>3</sup> đối với khoáng sạch. Màu: từ không màu tới trắng, xanh nhạt. Quặng barit tập trung ở vùng đá trầm tích. Nơi nó xuất hiện, thường kèm theo đất sét hoặc một khoáng vật canxi sunphat (thạch cao, anhydrit) hoặc cả hai. Mặc dù barit thường bị phong hóa vẫn có barit sạch làm cốt liệu.

## A.3 Fero photpho

**A.3.1 Fero photpho,** một vật liệu được tạo thành khi sản xuất photpho, có thành phần là hỗn hợp của sắt photphit, được sử dụng làm cốt liệu lớn và nhỏ cho bê tông cần xạ. Khối lượng riêng phổ biến trong khoảng (5,72 ÷ 6,50) g/cm<sup>3</sup> cho cốt liệu lớn. Cốt liệu lớn này có thể kéo dài thời gian đông kết của bê tông. Fero photpho trong bê tông giải phóng khí dễ cháy và có thể độc hại; nó có thể tạo áp suất cao nếu bị dồn nén.

**A.3.2** Một số sắt photphit khác gồm  $Fe_2P$  màu xám bạc tới xám xanh (khối lượng riêng 6,50 g/cm<sup>3</sup>);  $FeP_2$  (khối lượng riêng 5,07 g/cm<sup>3</sup>) và  $Fe_3P$ ,  $FeP$ .

## A.4 Vật liệu chứa bo

**A.4.1** Các tia gama xuất phát từ neutron bị giữ lại bởi các đồng vị nhẹ của Bo, Bo-10, nhiều hơn so với khi bị giữ lại bởi hydrogen. Vì nguyên nhân này bo và các hợp chất của bo thường được sử dụng để ngăn cản neutron. Trong bê tông cần xạ thường dùng borax hoặc frit bo. Cả hai vật liệu này gây ra chậm đông kết bê tông, điều này có thể khắc phục bằng cách sử dụng phụ gia (đông kết nhanh). Kinh nghiệm ghi nhận ở Hoa Kỳ cho thấy khi sử dụng cốt liệu frit bo chi phí cao hơn sử dụng borax; nhưng do tính đồng nhất của frit bo cao hơn, cho phép kiểm soát tốt và hiệu quả các tính chất của bê tông.

**A.4.2** Khoáng sản có nguồn gốc thương mại quan trọng của bo chủ yếu là borax chứa natri, canxi và magiê, kết tủa từ nước trong khu vực núi lửa khô cạn hoặc các sản phẩm thay đổi của kết tủa đó (Bảng A.1). Đất sét, thạch cao và các muối khoáng được tìm thấy trong quặng borax. Dùng quặng borax có chứa các tạp chất này trong bê tông cần xạ có thể ảnh hưởng tới cường độ, thời gian đông kết và tính công tác của bê tông.

**Bảng A.1 - Khoáng vật Bo quan trọng trong thương mại**

Tên khoáng vật	Thành phần hóa học	Độ hòa tan trong nước lạnh	Nơi sản xuất
Borax	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	1,6 g/100 mL ở 10°C: 3,86 g/100 mL ở 30°C	Mỹ, Argentina, Chile
Kernit	$Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$	hòa tan chậm	Mỹ, Argentina
Colemanit	$Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$	0,09 g/100 mL	Mỹ, Thổ Nhĩ Kỳ, Nga
Ulexit	$NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$	phân hủy và mất $Na_2O$	Mỹ, Thổ Nhĩ Kỳ, Nga, Argentina, Chile
Sassolit (axit boric)	$H_3BO_3$	5,15 g/100 mL	Italia
Tricalconit	$Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$	Như borax	
Priceit	$Ca_4B_{10}O_{19} \cdot 7H_2O$	không hòa tan	Thổ Nhĩ Kỳ, Nga, Mỹ
Inyoit	$Ca_2B_6O_{11} \cdot 13H_2O$	hòa tan ít	Nga, Mỹ
Hydroboracit	$CaMgB_6O_{11} \cdot 6H_2O$	hòa tan ít	Nga
Szabibelyit	$(Mg, Mn)(BO_2)(OH)$	không hòa tan	Nga

**A.4.3** Sự sản xuất các vật liệu chứa bo ở Hoa Kỳ chủ yếu từ borax thu được từ nước mặn tự nhiên tại hồ Searles. Quặng borat Thổ Nhĩ Kỳ, còn gọi là canxitbo (ulexit và colemanit hoặc hỗn hợp của cả hai) đã được sử dụng trong bê tông cần xạ ở Đức và Nhật Bản.

**A.4.4** Khoáng vật bo ổn định và không hòa tan thường không có sẵn với số lượng lớn để sử dụng cho cốt liệu, trừ các trường hợp ngoại lệ được mô tả dưới đây:

**A.4.4.1** Paigeit [(Fe<sup>++</sup>Mg)Fe<sup>+++</sup>BO<sub>5</sub>]: Độ cứng 5. Khối lượng riêng (3,6 ÷ 4,7) g/cm<sup>3</sup>. Màu đen như than hoặc xanh đen và không hòa tan trong nước. Nó là khoáng vật hình thành ở nhiệt độ cao cùng với Magnetit trong đá biến chất. Paigeit được sử dụng làm cốt liệu nặng chứa bo ở Nhật Bản.

**A.4.4.2** Tuốcmalin [Na(Mg,Fe,Mn,Li,Al)<sub>3</sub>Al<sub>6</sub>[Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>].(BO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(OH,F)<sub>4</sub>]: Độ cứng 7 và khối lượng riêng (3,03 ÷ 3,25) g/cm<sup>3</sup>. Màu sắc dao động rộng, nhưng thông thường có màu nâu hoặc đen. Đó là đặc trưng một khoáng vật dạng granit, pegmatit nhưng vẫn tồn tại như một khoáng vật trầm tích. Bê tông sử dụng cốt liệu lớn serpentinit và cốt liệu nhỏ là cát chứa tuốcmalin có khả năng ngăn cản neutron một cách hiệu quả.

## **A.5 Frit bo**

Frit bo là thủy tinh tổng hợp trong suốt, không màu, được sản xuất khi nấu chảy và làm nguội phối liệu thích hợp, được sử dụng làm men ceramic. Frit bo có nhiều thành phần, nhưng hữu ích nhất trong bê tông cản xạ là loại có chứa can xi, một lượng tương đối cao silic, nhôm và một lượng nhỏ kiềm.

## **MỤC LỤC**

Lời nói đầu

1 Phạm vi áp dụng

2 Tài liệu viện dẫn

3 Thuật ngữ và định nghĩa

4 Phân loại

5 Yêu cầu kĩ thuật

5.1 Thành phần, khối lượng riêng và độ đồng nhất của cốt liệu

5.2 Thành phần hạt

5.3 Độ hao mòn khi va đập của cốt liệu lớn

5.4 Tạp chất có hại

6 Phương pháp thử

6.1 Lấy mẫu

6.2 Xác định khối lượng riêng

6.3 Xác định thành phần hạt

6.4 Xác định độ hao mòn khi va đập của cốt liệu lớn

6.5 Xác định hàm lượng bùn, bụi, sét trong cốt liệu và hàm lượng sét cục trong cốt liệu nhỏ

6.6 Xác định hàm lượng clorua

6.7 Xác định khả năng phản ứng kiềm-silic

6.8 Xác định tạp chất hữu cơ trong cốt liệu lớn

6.9 Xác định hàm lượng nước liên kết của cốt liệu ngậm nước

6.10 Xác định hàm lượng chất tan trong nước của trit bo

7 Vận chuyển và bảo quản

7.1 Vận chuyển

7.2 Bảo quản

Phụ lục A (tham khảo): Mô tả danh pháp các thành phần của cốt liệu cho bê tông cản xạ