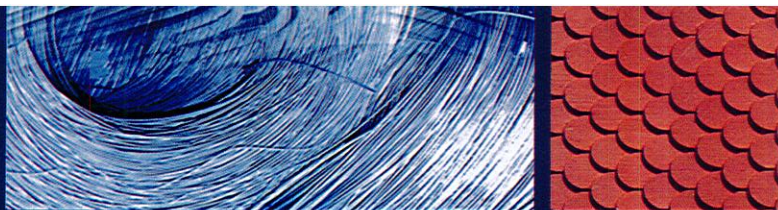
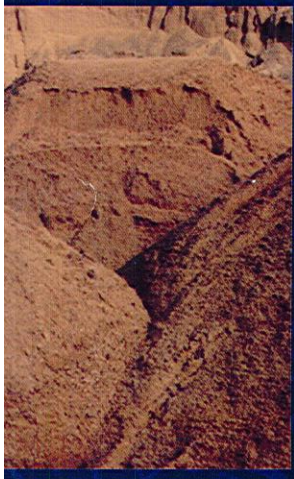


**KT-2.151**

ThS. PHAN THẾ VINH (Chủ biên)  
ThS. TRẦN HỮU BẰNG



# GIÁO TRÌNH VẬT LIỆU XÂY DỰNG



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



THƯ VIỆN  
HUBT

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ







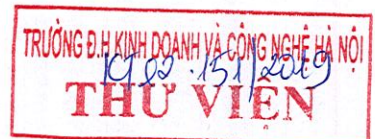
**THƯ VIỆN  
HUBT**

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ

ThS. PHAN THẾ VINH (chủ biên)  
ThS. TRẦN HỮU BẰNG

# GIÁO TRÌNH VẬT LIỆU XÂY DỰNG

(Tái bản)



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG  
HÀ NỘI - 2018





**THƯ VIỆN  
HUBT**

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ



## LỜI MỞ ĐẦU

Việc tìm hiểu và ứng dụng các loại vật liệu xây dựng là một nhu cầu thường xuyên của các nhà xây dựng, các kiến trúc sư, kỹ sư xây dựng, các đơn vị sản xuất vật liệu xây dựng, cũng như các cán bộ giảng dạy, sinh viên chuyên ngành kỹ thuật xây dựng và các đối tượng quan tâm khác.

Để đáp ứng được nhu cầu đó, cuốn **Giáo trình Vật liệu xây dựng** này được biên soạn nhằm mục đích:

Thứ nhất, phục vụ cho việc giảng dạy và học tập cho các ngành kỹ thuật xây dựng bậc đại học.

Thứ hai, là nguồn tài liệu cần thiết cho các cán bộ kỹ thuật các ngành liên quan đến xây dựng tham khảo, tìm hiểu các tính chất, các yêu cầu kỹ thuật, quá trình sản xuất, những đặc điểm và phạm vi sử dụng... phục vụ cho việc sử dụng, thi công và giám sát chất lượng công trình.

Giáo trình được soạn theo chương trình đào tạo bậc đại học xây dựng do Bộ Xây dựng ban hành. Tác giả đã bám sát các yêu cầu kỹ thuật của hệ thống tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam và tiêu chuẩn nước ngoài có liên quan. Nội dung bao gồm:

Chương 1. Các đặc tính kỹ thuật của vật liệu xây dựng

Chương 2. Vật liệu đá thiên nhiên

Chương 3. Vật liệu gốm xây dựng

Chương 4. Các chất kết dính vô cơ

Chương 5. Bê tông dùng chất kết dính vô cơ

Phụ lục 1. Định mức cấp phối hỗn hợp bê tông thông dụng

Chương 6. Vữa xây dựng

Phụ lục 2. Định mức cấp phối hỗn hợp vữa xây dựng thông dụng

Chương 7. Vật liệu gỗ

Chương 8. Chất kết dính hữu cơ

Chương 9. Bê tông atphan

Chương 10. Vật liệu kim loại

Chương 11. Vật liệu kính xây dựng

Chương 12. Các loại vật liệu khác (vật liệu không nung, vật liệu cách nhiệt, vật liệu chất dẻo...)

*Phần phụ lục cuối giới thiệu về khối lượng thể tích, khối lượng riêng, hệ số dẫn nhiệt... của một số vật liệu thông dụng; chuyển đổi đơn vị; danh mục các tiêu chuẩn về yêu cầu kỹ thuật vật liệu xây dựng.*

*Bên cạnh những nội dung trên, phần cuối chương bê tông và vữa xây dựng có phần phụ lục về các thành phần cấp phối của bê tông và vữa xây dựng thông dụng dùng để lập định mức dự toán, lập kế hoạch, quản lý và sử dụng vật tư...*

*Hy vọng cuốn **Giáo trình Vật liệu xây dựng** này sẽ bổ ích cho người sử dụng và được xem như là một người bạn đồng hành của các nhà xây dựng công trình. Tuy nhiên, đã có nhiều cố gắng, nhưng chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót, vì vậy rất mong nhận được sự góp ý và phê bình của độc giả. Xin chân thành cảm ơn.*

**Tác giả**

# CHƯƠNG MỞ ĐẦU

## 1. TẦM QUAN TRỌNG CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Vật liệu xây dựng có vai trò rất quan trọng và cần thiết trong các công trình xây dựng, nó quyết định chất lượng, tuổi thọ, mỹ thuật và giá thành của công trình. Chất lượng của vật liệu ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng công trình, nên ngành vật liệu xây dựng luôn được chú trọng đầu tư và phát triển. Nhờ vậy, cho đến nay nhiều thiết bị sản xuất vật liệu xây dựng được cải tiến và thay đổi, công nghệ mới được đưa vào hoạt động tạo ra nhiều sản phẩm mới làm thay đổi sâu sắc bộ mặt của ngành vật liệu xây dựng, từng bước đã hòa nhập được vào trình độ chung của khu vực và thế giới.

Về chi phí vật liệu xây dựng trong công trình chiếm một tỉ lệ tương đối lớn trong tổng giá thành xây dựng. Cụ thể, đối với các công trình dân dụng và công nghiệp chi phí có thể chiếm đến 80%; đối với các công trình giao thông đến 75%; đối với các công trình thủy lợi có thể chiếm đến 55%.

## 2. SƠ LƯỢC TÌNH HÌNH PHÁT TRIỂN NGÀNH SẢN XUẤT VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Thời xưa loài người đã biết dùng những loại vật liệu đơn giản có trong thiên nhiên như đất, rơm rạ, đá, gỗ... để xây dựng nhà cửa, cầu cống, nơi trú ẩn... Người ta đã biết dùng đến đất sét, gạch mộc, rồi dần dần về sau đã biết dùng gạch ngói bằng đất sét nung.

Theo thời gian, con người biết dùng một số chất kết dính rắn trong không khí như đất sét, vôi, mật mía, thạch cao... để gắn các vật liệu rời rạc như cát, gạch, đá lại với nhau thành khối, tảng ...

Do nhu cầu xây dựng những công trình tiếp xúc với nước và nằm trong nước, người ta đã dần dần nghiên cứu tìm ra những chất kết dính mới, có khả năng rắn trong nước, đầu tiên là chất kết dính hỗn hợp gồm vôi rắn trong không khí với chất phụ gia hoạt tính, sau đó phát minh ra vôi thủy và đến đầu thế kỷ 19 thì phát minh ra xi măng Pooc lăng.

Đến thời kỳ này người ta cũng đã sản xuất và sử dụng nhiều loại vật liệu kim loại, bê tông cốt thép, bê tông ứng lực trước, gạch không nung...



Hiện nay trên thế giới đã đạt đến trình độ cao về công nghệ sản xuất và sử dụng vật liệu xây dựng. Áp dụng nhiều phương pháp công nghệ tiên tiến nhiều sản phẩm mới ra đời đạt hiệu quả kinh tế và yêu cầu chất lượng như vật liệu gốm nung bằng lò tuy - nen, xi măng nung bằng lò quay với nhiên liệu lỏng hoặc khí, cấu kiện bê tông ứng lực trước với kích thước lớn, vật liệu ốp lát tráng men, gạch granite ép bán khô, đá ốp lát, vật liệu composite,...

Ở Việt Nam, từ xưa đã có những công trình bằng gỗ, gạch đá xây dựng rất tinh vi, ví dụ công trình đá Thành nhà Hồ (Thanh Hóa), công trình đất Cổ Loa (Đông Anh - Hà Nội). Nhưng trong suốt thời kỳ phong kiến thực dân thống trị, kỹ thuật về vật liệu xây dựng (VLXD) không được đúc kết, đề cao và phát triển, sau chiến thắng thực dân Pháp (1954) và nhất là từ khi ngành xây dựng Việt Nam ra đời (29-4-1958) đến nay ngành công nghiệp VLXD đã phát triển nhanh chóng. Trong 45 năm, từ những VLXD truyền thống như gạch, ngói, đá, cát, xi măng, ngày nay ngành VLXD Việt Nam đã bao gồm hàng trăm chủng loại vật liệu khác nhau, từ vật liệu thông dụng nhất đến vật liệu cao cấp với chất lượng tốt, có đủ các mẫu mã, kích thước, màu sắc đáp ứng nhu cầu xây dựng trong nước và hướng ra xuất khẩu.

Nhờ có đường lối phát triển kinh tế đúng đắn của Đảng, ngành VLXD đã là ngành đi trước một bước, phát huy tiềm năng, nội lực sử dụng nguồn tài nguyên phong phú, đa dạng với sức lao động dồi dào, hợp tác, liên doanh, liên kết trong và ngoài nước, ứng dụng công nghệ tiên tiến, kỹ thuật hiện đại của thế giới vào hoàn cảnh cụ thể của nước ta, đầu tư, liên doanh với nước ngoài xây dựng nhiều nhà máy mới trên khắp ba miền như: xi măng Bút Sơn (1,4 tr tấn/năm), xi măng Bỉm Sơn (1,2 tr tấn/năm), xi măng ChinFon - Hải Phòng (1,4 tr tấn/năm), xi măng Holcim (1,76 tr tấn/năm), xi măng Nghi Sơn (2,27 triệu tấn/năm), xi măng Hà Tiên (1,5 tr tấn/năm),... Về gốm sứ xây dựng nhà máy ceramic Hữu Hưng, Thanh Trì, Thạch Bàn, Việt Trì, Đà Nẵng, Đồng Tâm, Taicera, ShiJa... Các sản phẩm rất đa dạng về chủng loại, phát triển các sản phẩm có kích thước lớn, sản phẩm ốp lát phù hợp với vùng khí hậu nhiệt đới ẩm nước ta.

Một thành tựu quan trọng trong ngành Gốm sứ xây dựng là sự phát triển đột biến của sứ vệ sinh. Hai nhà máy sứ Thiên Thanh, Thanh Trì đã nghiên cứu sản xuất sứ từ nguyên liệu trong nước, tự vay vốn đầu tư trang bị dây chuyền công nghệ tiên tiến, thiết bị hiện đại đưa sản lượng hai nhà máy lên 800.000 sản phẩm/năm. Nếu kể cả sản lượng của các liên doanh thì năm 1997 đã sản xuất được 1.026 triệu sản phẩm sứ vệ sinh có chất lượng cao.

Về Thủy tinh xây dựng, năng lực sản xuất kính xây dựng ở nước ta đến năm 2000 khoảng 32,8 triệu m<sup>2</sup>/năm, trong đó nhà máy kính Đáp Cầu khoảng 4,8 triệu m<sup>2</sup>/năm, nhà máy kính Quế Võ khoảng 28 triệu m<sup>2</sup>/năm. Các sản phẩm kính rất đa

dạng như kính phẳng, kính phản quang, kính màu, kính an toàn, gương soi, bông sợi thủy tinh, bông sợi khoáng...

Ngoài các loại vật liệu cơ bản trên, các sản phẩm vật liệu trang trí hoàn thiện như đá ốp lát thiên nhiên sản xuất từ đá cẩm thạch, đá hoa cương, sơn silicat, vật liệu chống thấm, vật liệu làm trần, vật liệu lợp đã được phát triển với tốc độ cao, chất lượng ngày càng cải thiện.

Tuy nhiên, bên cạnh các nhà máy VLXD được đầu tư với công nghệ tiên tiến, thiết bị hiện đại thì cũng còn nhiều nhà máy vẫn còn duy trì công nghệ lạc hậu, thiết bị quá cũ, chất lượng sản phẩm không ổn định.

Phương hướng phát triển ngành công nghệ vật liệu trong thời gian tới là phát huy nội lực về nguồn tài nguyên thiên nhiên phong phú, lực lượng lao động dồi dào, tích cực huy động vốn trong dân, tăng cường hợp tác trong nước, ngoài nước, đầu tư phát triển nhiều công nghệ tiên tiến, sản xuất các mặt hàng mới thay thế hàng nhập khẩu như vật liệu cao cấp, vật liệu cách âm, cách nhiệt, vật liệu trang trí nội thất, hoàn thiện để tạo lập một thị trường vật liệu đồng bộ phong phú, thỏa mãn nhu cầu của toàn xã hội với tiềm lực thị trường to lớn trong nước, đủ sức để cạnh tranh, hội nhập thị trường khu vực và thế giới. Mục tiêu năm 2010 là sản xuất 40 - 45 triệu tấn xi măng, 40 - 50 triệu m<sup>2</sup> gạch men lát nền, ốp tường, 4 - 5 triệu sản phẩm sứ vệ sinh với phụ kiện đồng bộ, 80 - 90 triệu m<sup>2</sup> kính xây dựng các loại, 18 - 20 tỉ viên gạch, 30 - 35 triệu m<sup>2</sup> tấm lợp, 35 - 40 triệu m<sup>3</sup> đá xây dựng, 2 triệu m<sup>3</sup> đá ốp lát, 50.000 tấm cách âm, cách nhiệt, bông, sợi thủy tinh, vật liệu mới, vật liệu tổng hợp.

### 3. PHÂN LOẠI VẬT LIỆU XÂY DỰNG

VLXD có rất nhiều loại, nhưng đều nằm trong ba nhóm chính sau đây:

*Vật liệu vô cơ:* Bao gồm các loại vật liệu đá thiên nhiên, các vật liệu nung, các loại chất kết dính vô cơ, bê tông, vữa, các loại vật liệu đá nhân tạo không nung...

*Vật liệu hữu cơ:* Bao gồm các loại vật liệu gỗ, tre, các loại bitum và gudrong, vật liệu keo và chất dẻo, các loại sơn, vecni ....

*Vật liệu kim loại:* Bao gồm các loại vật liệu và sản phẩm bằng gang, thép, các loại vật liệu bằng kim loại màu và hợp kim.

Mỗi loại vật liệu có thành phần, cấu tạo và đặc tính riêng biệt, do đó phạm vi nghiên cứu của môn học rất rộng. Tuy nhiên là môn học cơ sở, nhiệm vụ chủ yếu của môn học nghiên cứu tính năng vật liệu, cách sử dụng hợp lý các loại vật liệu và sản phẩm, đồng thời cũng có đề cập sơ bộ đến nguyên liệu, thành phần dây chuyền công nghệ có ảnh hưởng đến tính năng của chúng.

# Chương 1

## CÁC ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT CỦA VLXD

### 1.1. CÁC TÍNH CHẤT NHIỆT - VẬT LÝ CỦA VLXD

#### 1.1.1. Các thông số trạng thái và đặc trưng cấu trúc

##### 1.1.1.1. Khối lượng riêng

###### a) Khái niệm

Là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái hoàn toàn đặc (không kể lỗ rỗng) sau khi được sấy khô ở nhiệt độ  $105^{\circ}\text{C} \pm 110^{\circ}\text{C}$  đến khối lượng không đổi.

###### b) Công thức

$$\gamma_a = \frac{G^k}{V_a}; \quad (\text{g/cm}^3, \text{kg/m}^3, \text{T/m}^3)$$

Với:  $G^k$  - khối lượng mẫu thí nghiệm ở trạng thái khô;

$V_a$  - thể tích đặc hoàn toàn của vật liệu.

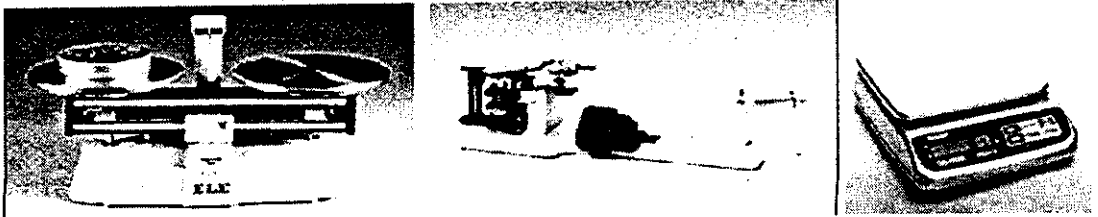
###### c) Phương pháp xác định

- Cân đo với vật liệu đặc hoàn toàn, có kích thước hình học rõ ràng như thép, kính.
- Dùng bình tử trọng với vật liệu rỗng, rời rạc như cát, xi măng...

\* *Vật liệu đặc có hình dạng hình học xác định: như thép, kính.*

G: dùng cân kỹ thuật, sai số : 0,01g; 0,1g.

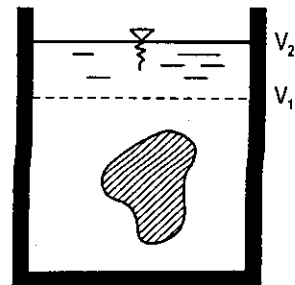
$V_a$ : dùng thước đo.



Hình 1.1: Cân kỹ thuật



\* *Vật liệu đặc không có hình dạng hình học xác định:* như sỏi, sạn, đá dăm 1 × 2cm, 2 × 4cm... Dựa vào sự dời chỗ của chất lỏng (chất lỏng không tác dụng hóa học với mẫu thí nghiệm).



Dùng ống đong, thùng đong có vạch chia.

+ G: dùng cân kỹ thuật, sai số: 0,01g; 0,1g.

$$+ V_a = V_2 - V_1$$

*Phương pháp cân trong nước:* Dựa vào sức đẩy Archimede để xác định  $\gamma_a$  của vật liệu.

$$\gamma_a = \frac{G^k}{\frac{G^k - G^{vln}}{\gamma_n}}$$

trong đó:  $G^k$  - khối lượng vật liệu ở trạng hoàn toàn khô trong không khí.

$G^{vln}$  - khối lượng vật liệu đem thí nghiệm cân trong môi trường nước ( $G^{vln} < G^k$  do lực đẩy Archimede:  $G^{vln} = G^k - \gamma_n \cdot V_a^{vl}$ ;  $\gamma_n = 1g/cm^3$ ).

\* *Vật liệu rời rạc (hạt nhỏ):* Cát, đá, xi măng; vật liệu rỗng (như gạch, đá, bê tông, vữa...) phải nghiền đến cỡ hạt nhỏ hơn 0,2mm dùng phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng để xác định  $V_a$ .

Dùng bình tỷ trọng với dung môi là nước đối với cát, dầu hỏa hoặc  $CCl_4$  đối với xi măng. Không dùng dung dịch có phản ứng hóa học với vật liệu.

Ví dụ:

+ *Đối với cát:* dùng bình tỷ trọng tam giác  $V = 12$  ml hoặc 500ml (500cc)

$$\gamma_a = \frac{(G_2 - G_1)\gamma_n}{(G_4 - G_1) - (G_3 - G_2)}$$

trong đó:

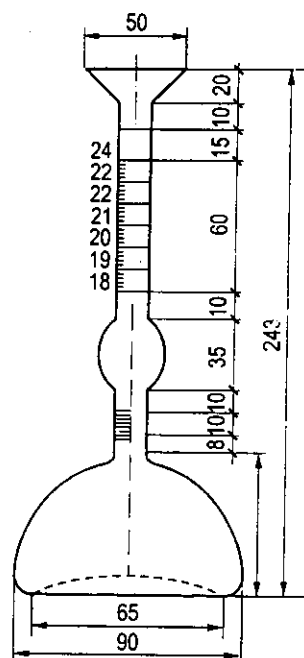
$G_1$  - khối lượng bình không;

$G_2$  - khối lượng bình chứa cát;

$G_3$  - khối lượng bình chứa cát và nước;

$G_4$  - khối lượng bình chứa nước cất;

$\gamma_n$  - khối lượng riêng của nước cất =  $1 g/cm^3$ .



Hình 1.2. Bình tỷ trọng

+ Đối với xi măng: Sử dụng bình khối lượng riêng (bình tỉ trọng chatelier). Khối lượng xi măng ở trạng thái hoàn toàn khô, sấy ở nhiệt độ  $t^{\circ} = 105^{\circ}\text{C} \div 110^{\circ}\text{C}$ ,  $W < 0,2\%$  (hiệu số sau 2 lần cân là  $G_{i+1} - G_i < 0,2\%$ ).

d) Ý nghĩa

- Khối lượng riêng của vật liệu chỉ phụ thuộc vào thành phần cấu tạo và cấu trúc vi mô của nó nên biến động trong một phạm vi nhỏ.
- Dùng để tính toán cấp phối vật liệu hỗn hợp, một số chỉ tiêu vật lý khác.
- Phân biệt chủng loại vật liệu.
- Đối với vật liệu hỗn hợp, khối lượng riêng được lấy bằng khối lượng riêng trung bình xác định theo công thức sau:

$$\gamma_a^{hh} = \frac{G_1 + G_2 + \dots + G_n}{\frac{G_1}{\gamma_1} + \frac{G_2}{\gamma_2} + \dots + \frac{G_n}{\gamma_n}}$$

Ví dụ:

+ Đá thiên nhiên, nhân tạo:  $\gamma_a = 2,20 \div 3,30 \text{ g/cm}^3$  (Đá granit  $\gamma_a = 2,7 \text{ g/cm}^3$ , túp núi lửa:  $\gamma_a = 2,7 \text{ g/cm}^3$ , gạch ngói đất sét nung:  $\gamma_a = 2,6 \div 2,7 \text{ g/cm}^3$ , xi măng:  $\gamma_a = 2,9 \div 3,2 \text{ g/cm}^3$ ...)

+ Kim loại đen (thép, gang):  $\gamma_a = 7,25 \div 7,85 \text{ g/cm}^3$

+ Vật liệu dạng hữu cơ (gỗ, bitum, nhựa tổng hợp...):  $\gamma_a = 0,90 \div 1,60 \text{ g/cm}^3$ .

1.1.1.2. Khối lượng thể tích

a) Khái niệm: Là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên (kể cả lỗ rỗng).

b) Công thức

$$\gamma_0 = \frac{G}{V_0}; \text{ (g/cm}^3, \text{ kg/m}^3, \text{ T/m}^3\text{)}$$

trong đó:  $V_0$  - thể tích tự nhiên của vật liệu;

G - khối lượng mẫu thí nghiệm, bao gồm các trạng thái sau:

$G^k$  - khối lượng ở trạng thái khô;

$G^w$  - khối lượng ở trạng thái ẩm;

$G^u$  - khối lượng ở trạng thái ướt;

$G^{bh}$  - khối lượng ở trạng thái bão hòa;

$\gamma_0$  - khối lượng thể tích bao gồm các trạng thái sau:

$$\gamma_0^k = \frac{G^k}{V_0} \text{ - khối lượng thể tích ở trạng thái khô}$$

$\gamma_0^w$  - khối lượng thể tích ở trạng thái ẩm:

$$\gamma_0^w = \frac{G_0^w}{V_0^w} \quad (\text{thể tích thay đổi } \Delta V = \frac{G^w}{V_0(1 + \Delta V)})$$

$$\gamma_0^w = \frac{G^w}{V_0} \quad (\text{thể tích không đổi})$$

$$\gamma_0^{bh} = \frac{G^{bh}}{V_0^{bh}} \text{ - khối lượng thể tích ở trạng thái bão hòa.}$$

Ví dụ:	+ Gạch đất sét nung	$\gamma_0 = 1,3 - 1,9 \text{ g/cm}^3$ .
	+ Bê tông nặng	$\gamma_0 = 1,8 - 2,5 \text{ g/cm}^3$ .
	+ Gạch silicat	$\gamma_0 = 1,2 - 1,6 \text{ g/cm}^3$ .
	+ Mipo có nhiều lỗ rỗng	$\gamma_0 = 0,02 \text{ g/cm}^3$ .

$\gamma_0$  biến động trong phạm vi rộng ( $0,02 - 7,85 \text{ g/cm}^3$ ). Với những vật liệu hoàn toàn đặc thì  $\gamma_0 = \gamma_a$ .

### c) Phương pháp xác định

- Cân và đo với vật liệu có kích thước hình học rõ ràng.
- Bọc mẫu bằng parafin, cân trong chất lỏng tìm thể tích chất lỏng dời chỗ. Áp dụng cho mẫu có hình dáng bất kỳ.
- Dùng dụng cụ có dung tích để xác định đối với vật liệu dạng rời rạc.

\* Vật liệu có dạng hình học xác định: như viên gạch xây, gạch ceramic...

-  $G^k$ : cân;  $V_0$ : đo

\* Vật liệu không có dạng hình học xác định:

$G^k$ : cân;

$V_0$ : đo thể tích dựa vào sự dời chỗ của chất lỏng. Bao bọc vật liệu bằng parafin ( $\gamma_a^p = \gamma_o^p \approx 0,9 \text{ g/cm}^3$ ): vật liệu có khối lượng  $G^{k+p}$ , bỏ vào trong bình chia thể tích  $V_0^{VL+p} = V_2 - V_1$ ;



Hình 1.3. Dụng cụ thử khối lượng thể tích



$$V_0^{vl} = V_0^{VL+P} - V_0^P = (V_2 - V_1) - \frac{G^P}{\gamma_0^P} = (V_2 - V_1) - \frac{(G^{k+P} - G^k)}{\gamma_0^P}$$

\* *Vật liệu rời rạc*: xi măng, cát, đá dăm, đá sỏi...

-  $G^k$  : cân.

-  $V_0$  : dùng cát thùng đong có dung tích xác định, theo TCVN, ASTM.

d) *Ý nghĩa*

- Vật liệu càng ẩm,  $\gamma_0$  càng cao thì  $\gamma_0$  có ý nghĩa thực tế lớn,

- Biết  $\gamma_0$  có thể xác định độ ẩm, cường độ và hệ số truyền nhiệt của vật liệu.

- Dùng  $\gamma_0$  để tính độ đặc, độ rỗng của vật liệu.

- Tính độ ổn định của công trình, chọn phương tiện vận chuyển và tính cấp phối bê tông

- Tính tải trọng và khối lượng vật liệu.

-  $\gamma_0$  đánh giá sơ bộ được chất lượng VLXD trong xây dựng,  $\gamma_0$  càng tăng  $\rightarrow$  vật liệu càng đặc chắc, cường độ càng cao, khả năng chống thấm tốt.

### 1.1.1.3. Độ đặc, $d$ (%)

a) *Khái niệm*

Độ đặc của vật liệu là tỉ lệ phần trăm giữa thể tích đặc và thể tích tự nhiên của vật liệu đó.

b) *Công thức*

$$d = \frac{V_a}{V_0} \cdot 100\% = \frac{G^k}{\gamma_a} : \frac{G^k}{\gamma_0} = \frac{\gamma_0^k}{\gamma_a} \cdot 100\%$$

Với:  $V_a$  - thể tích mẫu thí nghiệm ở trạng thái đặc hoàn toàn;

$V_0$  - thể tích của mẫu thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên.

Độ đặc luôn luôn  $\leq 100\%$  và tùy thuộc vào độ rỗng của vật liệu.

Ví dụ:

- Đá granit  $d = 99,5 - 99,8\%$

- Vật liệu xốp  $d = 0,20 - 0,30\%$

c) *Ý nghĩa*

Độ đặc càng lớn, thể tích đặc của vật liệu càng lớn thì vật liệu càng đặc chắc. Độ đặc đánh giá mức độ đặc chắc, khả năng chịu lực của vật liệu.

#### 1.1.1.4. Độ rỗng, $r(\%)$

##### a) Khái niệm

Độ rỗng của vật liệu là tỉ lệ phần trăm giữa thể tích rỗng với thể tích tự nhiên của của vật liệu đó.

##### b) Công thức

$$r = \frac{V_r}{V_0} \cdot 100\% = \frac{V_0 - V_a}{V_0} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{V_a}{V_0}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{\gamma_0^k}{\gamma_a}\right) \cdot 100\% = (1 - d) \cdot 100\%$$

Với:  $V_r$  - thể tích lỗ rỗng của vật liệu.

$V_0$  - thể tích tự nhiên của vật liệu.

##### c) Phân loại lỗ rỗng

*Lỗ rỗng kín*: là lỗ rỗng riêng biệt, không thông với nhau và không thông với bên ngoài.

*Lỗ rỗng hở*: là lỗ rỗng thông với nhau và thông với bên ngoài.

##### d) Ý nghĩa

Độ rỗng là chỉ tiêu quan trọng, ảnh hưởng đến những tính chất khác của vật liệu như khối lượng thể tích, cường độ, độ hút nước, hệ số truyền nhiệt,... Vật liệu có độ rỗng nhỏ sẽ có cường độ cao và độ thấm nước nhỏ. Với vật liệu nhẹ, có độ rỗng cao lại có khả năng cách nhiệt cao. Xu hướng hiện nay là chọn những loại vật liệu có độ rỗng lớn nhưng cường độ cao.

### 1.1.2. Các tính chất có liên quan đến nước

#### 1.1.2.1. Độ ẩm

##### a) Khái niệm

Độ ẩm là tỷ lệ nước có tự nhiên trong vật liệu ở trạng thái tự nhiên tại thời điểm đó. Độ ẩm phụ thuộc vào môi trường khô ẩm xung quanh.

##### b) Công thức

$$W = \frac{G_n}{G^k} \cdot 100\% = \frac{G^w - G^k}{G^k} \cdot 100\%,$$

Với:  $G_n$  - khối lượng nước có thật trong vật liệu ở trạng thái tự nhiên;

$G^w$  - khối lượng mẫu ở trạng thái ẩm;

$G^k$  - khối lượng mẫu đã sấy khô.

\*) Quan hệ giữa độ ẩm với khối lượng :

$$G^w = G^k W + G^k = G^k (1 + W)$$

c) Ý nghĩa

Độ ẩm là đại lượng thay đổi liên tục, tùy thuộc vào điều kiện nhiệt độ và độ ẩm môi trường, vật liệu có thể hút ẩm hoặc nhả ẩm tùy theo sự chênh lệch giữa áp suất riêng phần của hơi nước trong không khí và trong vật liệu. Độ ẩm cũng phụ thuộc vào cấu tạo nội bộ của vật liệu và bản chất ưa nước hay kỵ nước của nó.

Biết độ ẩm của vật liệu để điều chỉnh lượng dùng vật liệu cho hợp lý.

Khi độ ẩm của vật liệu thay đổi thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi theo như: cường độ, độ co nở thể tích, khả năng dẫn nhiệt dẫn điện....

Khi độ ẩm tăng hay giảm làm cho thể tích vật liệu tăng và giảm theo, gây hiện tượng co nở thể tích, sinh ra nội ứng suất phá hủy cấu trúc của vật liệu.

### 1.1.2.2. Độ hút nước (%)

a) *Khái niệm:* Độ hút nước là khả năng hút và giữ nước trong lỗ rỗng của vật liệu dưới áp suất bình thường.

b) *Công thức:* Độ hút nước của vật liệu có thể biểu diễn theo khối lượng ( $H_p$ ) hay theo thể tích ( $H_v$ ).

- *Độ hút nước theo khối lượng:* là tỉ lệ phần trăm giữa khối lượng nước ngấm vào trong mẫu vật liệu trong thời gian nhất định ở áp suất bình thường (760mmHg) với khối lượng của mẫu thí nghiệm ở trạng thái khô.

$$H_p = \frac{G_n}{G^k} \cdot 100\% = \frac{G^u - G^k}{G^k} \cdot 100\%$$

- *Độ hút nước theo thể tích:* là tỉ lệ phần trăm giữa thể tích nước ngấm vào trong mẫu vật liệu trong thời gian nhất định ở áp suất bình thường (760mmHg) với thể tích tự nhiên của mẫu thí nghiệm ở trạng thái khô.

$$H_v = \frac{V_n}{V_0} \cdot 100\% = \frac{G_n}{V_0 \cdot \gamma_n} \cdot 100\% = \frac{G^u - G^k}{V_0 \cdot \gamma_n} \cdot 100\%$$

Với:  $G^u$  - khối lượng mẫu thí nghiệm đã ngấm nước trong thời gian nhất định.

$G^k$  - khối lượng mẫu thí nghiệm đã sấy khô.

$V_0$  - thể tích tự nhiên của mẫu thí nghiệm.

c) Quan hệ giữa  $H_p$  và  $H_v$

$$\frac{H_v}{H_p} = \frac{\frac{G^u - G^k}{V_0 \cdot \gamma_n} \cdot 100\%}{\frac{G^u - G^k}{G^k} \cdot 100\%} = \frac{G^k}{V_0 \cdot \gamma_n} = \frac{\gamma_0^k}{\gamma_n}$$

-  $H_v$  luôn luôn nhỏ hơn r ( $< 100\%$ );  $H_p$  có thể lớn hơn r ( $> 100\%$ ) đối với vật liệu rất rỗng và nhẹ.

Ví dụ:	Gạch đất sét	$H_p = 8 - 18\%$
	Bê tông nặng	$H_p = 2 - 4\%$
	Đá granit	$H_p = 0,02 - 0,7\%$

d) Ý nghĩa

Độ hút nước phụ thuộc độ rỗng và tính chất lỗ rỗng của vật liệu, vì vậy có thể dùng  $H_p$  và  $H_v$  để đánh giá độ truyền nhiệt và những tính chất khác của vật liệu.

Biết được  $H_p$  hoặc  $H_v$  có thể biết được một số tính chất khác của vật liệu như độ rỗng, cường độ, hệ số truyền nhiệt, khối lượng thể tích.

### 1.1.2.3. Độ bão hòa nước

a) Khái niệm

Độ bão hòa nước là khả năng hút nước tối đa của vật liệu dưới áp suất 20mmHg hoặc khi đun trong nước sôi. Nó được đánh giá bằng hệ số bão hòa nước  $C_{bh}$ .

Hệ số bão hòa nước được đánh giá thông qua tỉ số giữa thể tích nước chứa trong vật liệu ở trạng thái bão hòa với thể tích rỗng của vật liệu. Cũng chính là tỉ số giữa độ hút nước theo thể tích bão hòa  $H_v^{bh}$  với độ rỗng r.

b) Công thức

$$C_{BH} = \frac{V_n^{bh}}{V_r} = \frac{\frac{V_n^{bh}}{V_0}}{\frac{V_r}{V_0}} = \frac{H_v^{bh}}{r}$$

Với:  $H_v^{bh}$  - độ hút nước bão hòa theo thể tích:

$$H_v^{bh} = \frac{V_n^{bh}}{V_0} \cdot 100\% = \frac{G_n^{bh}}{V_0 \cdot \gamma_n} \cdot 100\% = \frac{G^{bh} - G^k}{V_0 \cdot \gamma_n} \cdot 100\%$$

$H_p^{bh}$  - độ hút nước bão hòa theo khối lượng:

$$H_p^{bh} = \frac{G_n^{bh}}{G^k} \cdot 100\% = \frac{G^{bh} - G^k}{G^k} \cdot 100\%$$

c) Ý nghĩa

$C_{bh}^{max} \leq 1$ . Khi  $C_{bh}$  tăng lượng nước vào lỗ rỗng của vật liệu càng nhiều.

$C_{bh}^{max} = 1 \rightarrow V_n^{bh} = V_r$ , nghĩa là nước đã hút đầy vào trong lỗ rỗng của vật liệu.

Vật liệu càng bão hòa nước, khối lượng thể tích  $\gamma_o$ , thể tích  $V_0$  (tăng nhỏ), hệ số truyền nhiệt  $\lambda$  càng tăng nhưng cường độ sẽ càng giảm.

d) Phương pháp xác định

Có 2 phương pháp xác định:

+ Phương pháp 1:

- Sấy khô mẫu thí nghiệm, cân  $G^k$ .
- Đun trong nước sôi, để nguội.
- Cân  $G^u$ , tính theo công thức độ hút nước trên.

+ Phương pháp 2:

- Ngâm mẫu trong bình nước có nắp đậy kín.
- Hạ áp suất xuống 20mmHg, rút chân không.
- Giữ ở áp suất này cho đến khi không còn bọt khí thoát ra nữa.
- Đưa về áp suất bình thường 760mmHg.
- Giữ sau 2 giờ, vớt mẫu, cân và tính kết quả.

#### 1.1.2.4. Hệ số mềm

a) Khái niệm: Là tỉ số giữa cường độ của vật liệu đã bão hòa nước với cường độ của nó ở trạng thái khô.

b) Công thức

$$K_m = \frac{R_{bh}}{R_k}$$

Với:  $R_{bh}$  - cường độ mẫu thí nghiệm bão hòa nước.

$R_k$  - cường độ mẫu thí nghiệm ở trạng thái khô.

c) Ý nghĩa

$K_m \in [0,1]$ : từ vật liệu đất sét không nung đến thép, kính.



$K_m \geq 0,75$ : vật liệu bền nước.

$K_m < 0,75$ : vật liệu kém bền nước, không nên sử dụng trong điều kiện tác dụng của nước.

#### 1.1.2.5. Tính thấm nước - Tính thấm hơi

$$k_{tn} = \frac{V_n \cdot a}{F \cdot (p_1 - p_2) \cdot t}$$

a) *Tính thấm nước*: Là tính chất của vật liệu để cho nước thấm qua từ phía có áp lực cao sang phía có áp lực thấp. Được đánh giá thông qua hệ số thấm:

$V_n$  - thể tích nước thấm qua mẫu vật liệu, ( $m^3$ ).

$a$  - chiều dày thấm của mẫu vật liệu, (m).

$F$  - diện tích thấm, ( $m^2$ ).

$t$  - thời gian thấm, (h).

$(p_1 - p_2)$  - chênh lệch áp suất thủy tĩnh, (m cột nước).

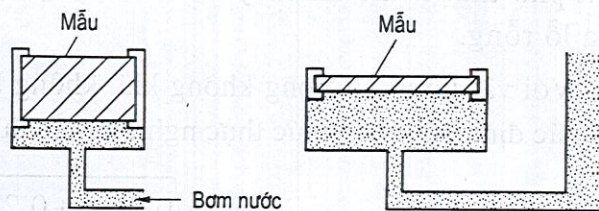
$K_{th}$  - hệ số thấm là thể tích nước thấm qua mẫu vật liệu có chiều dày 1m, diện tích  $1m^2$ , trong thời gian 1h, khi chênh lệch áp suất thủy tĩnh 1m cột nước.

#### \* Tính chống thấm

Để đánh giá mức độ thấm của vật liệu người ta dùng mác chống thấm. Mác chống thấm được đánh giá bằng áp lực nước lớn nhất mà khi đó nước chưa thấm qua được mẫu vật liệu có kích thước quy định trong một khoảng thời gian quy định.

#### \* Vật liệu làm việc ở dạng khối

Mẫu thí nghiệm có dạng hình trụ, khối: các diện tích mặt bên của mẫu được bọc vật liệu cách nước, trên dưới để trống. Áp lực nước ban đầu  $p_0$ , sau  $t$  giờ tăng thêm  $\Delta p$  nữa cho đến khi xuất hiện vết thấm.



Hình 1.4

#### \* Vật liệu làm việc ở dạng bản mỏng

Mẫu thí nghiệm hình tròn có chiều dày bằng chiều dày làm việc. Mức nước ban đầu là 100mm giữ trong 5 phút, sau đó cứ  $t$  phút tăng thêm  $\Delta h$  nước cho đến khi xuất hiện vết thấm.

b) *Tính thấm hơi*: Là tính chất của vật liệu để cho hơi truyền qua từ phía có áp lực cao sang phía có áp lực thấp. Tính thấm hơi phụ thuộc vào số lượng lỗ rỗng và tính chất lỗ rỗng của vật liệu.

$$K_{tk} = \frac{V_p \cdot a}{F(p_1 - p_2) \cdot t}$$

$V_p$  ( $m^3$ , có mật độ  $\rho$ ),  $p_1 - p_2$  ( $kG/cm^2$ ).

### 1.1.3. Các tính chất liên quan đến nhiệt

**1.1.3.1. Tính truyền nhiệt**: Là tính chất của vật liệu để cho nhiệt truyền qua từ phía có nhiệt độ cao sang phía có nhiệt độ thấp. Được đánh giá bằng hệ số truyền nhiệt:

$$\lambda = \frac{Q \cdot \delta}{F(t_1 - t_2) \cdot Z} ; \text{kcal/m} \cdot \text{C} \cdot \text{h}$$

$\lambda$  - hệ số truyền nhiệt,  $\text{kcal/m} \cdot \text{C} \cdot \text{h}$ ;

$Q$  - kcal. Nhiệt lượng truyền qua vật liệu khi thí nghiệm;

$(t_1 - t_2)$  - độ chênh nhiệt độ, với  $(t_1 > t_2)$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\delta$  (m) - chiều dày để nhiệt truyền qua;

$F$  ( $m^2$ ) - diện tích truyền nhiệt.

Nếu:  $\delta = 1\text{m}$ ,  $F = 1\text{m}^2$ ,  $t_1 - t_2 = 1^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 1$  giờ.

Thì:  $\lambda = Q$

Vậy hệ số truyền nhiệt  $\lambda$  chính là nhiệt lượng  $Q$  truyền qua một bức tường dày 1m, có diện tích  $1\text{m}^2$  trong thời gian 1 giờ với độ chênh lệch là  $1^{\circ}\text{C}$ .

$\lambda$  phụ thuộc vào nhiều yếu tố: loại vật liệu, cấu trúc, độ rỗng và tính chất của lỗ rỗng.

- Với vật liệu khô trong không khí, không khí  $t^{\circ} = 20 - 25^{\circ}\text{C}$ ,  $W = 1 - 7\%$ .  $\lambda$  có thể xác định bởi công thức thực nghiệm gần đúng của Giáo Sư V. P. Necraxon:

$$\lambda = \sqrt{0,0196 + 0,22 \cdot \gamma_0^2} - 0,14 ;$$

Hoặc theo công thức của Vлахôv, chỉ sử dụng công thức trên khi  $t < 100^{\circ}\text{C}$ :

$$\lambda_t = \lambda_0 (1 + 0,002t_{tb})$$

Với:  $\lambda_t, \lambda_0$  - hệ số truyền nhiệt ở nhiệt độ  $t_{tb}^{\circ}\text{C}$  và  $0^{\circ}\text{C}$ .

$t_{tb}$  - nhiệt độ trung bình khi tiến hành thí nghiệm.

- Ảnh hưởng của độ ẩm:

$$\lambda_w = \lambda_k + \Delta\lambda_w$$

trong đó:  $\lambda_w$  - hệ số truyền nhiệt của vật liệu ở trạng thái ẩm;

$\lambda_k$  - hệ số truyền nhiệt của vật liệu ở trạng thái khô;

$w$  - độ ẩm của vật liệu;

$\Delta\lambda$  - gia số truyền nhiệt.

Vật liệu càng rỗng, khả năng dẫn nhiệt càng kém (cách nhiệt tốt) vì  $\lambda_{\text{không khí}} = 0,02 \text{ kcal/m.h.}^\circ\text{C}$  rất bé so với  $\lambda$  của vật rắn.

Khi  $t_{\text{tb}}$  giữa 2 mặt tấm tường tăng thì độ dẫn nhiệt lớn.

Vật liệu ẩm thì khả năng dẫn nhiệt tăng.

Ví dụ:  $\lambda_{\text{không khí}} = 0,02 \text{ kcal/m.h.}^\circ\text{C}$ ;

$\lambda_{\text{nước}} = 0,5 \text{ kcal/m.h.}^\circ\text{C}$ ;

$\lambda_{\text{bê tông}} = 1,05 - 1,5 \text{ kcal/m.h.}^\circ\text{C}$

$\lambda_{\text{gỗ}} = 0,15 - 0,2 \text{ kcal/m.h.}^\circ\text{C}$ ;

$\lambda_{\text{thép xây dựng}} = 0,5 \text{ kcal/m.h.}^\circ\text{C}$ ;

### 1.1.3.2. Nhiệt dung - Tỉ nhiệt

a) *Nhiệt dung*: Là nhiệt lượng mà vật liệu dung nạp vào khi được nung nóng.

$$Q = C.G.(t_2 - t_1), \text{ kcal}$$

với:  $C$  - tỉ nhiệt,  $\text{kcal/kg.}^\circ\text{C}$ ;

$G$  - khối lượng vật liệu được đun nóng,  $\text{kg}$ ;

$t_1$  - nhiệt độ vật liệu trước khi đun nóng,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_2$  - nhiệt độ vật liệu sau khi đun nóng,  $^\circ\text{C}$ .

b) *Tỉ nhiệt*

Tỉ nhiệt được tính theo công thức:

$$C = \frac{Q}{G(t_2 - t_1)}, \text{ kcal / kg.}^\circ\text{C}.$$

Khi  $G = 1 \text{ kg}$  và  $t_2 - t_1 = 1^\circ\text{C}$ , ta có  $C = Q$ .

Vậy, tỉ nhiệt  $C$  là nhiệt lượng cần thiết để đun nóng 1  $\text{kg}$  vật liệu nóng lên  $1^\circ\text{C}$ .

+ Tỉ nhiệt của liệu thay đổi theo độ ẩm, được tính theo công thức:

$$C^w = \frac{C^k + W.C^n}{1 + W}$$

với:  $C^k$  - tỉ nhiệt của vật liệu khô;

$C^w$  - tỉ nhiệt của vật liệu ở độ ẩm  $W\%$ ;

$C^n$  - Tỉ nhiệt của nước;

$W$  - Độ ẩm của vật liệu.

Với vật liệu hỗn hợp, cấu tạo bởi nhiều thành phần khác nhau (bê tông, vữa,...). Tỉ nhiệt được tính theo công thức sau:

$$C = \frac{G_1.C_1 + G_2.C_2 + \dots + G_n.C_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i.C_i}{\sum_{i=1}^n G_i}$$

với:  $C$  - tỉ nhiệt hỗn hợp;

$C_1, C_2, \dots, C_n$  - tỉ nhiệt từng thành phần cấu tạo;

$G_1, G_2, \dots, G_n$  - khối lượng của từng thành phần.

Ví dụ:

- Đá thiên nhiên, đá nhân tạo:  $C = 0,18 - 0,22 \text{ kcal/kg, } ^\circ\text{C}$ ,

- Gỗ:  $C = 0,57 - 0,65 \text{ kcal/kg, } ^\circ\text{C}$ ,

- Thép:  $C = 0,115 \text{ kcal/kg, } ^\circ\text{C}$ ,

- Nước:  $C = 1,00 \text{ kcal / kg. } ^\circ\text{C}$ .

### 1.1.3.3. Tính chống cháy - Tính chịu lửa

#### a) Tính chống cháy

Tính chống cháy là khả năng của vật liệu chịu tác dụng của ngọn lửa hay nhiệt độ cao trong một thời gian nhất định mà không bị phá hủy. Dựa vào khả năng chống cháy, vật liệu được chia làm 3 nhóm:

+ *Vật liệu không cháy*: Những vật liệu không cháy, không bị biến hình khi gặp tác dụng của lửa hoặc nhiệt độ cao, ví dụ như gạch, ngói, bê-tông, vật liệu amiăng.... Những vật liệu không cháy nhưng có thể biến hình nhiều (như thép, nhôm), hoặc bị phá hủy (như đá thiên nhiên, đá hoa, thạch cao...).

+ *Vật liệu khó cháy*: Là vật liệu bị cháy dưới tác dụng của ngọn lửa hay nhiệt độ cao, khi ngừng tác nhân gây cháy thì vật liệu cũng ngừng cháy. Những vật liệu mà



bản thân dễ cháy, nhưng nhờ có lớp bảo vệ nên dưới tác dụng của lửa hoặc nhiệt độ cao lại khó cháy thành ngọn, chỉ cháy âm ỉ. Ví dụ như tấm Fibrolit, bê tông atfan, gỗ tẩm chất chống cháy...

+ *Vật liệu dễ cháy*: Là vật liệu bị cháy bùng lên thành ngọn khi gặp lửa và nhiệt độ cao. Ví dụ như gỗ, tấm lợp bằng nhựa hữu cơ, chất dẻo,...

### b) Tính chịu lửa

Tính chịu lửa là tính chất của vật liệu chịu được tác dụng lâu dài của ngọn lửa hay nhiệt độ cao mà không bị chảy, không biến hình. Có 3 nhóm vật liệu khác nhau:

+ *Vật liệu chịu lửa*: chịu tác dụng  $t^\circ > 1580^\circ\text{C}$ .

Ví dụ như gạch samốt, gạch cao aluminat.

+ *Vật liệu khó chảy*: chịu tác dụng  $t^\circ \in [1350 - 1580^\circ\text{C}]$ .

+ *Vật liệu dễ chảy*: Độ chịu lửa  $< 1350^\circ\text{C}$ . Ví dụ: Gạch đất sét thường.

Vật liệu chịu lửa được sử dụng để xây các bộ phận tiếp xúc với lửa như buồng đốt, ống khói,... và những bộ phận phải chịu lực ở nhiệt độ cao thường xuyên.

## 1.2. CÁC TÍNH CHẤT CƠ HỌC

### 1.2.1. Tính biến dạng của vật liệu

Tính biến dạng của vật liệu là tính chất của vật liệu có thể thay đổi hình dáng, kích thước dưới tác dụng của ngoại lực.

Sự biến dạng thực chất là do ngoại lực tác dụng làm thay đổi hay phá hoại vị trí cân bằng giữa các chất điểm của vật liệu làm cho chúng có sự chuyển vị tương đối.

Dựa vào đặc tính biến dạng người ta chia ra thành 2 loại: biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo.

**1.2.1.1. Biến dạng đàn hồi ( $\epsilon_{dh}$ )**: là biến dạng mà vật liệu khôi phục lại hình dạng và kích thước ban đầu sau khi thôi tác dụng ngoại lực.

Khi chịu tác dụng của ngoại lực vật liệu bị biến dạng, khi không còn tác dụng của ngoại lực nữa thì nó trở lại hình dáng ban đầu. Đây là loại biến dạng đàn hồi. Tính chất phục hồi lại hình dáng ban đầu khi mất ngoại lực tác dụng gọi là tính đàn hồi.

Ví dụ: Sự phục hồi lại hình dáng ban đầu của một quả bóng cao su, lò xo.

Biến dạng đàn hồi xảy ra khi ngoại lực P bé, ngắn hạn. Đặc trưng bằng môđun đàn hồi  $E = \delta/\epsilon$ ;  $\delta$ : ứng suất,  $\epsilon$  biến dạng tương đối.



$$\left. \begin{array}{l} P > 0 \rightarrow \varepsilon > 0 \\ P = 0 \rightarrow \varepsilon = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_{dh}$$

Khi:  $0 < P < F$  (lực liên kết giữa các chất điểm bên trong cấu trúc vật liệu) các phần tử dịch chuyển tương đối với nhau, làm cho vật liệu biến dạng  $\varepsilon > 0$ . Khi  $P = 0$  các phần tử khôi phục lại  $\varepsilon = 0$ .

Khi ngoại lực gây biến dạng nhỏ hơn lực tác dụng hỗ tương (lực liên kết) giữa các chất điểm sẽ gây biến dạng đàn hồi. Công do ngoại lực sinh ra sẽ biến thành nội năng của vật liệu, đó chính là năng lượng đàn hồi. Khi bỏ tác dụng của ngoại lực, năng lượng đàn hồi sẽ chuyển lại thành công để dịch chuyển các chất điểm về vị trí cân bằng làm cho biến dạng triệt tiêu.

**1.2.1.2. Biến dạng dẻo (biến dạng dư) ( $\varepsilon_d$ ):** là biến dạng mà vật liệu khôi phục lại không hoàn toàn hoặc bị biến dạng sau khi ngưng tác dụng của ngoại lực.

Khi  $P > F$  các phần tử bị dịch chuyển xa vị trí cân bằng. Khi  $P = 0$  các phần tử không có khả năng khôi phục lại ( $\varepsilon > 0$ ).

Khi chịu tác dụng của ngoại lực, vật liệu bị biến hình, khi ngưng tác dụng lực vật liệu không thể trở về hình dáng ban đầu được nữa. Đây chính là tính chất biến dạng dẻo.

Biến dạng dẻo xuất hiện khi ngoại lực tác dụng lớn hơn lực liên kết (nội lực) giữa các chất điểm. Lúc này ngoại lực sinh ra không biến hết thành nội năng và đồng thời gây lực phá hoại mối liên kết giữa các chất điểm trong cấu trúc vật liệu, làm cho biến dạng không thể triệt tiêu.

Căn cứ vào hiện tượng biến dạng dẻo của vật liệu trước khi phá hoại để phân biệt vật liệu thuộc loại dẻo hay giòn.

**Vật liệu giòn:** Trước khi bị phá hoại không có hiện tượng biến dạng dẻo (hoặc rất nhỏ). Cường độ đặc trưng là cường độ chịu nén.

Ví dụ: Vật liệu giòn như đá, bê tông, gang, trước khi bị phá hoại không xảy ra hiện tượng biến dạng dẻo.

**Vật liệu dẻo:** Trước khi bị phá hoại có hiện tượng biến dạng dẻo rõ rệt. Cường độ đặc trưng là cường độ chịu kéo.

Ví dụ: Vật liệu dẻo như thép ít carbon, bitum, trước khi bị phá hoại có hiện tượng biến dạng dẻo rõ rệt.

\* Tính dẻo và tính giòn còn phụ thuộc vào nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ tăng tải.

Ví dụ: Bitum khi tăng lực nén nhanh hoặc nén ở nhiệt độ thấp thì vật liệu có tính giòn. Ngược lại vật liệu có tính dẻo. Đất sét khô thì giòn, đất sét ẩm thì dẻo.

### 1.2.1.3. Hiện tượng từ biến

Hiện tượng từ biến là hiện tượng biến dạng tăng dần theo thời gian khi ngoại lực không đổi tác dụng lâu dài lên vật liệu rắn. Ở nhiệt độ cao vật liệu có hiện tượng từ biến rất rõ rệt.

Trong cấu trúc của vật liệu rắn có một phần phi tinh thể có tính chất gần như thể lỏng, và do cấu tạo của mạng tinh thể chưa hoàn chỉnh. Dưới tác dụng của ngoại lực, những nguyên nhân trên sẽ gây nên hiện tượng từ biến.

### 1.2.1.4. Hiện tượng chùng ứng suất

Dưới tác dụng của ngoại lực, giữ cho biến dạng không đổi và ứng suất đàn hồi giảm dần theo thời gian đó chính là hiện tượng chùng ứng suất.

Nguyên nhân là do một bộ phận của vật liệu có biến dạng đàn hồi dần dần chuyển sang biến dạng dẻo. Năng lượng đàn hồi trong vật liệu sẽ chuyển thành nhiệt và mất đi, làm cho hiện tượng đàn hồi giảm dần.

## 1.2.2. Cường độ

Cường độ là khả năng chịu lực của vật liệu chống lại sự phá hoại của ứng suất xuất hiện trong vật liệu khi có tác dụng của ngoại lực (ngoại lực như tải trọng, nhiệt độ, gió, thay đổi thời tiết...).

Cường độ của vật liệu phụ thuộc vào thành phần cấu tạo, độ đồng nhất của cấu trúc, loại vật liệu,...

Cường độ của vật liệu được biểu thị bằng giới hạn sức chịu nén, sức chịu uốn, sức chịu kéo, sức chịu cắt,... của vật liệu. Những giá trị này tương ứng với ứng lực lúc mẫu bị phá hoại.

*Cường độ tiêu chuẩn* là cường độ của vật liệu khi mẫu có hình dáng kích thước tiêu chuẩn, được chế tạo, dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn, thí nghiệm theo phương pháp chuẩn.

*Mác vật liệu* (đối với các vật liệu mà cường độ là chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá chất lượng) là số hiệu chỉ giới hạn cường độ, là đại lượng không thứ nguyên do Nhà nước quy định căn cứ vào cường độ tiêu chuẩn.

Các phương pháp xác định cường độ vật liệu:

#### 1.2.2.1. Phương pháp xác định trực tiếp (phương pháp phá hoại mẫu)

##### a) Cường độ chịu nén, chịu kéo, chịu cắt ( $R_n$ , $R_k$ , $R_c$ )

Là tỉ số giữa lực phá hoại  $P$  tác dụng lên mẫu khi nén (hoặc kéo, cắt) với tiết diện chịu lực ban đầu của mẫu vật liệu.

$$R_{n(k)} = \frac{P_{\max}}{F}, \text{ kG/cm}^2$$

$P_{\max}$  - lực nén phá hoại.

F - diện tích tiết diện chịu lực.

Giới hạn cường độ chịu nén được xác định bằng phương pháp phá hoại mẫu: Mẫu được đặt giữa 2 mâm nén của thiết bị thí nghiệm và tăng lực cho đến khi mẫu bị phá hoại, là lúc mẫu có xuất hiện các vết nứt, bị tách lớp hay biến hình. Các mẫu phải bị phá hoại đều, xem hình 1.9.

### b) Cường độ chịu uốn ( $R_u$ )

Để xác định cường độ chịu uốn, mẫu được chế tạo ở hình thanh (dầm), có tiết diện hình chữ nhật, ví dụ mẫu tiêu chuẩn xi măng  $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ ; bê tông  $15 \times 15 \times 60\text{cm}$ ; gỗ  $2 \times 2 \times 30\text{cm}$ ...

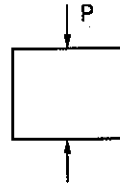
Khi mẫu làm việc, phần trên chịu nén, phần dưới chịu kéo. Lúc thí nghiệm, mẫu được đặt lên 2 gối tựa và được tác dụng lên bởi 1 hay 2 tải trọng tập trung. Tăng lực cho đến khi mẫu bị phá hoại hoàn toàn.

- Trường hợp đặt 1 tải ở giữa (hình 1.7):

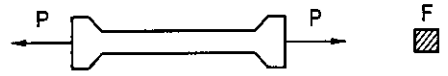
$$R_u = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P.l}{b.h^2}; \text{ kG/cm}^2.$$

- Trường hợp đặt 2 tải bằng nhau đối xứng với điểm giữa (hình 1.8):

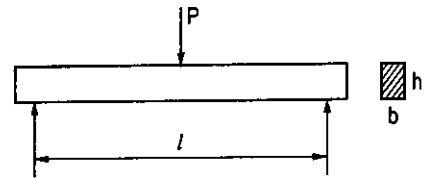
$$R_u = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{P.l}{b.h^2}; \text{ kG/cm}^2$$



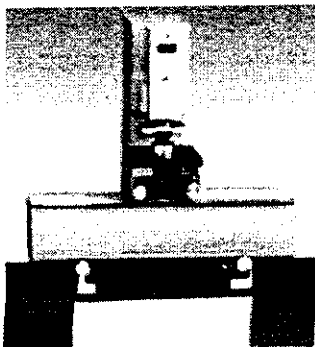
Hình 1.5. Sơ đồ nén mẫu



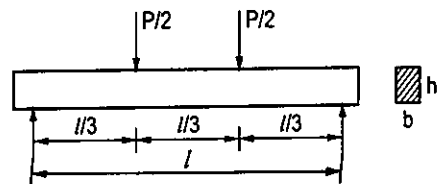
Hình 1.6. Sơ đồ kéo mẫu



Hình 1.7. Sơ đồ đặt tải ở giữa



Thiết bị uốn mẫu bê tông



Hình 1.8. Sơ đồ đặt tải đối xứng

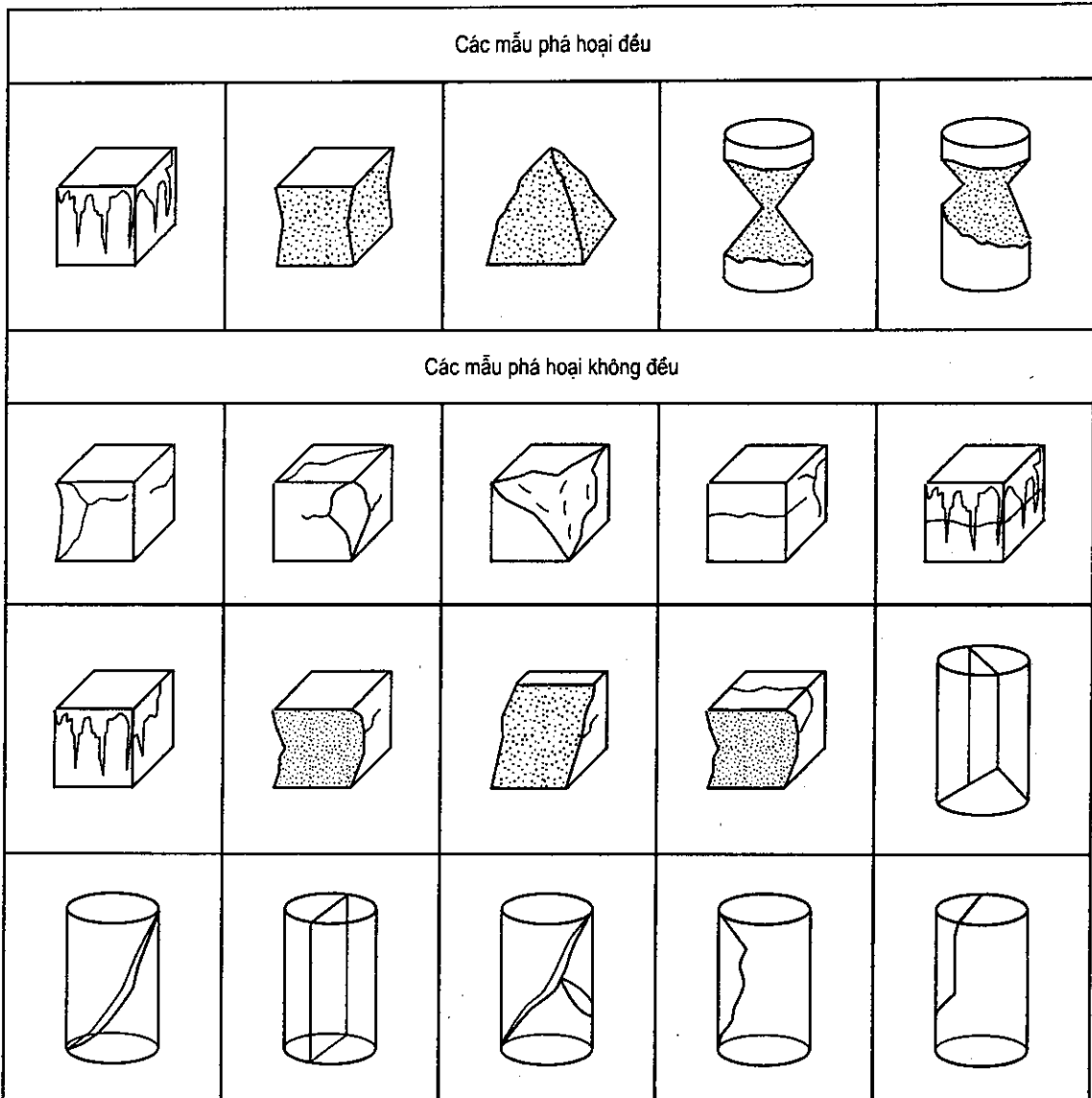
với:  $M_{\max}$  - moment uốn lớn nhất, kG.cm.

$W_x$  - moment chống uốn tiết diện ngang dầm,  $\text{cm}^3$ .

$$W_x^{\text{tròn}} = R^3/6, W_x^{\text{chữ nhật}} = bh^2/6.$$

$l$  - khoảng cách giữa 2 gối tựa, cm.

$b, h$  - bề rộng, chiều cao tiết diện ngang mẫu, cm.



*Hình 1.9. Các dạng mẫu phá hoại*

**2.2.2. Phương pháp xác định gián tiếp (phương pháp không phá hoại mẫu):**  
dựa vào nguyên tắc của dụng cụ đo.

*\* Nhóm theo nguyên tắc cơ học:*

- Tác dụng tải trọng sâu vào bề mặt vật liệu rồi đo trị số biến dạng dẻo, thông số đo là độ cứng hay biến dạng cục bộ (búa bi, búa có thanh chuẩn).

- Tác dụng tải trọng va chạm vào bề mặt vật liệu, dựa vào nguyên tắc nảy bật đàn tính ra khỏi bề mặt vật liệu, thông số đo là trị số bật nảy do phản lực từ mặt vật liệu tạo ra khi có tác động cơ học (súng bật nảy).

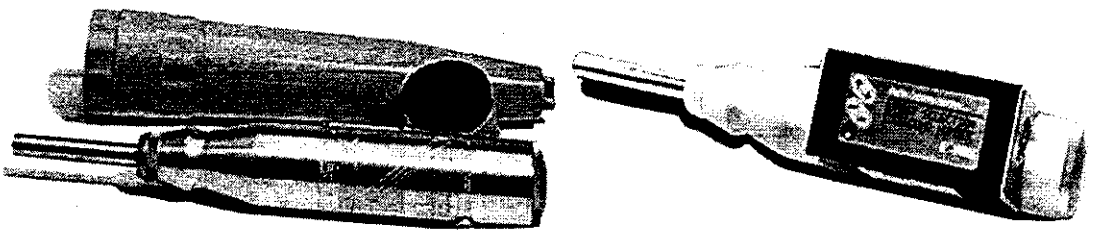
Đem các thông số đo được đối chiếu với các đồ thị chuẩn tương ứng của dụng cụ để suy ra cường độ của vật liệu.

*\* Nhóm theo nguyên tắc vật lý:*

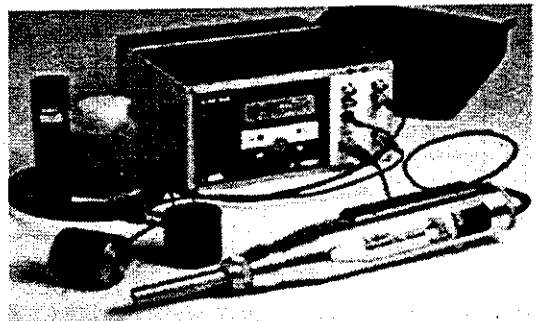
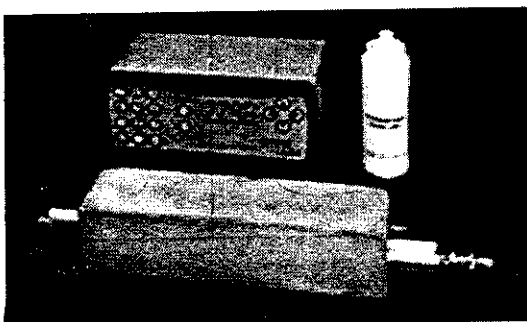
- Dựa vào quy luật lan truyền của xung điện, tia phóng xạ hay sóng siêu âm khi đi qua vật liệu để xác định mật độ, tần số dao động riêng hay vận tốc truyền sóng. Đối chiếu các thông số đo được với các đồ thị chuẩn để xác định cường độ của vật liệu.

- Dụng cụ đo: máy siêu âm bê tông, máy siêu âm cốt thép...

\* Các phương pháp không phá hoại rất tiện lợi song mức độ chính xác tùy thuộc vào rất nhiều yếu tố, do đó không thể thay thế hoàn toàn phương pháp phá hoại mẫu được. Các biểu đồ chuẩn của phương pháp không phá hoại mẫu phải được xây dựng trên cơ sở của phương pháp phá hoại mẫu.



*Hình 1.10. Súng bật nảy thử cường độ bê tông*



*Hình 1.11. Máy siêu âm bê tông*



### 1.2.2.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ vật liệu

+ Các yếu tố phụ thuộc vào bản thân cấu tạo vật liệu:

- Vật liệu có cấu trúc kết tinh hoàn thiện có cường độ cao hơn vật liệu có cấu trúc kết tinh không hoàn thiện.

- Vật liệu có kiến trúc kết tinh mịn có cường độ cao hơn vật liệu có kiến trúc kết tinh thô.

- Vật liệu có cấu tạo rỗng có cường độ thấp hơn vật liệu đặc chắc vì nó có độ rỗng tương đối lớn, lực liên kết giữa các chất điểm yếu, diện tích chịu lực giảm, ứng suất tập trung ở gần lỗ rỗng, nên khả năng chịu lực kém.

- Vật liệu có cấu tạo dạng lớp hoặc sợi, thành phần cấu tạo phân bố theo một chiều nhất định nên cường độ theo mỗi hướng khác nhau (tính dị hướng).

+ Các yếu tố phụ thuộc vào điều kiện thí nghiệm:

- Hình dáng và kích thước mẫu: mẫu có hình dạng khác nhau thì trị số đo cường độ cũng khác nhau. Ví dụ: trong thí nghiệm nén thì mẫu có kích thước càng bé, chiều cao càng thấp thì trị số đo R sẽ cao; mẫu hình trụ có trị số đo R thấp hơn mẫu hình lăng trụ.

- Đặc trưng bề mặt: trong thí nghiệm nén thì mẫu có bề mặt trơn láng, lực ma sát sẽ nhỏ, cường độ sẽ thấp và ngược lại.

- Tốc độ tăng tải: khi tốc độ tăng lực càng nhanh, tốc độ biến hình của vật liệu chậm (tương đối) so với tốc độ tăng tải nên trị số đo R sẽ cao hơn so với thực tế.

- Nhiệt độ và độ ẩm của môi trường: có ảnh hưởng đến cường độ. Đối với các vật liệu nhạy cảm với nhiệt độ và độ ẩm thì ảnh hưởng của độ ẩm và nhiệt độ đến cường độ rất lớn.

Để khắc phục các yếu tố ảnh hưởng đó, phải quy định một hình dạng, kích thước chuẩn, điều kiện chế tạo và dưỡng hộ chuẩn, phương pháp thí nghiệm chuẩn cho từng loại vật liệu (Tiêu chuẩn Xây dựng của Việt Nam, Tiêu chuẩn ngành của các Bộ chủ quản, Tiêu chuẩn của các nước trên thế giới, Tiêu chuẩn của các Hiệp hội được Quốc tế công nhận). Khi thí nghiệm trên các điều kiện khác chuẩn, phải có sự hiệu chỉnh kết quả về điều kiện chuẩn.

### 1.2.3. Hệ số an toàn

Vật liệu trong quá trình sử dụng, nếu chịu tác dụng của tải trọng động hoặc tải trọng trùng phục (chu kỳ) thì khả năng chịu lực sẽ bị giảm đi rất nhiều, người ta nói là vật liệu bị mỏi. Do đó trong tính toán đã được sử dụng cường độ cho phép [R] thông qua hệ số an toàn K.

Trong thiết kế, chỉ tính theo cường độ tối đa cho phép của vật liệu. Cường độ này phải nhỏ hơn cường độ giới hạn thực của vật liệu thì mới an toàn. Hệ số an toàn k là tỉ số giữa cường độ giới hạn thực và cường độ tối đa cho phép của vật liệu.

$$K = \frac{R}{[R]}$$

với: R - cường độ giới hạn thực.

[R] - cường độ tối đa cho phép.

k luôn luôn lớn hơn 1.

K phụ thuộc vào: tuổi thọ công trình, cấp công trình, điều kiện thời tiết, điều kiện thi công, trình độ kỹ thuật..

\* Lý do để đưa ra hệ số an toàn trong tính toán thiết kế kết cấu công trình:

- Cường độ là trị số trung bình của nhiều mẫu thí nghiệm, nhiều vùng hoặc nhiều lần thí nghiệm.

- Trong quá trình làm việc, vật liệu thường có hiện tượng mỏi hoặc đã có biến hình quá lớn tuy chưa đến lực phá hoại (nhất là khi tải trọng trùng lặp).

- Mặt khác khi thiết kế, người ta chưa đề cập hết đến các yếu tố ảnh hưởng của môi trường tác dụng lên công trình.

\* Việc lựa chọn hệ số an toàn lớn hay nhỏ khi tính toán tùy thuộc vào:

- Quy mô và tầm quan trọng của công trình.

- Kinh nghiệm về tính toán thiết kế, phương pháp tính, trình độ tính toán, trình độ nắm chắc vật liệu, kiểm nghiệm qua các công trình đã xây dựng...

#### 1.2.4. Hệ số phẩm chất của vật liệu

Là tỉ số giữa cường độ R và khối lượng thể tích  $\gamma_0$  của vật liệu.  $K_{PC}$  được dùng để đánh giá phẩm chất của vật liệu.

$$K_{PC} = \frac{R}{\gamma_0}, \text{ không có thứ nguyên}$$

với: R - cường độ giới hạn của vật liệu,  $\text{kg/cm}^2$ .

$\gamma_0$  - khối lượng thể tích của vật liệu,  $\text{kg/cm}^3$ .

$K_{PC}$  càng cao vật liệu càng tốt.

#### 1.2.5. Độ cứng

Là tính chất của vật liệu chống lại sự xuyên đâm của một vật liệu khác cứng hơn nó. Có 2 phương pháp xác định độ cứng:

### 1.2.5.1. Bảng phân loại độ cứng Morh (Đối với vật liệu khoáng)

Muốn thử độ cứng của vật liệu, ta đem khoáng vật trong bảng Mohr (bảng 1.1) rạch lên nó.

Ví dụ: Một loại vật liệu rạch được thạch anh nhưng lại không rạch được topal, vậy vật liệu sẽ có độ cứng nằm trong khoảng từ 7 - 8.

**Bảng 1.1. Bảng phân loại độ cứng Morh**

Chỉ số cứng	Tên khoáng vật	Đặc điểm độ cứng
1	Tan hoặc phấn $Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2$	Rạch được dễ dàng bằng móng tay
2	Thạch cao $CaSO_4.2H_2O$	Rạch được bằng móng tay
3	Canxit $CaCO_3$ hay thạch cao cứng	Rạch được dễ dàng bằng dao thép
4	Fluorit $CaF_2$	Rạch được bằng dao thép với áp lực ấn nhẹ
5	Apatit $Ca_5[PO_4]_3F$	Rạch được bằng dao thép với áp lực ấn mạnh
6	Octoclaz $K[AlSi_3O_8]$	Không rạch được bằng dao thép. Làm kính xước nhẹ
7	Thạch anh $SiO_2$	Không rạch được bằng dao thép. Rạch được kính theo mức độ tăng dần
8	Topa $Al_2[SiO_4](F, OH)_2$	
9	Corindon $Al_2O_3$	
10	Kim cương C	

\* Độ cứng của vật liệu sẽ tương ứng với độ cứng của khoáng vật nào đó mà khoáng đứng trước nó không rạch được vật liệu, còn khoáng vật đứng sau nó dễ dàng rạch được.

Bảng thang độ cứng sẽ cho biết độ cứng hơn hay kém của vật liệu chứ không thể định lượng chính xác cứng gấp hơn bao nhiêu lần.

Ví dụ: Độ cứng của một số chất như sau:

Tên các chất	Độ cứng	Tên các chất	Độ cứng
Pb	1,5	Cu	2 - 3
Zn	1,5 - 2	Đá hoa	3 - 4
Al	2	Thuỷ tinh	4,5 - 6,5
Sn	2	Đá lửa	6
Than đá	2 - 2,5	Lưỡi dao	6,5
Móng tay	2,5	Thép ít C	4 - 5

### 1.2.5.2. Phương pháp độ cứng Brinell

Độ cứng Brinell được dùng để xác định độ cứng của vật liệu kim loại, gỗ, bê tông. Dùng viên bi thép có đường kính  $D$  mm, ấn vào vật liệu cần thử một lực  $P$ . Dựa vào vết lõm trên vật liệu nông hay sâu để xác định độ cứng.

Độ cứng Brinell :

$$H_{BR} = \frac{P}{F} = \frac{2.P}{\pi.D.(D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \text{ kG/mm}^2$$

- với:  $F$  - diện tích chỏm cầu,  $\text{mm}^2$ ;  
 $D$  - đường kính bi thép, mm (1; 2.5; 5; 10);  
 $d$  - đường kính vết lõm, mm;  
 $P$  - lực ép viên bi vào mẫu thí nghiệm, kG.

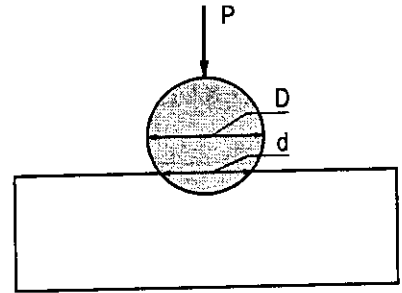
Tùy thuộc vào đường kính viên bi và loại vật liệu,

$$P = KD^2$$

$K$  - hệ số phẩm chất phụ thuộc vào tính chất của vật liệu.

- \* Kim loại đen:  $K = 30$ .
- \* Kim loại màu:  $K = 10$ .
- \* Kim loại mềm:  $K = 3$ .

$H_{BR}$  càng cao, vật liệu càng cứng.



Hình 1.12. Sơ đồ thử độ cứng Brinell

### 1.2.6. Độ mài mòn

Độ mài mòn là khả năng của vật liệu chịu tác dụng của lực ma sát. Là độ hao mòn về khối lượng trên một đơn vị diện tích mẫu bị mài mòn liên tục.

Hiện tượng này thường gặp ở mặt đường, mặt cầu, đường ray.

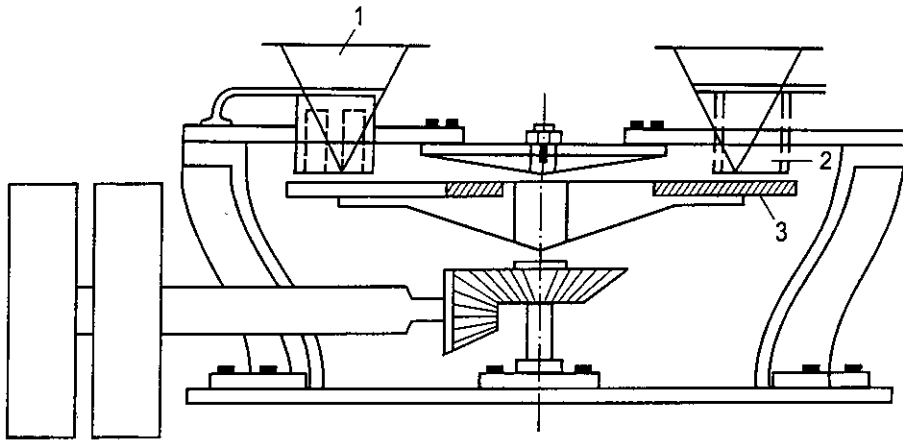
Xác định độ mài mòn bằng máy mài mòn.

- Mẫu hình trụ có kích thước  $d = 2,5\text{cm}$ ,  $h = 5\text{cm}$ .
- Kẹp mẫu lên đĩa, quay tròn với tốc độ 33 vòng/phút.
- Quay trong 1000 vòng và có rắc cát thạch anh cỡ 0,3 - 0,6mm (rắc 2,5 lít cát/1000 vòng).

Độ mài mòn: 
$$M_m = \frac{G_1 - G_2}{F}; \text{ g/cm}^2$$

với:  $F$  - tiết diện mẫu,  $\text{cm}^2$ ;

$G_1, G_2$  - khối lượng mẫu trước và sau khi mài mòn.

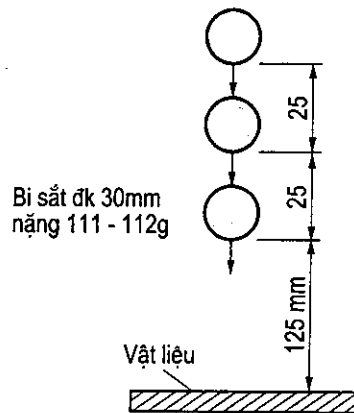
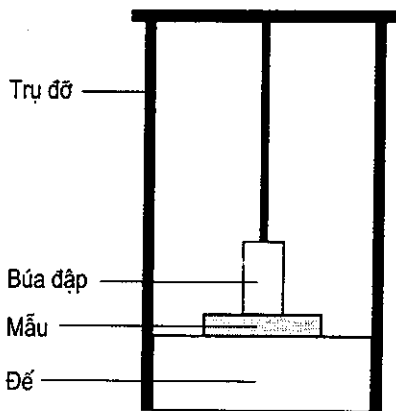


**Hình 1.13. Máy mài mòn**

1. Phễu cát thạch anh; 2. Bộ phận để kẹp mẫu; 3. Đĩa ngang.

### 1.2.7. Độ chống va đập

Độ chống va đập của vật liệu (tính bằng  $\text{kG.m/cm}^3$ ) là công cần thiết ( $\text{kG.m}$ ) để đập vỡ 1 đơn vị thể tích vật liệu ( $\text{cm}^3$ ) của mẫu thí nghiệm.



**Hình 1.14. Sơ đồ thử độ chống va đập**      **Hình 1.15. Sơ đồ thử độ chống va đập xung kích**

Để xác định độ chống va đập dùng máy búa đặc biệt. Đặt mẫu nằm trên bề mặt giữa 2 trụ. Quả cân treo ở độ cao nhất định sẽ rơi tự do đập vào mẫu cho đến khi xuất hiện vết nứt (hình 1.14).

$$R_{vd} = \frac{P.H}{V} p; \text{kG.m/cm}^3$$

Trong đó: P - lực va đập;

H - chiều cao tác dụng lực;

V - thể tích vật liệu.



Ngoài ra, ta còn xác định chỉ tiêu *độ chịu lực va đập xung kích* là số lần thả viên bi theo độ cao tăng dần đến khi đập vỡ vật liệu (hình 1.15).

### 1.2.8. Độ hao mòn

Độ hao mòn là khả năng của vật liệu chịu tác dụng đồng thời của 2 lực mài mòn và va đập. Độ hao mòn xác định bằng máy quay hình trống Devan hoặc máy hao mòn LA (Los Angeles).

#### 1.2.8.1. Độ hao mòn Đêvan

Đá được đập thành viên nặng khoảng 100gr

Cân 5 kg đá (  $50 \pm 2$  viên), cho vào máy.

Quay 10,000 vòng, xác định độ hao mòn theo công thức:

$$H_m = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \times 100\%$$

$G_1$ - khối lượng mẫu ban đầu, g;

$G_2$  - khối lượng mẫu sau khi quay 10,000 vòng và rây sót sàng 2mm, g;

$H_m$  - độ hao mòn, %.

Đối với mỗi loại vật liệu yêu cầu có độ hao mòn nhất định. Với đá quy định như sau:

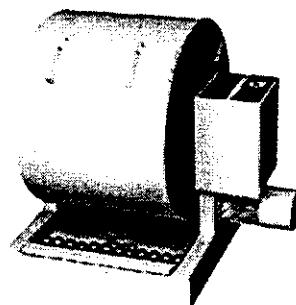
- $H_m < 4\%$  : Đá chống hao mòn rất khỏe.
- $H_m = 4-6\%$  : Đá chống hao mòn khỏe.
- $H_m = 6-10\%$  : Đá chống hao mòn trung bình.
- $H_m = 10-15\%$  : Đá chống hao mòn yếu.
- $H_m > 15\%$  : Đá chống hao mòn rất yếu.

#### 1.2.8.2. Độ hao mòn LosAngeles (LA)

- Để xác định độ hao mòn LA thường dùng máy hao mòn LA.

\* TCVN 1772-87:

Cân một khối lượng vật liệu  $G$ , khi  $D_{max} \leq 20mm$  thì  $G = 5kg$ ; khi  $D_{max} \geq 20mm$  thì  $G = 10kg$ . Khi đá có nhiều cỡ thì phải sàng để phân cỡ và xác định độ hao mòn cho từng cỡ hạt. Cho mẫu vào máy, bỏ vào  $n$  viên bi thép ( $d = 48mm$ ;  $g = 405 - 450kg$ ), cho máy quay  $N$  vòng với tốc độ 30 - 33 v/ph. Khi  $D_{max} \leq 20mm$  thì  $N = 500V$ ,



Hình 1.16. Trống đập thử độ hao mòn

$n = 8, 9, 11$ ; khi  $D_{\max} \geq 20\text{mm}$  thì  $N = 1000V$ ,  $n = 12$ . Sau đó sàng qua sàng 1,25mm. Độ hao mòn được tính theo công thức như trên.

**\* TC AASHTO 96-87; ASTM C131-81:**

Phân loại đá thành các loại A, B, C, D, E, F, G. Khi đá có nhiều cỡ thì phải sàng để phân thành từng cỡ riêng rồi phối hợp lại tạo thành mẫu thử. Cân một khối lượng vật liệu G cho vào máy, bỏ vào n viên bi thép ( $d = 46,8\text{mm}$ ;  $g = 390 - 445\text{g}$ ), cho máy quay N vòng với tốc độ 30 - 33 v/ph. Sau đó đem sàng qua sàng 1,71mm. Độ hao mòn được tính theo công thức như trên.

**Bảng 1.2. Bảng phân loại đá theo TC AASHTO 96-87; ASTM C131-81**

Lọt qua	Sót lại	A	B	C	D	E	F	G
76,2	63,5					2500		
63,5	50,8					2500		
50,8	38,1					5000	5000	
38,1	25,4	1250					5000	5000
25,4	19,1	1250	2500					
19,1	12,7	1250	2500					
12,7	9,52	1250	2500					
9,52	6,35			2500				
6,35	4,76			2500				
4,76	2,38			2500	5000			
Tổng G		5000	5000	5000	5000	10000	10000	10000
N		500	500	500	500	1000	1000	1000
n		12	11	8	6	12	12	12

**BÀI TẬP**

**Câu 1:** Một mẫu đá khô có khối lượng 120g, sau khi hút nước cân được 123g. Biết đá có độ hút nước theo thể tích  $H_v = 6,75\%$ , khối lượng riêng là  $2.9 \text{ g/cm}^3$ . Tính khối lượng thể tích ở trạng thái khô và ở trạng thái ẩm  $W = 3\%$ , độ rỗng, độ đặc của đá?

**Câu 2:** Một mẫu đá khô có khối lượng thể tích là  $2,8\text{g/cm}^3$ . Khi cho mẫu hút nước đến bão hoà có độ hút nước theo khối lượng là 3,8%. Biết  $C_{bh} = 0,9$ , khối lượng riêng của nước là  $1000\text{kg/m}^3$ . Hãy xác định khối lượng riêng và khối lượng thể tích ở trạng thái bão hoà của đá này?

**Câu 3:** Một mẫu đá vôi hình dáng không rõ ràng ở độ ẩm 8% có khối lượng 108g. Sau khi bọc kín bề mặt mẫu bằng 1,2g parafin, cân trong nước có khối lượng là 57,87g.

Biết khối lượng riêng của mẫu bằng  $2,9\text{g/cm}^3$ , của parafin bằng  $0,9\text{g/cm}^3$ , của nước bằng  $1\text{g/cm}^3$ . Hệ số bão hoà ( $C_{bh}$ ) bằng 0,65. Sau khi hút nước thể tích của đá không đổi.

- Xác định khối lượng thể tích ở trạng thái khô và trạng thái bão hoà?
- Xác định độ hút nước bão hoà theo khối lượng?

**Câu 4:** Một vật liệu ở độ ẩm 5% có khối lượng thể tích  $2205\text{kg/m}^3$ . Biết vật liệu có hệ số bão hoà bằng 0,8 và khối lượng riêng  $2,9\text{g/cm}^3$ . ( $\gamma_n = 1\text{g/cm}^3$ ). Sau khi hút nước thể tích của đá không đổi.

- Xác định độ hút nước bão hoà theo thể tích và theo khối lượng ?
- Xác định khối lượng thể tích ở trạng thái bão hoà?

**Câu 5:** Một mẫu vật liệu để trong không khí có khối lượng thể tích là  $1400\text{kg/m}^3$  và có độ ẩm 3%. Sau khi hút nước đến bão hoà thì khối lượng thể tích của nó là  $1700\text{kg/m}^3$ . Cho biết hệ số bão hoà của nó là 0,9. Hãy xác định khối lượng riêng của vật liệu này.

**Câu 6:** Một mẫu đá thiên nhiên có kích thước hình trụ tròn, chiều cao  $h = 15\text{cm}$ , đường kính  $d = 10\text{cm}$ . Ở trạng thái tự nhiên có khối lượng là 3003g với độ ẩm của đá là 2% .

Biết khối lượng riêng của đá bằng  $2,7\text{g/cm}^3$ , hệ số bão hoà  $C_{bh} = 0,5$ .

- Xác định khối lượng thể tích của đá ở trạng thái khô ?
- Xác định độ hút nước bão hoà theo thể tích và theo khối lượng?

**Câu 7:** Một mẫu đá thiên nhiên có kích thước hình trụ tròn, chiều cao  $h = 15\text{cm}$ , đường kính  $d = 10\text{cm}$ . Ở trạng thái khô có khối lượng là 2944g. Biết khối lượng riêng của đá bằng  $2,7\text{g/cm}^3$ , hệ số bão hoà  $C_{bh} = 0,5$  và sau khi hút nước thể tích của đá không đổi.

- Xác định khối lượng thể tích ở trạng thái ẩm của đá, với độ ẩm là 2% .
- Xác định độ rỗng, độ hút nước bão hoà theo thể tích và theo khối lượng?

**Câu 8:** Một mẫu đá ở trạng thái khô có khối lượng 120g, sau khi hút nước cân được 123g. Biết đá có độ hút nước theo thể tích  $H_v = 6,75\%$ , khối lượng riêng là  $2,9 \text{ g/cm}^3$ . Tính khối lượng thể tích ở trạng thái khô và ở trạng thái ẩm  $W = 3\%$ , độ rỗng, độ đặc của đá.

**Câu 9:** Một mẫu đá hoa có kích thước  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}$ . Ở trạng thái khô có khối lượng là 8775g, sau khi hút nước cân được 8881g.

- Xác định khối lượng thể tích ở trạng thái khô và ở độ ẩm  $W = 1\%$ .
- Tính độ hút nước theo khối lượng và theo thể tích (Cho  $\gamma_n = 1 \text{ g/cm}^3$ ).

**Câu 10:** Hãy xác định chiều dày của tấm tường bê tông nhẹ có diện tích chịu nhiệt  $2.5 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ . Biết rằng: Tấm tường chịu tác dụng của nhiệt độ mặt ngoài là  $90^\circ\text{C}$  và nhiệt độ mặt trong là  $30^\circ\text{C}$ . Nhiệt lượng truyền qua tấm tường trong 1 giờ là 250 Kcal. Hệ số truyền nhiệt của tấm tường ở  $0^\circ\text{C}$  là  $\lambda_0 = 0,124 \text{ kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$ .

**Câu 11:** Một mẫu đá cẩm thạch có kích thước hình trụ tròn, đường kính  $d = 10 \text{ cm}$ , chiều cao  $h = 20 \text{ cm}$ , ở trạng thái vật liệu có độ ẩm 4% khối lượng cân được là 4245g. Biết đá có hệ số bão hòa  $C_{bh} = 0,65$ , thể tích đặc của vật liệu là  $V_a = 1500 \text{ cm}^3$ . Sau khi hút nước thể tích của đá không đổi.

- Tính độ hút nước bão hòa theo thể tích và theo khối lượng (Cho  $\gamma_n = 1 \text{ g/cm}^3$ ).
- Tính khối lượng thể tích của mẫu đá cẩm thạch ở trạng thái bão hòa.

## Chương 2

# VẬT LIỆU ĐÁ THIÊN NHIÊN

## 2.1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

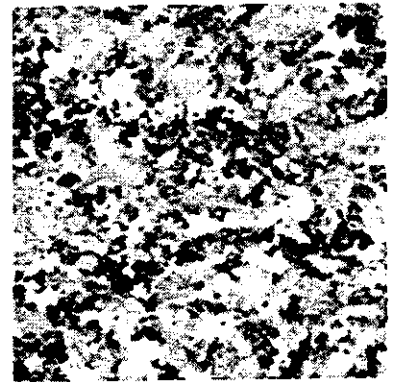
### 2.1.1. Khái niệm chung về đá thiên nhiên và vật liệu đá thiên nhiên

**2.1.1.1. Đá thiên nhiên:** Là một khối vô cơ bao gồm 1 hay nhiều khoáng vật khác nhau. Đá thiên nhiên tạo nên vỏ trái đất.

Khoáng vật là một vật thể đồng nhất về thành phần hóa học, cấu trúc và tính chất vật lý. Ví dụ khoáng vật thạch cao, fenspat ...

+ Có loại đá chỉ tạo nên bởi một loại khoáng vật như: đá thạch anh (khoáng  $\text{SiO}_2$ ), đá thạch cao (khoáng vật là  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), đá vôi (khoáng vật  $\text{CaCO}_3$ ).

+ Có loại đá tạo nên bởi nhiều loại khoáng: đá sienite, đá diorite, đá granite (thành phần chủ yếu thạch anh ( $\text{SiO}_2$ ), Fenspat và mica)...



*Hình 2.1: Khoáng vật trong đá thiên nhiên*

**2.1.1.2. Vật liệu đá thiên nhiên:** Là sản phẩm sản xuất từ đá thiên nhiên bằng phương pháp gia công cơ học hoặc do phong hóa tự nhiên như: đá hộc, đá tấm (phiến), đá dăm, cát...

Vật liệu đá thiên nhiên như cát, sỏi, đá dăm dùng làm cốt liệu bê tông và vữa; đá cấp phối dùng rải đường ô tô và đệm đường xe lửa; đá hộc dùng để xây mố cầu, xây cống, kè đê và gia cố nền đường ô tô ở vùng đất yếu; đá tấm, đá lát dùng lát vỉa hè, làm bậc cầu thang; các cấu kiện kiến trúc khác dùng để trang hoàng các công trình dân dụng và công cộng.

Từ đá thiên nhiên dùng để chế tạo một số chất kết dính vô cơ như xi măng, vôi, thạch cao xây dựng...

Vật liệu đá xây dựng được sử dụng rộng rãi nhờ có những ưu điểm sau:

- Cường độ chịu nén cao.
- Bền vững trong môi trường sử dụng.
- Dùng để trang trí.
- Giá thành thấp, tận dụng được nguồn nguyên liệu địa phương.

Bên cạnh đó còn có một số nhược điểm: khối lượng thể tích lớn, quá trình gia công phức tạp, vận chuyển và thi công khó khăn.

## 2.1.2. Phân loại

### 2.1.2.1. Theo khối lượng thể tích và cường độ

- Loại nhẹ:  $\gamma_0 < 1800 \text{ kg/m}^3$ , có mức tương ứng 5, 10, 15, 75, 100, 150 kG/cm<sup>2</sup>, dùng xây tường cho nhà cần cách nhiệt.
- Loại nặng:  $\gamma_0 \geq 1800 \text{ kg/m}^3$ , có mức tương ứng 100, 150, 200, 400, 600, 800, 1000 kG/cm<sup>2</sup>, dùng trong các công trình chịu lực, công trình thủy công để xây móng, tường chắn, lớp phủ bờ kè, ốp lát..

### 2.1.2.2. Theo hệ số mềm ( $K_m$ )

Chia thành 4 cấp :

$K_m < 0,6$ : dùng nơi khô ráo.

$K_m = 0,6 \div 0,75$ : dùng nơi ít ẩm.

$K_m = 0,75 \div 0,9$ : dùng nơi ẩm ướt.

$K_m > 0,9$ : dùng nơi tiếp xúc với nước.

### 2.1.2.3. Theo yêu cầu sử dụng và mức độ gia công

- **Đá hộc**: gia công theo phương pháp nổ mìn, chưa qua gia công đểo gọt, không có hình dạng hình học xác định, kích thước 150 ÷ 450mm, G = 20 ÷ 40kg. Dùng để xây móng nhà, tường chắn, trụ cầu,

- **Đá đểo thô, đểo vừa, đểo kỹ** tùy có dạng hình hộp chữ nhật, gia công theo yêu cầu sử dụng của công trình.

- **Đá kiểu**: được chọn lọc kỹ, chất lượng cao, dùng để trang trí cho các công trình.

- **Đá phiến**: để ốp lát, trang trí.

- **Đá dăm**: có kích thước  $d = 5 \div 70\text{mm}$ , làm cốt liệu trộn bê tông.

- **Cát** :  $d = 0,14 \div 5 \text{ mm}$ .

- **Bột đá**:  $d < 0,14 \text{ mm}$ .

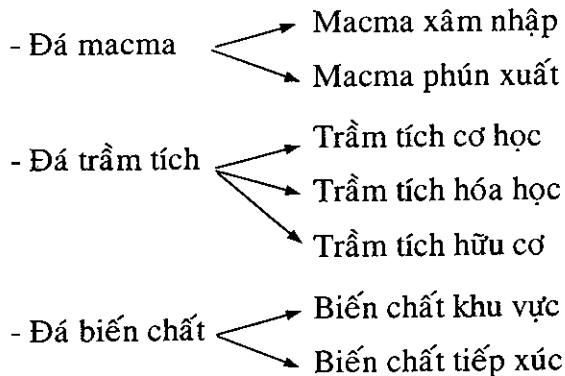
### 2.1.2.4. Theo hàm lượng-oxit silic

- **Đá acid**:  $\text{SiO}_2 > 65\%$ .



- Đá trung tính:  $SiO_2 = 55 \div 65\%$ .
- Đá bazơ:  $SiO_2 = 45 \div 55\%$ .
- Đá siêu bazơ:  $SiO_2 < 45\%$ .

### 2.1.2.5. Theo nguồn gốc



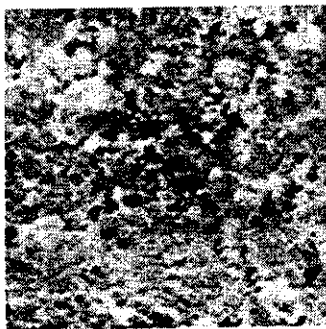
## 2.2. CÁC LOẠI ĐÁ THIÊN NHIÊN

### 2.2.1. Đá macma

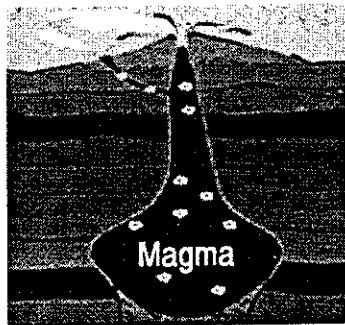
Được tạo thành do sự nguội đặc của những khối macma nóng chảy (hay còn gọi là khối silicate nóng chảy) (ở nhiệt độ 1000 - 1300°C) từ lòng đất xâm nhập lên phần trên của vỏ trái đất hoặc phun ra ngoài mặt đất.

Tùy theo điều kiện nguội đặc có 2 loại macma xâm nhập và macma phun xuất.

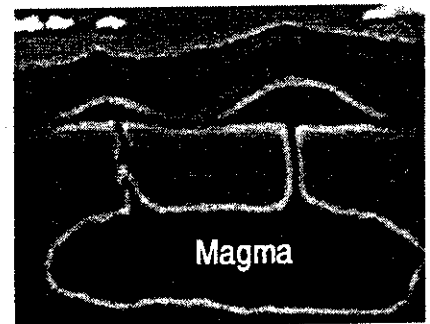
**2.2.1.1. Macma xâm nhập:** là loại đá do macma xâm nhập vào các tầng vỏ trái đất (cách ly khí quyển) ở sâu hơn trong vỏ trái đất, chịu áp lực và nhiệt độ cao, nguội dần mà thành. Ví dụ như: Đá granit, diorit, gabro...



Khoảng vật trong đá macma



Mô hình hoạt động núi lửa

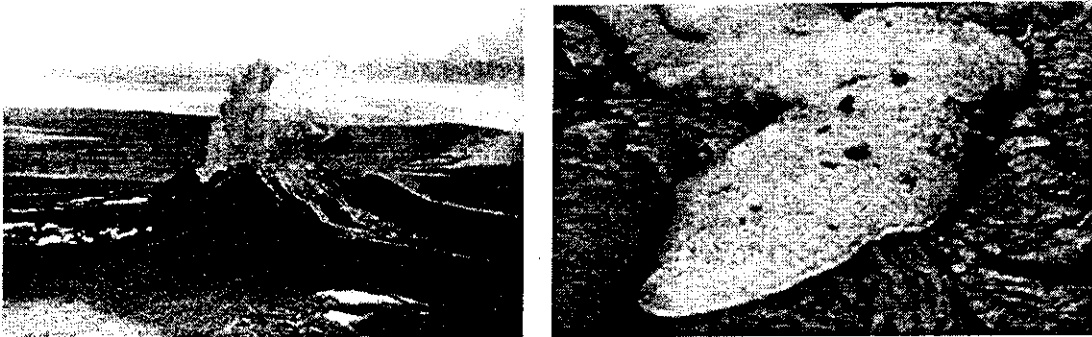


Macma xâm nhập

**Hình 2.2:** Sự hình thành đá macma xâm nhập

*Đặc điểm:* do nguội rất chậm, có áp lực của các lớp đất đá bên trên. Nên có tính chất là đặc chắc, có cấu trúc tinh thể lớn, cường độ cao, ít hút nước, màu sắc đẹp (vì không bị phân hóa, không chịu ảnh hưởng của thời tiết...). Sử dụng cho các công trình chịu lực như móng, bệ móng, mố trụ cầu, dùng làm trang trí như ốp lát công trình...

**2.2.1.2. Macma phun xuất:** là loại đá do macma phun ra trên mặt đất, tiếp xúc với không khí, điều kiện áp suất và nhiệt độ thấp, nguội lạnh nhanh mà sinh ra.



Khối macma tuôn trào

**Hình 2.3:** Sự hình thành macma phun xuất

Trên mặt đất, do nguội lạnh nhanh, macma không kịp kết tinh, hoặc chỉ kết tinh được một bộ phận với kích thước tinh thể rất nhỏ, chưa hoàn chỉnh, còn đại bộ phận tồn tại ở dạng vô định hình, trong đá có lẫn nhiều bọt khí (do đang sôi và bị nguội lạnh nhanh) đó là dạng *macma phun xuất chặt chẽ*. Những loại đá thuộc dạng này như: Đá diabazơ, bazan, andezit. *Có tính chất rỗng nhẹ, cứng và giòn. Sử dụng làm cốt liệu cho bê tông, bê tông nhẹ, dùng làm phụ gia cho bê tông và xi măng...*

- Khi macma đang sôi bọt, gặp lạnh đông lại nên rất xốp và nhẹ. Một phần khối macma bị phun lên cao, bay xa, nguội nhanh, hơi nước, khí thoát ra nhiều nên có kết cấu rỗng vụn, khối lượng thể tích nhỏ, đó là dạng *macma phun xuất rời rạc*. Những loại đá thuộc dạng này như tro, túp núi lửa, túp dung nham. *Có đặc điểm nhẹ, xốp, rỗng... dùng làm phụ gia hoạt tính cho bê tông và xi măng.*

### 2.2.2. Đá trầm tích

Do sự tích tụ, lắng đọng hay kết tủa trong nước của các khoáng chất, của đất đá bị phong hóa, vỡ vụn tích lũy thành khối mà thành. Dựa vào nguồn gốc hình thành có 3 loại:

**2.2.2.1. Trầm tích cơ học:** Do sản phẩm vụn nát sinh ra trong quá trình phong hóa các loại đá có trước tích tụ lại mà thành. Có loại rời rạc như sỏi, cát, đất sét; loại gắn kết nhau như dăm kết, cuội kết, sa thạch...

**2.2.2.2. Trầm tích hóa học:** Tạo thành do các khoáng chất hòa tan trong nước lắng đọng, kết tủa lại như đá dolomit, thạch cao, anhydrit, tốp đá vôi...

**2.2.2.3. Trầm tích hữu cơ:** tạo thành do sự tích tụ xác động vật, thực vật như đá vôi, đá vôi vỏ sò, đá phấn, đá diatomit, trepen...

### 2.2.3. Đá biến chất

Là các loại đá macma và trầm tích bị biến đổi tính chất khi gặp áp suất và nhiệt độ cao. Chia thành 2 loại:

**2.2.3.1. Biến chất khu vực:** khi một vùng đất nào đó bị lún xuống, những lớp đá hình thành trước bị lún sâu hơn, bên trên là những lớp trầm tích mới tích tụ dần, lâu ngày tạo nên một áp lực lớn ép lên những lớp dưới làm chúng bị biến chất. Loại này có tính phân phiến (lớp mỏng) nên tính chất cơ học kém hơn đá macma.

Ví dụ như đá gơnai (do đá granit tái kết tinh), diệp thạch sét (do sự biến chất của đất sét dưới áp lực cao).

**2.2.3.2. Biến chất tiếp xúc:** Tạo thành từ trầm tích bị biến chất do tác dụng của nhiệt độ cao. Khi gặp khối macma nóng chảy, đá trầm tích tiếp xúc với khối macma bị nung nóng và thay đổi tính chất. Loại này thường rắn hơn đá trầm tích.

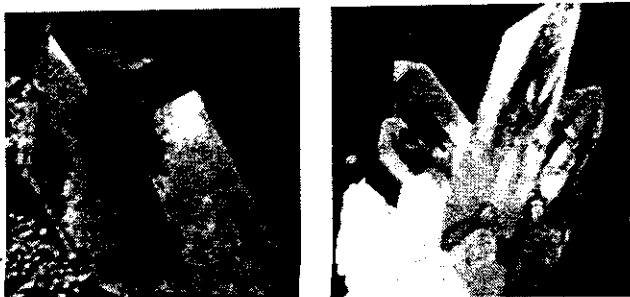
Ví dụ như đá hoa (do tái kết tinh đá vôi, đá đolômit dưới tác dụng của nhiệt độ và áp suất cao mà thành), thạch anh (biến chất từ cát)...

## 2.3. CÁC KHOÁNG VẬT TẠO ĐÁ

### 2.3.1. Các khoáng vật tạo đá macma chủ yếu

#### 2.3.1.1. Thạch anh $SiO_2$

Cấu tạo dạng tinh thể lăng trụ 6 cạnh, độ cứng lớn(7),  $\gamma_a = 2,65g/cm^3$ , cường độ cao, chống mài mòn tốt.



$SiO_2$

**2.3.1.2. Fenspat** (trường thạch): màu trắng xám, vàng, hồng đến đỏ.

- Fenspat kali (octocla):  $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$  (alumino silicate kali). (cát khai thẳng góc).

- Fenspat natri (plagiocla):  $Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$  (cát khai xiên góc).

- Fenspat calci (anoclit):  $CaO.Al_2O_3.2SiO_2$  (alumino silicate canxi) (cát khai xiên góc)

\* Fenspat kém ổn định trong môi trường có  $CO_2$  và nước. Ở môi trường nước có chứa  $CO_2$ , fenspat kali cho sản phẩm mới:



**2.3.1.3. Mica:** là những alumosilicate ngậm nước, rất phức tạp. Có 3 loại:

- Muscovit: trong suốt.  $K_2O.3Al_2O_3.6SiO_2.2H_2O$  – mica trắng.

- Biotit: có màu nâu hoặc đen.  $K(Mg, Fe)_3.(Si_3AlO_{10})(OH, F)_2$  – mica đen.

- Ngoài 2 loại phổ biến trên còn có Vermiculit: vàng hoặc xám: tạo thành do oxid hóa và thủy hóa biotite. Khi nung, nước mất và tăng thể tích 18 - 20 lần nên được dùng để làm vật liệu cách nhiệt.

- Mica có độ cứng 2-3,  $\gamma_a = 2,76 - 3,2 \text{ g/cm}^3$ .



*Fenspat*



*Cấu trúc mica*

#### **2.3.1.4. Khoáng vật màu sẫm**

Chủ yếu là pyroxene (màu đen đến phốt lục, phốt nâu), amphibon (màu lục đến nâu), olivin. Các khoáng vật này có màu sẫm (từ màu lục đến đen) R cao, dai và bền, khó gia công.

## 2.3.2. Các khoáng vật tạo đá trầm tích chủ yếu

### 2.3.2.1. Nhóm cacbonat

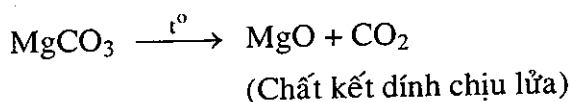
- **Canxit** ( $\text{CaCO}_3$ ): Khoáng không màu hoặc màu trắng, khi lẫn tạp chất thì có màu xám vàng, hồng hoặc xanh,  $\gamma_a = 2,7\text{g/cm}^3$ , độ cứng 3, ít hòa tan trong nước (0,03g/l). Trong nước có  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$  tan nhiều hơn tạo thành bicarbonate acide calci  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Chất này tan 100 lần so với  $\text{CaCO}_3$ . Sủi bọt khi tác dụng với HCl 10%.



$\text{CaCO}_3$

- **Đôlômit** ( $\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$ ): Tính chất lý học giống với  $\text{CaCO}_3$  nhưng cứng, bền hơn, độ cứng 3 - 4,  $\gamma_a=2,8\text{ g/cm}^3$  ít hòa tan trong nước. Dùng để sản xuất chất kết dính dolomi và manhezi, làm vật liệu chịu lửa đôlômi, làm đá xây, đá dăm...

- **Manhezit** ( $\text{MgCO}_3$ ): Có màu trắng, xám, vàng hoặc nâu,  $\gamma_a = 3,0\text{g/cm}^3$ , độ cứng 3,5 - 4,5, R khá cao, là sản phẩm tương đối hiếm. Để sản xuất chất kết dính dùng cho vật liệu chịu lửa.



### 2.3.2.2. Nhóm ôxít silic

- **Opan**: Là oxyde silic ngậm nước ( $\text{SiO}_2.n\text{H}_2\text{O}$ ) chứa khoảng 2 - 34% nước. Opal là khoáng chất vô định hình, hoạt tính có thể kết hợp với vôi ở nhiệt độ thường cho ra silicate. *Opan thường không màu hoặc màu trắng sữa, khi lẫn tạp chất có màu vàng, xanh hoặc đen,  $\gamma_a = 1,9 - 2,5\text{g/cm}^3$ , độ cứng 5 - 6, giòn.*



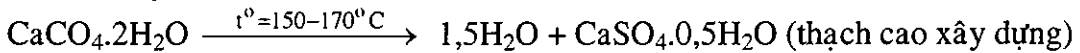
Opan

- **Chanxedon** ( $\text{SiO}_2$ ): là họ hàng của thạch anh, cấu tạo ẩn tinh, dạng sợi. Màu trắng, xám, vàng sáng, tro, xanh,  $\gamma_a = 2,6\text{g/cm}^3$ , độ cứng 6.

- **Thạch anh trầm tích**: được lắng đọng trực tiếp từ dung dịch, có thể tái kết tinh từ opan và chanxedon.

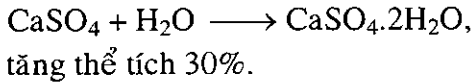
### 2.3.2.3. Nhóm sulfate

- **Thạch cao** ( $\text{CaSO}_4.2\text{H}_2\text{O}$ ): Dễ hòa tan trong nước.

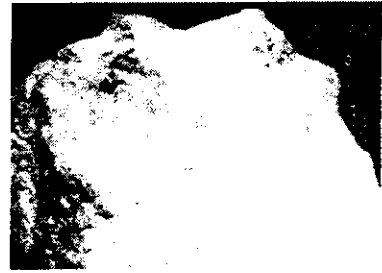
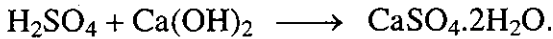


- **Anhydride** ( $\text{CaSO}_4$ ):

Áp lực thấp sẽ tác dụng với nước tạo thành thạch cao:



Thạch cao có thể được chế tạo từ phòng thí nghiệm.



$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

#### 2.3.2.4. Nhóm các khoáng sét

**Kaolinit** ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) màu trắng,  $\gamma_a = 2,6\text{g/cm}^3$ , độ cứng 1.

**Mica ngậm nước:** hình thành do sự phân hủy mica và một số silicat.

**Montmorilonit:** là khoáng sét được tạo thành trong môi trường kiềm, tại các vùng biển hoặc trên các lớp đất đá bị phong hóa. Nó là thành phần chính của đất bentonite.

### 2.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHAI THÁC VÀ GIA CÔNG

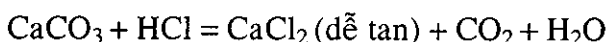
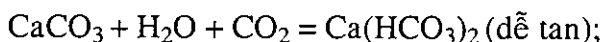
Chọn phương pháp khai thác dựa vào điều kiện cấu tạo của mỏ đá, hình dạng, kích thước vật liệu, độ cứng đá, phương tiện trang thiết bị.

- *Khai thác lộ thiên:* mỏ đá nằm không sâu, hoặc trên mặt đất.
- *Khai thác hầm lò:* mỏ đá nằm sâu trong lòng đất.
- *Phương pháp búa chêm nổ mìn:* sản xuất đá dăm, đá hộc.
- *Máy cưa xẻ:* sản xuất đá khối, đá tấm ốp lát.

### 2.5. NGUYÊN NHÂN PHÁ HOẠI VÀ BIỆN PHÁP BẢO VỆ VẬT LIỆU ĐÁ THIÊN NHIÊN

#### 2.5.1. Nguyên nhân phá hoại

- Do tác dụng hoá lý của môi trường hòa tan là nước. Đặc biệt trong nước có  $\text{CO}_2$  và axit thì gây phá hoại nhanh chóng đối với đá vôi.





- Do sự giãn nở nhiệt không đều nhau của các khoáng vật tạo đá khi nhiệt độ thay đổi.

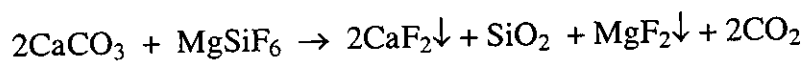
- Do sự tác động của axit hữu cơ lên bề mặt của vật liệu đá (bụi vô cơ, hữu cơ + ẩm sinh nhiều vi khuẩn tiết ra axit hữu cơ gây phá hoại cấu trúc của đá).

- Do cấu trúc bản thân đá (phân lớp, rỗng, nứt nẻ...)

### 2.5.2. Biện pháp bảo vệ

Phải loại trừ khả năng xâm nhập của nước trong môi trường vào vật liệu đá bằng cách:

- Fluorua hóa bề mặt đá vôi để tạo một lớp khoáng không hòa tan và các kết tủa khác lấp kín các lỗ rỗng, làm tăng tính chống thấm của đá.



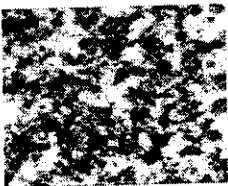
- Phủ lên bề mặt vật liệu đá thiên nhiên một lớp nhựa thông, parafin, hoặc gudron.



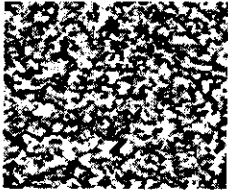
- Tẩm lên bề mặt đá có lỗ rỗng lớn dung dịch  $\text{CaCl}_2$  và dung dịch  $\text{NaCO}_3$  (sôđa) để tạo  $\text{CaCO}_3$ , sau đó mới florua hóa như trên.

- Tẩm đá đến độ sâu 1cm bằng dầu gai nóng để ngăn tác dụng phá hoại của axit carbonic  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

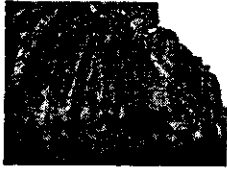

- Gia công bề mặt vật liệu đá thiên nhiên thật phẳng để hơi nước thoát nhanh không đọng lại trên bề mặt.

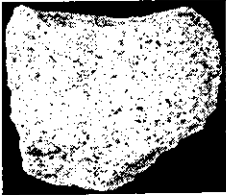
### 2.6. MỘT SỐ LOẠI ĐÁ THIÊN NHIÊN THÔNG DỤNG

Loại đá	Mô tả	Các khoáng vật có trong đá, cấu trúc của đá	Tính chất và sử dụng
<i>1. Đá mácma xâm nhập:</i>			
Đá granit 	Là đá axit. Màu tro nhạt (xám, xám - xanh), vàng nhạt, hồng và có màu xen lẫn những chấm đen.	Thạch anh, fenspat, mica, kết tinh.	$\gamma_0 = 2500 - 2600 \text{ kg/m}^3$ , $\gamma_a = 2700 \text{ kg/m}^3$ , $R_n = 1000 - 2500 \text{ kG/cm}^2$ , $H_p < 1\%$ , độ cứng 6 - 7, khả năng chống phong hóa rất cao. Sử dụng: ốp, lát, xây tường, trụ, làm nền móng cho các công trình cầu, cống, đập...

Loại đá	Mô tả	Các khoáng vật có trong đá, cấu trúc của đá	Tính chất và sử dụng
Đá gabbro 	Đá bazơ. Màu tro sẫm, xanh xám đến xanh đen	Fenspat, pyroxen, augit, olivin, mica, kết tinh	$\gamma_0 = 2800 - 3300 \text{ kg/m}^3$ , $R_n = 2000 - 3500 \text{ kG/cm}^2$ , sử dụng làm đá dăm, đá tấm để lát mặt đường và ốp các công trình kiến trúc.
Đá diorit 	Đá trung tính. Màu xám, xám lục, có xen các vết sẫm và trắng	Plagiocla, augit, biotit, amfibon...	$\gamma_0 = 2900 - 3300 \text{ kg/m}^3$ , $R_n = 2000 - 3500 \text{ kG/cm}^2$ . dai, chống va chạm tốt, chống phong hóa cao, dùng làm mặt đường, tấm ốp.
Đá sienit 	Đá trung tính, màu tro hồng.	Octola, plagiocla, amfibon, pyroxen, it mica.	$\gamma_0 = 2400 - 2800 \text{ kg/m}^3$ , $\gamma_a = 2700 - 2900 \text{ kg/m}^3$ , $R_n = 1500 - 2000 \text{ kG/cm}^2$ . Sử dụng rộng rãi.

## 2. Đá mácma phun xuất:

Đá bazan 	Đá bazơ. Màu sẫm, đen	Fenspat, augit, kết tinh hạt thô	$\gamma_0 = 2900 - 3500 \text{ kg/m}^3$ , $R_n = 1000 - 5000 \text{ kG/cm}^2$ , nặng nhất trong các loại đá macma, rất cứng, giòn, khả năng chống phong hóa cao. Sử dụng làm đá dăm, đá tấm lát mặt đường, tấm ốp chống ăn mòn...
Đá Diaba 	Đá trung tính. Màu tro sẫm hoặc màu lục nhạt	Fenspat, pyroxen..	$R_n = 3000 - 4000 \text{ kG/cm}^2$ , rất dai, khó mài mòn, sử dụng chủ yếu làm đá rải đường, làm nguyên liệu đá đúc...

Loại đá	Mô tả	Các khoáng vật có trong đá, cấu trúc của đá	Tính chất và sử dụng
Đá Andesit 	Đá trung tính. Màu tro vàng, hồng, lục..	Amfibon, pyroxen, mica	$\gamma_0 = 2200 - 2700 \text{ kg/m}^3$ , $R_n = 1200 - 2400 \text{ kG/cm}^2$ , khả năng hút nước lớn, chịu được axit, dùng làm vật liệu chống axit, chế tạo tấm ốp hoặc đá dăm cho bê tông chống axit.
Tro núi lửa, cát núi lửa (tro núi lửa hạt lớn),	Màu xám, hình thành đá bọt	Được tạo thành khi dung nham nguội lạnh nhanh trong không khí.	$\gamma_0 = 400 - 700 \text{ kg/m}^3$ , $R_n = 20 - 30 \text{ kG/cm}^2$ . Tro núi lửa dùng làm phụ gia hoạt tính chịu nước cho chất kết dính vô cơ.  Cát núi lửa làm cốt liệu cho bê tông nhẹ, vật liệu cách nhiệt (dạng bọt) và bột mài.
Tụp núi lửa		Loại đá rỗng, tạo thành do quá trình tự lèn tro núi lửa	Dùng làm phụ gia hoạt tính chịu nước cho chất kết dính vô cơ.
Đá bọt		Tạo thành khi dung nham nguội lạnh trong không khí	Rất rỗng (đến 80%), $\gamma_0^{tb} = 500 \text{ kg/m}^3$ , Hp thấp do lỗ rỗng lớn và kín, $\lambda$ nhỏ = 0,12 - 0,2 kcal/m. $^{\circ}$ C.h, $R_n = 20 - 30 \text{ kG/cm}^2$ . sử dụng làm cốt liệu cho bê tông nhẹ
Tụp dung nham	Màu hồng, tím	Do tro và cát núi lửa rơi vào trong dung nham nóng chảy sinh ra	$\gamma_0 = 750 - 1400 \text{ kg/m}^3$ , $R_n = 60 - 100 \text{ kG/cm}^2$ , Hp < 1%, độ cứng 6 - 7, $\lambda^{tb} = 0,3$ kcal/m. $^{\circ}$ C.h. Làm đá dăm cho bê tông nhẹ, xẻ thành block để xây tường.

Loại đá	Mô tả	Các khoáng vật có trong đá, cấu trúc của đá	Tính chất và sử dụng
<b>2. Đá trầm tích</b>			
Đá vôi:	Trắng đến màu tro, xanh nhạt, vàng và cả màu hồng sẫm, đen	Đá vôi đặc canxit và đá vôi đolômit.  Đá vôi rỗng vỏ sò, thạch nhũ.	$\gamma_0 = 1700 - 2600 \text{kg/m}^3$ , $R_n = 100 - 1500 \text{kG/cm}^2$ , $H_p = 0,2 - 0,5\%$ , độ cứng 3. Đá vôi canxit làm đá dăm, nguyên liệu để sản xuất vôi, xi măng. Đá vôi đolômit là loại đá đặc, màu đẹp được dùng để sản xuất tấm lát, ốp, chế tạo vật liệu chịu lửa.  Đá vôi rỗng gồm đá vôi vỏ sò, thạch nhũ có $\gamma_0 = 800 - 1800 \text{kg/m}^3$ , $R_n = 4 - 150 \text{kG/cm}^2$ , dùng làm sản xuất vôi, cốt liệu cho bê tông nhẹ.
Sa thạch	Màu trắng đến màu sẫm (sa thạch silic và sa thạch vôi màu tro nhạt, sa thạch sắt màu hồng, vàng, nâu; sa thạch sét vàng sẫm	Phần lớn do cát thạch anh keo kết bằng chất kết dính thiên nhiên (đất sét, oxyt silic, oxyt sắt, $\text{CaCO}_3$ ) tên gọi tương ứng.	$\gamma_0 = 2300 - 2600 \text{kg/m}^3$ , $R_n = 800 - 3000 \text{kG/cm}^2$ , dùng sa thạch silic làm đá dăm cho bê tông và để rải mặt đường.
Thạch cao	Khoáng màu trắng hoặc không màu, đôi khi lẫn tạp chất có màu xanh, vàng hoặc đỏ	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tinh thể dạng bản, đôi khi dạng sợi	Độ cứng bằng 2, $\gamma_a = 2300 \text{kg/m}^2$ .

Loại đá	Mô tả	Các khoáng vật có trong đá, cấu trúc của đá	Tính chất và sử dụng
<b>3. Đá biến chất</b>			
Đá gơnai		Do đá granite kết tinh và biến chất, khoáng vật thạch anh, fenspat, mica..	Dễ bị phân hóa và tách lớp, dùng làm tấm ốp lòng bờ kênh, lát vỉa hè
Đá hoa	Có nhiều màu sắc như trắng, vàng, hồng, đỏ, đen...	Do đá vôi và đá đôlômit tái kết tinh.	$\gamma_0 = 2000 - 2800 \text{ kg/m}^3$ , $R_n = 1000 - 3000 \text{ kG/cm}^2$ , dùng làm đá tấm ốp trang trí, bậc cầu thang, lát sàn nhà, cốt liệu cho bê tông, granitô.
Đá quáczit	Màu trắng đỏ hay tím	Do sa thạch tái kết tinh	$\gamma_0 = 2300 - 2700 \text{ kg/m}^3$ , $R_n = 3000 - 4000 \text{ kG/cm}^2$ , sử dụng để xây trụ cầu, tấm ốp, làm đá dăm, đá học cho cầu đường. Làm nhiên liệu để sản xuất vật liệu chịu lửa.
Diệp thạch sét	Màu xám sẫm	Do sự biến chất của đất sét dưới áp lực cao	Dùng làm vật liệu lợp rất đẹp.

## Chương 3

# VẬT LIỆU GỐM XÂY DỰNG

### 3.1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

#### 3.1.1. Khái niệm

Vật liệu gốm là vật liệu nhân tạo, được sản xuất từ nguyên liệu chính là đất sét hoặc cao lanh bằng cách tạo hình và nung ở nhiệt độ cao (900-1350°C). Trải qua một quá trình gia công cơ học và biến đổi lí hóa dưới tác dụng của nhiệt độ, tạo thành sản phẩm gốm.

- Trong xây dựng, vật liệu gốm được dùng trong nhiều chi tiết kết cấu của công trình từ khối xây, lát nền, ốp tường, cốt liệu rỗng nhẹ (keramzit) cho bê tông nhẹ, sứ vệ sinh... đến các sản phẩm gốm bền axit, gốm chịu lửa, cách nhiệt... được dùng nhiều trong công nghiệp hoá học, luyện kim và các ngành công nghiệp khác.

*Ưu điểm:*

- + Độ bền và tuổi thọ cao.
- + Từ nguyên liệu địa phương có thể sản xuất các sản phẩm khác nhau thích hợp với yêu cầu sử dụng.
- + Công nghệ sản xuất đơn giản, giá thành thấp.

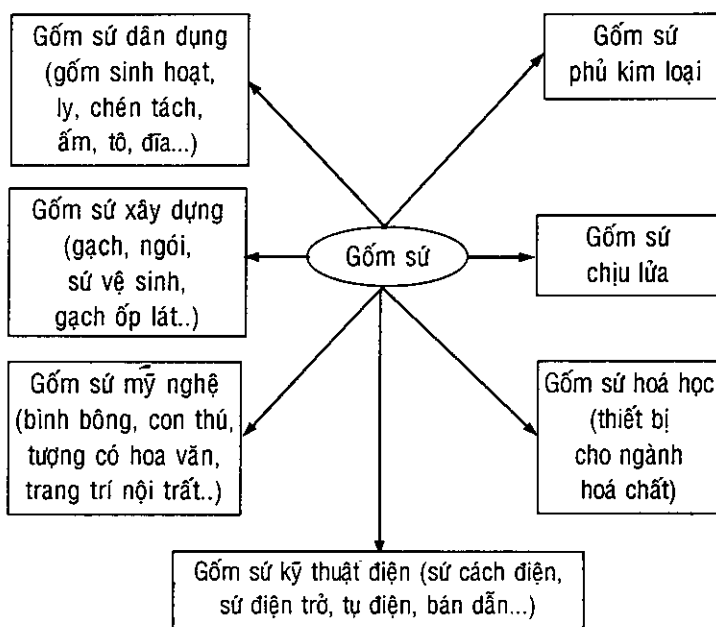
*Nhược điểm:*

- + Giòn, dễ vỡ, nặng.

#### 3.1.2. Phân loại

##### 3.1.2.1. Theo lĩnh vực sử dụng

(Xem sơ đồ bên)





### 3.1.2.2. Theo cấu tạo

Loại đặc: Hp < 5%: Loại không tráng men: gạch clanke, gạch lát nền, lát đường, xây kênh. Loại tráng men: sứ vệ sinh, ống thoát nước.

Loại rỗng: Hp > 5%: Loại không tráng men: gạch xây thường, gạch rỗng, gạch xếp. Loại tráng men: các loại tấm ốp.

### 3.1.2.3. Theo cấu trúc và tính chất sản phẩm

- Gốm tinh: Thường có cấu trúc hạt mịn, sản xuất phức tạp: gạch trang trí, sứ vệ sinh, tấm ốp.

- Gốm thô: Thường có cấu trúc hạt lớn, sản xuất đơn giản: gạch, ngói, tấm lát, ống nước.

### 3.1.2.4. Theo công dụng trong xây dựng

- Vật liệu xây: Các loại gạch đặc, gạch lỗ, block.

- Vật liệu lợp: Các loại ngói.

- Vật liệu ốp: Ốp tường nhà, ốp cầu thang, ốp trang trí.

- Vật liệu lát: Tấm lát nền, lát đường, lát vỉa hè.

- Sản phẩm kỹ thuật vệ sinh: Chậu rửa, bồn tắm, bàn cầu, lavabo...

- Sản phẩm cách nhiệt cách âm: Các loại gốm xếp.

- Sản phẩm chịu lửa: Gạch samôt, gạch cao alumin

- Sản phẩm đặc biệt: Gốm chịu axit, chịu nhiệt, sứ bán dẫn, sứ cách điện...

## 3.2. NGUYÊN LIỆU SẢN XUẤT VẬT LIỆU GỐM XÂY DỰNG

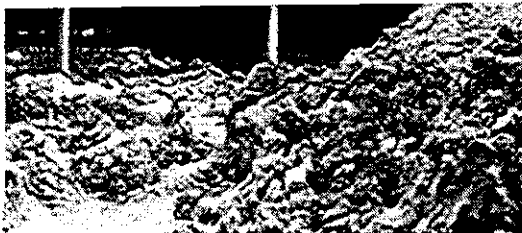
### 3.2.1. Nguyên liệu

3.2.1.1. Nguyên liệu chính: Đất sét hoặc cao lanh (đất sét trắng).

*Cao lanh*: (còn gọi là đất sét nguyên sinh) là sản phẩm thu được tại nơi phong hóa. Thành phần khoáng vật là kaolinit hóa, không lẫn tạp chất nên có màu trắng, dẻo. Cao lanh lẫn nhiều cát nên nó không mịn. Chủ yếu dùng để sản xuất xi măng trắng, hàng sứ...



Đất cao lanh



Đất sét

**Hình 3.1:**  
Nguyên liệu đất sét  
và cao lanh

**Đất sét:** (còn gọi là đất sét thứ sinh) được tạo thành do sự tích tụ, lắng đọng của dòng cao lanh bị cuốn trôi đi, dưới tác dụng của nước, băng hà, gió, bão,... thành phần khoáng là caolinit, lẫn nhiều tạp chất, đất sét ít lẫn cát nên nó mịn hơn cao lanh. Dùng để sản xuất vật liệu gốm, xi măng...

### 3.2.1.2. Nguyên liệu phụ

- **Nguyên liệu gây:** vật liệu gây được pha trộn vào đất sét nhằm giảm độ dẻo, giảm độ co khi phơi sấy và nung. Thường dùng là samôt, đất sét mất nước (nung non), cát (cát thạch anh  $\text{SiO}_2$ ), tro nhiệt điện, xỉ hạt hóa, tràng thạch...

- **Phụ gia cháy:** có tác dụng tăng độ rỗng của sản phẩm gạch và quá trình gia công nhiệt đồng đều hơn, như mùn cưa, phơi bào, thải phẩm của các xí nghiệp làm giàu than đá, tro nhiệt điện, bã giấy...

- **Phụ gia tăng dẻo:** cho đất sét như đất sét có độ dẻo cao, đất bentonit, các loại phụ gia hoạt động bề mặt khác.

- **Phụ gia hạ nhiệt độ nung** (còn gọi là phụ gia trợ dung): có tác dụng hạ thấp nhiệt độ kết khối, làm tăng cường độ và độ đặc của sản phẩm. Thường dùng fenspat, pecmatit, sienit, can xit, đôlômit...

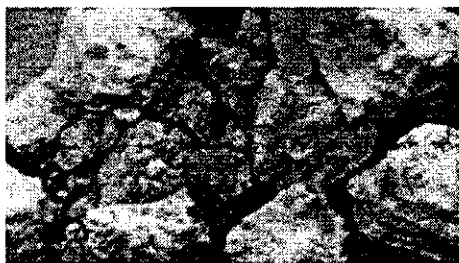
- **Men:** là lớp thủy tinh mỏng (dày 0,1 - 0,3mm) phủ lên bề mặt sản phẩm. Có tác dụng bảo vệ sản phẩm chống lại tác dụng của môi trường, tăng tính chống thấm, tăng mỹ quan cho vật liệu gốm... Men dùng cho vật liệu gốm rất đa dạng: men màu, không màu, loại men trong, loại men đục, có loại bóng, loại không bóng...

### 3.2.2. Đặc điểm của nguyên liệu đất sét

Đất sét là nguyên liệu tự nhiên thuộc nhóm alumôsilicate có độ phân tán rất cao khi kết hợp với nước sẽ có tính dẻo có khả năng tạo hình dáng bất kỳ sau khi sấy nung cho cường độ cao.

Công thức cơ bản của đất sét:  $m\text{Al}_2\text{O}_3.n\text{SiO}_2.p\text{H}_2\text{O}$

Đặc điểm đất sét là hạt mịn, ít cát. Thành phần hoá học không ổn định biến đổi theo từng lớp. Lẫn tạp chất hữu cơ nên có nhiều màu sắc.



Đất sét đỏ



Đất sét vàng

**3.2.2.1. Thành phần khoáng vật** chủ yếu trong đất sét là Aluminosilicate ngậm nước:  $mAl_2O_3.nSiO_2.pH_2O$ . Chủ yếu là khoáng kaolinit và montmorilonit.

*Kaolinit* ( $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$ ) ở dạng tinh khiết có màu trắng đục, chịu lửa tốt, độ dẻo cao.

*Montmorilonit* ( $Al_2O_3.4SiO_2.nH_2O$ ) có độ phân tán cao, khả năng hấp phụ và trương phồng lớn, có độ dẻo, co sấy nung cao.

### 3.2.2.2. Thành phần hóa học

Tỉ lệ hàm lượng (%) các ôxít trong đất sét như bảng 3.1

**Bảng 3.1. Hàm lượng ô xít trong đất sét**

SiO <sub>2td</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Muối kiềm
15 - 30	40 - 60	8 - 22	1 - 7	0,5 - 1,5	0,5 - 3	1 - 3

Thực tế thành phần hóa biến động lớn ở những mỏ đất sét khác nhau do đó làm ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

*Tác dụng của từng loại ôxít:*

- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Quan trọng nhất, chủ yếu nhất. Quyết định tính dẻo của đất sét, khả năng chịu lửa của sản phẩm. Hàm lượng Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> càng lớn nhiệt độ nung càng cao, thời gian kết khối lớn.

- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Có tác dụng hạ thấp nhiệt độ nung, ảnh hưởng đến màu sắc của sản phẩm. Thành phần Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tăng thì nhiệt độ nung giảm.

- SiO<sub>2</sub>: Thành phần chủ yếu, quyết định về mặt số lượng khoáng kaolinit, phần trăm SiO<sub>2</sub> có thể đến 78%, SiO<sub>2</sub> càng lớn, tính dẻo của đất sét càng giảm nếu SiO<sub>2</sub> tăng đến 80 - 85% thì không sản xuất được.

- SiO<sub>2td</sub>: Hàm lượng SiO<sub>2</sub> tự do có trong đất vừa phải giúp cho đất chống co ngót khi phơi, sấy, nung, nhiều quá đất sét kém dẻo hàm lượng tốt nhất từ 15 - 30%.

- CaO: Phải khống chế, dễ gây nứt sản phẩm.

### 3.2.2.3. Thành phần cỡ hạt

Có nhiều thành phần cỡ hạt khác nhau. Quy định 3 nhóm cỡ hạt chủ yếu.

- Nhóm hạt sét,  $d < 0,005mm$ .

- Nhóm hạt bụi,  $d = 0,005 - 0,15mm$ .

- Nhóm hạt cát,  $d = 0,15 - 5mm$ .

Dựa vào tỉ lệ phần trăm hàm lượng hạt sét, chia thành các loại đất sau:

- Đất sét tinh khiết: Có nhóm hạt sét  $d < 0,005\text{mm}$  chiếm  $> 60\%$ .
- Đất sét: Có nhóm hạt sét  $d < 0,005\text{mm}$  chiếm  $30 - 60\%$ .
- Đất sét pha: Có nhóm hạt sét  $d < 0,005\text{mm}$  chiếm  $20 - 30\%$ .
- Đất cát pha nhiều sét: Có nhóm hạt sét  $d < 0,005\text{mm}$  chiếm  $15 - 20\%$ .
- Đất cát pha ít sét: Có nhóm hạt sét  $d < 0,005\text{mm}$  chiếm  $10 - 15\%$ .
- Đất cát: Có nhóm hạt sét  $d < 0,005\text{mm}$  chiếm  $5 - 10\%$ .
- Cát: Có nhóm hạt sét  $d < 0,005\text{mm}$  chiếm  $< 5\%$ .

#### 3.2.2.4. Tính dẻo của đất sét

Tính dẻo của đất sét là tính chất khi nhào trộn với nước cho một hỗn hợp có khả năng tạo ra hình dáng dưới tác dụng của ngoại lực và giữ nguyên hình dáng đó khi bỏ ngoại lực.

Tính dẻo là tính chất quan trọng của đất sét, quyết định tính công nghệ của từng loại sản phẩm. Tính dẻo phụ thuộc vào hàm lượng kaolinit và montmorillonit (aluminosilicate) (càng nhiều đất sét càng dẻo), thành phần hạt của đất sét (hạt sét nhiều đất sét càng dẻo).

Xác định tính dẻo bằng phương pháp sau:

- Phương pháp xác định độ co ngót của đất sét nhuyến ứng với lượng nước yêu cầu trong môi trường không khí. Theo cách này phân loại đất sét như sau:

+ Đất sét rất dẻo:

$\text{H}_2\text{O}$  yêu cầu  $> 28\%$ , co ngót  $10 - 15\%$ .

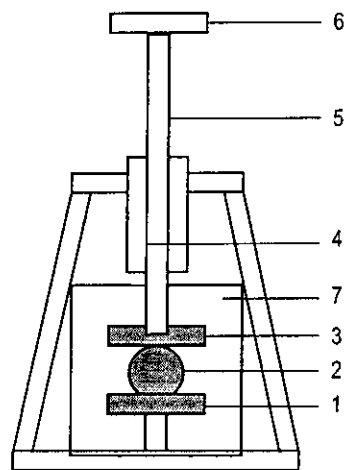
+ Đất sét dẻo:

$\text{H}_2\text{O}$  yêu cầu  $20 - 28\%$ , co ngót  $7 - 10\%$ .

+ Đất sét kém dẻo:

$\text{H}_2\text{O}$  yêu cầu  $< 20\%$ , co ngót  $5 - 7\%$ .

- Phương pháp nén bi bằng đất sét: Xác định độ dẻo bằng cách tạo những viên bi đất sét có  $d = 4 - 6\text{cm}$  (trộn đất sét khô với  $17 - 30\%$  nước). Đặt bi vào máy ép, lần lượt ép với các lực  $500\text{G}$ ,  $750\text{G}$ ,  $1000\text{G}$ , ... cho đến khi xuất hiện vết nứt.



**Hình 3.2:** Sơ đồ nén bi xác định độ dẻo  
1. Mâm nén dưới; 2. Viên bi sét;  
3. Mâm nén trên; 4. Trục di động thẳng đứng;  
5. Phần trục khắc độ; 6. Mâm đặt tải trọng;  
7. Gương phát hiện vết nứt.

Hệ số dẻo  $K_d$  tính với công thức:

$$K_d = P.a, [kG.cm]$$

với: P - lực nén, kG.

a - độ biến hình của viên bi, cm.

Đất sét dẻo có  $K_d = 3 - 3,5$  kG.cm.

### 3.2.2.5. Sự biến đổi thể tích khi sấy và nung.

Khi phơi, sấy đất sét mất nước, các mao quản co lại làm thể tích co theo. Khi co thường kèm theo hiện tượng cong vênh, nứt nẻ do các bộ phận co không đều. Để tránh co, nứt nẻ, cần khống chế độ ẩm đất sét,  $K_d$ , để sản phẩm mất nước từ từ. Với đất sét, co dài khi phơi 5 - 12%, co khi nung 1 - 3%.

*Độ co khi sấy và nung:*

- Độ co là độ giảm kích thước và thể tích của đất sét khi sấy nung. Độ co được tính bằng tỉ lệ phần trăm so với kích thước ban đầu.

Xác định độ co khi sấy nung:

+ Độ co khi sấy:  $C_s\% = (l_0 - l_s) / l_0$

+ Độ co khi nung:  $C_n\% = (l_s - l_n) / l_s$

+ Độ co tổng cộng:  $C\% = (l_0 - l_n) / l_0$

Trong đó:  $l_0$  - kích thước ban đầu;

$l_s$  - kích thước sau khi sấy;

$l_n$  - kích thước sau khi nung.

### 3.2.2.6. Màu sắc khi nung xong

Chất bản hữu cơ và oxit sắt làm cho đất sét có nhiều màu khác nhau: trắng, xám, vàng, nâu, hung đỏ, ... Khi nung chất hữu cơ cháy hết, màu của sản phẩm tùy thuộc vào oxit sắt. Tùy lượng oxit sắt, sản phẩm sẽ có nhiều màu khác nhau. Đối với sản phẩm sứ phải hạn chế hàm lượng  $Fe_2O_3$  để sản phẩm có màu trắng.

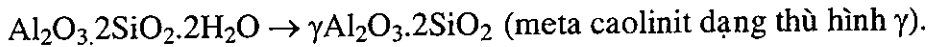
Màu sắc sản phẩm tùy thuộc vào hàm lượng sắt như ví dụ đã phân tích bảng 3.2.

**Bảng 3.2**

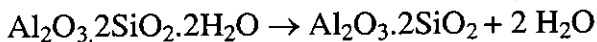
Hàm lượng $Fe_2O_3$	0,8	1,3	2,7	4,2	5,5	8,5	10
Màu sản phẩm nung	trắng	trắng đục	vàng nhạt	vàng	hồng nhạt	hồng	nâu hồng

### 3.2.2.7. Sự biến đổi hóa lý của đất sét khi gặp nhiệt độ

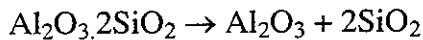
- Từ 100°C - 200°C, nước tự do bốc hơi, đất sét bắt đầu bị co ngót.
- Từ 200°C - 450°C, nước hấp phụ bay hơi, tạp chất hữu cơ cháy hết, đất sét co đáng kể.
- Từ 450°C - 650°C, nước liên kết hóa học bắt đầu bay hơi. Caolinit chuyển thành meta caolinit.



- Đến 750°C, nước liên kết hóa học bay hơi hết, đất sét mất tính dẻo, xuất hiện nhiều hốc nhỏ li ti.

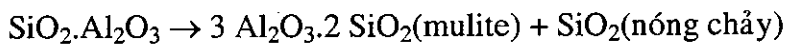


- Ở 900°C - 1000°C,  $\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{SiO}_2$  tự phân tách ra các oxit tự do:



- Ở 1000°C - 1200°C,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  và  $\text{SiO}_2$  kết hợp lại theo 2 dạng  $\text{Al}_2\text{O}_3.\text{SiO}_2$  (silimanit) và  $3\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{SiO}_2$  (mulit). Mulit là thành phần khoáng chính của gạch đất sét nung, làm cho sản phẩm có cường độ cao và bền nhiệt.

Ở khoảng nhiệt độ này xảy ra phản ứng:



Nếu thời gian kéo dài → Mulite tăng (có tính bền vững cao) ⇒ Hp giảm khi kết tinh  $\text{SiO}_2$  (nóng chảy) ở dạng kết tinh vô định hình có thể tạo thành men tự tạo.

- Nung sản phẩm đến nhiệt độ kết khối. Nhiệt độ kết khối là nhiệt độ mà tại đó một số bộ phận của đất sét chảy ra, nhét đầy các lỗ rỗng nhỏ làm sản phẩm đặc chắc, có cường độ cao, lúc này đất sét đang kết khối.

- Trong sản xuất gạch xây dựng, chỉ nung đất sét tới nhiệt độ kết khối, chứ không nung ở nhiệt độ chảy. Để vật liệu đặc chắc, không bị chảy yêu cầu đất sét phải có khoảng kết khối (khoảng giữa nhiệt độ kết khối và nhiệt độ chảy đủ lớn ( $= t_{\text{ktkk}}^{\circ} - t_{\text{bdkk}}^{\circ}$ )) thường 70 - 100°C.

$$t_{\text{bd}}^{\circ} \text{ kết khối} \quad 70 - 100^{\circ}\text{C} \quad t_{\text{ktkk}}^{\circ} \text{ (chảy)}$$

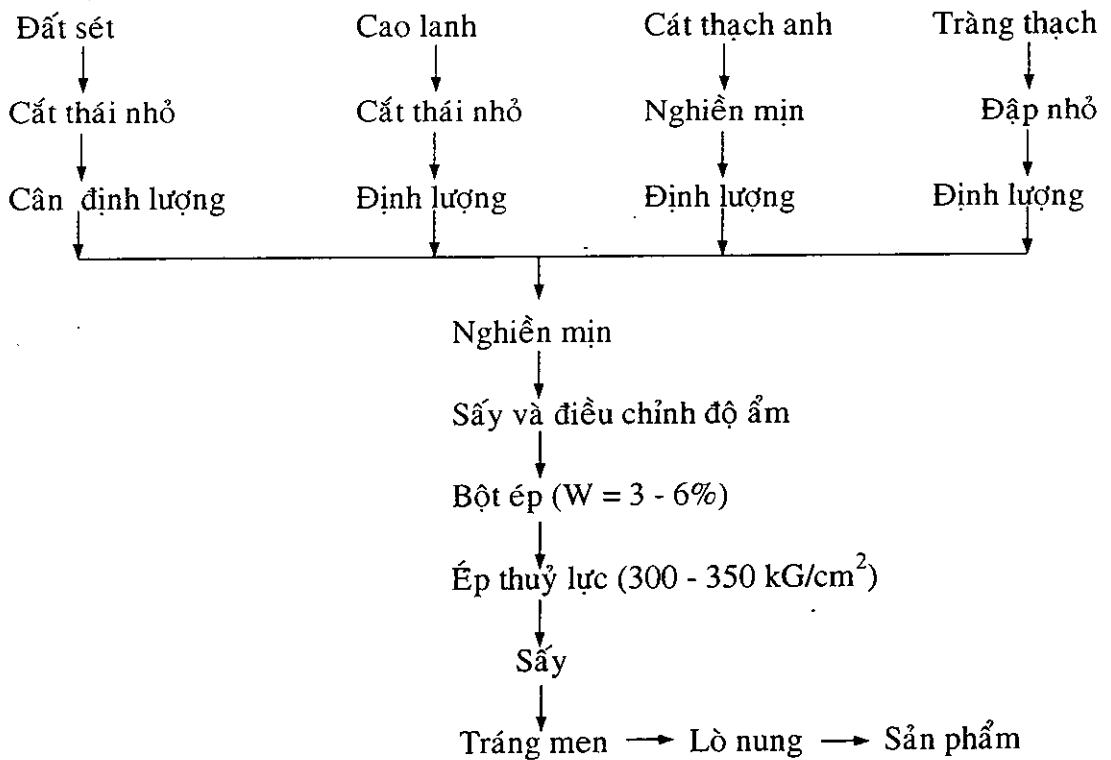
- Nhiệt độ chảy là nhiệt độ quá nhiệt độ kết khối, ở đó toàn bộ đất sét bị chảy. Ở nhiệt độ này tỉ lệ phế phẩm khá cao.

- Ở nhiệt độ bắt đầu kết khối, pha lỏng bắt đầu xuất hiện. Nhiệt độ kết thúc kết khối là nhiệt độ cao nhất mà sản phẩm vẫn còn giữ nguyên hình dáng.

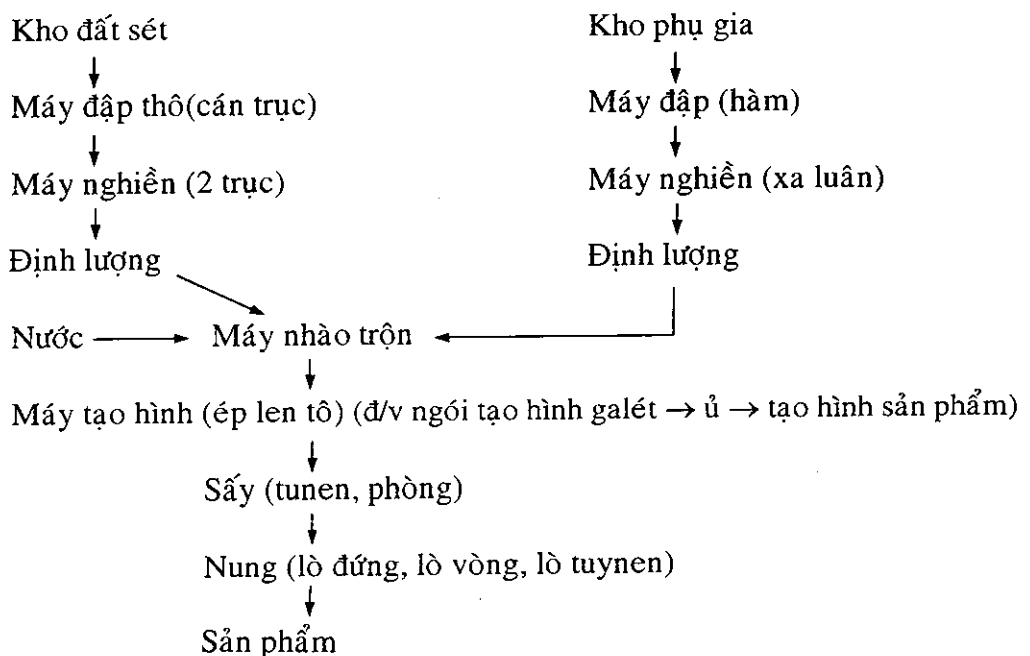


### 3.3. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO GẠCH ĐẤT SÉT NUNG

#### 3.3.1. Dây chuyền công nghệ chế tạo gạch ceramic tráng men (tạo hình bán khô)

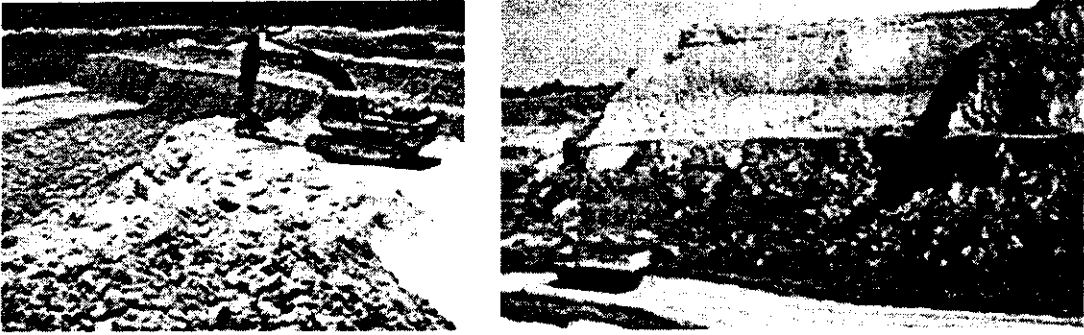


#### 3.3.2. Dây chuyền công nghệ chế tạo gạch xây (tạo hình dẻo)



### 3.3.2.1. Khai thác nguyên liệu.

Thường khai thác gần nơi sản xuất, khai thác thủ công hoặc bằng máy đào. Cần loại bỏ lớp đất thổ nhưỡng (lớp mặt đất trồng trọt) 30 - 40cm bên trên tùy từng khu vực, để loại bỏ cỏ rác, rễ cây, sỏi đá, ...



Hình 3.3: Khai thác mỏ cao lanh và đất sét

### 3.3.2.2. Ủ đất và gia công cơ học

Khai thác xong đất được ủ trong sân hoặc đánh đồng ngoài trời để độ ẩm đồng đều tạo cho đất có độ dẻo, co ngót đều, tạo hình dễ, chất lượng sản phẩm cao (tránh co nứt, cong vênh).

Nhào trộn bằng máy (máy đập đất, nhai nghiền đất, máy trộn đất...) với độ ẩm 15 - 18% để tạo thành khối đồng nhất. Khi nhào trộn, để điều chỉnh độ dẻo thích hợp cho đất sét có thể thêm đất sét béo (tăng dẻo) hoặc bột gạch (giảm độ dẻo) tùy theo độ dẻo ban đầu của đất sét.

**3.3.2.3. Tạo hình:** tạo ra sản phẩm một hình dáng nhất định và cường độ ban đầu

- Tạo hình bằng phương pháp dẻo:  $W\% = 17 - 23\%$ ,  $R_n$  không cao, lực tạo hình nhỏ.

- Tạo hình bằng phương pháp bán khô:  $W\% = 4 - 12\%$ ,  $R_n$  cao, lực tạo hình cao

- Ngoài ra còn tạo hình bằng phương pháp khô (lực tạo hình cao) và phương pháp hồ.

Để sản xuất gạch đất sét nung, người ta tạo hình theo phương pháp dẻo bằng máy đùn ruột gà (máy ép lentô). Đất sét đưa vào phễu, nhờ trục xoắn ruột gà đùn đất chảy ra miệng có kích thước và tiết diện viên gạch mộc.

**3.3.2.4. Phơi, sấy:** ( $t^\circ$  sấy:  $40^\circ\text{C} - 90^\circ\text{C}$ )

Gạch tạo hình xong có độ ẩm cao, cần được phơi hoặc sấy để độ ẩm giảm từ từ (đến 5 - 8%) để tránh co nứt sản phẩm, tạo cho viên gạch mộc có được cường độ

ban đầu, trọng lượng bản thân và trọng lượng của các lớp gạch bên trên đè xuống, trước khi đưa vào lò nung. Có thể:

- Phơi sấy tự nhiên, sấy dụ, chỉ phơi gió ngoài trời 10 - 15 ngày.

*Ưu điểm:* không phải tốn năng lượng sấy, thiết bị đơn giản.

*Khuyết điểm:* tốn thời gian sấy, tốn mặt bằng, chất lượng sấy không đều.

- Sấy cưỡng bức bằng cách tận dụng nhiệt của khu nung trong lò để sấy gạch, như lò sấy phòng (làm việc gián đoạn, phân bố nhiệt không đều). Lò sấy tuynen (làm việc liên tục, năng suất cao, sấy đều, nhanh)

*Ưu điểm:* không tốn mặt bằng, chất lượng sấy cao.

*Khuyết điểm:* vốn đầu tư lớn.

### 3.3.2.5. Nung: gồm 3 giai đoạn:

- *Giai đoạn nung trước:* ( $t < 650^{\circ}\text{C}$ ) gạch mất nước dần dần, chất hữu cơ cháy hết, đất sét mất nước liên kết, mất tính dẻo tạo thành đất sét nung non.

- *Giai đoạn nung:* hạt sét cứng lại, biến đổi hóa lý, gạch co rút đạt kích thước theo yêu cầu.

- *Giai đoạn làm nguội:* gạch được làm nguội từ từ để tránh biến dạng nhiệt, khi ra lò gạch có nhiệt độ từ  $50^{\circ}\text{C}$  -  $60^{\circ}\text{C}$ .

*Các loại lò nung gạch: lò gián đoạn và lò liên tục.*

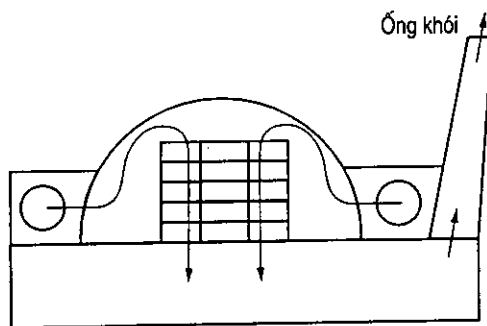
- Lò gián đoạn: nung từng mẻ, sản phẩm ra lò gián đoạn. *Ưu điểm:* cấu tạo đơn giản, vốn đầu tư thấp. *Khuyết điểm:* chất lượng sản phẩm không đều, công suất thấp.

- Lò nung gạch liên tục: có 2 loại:

Lò Hố-man (lò vòng): Có mặt cắt hình bầu dục, có nhiều buồng ngăn, mỗi buồng có cửa riêng để ra vào lò, có cửa thông nhau và cửa dẫn khói thông ra ống khói chung giữa lò. Lò Hố-man chia thành các vùng trong lò như vùng xếp gạch mộc, vùng sấy, vùng nung trước, vùng nung, vùng làm nguội, vùng ra lò, vùng chuẩn bị vào lò. Nguyên tắc làm việc: sản phẩm đứng yên, ngọn lửa di động.

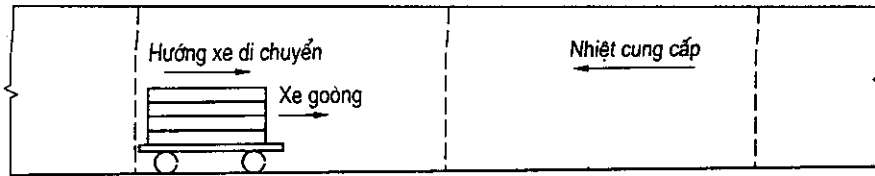
+ *Ưu điểm:* Không tốn thiết bị xếp sản phẩm, hiệu suất sử dụng nhiệt cao.

+ *Nhược điểm:* lửa khó đều, khó cơ khí hóa khâu ra và vào lò, nên điều kiện làm việc của công nhân không được cải thiện.



Hình 3.4: Sơ đồ lò nung thủ công

Lò tuy-nen: Dạng đường hầm, sản phẩm vận chuyển trên xe goòng, ngược chiều với dòng nhiệt. Gồm 3 vùng: vùng sấy, vùng nung và vùng làm nguội.



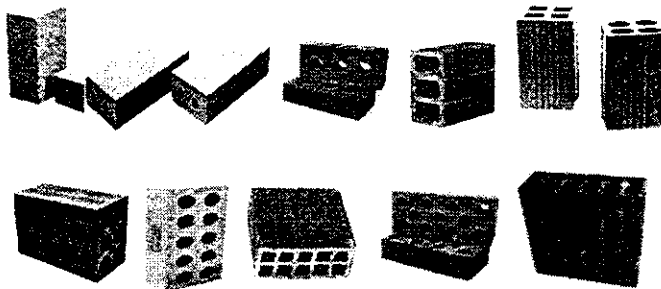
**Hình 3.5:** Sơ đồ lò nung tuy-nen

Nguyên tắc làm việc: sản phẩm chuyển động, nhiệt độ phân bố ổn định theo chiều dài lò. Ưu điểm lò này là có khả năng tự động hóa và cơ khí hóa cao, năng suất cao, chất lượng nung tốt, nên cải thiện được điều kiện làm việc của công nhân.

### 3.4. SẢN PHẨM GỐM XÂY DỰNG

#### 3.4.1. Gạch xây

**3.4.1.1. Các sản phẩm gạch xây:** gạch đặc, gạch đinh (2 lỗ), gạch 3 lỗ, gạch 4 lỗ, gạch 6 lỗ, 8 lỗ, 10 lỗ, 11 lỗ, 12 lỗ...



#### 3.4.1.2. Quy ước kí hiệu các loại gạch xây

- GR90-4V47-M50 (Gạch rỗng dày 90 - 4 lỗ vuông -  $r = 47\%$  - Mác 50)
- GR90-4T20 (Gạch rỗng dày 90 - 4 lỗ tròn -  $r = 20\%$ )
- GR90-4CN40 (Gạch rỗng dày 90 - 4 lỗ chữ nhật -  $r = 40\%$ )
- GR60-2T15 (Gạch rỗng dày 60 - 2 lỗ tròn -  $r = 15\%$ )
- GR200-6CN52 (Gạch rỗng dày 200 - 6 lỗ chữ nhật -  $r = 52\%$ ).
- GĐ60-100 (Gạch đặc dày 60 - Mác 100).

#### 3.4.1.3. Mác gạch

Theo TCVN 1450-1986 quy định độ bền uốn và nén của gạch rỗng đất sét nung không nhỏ hơn các trị số trong bảng sau đây:

Mác gạch	Độ bền nén (trung bình 5 mẫu) kG/cm <sup>2</sup>	Độ bền uốn (trung bình 5 mẫu) kG/cm <sup>2</sup>
150	150	22
125	125	18
100	100	16
75	75	14
50	50	12
35	35	-

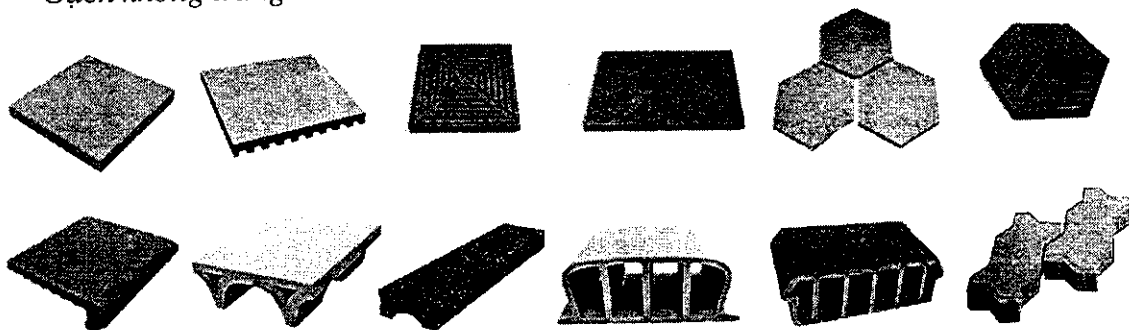
**3.4.1.4: Một số yêu cầu kỹ thuật sản phẩm gạch xây dựng (theo TCVN 1450 : 1986)**

- Độ sai lệch kích thước cho phép:  $\Delta l = \pm 7\text{mm}$ ;  $\Delta b = \pm 5\text{mm}$ ;  $\Delta d = \pm 3\text{mm}$
- Hp đối với gạch xây dựng: 8 - 18%.
- Màu sắc đẹp, đều, mặt không sần sùi.
- Cạnh thẳng, mặt phải nhẵn, mặt gạch không quá 3 đường nứt, đường nứt không dài quá 15mm, sâu không quá 1mm.
- Ngoài ra, còn quy định về kích thước lỗ rỗng, khuyết tật, số lượng vết tróc xem trong TCVN 1450 : 1986.

**3.4.2. Gạch ốp lát**

**3.4.2.1. Sản phẩm:** Gồm gạch không tráng men và gạch ceramic tráng men với các loại kích thước, hình dáng khác nhau như: gạch lá dừa, ô vuông, sọc ngang, gạch con sâu, gạch chữ U, gạch Hourdis (gạch bông)...

*Gạch không tráng men:*



*Gạch tráng men:*

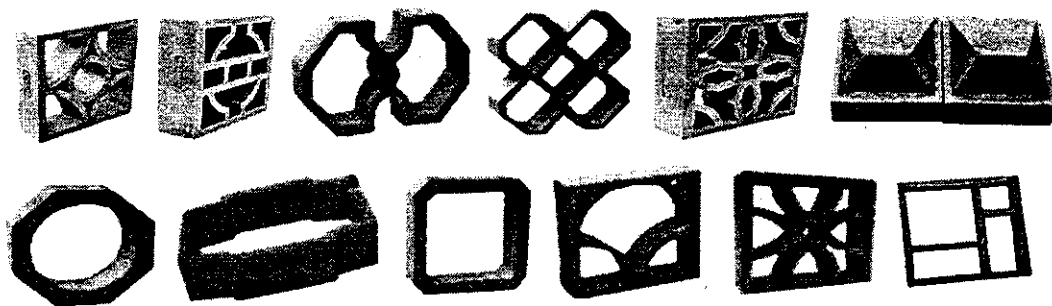


### 3.4.2.2. Yêu cầu kỹ thuật (TCVN 90 : 1982)

- Bề mặt nhẵn, phẳng, đúng hình vuông.
- Âm thanh, màu sắc gạch cùng một lô phải đồng đều.
- Không có vết hoen ố, chấm đen, ám than...
- Sứt mẻ cạnh không quá 1 chỗ đối với gạch loại 1 (2 chỗ - loại 2) , dài không quá 5mm (10mm- loại 2), sâu không quá 2mm (5mm- loại 2).
- Vết nứt cho phép 1 vết nứt (dài  $\leq 5$ mm, rộng  $\leq 1$ mm) đối với loại 1; 2 vết nứt (dài  $\leq 10$ mm, rộng  $\leq 1$ mm) đối với loại 2.
- $\Delta l = \pm 2$ mm
- $H_p < 3\%$  (gạch loại 1);  $H_p < 12\%$  (loại 2)
- Cường độ chịu uốn  $R_u > 20 \text{ N/mm}^2$ .
- Độ mài mòn  $M_n < 0,2 \text{ g/cm}^2$  (loại 1);  $M_n < 0,4 \text{ g/cm}^2$  (loại 2).

### 3.4.3. Gạch trang trí

- Gạch trang trí: Các loại gạch thông gió như: Gạch hạ UYDI, gạch đồng tiền, gạch cánh bướm, gạch hoa mai, gạch hoa phượng, gạch cánh quạt, gạch tám góc, gạch bông vuông, gạch bánh ú....



- Các loại gạch trang trí đặc biệt khác như gạch men kép, gạch xếp cách nhiệt, gạch 8 cạnh, các loại gạch chắn tường, các loại gạch samốt, gạch chịu axit,...

### 3.4.4. Ngói đất sét

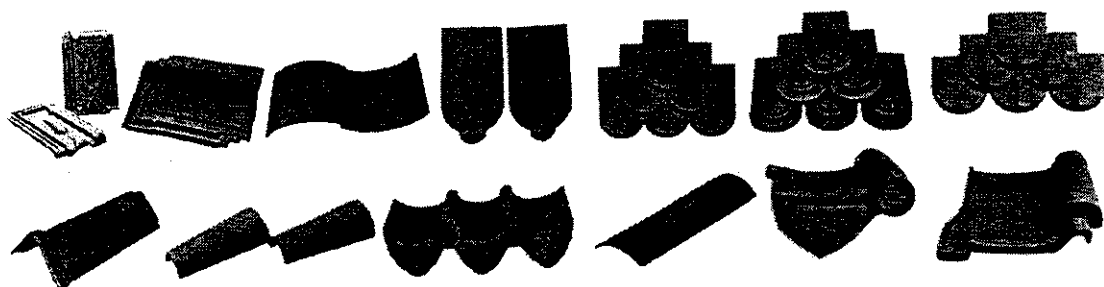
Ngói là loại vật liệu lợp phổ biến và rẻ tiền, về công nghệ sản xuất tương tự như gạch, chỉ khác ở khâu tạo hình.

Ngói có yêu cầu kỹ thuật về độ thấm nước nhỏ và mặt nhẵn, nên đất sét cần dẻo hơn, ít cát và những tạp chất khác. Ngói cần được nung ở nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ kết khối để ngói có độ đặc cao hơn.

**3.4.4.1. Các loại sản phẩm ngói:** chủ yếu là ngói không men, ngoài ra còn có loại tráng men dùng tăng tính chống thấm và tính thẩm mỹ.



- Ngói 22: 22 viên/m<sup>2</sup> lợp: 334 × 210 × 11mm.
- Ngói 20: 20 viên/m<sup>2</sup> lợp: 360 × 230 × 14mm.
- Ngói 13: 13 viên/m<sup>2</sup> lợp : 460 × 260 × 16mm.
- Ngói nóc: 3 viên/m<sup>2</sup>, 380 × 190 × 13,5mm.
- Ngói con sò: 65 viên/m<sup>2</sup>: 250 × 160 × 10mm.
- Ngói mũi hài: 100 viên/m<sup>2</sup>: 145 × 145 × 10mm.
- Ngói cooper: 36 viên/m<sup>2</sup>: 400 × 144/119 × 10/15mm.
- Ngói mắt rồng: 150 viên/m<sup>2</sup>: 195 × 100 × 10mm.
- Ngói viên: 5 bộ/m.
- Ngói tiểu: 7 viên/m.
- Ngói vẩy cá: 65 viên/m<sup>2</sup>: 260 × 160 × 11.5 mm.
- Ngói âm dương: 65 viên/m<sup>2</sup>: 200 × 220 × 10mm.
- Ngói nóc tiểu: 5 viên/m.



#### 3.4.4.2. Yêu cầu kỹ thuật của ngói đất sét (theo TCVN 1452 : 1995)

- Bề mặt nhẵn, không nứt, sứt mẻ.
- Ngói trong cùng một lô phải có màu sắc đồng đều, khi dùng búa kim loại gõ nhẹ có tiếng kêu trong và chắc.

Các khuyết tật ngoại quan cho phép không vượt quá quy định	Mức cho phép
- Độ cong vênh bề mặt và cạnh viên ngói, cm, không lớn hơn	4
- Các chỗ vỡ, dập gờ hoặc mấu có kích thước nhỏ hơn 1/3 chiều cao gờ, mấu, không lớn hơn	1 vết
- Vết nứt có chiều sâu không lớn hơn 3mm, chiều dài nhỏ hơn 20mm, không lớn hơn	1 vết
- Vết nổ vôi, đường kính nhỏ hơn 3mm trên bề mặt, không lớn hơn	2 vết

Các chỉ tiêu cơ lí của ngói phải phù hợp	Mức
- Tải trọng uốn gãy theo chiều rộng viên ngói, N/cm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn	35
- Độ hút nước, %, không lớn hơn	16
- Thời gian xuyên nước, giờ, có vết ẩm nhưng không hình thành giọt nước ở mặt dưới viên ngói, không nhỏ hơn	2
- Khối lượng một mét vuông ngói ở trạng thái bão hòa nước, kg, không lớn hơn	55

### 3.4.5. Các loại sản phẩm đặc biệt khác

#### 3.4.5.1. Gạch xốp

Chế tạo bằng cách trộn một số phụ gia dễ cháy như mùn cưa, than bùn, than cám vào đất sét để khi nung, chất hữu cơ cháy hết để lại những lỗ rỗng nhỏ trong gạch. Gạch xốp có  $\gamma_0$  và  $\lambda$  thấp. Thường  $\gamma = 1,2\text{g/cm}^3$ ,  $\lambda = 0,4\text{ kcal/m.}^\circ\text{C.h}$ .

#### 3.4.5.2. Tấm tường gạch

Sản xuất chủ yếu bằng gạch, vữa, và lưới thép giữa các lớp gạch. Tấm tường có lớp cách nhiệt bằng phoi gỗ và bông khoáng được cung cấp cho các công trình xây dựng lắp ghép.

**3.4.5.3. Gạch chịu lửa:** Gạch samốt, gạch cao alumin...

#### 3.4.5.4. Sản phẩm sành

Cường độ cao, độ đặc lớn, cấu trúc hạt bé, chống mài mòn tốt, chịu được axit. Gồm các loại như gạch clinker (nung ở nhiệt độ kết khối hoàn toàn), tấm lát nền, ống dẫn nước, vật liệu axit ...

#### 3.4.5.5. Keramzit

Keramzit có dạng hạt tròn hay bầu dục được sản xuất bằng cách nung nở phồng từ đất sét dễ chảy, đồng nhất về thành phần và tính chất, có độ phân tán cao.

Keramzit có đặc điểm là có lỗ rỗng kín, nhẹ, cường độ tương đối cao so với một số loại cốt liệu nhẹ khác, được làm cốt liệu cho bê tông nhẹ. Chúng có 2 loại: cát keramzit (cỡ hạt nhỏ hơn 5mm) và sỏi keramzit (các cỡ hạt 5 ÷ 10; 10 ÷ 20; 20 ÷ 30; 30 ÷ 40mm).

## Chương 4

# CÁC LOẠI CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ

### 4.1. KHÁI NIỆM CHUNG VÀ PHÂN LOẠI

#### 4.1.1. Khái niệm chung

Chất kết dính (CKD) vô cơ là loại vật liệu thường ở dạng bột (trừ thủy tinh lỏng), khi nhào trộn với nước hoặc các dung môi khác sẽ tạo thành hồ dẻo có tính dính, qua quá trình biến đổi hóa lý, nó có thể rắn chắc và chuyển sang trạng thái đá. Có khả năng liên kết các hạt cát, đá rời rạc hoặc những vật liệu khác thành khối cứng như đá.

Chất kết dính vô cơ chủ yếu dùng để chế tạo bê tông, vữa xây dựng, gạch silicate, đá nhân tạo không nung, tấm mỏng...

#### 4.1.2. Phân loại

Dựa vào môi trường rắn chắc, chia chất kết dính vô cơ làm 2 loại:

**4.1.2.1. Chất kết dính rắn trong không khí:** Là loại CKD sau khi nhào trộn với nước chỉ có khả năng rắn chắc và phát triển cường độ trong môi trường không khí, như:

- Vôi không khí ( $\text{CaO}$ ).
- Thạch cao xây dựng ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ).
- Chất kết dính ma-nhê ( $\text{MgO}$ )
- Thạch cao cứng hay ximăng anhydride ( $\text{CaSO}_4$ ).
- Thủy tinh lỏng ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2$ ).

**4.1.2.2. Chất kết dính rắn trong nước:** Là loại chất kết dính có khả năng rắn chắc và phát triển cường độ cả trong môi trường nước và môi trường không khí, như:

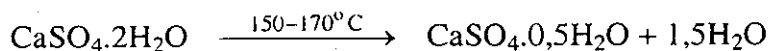
- Vôi thủy.
- Chất kết dính hỗn hợp.
- Ximăng La mã.
- Ximăng poóc-lăng

## 4.2. CÁC CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ RẮN TRONG KHÔNG KHÍ

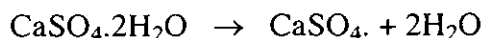
### 4.2.1. Thạch cao xây dựng

#### 2.1.1. Khái niệm

Thạch cao xây dựng được sản xuất bằng cách nung đá thạch cao ở nhiệt độ khoảng 150 - 170°C, sau đó đem nghiền thành bột ta được thạch cao xây dựng.



Nếu nung ở 600 - 1000°C thì tạo thành xi măng anhydrit  $\text{CaSO}_4$  (thạch cao cứng)



Nguyên liệu đá thạch cao thiên nhiên tính theo hàm lượng thạch cao ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) chia làm 4 loại, bảng 4.1.

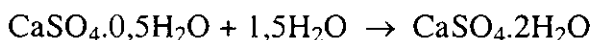
**Bảng 4.1. Bảng phân loại đá thạch cao thiên nhiên**

Chỉ tiêu kỹ thuật của thạch cao thiên nhiên	Phân loại			
	I	II	III	IV
Hàm lượng $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ không nhỏ hơn (%)	95	90	80	70
Hàm lượng nước liên kết không nhỏ hơn (%)	19,88	18,83	13,74	14,64

#### 4.2.1.2. Quá trình rắn chắc

Khi nhào trộn với nước, thạch cao trở thành một loại hồ dẻo, có tính lưu động tốt. Sau những biến đổi hóa lý phức tạp, tính dẻo mất dần, ngày càng quánh lại, quá trình đó là quá trình ninh kết. Tiếp theo hỗn hợp chuyển sang kết tinh thành tinh thể, chúng phát triển nhiều dần lên, liên kết chặt chẽ với nhau, cường độ phát triển và cứng rắn dần đó là quá trình rắn chắc.

Khi nhào trộn với nước, thạch cao thủy hoá theo phản ứng:



Phản ứng này xảy ra trên bề mặt hạt thạch cao và ăn sâu dần vào lòng hạt và rắn chắc.

Quá trình rắn chắc của thạch cao gồm 3 thời kỳ:

- Thời kỳ hòa tan.
- Thời kỳ ninh kết (thời kỳ hóa keo).
- Thời kỳ rắn chắc.

Ba thời kì của quá trình rắn chắc không phân chia tách biệt và xảy ra xen kẽ nhau.

### 4.2.1.3. Các tính chất của thạch cao xây dựng

#### a) Thời gian ninh kết

Khi nhào trộn với nước, thạch cao trở thành một loại hồ dẻo quánh và rắn chắc lại rất nhanh.

- Thời gian bắt đầu ninh kết (từ khi nhào trộn đến khi mất tính dẻo): không bé hơn 6 phút.

- Thời gian kết thúc ninh kết (từ khi nhào trộn đến khi bắt đầu có cường độ) không quá 30 phút.

Có thể pha vào một ít phụ gia để điều chỉnh thời gian ninh kết của thạch cao xây dựng:

Ví dụ:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , NaCl: làm giảm thời gian ninh kết.

Vôi, hóa chất khác: làm tăng thời gian ninh kết.

Thời gian ninh kết được xác định bằng dụng cụ kim Vicat.

#### b) Cường độ

Cường độ thạch cao được xác định bằng thí nghiệm ép mẫu có kích thước  $7,07 \times 7,07 \times 7,07$  cm hay  $4 \times 4 \times 16$  cm, sau 1,5 giờ.

Sau 1 giờ 30 phút trộn thạch cao với nước, yêu cầu cường độ như sau:

+ Trong điều kiện ẩm ướt bình thường:

- Thạch cao loại 1:  $R > 45 \text{ kG/cm}^2$ .

- Thạch cao loại 2:  $R > 35 \text{ kG/cm}^2$ .

+ Đã được sấy khô:

- Thạch cao loại 1:  $R > 100 \text{ kG/cm}^2$ .

- Thạch cao loại 2:  $R > 75 \text{ kG/cm}^2$ .

#### c) Độ mịn

Thạch cao xây dựng càng mịn thì quá trình thủy hóa càng nhanh, cứng rắn càng sớm và cường độ càng cao.

Độ mịn thạch cao xây dựng phải đạt chỉ tiêu lượng sót trên sàng  $918 \text{ lỗ/cm}^2$ , đối với thạch cao loại I không lớn hơn 25%, đối với loại II không lớn hơn 35%.

d) Khối lượng riêng:  $\gamma_a = 2600 - 2700 \text{ kg/m}^3$ .

e) Khối lượng thể tích:  $\gamma_o = 800 - 1000 \text{ kg/m}^3$ .

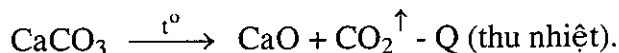
### 4.2.1.4. Công dụng

Thạch cao xây dựng dùng để chế tạo vữa, bê tông, tấm ngăn cách, tấm trần và các loại vật liệu trang trí khác. Thạch cao cứng dùng để chế tạo khuôn mẫu.

## 4.2.2. Vôi không khí

### 4.2.2.1. Khái niệm

Vôi không khí (gọi tắt là vôi) là CKD vô cơ rắn trong không khí, thành phần chủ yếu là CaO. Được chế tạo bằng cách nung đá vôi ở nhiệt độ 900 - 1100°C, theo phản ứng:



Dùng đá vôi canxit, thành phần chủ yếu là CaCO<sub>3</sub>. Ngoài ra có thể dùng đá phấn, đá vôi vỏ sò, đá đolômit... được đập nhỏ với kích thước 5 - 20cm. Yêu cầu những loại đá trên có hàm lượng sét (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ...) < 6%.

Phản ứng có tính thuận nghịch do đó phải khống chế nồng độ CO<sub>2</sub> bằng cách thông gió tốt để CO<sub>2</sub> bay ra.

Trong quá trình nung có thể có những trường hợp sau xảy ra:

- *Nung non lửa*: bên ngoài chín, bên trong sống, hàm lượng CaO thấp, vôi đem tôi bị sượng, kém dẻo (do còn CaCO<sub>3</sub> bên trong), chất lượng kém.
- *Nung già lửa*: nhiệt độ cao quá, những tạp chất sét chảy ra bao bọc quanh hạt vôi thành một màng keo silicat cứng bên ngoài nên khó tôi (khó thủy hóa), nhiều hạt sượng do già lửa, vôi kém dẻo, chất lượng kém.
- *Nung chín vừa*: nhẹ, màu trắng, mềm, độ cứng đồng đều, năng suất cao.

### 4.2.2.2. Các dạng vôi không khí

Vôi được sử dụng trong xây dựng dưới 2 dạng: vôi bột sống và vôi tôi.

#### a) Vôi tôi

Vôi tôi là vôi được tôi (ngâm) trong nước. Tôi vôi là quá trình thực hiện thủy hoá CaO thành (CaOH)<sub>2</sub> trong nước.



(thể tích tăng từ 2 - 3,5 lần, thể tích tăng càng nhiều thì vôi tốt, vôi có độ hoạt tính cao. Ca(OH)<sub>2</sub> tỏa nhiệt nên vôi sôi trong nước. Lưu ý: nên đổ vôi vào nước, không được đổ nước vào vôi).

Sản phẩm vôi tôi có 3 dạng:

+ *Vôi bột chín (còn gọi là vôi tã)*:

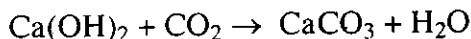
Khi tôi, với lượng nước chỉ vừa đủ (theo lý thuyết là 32,14% so với lượng vôi CaO = 18 × 100%/56, trong thực tế có thể lớn hơn vì nước sẽ bay hơi khi tỏa nhiệt) sản phẩm sau cùng là 100% Ca(OH)<sub>2</sub>. Vôi bột chín chủ yếu dùng trong nông nghiệp, công nghiệp và y tế.



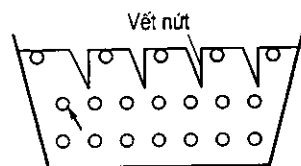
+ *Vôi nhuyễn*: Sau khi hòa hợp xong, vẫn còn một lượng nước dư tự do sẽ làm cho vôi tôi ở dạng hồ dẻo gọi là vôi nhuyễn, tỉ lệ khoảng 50% Ca(OH)<sub>2</sub>: 50% H<sub>2</sub>O. Trộn vôi nhuyễn (dạng bột dẻo) và cát tạo thành vữa vôi dùng xây, trát.

+ *Vôi sữa*: khi lượng nước nhiều hơn nữa, vôi ở dạng lỏng gọi là vôi sữa, tỉ lệ Ca(OH)<sub>2</sub> < 50% và H<sub>2</sub>O > 50%. Dùng để bảo vệ bề mặt công trình như quét tường, quét trần nhà

*Lưu ý*: Nếu vôi có độ hoạt tính cao (% CaO nhiều) phải cho đủ nước tôi vào cùng một lúc để tránh hiện tượng sinh phản ứng thuận nghịch.



- Nếu vôi có độ hoạt tính thấp, cho nước vào từ từ để tránh hiện tượng lạnh đột ngột ảnh hưởng đến phản ứng tôi. Do độ hoạt tính thấp, Q phát ra ít, nên tận dụng nhiệt để tăng tốc độ cho phản ứng tôi. Nếu cho nhiều nước cùng một lúc sẽ gây lạnh đột ngột, làm sượng sản phẩm.



#### b) *Vôi bột sống*

Thu được bằng cách nghiền mịn vôi sống cục, với hơn 90% lượng lọt qua sàng 4900lỗ/cm<sup>2</sup> (N<sup>o</sup> 008mm).

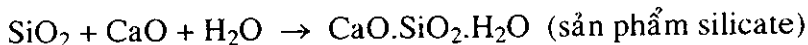
CaO + H<sub>2</sub>O + cát → vữa vôi (dạng nóng) dùng để xây, trát.

CaO + H<sub>2</sub>O → dạng hồ vôi dùng để quét bề mặt công trình.

Sử dụng bột vôi sống có những ưu nhược điểm sau:

+ **Ưu điểm**:

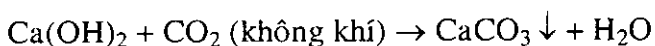
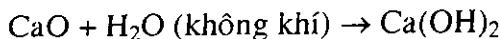
- Không tốn thời gian tôi.
- Tận dụng được lượng nhiệt thoát ra khi thủy hóa, thực hiện phần nào phản ứng silicate giữa vôi và cát.



- Cường độ vữa dùng bột vôi sống cao hơn dùng vôi nhuyễn.
- Tăng hiệu quả sử dụng vì loại trừ được những hạt sượng do non lửa, già lửa (bằng cách nghiền thành bột).

+ **Nhược điểm**:

- Bảo quản khó khăn, vì CaO dễ hấp thụ CO<sub>2</sub> trong không khí để trở thành CaCO<sub>3</sub>:



Quy định việc bảo quản không quá 1 tháng trong kho.

- Phải tốn thiết bị nghiền mịn, yêu cầu > 90% bột vôi qua sàng 4900 lỗ/cm<sup>2</sup>.

- Gây bụi, ảnh hưởng đến sức khỏe công nhân, việc bảo hộ lao động.

#### 4.2.2.3. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng của vôi

a) *Nhiệt độ tôi*: là nhiệt độ lớn nhất trong quá trình thí nghiệm (tôi vôi). Căn cứ nhiệt độ tôi phân làm 2 loại vôi:

- Loại phát nhiều nhiệt:  $t_{\max} \geq 70^{\circ}\text{C}$ .

- Loại phát ít nhiệt:  $t_{\max} < 70^{\circ}\text{C}$ .

b) *Tốc độ tôi*: là thời gian (tính bằng phút) tính từ khi cho một lượng vôi tác dụng với một lượng nước nhất định cho đến khi được nhiệt độ lớn nhất.

Căn cứ vào tốc độ tôi, chia làm 3 loại:

- Loại 1: Vôi có tốc độ tôi nhanh (*độ hoạt tính cao*):  $t < 10$  phút.

- Loại 2: Vôi có tốc độ tôi vừa (*độ hoạt tính trung bình*):  $t = 10 \div 20$  phút.

- Loại 3: Vôi có tốc độ tôi chậm (*độ hoạt tính thấp*):  $t > 20$  phút.

Lấy 10g bột vôi sống đã nghiền nhỏ, cho vào dụng cụ có cảm nhiệt kế 100 - 150°C. Đổ vào 20ml ở 20°C, lắc nhẹ để tôi vôi, đồng thời bấm giờ, theo dõi nhiệt độ, khi nhiệt kế chỉ nhiệt độ cao nhất thì ghi nhận nhiệt độ và thời gian (phút).

c) *Sản lượng vôi*: là lượng vôi nhuyễn (lít) do 1kg vôi sống sinh ra. Vôi có độ hoạt tính lớn thì sản lượng vôi càng nhiều.

Dùng 200gr vôi sống cục, có kích thước từ 5 - 10mm, cho vào dụng cụ có dung tích xác định (2 lít) đổ nước ngập 1 - 2cm. Để tăng tốc độ tôi có thể đun trên bếp hoặc đèn cồn. Theo dõi nếu thấy có vết nứt bề mặt, vôi sôi lên, nước bị hút cạn, tiếp tục cho nước thêm đến khi vôi tôi xong và trên mặt có một vầng nước mỏng thì được.

Loại vôi nhuyễn này thường chứa 50% nước tự do và 50%  $\text{Ca(OH)}_2$ , có độ cảm sâu của chùy 12cm (chùy thử độ dẻo của vữa).

Dùng ống đồng đổ nước vào đầy ca, tìm được thể tích vôi nhuyễn → tính được thể tích vôi nhuyễn do 1kg vôi cục sinh ra.

d) *Tỉ lệ hạt sượng (hạt non lửa và già lửa)*: là tỉ lệ hạt không bị tôi còn lại trên sàng N<sup>o</sup> 063 ( $d = 0,63\text{mm}$ , 124 lỗ/cm<sup>2</sup>) so với khối lượng vôi sống.

e) *Độ hoạt tính của vôi*: độ hoạt tính của vôi là hàm lượng phần trăm  $\text{CaO} + \text{MgO}$  có trong vôi. Hàm lượng  $\text{CaO} + \text{MgO}$  càng cao vôi càng hoạt tính và ngược lại. Vôi có độ hoạt tính thấp thì nhiệt độ tôi thấp, kém nhuyễn.



**Bảng 4.2 (tiếp theo)**

1	2	3	4	5	6
3. Tổng hàm lượng (CaO + MgO) hoạt tính, %, không nhỏ hơn	88	80	70	67	60
4. Độ nhuyễn của vôi tôi, l/kg, không nhỏ hơn	2,4	2,0	1,6	-	-
5. Hàm lượng hạt không tôi được của vôi cục, %, không lớn hơn	5	7	10	-	-
6. Độ mịn của vôi bột, %, không lớn hơn	2	2	2	6	8
- Trên sàng 0,063	10	10	10	-	-
- Trên sàng 0,008	-	-	-	6	6
7. Độ ẩm, %, không lớn hơn					

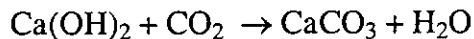
**4.2.2.4. Quá trình rắn chắc của vôi**

a) *Quá trình rắn chắc của vôi tôi*: xảy ra đồng thời ở 2 dạng kết tinh và carbonate hóa.

+ *Dạng kết tinh*: Sau khi trộn vôi  $\text{Ca(OH)}_2$  + nước ( $\text{H}_2\text{O}$ ) + cát  $\rightarrow$  vữa vôi.

Nước nhào trộn một phần bị nền xây hút, một phần bay hơi.  $\text{Ca(OH)}_2$  gặp nước bão hòa, vôi sẽ chuyển từ dạng keo sang ngưng keo và kết tinh rồi rắn chắc.

+ *Dạng carbonate hóa*: Khi tiếp xúc với khí trời,  $\text{Ca(OH)}_2$  phản ứng với  $\text{CO}_2$  cho ra  $\text{CaCO}_3$ .



$\text{CaCO}_3$  hình thành xen kẽ với các tinh thể  $\text{Ca(OH)}_2$  làm cho vữa đặc chắc. Quá trình rắn chắc kéo dài, ngoài lượng nước nhào trộn còn có nước do phản ứng carbonate hóa tách ra  $\rightarrow$  công trình thường ẩm ướt kéo dài. Để tăng quá trình rắn chắc  $\rightarrow$  dưỡng hộ (sấy) vữa vôi bằng khí  $\text{CO}_2$ , trộn thêm ít ximăng, thạch cao, phụ gia hoạt tính...

**b) Quá trình rắn chắc của bột vôi sống**

Khác quá trình rắn chắc của vữa dùng vôi tôi, có thêm 2 giai đoạn đầu: hòa tan - hóa keo - ngưng keo - kết tinh - rắn chắc. Quá trình trên xảy ra xen kẽ nhau.

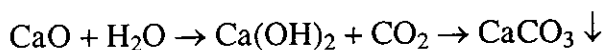
**4.2.2.5. Công dụng và bảo quản****a) Công dụng**

- Vôi được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp nặng, nhẹ.

- Trong xây dựng dùng để chế tạo vữa xây, vữa trát, vữa trang trí.
- Bảo vệ bề mặt công trình như quét trần, quét tường, là lớp trang trí.
- Dùng chế tạo gạch silicate.
- Dùng làm chất kết dính hỗn hợp.

#### b) Bảo quản

- Không dự trữ bột vôi sống quá 1 tháng, vì:



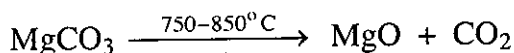
- Sử dụng vôi nhuyễn đã được tôi và bảo quản trong hố tối thiểu 1 tháng (càng lâu càng tốt, loại trừ % hạt sượng), trên bề mặt vôi tôi phải có một lớp nước (dày khoảng 10 - 20cm) để ngăn cản sự tiếp xúc của vôi với khí CO<sub>2</sub> trong không khí.

- Tránh ẩm, không vận chuyển vôi bột, cục trong điều kiện mưa gió.
- Bảo quản trong kho khô ráo, sàn cách mặt đất và tường > 20cm.

### 4.2.3. Chất kết dính magiê

#### 4.2.3.1. Khái niệm

Chất kết dính magiê thường ở dạng bột mịn có thành phần chủ yếu là ôxyt manhê (MgO), được sản xuất bằng cách nung đá manhêzít (MgCO<sub>3</sub>) hoặc đá đolomit (CaCO<sub>3</sub>.MgCO<sub>3</sub>) ở nhiệt độ 750 - 850°C.



#### 4.2.3.2. Tính chất

Khi nhào trộn chất kết dính manhê với nước thì quá trình rắn chắc xảy ra rất chậm, thường được nhào trộn với dung dịch clorua manhê hoặc các loại muối manhê khác thì quá trình cứng rắn xảy ra nhanh hơn và làm tăng đáng kể cường độ của chất kết dính, vì sản phẩm thủy hoá ngoài Mg(OH)<sub>2</sub> còn có các loại muối kép ngậm nước 3MgO.MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O.

$$R_n^{28} = 100 \div 600 \text{ kg / cm}^2.$$

Chất kết dính manhê chỉ rắn chắc trong môi trường không khí với độ ẩm môi trường không lớn hơn 60%.

#### 4.2.3.3. Công dụng

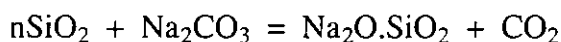
Chất kết dính manhê được dùng để sản xuất các tấm cách nhiệt, tấm lát, tấm ốp bên trong nhà. Chế tạo vật liệu chịu lửa.

## 4.2.4. Thủy tinh lỏng

### 4.2.4.1. Khái niệm

Thủy tinh lỏng là chất kết dính vô cơ rắn trong không khí có thành phần là  $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$  hoặc  $\text{K}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2$ , trong đó:  $n, m$  là môđun silicat,  $n = 2,5 \div 3$ ,  $m = 3 \div 4$  (trong đó thủy tinh lỏng Natri rẻ tiền hơn và được dùng rộng rãi hơn dạng Kali).

Được sản xuất bằng cách nung cát thạch anh  $\text{SiO}_2$  với  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (hoặc  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{C}$ ), ở nhiệt độ  $t^\circ = 1300 - 1400^\circ\text{C}$ .



hoặc



Lúc đầu hỗn hợp nước thủy tinh chảy vào thùng và đông nguội rất nhanh thành tảng rắn, sau đó cho tảng rắn vào thiết bị chứa nước ở  $p = 3 \div 8\text{atm}$  tan dần thành thủy tinh lỏng.

### 4.2.4.2. Tính chất

Thủy tinh lỏng có  $\gamma_a = 1,3 \div 1,5 \text{ g/cm}^3$ , tồn tại ở dạng keo trong suốt không màu. Thủy tinh lỏng không cháy, không mục nát, bền với tác dụng của axit.

### 4.2.4.3. Công dụng

Thủy tinh lỏng được sử dụng trong công nghệ sản xuất xi măng bền axit, dùng để sản xuất vữa hay bê tông chịu axit. Xây dựng các bộ phận của công trình tiếp xúc với axit.

Để thúc đẩy quá trình rắn chắc của thủy tinh lỏng có thể cho thêm  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ . Phụ gia  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  còn làm tăng độ bền nước và bền axit của thủy tinh lỏng.

## 4.3. CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ RẮN TRONG NƯỚC

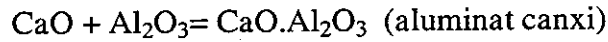
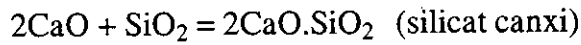
### 4.3.1. Vôi thủy

#### 4.3.1.1. Khái niệm

Vôi thủy là CKD vô cơ có khả năng rắn chắc cả trong không khí và trong nước. Được sản xuất bằng cách nung đá mácơ (đá vôi lẫn nhiều sét, hàm lượng sét 6 - 20%) ở nhiệt độ  $900 - 1100^\circ\text{C}$ .

Ở nhiệt độ  $900^\circ\text{C}$  đầu tiên đá vôi bị phân hủy thành  $\text{CaO}$ , sau đó  $\text{CaO}$  tác dụng với  $\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3$  có trong sét để tạo ra các khoáng mới theo phản ứng:





Sau khi nung trong thành phần của vôi thủy thường chủ yếu gồm có các khoáng  $\text{C}_2\text{S}$ ,  $\text{C}_2\text{F}$ ,  $\text{CF}$ ,  $\text{CA}$ . Các khoáng này có khả năng bền và rắn chắc trong môi trường ẩm ướt và trong nước.

#### 4.3.1.2. Tính chất

a) Khối lượng riêng:  $\gamma_a = 2200\text{-}3000 \text{ kg/m}^3$

b) Khối lượng thể tích:  $\gamma_o = 500\text{-}800 \text{ kg/m}^3$

c) Độ mịn

Khi độ mịn càng cao thì quá trình cứng rắn càng nhanh, triệt để, cường độ chịu lực tốt. Do đó độ mịn của vôi thủy phải đảm bảo chỉ tiêu lượng lọt qua sàng  $4900 \text{ lỗ/cm}^2 \geq 85\%$  (tương đương như xi măng poóclăng).

d) Cường độ chịu lực

Khả năng chịu lực của vôi thủy cao hơn vôi không khí, nhưng thấp hơn xi măng poóclăng và được đánh giá thông qua cường độ chịu nén.  $R_n = 20 \div 50 \text{ kG/cm}^2$ .

Giới hạn cường độ chịu nén của vôi thủy là cường độ chịu nén trung bình của các mẫu hình lập phương cạnh 7,07 cm được chế tạo bằng vữa vôi thủy: tỉ lệ vôi thủy: cát = 1 : 3 (theo khối lượng) ở tuổi 28 ngày.

Cách xác định giới hạn bền nén của vôi thủy:

Trộn 900g bột vôi thủy + 2700g cát + 360g nước. Cho hỗn hợp vữa vào 3 khuôn mẫu hình lập phương cạnh 7,07cm thành 2 lớp, đầm chặt, gạt bằng và miết phẳng bề mặt. Để khuôn mẫu trong thùng dưỡng độ ẩm  $24 \pm 2$  giờ, sau đó tháo khuôn và dưỡng độ ẩm 6 ngày, ngâm tiếp trong nước thêm 21 ngày nữa. Sau 28 ngày kể từ ngày đúc mẫu vớt lên lau khô bằng vải rồi đem thí nghiệm xác định cường độ chịu nén.

#### 4.3.1.3. Công dụng và bảo quản

a) Công dụng

Vôi thủy được dùng để sản xuất vữa xây, vữa trát, sản xuất bê tông mác thấp.

### b) Bảo quản

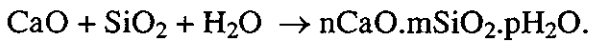
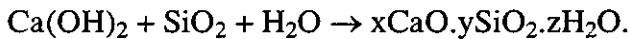
Do có độ mịn cao nên nếu bảo quản không tốt vôi thủy sẽ hút ẩm đóng cục, giảm cường độ chịu lực. Để bảo quản vôi thủy phải được đóng thành bao kín, để nơi khô ráo, không dự trữ lâu giống như ximăng.

## 4.3.2. Chất kết dính hỗn hợp

### 4.3.2.1. Khái niệm

Chất kết dính hỗn hợp được sản xuất bằng cách nghiền chung vôi sống với phụ gia vô cơ hoạt tính hoặc trộn lẫn vôi nhuyễn với phụ gia vô cơ hoạt tính nghiền mịn.

*Phụ gia vô cơ hoạt tính* (còn gọi là phụ gia thủy) là những loại vật liệu chứa nhiều thành phần  $\text{SiO}_2$  vô định hình, khi kết hợp với  $\text{CaO}$  hoặc  $\text{Ca(OH)}_2$  sẽ tạo những khoáng mới bền nước C-S-H.



Khoáng C-S-H này là khoáng bền nước hơn các sản phẩm tạo thành khi vôi rắn chắc.

Phụ gia hoạt tính chia làm 2 nhóm:

- *Loại thiên nhiên*: điatomit, trepen, đá bọt opal, các loại đá puzôlan hoạt tính như tro, túp núi lửa, đá bọt...

- *Loại nhân tạo*: tro bay, xỉ lò cao, muối silic (Silicafume), tro trấu, đất sét nung non...

Tỉ lệ phối hợp của CKD hỗn hợp là: 15 - 30% vôi sống, 70 - 80% phụ gia vô cơ hoạt tính (có thể thêm cả thạch cao).

### 4.3.2.2. Tính chất

-  $\gamma_a = 2100 - 2800 \text{ kg/m}^3$

-  $\gamma_o = 800 - 1100 \text{ kg/m}^3$

- Độ mịn: sót trên sàng 4900 lỗ < 20%.

- Các mác 50, 100, 150  $\text{kG/cm}^2$

### 4.3.2.3. Công dụng

Chất kết dính hỗn hợp có khả năng bền nước tốt hơn vôi không khí, do đó phạm vi sử dụng rộng rãi hơn. Có thể dùng để chế tạo bê tông mác thấp, làm móng cho

các công trình thường xuyên ẩm ướt, vừa xây dựng ở trong môi trường không khí và cả trong môi trường ẩm ướt.

### **4.3.3. Một số chất kết dính hỗn hợp khác**

#### **4.3.3.1. Ximăng - vôi - tro**

Hỗn hợp của:

- Ximăng: 20 - 25%
- Vôi: < 40%
- Thạch cao 5%
- Tro: Tro trấu.  
Tro bay.  
Tro than đá (60 - 80%) + vôi (20 - 40%).  
Tro than bùn (70 - 90%) + vôi (10 - 30%).

Dùng để chế tạo vữa xây, tô trát, chế tạo tấm tường nhỏ với điều kiện phải gia công nhiệt (vữa có tính chất ninh kết và rắn chắc chậm).

#### **4.3.3.2. Ximăng - vôi - puzôland**

Hỗn hợp của:

- Ximăng.
- Vôi.
- Thạch cao.
- Puzôland: trêpen, tro, túp núi lửa.

Dùng để chế tạo bê tông, vữa mác thấp chủ yếu sử dụng cho công trình trong môi trường ẩm ướt.

#### **4.3.3.3. Ximăng - vôi - sét**

Hỗn hợp của:

- Đất sét nung non.
- Vôi.
- Thạch cao.
- Lượng nhỏ ximăng.

Dùng để chế tạo bê tông, vữa mác thấp chủ yếu sử dụng cho nền cầu.

#### **4.3.3.4. Hợp chất ô đước (hợp chất cổ)**

Hỗn hợp của:

- Mật đường (mật ong).

- Vôi.
- Cây ô dước.

Theo luật ngũ hành trong hợp chất ô dước thì trộn hỗn hợp theo nguyên tắc ngũ hành tương phân (chết): kim, mộc, thủy, hỏa, thổ.

- Đá ong tán nhuyễn (kim).
- San hô (thủy).
- Than (thán).
- Cát, sạn (thổ).
- Chất kết dính: ô dước, tơ hồng, mật đường (mộc).

#### 4.3.4. Ximăng poóc-lăng (portland)

##### 4.3.4.1. Khái niệm

Ximăng poóc-lăng là chất kết dính vô cơ rắn trong nước và trong không khí, được sản xuất bằng cách nung hỗn hợp đã nghiền nhỏ của đá vôi (75 - 80%) và đất sét (20 - 25%) đến nhiệt độ kết khối (khoảng 1450°C), làm lạnh nhanh tạo thành clinkerr. Sau đó nghiền mịn clinkerr với thạch cao (3 - 5%) và một số phụ gia cần thiết khác như phụ gia vô cơ hoạt tính, phụ gia vô cơ trơ, ...

Clinhke sau khi nung thường vón thành dạng cục nhỏ có kích thước  $\Phi = 10 - 40\text{mm}$

Tùy thuộc vào thành khoáng trong clinker và tỉ lệ các loại phụ gia khác nhau ta được các loại ximăng poóc-lăng khác nhau.

- Ưu điểm:
- Có cường độ cao
  - Khả năng rắn chắc trong nước nhanh.
  - Khả năng chống cháy tốt.
  - Sử dụng nguyên liệu địa phương.
  - Giá thành rẻ.

**4.3.4.2. Nguyên liệu chế tạo ximăng:** Gồm đá vôi, đất sét và một số thành phần phụ gia khác.

- **Đá vôi:** Dùng đá vôi, đá vôi vỏ sò,... chứa chủ yếu  $\text{CaCO}_3$ .

Yêu cầu:

- Hàm lượng  $\text{CaO}$ :  $45 \div 56\%$  tương đương với lượng  $\text{CaCO}_3$ :  $75 \div 100\%$ .
- Hàm lượng  $\text{MgO} < 3\%$ .
- Hàm lượng oxít kiềm  $< 1\%$ .

Trong tính toán thường dùng 1,3 tấn đá vôi/1 tấn clinkerr.

• **Đất sét:** Mịn hạt, dẻo, ít tạp chất hữu cơ.

Yêu cầu:

- $\text{SiO}_2$  = 50 - 80%.
- $\text{Al}_2\text{O}_3$   $\leq$  20%.
- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  = 7 - 10%.
- $\text{SO}_3$  < 1%.
- Oxit kiềm < 4%.

Hệ số aluminat:  $P = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2 - 4$

• **Xỉ quặng hoặc quặng sắt:** Chỉ cho vào khi đất sét thiếu % $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Yêu cầu hàm lượng  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  trong quặng sét > 40%.

• **Thạch cao:** Để điều chỉnh thời gian ninh kết của xi măng.

- Yêu cầu hàm lượng  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  trong thạch cao > 80%.

- Là thành phần chiếm tỉ lệ rất nhỏ trong công đoạn nghiền xi măng póoclăng

- Lượng đá thạch cao cho vào khoảng 3 - 5% so với lượng xi măng.

• **Phụ gia**

- **Phụ gia vô cơ hoạt tính:** Phần lớn chứa  $\text{SiO}_2$  vô định hình, có khả năng kết hợp với  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (sinh ra khi xi măng thủy hóa), tạo thành hợp chất bền nước. Do đó còn gọi là phụ gia chịu nước, đa số là các loại đá pouzoland. Loại phụ gia này có nguồn gốc:

- Thiên nhiên: tuff núi lửa, tro, cát núi lửa, diatomite, trêpen, opan...

- Nhân tạo: Xỉ lò cao, bột gạch non.

- **Phụ gia vô cơ trơ:** làm tăng sản lượng sản phẩm, ở dạng bột nghiền mịn, khi cứng rắn ở nhiệt độ và độ ẩm cao sẽ tăng độ hoạt tính. Nguồn gốc:

- Thiên nhiên: Bột đá vôi, đá phấn, bột cát xay,...

- Nhân tạo : Bụi lò cao, tro nhiệt điện.

Yêu cầu độ mịn: Sốt sàng N<sup>o</sup> 008 < 15%.

• **Than:** Yêu cầu đen bóng, cung cấp lượng nhiệt  $Q > 5000$  kcal/kg than, hàm lượng tro < 10 - 15%.

#### 4.3.4.3. Thành phần hóa của xi măng

Xi măng póoclăng có chất lượng tốt, yêu cầu thành phần hóa học như sau:

CaO: 60 - 67%	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 2 - 4%
$\text{SiO}_2$ : 21 - 24%	MgO: < 5%.
$\text{Al}_2\text{O}_3$ : 4 - 7%	$\text{SO}_3$ : < 3%.

Tác dụng thành phần hoá trong xi măng:

- CaO: Là thành phần chủ yếu, khi lượng CaO vừa đủ để kết hợp với SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tạo các khoáng, xi măng sẽ có cường độ cao. Nếu CaO quá nhiều (SiO<sub>2</sub> ít đi tương đối), nung luyện khó, tốn than, làm giảm độ bền lò, dư CaO tự do làm xi măng dễ bị ăn mòn (CaO tự do tác dụng với nước → Ca(OH)<sub>2</sub> làm thể tích nở ra → cấu kiện xi măng nứt ra), nếu ít CaO quá thì chất lượng kém..

- SiO<sub>2</sub>: Cũng là thành phần chủ yếu. Phần trăm SiO<sub>2</sub> tăng xi măng rắn chắc chậm trong thời gian ban đầu, cường độ phát triển về sau, xi măng bền trong môi trường nước. Tăng nhiều SiO<sub>2</sub>, clinkerr ra lò dễ tã thành bột, chất lượng giảm, cường độ giảm (nếu ít quá thì CaO sẽ dư).

- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Giúp cho thời gian ninh kết và rắn chắc của xi măng nhanh hơn. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nhiều quá, xi măng ninh kết nhanh, kém ổn định trong môi trường xâm thực.

- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Làm giảm nhiệt độ thiêu kết của clinkerr, giảm hàm lượng than sử dụng, tăng độ bền trong môi trường xâm thực. Ít quá sẽ làm giảm cường độ xi măng.

- MgO: Thành phần có hại, thường ở dạng tự do. Khi nung quá 1450°C, MgO bị già lửa, thủy hóa chậm, khi thủy hóa thể tích tăng gây nứt nẻ công trình.

#### 4.3.4.4. Thành phần khoáng trong clinker xi măng

Trong xi măng poóclăng chứa một số thành phần khoáng vật chủ yếu, quyết định tính chất của xi măng, bảng 4.3.

**Bảng 4.3. Thành phần khoáng vật chủ yếu trong xi măng poóclăng.**

Tên khoáng vật	Công thức	Viết tắt	% có trong clinkerr
Silicate tricalcite	3CaO.SiO <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S	45 - 60
Silicate bicalcite	2CaO.SiO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S	20 - 30
Aluminate tricalcite	3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> A	4 - 12
Fero Aluminate tetra calcite	4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> AF	10 - 12

Ngoài ra còn có một số khoáng vật phụ, tỉ lệ không đáng kể như:

- Aluminate calci: 5CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- Fero aluminate calci: 8CaO.3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- Ferit calci: 2CaO.Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

*Tác dụng của những thành phần khoáng vật:*

- C<sub>3</sub>S (Alit): Thành phần chủ yếu, quan trọng nhất, quyết định tính chất của xi măng. Tốc độ thủy hóa khá nhanh, nhiệt thủy hóa tương đối lớn, ít co thể tích,

phát triển cường độ lớn nhất so với các khoáng khác. Nếu phần trăm  $C_3S$  tăng, xi măng rắn chắc nhanh, cường độ cao, tỏa nhiều nhiệt.

Nếu  $C_3S > 60\%$  và  $C_2S < 15\%$ , ta có xi măng alit.

- $C_2S$  (belit): Thủy hóa chậm, tỏa nhiệt ít. Rắn chắc chậm ban đầu, tăng cường độ về sau. Hàm lượng  $C_2S$  tăng làm xi măng ổn định trong môi trường nước.

Nếu  $C_2S > 37\%$  và  $C_3S < 37\%$ , ta có xi măng belit. Dùng cho các công trình bê tông khối lớn.

- $C_3A$ : Có độ hoạt tính lớn nhất, tác dụng với nước nhanh nhất, tốc độ thủy hóa rất nhanh, nhiệt thủy hóa rất lớn (dễ gây nứt cấu kiện), nhưng phát triển cường độ không cao.

Nếu  $C_3A > 15\%$  và  $C_4AF < 10\%$ , ta có xi măng aluminat.

$C_3A$  dễ bị ăn mòn sunfat, nên đối với xi măng bền sunfat phải khống chế lượng  $C_3A < 5\%$ .

- $C_4AF$  (celit): Tốc độ thủy hóa tương đối nhanh, nhiệt thủy hóa trung bình, phát triển cường độ trung bình, tăng về sau.

Nếu  $C_4AF > 18\%$  và  $C_3A < 7\%$ , ta có xi măng celit.

$C_4AF$  làm cho xi măng bền trong môi trường xâm thực.

\*) Nhiệt thủy hóa của các khoáng sinh ra trong thời kỳ rắn chắc của xi măng:  
 $C_3A > C_3S > C_4AF > C_2S$

*Các thành phần khoáng phụ:*

CaO tự do: (tạo ra ở nhiệt độ  $t^\circ > 1450^\circ C$ ) ở dạng hạt, kết khối, khó hydrat hóa (quá già lửa). Khống chế  $< 1\%$ , vì nó sẽ gây mất ổn định thể tích (trương nở thể tích).

Khi CaO tự do +  $H_2O$  làm thể tích tăng 2 lần so với vôi thường.

MgO tự do: tồn tại ở dạng tinh thể tự do, thủy hóa rất chậm, do quá già lửa, khó hấp thu nước. Nhưng kéo dài đến hàng năm mới tác dụng được với nước tạo  $Mg(OH)_2$  trương nở thể tích gấp 2,1 lần so với MgO, gây nội ứng suất làm hư hỏng công trình. Khống chế MgO  $< 5\%$ .

$Na_2O$ ,  $K_2O$ : ôxyt kiềm tồn tại trong các khoáng chưa kiềm trong clanke xi măng, sẽ rất có hại vì khi đóng rắn nó tạo thành những hidrosilicat kiềm ngậm nước, gây trương nở thể tích.

#### 4.3.4.5. Hệ số chất lượng của xi măng

Để đánh giá chất lượng của xi măng, dùng các hệ số cơ bản n, p,  $k_{BH}$ , dựa trên cơ sở hàm lượng % của các oxide chính C, A, F, S.



- *Module thủy lực:*

$$M = \%(\text{CaO} - \text{CaO}_{\text{td}}) / \%(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3) = 1,9 - 2,4.$$

$\%(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$  là các yếu tố thủy lực, hàm lượng các yếu tố này tăng lên thì tính bền nước của xi măng tăng. Khi M tăng, tính rắn chắc bền vững của xi măng trong nước giảm đi.

- *Module silicate:*

$$n = \%(\text{SiO}_2 - \text{SiO}_{2\text{td}}) / \%(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) = 1,7 - 3,6.$$

Khi n tăng, chất lượng xi măng tốt, quá trình rắn chắc chậm ban đầu, phát triển cường độ về sau nhưng khi nung gặp khó khăn, khó tạo pha lỏng. Khi n nhỏ quá, dễ tạo pha lỏng, clinkerr kết tảng nhiều, xử lý khó khăn.

- *Module aluminat:*

$$p = \% \text{Al}_2\text{O}_3 / \% \text{Fe}_2\text{O}_3 = 1 - 3.$$

Khi p lớn, xi măng rắn chắc nhanh, tỏa nhiều nhiệt, khi nung nhiệt độ kết khối lớn, quy trình nung luyện khó khăn. Hệ số p nhỏ thì ngược lại.

- *Hệ số bão hòa vôi:*

$$k_{\text{bh}} = [\%(\text{CaO} - \text{CaO}_{\text{td}}) - (1,65\text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7\text{SO}_3)] / [2,8(\text{SiO}_2 - \text{SiO}_{2\text{td}})]$$

$$k_{\text{bh}} = 0,85 - 0,98.$$

Khi  $k_{\text{bh}}$  tăng, lượng vôi thực tế kết hợp với  $\text{Si}_2\text{O}$  tạo thành  $\text{C}_2\text{S}$  và  $\text{C}_3\text{S}$  tăng, chất lượng xi măng tốt nhưng clinkerr khó nung. Khi  $k_{\text{bh}}$  giảm, cường độ giảm, nhiệt độ nung giảm.

$k_{\text{bh}}$  là tỉ số giữa lượng vôi còn lại tác dụng với oxìde silic sau khi đã tác dụng với các oxide khác, với lượng vôi cần thiết để tác dụng bão hòa với  $\text{SiO}_2$  thành  $\text{C}_3\text{S}$ .

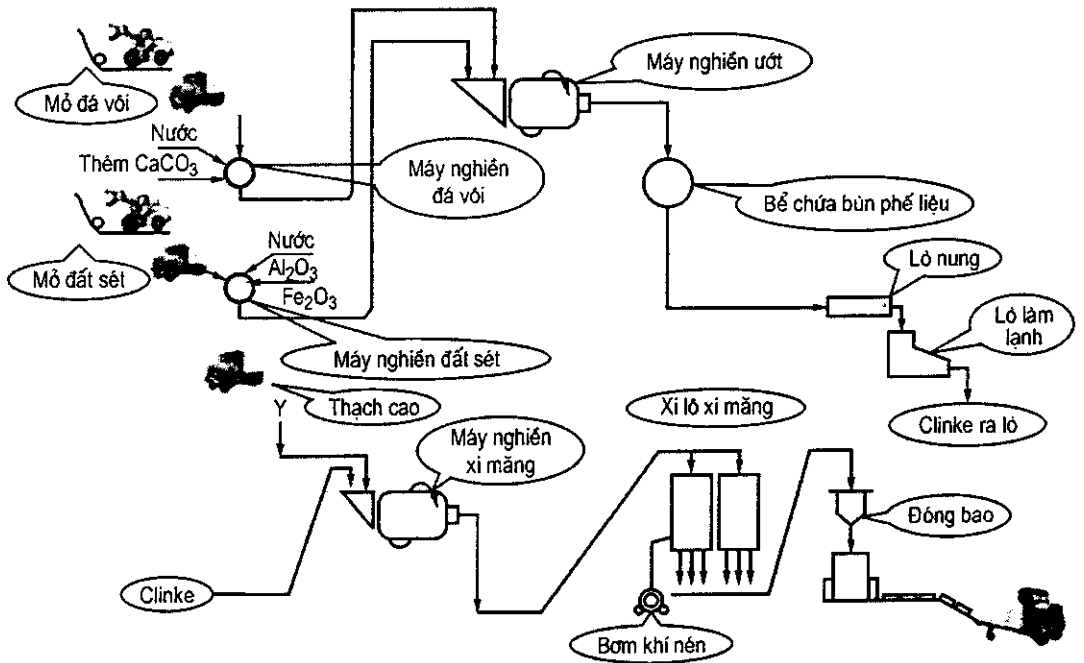
Trong tính toán cho phép dùng công thức:

$$k_{\text{bh}} = [C - 1,65.A - 0,35.F] / 2,8.S$$

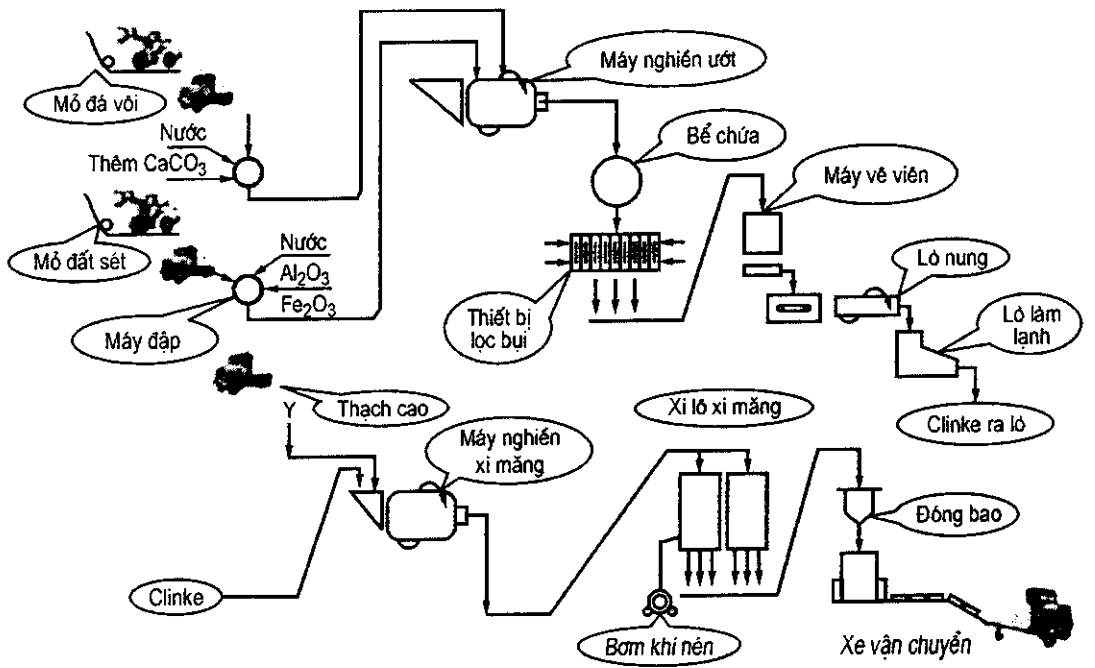
#### 4.3.4.6. Quy trình công nghệ

##### a) Giới thiệu dây chuyền công nghệ chế tạo xi măng poóc-lăng

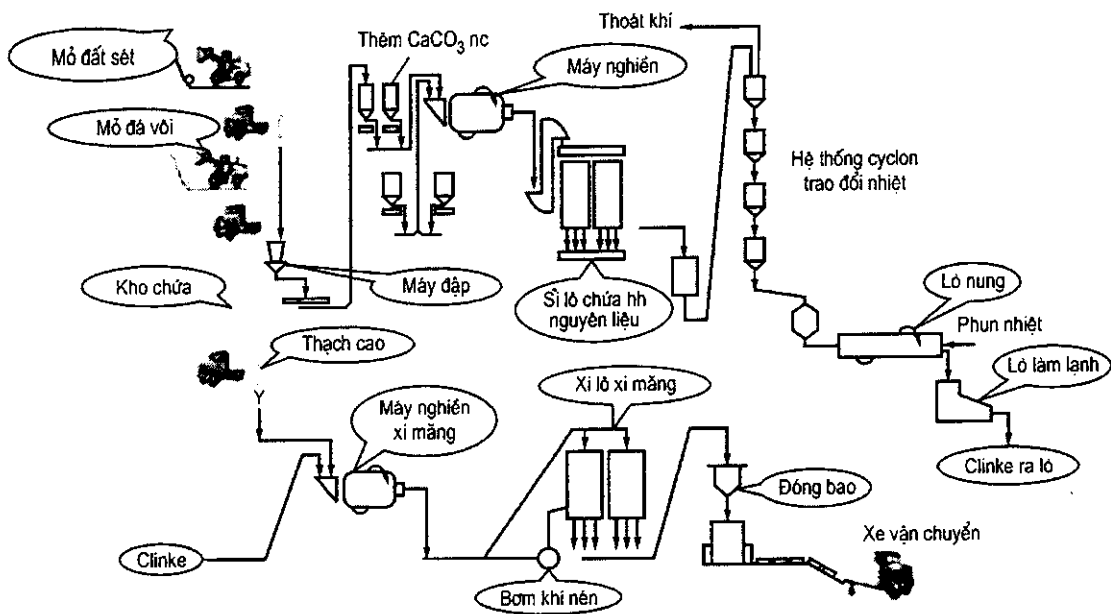
- Sơ đồ dây chuyền công nghệ theo phương pháp ướt:



- Sơ đồ dây chuyền công nghệ theo phương pháp bán khô:



- Sơ đồ dây chuyền công nghệ sản xuất xi măng theo phương pháp khô:



b) Quy trình công nghệ sản xuất xi măng: gồm 3 giai đoạn: chuẩn bị nguyên liệu - nung - nghiền.

- Chuẩn bị phối liệu: nghiền mịn, nhào trộn hỗn hợp nguyên liệu với tỉ lệ yêu cầu.

Có 2 phương pháp chuẩn bị:

- Phương pháp khô: áp dụng trong trường hợp nung bằng lò đứng hoặc lò quay, với hệ nguyên liệu có thành phần hóa học và cấu trúc đồng nhất. Đá vôi và đất sét được sấy và nghiền đồng thời trong máy nghiền bi hoặc máy nghiền đứng ở độ ẩm 1÷2%. Hỗn hợp phối liệu dạng bột khoáng, được đưa vào silo để kiểm tra, điều chỉnh thành phần hóa học và để dự trữ đảm bảo cho lò nung làm việc liên tục. Hỗn hợp phối liệu phải phun ẩm trước khi cho vào lò để tránh mất mát ra ngoài ống khói.

- Phương pháp ướt: phương pháp này chỉ áp dụng khi nung bằng lò quay. Nguyên liệu mềm có độ ẩm lớn. Hỗn hợp nguyên liệu được nghiền ướt trong máy nghiền bi cùng với lượng nước thích hợp, tạo thành hỗn hợp dạng bùn có độ ẩm từ 36 ÷ 42% gọi là bùn phối liệu. Sau đó đưa vào hệ thống silo kiểm nghiệm để điều chỉnh thành phần phối liệu cho thích hợp đưa vào bể dự trữ có thiết bị khuấy trộn để bùn khởi lắng đọng trước khi phun vào lò quay. Yêu cầu bùn có độ mịn 91 - 93% lọt sàng  $N^{\circ} 008$  ( $4900 \text{ l\ddot{o}/cm}^2$ ).

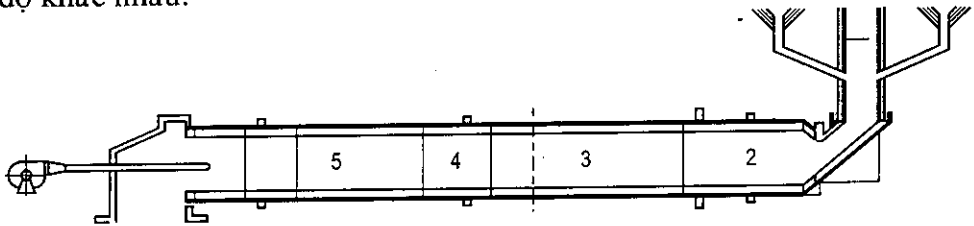
- Nung

Lò quay dạng hình trụ dài, vỏ ngoài bằng thép, bên trong lót gạch chịu lửa, có đường kính 5 - 7m, dài 95 - 185 - 230m. Trục lò nghiêng với mặt đất  $\alpha = 3 - 4^\circ$ , công suất có thể đến 1000T clinkerr / ngày đêm, tốc độ quay 0,5 - 1,4 v/phút.

Lò quay làm việc theo nguyên tắc ngược dòng. Hỗn hợp nguyên liệu đưa vào từ đầu cao, khí nóng được phun vào từ đầu thấp.

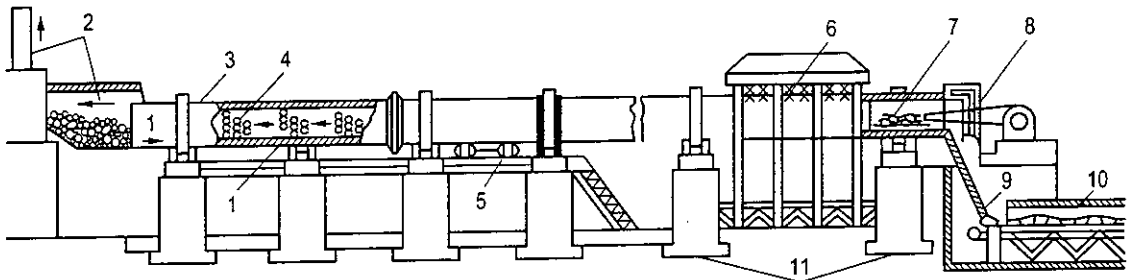
Khi nung, bùn phối liệu sống được bơm vào đầu cao của lò quay, khí nóng và bột than được phun lên từ đầu thấp. Lò quay với độ dốc làm cho bùn phối liệu chuyển dịch dần dần xuống phía dưới bốc hơi nước dần, vón lại thành viên phối liệu. Viên phối liệu chuyển dần xuống phía vùng nung, gặp nhiệt độ tăng diễn ra những biến đổi lý hóa phức tạp để tạo thành các khoáng có trong xi măng.

Phối liệu vào lò đến khi tạo thành clinkerr ra khỏi lò lần lượt trải qua 6 vùng nhiệt độ khác nhau:



**Hình 4.4:** Mặt cắt lò

- Vùng 1: Vùng bay hơi, nhiệt độ  $t^\circ = 70 \div 200^\circ\text{C}$
- Vùng 2: Vùng đốt nóng, nhiệt độ  $t^\circ = 200 \div 800^\circ\text{C}$
- Vùng 3: Vùng calci hóa, nhiệt độ  $t^\circ = 800 \div 1100^\circ\text{C}$ .
- Vùng 4: Vùng phóng nhiệt, nhiệt độ  $t^\circ = 1100 \div 1250^\circ\text{C}$ .
- Vùng 5: Vùng kết khối, nhiệt độ  $t^\circ = 1300 \div 1450^\circ\text{C}$ .
- Vùng 6: Vùng làm nguội, nhiệt độ giảm từ  $t^\circ = 1300$  xuống  $100^\circ\text{C}$ .



**Hình 4.5:** Sơ đồ lò quay sản xuất xi măng theo phương pháp ướt

1. Hỗn hợp phối liệu; 2. Khí nóng; 3. Lò quay; 4. Xích treo; 5. Truyền động;
6. Nước làm nguội vùng kết khối của lò; 7. Ngọn lửa; 8. Truyền nhiên liệu;
9. Clinkerr; 10. Làm nguội; 11. Gối đỡ.

### - Nghiền clinkerr

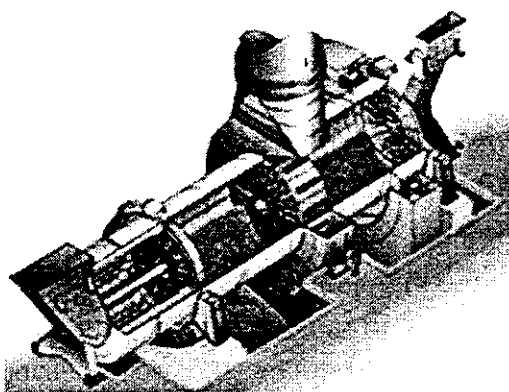
Clinkerr ra lò cần ủ ở kho khoảng 10 ÷ 15 ngày để  $\text{CaO}_{\text{td}}$  trong clinkerr hút ẩm tả thành bột (dạng  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), hoặc carbonate hóa (dạng  $\text{CaCO}_3$ ) giúp clinkerr dễ nghiền và ximăng ổn định tốt trong quá trình sử dụng.

Khi nghiền cho thêm 3 ÷ 5% thạch cao để kéo dài thời gian ninh kết của ximăng và 10 ÷ 15% phụ gia trợ và vô cơ hoạt tính tùy thuộc vào yêu cầu của ximăng để tăng sản lượng và độ bền nước cho ximăng.

*Thiết bị nghiền clinkerr:* Máy nghiền bi. Máy cấu tạo bằng vỏ gang, hình trụ dài 13m, đường kính 2,2m, quay quanh trục nằm ngang (hơi nghiêng), máy được chia thành 2 - 3 ngăn khác nhau, ngăn bởi các vách có đục lỗ để ximăng thoát được từ ngăn nọ sang ngăn kia. Mỗi ngăn có chứa những loại bi thép kích cỡ khác nhau, khi quay bi thép sẽ va đập và chà sát vào thành máy, nghiền clinkerr thành bột.



Hình 4.6: Clinker ximăng



Hình 4.7: Máy nghiền bi

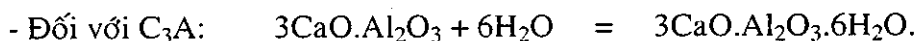
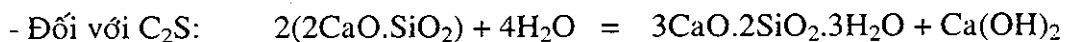
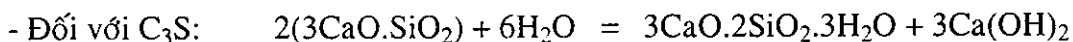
Sau khi nghiền do ma sát, ximăng có nhiệt độ 100 - 150°C, cần chứa ở chỗ thoáng để  $\text{CaO}_{\text{td}}$  tả hết rồi mới đóng bao xuất xưởng. Ximăng nghiền xong, yêu cầu độ lọt sàng N<sup>o</sup> 008 ≥ 85%.

#### 4.3.4.7. Quá trình rắn chắc của ximăng

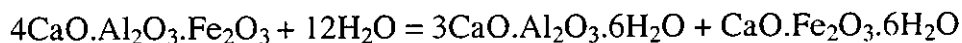
Khi trộn ximăng với nước, được một loại hồ dẻo, hồ đông đặc dần và rắn chắc thành đá ximăng. Ở điều kiện nhiệt độ và độ ẩm thích hợp, đá ximăng phát triển cường độ không ngừng, lúc đầu nhanh sau chậm dần, kéo dài hàng chục năm. Quá trình trên diễn ra nhiều phản ứng hóa lý phức tạp. Quá trình rắn chắc chia gồm 3 giai đoạn:

- Hòa tan.
- Hóa keo.
- Kết tinh.

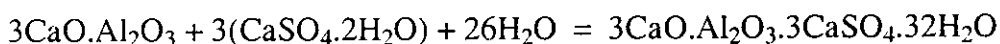
Khi trộn với nước, trên bề mặt hạt xi măng các khoáng chủ yếu  $C_3S$ ,  $C_2S$ ,  $C_3A$ ,  $C_4AF$  của xi măng sẽ tác dụng với nước, thủy phân, thủy hóa theo các phản ứng sau:



- Đối với  $C_4AF$ :



- Sự có mặt của thạch cao sống khi nghiền chung với clinker sẽ xảy ra phản ứng (có thể xem là phản ứng phụ)



$3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$  là khoáng Ettringite (hay còn gọi là muối can-đi-ốt) gây nở thể tích từ 2-3 lần.

Khoáng ettringite này sẽ bao bọc xung quanh  $C_3A$  ngăn cản nước tiếp xúc với  $C_3A$ , làm chậm tốc độ ninh kết của xi măng.

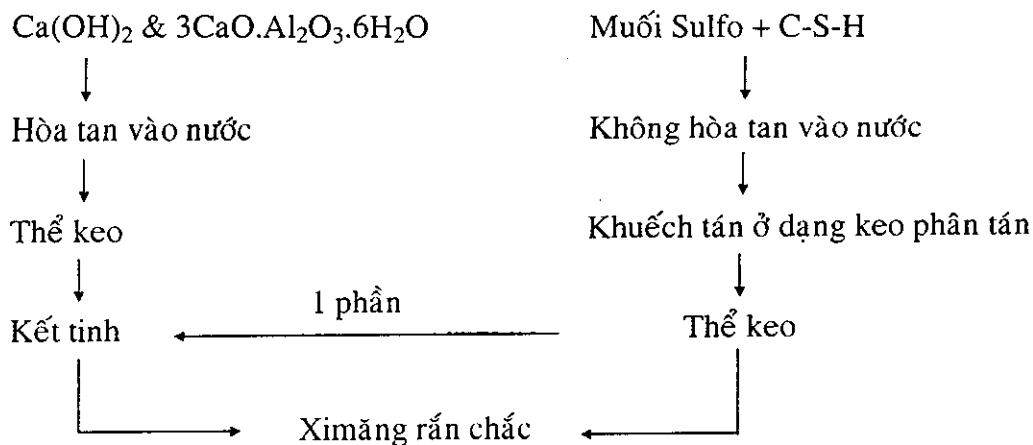
Những sản phẩm sinh ra có  $Ca(OH)_2$  và  $3CaO.Al_2O_3.6H_2O$  dễ bị hòa tan và lập tức tạo thành thể dịch bao quanh mặt hạt xi măng gọi là thể keo. Còn các sản phẩm khó tan sinh ra sẽ tách ra ở dạng hạt keo phân tán. Vì độ tan của nó không lớn và lượng nước do tham gia vào quá trình thủy hóa trong vữa xi măng nên dung dịch nhanh chóng bão hòa.

Trong dung dịch đã bão hòa,  $Ca(OH)_2$ ,  $3CaO.Al_2O_3.6H_2O$  tiếp tục sinh ra, nhưng không hòa tan được nữa sẽ tồn tại ở trạng thái keo. Muối sulfoaluminat calci ngậm nước và sản phẩm C-S-H vốn không tan nên tồn tại ở thể keo phân tán.

Thể keo phát triển tiếp, hồ xi măng mất dần tính dẻo, dần dần đông đặc lại, nhưng xi măng chưa có cường độ, đây là giai đoạn hoá keo.

Trong thể keo xuất hiện các mầm kết tinh từ  $Ca(OH)_2$  và  $3CaO.Al_2O_3.6H_2O$ . Mầm kết tinh phát triển thành tinh thể, cắm vào thể keo, đan chéo gắn kết với nhau thành bộ xương cứng làm cho đá xi măng phát triển cường độ, đó là giai đoạn kết tinh.

Quá trình trên diễn ra xen lẫn nhau. Tóm tắt quá trình rắn chắc như sau:



#### 4.3.4.8. Các tính chất của ximăng poóc-lăng

a) Khối lượng riêng:  $\gamma_a = 3,05 \div 3,15 \text{ g/cm}^3$ .

b) Khối lượng thể tích:  $\gamma_o = 0,9 \div 1,2 \text{ g/cm}^3$  (xốp tự nhiên) hoặc  $1,2 \div 1,6 \text{ g/cm}^3$  (tùy thuộc vào độ mịn, mức độ lèn chặt).

c) Độ mịn: ximăng càng mịn thì quá trình ninh kết, rắn chắc càng nhanh, cường độ cao, lượng nước yêu cầu tăng.

Có 2 phương pháp xác định độ mịn:

- Phân tích sàng: yêu cầu qua rây 4900 lỗ/cm<sup>2</sup>  $\geq 85\%$ . Ximăng rắn nhanh thì lượng lọt qua sàng này phải  $\geq 95\%$ .

- Tính tỉ diện tích bề mặt: tính tổng diện tích bề mặt/1gram ximăng (cm<sup>2</sup>/1g ximăng). Ximăng poóc-lăng yêu cầu tỉ diện tích lớn hơn 2700 cm<sup>2</sup>/g. Ximăng rắn nhanh, cường độ cao có tỉ diện tích lớn hơn 3500 cm<sup>2</sup>/g.

d) Lượng nước tiêu chuẩn: là lượng nước cần thiết (tính bằng % so với ximăng) để cho hồ ximăng đạt độ dẻo tiêu chuẩn.

Để so sánh tính chất ximăng, dùng khái niệm lượng nước tiêu chuẩn. Đối với ximăng poóc-lăng  $N_{tc} = 24 \div 30\%$  so với khối lượng ximăng. Xác định lượng nước tiêu chuẩn bằng dụng cụ kim Vica.

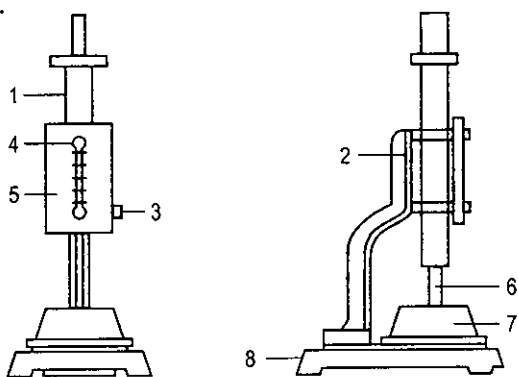
Quy định lượng nước tiêu chuẩn là lượng nước cần dùng (% so với khối lượng ximăng) ứng với độ cắm sâu của kim vica vào khâu hình côn chứa vữa và cách đáy 5 ÷ 7mm (độ cắm sâu 33 - 35mm).

Kim Vica có 2 đầu kim:

- Kim lớn:  $d = 10 \pm 0,02\text{mm}$ , dùng xác định nước tiêu chuẩn.

- Kim nhỏ:  $d = 1,1 \pm 0,04\text{mm}$ , dùng xác định thời gian ninh kết.





**Hình 4.8: Dụng cụ vica**

1. Thanh chạy;
2. Lỗ trượt;
3. Vít điều chỉnh;
4. Kim chỉ vạch;
5. Thước chia độ;
6. Kim vica;
7. Khâu vica
8. Bàn để dụng cụ vica

#### e) Thời gian ninh kết

Sau khi nhào trộn với nước, xi măng mất dần tính dẻo, đặc dần lại, đến khi bắt đầu có cường độ. Đó là quá trình ninh kết.

Xác định thời gian ninh kết của xi măng bằng dụng cụ kim vica với đầu kim nhỏ  $d = 1,1\text{mm}$ ,  $L = 50\text{mm}$

- *Thời gian bắt đầu ninh kết*: là thời gian tính từ khi xi măng trộn với nước đến khi mất tính dẻo, ứng với lúc kim vica cắm vào hồ xi măng cách đáy  $1 - 2\text{mm}$  (theo TCVN-4031:1985) hoặc cách đáy  $4 \pm 1\text{mm}$  (theo TCVN 6017 : 1995, ISO 9597-89 (E)).

- *Thời gian kết thúc ninh kết*: là thời gian tính từ khi xi măng trộn với nước đến khi trong hồ xi măng hình thành tinh thể, cứng lại và bắt đầu có cường độ, ứng với lúc kim vica cắm sâu vào hồ xi măng không quá  $1\text{mm}$  (theo TCVN-4031 : 1985) hoặc  $0,5\text{mm}$  (theo TCVN 6017 : 1995, ISO 9597-89 (E)).

Với xi măng poóclăng quy định:

- Thời gian bắt đầu ninh kết không bé hơn 45 phút.
- Thời gian kết thúc ninh kết đối với xi măng PC không quá 375 phút, xi măng PCB không quá 600 phút.

#### f) Tính ổn định thể tích của xi măng

Nếu xi măng kém ổn định trong quá trình ninh kết và rắn chắc, thể tích vữa biến đổi quá lớn hoặc không đồng đều làm cấu kiện công trình nứt.

Khi xi măng có nhiều  $\text{CaO}_{\text{td}}$ ,  $\text{MgO}_{\text{td}}$ , tính ổn định kém. Hàm lượng  $\text{SO}_3$  lớn sẽ kết hợp với  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  và  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  để cho ra muối can-đi-ốt  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$  làm nở thể tích khiến xi măng kém ổn định.

Để đánh giá độ ổn định thể tích của xi măng dùng phương pháp tạo mẫu bánh đa bằng vữa xi măng theo TCVN 4031 : 1985.

Lấy 300g ximăng + lượng nước tiêu chuẩn thành hồ ximăng, chế tạo 6 bánh đa  $\phi = 7 - 8\text{cm}$ , chiều dày chỗ giữa chừng 1cm. Dưỡng hồ ẩm 1 ngày cho cứng.

Lấy 2 bánh ngâm trong nước sôi 4h kể từ khi nước sôi.

Lấy 2 bánh chưng hơi 4h.

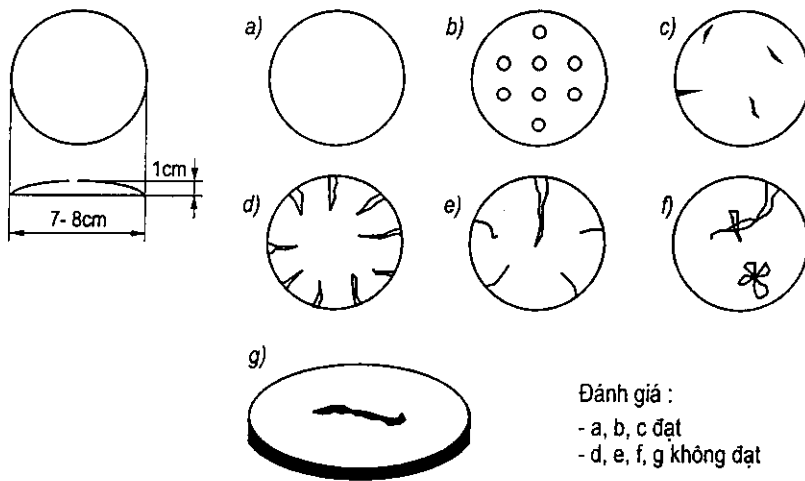
Lấy 2 bánh ngâm nước 28 ngày.

Sau khi dưỡng hồ trong môi trường ẩm 1 ngày đêm, chưng hơi và quan sát sự biến dạng và vết nứt trên mẫu.

- Nếu mẫu bị cong vênh, xé ngang, nhiều vết nứt hướng tâm ra tới mép, nhiều vết nứt chân chim quanh mép, sứt mẻ, vụn nát đều không ổn định.

- Nếu chỉ có vết nứt ở giữa, hình dáng đều đặn thì độ ổn định đạt yêu cầu.

Trường hợp nứt một thời gian sau dưỡng hồ, do co khô, không phải mất ổn định.



Hình 4.9: Thử độ ổn định thể tích ximăng

#### g) Nhiệt lượng khi thủy hóa

Khi trộn với nước ximăng bị phản ứng hidrát hoá. Đây là những phản ứng tỏa nhiệt. Lượng nhiệt tỏa ra tùy thuộc thành phần khoáng, độ mịn, ...  $C_3A$  tỏa nhiệt nhiều nhất, tiếp theo  $C_3S$ ,  $C_5A_3$ ,  $C_4AF$  và  $C_2S$  thấp nhất.

Khi thi công trong mùa đông thì lượng nhiệt phát ra có lợi giúp cho bê tông rắn chắc nhanh, cường độ cao. Khi trời nóng, khối xây lớn, nhiệt phát ra có hại, gây ứng suất nội, nứt nẻ công trình làm gián đoạn thi công, nên dùng ximăng tỏa ít nhiệt.

#### h) Cường độ và mác ximăng

Cường độ ximăng là khả năng lớn nhất của đá ximăng chống lại sự phá hoại gây ra dưới tác dụng của tải trọng.

Mác xi măng là số hiệu chỉ giới hạn cường độ chịu nén của mẫu vữa xi măng có kích thước tiêu chuẩn  $4 \times 4 \times 16\text{cm}$  (phương pháp ướt), hoặc  $7,07 \times 7,07 \times 7,07\text{cm}$  (phương pháp khô), được chế tạo và dưỡng hộ trong điều kiện chuẩn, sau 28 ngày rắn chắc ở môi trường nhiệt độ  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ , độ ẩm  $> 90\%$ .

Mác xi măng là đại lượng không thứ nguyên do nhà nước quy định dựa vào cường độ tiêu chuẩn của xi măng.

Ví dụ, theo cường độ chịu lực, loại xi măng poóc-lăng thường gồm có các mác sau : PC30, PC40, PC50. Trong đó : PC là ký hiệu cho xi măng poóc-lăng (Portland Cement); các trị số 30, 40, 50 là giới hạn bền nén sau 28 ngày tính bằng  $\text{N/mm}^2$ , xác định theo TCVN 6016 - 1995.

Có 2 phương pháp xác định mác xi măng: phương pháp ướt (mềm) và phương pháp khô (cứng). Hai phương pháp này có trị số khác nhau nên cần đặc biệt chú ý để phân biệt.

*\* Phương pháp ướt (mềm):*

- Trộn hỗn hợp X : C = 1 : 3

- Lượng nước nhào trộn lấy theo TCVN 4032 : 1985,  $N/X = 0,4 - 0,5$  sao cho đạt độ dẻo tiêu chuẩn (dùng má nén với diện tích làm việc  $25\text{cm}^2$ ) và thử lại độ dẻo tiêu chuẩn (dùng bàn dằn, bánh vữa đạt được đường kính 115-125mm).

Hoặc theo TCVN 6016 : 1995, lượng nước nhào trộn  $N/X = 0,5$  (với diện tích má nén làm việc  $16\text{cm}^2$ ).

- Đúc 3 mẫu kích thước  $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ .

- Đầm chặt bằng bàn rung tiêu chuẩn (TCVN 4032 : 1985) hoặc bàn dằn (TCVN 6016 : 1995).

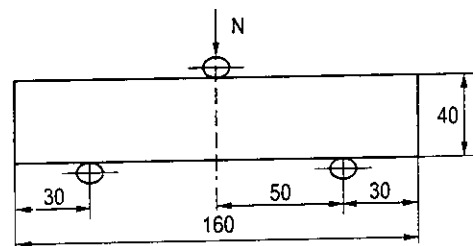
- Dưỡng hộ sau 28 ngày đem mẫu thử nghiệm uốn, nén.

Kiểm tra cường độ uốn trước, cường độ nén sau. Đặt mẫu trên hai gối tựa của máy thí nghiệm uốn như sơ đồ sau:

Cường độ chịu uốn tiêu chuẩn là cường độ chịu uốn trung bình của 3 mẫu thí nghiệm:

$$R_u^{t/c} = \frac{R_{u_1} + R_{u_2} + R_{u_3}}{3}$$

Sau khi uốn gãy các mẫu, lấy 6 nửa mẫu thử cường độ nén như sơ đồ và công thức tính như sau:



Hình 4.10: Sơ đồ đặt mẫu uốn

$$R_n = \frac{P}{F}$$

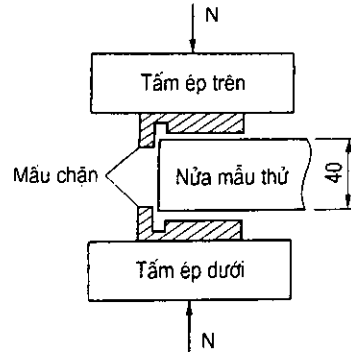
trong đó: P - lực phá hoại (N, KN, KG);

F - diện tích (mm<sup>2</sup>, cm<sup>2</sup>).

Cường độ chịu nén tiêu chuẩn là cường độ chịu nén trung bình của 6 mẫu thử

$$R_n^{tb} = \frac{R_{n1} + R_{n2} + R_{n3} + R_{n4} + R_{n5} + R_{n6}}{6}$$

Căn cứ vào kết quả của 3 mẫu uốn và 6 mẫu nén mà đối chiếu với quy phạm để xác định ra mác xi măng, theo bảng 4.4.



Hình 4.11: Sơ đồ đặt mẫu nén

**Bảng 4.4. Quy phạm phân loại mác xi măng theo phương pháp ướ**

Mác xi măng	Cường độ 28 ngày ( R <sub>28</sub> ) ( kg/cm <sup>2</sup> ), không nhỏ hơn	
	Nén	Uốn
300	300	45
400	400	55
500	500	60
600	600	65

\* Phương pháp khô (cứng):

- Trộn hỗn hợp xi măng: cát tiêu chuẩn theo tỉ lệ 1:3.

- Lượng nước nhào trộn N = (N<sup>lc</sup>/4 + b)% so với khối lượng hỗn hợp XM + Cát.

N<sup>lc</sup> - lượng nước tiêu chuẩn của xi măng (%).

B - hằng số phụ thuộc loại xi măng:

Xi măng poóc-lăng b = 2,

Xi măng poóc-lăng puzôland b = 1,6

- Trộn hỗn hợp bằng tay trước rồi trộn máy. Trộn xong đúc 3 mẫu lập phương 7,07 × 7,07 × 7,07cm và 6 mẫu kéo hình số 8, đầm chặt bằng máy đầm, đem bảo dưỡng trong môi trường tiêu chuẩn cho đủ 28 ngày thì đem thí nghiệm nén và kéo.

Căn cứ vào kết quả thí nghiệm của 3 mẫu nén và 6 mẫu kéo, mà đối chiếu với quy phạm để xác định ra mác xi măng, theo bảng 4.5.

**Bảng 4.5. Quy phạm phân loại mác xi măng theo phương pháp cứng**

Mác xi măng	$R_{nén}$ ( $\text{kG/cm}^2$ ), không nhỏ hơn			$R_{kéo}$ ( $\text{kG/cm}^2$ ), không nhỏ hơn		
	3 ngày	7 ngày	28 ngày	3 ngày	7 ngày	28 ngày
200	-	120	200	-	12	16
250	-	160	250	-	12	16
300	-	200	300	-	15	20
400	190	280	400	16	19	23
500	260	380	500	20	23	27
600	300	450	600	22	27	32

$$R_n^{ướt} = (0,77 - 0,78) R_n^{khô}$$

Ngoài ra, có thể xác định mác xi măng theo phương pháp nhanh (chỉ để tham khảo): Xi măng + Nước tiêu chuẩn  $\rightarrow$  hồ xi măng. Chế tạo 12 mẫu lập phương  $2 \times 2 \times 2\text{cm}$ , dưỡng hồ 24h, rồi lấy 6 mẫu đem chưng hơi 4h  $\rightarrow R_{hơi}$ . 6 mẫu đem ngâm nước  $\rightarrow R_{nước}$ .

$$\eta = \frac{R_{hơi}}{R_{nước}} ; \text{ có } \eta \rightarrow \beta \rightarrow \text{Mác xi măng: } R = \beta \cdot R_{hơi}$$

Nhưng hiện nay ở nước ta, các loại xi măng đều dùng phương pháp ướt để xác định mác xi măng theo đúng tiêu chuẩn nhà nước quy định.

*Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ đá xi măng:*

Cường độ phát triển liên tục theo thời gian, từ 1 ÷ 28 ngày phát triển rất nhanh, sau 28 ngày phát triển chậm lại. Mács xi măng phụ thuộc vào các yếu tố:

- Thành phần khoáng  $C_3S, C_2S, C_3A$ .
- Nhiệt độ nung.
- Độ mịn.
- Độ ẩm và nhiệt độ môi trường rắn chắc.
- Thời gian rắn chắc và bảo quản trong kho.
- Tỷ lệ Nước/Xi măng.

- Ngoài ra còn phụ thuộc vào các yếu tố phụ như kích thước mẫu thí nghiệm, chế độ dưỡng hồ và bảo quản, tốc độ gia tải...

*Yêu cầu chất lượng của xi măng pooclăng PC và PCB theo tiêu chuẩn TCVN 2682 : 1999 quy định theo bảng 4.6.*

**Bảng 4.6. Các chỉ tiêu kỹ thuật của xi măng PC và PCB**

Các chỉ tiêu	Đơn vị	PC TCVN 2682/1999			PCB TCVN 6260/1997	
		PC30	PC40	PC50	PCB30	PCB40
- Cường độ chịu nén + 3 ngày ±45 phút + 28 ngày ± 8h (nếu PCB ± 2h)	N/mm <sup>2</sup>	16 30	21 40	31 50	14 30	18 40
- Thời gian đông kết + Bắt đầu + Kết thúc	Phút	Min.45 Max.375			Min.45 Max.600	
- Độ mịn + Phần còn lại trên sàng 0,08mm + Tỷ diện blaine	% cm <sup>2</sup> /g	Max.15 Min.2700	Max.12 Min.2800	Max.12 Min.2700		
- Độ ổn định thể tích (le Chatelier)	mm	Max.10			Max.10	
+ Hàm lượng SO <sub>3</sub>	%	Max.3.5			Max.3.5	
+ Hàm lượng MgO	%	5			-	

**4.3.4.9. Nguyên nhân và các dạng ăn mòn đá xi măng - biện pháp đề phòng**

Trong quá trình sử dụng, công trình tiếp xúc với môi trường xâm thực, vữa xi măng, bê tông thường bị chất lỏng (nước, hóa chất), chất khí... xâm nhập ăn mòn làm cường độ giảm có thể bị phá hoại. Đó là hiện tượng xâm thực hay ăn mòn xi măng.

*a) Nguyên nhân gây ăn mòn*

- Do sản phẩm của quá trình hydrat hóa tự hòa tan như Ca(OH)<sub>2</sub> là thành phần dễ hòa tan trong nước, gây rỗng cho bê tông, làm cường độ giảm.

- Một số sản phẩm của quá trình hydrat hóa trong đá xi măng tác dụng hóa học với các hợp chất trong môi trường ăn mòn như CO<sub>2</sub>, muối khoáng, axit... tạo ra những chất mới dễ hòa tan, hoặc không có cường độ, hoặc trương nở thể tích gây phá hủy kết cấu công trình.

*b) Các dạng ăn mòn*

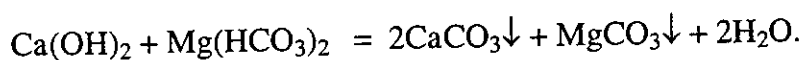
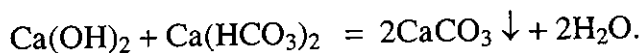
• *Ăn mòn trong nước ngọt:*

Chủ yếu ăn mòn dạng Ca(OH)<sub>2</sub> bị hòa tan trong nước ngọt (với nồng độ bão hòa 1,3g/l lít nước ở nhiệt độ 15°C), để lại lỗ rỗng.

- Khi môi trường nước đứng yên, sau một thời gian nhất định môi trường bão hòa vôi, công trình chỉ bị ăn mòn phía ngoài, không nguy hiểm.

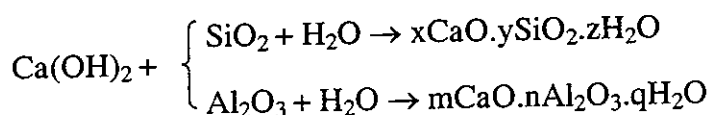
- Khi môi trường nước luôn chuyển động,  $\text{Ca(OH)}_2$  hòa tan sẽ bị cuốn trôi đi làm  $\text{Ca(OH)}_2$  bị hòa tan ăn sâu vào công trình, cường độ bê tông giảm nghiêm trọng.

- Khi nước có độ cứng lớn có nghĩa là hàm lượng  $\text{HCO}_3^-$  cao, sẽ hạn chế khả năng xâm thực hòa tan, vì sẽ xảy ra phản ứng:



$\text{CaCO}_3$  sinh ra có độ hòa tan nhỏ hơn 100 lần so với  $\text{CaO}$ , phủ lên bề mặt công trình một lớp rắn không cho nước thấm sâu vào khối bê tông.

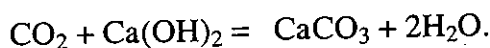
Sử dụng trong môi trường nước ngọt: dùng XMP puzôland và XMP xỉ, khi đó:



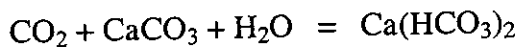
Hai khoáng này trong đá ximăng rất bền nước.

• Ăn mòn trong nước có chứa  $\text{CO}_2$ :

Trong nước  $\text{CO}_2$  thường tồn tại ở dạng  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Khi nồng độ  $\text{CO}_2$  thấp thì có lợi,  $\text{CO}_2$  sẽ tác dụng với  $\text{Ca(OH)}_2$  trong đá ximăng tạo  $\text{CaCO}_3$  phản ứng lên bề mặt, ngăn cản sự xâm thực của môi trường.



Khi nồng độ  $\text{CO}_2$  lớn ( $> 15 \text{ mg/lít}$ ) thì bản thân  $\text{CO}_2$  lại tiếp tục hòa tan  $\text{CaCO}_3$  theo phản ứng:



$\text{Ca(HCO}_3)_2$  hòa tan nhiều hơn so với  $\text{Ca(OH)}_2$  nên sự ăn mòn (sự mất vôi) xảy ra nhanh nếu môi trường có nhiều  $\text{CO}_2$ .

Sử dụng trong môi trường này dùng XMP pouzoland, xỉ và ximăng alumin.

• Ăn mòn của nước ngầm, nước biển, nước có chứa muối khoáng:

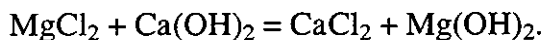
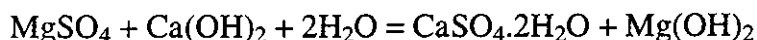
Trong nước biển, nước ngầm,... ngoài  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaSO}_4$  còn có các muối khác như:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ , ...

- Với muối sulphate: phân ly thành các ion  $\text{SO}_4^{2-}$  và ion kim loại, gặp môi trường có  $\text{Ca(OH)}_2$  sẽ tạo sulfate calci theo phản ứng:  $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ca}^{2+} = \text{CaSO}_4$

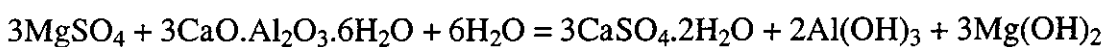


$\text{CaSO}_4$  hút nước cho ra  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  làm thể tích trương nở gây nứt nẻ công trình, dẫn đến xâm thực cao ( $V_{\text{Ca(OH)}_2} = 33,23\text{cm}^3$ ,  $V_{\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = 74,54\text{cm}^3 \rightarrow$  thể tích tăng 2,1 lần).  $\text{CaSO}_4$  còn tác dụng với  $\text{C}_3\text{AH}_6$  trong đá xi măng tạo muối ettringit  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$  làm trương nở thể tích lớn, rất nguy hiểm cho công trình.

- Với muối manhê: xảy ra những phản ứng sau:

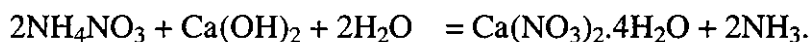


$\text{MgSO}_4$  cũng tác dụng với  $\text{C}_3\text{AH}_6$  trong đá xi măng, theo phản ứng:



Sản phẩm tạo thành  $\text{CaCl}_2$  hòa tan mạnh,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  gây nở thể tích,  $\text{Al(OH)}_3$ ,  $\text{Mg(OH)}_2$  ở dạng vô định hình không cường độ, không khả năng dính kết.

- Ăn mòn phân khoáng: là do nitrat amôn:

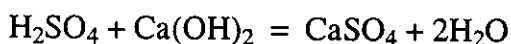
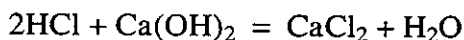


Nitrat canxi tan rất nhanh trong nước nên dễ bị rửa trôi. Phân Kali gây ra ăn mòn đá xi măng là do làm tăng độ hoà tan của  $\text{Ca(OH)}_2$ . Supphotphat là chất xâm thực mạnh do trong thành phần của nó có chứa  $\text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2$ , thạch cao và cả axit phosphoric.

- Ăn mòn của các chất hữu cơ: trong môi trường nước có một số sinh vật tiết ra các axit hữu cơ cũng gây ra ăn mòn các công trình bê tông xi măng. Các axit béo khi tác dụng với vôi gây ra rửa trôi. Dầu mỡ và các sản phẩm của nó (xăng, dầu hoả, dầu mazut) sẽ không có hại cho bê tông xi măng nếu chúng không chứa các loại axit hữu cơ và các chất lưu huỳnh.

• Ăn mòn trong nước có chứa axit:

Trong nước thải công nghiệp thường chứa một số axit như  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ... gặp  $\text{Ca(OH)}_2$  trong đá xi măng sinh phản ứng trung hòa:



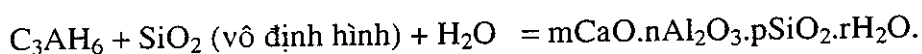
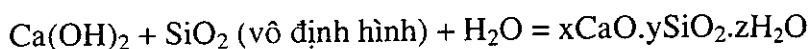
$\text{CaCl}_2$  hòa tan mạnh,  $\text{CaSO}_4$  có thể hút nước tạo thạch cao hoặc tác dụng với  $\text{C}_3\text{AH}_6$  tạo muối ettringit tác hại như muối sulphate gây trương nở thể tích.

### c) Các biện pháp đề phòng

Ximăng bị ăn mòn do bản thân có  $C_3A$ ,  $CaO_{td}$  và  $Ca(OH)_2$  do  $C_3S$  thủy hóa sinh ra. Do đó để ngăn ngừa hiện tượng ăn mòn có thể dùng những biện pháp sau:

- Thay đổi thành phần khoáng, giảm  $C_3A$  hoặc giảm  $C_3S$  cho những nơi có yêu cầu chống ăn mòn cao, cần cường độ bê tông không cao lắm. Thay toàn phần hoặc một phần  $CaO$  bằng  $BaO$  để có loại ximăng ổn định sử dụng trong môi trường nước biển.

- Silicate hóa: đưa vào ximăng những chất phụ gia hoạt tính chứa nhiều  $SiO_2$  vô định hình tác dụng với  $Ca(OH)_2$  tạo thành sản phẩm silicate C-S-H ổn định hơn.



- Dùng những loại ximăng đặc biệt trong môi trường xâm thực cụ thể như: ximăng chống sulfate, ximăng bền axit, ...

- Cacbonat hóa: sản phẩm chế tạo xong để trong không khí 2 - 3 tuần để  $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3$  làm vỏ bọc bên ngoài ngăn không cho nước vào ăn mòn.

- Sử dụng bê tông có độ đặc chắc cao. Yêu cầu cấp phối và biện pháp thi công tốt để hạn chế nước thừa trong bê tông. Dùng phụ gia tăng dẻo, hút chân không nước thừa, đầm chặt bằng chấn động, ...

- Quét lên mặt công trình 2-3 lớp màng chống thấm.

- Xử lý, tạo độ dốc thoát nước quanh công trình.

- Sử dụng các loại phụ gia hóa học chống thấm, chống ăn mòn...

#### 4.3.4.10. Công dụng và bảo quản

##### a) Công dụng

Ximăng poóc-lăng là chất kết dính rắn chắc nhanh, cường độ cao, là chất kết dính chủ yếu nhất trong xây dựng, dùng được trên khô, trong đất và dưới nước.

Ximăng poóc-lăng dùng để sản xuất bê tông, bê tông cốt thép, vữa.

Với những công trình ở môi trường xâm thực mạnh và công trình có thể tích lớn, để tránh ăn mòn và ứng suất nhiệt nên dùng các loại ximăng poóc-lăng đặc biệt.

##### b) Bảo quản

Ximăng dễ hút ẩm không khí vón cục, làm thời gian ninh kết kéo dài, cường độ giảm, chất lượng kém. Nên cần phải bảo quản tốt.

- Tránh ẩm, không vận chuyển lúc trời mưa. Phương tiện vận chuyển phải được che kín. Khi vận chuyển thủy phải chú ý để đảm bảo an toàn.

- Kho chứa có mái che, kín gió, cao ráo. Sàn kho cách nền gạch 0,3m, nền đất 0,5m; cách tường 0,2m, xếp chồng không quá 10 bao.

- Ximăng lưu kho 3 tháng chất lượng giảm 30%, cần kiểm định lại trước khi dùng.

#### **4.3.4.11. Các sản phẩm ximăng poóclăng**

##### **a) Ximăng poóclăng (XMP) thường**

• Khái niệm: Ximăng poóclăng thường (kí hiệu PC) là ximăng được chế tạo từ hai thành phần cơ bản là đá vôi (75 ÷ 80%) và đất sét (20 ÷ 25%), nung đến nhiệt độ kết khối (1450°C) thành clinkerr. Sau đó nghiền mịn clinkerr với thạch cao (3 - 5%) ta được ximăng poóclăng thường.

##### • Tính chất cơ bản

Theo độ bền nén ximăng poóclăng thường, chủ yếu chia làm 3 mác PC30, PC40, PC50.

Xi măng PC40 là xi măng poóclăng (portland cement), có mác (giới hạn bền nén sau 28 ngày) là 40 Mpa (40 N/mm<sup>2</sup>).

##### • Công dụng

PC thích hợp cho việc xây dựng phần công trình trên cạn, công trình cao tầng, cấu kiện bê tông dự ứng lực, ...(ví dụ : đổ bê tông sàn, lán vữa xây tường...).

Sử dụng ximăng PC40 đóng rắn nhanh hơn, cho phép tốc độ thi công nhanh hơn vì thời gian kết thúc đông kết nhỏ hơn nên có thể tháo cốp pha sớm hơn, sau 3 ngày cường độ chịu nén đạt cao hơn so với PCB.

##### **b) Ximăng poóclăng hỗn hợp**

##### • Khái niệm

Ximăng poóclăng hỗn hợp là loại chất kết dính thủy lực, được chế tạo bằng cách nghiền mịn hỗn hợp clinker ximăng poóclăng với phụ gia vô cơ hoạt tính (< 20%) và một lượng thạch cao cần thiết hoặc bằng cách trộn đều các phụ gia vô cơ hoạt tính đã nghiền mịn với ximăng poóclăng không chứa phụ gia.

Clinker ximăng poóclăng dùng để sản xuất ximăng poóclăng hỗn hợp có hàm lượng manhê ôxyt ( MgO ) không lớn hơn 5%.

Phụ gia vô cơ hoạt tính thường dùng là các loại đá puzôland.

##### • Tính chất cơ bản

Theo cường độ chịu nén mác của ximăng poóclăng hỗn hợp gồm PCB30, PCB40.

Trong đó: PCB là quy ước cho ximăng poóclăng hỗn hợp.

Các trị số 30 và 40 là giới hạn cường độ nén của các mẫu vữa xi măng sau 28 ngày dưỡng hộ tính bằng  $N/mm^2$ , xác định theo TCVN 6016-1995.

• Công dụng

Xi măng poóc-lăng hỗn hợp được sử dụng phổ biến và thông dụng nhất so với các loại xi măng khác, thích hợp trong môi trường ẩm ướt, trong nước và trong lòng đất, có khả năng chịu phèn, mặn do đó rất thích hợp để xây dựng các công trình nhà dân dụng thấp tầng, nền móng, công trình tiếp xúc với nước, với đất, công trình thoát lũ ra biển, các công trình ngăn mặn, v.v...

c) Xi măng poóc-lăng trắng và màu

• Xi măng poolang trắng: Clanke của xi măng poóc-lăng trắng được sản xuất từ đá vôi và đất sét sạch (hầu như không có ôxít tạo màu như  $Fe_2O_3$  và  $MnO$ ), nung bằng nhiên liệu có hàm lượng tro bụi ít (dầu và khí đốt).

XMP trắng được chế tạo bằng cách nghiền mịn clinker của XMP với lượng thạch cao cần thiết, có thể có hoặc không có phụ gia.

XMP trắng được dùng để chế tạo vữa trang trí, vữa granito, sản xuất gạch hoa, chà ron...

Theo độ bền nén XMP trắng có 3 mức: PCW25, PCW30, PCW40 theo TCVN 4032 : 1985, bảng 4.7.

**Bảng 4.7. Các chỉ tiêu kỹ thuật của PCW**

Tên chỉ tiêu	Mức		
	PCW 25	PCW 30	PCW 40
1. Giới hạn bền nén, $N/mm^2$ , không nhỏ hơn	25	30	40
2. Độ nghiền mịn			
- Phần còn lại trên sàng 0,08mm; %, không lớn hơn	12	12	12
- Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, $cm^2/g$ , không nhỏ hơn	2500	2500	2500
3. Thời gian đông kết			
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	45
- Kết thúc, giờ, không muộn hơn	10	10	10
4. Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Lơsatơlie, mm, không lớn hơn	10	10	10

• Xi măng màu: được chế tạo bằng cách nghiền chung các chất tạo màu vô cơ với clanke xi măng trắng.

Các tính chất của xi măng màu cũng giống như tính chất của XMP trắng XMP màu thường dùng để chế tạo vữa và bê tông trang trí.

*d) Xi măng poóclăng puzôlan*

• Khái niệm

Xi măng poóclăng puzôlan được chế tạo bằng cách cùng nghiền mịn hỗn hợp clinkerr xi măng poóclăng với phụ gia hoạt tính puzôlan và một lượng thạch cao cần thiết hoặc bằng cách trộn đều puzôlan đã nghiền mịn với xi măng poóclăng. Tùy theo bản chất của phụ gia hoạt tính puzôlan mà tỉ lệ pha vào clinker xi măng, hoặc xi măng poóclăng được quy định từ 20 – 50% tính theo khối lượng xi măng poóclăng puzôlan.

• Tính chất cơ bản

Theo độ bền nén xi măng poóclăng puzôlan được phân làm 3 mức PC<sub>PUZ20</sub>, PC<sub>PUZ30</sub>, PC<sub>PUZ40</sub>.

Trong đó: PC<sub>PUZ</sub> : Là kí hiệu cho xi măng poóclăng puzôlan.

Các trị số 20, 30, 40 là giới hạn bền nén của mẫu chuẩn sau 28 ngày đem dưỡng hộ và được tính bằng N/mm<sup>2</sup>, xác định theo TCVN 4032-1985.

Xi măng poóclăng puzôlan phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 4033-1995 quy định như bảng 4.8.

**Bảng 4.8. Chỉ tiêu kỹ thuật của PC<sub>PUZ</sub>**

Tên chỉ tiêu	Mức		
	PC <sub>PUZ20</sub>	PC <sub>PUZ30</sub>	PC <sub>PUZ40</sub>
1 - Giới hạn bền nén, N/mm <sup>2</sup> không nhỏ hơn			
- Sau 7 ngày đem	13	18	25
- Sau 28 ngày	20	30	40
2 - Độ nghiền mịn			
- Phần còn lại trên sàng có kích thước lỗ 0,08mm, %, không lớn hơn	15	15	15
- Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, cm <sup>2</sup> /g, không nhỏ hơn	2600	2600	2600
3- Thời gian đông kết			
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	45
- Kết thúc, giờ, không muộn hơn	10	10	10
4- Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Lơsatôlie, mm, không lớn hơn	10	10	10

Ximăng poóc-lăng puzôlan khi thủy hóa tỏa ra một lượng nhiệt ít hơn so với ximăng poóc-lăng và khả năng chống ăn mòn cũng tốt hơn.

- Sử dụng

Do những tính chất trên nên ximăng poóc-lăng puzôlan được sử dụng cho các công trình trong nước như hải cảng, kênh mương, đập nước, ngoài ra còn dùng ximăng poóc-lăng puzôlan cho những công trình có kết cấu khối lượng lớn vì nó tỏa nhiệt ít.

*e) Ximăng poóc-lăng bền sunphát*

- Khái niệm

Ximăng poóc-lăng bền sunphát là sản phẩm được nghiền mịn từ clinker ximăng poóc-lăng bền sunphát với thạch cao.

Clinker ximăng poóc-lăng bền sunphát được sản xuất như clinker ximăng trắng nhưng thành phần khoáng vật được quy định chặt chẽ hơn, đặc biệt là phải hạn chế thành phần  $C_3A$ . Thành phần của ximăng poóc-lăng bền sunphat như bảng 4.9.

**Bảng 4.9. Thành phần của ximăng poóc-lăng bền sunphat**

Tên chỉ tiêu	Mức, %			
	Bền sunphát thường		Bền sunphát cao	
	PC <sub>S</sub> 30	PC <sub>S</sub> 40	PC <sub>HS</sub> 30	PC <sub>HS</sub> 40
- Hàm lượng manhê ôxyt (MgO), không lớn hơn	5	5	5	5
- Hàm lượng sắt ôxyt (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), không lớn hơn	6	6	-	-
- Hàm lượng silic ôxyt (SiO <sub>2</sub> ), không nhỏ hơn	20	20	-	-
- Hàm lượng anhydrit sunphuric (SO <sub>3</sub> ), không lớn hơn	3	3	2,3	2,3
- Hàm lượng tri canxi aluminat (C <sub>3</sub> A), không lớn hơn	8	8	5	5
- Tổng hàm lượng khoáng chất (C <sub>4</sub> AF + 2C <sub>3</sub> A), không lớn hơn	-	-	25	25
- Tổng hàm lượng khoáng (C <sub>3</sub> S + C <sub>3</sub> A), không lớn hơn	58	58	-	-

- Tính chất cơ bản

Ximăng poóc-lăng bền sunphát gồm hai nhóm:

Ximăng poóc-lăng bền sunphát thường: PC<sub>S</sub>30 ; PC<sub>S</sub>40

Ximăng poóclăng bền sunphát cao:  $PH_{HS30}$  ;  $PC_{HS40}$

Trong đó:  $PC_S$  - là kí hiệu ximăng poóclăng bền sunphát.

Các trị số 30, 40 là giới hạn bền nén của mẫu chuẩn sau 28 ngày dưỡng hộ, tính bằng  $N/mm^2$  và xác định theo TCVN 4032 - 1985.

Chất lượng ximăng poóclăng bền sunphat phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 6067 - 1995 quy định như bảng 4.10.

**Bảng 4.10. Chỉ tiêu kỹ thuật của ximăng poóclăng bền sunphat**

Tên chỉ tiêu	Mức %			
	Bền sunphat thường		Bền sunphat cao	
	$PC_S30$	$PC_S40$	$PC_{HS30}$	$PC_{HS40}$
1- Độ nở sunphat sau 14 ngày, %, không lớn hơn	-	-	0,040	0,040
2- Giới hạn bền nén, $N/mm^2$ , không nhỏ hơn				
- Sau 3 ngày	11	14	11	14
- Sau 28 ngày	30	40	30	40
3- Độ nghiền mịn				
- Phần còn lại trên sàng kích thước lỗ 0,08mm, %, không lớn hơn	15	12	15	12
- Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, $cm^2$ , không nhỏ hơn	2500	2800	2500	2800
4- Thời gian đông kết				
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	45	45
- Kết thúc, phút, không muộn hơn	375	375	375	375

Ximăng poóclăng bền sunphat tỏa nhiệt ít hơn và khả năng chống ăn mòn sunphat tốt hơn ximăng thường.

• Sử dụng

Ximăng poóclăng bền sunphat được sử dụng tốt nhất cho các công trình xây dựng trong môi trường xâm thực sunphat, ngoài ra cũng có thể dùng để xây dựng các công trình trong môi trường khô, môi trường nước ngọt, v. v...

f) Ximăng poóclăng ít tỏa nhiệt

• Khái niệm

Ximăng poóclăng ít tỏa nhiệt là sản phẩm nghiền mịn từ clinker của ximăng poóclăng ít tỏa nhiệt với thạch cao.



Clinker xi măng poóc-lăng ít tỏa nhiệt được sản xuất như clinker thường nhưng thành phần hóa, khoáng được quy định ở TCVN 6069-1995 bảng 4.11.

**Bảng 4.11. Thành phần của xi măng poóc-lăng ít tỏa nhiệt**

Tên chỉ tiêu	Loại xi măng		
	PC <sub>LH</sub> 30A	PC <sub>LH</sub> 30	PC <sub>LH</sub> 40
1- Hàm lượng anhydric sunfuric (SO <sub>3</sub> ), %, không lớn hơn	2,3	-	-
2- Hàm lượng khoáng C <sub>3</sub> S, %, không lớn hơn	35	-	-
3- Hàm lượng khoáng C <sub>2</sub> S, %, không lớn hơn	40	-	-
4- Hàm lượng khoáng C <sub>3</sub> A, %, không lớn hơn	7	-	-

• Tính chất cơ bản

Xi măng tỏa ít nhiệt là tên gọi chung cho loại xi măng tỏa nhiệt ít và tỏa nhiệt vừa.

Tùy theo nhiệt thủy hóa và cường độ chịu nén, xi măng poóc-lăng ít tỏa nhiệt được phân ra làm ba loại : PC<sub>LH</sub>30A, PC<sub>LH</sub>30, PC<sub>LH</sub>40.

Trong đó:

- PC<sub>LH</sub>30A: là ký hiệu của xi măng poóc-lăng tỏa nhiệt ít với giới hạn bền nén sau 28 ngày dưỡng hộ, không nhỏ hơn 30 N/mm<sup>2</sup>

- PC<sub>LH</sub>30, PC<sub>LH</sub>40: là ký hiệu của xi măng poóc-lăng tỏa nhiệt vừa với giới hạn bền nén sau 28 ngày dưỡng hộ, không nhỏ hơn 30 N/mm<sup>2</sup> và 40 N/mm<sup>2</sup>

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng poóc-lăng ít tỏa nhiệt được quy định ở TCVN 6069-1995 như bảng 4.12.

**Bảng 4.12. Chỉ tiêu cơ lý của xi măng poóc-lăng ít tỏa nhiệt**

Tên chỉ tiêu	Loại xi măng		
	PC <sub>LH</sub> 30A	PC <sub>LH</sub> 30	PC <sub>LH</sub> 40
<i>l</i>	2	3	4
1- Nhiệt thủy hoá, Cal/g, không lớn hơn			
- Sau 7 ngày	60	70	70
- Sau 28 ngày	70	80	80
2- Giới hạn bền nén, N/mm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn			
- Sau 7 ngày	18	21	28
- Sau 28 ngày	30	30	40

**Bảng 4.12 (tiếp theo)**

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
3- Độ mịn			
- Phần còn lại trên sàng 0,08mm, %, không lớn hơn	15	15	15
- Bề mặt riêng, xác định theo phương pháp Blaine, cm <sup>2</sup> /g, không nhỏ hơn	2500	2500	2500
4- Thời gian đông kết			
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	45
- Kết thúc, giờ, không muộn hơn	10	10	10
5- Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Losatolie, mm, không lớn hơn	10	10	10

- Sử dụng

Ximăng poóclăng ít tỏa nhiệt được sử dụng để thi công các công trình xây dựng thủy điện, thủy lợi, giao thông, v.v... công trình có thể tích bê tông khối lớn.

*g) Ximăng poóclăng xỉ hạt lò cao*

- Khái niệm

Ximăng poóclăng xỉ hạt lò cao được sản xuất bằng cách cùng nghiền mịn hỗn hợp clinker ximăng poóclăng với xỉ hạt lò cao và một lượng thạch cao cần thiết hoặc bằng cách trộn đều xỉ hạt lò cao đã nghiền mịn với ximăng poóclăng. Hàm lượng sử dụng pha trộn bằng 20 - 60% khối lượng ximăng.

Xỉ hạt lò cao là xỉ hạt thu được khi luyện gang và được làm lạnh nhanh tạo thành dạng hạt nhỏ, xỉ này chứa nhiều các ôxyt như: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, TiO<sub>2</sub>, v.v...

- Tính chất cơ bản

Ximăng poóclăng xỉ hạt lò cao có hàm lượng CaO tự do thấp nên bền hơn ximăng poóclăng thường, lượng nhiệt tỏa ra khi rắn chắc cũng nhỏ hơn 2 - 2,5 lần.

Theo cường độ chịu nén ximăng poóclăng xỉ hạt lò cao được chia làm 5 mức: PC20; PC25; PC30; PC35; PC40.

Các chi tiết cơ lý chủ yếu của ximăng poóclăng xỉ hạt lò cao được quy định trong TCVN 4316-1986 bảng sau:

Tên chỉ tiêu	Mức xi măng				
	PC20	PC25	PC30	PC35	PC40
1- Giới hạn bền nén sau 28 ngày đê, N/mm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn	20	25	30	35	40
2- Giới hạn bền uốn sau 28 ngày đê, N/mm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn	3,5	4,5	5,5	6,0	6,5
3- Thời gian đông kết					
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	45	45	45
- Kết thúc, giờ, không sớm hơn	10	10	10	10	10
4- Tính ổn định thể tích					
- Thử theo phương pháp bánh đa	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt
- Thử theo phương pháp Lơsatôlic, mm, không lớn hơn	10	10	10	10	10
5- Độ mịn					
- Phần còn lại trên sàng 0,08mm, %, không lớn hơn	15	15	15	15	15

• Công dụng

Do lượng nhiệt tỏa ra ít nên xi măng poóc-lăng xỉ hạt lò cao được sử dụng để xây dựng các công trình có thể tích bê tông tương đối lớn. Ngoài ra xi măng này còn được sử dụng để xây dựng các loại công trình khác như xi măng poóc-lăng thường.

*h) Các loại xi măng khác*

*Xi măng đông kết nhanh:* loại xi măng này có hàm lượng C<sub>3</sub>S + C<sub>3</sub>A lên tới 60 - 65%.

*Xi măng hóa dẻo và xi măng kị nước:* trong quá trình sản xuất người ta cho thêm phụ gia hoạt tính bề mặt vào nghiền cùng với clinker (phụ gia hóa dẻo, phụ gia kị nước, phụ gia lồng khí).

*Xi măng manhê-zit:* Chứa trên 10-15% MgO (ở loại xi măng poóc-lăng thông thường hàm lượng MgO chỉ dưới 5%).

*Xi măng có cường độ ban đầu cao (C<sub>3</sub>S: 50 - 60%, C<sub>3</sub>A: 8 - 14%)...*

## Chương 5

# BÊTÔNG DÙNG CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ

### 5.1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

#### 5.1.1. Khái niệm

##### 5.1.1.1. Hỗn hợp bê tông

Là hỗn hợp bao gồm:

- Cốt liệu: cát, đá dăm hoặc sỏi.
- Chất kết dính vô cơ: xi măng, hoặc thạch cao, hoặc vôi....
- Nước.
- Phụ gia (nếu có).

Các thành phần này được nhào trộn với nhau theo một tỉ lệ nhất định tạo thành hỗn hợp bê tông hay còn gọi là bê tông tươi.

##### 5.1.1.2. Bê tông

Bê tông là loại đá nhân tạo. Thành phần cấu tạo bao gồm: Cốt liệu, đá xi măng và hệ thống nhỏ các mao quản, lỗ rỗng.

##### 5.1.1.3. Vai trò của các thành phần

*Cốt liệu lớn* đóng vai trò bộ khung chịu lực sau khi được đá xi măng gắn kết lại.

*Cốt liệu nhỏ* làm tăng độ đặc đồng thời đảm bảo khả năng chống co cho bê tông.

*Hồ CKD (CKD + nước)* bao bọc xung quanh, nhét đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu, đóng vai trò kết dính đồng thời là chất bôi trơn tạo độ dẻo cho hỗn hợp bê tông. Hồ CKD sau khi rắn chắc tạo thành *đá xi măng*, gắn kết các hạt cốt liệu thành khối cứng như đá.

*Phụ gia* dùng để cải thiện một số tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông.

Ưu điểm:

- Có cường độ chịu nén cao
- Bền với môi trường.
- Giá thành rẻ, sử dụng nguyên liệu địa phương.

- Có thể chế tạo cấu kiện có hình dáng bất kỳ
- Có khả năng trang trí.
- Chế tạo được các cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn và bê tông cốt thép ứng suất trước.

Nhược điểm:

- Nặng
- Cách âm, cách nhiệt kém  $\lambda = 1,05 - 1,5 \text{ kcal/m} \cdot \text{°C} \cdot \text{h}$
- Khả năng chống ăn mòn yếu.

## 5.1.2. Phân loại

### 5.1.2.1. Theo khối lượng thể tích

- Bê tông đặc biệt nặng:  $\gamma_0 > 2500 \text{ kg/m}^3$ , chế tạo từ cốt liệu đặc biệt, dùng cho những kết cấu đặc biệt.

- Bê tông nặng (bê tông thường):  $\gamma_0 = 1800 - 2500 \text{ kg/m}^3$ , chế tạo từ cốt liệu thường, dùng cho kết cấu chịu lực thông thường.

- Bê tông nhẹ:  $\gamma_0 = 500 - 1800 \text{ kg/m}^3$ , trong đó gồm có bê tông nhẹ cốt liệu rỗng, bê tông tổ ong (bê tông khí và bê tông bọt), chế tạo từ hỗn hợp chất kết dính, nước, cấu tử silicat nghiền mịn và chất tạo rỗng, bê tông hốc lớn ...

- Bê tông đặc biệt nhẹ:  $\gamma_0 < 500 \text{ kg/m}^3$ , cũng là loại bê tông tổ ong và bê tông cốt liệu rỗng, hoặc bê tông không có cốt liệu...

### 5.1.2.2. Theo chất kết dính

- Bê tông xi măng: CKD là xi măng
- Bê tông silicate: CKD là vôi
- Bê tông thạch cao: CKD là thạch cao
- Bê tông xỉ: CKD là xi măng + các loại xỉ lò cao trong công nghiệp luyện thép và xỉ nhiệt điện.
- Bê tông bitum (atfan): CKD là bitum
- Bê tông polime: CKD là chất dẻo hóa học + phụ gia vô cơ.

### 5.1.2.3. Theo công dụng

- Bê tông thường (bê tông công trình), bê tông cốt thép: dùng cho các kết cấu chịu lực như móng, cột, dầm, sàn.

- Bê tông thủy công: dùng cho đập, cống, công trình dẫn nước. Có độ đặc chắc và tính chống thấm cao, bền vững dưới tác dụng của nước môi trường.

- Bê tông làm đường: xây dựng mặt đường, đường băng sân bay, lát vỉa hè: có độ chống mài mòn và va chạm lớn, cường độ cao.

- Bê-tông cách nhiệt: Dùng cho kết cấu bao che như tấm tường bê-tông nhẹ, tấm trần thạch cao.

- Bê-tông trang trí: dùng trang trí bề mặt công trình: bê-tông thạch cao, bê-tông màu, bê-tông đá mài, đá rửa, bê-tông giả cây, giả đá ốp tường ...

- Bê-tông có công dụng đặc biệt: bê-tông chịu nhiệt, bê-tông chịu axit, bê-tông chịu phóng xạ (dùng cho các phòng xạ trị, Xquang, trung tâm vật lý hạt nhân....)

#### 5.1.2.4. Theo cốt liệu

- Bê-tông cốt liệu đặc: khoáng vật vô cơ (sỏi, đá dăm)

- Bê-tông cốt liệu rỗng: đá bọt, keramzit, hạt thủy tinh, hạt polystyrene..

- Bê-tông cốt liệu đặc biệt: quặng kim loại, đá chứa quặng...

## 5.2. VẬT LIỆU CHẾ TẠO BÊ-TÔNG XIMĂNG.

### 5.2.1. Ximăng

Ximăng là thành phần chất kết dính để liên kết các hạt cốt liệu với nhau tạo ra cường độ cho bê-tông. Dùng ximăng Portland và những dạng đặc biệt của nó phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và điều kiện làm việc của bê-tông.

Để chế tạo bê-tông đủ cường độ thiết kế và kinh tế phải chọn loại ximăng có mác thích hợp.

Không nên dùng ximăng mác thấp để chế tạo bê-tông mác cao (vì phải dùng nhiều ximăng, không hiệu quả kinh tế). Không nên dùng ximăng mác quá cao để chế tạo bê-tông mác thấp (vì lượng ximăng không đủ bao bọc hạt cốt liệu làm cho cường độ bê-tông giảm).

Qua kinh nghiệm, chọn mác ximăng ( $R_x^{\#}$ ) theo mác bê-tông ( $R_b^{\#}$ ) theo bảng 5.1

**Bảng 5.1**

$R_b^{\#}$ (kG/cm <sup>2</sup> )	100	150	200	250	300	400	500	≥ 600
$R_x^{\#}$ (kG/cm <sup>2</sup> )	200 (300)	200 (300)	300 (400)	300 - 400	400 - 500	500 - 600	500 - 600	600

Quy định lượng dùng ximăng tối thiểu M trong 1m<sup>3</sup> bê-tông (bảng 5.2). Khi tính toán nếu lượng ximăng nhỏ hơn M, thì dùng M để tính trong cấp phối.

**Bảng 5.2. Quy định lượng xi măng tối thiểu, M(kg/m<sup>3</sup> bê tông)**

Điều kiện làm việc của kết cấu công trình	Phương pháp lên chặt	
	Bằng tay	Bằng máy
Trực tiếp tiếp xúc với nước	265	240
Ảnh hưởng trực tiếp mưa gió	250	220
Không ảnh hưởng mưa gió	220	200

### 5.2.2. Nước

Nước nhào trộn bê tông và vữa là thành phần giúp cho xi măng phản ứng tạo ra các sản phẩm thủy hóa. Với lượng nước thích hợp sẽ làm cho khả năng liên kết và cường độ bê tông tăng lên, đồng thời tạo độ lưu động cần thiết để cho quá trình thi công được dễ dàng.

Nước dùng để sản xuất và dưỡng hộ bê tông không được chứa những chất có hại ảnh hưởng đến quá trình đông kết, sự cứng hóa của xi măng và gây xâm thực cốt thép trong bê tông.

Dùng nước sinh hoạt để sản xuất bê tông (do công ty cấp nước của tỉnh, thành phố cung cấp), theo tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 302 : 2004 quy định nước uống đạt chất lượng (chất lượng phù hợp TCVN 5501 : 1991) dùng để trộn bê tông và vữa, cũng được dùng để bảo dưỡng bê tông và rửa cốt liệu.

Ngoài ra khi dùng những nguồn nước khác như nước giếng, nước sông thì nhất thiết phải được kiểm định mẫu trước khi dùng.

Không nên dùng những loại nước: Nước ao, hồ, cống, rãnh, nước đầm lầy, nước than bùn... thường chứa nhiều tạp chất có hại, tạp chất hữu cơ hoà tan, các chất thể rắn (huyền phù)... Không dùng nước chứa những tạp chất có hại như axit, muối, đường, dầu, mỡ,...

Không dùng nước biển để chế tạo bê tông làm việc trên khô. Khi lượng muối < 35 g/lít nước biển, có thể dùng nước biển để chế tạo bê tông không cốt thép cho những công trình làm việc trong nước biển. Đối với bê tông cốt thép, việc sử dụng nước ngọt là một đòi hỏi nhất thiết.

Việc kiểm tra chất lượng nước được tiến hành ít nhất 2 lần 1 năm đối với các nguồn cung cấp nước trộn thường xuyên cho bê tông hoặc được kiểm tra đột xuất khi có nghi ngờ.

Lấy mẫu nước thử với khối lượng mẫu thử được lấy không ít hơn 5 lít. Mẫu thử không được có bất kỳ xử lý đặc biệt nào trước khi kiểm tra.



*Yêu cầu kỹ thuật:* Nước trộn bê tông và vữa cần có chất lượng thoả mãn các yêu cầu sau (theo TCXDVN 302 : 2004):

- Không chứa váng dầu hoặc váng mỡ.
- Lượng tạp chất hữu cơ không lớn hơn 15 mg/l.
- Độ pH không nhỏ hơn 4 và không lớn hơn 12,5.
- Không có màu khi dùng cho bê tông và vữa trang trí.
- Tùy theo mục đích sử dụng, hàm lượng muối hoà tan, lượng ion sunfat, lượng ion clo và cặn không tan không được lớn hơn các giá trị quy định trong bảng 5.3

**Bảng 5.3. Hàm lượng tối đa cho phép của muối hoà tan, ion sunfat, ion clo và cặn không tan trong nước trộn bê tông và vữa**

Mục đích sử dụng	Mức cho phép; mg/l			
	Muối hoà tan	Ion sunfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Ion clo (Cl <sup>-</sup> )	Cặn không tan
1. Nước trộn bê tông và nước trộn vữa bơm bảo vệ cốt thép cho các kết cấu bê tông cốt thép ứng lực trước.	2000	600	350	200
2. Nước trộn bê tông và nước trộn vữa chèn mối nối cho các kết cấu bê tông cốt thép.	5000	2000	1000	200
3. Nước trộn bê tông cho các kết cấu bê tông không cốt thép. Nước trộn vữa xây và trát.	10000	2700	3500	300

**Chú thích:**

- Khi sử dụng xi măng nhôm làm chất kết dính cho bê tông và vữa, nước dùng cho tất cả các phạm vi sử dụng phải theo đúng quy định của mục 1 bảng trên.
- Trong trường hợp cần thiết, cho phép sử dụng nước có hàm lượng ion clo vượt quá quy định của mục 2 bảng trên để trộn bê tông cho kết cấu bê tông cốt thép, nếu tổng hàm lượng ion clo trong bê tông không vượt quá 0,6 kg/m<sup>3</sup>.
- Trong trường hợp nước dùng để trộn vữa xây, trát các kết cấu có yêu cầu trang trí bề mặt hoặc ở phần kết cấu thường xuyên tiếp xúc ẩm thì hàm lượng ion clo không chế không quá 1200 mg/l.

**5.2.3. Phụ gia:** là những hợp chất khi nhào trộn với hỗn hợp bê tông sẽ cải thiện đáng kể một số tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông. Phụ gia chủ yếu phục vụ nhu cầu của người sử dụng, giúp sản xuất được bê tông cường độ cao, cải tiến độ lưu động, thi công nhanh hơn hoặc đảm bảo thời gian thi công...Gồm các loại phổ biến như sau:

- Phụ gia hoạt động bề mặt: phụ gia tăng dẻo, siêu dẻo.
- Phụ gia đóng rắn nhanh.
- Phụ gia giảm nước tăng cường độ sớm cho bê tông.
- Phụ gia điều chỉnh thời gian ninh kết (ninh kết nhanh, ninh kết chậm).
- Phụ gia chống thấm cho bê tông.
- Phụ gia chống co ngót.
- Phụ gia ức chế ăn mòn.
- Phụ gia tạo bọt.
- Phụ gia khoáng như: Silica fume, xỉ lò cao, tro bay, tro trấu, puzôlan...

#### 5.2.4. Cát

Cát là cốt liệu nhỏ trong bê tông có kích thước từ 0,14 - 5mm.

##### 5.2.4.1. Phân loại

###### a) Phân loại theo nguồn gốc

- *Cát nhân tạo*: Nghiền từ đá, gạch, keremzit, dăm kết, cát kết... rất thích hợp cho vữa xây và bê tông nặng.

- *Cát thiên nhiên*: Do quá trình phong hóa các loại đá tạo thành. Tùy nguyên nhân tạo thành, cát thiên nhiên được phân loại như sau:

*Cát núi, đồi*: Thường được khai thác từ các mỏ ở núi, đồi. Đặc điểm của loại cát này là bề mặt có nhiều góc cạnh, nhám, lẫn nhiều tạp chất sét, mica... làm giảm sự liên kết với hồ xi măng nên ít được sử dụng cho bê tông (loại cát này nếu rửa sạch sẽ liên kết tốt với xi măng).

*Cát biển*: Thường lẫn vỏ sò, vỏ ốc và muối khoáng gây ăn mòn trong bê tông, có thể làm giảm cường độ của bê tông nên không sử dụng. Nếu bắt buộc phải sử dụng cát biển trong trường hợp nào đó thì nhất thiết phải rửa sạch cát bằng nước ngọt để hạn chế sự ăn mòn bê tông và cốt thép.

*Cát sông*: Có dạng tròn nhẵn, ít tạp chất sét, hữu cơ, chia làm 2 loại:

+ *Cát vàng*: Cỡ hạt trung bình đến to, bề mặt nhẵn, sạch được dùng rộng rãi cho bê tông.

+ *Cát đen*: Thường lẫn nhiều tạp chất bẩn, tạp chất hữu cơ... không sử dụng cho bê tông.

###### b) Phân loại theo cỡ hạt

*Cát thô*: Cỡ hạt to, sạch. Khối lượng thể tích khoảng  $1,3 \div 1,65 \text{ T/m}^3$ . Được sử dụng phổ biến cho bê tông.

*Cát mịn*: Cỡ hạt nhỏ, khối lượng thể tích thường nhỏ hơn  $1,3 \text{ T/m}^3$ . Chủ yếu dùng làm vữa xi măng để xây, tô trát...

#### 5.2.4.2. Các tính chất vật lý của cát

-  $\gamma_a = 2,6 - 2,7 \text{ g/cm}^3$ , dùng để tính độ rỗng và cấp phối của bê tông.

-  $\gamma_o = 1,15 - 1,65 \text{ g/cm}^3$  tùy thuộc vào độ lớn và thành phần hạt của cát,  $\gamma_o$  càng lớn càng tốt. Cát có độ rỗng đến 50%, độ rỗng cát càng nhỏ càng tốt. Nếu cát có cấp phối tốt, độ rỗng  $r \leq 37\%$ .

#### 5.2.4.3. Yêu cầu kỹ thuật của cát dùng chế tạo bê tông (theo TCVN 1770 : 1986)

Yêu cầu kỹ thuật của cát về hàm lượng hạt và tạp chất đảm bảo các chỉ tiêu theo bảng 5.4.

**Bảng 5.4**

Tên các chỉ tiêu	Mức theo mác bê tông		
	Nhỏ hơn 100	150 - 200	Lớn hơn 200
<i>l</i>	2	3	4
- Sét, á sét, các tạp chất khác ở dạng cục	Không	Không	Không
- Lượng hạt trên 5mm, tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	10	10	10
- Hàm lượng muối gốc sunfat, sunfic tính ra $\text{SO}_3$ , tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	1	1	1
- Hàm lượng mica, tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	1,5	1	1
- Hàm lượng bùn, bụi, sét, tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	5	3	3
- Hàm lượng tạp chất hữu cơ thử theo phương pháp so màu, màu của dung dịch trên cát không sẫm hơn	mẫu số hai	mẫu số hai	mẫu số hai

*Chú thích*: Hàm lượng bùn, bụi, sét của cát dùng cho bê tông mác 400 trở lên, không lớn hơn 1% khối lượng cát. Tạp chất hữu cơ xác định bằng phương pháp so màu (phải sáng hơn màu chuẩn).

Lượng bụi, bùn, sét có trong cát sẽ tạo một màng mỏng trên cốt liệu ngăn cản sự tiếp xúc giữa đá xi măng và cốt liệu làm giảm sự dính kết và cường độ của bê tông. Khi thay đổi trạng thái khô ẩm, đất sét thay đổi thể tích làm phá hoại cấu trúc bê tông

#### 5.2.4.4. Cấp phối hạt và phạm vi cho phép

a) *Cấp phối hạt*: là tỉ lệ phối hợp các cỡ hạt khác nhau trong một đơn vị khối lượng.

*Cấp phối hạt hợp lý* là tập hợp các cỡ hạt khác nhau để cho độ rỗng của cốt liệu là nhỏ nhất, lượng dùng xi măng sẽ ít nhất, bê tông đặc chắc, đảm bảo cường độ cao.

Cốt liệu cho bê tông là một hỗn hợp bao gồm các hạt không có kích cỡ giống nhau, mà có các đường kính  $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ . Vì vậy, cần phải xác định tỉ lệ giữa các cỡ hạt và hàm lượng của mỗi cỡ hạt đó bao nhiêu để có được một thành phần hạt hợp lý.

- Về kích cỡ, người ta nhận thấy tỉ lệ tương đối hợp lý giữa các cỡ hạt là :

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{d_3}{d_2} = \dots = \frac{d_n}{d_{n-1}} = \frac{1}{2}$$

Vì vậy, xác định cấp phối hạt hợp lý đối với cát bằng phương pháp rây sàng, dùng cỡ sàng tiêu chuẩn theo TCVN có các kích thước lỗ sàng là: 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 mm.

- Rây sàng cát: Lấy mẫu cát (đã cho qua sàng 5mm) rửa sạch, sấy khô, cân khối lượng G.

$G = 1000\text{g}$  cát hạt to.

$G = 100\text{g}$  cát hạt nhỏ.

Sàng qua bộ sàng tiêu chuẩn, cân lượng sót trên mỗi sàng  $G_i$

Tính lượng sót riêng biệt  $a_i$ , lượng sót tích lũy  $A_i$  và môđun độ lớn.

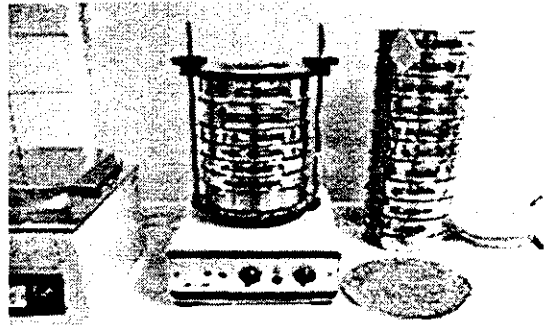
*Lượng sót riêng biệt ( $a_i$ )*: là tỉ lệ khối lượng cát sót lại trên mỗi sàng ( $G_i$ ) với toàn bộ khối lượng cát đem sàng ( $G$ ), tính theo %;

$$a_i(\%) = \frac{G_i}{G} 100\%$$

*Lượng sót tích lũy ( $A_i$ )*: là tổng lượng sót riêng biệt từ sàng lớn nhất đến cỡ sàng cần xác định.

$$A_i(\%) = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots + a_i$$

*Môđun độ lớn của cát*: Là chỉ tiêu quan trọng dùng đánh giá, phân loại độ lớn, tỉ diện tích của cát, ảnh hưởng đến lượng dùng xi măng.  $M_{dl}$  càng tăng lượng dùng xi măng càng ít và ngược lại.



Bộ sàng tiêu chuẩn

$$M_{dl} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

Với:  $A_i$  - lượng sót tích lũy trên sàng có kích thước  $i$ , (%).

**Bảng 5.5. Phân loại độ lớn của cát.**

Loại cát	To	Trung bình	Nhỏ	Rất nhỏ
$M_{dl}$	3,5 - 2,5	2,5 - 2,0	2,0 - 1,5	< 1,5
LSTL trên sàng N <sup>o</sup> 0,63	50 - 75%	35 - 50%	20 - 35%	

Cát để chế tạo bê tông cần có  $M_{dl} = 2,0 - 3,3$ .

Ngoài ra, độ lớn của cát còn được đánh giá tỉ diện tích  $S$ :

$$S = \frac{6,35k}{1000} (0,5a_5 + a_{2,5} + 2a_{1,25} + 4a_{0,63} + 8a_{0,315} + 16a_{0,14} + 32a_{<0,14})$$

trong đó:  $k$  - hệ số kể đến loại cát; cát khe núi:  $k = 2$ ; cát sông, biển hạt vừa:  $k = 1,63$ ; cát sông, biển hạt nhỏ:  $k = 1,3$ .

*b) Phạm vi cho phép*

Thành phần hạt của cát cần phải thỏa mãn theo TCVN 1770:1986 (bảng 5.6)

**Bảng 5.6. Quy định phạm vi cỡ hạt hợp lí của cát**

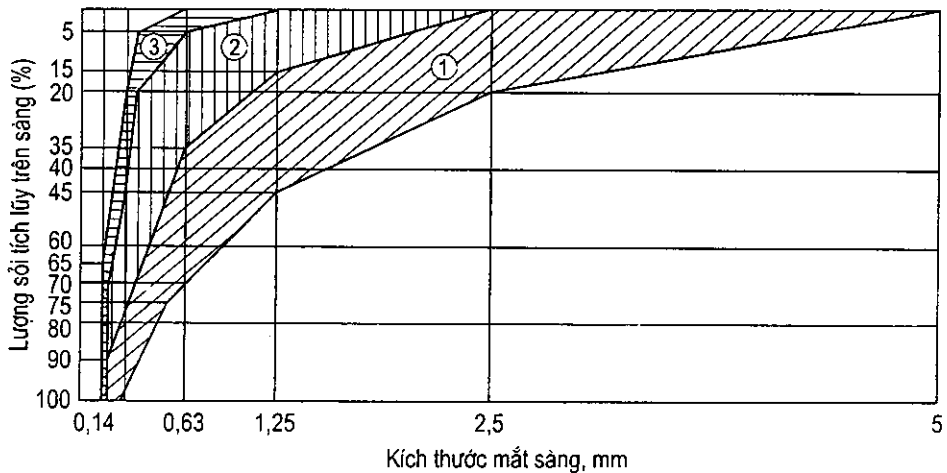
Kích thước mắt sàng, mm	5,00	2,50	1,25	0,63	0,315	0,14
Lượng sót tích lũy, %	0	0 ÷ 20	15 ÷ 45	35 ÷ 70	70 ÷ 90	90 ÷ 100

Từ yêu cầu về thành phần hạt người ta xây dựng biểu đồ chuẩn theo phạm vi cho phép, tùy theo nhóm cát mà đường biểu diễn thành phần hạt nằm trong vùng gạch của biểu đồ như hình 5.1.

Đường biểu diễn cấp phối hạt là một đường gãy khúc nối các điểm tương ứng với lượng sót tích lũy trên mỗi sàng (xem ví dụ). Cát có cấp phối tốt khi đường cong tích lũy (đường biểu diễn) sẽ lọt vào phạm vi cho phép.

Khi đường biểu diễn càng tiến gần bên dưới thì cát càng to. Tiến gần bên trên cát càng nhỏ.

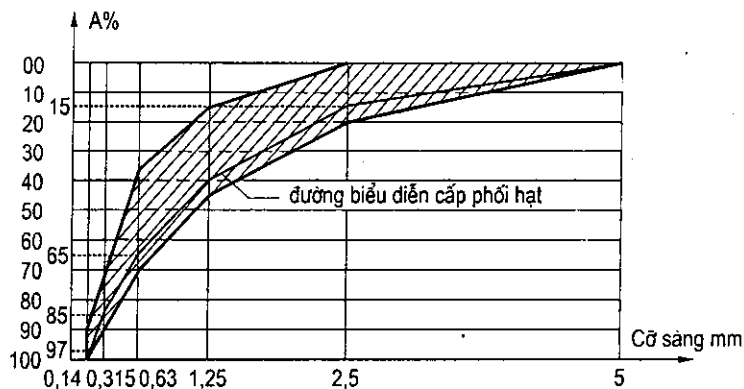
Để cho lượng dùng xi măng trong bê tông là nhỏ nhất nhưng vẫn đảm bảo được những tính năng kỹ thuật của bê tông, yêu cầu cát phải có độ rỗng, tổng diện tích bề mặt là nhỏ nhất. Lúc này trong cát sẽ có nhiều hạt to, một lượng thích hợp hạt trung bình và một ít cát nhỏ.



**Hình 5.1: Biểu đồ cấp phối hạt**

Vùng 1 - Cát vừa và to; Vùng 2 - Cát nhỏ; Vùng 3 - Cát rất nhỏ

Ví dụ: Lấy mẫu cát có khối lượng  $G = 1000g$ , rây qua bộ sàng tiêu chuẩn và cân lượng sót trên mỗi sàng  $G_i$ . Tính lượng sót riêng biệt, lượng sót tích lũy? Tính môđun độ lớn, phân loại cát? Vẽ đường biểu diễn cấp phối hạt và nhận xét về cát này như sau:



**Hình 5.2: Đường biểu diễn cấp phối hạt**

Cỡ sàng tiêu chuẩn	Khối lượng sót trên sàng ( $G_i$ )	$a_i$ (%)	$A_i$ (%)	Phân loại cát
5	0	0	0	$M_{dl} = \frac{15 + 40 + 65 + 85 + 97}{100} = 3,02$ <p>→ Cát hạt to.</p>
2,5	150	15	15	
1,25	250	25	40	
0,63	250	25	65	
0,315	200	20	85	
0,14	120	12	97	
Đáy sàng	30	3	100	

Dựa vào lượng sót tích trên mỗi sàng vẽ đường biểu diễn cấp phối hạt như hình 5.2. Đường biểu diễn nằm trong phạm vi cho phép của biểu đồ nên cát này đạt yêu cầu về cấp phối hạt hợp lý để sử dụng cho bê tông.

**5.2.5. Đá dăm, sỏi:** là cốt liệu lớn có cỡ hạt từ  $5 \div 70\text{mm}$ , trong kết cấu khối lớn có thể đến  $150\text{mm}$ .

#### 5.2.5.1. Đặc trưng bề mặt - hình dạng

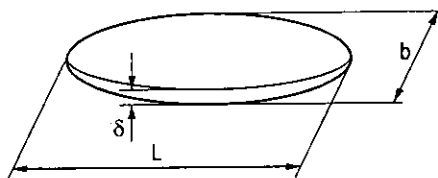
- Sỏi có bề mặt trơn láng, không có góc cạnh, liên kết với xi măng không tốt bằng đá dăm nhưng vì sạch, độ rỗng và diện tích mặt ngoài nhỏ nên lượng dùng xi măng ít, dễ đầm, dễ đổ hơn so với hỗn hợp bê tông đá dăm. Chỉ dùng cho bê tông mác nhỏ hơn  $400 \text{ kG/cm}^2$ .

- Đá dăm có bề mặt nhám, nhiều góc cạnh, liên kết tốt với xi măng được sử dụng rộng rãi cho bê tông.

- Cốt liệu có hình dạng vuông, tròn, hình ôval  $\rightarrow$  chịu lực tốt,  $R_{bt}$  cao.

#### 5.2.5.2. Yêu cầu kỹ thuật (theo TCVN 1771 : 1987)

- Hàm lượng hạt thoi dẹt trong đá dăm, sỏi và sỏi dăm không được vượt quá 35% theo khối lượng (hạt thoi dẹt là hạt có chiều rộng hoặc chiều dày nhỏ hơn hay bằng  $1/3$  chiều dài).



- Hàm lượng hạt mềm yếu và phong hóa trong đá dăm, sỏi và sỏi dăm không được lớn hơn 10% theo khối lượng (hạt đá dăm mềm yếu là các hạt đá dăm gốc trầm tích hay loại phun xuất, có giới hạn bền khi nén ở trạng thái bão hòa nước, nhỏ hơn  $200 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Đá dăm phong hóa là các hạt đá dăm gốc đá phun xuất giới hạn bền khi nén ở trạng thái bão hòa nước, nhỏ hơn  $800 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , hoặc là các hạt đá dăm gốc đá biến chất có giới hạn bền khi nén ở trạng thái bão hòa nước, nhỏ hơn  $400 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ ). Đá dăm macma mác 200 và 300 cho phép được chứa hạt mềm yếu đến 15% theo khối lượng; sỏi làm lớp đệm đường sắt cho phép được chứa hạt mềm yếu đến 15% theo khối lượng.

- Tạp chất trong đá:

+ Mica  $\leq 1\%$ .

+  $[SO_4^{2-}] \leq 1\%$ .

+ Hàm lượng hạt bụi, bùn, sét trong đá dăm, sỏi và sỏi dăm xác định bằng cách rửa không được quá trị số ghi ở bảng 5.7; trong đó cục sét không quá 0,25%.



Không cho phép có màng sét bao phủ các hạt đá dăm, sỏi và sỏi dăm và những tạp chất bẩn khác như gỗ mục, lá cây, rác... lẫn vào.

**Bảng 5.7**

Loại cốt liệu	Hàm lượng sét, bùn, bụi cho phép không lớn hơn, % khối lượng	
	Đối với bê tông mác dưới 300	Đối với bê tông mác 300 và cao hơn
Đá dăm từ đá phún xuất và đá biến chất	2	1
Đá dăm từ đá trầm tích	3	2
Sỏi và đá dăm	1	1

- Tạp chất hữu cơ trong sỏi, sỏi dăm dùng làm cốt liệu cho bê tông khi thí nghiệm bằng phương pháp so màu không được đậm hơn màu chuẩn.

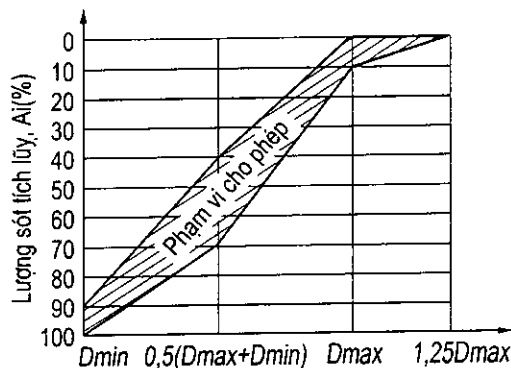
Lượng ngậm tạp chất có hại trong đá chủ yếu là đất sét, bụi, bùn, tạp chất hữu cơ, muối sulfat và sulfur, đá opal, silic vô định hình và diệp thạch silic. Những tạp chất này có tác hại như khi lẫn trong cát. Để đảm bảo chất lượng bê tông, quy định lượng bụi, bùn, sét  $\leq 1\%$ . Loại trừ ảnh hưởng này bằng cách rửa sạch đá.

### 5.2.5.3. Thành phần cấp phối hạt, độ lớn

Thành phần hạt của cốt liệu lớn được xác định thông qua thí nghiệm rây sàng đá dăm hoặc sỏi trên bộ sàng tiêu chuẩn.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN (1772:1987) gồm các cỡ sàng: 70, 40, 25, 20, 15, 10, 5mm. Hoặc theo tiêu chuẩn AFNOR (Pháp): 32, 25, 20, 12.5, 10, 5mm.

Cấp phối hạt hợp lý khi đường cong lượng sót tích lũy nằm trong biểu đồ phạm vi cho phép (hình 5.3) và phạm vi cho phép xác định theo bảng 5.8.



**Hình 5.3:** Biểu đồ thành phần hạt của cốt liệu lớn

**Bảng 5.8. Phạm vi cho phép cỡ hạt đá**

Kích thước mắt sàng (mm)	Lượng sót tích lũy trên sàng (% khối lượng)
$1,25 D_{max}$	0
$D_{max}$	0 - 10
$0,5 (D_{max} + D_{min})$	40 - 70
$D_{min}$	90 - 100

Lấy mẫu đá dăm (hoặc sỏi) có khối lượng G, rây qua bộ sàng chuẩn có kích thước mắt sàng theo TCVN 1772 : 1987 (hoặc theo cỡ sàng tiêu chuẩn AFNOR). Tính kết quả lượng sót riêng biệt, lượng sót tích lũy, xác định  $D_{max}$ ,  $D_{min}$  và vẽ đường biểu diễn cấp phối hạt.

Trong đó, theo tiêu chuẩn TCVN 1772 : 1987 quy định như sau:

$D_{max}$  - độ lớn của cốt liệu lớn (sỏi hay đá dăm) tương ứng với cỡ sàng mà tại đó lượng sót tích lũy  $A_i \leq 10\%$  (gần 10% nhất).

$D_{min}$  - độ lớn của cốt liệu lớn (sỏi hay đá dăm) tương ứng với cỡ sàng mà tại đó lượng sót tích lũy  $A_i \geq 90\%$  (gần 90% nhất).

$D_{max}$  của cốt liệu lớn cũng phải phù hợp với kết cấu bê tông:

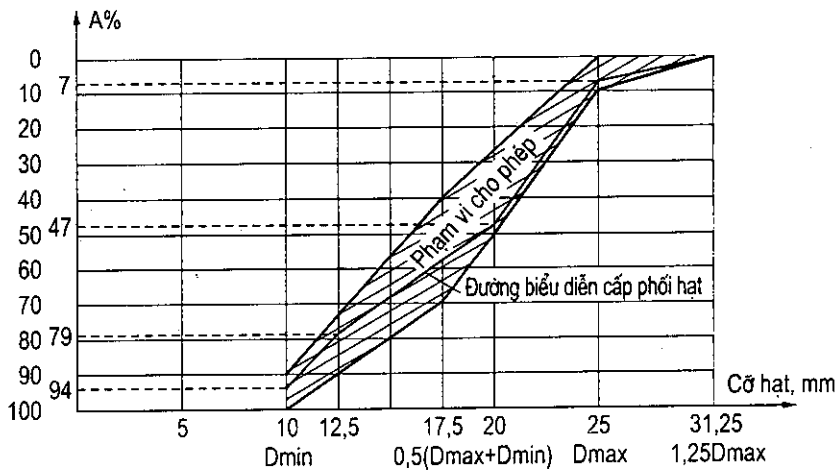
-  $D_{max} < 1/3$  kích thước nhỏ nhất của kết cấu.

-  $D_{max} < 3/4$  khoảng cách của cốt thép; đối với kết cấu là panen mỏng, sàn nhà, bản mặt cầu... cho phép bằng  $1/2$  kích thước nhỏ nhất của kết cấu.

Ví dụ, cho mẫu đá dăm có khối lượng G = 20 kg. Cân lượng sót trên mỗi sàng  $G_i$ . Tính lượng sót riêng biệt, lượng sót tích lũy? Xác định  $D_{max}$ ,  $D_{min}$ ? Vẽ đường biểu diễn cấp phối hạt và nhận xét đối với đá dăm này như sau:

Cỡ rây	KL sót trên sàng (g)	$a_i$ (%)	$A_i$ (%)	
32	0	0	0	$D_{max} = 25\text{mm}$
25	1400	7	7	$D_{min} = 10\text{mm}$
20	8000	40	47	
12,5	6400	32	79	$1,25D_{max}=31,25$
10	3000	15	94	
5	600	3	97	$0,5(D_{max} + D_{min}) = 17,5$
đáy rây	600	3	100	

Dựa vào lượng sót tích trên mỗi sàng vẽ đường biểu diễn cấp phối hạt như hình 5.4. Đường biểu diễn nằm trong phạm vi cho phép của biểu đồ nên loại đá dăm này đạt yêu cầu về cấp phối hạt hợp lý để sử dụng cho bê tông.



Hình 5.4: Đường biểu diễn cấp phối hạt

**5.2.5.4. Cường độ cốt liệu lớn:** Là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng cốt liệu lớn. Yêu cầu về cường độ của cốt liệu lớn là xuất phát từ tính đồng nhất về cường độ của vữa xi măng và cốt liệu lớn trong bê tông.

Có 2 phương pháp để xác định cường độ của cốt liệu lớn:

**Phương pháp trực tiếp:** Áp dụng đối với đá nguyên khai. Gia công các mẫu đá hình lập phương cạnh 50mm, hoặc mẫu hình trụ có đường kính bằng chiều cao và bằng 50mm, và thí nghiệm trong trạng thái bão hòa nước.

Trong thực tế yêu cầu cường độ của cốt liệu ( $R_{CL}$ ) phải lớn hơn nhiều so với cường độ bê tông ( $R_b$ ). Theo quy định yêu cầu cường độ đá dăm từ đá thiên nhiên so với cường độ bê tông như sau:

$$R_{CL} > 1,5 R_b, \text{ với } R_b < 300 \text{ kG/cm}^2.$$

$$R_{CL} > 2,0 R_b, \text{ với } R_b \geq 300 \text{ kG/cm}^2.$$

**Phương pháp gián tiếp:** Áp dụng đối với đá sỏi hoặc đá dăm. Cường độ cốt liệu được xác định bằng cách ép dập sỏi hoặc đá dăm trong bình hình trụ bằng thép (xi lanh) có kích thước đường kính bằng chiều cao và bằng 150mm dưới tác dụng của tải trọng 20 tấn (hoặc  $d = 75\text{mm}$  cho đá  $5 \times 10$ ,  $P = 5T$ ) lên một lõi hình trụ. Dịch chuyển xuống 20mm. Sau đó dựa vào độ hao hụt qua sàng  $N^{\circ} 1,25$  (đối với đá  $5 \times 10$ ) hoặc  $N^{\circ} 2,5$  (đối với đá  $10 \times 20$ ) để xác định mức.

Độ hao hụt khối lượng (độ nén dập) khi ép nát tính theo công thức:

$$\Delta P = (G - G_1)100\% / G$$

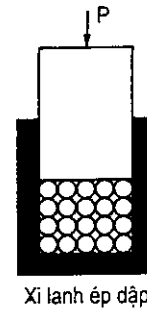
trong đó:  $G$  - khối lượng đá ban đầu;

$G_1$  - khối lượng đá sau khi nén và sót lại trên sàng N<sup>o</sup> 1,25 (đối với đá 5 × 10) hoặc N<sup>o</sup> 2,5 (đối với đá 10 × 20).

$\Delta P$  càng lớn đá càng xấu.

Các ký hiệu mác đá theo độ ép đập:

Mác đá dăm	Độ nén đập (%)
$\Delta P - 8$	< 8
$\Delta P - 12$	8 ÷ 12
$\Delta P - 16$	12 ÷ 16



Tùy độ nén đập, đá dăm từ đá thiên nhiên được chia làm 8 mác và xác định theo tiêu TCVN 1771:1987 bảng 5.9.

**Bảng 5.9**

Mác của đá dăm	Độ ép nát ở trạng thái bão hòa (%)		
	Đá trầm tích	Đá macma xâm nhập và biến chất	Đá macma phun xuất
1400		Đến 12	Đến 9
1200	Đến 11	Lớn hơn 12 đến 16	Lớn hơn 9 đến 11
1000	Lớn hơn 11 đến 13	Lớn hơn 16 đến 20	Lớn hơn 11 đến 13
800	Lớn hơn 13 đến 15	Lớn hơn 20 đến 25	Lớn hơn 13 đến 15
600	Lớn hơn 15 đến 20	Lớn hơn 25 đến 39	Lớn hơn 15 đến 20
400	Lớn hơn 20 đến 28		
300	Lớn hơn 28 đến 38		
200	Lớn hơn 38 đến 54		

Mác sỏi và đá dăm theo độ nén đập trong xi lanh dùng cho bê tông mác khác nhau cần phù hợp TCVN 1771 : 1987, bảng 5.10.

**Bảng 5.10**

Mác bê tông	Độ ép nát ở trạng thái bão hòa (%) không lớn hơn	
	Sỏi	Đá dăm
400 và cao hơn	8	10
300 và cao hơn	12	14
200 và cao hơn	16	18

## 5.3. CÁC TÍNH CHẤT CỦA HỖN HỢP BÊTÔNG VÀ BÊTÔNG

### 5.3.1. Tính công tác của hỗn hợp bê tông

#### 5.3.1.1. Khái niệm

Tính công tác hay còn gọi là tính dễ tạo hình, là tính chất kỹ thuật của hỗn hợp bê tông nó biểu thị khả năng lấp đầy khuôn nhưng vẫn đảm bảo được độ đồng nhất trong một điều kiện đầm nén nhất định. Được đánh giá qua 3 tính chất: tính lưu động, tính dính và khả năng giữ nước.

- *Tính lưu động (tính dẻo)* là khả năng của hỗn hợp bê tông có thể lưu động được và lấp đầy khuôn dưới tải trọng bản thân và tải trọng chấn động giúp cho việc đổ khuôn và lèn chặt được dễ dàng.

- *Tính dính* giúp cho hỗn hợp bê tông giữ được một khối đồng nhất không bị phân tầng khi thi công.

- *Khả năng giữ nước* là khả năng của hỗn hợp bê tông giữ được nước trong quá trình thi công đảm bảo sự duy trì độ dẻo cho hỗn hợp bê tông và làm cho bê tông không bị rỗng.

#### 5.3.1.2. Phân loại

Tính dẻo là một đặc tính quan trọng của bê tông ảnh hưởng đến chất lượng bê tông. Hỗn hợp bê tông có độ dẻo thích hợp thì bê tông sẽ có cấu trúc đồng đều, đặc chắc và cường độ cao. Tùy theo mức độ dẻo, hỗn hợp bê tông được chia làm 2 loại: hỗn hợp bê tông dẻo và hỗn hợp bê tông cứng.

- *Hỗn hợp bê tông dẻo*: tỉ lệ N/X (Nước/Ximăng) lớn, hỗn hợp dễ nhào trộn, dễ tạo hình, lèn chặt chủ yếu dựa vào trọng lượng của bản thân. Hoặc thêm tác dụng của ngoại lực nhưng không lớn lắm. Hỗn hợp bê tông dẻo được đánh giá bằng độ sụt nón SN (cm).

- *Hỗn hợp bê tông cứng*: do tỉ lệ N/X nhỏ, nội ma sát lớn, khó nhào trộn nên khi đổ khuôn và tạo hình cần có ngoại lực tác dụng mạnh. Hỗn hợp bê tông cứng được đánh giá bằng độ cứng, xác định bằng nhớt kế kỹ thuật vêbe.

#### 5.3.1.3. Phương pháp xác định độ dẻo

##### a) Đối với hỗn hợp bê tông dẻo

Tính dẻo được đánh giá bằng độ sụt nón SN (cm), xác định bằng dụng cụ côn hình nón cụt tiêu chuẩn. Theo TCVN 3106 : 1993.

Kích thước bên trong của hình nón cụt tiêu chuẩn được cho ở bảng 5.11. Trong đó N<sup>0</sup>-1 dùng cho hỗn hợp bê tông mà D<sub>max</sub> của cốt liệu không quá 40mm, N<sup>0</sup>-2 dùng cho hỗn hợp bê tông mà D<sub>max</sub> cốt liệu lớn hơn 40mm.

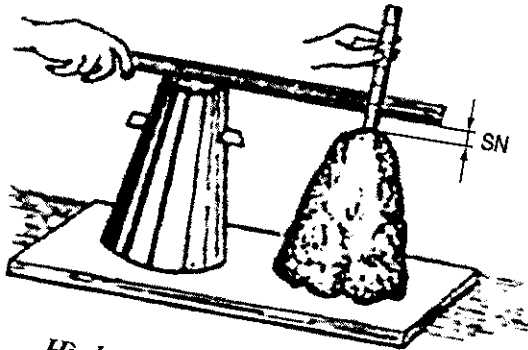
**Bảng 5.11**

Kích thước hình nón cụt, cm	N <sup>o</sup> 1	N <sup>o</sup> 2
Đường kính đáy trên	100	150
Đường kính đáy dưới	200	300
Chiều cao	300	450

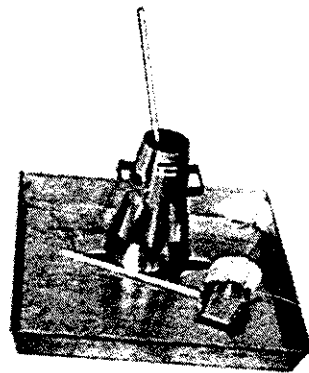
Que đâm:  $\Phi = 16\text{mm}$ ,  $L = 600\text{mm}$

Trình tự xác định độ sụt nón như sau:

- Đặt côn lên nền ẩm, không thấm nước.
- Đổ hỗn hợp bê tông qua phễu vào côn làm 3 lớp, chiều cao mỗi lớp khoảng 1/3 chiều cao côn.
- Dùng que chọc mỗi lớp 25 lần và chọc đều từ ngoài vào giữa, lớp sau xuyên qua lớp trước 2 ÷ 3 cm, lớp cuối vừa chọc vừa đổ.
- Xoa bằng mặt, từ từ nhấc côn lên theo phương thẳng đứng (trong khoảng 5 ÷ 10s).
- Đặt côn sang bên cạnh và đo chênh lệch giữa chiều cao miệng côn và điểm cao nhất của khối hỗn hợp (chính xác đến 0,5cm). Số liệu đo được chính là độ sụt của hỗn hợp bê tông. (Tổng thời gian từ khi đổ hỗn hợp vào côn đến khi nhấc côn khỏi khối hỗn hợp không quá 150s).



Hình 5.5: Cách đo độ sụt SN



Hình 5.6: Dụng cụ đo độ sụt nón SN

b) Đối với hỗn hợp bê tông cứng

Được đánh giá bằng chỉ tiêu độ cứng, tính bằng giây. Độ cứng được xác định bằng nhớt kế kỹ thuật Vêbe.

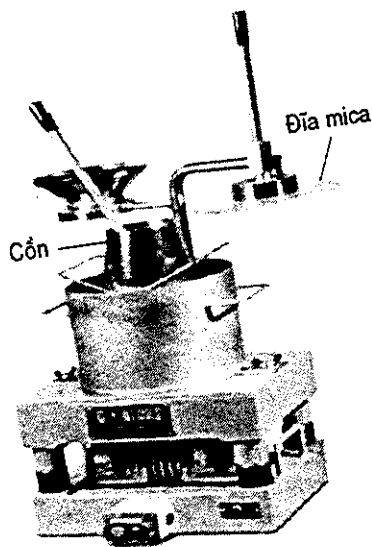
Theo TCVN 3107 : 1993, xác định độ cứng là xác định thời gian cần thiết để cho hỗn hợp bê tông trong nón cụt tiêu chuẩn (sau khi đã rút nón), dưới tác dụng

chấn động sẽ phân bố đều phủ kín mặt  
 m rung cho đến khi bề mặt hỗn hợp  
 tông phủ kín mặt dưới đĩa mica hoặc đến  
 ai hỗn hợp bê tông san đầy các góc và tạo  
 thành mặt phẳng trong khuôn). Phương  
 pháp này sử dụng khi  $D_{max} \leq 40mm$ .

Nếu  $D_{max} > 40mm$ , dùng dụng cụ hình  
 khối cạnh 20cm và một dụng cụ nón cụt.  
 Kết quả thu được nhân với 1,5 để đổi ra chỉ  
 tiêu độ cứng theo phương pháp chuẩn.

Rút côn ra khỏi hỗn hợp đọc giá trị độ  
 sụt của hỗn hợp theo vạch khắc trên thanh  
 trượt J gắn một đĩa mica phẳng đặt lên trên  
 khối hỗn hợp bê tông. Bật đầm rung và bấm  
 đồng hồ cho đến khi thấy hồ xi măng vừa  
 phủ kín mặt dưới của đĩa mica.

Theo chỉ tiêu độ cứng và độ dẻo, hỗn hợp bê tông có mấy loại sau, theo  
 bảng 2.12:



Hình 5.7: Dụng cụ nhớt kế vữa đo độ cứng của hỗn hợp bê tông

**Bảng 5.12. Phân loại hỗn hợp bê tông theo độ dẻo và độ cứng**

Loại hỗn hợp bê tông	SN(cm)	Độ cứng (giây)
Đặc biệt cứng	-	> 300
Cứng cao	-	150 - 200
Cứng	-	60 - 100
Cứng vừa	-	30 - 45
Ít dẻo	1 - 4	20 - 15
Dẻo	5 - 8	10 - 0
Rất dẻo	10 - 12	-
Chảy	15 - 18	-

#### 5.3.1.4. Cơ sở để lựa chọn tính dẻo cho hỗn hợp bê tông

Lựa chọn tùy thuộc vào loại kết cấu, mật độ cốt thép và phương pháp thi công, khoảng cách vận chuyển, điều kiện thời tiết... có thể tham khảo trong bảng 5.13.



**Bảng 5.13. Lựa chọn tính dẻo cho hỗn hợp bê tông**

Loại kết cấu	Phương pháp thi công		
	Cơ giới		Thủ công
	SN, cm	ĐC, s	SN, cm
- Bê tông nền - móng công trình, cấu kiện BTCT tháo khuôn sớm.	1 ÷ 2	25 ÷ 35	2 ÷ 3
- Bê tông xi măng mặt đường, đường băng.	1 ÷ 4	20 ÷ 35	2 ÷ 6
- Bê tông toàn khối ít hay không có cốt thép	2 ÷ 4	15 ÷ 25	3 ÷ 6
- Bản (sàn), dầm, cột, lanh tô, ô văng...	4 ÷ 6	12 ÷ 15	6 ÷ 8
- Bê tông có hàm lượng cốt thép trung bình.	6 ÷ 8	10 ÷ 12	8 ÷ 12
- Bê tông có hàm lượng cốt thép nhiều.	8 ÷ 12	5 ÷ 10	12 ÷ 15
- Bê tông đổ trong nước	12 ÷ 18	< 5	

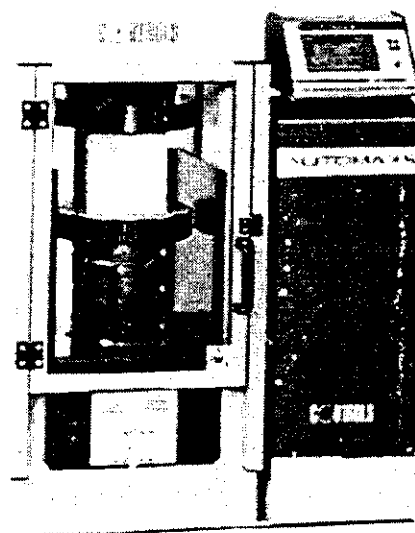
### 5.3.2. Cường độ bê tông

#### 5.3.2.1. Cường độ chịu nén của bê tông ( $R_n$ )

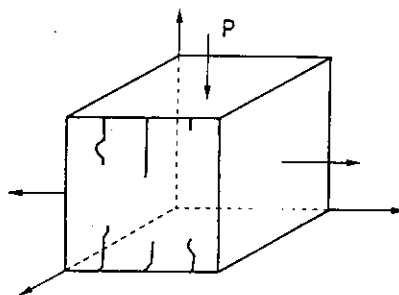
Trong kết cấu công trình, bê tông có thể phải làm việc ở trạng thái chịu nén, chịu uốn, chịu kéo, chịu cắt... Bê tông làm việc ở trạng thái chịu nén là tốt nhất. Do vậy cường độ chịu nén của bê tông  $R_n^b$  là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng của bê tông.

Khi chịu tác dụng của tải trọng nén dọc trục, trong mẫu bê tông phát sinh biến dạng nén và biến dạng kéo ngang theo phương vuông góc với chiều tác dụng lực nén. Khi tải trọng tác dụng đến một trị số đáng kể thì trong bê tông sẽ hình thành những vết nứt li ti theo chiều tác dụng của lực nén.

Tiếp tục tăng lực, những vết nứt tiếp tục phát triển liên nhau làm cho liên kết giữa các thành phần trong bê tông mất ổn định. Nguyên nhân là do sức chống đỡ của bê tông khi biến dạng nở ngang vượt quá khả năng chịu lực và làm phá vỡ mối liên kết giữa đá xi măng với cốt liệu và bản thân đá xi măng với bản thân cốt liệu.



Hình 5.8: Máy nén bê tông



Mẫu bê tông chịu nén

Cường độ chịu nén của bê tông được xác định theo công thức:

$$R = \alpha \frac{P}{F}, \text{ kG/cm}^2$$

trong đó: P - tải trọng phá hoại;

F - diện tích chịu lực của mẫu bê tông;

$\alpha$  - hệ số quy đổi (theo bảng 5.16).

Cường độ tiêu chuẩn là cường độ của bê tông khi mẫu được chế tạo, bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn và thử ở tuổi quy định.

*Mác bê tông* là số hiệu chỉ giới hạn cường độ chịu nén trung bình của các mẫu bê tông hình khối lập phương cạnh 15cm, được chế tạo và dưỡng hộ sau 28 ngày trong điều kiện tiêu chuẩn với nhiệt độ môi trường là  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ , độ ẩm môi trường lớn hơn 90%.

Theo TCVN 6205 : 1995 mác bê tông nặng xác định trên cơ sở cường độ chịu nén được phân loại như trong bảng 5.14.

**Bảng 5.14. Quy định mác bê tông**

Mác bê tông	Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày, không nhỏ hơn, kG/cm <sup>2</sup>	Mác bê tông	Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày, không nhỏ hơn, kG/cm <sup>2</sup>
M100	100	M400	400
M150	150	M450	450
M200	200	M500	500
M250	250	M600	600
M300	300	M800	800
M350	350		

Kích thước cạnh nhỏ nhất của mỗi viên mẫu thí nghiệm tùy thuộc vào độ lớn cốt liệu  $D_{\max}$  quy định theo bảng 5.15.

**Bảng 5.15. Kích thước mẫu thí nghiệm theo  $D_{\max}$  của đá**

Cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu	Kích thước cạnh nhỏ nhất của viên mẫu (cạnh mẫu hình lập phương, cạnh thiết diện mẫu lăng trụ, đường kính mẫu trụ...), mm
10 và 20	100
40	150
70	200
100	300

Khi mẫu thí nghiệm có kích thước không tiêu chuẩn phải nhân với hệ số quy đổi  $\alpha$  để đưa về kết quả thí nghiệm với mẫu tiêu chuẩn, bảng 5.16.

**Bảng 5.16. Hệ số quy đổi  $\alpha$**

Mẫu lập phương (cm)	Hệ số $\alpha$	Mẫu hình trụ (cm)	Hệ số $\alpha$
7.07 × 7.07 × 7.07	0,85	7,14 × 14,3	1,15
10 × 10 × 10	0,91	10 × 20	1,17
15 × 15 × 15	1,00	15 × 30	1,20
20 × 20 × 20	1,05	20 × 40	1,24
30 × 30 × 30	1,10		

Khi thử các mẫu trụ khoan cắt từ các cấu kiện sản phẩm mà tỉ số chiều cao so với đường kính của chúng nhỏ hơn 2 thì kết quả cũng tính theo công thức và hệ số  $\alpha$  ở trên nhưng được nhân thêm với hệ số  $K'$  lấy theo bảng 5.17.

**Bảng 5.17**

Tỉ lệ H/d	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
Giá trị $K'$	0,99	0,98	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89

*Cường độ của bê tông phát triển theo thời gian:* Qua thực nghiệm, người ta thấy rằng cường độ của bê tông phát triển nhanh trong thời gian 7 ngày đầu và sau đó chậm dần cho đến một lúc nào đó thì ngừng phát triển. Nếu dưỡng hộ trong điều kiện chuẩn và lấy 28 ngày làm đơn vị thì sự phát triển của cường độ bê tông theo tỉ lệ như sau:

Ngày dưỡng hộ	7 ngày	28 ngày	3 tháng	12 tháng
$R_b$	0,6 - 0,7	1,0	1,25	1,75

Sự phát triển cường độ của bê tông theo thời gian, theo quy luật logarit. Do đó có thể tính cường độ bê tông dùng xi măng mác trung bình, ở những thời gian khác nhau, dùng công thức thực nghiệm gần đúng sau:

$$R_n = R_a \times \frac{\log n}{\log a}, \text{ kG/cm}^2$$

trong đó:  $R_n, R_a$  - cường độ bê tông sau  $n$  và  $a$  ngày dưỡng hộ,  $\text{kG/cm}^2$ .

$n, a$  - số ngày đêm dưỡng hộ  $3 \leq a, n \leq 90$ .

Công thức được sử dụng để tính dự đoán cường độ bê tông ở tuổi 28, 60, 90 ngày... khi biết cường độ của nó sau một số ngày dưỡng hộ.

### 5.3.2.2. Cường độ chịu kéo của bê tông ( $R_k$ )

Bê tông là loại vật liệu có tính giòn nên cường độ chịu kéo nhỏ hơn nhiều so với cường độ chịu nén. Đối với bê tông nặng, ta có:

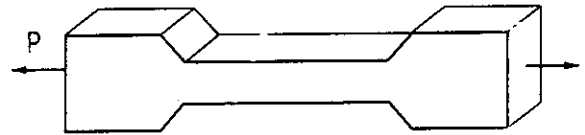
$R_n / R_k = 8 \div 10$ , đối với mác bê tông  $50 \div 100 \text{ kG/cm}^2$ .

$R_n / R_k = 12 \div 15$  đối với mác bê tông  $200 \div 400 \text{ kG/cm}^2$ .

$R_n / R_k = 18 \div 20$ , đối với mác bê tông  $500 \div 600 \text{ kG/cm}^2$ .

Cường độ chịu kéo được xác định bằng các cách sau:

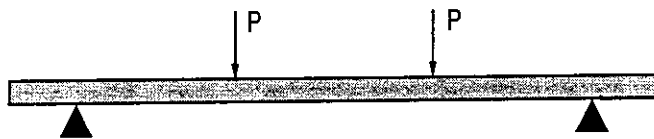
- *Kéo trực tiếp* mẫu có tiết diện hình tròn hoặc hình vuông. Do mẫu khá lớn, nên thí nghiệm phức tạp nặng nề. Cường độ chịu kéo xác định theo công thức:



Dạng mẫu kéo

$$R_k = P/F, \text{ kG/cm}^2$$

- *Uốn mẫu dầm bê tông* có kích thước tiêu chuẩn  $400 \times 100 \times 100\text{mm}$  (hệ số quy đổi 1.05);  $600 \times 150 \times 150\text{mm}$ ;  $800 \times 200 \times 200\text{mm}$  (hệ số quy đổi 0,95). Cường độ chịu kéo của bê tông được xác định theo cường độ chịu uốn như sau:  $R_{ku} = 0,58.R_u$



Sơ đồ uốn mẫu bê tông

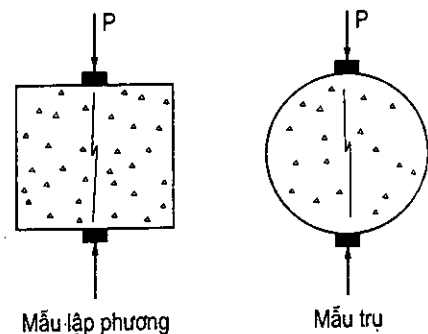
- *Hoặc xác định cường độ chịu kéo dọc trục của bê tông bằng phương pháp bửa (kéo khi bửa)*: đối với mẫu bê tông hình khối hoặc hình trụ:

- Đối với mẫu lập phương:

$$R_{kb} = \frac{\delta.P}{a^2}$$

- Đối với mẫu hình trụ:

$$R_{kb} = \frac{\delta.P}{d.l}$$



Sơ đồ bửa mẫu bê tông

trong đó:  $P$  - lực bửa;

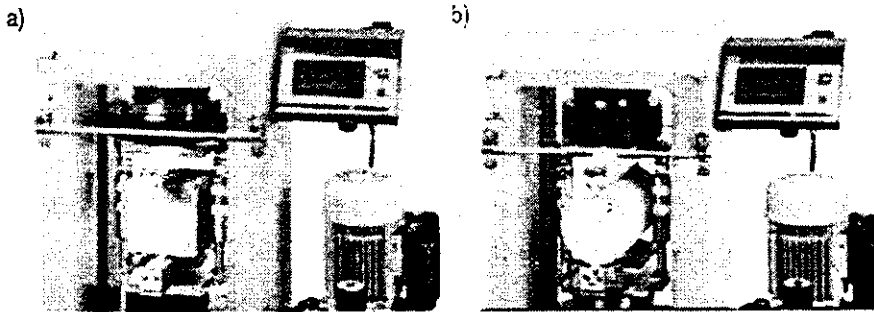
$d$  - đường kính;

$l$  - chiều cao mẫu trụ của mẫu bê tông;

a - kích thước mẫu lập phương;

$\delta$  - hệ số quy đổi theo TCVN 3118 : 199.

Cường độ chịu kéo phụ thuộc vào tỉ diện cốt liệu, lực dính kết giữa xi măng và cốt liệu, mác xi măng, loại cốt liệu, những đặc tính đàn hồi khi kéo và độ đặc chắc của bê tông.



Hình 5.9: Thiết bị bửa mẫu bê tông

a) Mẫu lập phương; b) Mẫu trụ.

### 5.3.2.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ của bê tông

#### a) Ảnh hưởng của cường độ đá xi măng

Cường độ đá xi măng ảnh hưởng rất lớn đến cường độ bê tông, cường độ đá xi măng lại phụ thuộc vào mác xi măng và độ đặc của đá xi măng, tức phụ thuộc vào tỉ lệ  $N/X$ . Có thể xem:

$$R_b = f(R_{đá XM}, R_{CL}, F_{dính kết})$$

$$R_{đá XM} = g(R_X, N/X)$$

Khi mác xi măng cao thì cường độ đá xi măng tăng, dẫn đến cường độ bê tông cũng tăng cao, khi mác xi măng thấp thì ngược lại.

Sự phụ thuộc của cường độ bê tông vào  $N/X$  thực chất là phụ thuộc vào thể tích rỗng tạo ra do lượng nước thừa. Độ rỗng tạo ra do nước thừa có thể xác định bằng công thức:

$$r = \frac{N - \omega \cdot X}{1000} \cdot 100\% = \frac{\left(\frac{N}{X} - \omega\right) X}{1000} \cdot 100\%$$

trong đó:  $N$  - Lượng nước trong  $1 \text{ m}^3$  bê tông;

$X$  - Lượng xi măng trong  $1 \text{ m}^3$  bê tông;

$\omega$  - Lượng nước liên kết hóa học, tính bằng % khối lượng xi măng.

Ở tuổi 28 ngày lượng nước liên kết hóa học khoảng  $15 \div 20\%$ .

Mác xi măng và tỉ lệ N/X có ảnh hưởng lớn đến cường độ bê tông. Điều này được giáo sư N.B.Belaev (Liên Xô) thể hiện trong công thức:

$$R_{28} = \frac{R_X}{K \cdot \left(\frac{N}{X}\right)^{1,5}}, \text{ kG/cm}^2.$$

trong đó:  $R_{28}$  - cường độ giới hạn chịu nén của bê tông sau 28 ngày,  $\text{kG/cm}^2$ ;

$R_X$  - mác của xi măng,  $\text{kG/cm}^2$ ;

$K$  - hệ số thực nghiệm, tùy thuộc vào chất lượng cốt liệu, hình dạng, đặc trưng bề mặt.  $K = 3,5$  đối với đá dăm;  $K = 4$  đối với sỏi.

Để công thức tính toán đơn giản hơn, hai nhà bác học B. I. Bolomey (Thụy Sĩ) và B. G. Skramtaev (Liên Xô) đã thay tỉ số N/X bằng X/N. Từ đó cường độ bê tông sẽ là hàm số theo X/N, và được tính theo công thức sau:

- Khi  $1,4 < X/N \leq 2,5$ , thì:  $R_b^{28} = A \cdot R_X \cdot \left(\frac{X}{N} - 0,5\right)$  [1]

- Khi  $X/N > 2,5$ , thì:  $R_b^{28} = A_1 \cdot R_X \cdot \left(\frac{X}{N} + 0,5\right)$  [2]

trong đó: X, N lượng xi măng và nước trong  $1 \text{ m}^3$  bê tông;

A,  $A_1$  - hệ số tùy thuộc chất lượng vật liệu, phương pháp xác định mác xi măng, được cho theo bảng 5.18.

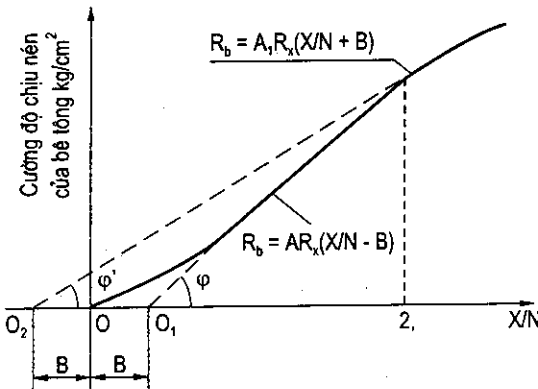
**Bảng 5.18. Hệ số A và  $A_1$  theo đặc trưng của vật liệu**

Chất lượng vật liệu	Chỉ tiêu đánh giá	Hệ số A và $A_1$ ứng với phương pháp thử mác xi măng					
		TCVN 6016:95		TCVN 4032:85 (pp vữa dẻo)		Phương pháp cứng	
		A	$A_1$	A	$A_1$	A	$A_1$
1	2	3	4	5	6	7	8
Tốt	- Xi măng hoạt tính cao, không trộn phụ gia thủy. - Đá sạch, cường độ cao, cấp phối hạt tốt. Cát sạch, $M_{dl} = 2.4 \div 2.7$	0,54	0,34	0,6	0,38	0,5	0,33
Trung bình	- Xi măng hoạt tính trung bình, PCB chứa $10 \div 15\%$ phụ gia thủy. - Đá chất lượng phù hợp TCVN 1771 : 87. Cát phù hợp với TCVN 1770 : 86. $M_{dl} = 2,0 \div 2,4$	0,50	0,32	0,55	0,35	0,45	0,30

**Bảng 5.18 (tiếp theo)**

1	2	3	4	5	6	7	8
Kém	- Ximăng hoạt tính thấp, PCB chứa trên 15% phụ gia thủy. - Đá chất lượng phù hợp TCVN 1771:87. Cát nhỏ $M_{dl} < 2$ .	0,45	0,29	0,5	0,32	0,4	0,27

Khi tỉ lệ  $X/N \leq 2,5$  đồ thị biểu diễn cường độ bê tông là một chùm đường thẳng xuất phát từ điểm  $O_1$ , còn khi  $X/N > 2,5$  thì đồ thị biểu diễn cường độ bê tông là một chùm đường thẳng xuất phát từ điểm  $O_2$  (hình 5.10).



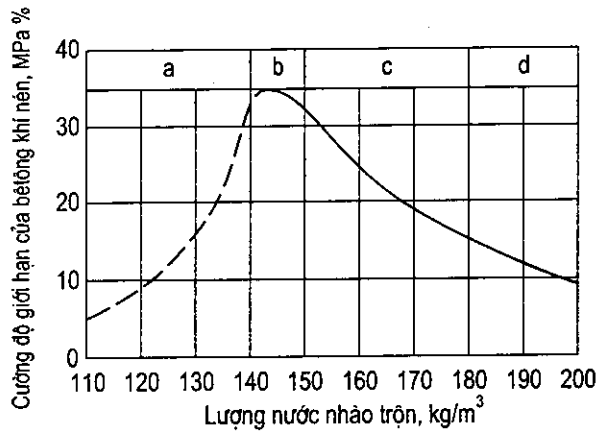
**Hình 5.10:** Đường cong biểu thị sự phụ thuộc của cường độ bê tông vào tỉ lệ ximăng trên nước  $R_b = f(X/N)$  và dạng của phương trình đường thẳng biểu thị cường độ của bê tông phụ thuộc vào tỉ lệ  $X/N$  khi  $X/N \leq 2,5$  và  $X/N > 2,5$

**b) Ảnh hưởng của tỉ lệ  $N/X$**

Khi lượng ximăng không đổi, dùng một phương pháp đầm chặt nhất định sẽ có lượng nước thích hợp, ứng với lượng nước thích hợp đó hỗn hợp bê tông có độ đặc cao nhất, cường độ bê tông cao nhất, sản lượng hỗn hợp bê tông nhỏ.

Khi tỉ lệ  $N/X$  quá nhỏ thì không đủ nước để ximăng thủy hóa hoàn toàn nên cường độ đá ximăng giảm. Hỗn hợp bê tông rất khô xốp, khó đầm, bê tông có nhiều lỗ rỗng, cường độ thấp.

Khi tỉ lệ  $N/X$  quá cao, nước tự do còn tồn tại nhiều khi bay hơi sẽ để lại nhiều lỗ rỗng trong đá ximăng



**Hình 5.11:** Sự phụ thuộc của cường độ bê tông vào lượng nước nhào trộn

- a) Vùng hỗn hợp bê tông cứng không đầm chặt được;
- b) Vùng hỗn hợp bê tông có cường độ và độ đặc cao;
- c) Vùng hỗn hợp bê tông dẻo;
- d) Vùng hỗn hợp bê tông chảy.



làm cường độ của đá ximăng giảm, cường độ bê tông giảm theo. Ngoài ra, nếu lượng nước nhiều quá thì hỗn hợp bê tông dễ bị phân tầng không thể thi công được.

Khi tỉ lệ N/X hợp lý thì hỗn hợp bê tông sẽ đặc chắc nhất và cho cường độ cao nhất.

### *c) Ảnh hưởng cốt liệu*

Nếu khả năng chịu lực của đá ximăng, cốt liệu và lực dính kết giữa chúng không đồng nhất thì khi chịu lực, bê tông chỉ có thể bị vỡ tại phần đá ximăng, hoặc bản thân cốt liệu, hoặc mặt tiếp giáp giữa chúng, hoặc nứt vỡ nhiều bộ phận cùng lúc.

Đối với bê tông nặng, cường độ cốt liệu ( $R_{CL}$ ) lớn hơn nhiều so với cường độ bê tông ( $R_b$ ) ( $R_{CL} > 1,5 R_b$  với  $R_b < 300 \text{ kG/cm}^2$ ,  $R_{CL} > 2,0 R_b$  với  $R_b \geq 300 \text{ kG/cm}^2$ ). Cường độ của cốt liệu chỉ ảnh hưởng đến cường độ bê tông khi  $R_{CL}$  nhỏ hơn cường độ đá ximăng và vữa ximăng. Điều này chỉ xảy ra ở bê tông nhẹ, cốt liệu rỗng. Trường hợp này  $R_{CL}$  tăng thì  $R_b$  tăng theo.

Cường độ bê tông chịu ảnh hưởng bởi đặc trưng của cốt liệu: độ nhám, góc cạnh, dạng hạt, số lượng lỗ hở trên bề mặt cốt liệu, tỉ diện tích bề mặt cốt liệu, ... làm tăng hoặc giảm cường độ liên kết giữa cốt liệu và đá ximăng.

Khi hồ ximăng lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu và đẩy chúng ra xa nhau với cự ly nhỏ, khoảng 2 ÷ 3 lần đường kính hạt ximăng. Do phát huy được vai trò của cốt liệu nên trong trường hợp này cường độ của bê tông khá cao và yêu cầu cốt liệu có cường độ cao hơn cường độ bê tông 1,5 ÷ 2 lần.

Khi lượng hồ ximăng lớn hơn, các hạt cốt liệu bị đẩy ra xa nhau hơn đến mức chúng hầu như không có tác dụng tương hỗ với nhau. Khi đó cường độ đá ximăng và cường độ vùng tiếp xúc đóng vai trò quyết định đến cường độ bê tông, nên yêu cầu cường độ của cốt liệu ở mức thấp hơn.

### *d) Ảnh hưởng của cấu tạo bê tông*

Ngoài cường độ đá ximăng, cường độ cốt liệu cường độ bê tông còn phụ thuộc vào độ đặc, độ đồng nhất của bê tông, tức là phụ thuộc vào sự lựa chọn thành phần nguyên vật liệu và chất lượng thi công hỗn hợp bê tông. Độ đặc càng lớn thì cường độ bê tông càng cao.

Trong bê tông, các lỗ rỗng làm giảm diện tích làm việc của vật liệu, tạo ứng suất tập trung bên lỗ rỗng, ứng suất này làm giảm khả năng chịu lực của bê tông. Vậy để tăng cường độ bê tông phải chọn thành phần cấp phối nguyên vật liệu hợp lí sao cho bê tông đặc chắc nhất, độ dẻo, phương pháp đầm rung thích hợp.

Ví dụ khi hỗn hợp bê tông có độ dẻo thấp, cần lèn ép mạnh, tăng thời gian lèn ép sẽ làm tăng cường độ bê tông. Ngược lại nếu độ dẻo cao, hỗn hợp bê tông dễ lèn ép, không cần tác dụng lực mạnh nhưng cường độ bê tông vẫn không cao.

*e) Ảnh hưởng chế độ lèn ép (đầm chặt)*

Nếu tăng mức độ lèn chặt, thì lượng nước thích hợp giảm và cường độ bê tông tăng đồng thời hệ số đầm chặt tăng. Quan hệ giữa cường độ bê tông và mức độ lèn ép được đánh giá bằng hệ số lèn ép,  $K_{l,e}$  :

$$K_{l,e} = \frac{\gamma_o'}{\gamma_o}$$

Với:  $\gamma_o'$  - khối lượng thể tích thực tế của hỗn hợp bê tông sau khi lèn chặt,  $\text{kg/m}^3$ .

$\gamma_o$  - khối lượng thể tích hỗn hợp bê tông khi tính toán, bằng tổng khối lượng dùng trong  $1\text{m}^3$  bê tông.

$$\gamma_o = X + N + C + Đ + PG; \text{ kg/m}^3$$

Thông thường hệ số lèn ép 0,95 - 0,98. Với hỗn hợp bê tông cứng, thi công phù hợp thì  $K_{l,e}$  có thể đạt 0,95 - 0,98.

*f) Ảnh hưởng của phụ gia*

Khi cho vào hỗn hợp bê tông một hàm lượng phụ gia nhất định thì tùy vào tính chất và công dụng mỗi loại phụ gia sẽ cải thiện một số tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông. Trong đó có một số loại phụ gia có tác dụng làm tăng cường độ của bê tông, phụ gia rắn nhanh, phụ gia giảm nước tăng cường độ ban đầu...

**5.3.3. Tính biến dạng vì tải trọng**

Bê tông là vật liệu đàn hồi dẻo nên biến dạng của nó gồm có hai phần: biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo.

Biến dạng đàn hồi tuân theo định luật Húc:

$$\sigma = \epsilon \cdot E \quad ; \text{ kG/cm}^2$$

trong đó:  $\sigma$  - ứng suất bê tông,  $\text{kG/cm}^2$ ;

$\epsilon$  - biến dạng tương đối của bê tông,  $\text{cm/cm}$ ;

$E$  - môđun đàn hồi,  $\text{kG/cm}^2$ .

Biến dạng đàn hồi xảy ra khi tải trọng tác dụng rất nhanh và tạo ứng suất không lớn lắm (nhỏ hơn 0,2 cường độ giới hạn) và do biến dạng ngay sau khi đặt tải, nếu để một thời gian sẽ chuyển sang biến dạng dẻo. Biến dạng đàn hồi trong giai đoạn này của bê tông được đặc trưng bằng môđun đàn hồi ban đầu và có thể tính theo công thức sau:

$$E_{dh} = \frac{1000000}{1,7 + \frac{360}{R_b^{28}}}$$

Môđun đàn hồi của bê tông tăng lên khi hàm lượng cốt liệu lớn, cường độ và môđun đàn hồi của cốt liệu tăng lên và hàm lượng xi măng, tỉ lệ N/X giảm.

Nếu ứng suất vượt quá 0,2 cường độ giới hạn của bê tông, thì ngoài biến dạng đàn hồi còn đo được cả biến dạng dư. Như vậy, biến dạng của bê tông là tổng của biến dạng đàn hồi ( $\varepsilon_{dh}$ ) và biến dạng dư ( $\varepsilon_d$ ):

$$\varepsilon = \varepsilon_{dh} + \varepsilon_d$$

Như vậy, đặc trưng biến dạng của bê tông không phải là môđun đàn hồi mà là môđun biến dạng:

$$E_{bd} = \frac{\sigma}{\varepsilon_b} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{dh} + \varepsilon_d}$$

Trong đó:  $\sigma$  - ứng suất bê tông, kG/cm<sup>2</sup>;

$\varepsilon$  - biến dạng tương đối của bê tông, cm/cm;

$\varepsilon_{dh}$  - biến dạng đàn hồi của bê tông cm/cm;

$\varepsilon_d$  - biến dạng dư của bê tông cm/cm.

Biến dạng của bê tông trước khi bị phá hoại thường không lớn lắm, thường khoảng 0,5 ÷ 1,5mm/m.

### 5.3.4. Tính chống thấm của bê tông

Trong bê tông bao giờ cũng tồn tại hệ thống mao quản và lỗ rỗng do nước tự do bay hơi và để lại, do lèn chặt chưa tốt, do cấp phối không hợp lý, hoặc do co ngót làm xuất hiện các vết nứt nên bê tông có thể bị nước hoặc các chất lỏng khác thấm qua khi làm việc trong môi trường có áp lực thủy tĩnh.

Nhưng trong thực tế, nước chỉ thấm qua những lỗ rỗng thông nhau mà có đường kính lớn hơn 1 $\mu$ m. Còn những lỗ rỗng nhỏ hơn hay bằng 1 $\mu$ m thì nước không thể thấm qua được ngay dưới áp lực thủy tĩnh rất lớn, vì màng nước hấp phụ trên thành mao quản dày đến 0,5 $\mu$ m, do đó nó thu hẹp diện tích và hầu như hoàn toàn lấp kín các mao quản.

Đối với những kết cấu công trình có yêu cầu về mức độ chống thấm nước thì cần xác định độ chống thấm theo áp lực thủy tĩnh thực dụng. Mác chống thấm của bê tông được đặc trưng bằng áp lực nước lớn nhất tính bằng atmophe mà chưa gây ra vết thấm trên bề mặt mẫu có kích thước quy định.

Căn cứ vào chỉ tiêu chống thấm người ta chia bê tông ra làm các mức B-2, B-4, B-8... nghĩa là bê tông không bị thấm qua ở áp lực thủy tĩnh 2, 4, 8, ... atmophe.

Để nâng cao khả năng chống thấm của bê tông người ta nâng cao độ đặc chắc của bê tông, nghĩa là phải đảm bảo tỉ lệ N/X nhỏ nhất, tỉ lệ cát thích hợp, tăng mức độ lèn chặt khi thi công, cũng như đảm bảo điều kiện dưỡng hộ tốt, hoặc có thể dùng phụ gia hoạt tính bề mặt. Ngoài ra, người ta còn có thể tạo lớp bảo vệ bề mặt như sơn chống thấm, quét bitum...

### 5.3.5. Tính co nở thể tích của bê tông

Trong quá trình rắn chắc, bê tông thường phát sinh biến dạng thể tích: nở ra trong nước và co lại trong không khí. Về giá trị tuyệt đối độ co lớn hơn nở 10 lần. Ở một giới hạn nào đó độ nở có thể làm tốt hơn cấu trúc bê tông, còn hiện tượng co ngót luôn luôn kéo theo những hậu quả xấu.

Bê tông bị co ngót do nhiều nguyên nhân. Trước hết là sự mất nước trong các gen ximăng, sự mất nước làm cho các mầm tinh thể xích lại gần nhau và đồng thời các gen cùng dịch chuyển làm cho bê tông bị co. Quá trình cacbonat hóa hidroxit trong đá ximăng cũng là nguyên nhân gây co ngót, co ngót còn là hậu quả của việc giảm thể tích tuyệt đối của hệ ximăng - nước.

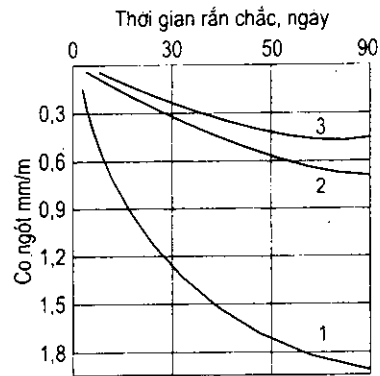
Co ngót gây ra ứng suất co ngót: nén trong cốt liệu, cốt thép và kéo trong đá ximăng. Ứng suất kéo trong đá ximăng là nguyên nhân gây ra nứt, giảm cường độ, độ chống thấm và độ ổn định của bê tông và bê tông cốt thép trong môi trường xâm thực. Vì vậy, đối với các công trình có chiều dài lớn, để tránh nứt người ta đã phân đoạn để tạo thành các khe co giãn.

Độ co ngót phát triển mạnh trong thời kỳ đầu và giảm dần theo thời gian sau đó dừng hẳn.

Trị số co ngót phụ thuộc vào lượng và loại ximăng, lượng nước, tỉ lệ cát trong hỗn hợp cốt liệu và chế độ bảo dưỡng. Độ co ngót trong đá ximăng lớn hơn trong vữa và trong bê tông.

### 5.3.6. Tính dính kết giữa bê tông và cốt thép

Sự dính kết giữa bê tông và cốt thép đảm bảo cho hai vật liệu cùng làm việc đồng thời với nhau. Cường độ dính kết phụ thuộc vào tính chất bê tông, hình dạng



Hình 5.12: Độ co ngót

1. Của đá ximăng; 2. Của vữa;
3. Của bê tông

cốt thép (có gờ, không gờ, ...), điều kiện tiếp xúc giữa cốt thép (có móc, không có móc, ...).

Với thép tròn cường độ dính kết phụ thuộc vào:

- Lực dính kết bề mặt tiếp xúc giữa cốt thép và bê tông;
- Lực ma sát sinh ra giữa bê tông và cốt thép khi chúng dịch chuyển tương đối với nhau;
- Cường độ bê tông;
- Tính dính kết của đá ximăng;
- Tỷ lệ X/N;
- Hệ số giãn nở nhiệt của hai loại vật liệu là tương đương;
- Điều kiện rắn chắc của bê tông.

Bê tông nặng chế tạo bằng ximăng poóc-lăng, cốt thép trơn có  $R_{dk} \approx 0,15 - 0,2 \cdot R_b^{28}$ . Với thép gờ, lực ma sát không có ý nghĩa. Lực liên kết giữa bê tông và gờ cốt thép tùy thuộc vào mật độ tiếp xúc của 2 loại vật liệu.

## 5.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH CẤP PHỐI BÊ TÔNG

### 5.4.1. Các biểu diễn cấp phối bê tông

Tính toán hay thiết kế cấp phối bê tông là tìm thành phần của từng loại nguyên vật liệu: cát, đá, ximăng, nước sao cho hỗn hợp bê tông đạt các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu và tiết kiệm nguyên vật liệu nhất. Cấp phối nguyên vật liệu của bê tông được biểu diễn theo nhiều cách như sau:

- Theo khối lượng hoặc thể tích nguyên vật liệu trong  $1m^3$  bê tông.

Ví dụ:

$$\text{Trong } 1m^3 \text{ bê tông} \begin{cases} X = 350\text{kg} \\ C = 680\text{kg} \\ Đ = 1250\text{kg} \\ N = 195 \text{ lít} \end{cases} \quad \text{hoặc} \quad \begin{cases} X = 350\text{kg} \\ C = 0,455m^3 \\ Đ = 0,832m^3 \\ N = 195 \text{ lít} \end{cases}$$

- Biểu thị bằng tỉ lệ theo khối lượng (hay thể tích), lấy ximăng làm đơn vị X/X, C/X, Đ/X, N/X.

Ví dụ:  $X/X : C/X : Đ/X : N/X = 1 : 2 : 4 : 0,6$

### 5.4.2. Các điều kiện cần thiết để thiết kế mác bê tông

- Biết mác bê tông yêu cầu, thường  $R_b^{28}$ .
- Biết được điều kiện làm việc của công trình.

- Kết cấu công trình: có hay không có cốt thép, cốt thép đặt dày hay thưa để chọn độ dẻo,  $D_{max}$  thích hợp.

- Điều kiện thi công: thủ công, bằng máy, thời tiết, mưa gió,...

- Những đặc tính kỹ thuật của nguyên vật liệu:  $\gamma_0, \gamma_a, r, d, \dots$

### 5.4.3. Các phương pháp tính toán

**5.4.3.1. Phương pháp tra bảng:** (tham khảo định mức vật tư xây dựng cơ bản - Bộ Xây dựng)

Nội dung: xác định  $R_b, R_x, D_{max} \Rightarrow X, D, C, N$

Ứng dụng: chỉ dùng để dự trữ nguyên vật liệu, tính toán sửa chữa nhỏ, khối lượng bê tông nhỏ ( $V_b < 100 \text{ m}^3$ ).

- Ưu điểm: tính toán nhanh, thiên về an toàn.

- Nhược điểm: không kinh tế.

### 5.4.3.2. Phương pháp thực nghiệm hoàn toàn

Phương pháp này thích hợp để thiết kế bê tông đối với các công trình có khối lượng bê tông lớn ( $> 5000 \text{ m}^3$ ), hoặc đối với công trình trọng yếu.

- Tất cả các loại vật liệu phải được phân tích và xác định thông số cần thiết.

- Lập các bảng biểu thị mối quan hệ giữa các thông số đó.

- Tìm liều lượng nguyên vật liệu tối ưu.

Ví dụ:

- Lập bảng trong  $1 \text{ m}^3$  bê tông có lượng xi măng nhỏ nhất,  $R_b$  cao nhất và bê tông có độ đặc cao nhất.

- Biểu thị quan hệ giữa lượng nước tốt nhất ứng với phương pháp gia công chấn động, xác định  $R_b^{max}$ .

Thiết kế loại bê tông yêu cầu.

Ưu điểm: tiết kiệm nguyên vật liệu.

Nhược điểm:

Phương pháp này cần phải có: - Đồng bộ các phòng thí nghiệm.

- Đội ngũ cán bộ kỹ thuật vững tay nghề.

- Thời gian chuẩn bị dài.

**5.4.3.3. Phương pháp tính toán kết hợp với thực nghiệm (phương pháp Bolomey - Kramtaev). Gồm các bước sau:**

a) Tính liều lượng nguyên vật liệu dùng cho  $1 \text{ m}^3$  bê tông ở trạng thái khô

Để xác định tỉ số X/N dùng công thức Bolomey - Skramtaev.

$$[1] \Rightarrow R_b^{28} = A \cdot R_x \cdot (X/N - 0,5), \text{ kG/cm}^2: \text{ khi } 1,4 < X/N \leq 2,5,$$

$$\text{ khi } R_b \leq 500 \text{ KG/cm}^2$$

$$[2] \Rightarrow R_b^{28} = A_1 \cdot R_x \cdot (X/N + 0,5), \text{ kG/cm}^2: \text{ khi } X/N > 2,5,$$

$$\text{ khi } R_b > 500 \text{ KG/cm}^2$$

Qua [1] và [2] ta thấy:

$R_b^{28}$  đã được xác định do yêu cầu.

$R_x$  căn cứ  $R_b$  để chọn (tra bảng 5.1).

A,  $A_1$  xác định từ điều kiện nguyên vật liệu và phương pháp xác định mác xi măng (tra bảng 5.18)  $\Rightarrow X/N$ .

- Xác định tỉ số  $X/N$ :

$$[1] \Rightarrow \frac{X}{N} = \frac{R_b}{A \cdot R_x} + 0,5$$

$$[2] \Rightarrow \frac{X}{N} = \frac{R_b}{A_1 R_x} - 0,5$$

- Xác định nước (N):

Để xác định N căn cứ vào:

- Độ dẻo (SN, ĐC) yêu cầu của hỗn hợp: căn cứ vào đặc điểm kết cấu, phương pháp thi công chọn chỉ tiêu độ sụt (SN, cm) hoặc độ cứng (ĐC, s) (bảng 5.13).

-  $D_{max}$  cốt liệu, loại cốt liệu.

$\Rightarrow$  Xác định nước N theo bảng 5.19 (hoặc bảng 5.20)

**Bảng 5.19. Xác định lượng nước N (Lít/m<sup>3</sup> bê tông)**

Đặc trưng của hỗn hợp bê tông		$D_{max}$							
		Sỏi				Đá dăm			
SN (cm)	ĐC (s)	10	20	40	70	10	20	40	70
9 - 12	-	215	200	185	170	230	215	200	185
6 - 8	-	205	190	175	160	220	205	190	175
3 - 5	-	195	180	165	150	210	195	180	165
1 - 2	-	185	170	155	140	200	185	170	155
-	30 - 50	167	160	150	-	175	170	160	-
-	60 - 80	155	150	140	-	165	160	150	-
-	90 - 120	145	140	135	-	160	155	140	-
-	150-200	135	130	128	-	150	145	135	-



*Ghi chú:*

- Số liệu trong bảng 5.19 chỉ dùng cho bê tông có hàm lượng xi măng không lớn hơn  $400\text{kg/m}^3$ . Khi  $X > 400\text{kg}$  tăng thêm 1 lít/10kg xi măng tăng.

- Khi dùng xi măng portland puzôlan thì lượng nước cần tăng thêm 15 - 20 lít.

- Khi dùng cát nhỏ, lượng nước cần tăng thêm 10 lít.

Hoặc tùy thuộc vào môđun độ lớn của cát,  $D_{\max}$ , SN có thể tra N theo bảng 5.20 sau:

**Bảng 5.20. Xác định lượng nước N (Lít/m<sup>3</sup> bê tông) theo  $M_{dl}$ ,  $D_{\max}$ , SN**

Số TT	Độ sụt cm	Kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn $D_{\max}$ , mm											
		10			20			40			70		
		Môđun độ lớn của cát, $M_{dl}$											
		1,5 - 1,9	2,0 - 2,4	2,5 - 3,0	1,5 - 1,9	2,0 - 2,4	2,5 - 3,0	1,5 - 1,9	2,0 - 2,4	2,5 - 3,0	1,5 - 1,9	2,0 - 2,4	2,5 - 3,0
1	1 ÷ 2	195	190	185	185	185	180	175	170	165	165	160	155
2	3 ÷ 4	205	200	195	195	190	185	185	180	175	175	170	165
3	5 ÷ 6	210	205	200	200	195	190	190	185	180	180	175	170
4	7 ÷ 8	215	210	205	205	200	195	195	190	185	185	180	175
5	9 ÷ 10	220	215	210	210	205	200	200	195	190	190	185	180
6	11 ÷ 12	225	220	215	215	210	205	205	200	195	195	190	185

*Ghi chú:* Bảng 5.20 với lượng nước xác định trong bảng ứng với cốt liệu lớn là đá dăm, xi măng pooclăng thông thường và có giá trị không đổi khi lượng xi măng sử dụng là không lớn hơn  $400\text{kg/m}^3$  bê tông. Khi lượng xi măng lớn hơn  $400\text{kg/m}^3$  bê tông thì lượng nước sẽ điều chỉnh theo nguyên tắc cộng 1 lít cho 10 kg xi măng tăng. Phụ gia sử dụng dạng bột cũng được tính như xi măng để điều chỉnh nước.

Khi sử dụng cốt liệu lớn là sỏi, lượng nước giảm đi 10 lít.

Khi sử dụng xi măng pooclăng hỗn hợp, xi măng pooclăng xỉ thì lượng nước cộng thêm 10 lít. Xi măng pooclăng puzôlan, lượng nước cộng thêm 15 lít.

Khi sử dụng cát có  $M_{dl} = 1 - 1,4$  thì lượng nước tăng thêm 5 lít.

Khi sử dụng cát có  $M_{dl} > 3$  thì lượng nước giảm đi 5 lít.

- Xác định xi măng (X):

$$\Rightarrow X = \frac{X}{N} \cdot N ; \text{ kg.} \quad [3]$$

So sánh với lượng xi măng quy định tối thiểu bằng 5.2 chọn giá trị lớn nhất.

- Xác định lượng đá dăm hay sỏi (Đ):

Để xác định lượng cốt liệu lớn và nhỏ phải dựa vào cơ sở lý thuyết “thể tích tuyệt đối”. Nghĩa là tổng thể tích đặc của các nguyên vật liệu xi măng, nước, cát, đá sẽ bằng  $1\text{m}^3$  hỗn hợp bê tông, ta có phương trình:

$$V_{aX} + V_{aN} + V_{aC} + V_{aĐ} = 1000 \text{ (lít)} \quad [4]$$

Hay: 
$$\frac{X}{\gamma_{aX}} + \frac{C}{\gamma_{aC}} + \frac{D}{\gamma_{aD}} + N = 1000 \quad [5]$$

Với:  $V_{aX}, V_{aN}, V_{aC}, V_{aĐ}$  - thể tích đặc của xi măng, nước, cát, đá, (lít).

$\gamma_{aX}, \gamma_{aC}, \gamma_{aĐ}$  - khối lượng riêng của xi măng, cát, đá, (kg/lít).

Mặt khác hỗn hợp vữa (X, N, C) trong  $1\text{m}^3$  hỗn hợp bê tông cần nhét đầy các lỗ rỗng và bao bọc những hạt cốt liệu lớn để bê tông đạt được độ dẻo yêu cầu. Biểu diễn sự tương quan của các đại lượng đó bằng phương trình:  $V_{vữa} = \alpha \cdot V_{rỗngđá} = \alpha \cdot r_D \cdot V_{ođ}$

$$\Rightarrow \frac{X}{\gamma_{aX}} + \frac{C}{\gamma_{aC}} + N = \frac{D}{\gamma_{oĐ}} \cdot r_D \cdot \alpha; \text{ (với } r_D = \frac{V_r}{V_0} \text{)} \quad [6]$$

Từ [5] và [6] ta có: 
$$D = \frac{1000}{\frac{r_D \cdot \alpha}{\gamma_{oĐ}} + \frac{1}{\gamma_{aD}}}, \text{ (kg)}$$

với:  $r_D$ : độ rỗng của đá, %;

$\gamma_{oĐ}, \gamma_{aĐ}$  - khối lượng thể tích và khối lượng riêng của đá, (kg/lít);

$\alpha$  - hệ số tăng lượng vữa để bao bọc hạt cốt liệu lớn (hệ số bao bọc).

Hệ số  $\alpha$  tùy thuộc vào dạng hỗn hợp bê tông:

- Hỗn hợp bê tông cứng:  $\alpha = 1,05 - 1,1$  &  $1,2$  (dùng cát nhỏ).

• Hỗn hợp bê tông dẻo: Khi xi măng tăng, tỉ lệ của nước không đổi nên hồ XM trở nên đặc, nó sẽ bọc bề mặt cốt liệu một lớp dày hơn. Với hỗn hợp bê tông dẻo  $\alpha$  phụ thuộc vào lượng XM trong bê tông có thể tra bảng 5.21 hoặc bảng 5.22.

**Bảng 5.21. Hệ số  $\alpha$**

Lượng xi măng trong $1\text{m}^3$ , kg bê tông	Hệ số $\alpha$	
	Đá dăm	Sỏi
250	1,30	1,34
300	1,36	1,42
350	1,42	1,48
400	1,47	1,52

*Ghi chú:* Trị số  $\alpha$  ở trong bảng dùng cho cát trung bình với lượng nước yêu cầu bằng 7% khối lượng cát. Khi dùng cát nhỏ với lượng nước yêu cầu lớn hơn 7%, thì trị số  $\alpha$  giảm đi 0,03 ứng với độ tăng 1% lượng nước yêu cầu và ngược lại nếu dùng cát hạt lớn, thì trị số  $\alpha$  tăng 0,03 ứng với mỗi độ giảm 1% lượng nước yêu cầu của cát.

Hoặc có thể xác định  $\alpha$  theo bảng 5.22 phụ thuộc vào  $M_{dl}$  và thể tích hồ xi măng như sau:

$$V_h = \frac{X}{\gamma_a} + N; \text{ lít}$$

**Bảng 5.22**

$M_{dl}$ của cát	Ứng với giá trị $V_h = X/\gamma_{aX} + N$ (lít/m <sup>3</sup> ) bằng									
	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450
3,0	1,33	1,38	1,43	1,48	1,52	1,56	1,59	1,62	1,64	1,66
2,75	1,30	1,35	1,40	1,45	1,49	1,53	1,56	1,59	1,61	1,63
2,5	1,26	1,31	1,36	1,41	1,45	1,49	1,52	1,55	1,57	1,59
2,25	1,24	1,29	1,34	1,39	1,43	1,47	1,50	1,53	1,53	1,57
2,0	1,22	1,27	1,32	1,37	1,41	1,45	1,48	1,51	1,51	1,55
1,75	1,14	1,19	1,24	1,29	1,33	1,37	1,40	1,43	1,43	1,47
1,5	1,07	1,12	1,17	1,22	1,26	1,30	1,33	1,36	1,36	1,40

Hệ số  $\alpha$  dùng cho hỗn hợp bê tông dẻo SN = 2 ÷ 12 cm, cốt liệu lớn là đá dăm, nếu dùng sỏi thì giá trị  $\alpha$  trong bảng cộng thêm 0,06.

Với các độ sụt khác, điều chỉnh  $\alpha$  như sau:

Khi bê tông có độ sụt 14 ÷ 18cm,  $\alpha$  tra bảng cộng thêm 0,1 đối với cát có  $M_{dl} < 2$ ; cộng thêm 0,15 đối với cát có  $M_{dl} = 2 \div 2,5$ ; cộng thêm 0,2 đối với cát có  $M_{dl} > 2,5$ ;

- Khi bê tông có độ sụt 0 ÷ 1cm (ĐC = 4 ÷ 8s)  $\alpha$  tra bảng trừ bớt 0,1 đối với cát có  $M_{dl} < 2$  (nhưng giá trị cuối cùng không nhỏ hơn 1,05); trừ bớt 0,15 ÷ 0,2 đối với cát có  $M_{dl} \geq 2$  (nhưng giá trị cuối cùng không nhỏ hơn 1,1).

- *Tính lượng cát (C):*

Từ [5] suy ra: 
$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\gamma_{aX}} + \frac{D}{\gamma_{aD}} + N \right) \right] \cdot \gamma_{aC}, \text{ (kg)}$$

Với:  $\gamma_{aX}$ ,  $\gamma_{aD}$ ,  $\gamma_{aC}$  - khối lượng riêng của XM, đá, cát (kg/lít);

Sau khi đã xác định sơ bộ thành phần nguyên vật liệu bằng cách dựa vào một số bảng và công thức, cần tiến hành kiểm tra lại bằng thực nghiệm.

b) *Tính liều lượng nguyên vật liệu ở trạng thái ẩm trong 1m<sup>3</sup> bê tông*

Thành phần nguyên vật liệu đã tính toán trên được xem là khô hoàn toàn. Nguyên vật liệu thực tế như cát, đá thường ở trạng thái tự nhiên bị ẩm, phải điều chỉnh như sau:

$$X_1 = X$$

$$C_1 = C.(1 + W_c)$$

$$Đ_1 = Đ.(1 + W_d)$$

$$N_1 = N - (C.W_c + Đ.W_d).$$

với  $W_d, W_c$  là độ ẩm có trong đá và cát.

c) *Tính liều lượng nguyên vật liệu cần để chế tạo  $V_o$  (m<sup>3</sup>) bê tông*

$$X_o = V_o X_1$$

$$C_o = V_o C_1$$

$$Đ_o = V_o Đ_1$$

$$N_o = V_o N_1.$$

d) *Tính hệ số sản lượng*

Thực tế, tổng thể tích tự nhiên của xi măng, cát, đá bao giờ cũng lớn hơn thể tích của hỗn hợp bê tông. Do vậy:

$$V_b < V_{OX} + V_{OC} + V_{OD}$$

với:  $V_b = G/\gamma_o$  (Thể tích hỗn hợp bê tông sau khi nhào trộn, lít);

$G$  - khối lượng nguyên vật liệu dùng nhào trộn bê tông, kg;

$\gamma_o$  - khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông sau khi đã đầm chặt, kg/lít;

$V_{OX}, V_{OC}, V_{OD}$  - thể tích tự nhiên của vật liệu, lít.

Để cân bằng bất đẳng thức, đưa vào hệ số  $\beta$

$$V_b = \beta(V_{OX} + V_{OC} + V_{OD})$$

Xem  $V_{OX}, V_{OC}, V_{OD}$  ứng với 1m<sup>3</sup> bê tông, ta có :

$$\Rightarrow \beta = \frac{1000}{V_{OX} + V_{OC} + V_{OD}} = \frac{1000}{\frac{X}{\gamma_{OX}} + \frac{C}{\gamma_{OC}} + \frac{Đ}{\gamma_{OD}}}$$

$\beta$  gọi là hệ số sản lượng của bê tông

Ý nghĩa:  $\beta$  là chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của hỗn hợp bê tông,  $\beta$  càng lớn thì càng kinh tế, thường  $\beta = 0,6 \div 0,7$ . Sử dụng  $\beta$  để tính thành phần của bê tông cho 1 mẻ trộn có dung tích xác định.

e) Tính liều lượng nguyên vật liệu dùng cho 1 mẻ trộn có thể tích  $V_m$  (lít)

$$X_2 = \frac{\beta \cdot V_m}{1000} \cdot X_1 \qquad C_2 = \frac{\beta \cdot V_m}{1000} \cdot C_1$$

$$N_2 = \frac{\beta \cdot V_m}{1000} \cdot N_1 \qquad D_2 = \frac{\beta \cdot V_m}{1000} \cdot D_1$$

với:  $V_m$  - dung tích máy trộn, lít

$X_1, N_1, C_1, D_1$  - lượng xi măng, nước, cát, đá đã tính cho  $1m^3$  bê tông ở trạng thái ẩm.

$X_2, N_2, C_2, D_2$  - lượng xi măng, nước, cát, đá tính cho 1 mẻ máy trộn có thể tích  $V_m$ .

f) Kiểm tra vật liệu bằng thực nghiệm

Từ nguyên vật liệu cho  $1m^3$  bê tông, lấy 10 ÷ 20 lít đem nhào trộn để kiểm tra:

- Độ sụt nón của hỗn hợp bê tông: Có 3 trường hợp:

Nếu  $SN_{\text{thực tế}} \approx SN_{\text{yêu cầu}}$  - Thiết kế tốt.

Nếu  $SN_{\text{thực tế}} > SN_{\text{yêu cầu}}$  - có thể điều chỉnh cho thêm vào hỗn hợp bê tông một lượng cốt liệu (cát, đá đảm bảo  $C/(C + D)$  không đổi).

Nếu  $SN_{\text{thực tế}} < SN_{\text{yêu cầu}}$  - Điều chỉnh thêm N và X sao cho X/N không đổi.

- Kiểm tra cường độ:

Để kiểm tra cường độ ta lấy hỗn hợp bê tông đã đạt yêu cầu về tính dẻo đem đúc mẫu bằng các khuôn có hình dạng và kích thước quy định. Số mẫu cần đúc tùy thuộc vào cường độ của bê tông cần phải xác định ở những tuổi nào. Sau đó đem mẫu dưỡng hộ 28 ngày trong điều kiện tiêu chuẩn rồi nén xác định cường độ chịu nén trung bình. Nếu các mẫu thí nghiệm có hình dáng kích thước không tiêu chuẩn thì phải chuyển về cường độ của mẫu tiêu chuẩn.

Nếu  $R_{tb} = (1 \div 1,15) R_{n/y/cầu}$ : Cấp phối đạt yêu cầu về cường độ.

Nếu  $R_{tb} > 1,15 R_{n/y/cầu}$ : Tính lại. Giảm lượng xi măng để đảm bảo tính kinh tế.

Nếu  $R_{tb} < R_{n/y/cầu}$ : Tính lại hoặc tăng thêm lượng xi măng.

Giai đoạn này kiểm tra:

+  $\gamma_o$  của hỗn hợp bê tông:

$$\gamma_o^{hh} = G / V_o^{\text{thực tế}} ; \text{ kg/lít.}$$

với: G - khối lượng mẫu sau khi đúc, kg.

$V_o^{\text{thực tế}}$  - thể tích thực tế của mẫu sau khi đúc.

+ Khả năng lèn chặt của hỗn hợp bê tông:

$$K_{\text{lèn chặt}} = \gamma_o^{\text{thực tế}} / \gamma_o^{\text{tính toán}} = 0.95 - 0.98.$$

$$\gamma_o^{\text{tính toán}} = \gamma_o (\text{cát, đá, XM, nước})$$

#### 5.4.4. Ví dụ tính toán

Cho nguyên vật liệu như sau:

- Ximăng portland: PCB30,  $\gamma_{aX} = 3.1 \text{ g/cm}^3$ ,  $\gamma_{oX} = 1.1 \text{ g/cm}^3$ . Mác ximăng xác định theo phương pháp dẻo (TCVN4032 : 85).

- Cát thạch anh:  $M_{dl} = 2.4$ ,  $\gamma_{aC} = 2.63 \text{ g/cm}^3$ ,  $\gamma_{oC} = 1.65 \text{ g/cm}^3$ ,  $W_c = 2\%$ ;

- Đá dăm granite:  $D_{\text{max}} = 40\text{mm}$ ;  $\gamma_{aĐ} = 2.65 \text{ g/cm}^3$ ,  $\gamma_{oĐ} = 1.55 \text{ g/cm}^3$ ,  $W_d = 1\%$ ;

Nguyên vật liệu có chất lượng tốt. Nước dùng chế tạo bê tông thỏa mãn yêu cầu quy phạm. Điều kiện thi công đầm máy và không chịu ảnh hưởng mưa gió.

a) Thiết kế cấp phối bê tông mác M200 cho cấu kiện sàn BTCT thường.

b) Tính nguyên vật liệu dùng để chế tạo 100 cọc bê tông có kích thước  $0.3 \times 0.3 \times 9\text{m}$ .

c) Tính nguyên vật liệu dùng cho một mẻ trộn có thể tích 500 lít để thi công ngoài công trường.

Trình tự tính toán:

• Nguyên vật liệu ở trạng thái khô trong  $1\text{m}^3$  bê tông:

- Xác định tỉ lệ X/N:

$$\text{Từ [1]} \Rightarrow X / N = R_b / A.R_x + 0.5$$

Chất lượng vật liệu tốt:  $A = 0.6$  (tra bảng 5.18)

$$\Rightarrow X/N = [200 / (0.6 \times 300)] + 0.5 = 1.61.$$

- Xác định lượng nước N:

Với cốt liệu lớn là đá dăm,  $D_{\text{max}} = 40\text{mm}$  và cấu kiện sàn BTCT có thể chọn độ sụt  $SN = 4 \div 6\text{cm}$ , tra bảng 5.19 (hoặc bảng 5.20) chọn lượng nước dùng cho  $1\text{m}^3$  bê tông là:  $N = 180$  lít.

- Xác định lượng xi măng X:

$$X = (X/N) \times N = 1,61 \times 180 = 290 \text{ kg.}$$

- Tính lượng đá Đ:

$$\text{Đ} = 1000 / (1/\gamma_{a\text{Đ}} + r_{\text{Đ}} \cdot \alpha / \gamma_{o\text{Đ}})$$

với:  $r_{\text{Đ}} = (1 - \gamma_o / \gamma_a) \cdot 100\% = (1 - 1,55/1,65) \times 100\% = 41,51\%$ .

$\alpha$  - xác định từ bảng tra 5.21 (hoặc có thể tra theo bảng 5.22), dùng phương pháp nội suy  $\alpha = 1,35$ .

Vậy:  $\text{Đ} = 1000 / [1 / 2,65 + (0,4151 \times 1,35) / 1,55] = 1354 \text{ kg.}$

- Tính lượng cát C:

$$C = [1000 - (X / \gamma_{aX} + \text{Đ} / \gamma_{a\text{Đ}} + N)]. \gamma_{aC}$$

$$C = [1000 - (290 / 3,1 + 1354 / 2,65 + 180)]. 2,63 = 566 \text{ kg.}$$

Vậy, liều lượng nguyên vật liệu cho  $1\text{m}^3$  bê tông ở trạng thái khô:

$$N = 180 \text{ lít}$$

$$X = 290 \text{ kg.}$$

$$C = 566 \text{ kg.}$$

$$\text{Đ} = 1354 \text{ kg.}$$

Theo tỉ lệ khối lượng:

$$X : C : \text{Đ} : N = 1 : 1,95 : 4,7 : 0,62$$

Tính liều lượng NVL khi tính đến độ ẩm tự nhiên trong  $1\text{m}^3$  bê tông:

$$X_1 = X = 290 \text{ kg.}$$

$$C_1 = C(1 + W_c) = 566(1 + 0,02) = 577\text{kg.}$$

$$\text{Đ}_1 = \text{Đ}(1 + W_d) = 1354(1 + 0,01) = 1368 \text{ kg.}$$

$$N_1 = 180 - C \cdot W_c - \text{Đ} \cdot W_d = 180 - 566 \times 0,02 - 1354 \times 0,01 = 155 \text{ lít}$$

b) Tính nguyên vật liệu cần dùng để chế tạo 100 cọc bê tông.

$$V_o = 81 \text{ m}^3 \text{ bê tông.}$$

$$X_o = 81 \cdot X_1 = 23\,490 \text{ kg.}$$

$$C_1 = 81 \cdot C_1 = 46\,737 \text{ kg}$$

$$\text{Đ}_1 = 81 \cdot \text{Đ}_1 = 110\,808 \text{ kg.}$$

$$N_1 = 81 \cdot N_1 = 12\,555 \text{ kg}$$



c) Tính liều lượng nguyên vật liệu cho một mẻ trộn có dung tích 500 lít.

$$\beta = \frac{1000}{\frac{X}{\gamma_{OX}} + \frac{C}{\gamma_{OC}} + \frac{D}{\gamma_{OD}}} = \frac{1000}{\frac{290}{1,1} + \frac{566}{1,65} + \frac{1354}{1,55}} = 0,68$$

$$X_2 = \frac{0,68 \times 500}{1000} \times 290 = 98\text{kg}$$

$$N_2 = \frac{0,68 \times 500}{1000} \times 155 = 52,7\text{lít}$$

$$C_2 = \frac{0,68 \times 500}{1000} \times 577 = 196\text{kg}$$

$$D_2 = \frac{0,68 \times 500}{1000} \times 1368 = 465\text{kg}$$

## 5.5. CÁC LOẠI BÊTÔNG ĐẶC BIỆT

### 5.5.1. Bê tông thủy công

Bê tông thủy công là một dạng đặc biệt của bê tông nặng, được đặc trưng bằng tính ổn định đối với nước, tính chống thấm cao, toả ít nhiệt... dùng để xây dựng các công trình thủy công hay các bộ phận riêng biệt ở trong môi trường bị ngập nước thường xuyên hay không thường xuyên.

Bê tông thủy công có nhiều loại được phân theo khả năng chống thấm nước như B-2, B-4, B-6, B-8 ở các áp lực 2, 4, 6 và 8 atm thì nước không thấm qua mẫu bê tông được dưỡng hộ sau 28 ngày.

Đối với những loại bê tông ngập nước, bê tông ở vùng nước thay đổi, cũng như bê tông chịu tác dụng của nước ngầm cần phải tăng cường chống xâm thực của nước, công trình khối lớn phải dùng xi măng ít toả nhiệt.

Để tăng cường khả năng chống xâm thực người ta đưa vào xi măng portland các chất phụ gia hoạt tính vô cơ như: diatomit, trêpen, đá pouzoland, xỉ hạt lò cao... Các chất này khi tương tác với  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  tạo thành hợp chất không hoà tan trong nước và làm cho bê tông được đặc chắc hơn, góp phần nâng cao tính bền vững đối với nước.

Như vậy, để chế tạo bê tông thủy công người ta dùng các loại xi măng portland và các loại đặc biệt của nó như  $\text{PC}_{\text{PUZ}}$ ,  $\text{PC}_{\text{XI}}$ ,  $\text{PC}_{\text{LH}}$ ,  $\text{PC}_{\text{S}}$ ,  $\text{PC}$  tăng dẻo và kị nước...

Dùng cốt liệu thiên nhiên như cát và sỏi hay đá dăm cần phải đạt yêu cầu chất lượng cao hơn so với cốt liệu cho bê tông thường như hàm lượng bụi, bùn,

sét < 1%,  $[SO_4^{2-}] < 0,5\%$ . Cát có cỡ hạt trung bình đến to, cốt liệu có cấp phối hạt hợp lí.

Nước dùng cho bê tông thủy công phải đạt yêu như bê tông thường.

Để tăng độ đặc cho bê tông thủy công còn dùng các loại phụ gia hoá học và phụ gia vô cơ nghiền nhỏ như bột cát, bột đá vôi...

### 5.5.2. Bê tông đường

Bê tông đường là loại bê tông nặng được sử dụng rộng rãi cho các lớp áo đường ô tô quốc lộ, đường thành phố, đường bên trong nhà máy, xí nghiệp, đường băng sân bay...

Bê tông đường có nhiều loại, theo công dụng chia ra:

Bê tông mặt đường một lớp và bê tông lớp trên của mặt đường 2 lớp.

Bê tông lớp dưới của mặt đường 2 lớp.

Bê tông móng của đường cao cấp.

Bê tông đường thường ở tình trạng khô, ẩm, nóng, lạnh thay đổi cũng như thường xuyên chịu tác dụng của những phương tiện vận chuyển làm cho lớp bê tông dễ bị hao mòn. Do đó bê tông mặt đường phải có cường độ và độ chống hao mòn cao.

Việc lựa chọn mác bê tông cho phù hợp với các vị trí khác nhau của mặt đường phải thoả yêu cầu theo bảng sau:

Công dụng của bê tông	Mác bê tông theo cường độ, (kG/cm <sup>2</sup> )	
	Chịu uốn	Chịu nén
Dùng cho áo đường 1 lớp và lớp trên của mặt đường 2 lớp.	40, 45, 50 và 55	300, 350, 400 và 500
Dùng cho lớp dưới của mặt đường 2 lớp.	35, 40 và 45	250, 300 và 350
Dùng cho nền đường cấp cao	20, 25, 30 và 35	100, 150, 200 và 250

Thường dùng xi măng portland thường, PCB, PC kị nước và tăng dẻo... với mác > 500 đối với bê tông đường 1 lớp, 2 lớp; >300 đối với bê tông lớp móng đường.

Cát nên dùng cát thiên nhiên như cát thạch anh hay cát nghiền từ đá đặc. Cốt liệu lớn có thể là đá dăm hay đá sỏi rửa sạch, hoặc có thể dùng cốt liệu đặc biệt như bi đạn sắt để chống hao mòn. Với độ lớn giới hạn  $D_{max}$  của cốt liệu lớn như sau:

$D_{max} = 40$  đối với mặt đường 1 lớp và lớp dưới của mặt đường 2 lớp.

$D_{max} = 20$  đối với lớp trên của mặt đường 2 lớp.

$D_{max} = 70$  đối với móng đường cấp cao.

Cường độ chịu nén của cốt liệu đá phải cao cường độ chịu nén của bê tông 2 - 4 lần. Tỷ lệ hạt yếu, giòn, bị phong hóa < 7%.

### 5.5.3. Bê tông bền axit

Bê tông chống axit là hỗn hợp gồm: chất kết dính là thủy tinh lỏng, chất độn là cát thạch anh nghiền nhỏ, chất phụ gia natri silicat florua  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ , cốt liệu là cát thạch anh hoặc đá đập vụn từ cát đá thiên nhiên đặc chắc, đá dăm đặc thường chế tạo từ đá opan, đá andezit, granite, diabazơ, gabrô,... dùng để xây dựng các bể chứa, đường ống và các thiết bị khác trong công nghiệp hoá học thay thế cho các loại vật liệu đất tiền khác như chì lá, gốm chịu axit, đá dẻo...

Thành phần của hỗn hợp bê tông có thể trộn theo tỷ lệ sau:

1 cát : 1 bột đá (cát) : 2 đá dăm : 1 thủy tinh lỏng với 15%  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$

Khi trộn hỗn hợp bê tông, người ta trộn cốt liệu trước, sau đó cho thủy tinh lỏng thấm ướt cốt từ từ, cho đến khi nào đạt được độ dẻo yêu cầu thì thôi.

### 5.5.4. Bê tông chịu nhiệt

Bê tông chịu nhiệt là những loại bê tông có khả năng chịu tác dụng của nhiệt độ lâu dài trong một giới hạn yêu cầu.

Khi chế tạo bê tông chịu nhiệt thường được chế tạo từ chất kết dính là xi măng aluminat, PC,  $\text{PC}_{XI}$ , cũng như thủy tinh lỏng với  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ .

Bê tông chịu nhiệt có thể được chế tạo từ các cách sau đây:

- Xi măng portland với anhydrit photpho, chất phụ gia nghiền nhỏ như bột samốt, đất hoàng thổ, xỉ hạt lò cao... cát và đá dăm từ cromit ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), hay từ xi măng cao aluminat, cát và đá dăm từ gạch cao aluminat... có mức chịu nén nhỏ nhất 250 chịu được nhiệt độ 800 - 1500°C.

- Xi măng aluminat, cát và đá dăm từ crômít, hoặc từ thủy tinh lỏng với  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ , chất phụ gia nghiền nhỏ, cát và đá dăm từ gạch vỡ manhezit hay crômít. Có mức thấp nhất 150, chịu  $t^\circ = 1100 - 1350^\circ\text{C}$ .

Khi chế tạo từ PC thì người ta thường dùng đất sét hoàng thổ, xỉ nhiệt, sỏi đá bột, xỉ hạt lò cao nghiền nhỏ để làm chất phụ gia, còn cát và đá dăm thì dùng samốt, gạch đất sét vỡ, đá bazan, đá diabazơ... Khi dùng xi măng aluminat thì người ta dùng samốt làm cốt liệu to và nhỏ.

Bê tông nhẹ cốt liệu rỗng và bê tông tổ ong cũng có khả năng chịu lửa.

### 5.5.5. Bê tông màu

Bê tông màu được chế tạo bằng cách đưa vào trong hỗn hợp bê tông các chất bột màu kiềm với hàm lượng từ 8 - 12% khối lượng xi măng, hoặc dùng các loại

ximăng màu. Có thể dùng các loại cốt liệu màu cần thiết như: tốp, đá hoa, đá quáczit đỏ... Bê tông màu dùng để trang hoàng trong xây dựng nhà cửa và các công trình khác, để đánh dấu vệt đường đi bộ và dải phân chia mặt đường...

### 5.5.6. Bê tông chống phóng xạ

Bê tông chống phóng xạ là những bê tông đặc biệt nặng, đặc chắc và chứa nhiều Hidrô (nước) dùng để ngăn cản được các tia phóng xạ như tia X, tia gama và sự phát xạ của nơtron trong các trung tâm nghiên cứu phản ứng hạt nhân, phòng xạ trị, chụp Xquang... dùng để thay thế các vật liệu đắt tiền như: chì, côban...

Cốt liệu là những vật liệu nặng như manhêtit, barit, limônít, thép hoặc gang vụn, quặng kim loại...

Chất kết dính là PC, PC<sub>XI</sub>, ximăng aluminat (ximăng chứa nhiều C<sub>3</sub>A và thạch cao là tốt nhất vì sẽ phản ứng tạo hợp chất ngậm nước lớn tăng tỉ lệ hydrô trong bê tông sẽ ngăn cản hiệu quả nhất)

### 5.5.7. Bê tông ximăng polime

Bê tông ximăng polime là loại bê tông mà người ta cho thêm vào ximăng những chất phụ gia bằng polime tổng hợp, có tác dụng nâng cao tính chịu kéo của bê tông, tăng khả năng chống nứt, chống va chạm, bào mòn, tăng tính biến dạng dẻo, giảm tính giòn, nâng cao độ đặc chắc và tính chống thấm của bê tông.

Nhược điểm của bê tông này là tính ổn định trong nước kém và làm chậm sự phát triển cường độ ban đầu của bê tông trong môi trường độ ẩm cao.

Bê tông ximăng được dùng chủ yếu dưới dạng những lớp bảo vệ bên ngoài của bề mặt các cấu kiện bê tông thường.

Chất phụ gia polime được chia làm 2 nhóm:

- *Nhũ tương*: ở dạng phân tán loãng, có tính đàn hồi cao, thường dùng 2 loại: nhũ tương từ polivinyl axêtat (phổ biến nhất) và nhũ tương từ cao su tổng hợp như nhựa divinistiron.

- *Các loại nhựa đông cứng hoà tan trong nước* như nhựa phenol, cacbamid, êpôxit...

**5.5.8. Bê tông cốt liệu bé**: là bê tông sử dụng cốt liệu có cỡ hạt lớn nhất không vượt quá 10mm và thực tế chỉ nên 5 - 7mm, dùng cho các kết cấu mái nhíp lớn dạng vòm, kết cấu vỏ mỏng với chiều dày 20 - 30mm và những sản phẩm có chiều dày bé khác, ví dụ như bê tông đá mi, bê tông silicát (vôi - silic(bột cát thạch anh, fenspat, tro xỉ) - bột khoáng và cốt liệu nhỏ). Đặc điểm của bê tông cốt liệu bé là bê tông đặc chắc, cường độ cao, lượng dùng ximăng nhiều hơn so với bê tông thường.

**5.5.9. Bê tông cường độ cao:** là bê tông có mác lớn hơn 600, được chế tạo trên cơ sở xi măng mác cao, cát và đá dăm rửa sạch, đá có mác cao. Đặc biệt có sử dụng thêm một loại phụ gia khoáng tăng cường độ cho bê tông là silica fume (muội silic) với hàm lượng thay đổi có thể từ 5 - 15%XM với tỉ lệ N/X nhỏ khoảng 0,25 - 0,35 và sử dụng phụ gia siêu dẻo để làm tăng tính dẻo giảm nhẹ mức độ lèn chặt.

### **5.5.10. Bê tông nhẹ**

#### **5.5.10.1. Khái niệm**

Những loại bê tông có trọng lượng thể tích ở trạng thái khô vào khoảng 500 - 1800 kg/m<sup>3</sup> được gọi là bê tông nhẹ.

#### **5.5.10.2. Công dụng**

Bê tông nhẹ thường dùng để xây dựng và cách nhiệt như dùng làm sàn mái cách nhiệt, các tấm trong xây dựng, các tấm panel đúc sẵn trong hệ thống nhà ở, bản sàn mặt cầu tải trọng thấp, sử dụng chống sạt lở, trượt đất... Cho địa kỹ thuật như dùng để thay thế cho vùng đất không ổn định, bơm phụt đường hầm và các vòm, vật liệu nhẹ lấp đầy trên các công trình ngầm... Một số loại dùng làm tường ngoài, tường ngăn, trần ngăn và các kết cấu khác trong công trình dân dụng với mục đích làm giảm bớt tải trọng của công trình và hạ thấp khả năng truyền nhiệt của nó.

#### **5.5.10.3. Phân loại**

##### *a) Theo cấu tạo, chia ra*

- Bê tông nhẹ cấu tạo đặc: lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu được nhét đầy vữa xi măng, nhẹ do độ rỗng của cốt liệu.
- Bê tông nhẹ cấu tạo xốp: lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu được nhét đầy vữa xi măng xốp (tạo rỗng nhân tạo).
- Bê tông nhẹ cấu tạo rỗng: xi măng không đủ nhét đầy lỗ rỗng cốt liệu, thường thì bê tông không cát hoặc ít cát.

##### *b) Theo công dụng, chia ra*

- Bê tông nhẹ chịu lực.
- Bê tông nhẹ chịu lực - cách nhiệt.
- Bê tông nhẹ cách nhiệt.

#### **5.5.10.4. Vật liệu để chế tạo bê tông nhẹ**

*a) Chất kết dính:* Sử dụng các loại PC tùy theo yêu cầu sử dụng, các chất kết dính như vôi, vôi hỗn hợp... được ứng dụng chế tạo cấu kiện có chưng hấp.

b) *Nước*: yêu cầu giống như bê tông nặng.

c) *Cốt liệu*: Thường là cốt liệu rỗng thiên nhiên hoặc nhân tạo.

- *Loại thiên nhiên*: sỏi đá bọt, tốp núi lửa, đá vôi rỗng, đá vôi vỏ sò, tốp đá vôi...

- *Loại nhân tạo*: Xi nhiệt điện, xỉ lò cao, hạt keramzit, hạt thủy tinh rỗng, aglôpôrit..

#### 5.5.10.5. Các loại bê tông nhẹ

a) *Bê tông kêramzit*: là loại bê tông được chế tạo bằng cách dùng sỏi hay đá dăm bằng hạt kêramzit có cấu tạo rỗng nhỏ, đồng nhất và trọng lượng thể tích dạng cục từ  $800 - 1800 \text{ kg/m}^3$  và cát thạch anh hạt lớn. Còn chất kết dính thì dùng xi măng poolăng mác cao.

Kêramzit là những hạt sỏi gồm dạng tròn hoặc bầu dục, sản xuất bằng cách nung nở phồng đất sét dễ chảy. Có đặc điểm là cấu tạo lỗ rỗng nhỏ và kín.

Bê tông kêramzit có cường độ cao được đặc trưng bằng chỉ tiêu cường độ chịu nén từ  $200 - 400 \text{ kG/cm}^2$ .

Bê tông kêramzit chỉ đạt được cường độ cao, khi lựa chọn các loại vật liệu có chất lượng và thành phần bê tông phải tốt.

Việc áp dụng bê tông nhẹ cường độ cao rất có hiệu quả đối với các kết cấu bê tông cốt thép nhịp lớn. Sự giảm trọng lượng bản thân trong những trường hợp trên, sẽ cho phép hạ thấp mác bê tông, lượng dùng xi măng và cốt thép.

Như vậy, việc áp dụng bê tông kêramzit có cường độ cao vào các dầm bê tông cốt thép ứng suất trước của các cầu trên đường ô tô, khi nhịp đến 20m, sẽ cho giảm được lượng dùng cốt thép đến 20 - 25% so với các công trình tương tự khi dùng bê tông nặng cốt liệu đặc.

#### b) *Bê tông nhẹ cấu tạo rỗng*

Là loại bê tông khi chế tạo người ta không dùng hoặc dùng rất ít cát, dùng 1 - 2 cỡ đá với độ lớn đến 20mm, có dạng tròn cạnh và bề mặt tương đối phẳng.

Những loại bê tông nhẹ cấu tạo rỗng được đặc trưng bằng trọng lượng thể tích nhỏ khoảng  $600 - 900 \text{ kg/m}^3$  và cường độ chịu nén đến  $50 \text{ kG/cm}^2$ . Loại bê tông này dùng có hiệu quả để chế tạo các block, tường và những cấu kiện xây dựng chịu tải nhỏ.

Cường độ của bê tông nhẹ cấu tạo rỗng trên cơ bản phụ thuộc vào cường độ của cốt liệu, lượng dùng xi măng, cường độ của đá xi măng và độ đặc khi đổ khuôn hỗn hợp bê tông.

#### c) *Bê tông nhẹ vữa xi măng xốp*

Bê tông nhẹ với đá xi măng tạo xốp có thể chế tạo được bằng cách:

+ Trộn chất bột được chế tạo riêng biệt với cốt liệu rỗng: chất bột đó bao gồm chất kết dính, nước, bột khoáng và chất tạo bọt.

+ Cho thêm vào trong quá trình trộn hỗn hợp bê tông nhẹ khi thiếu cát loại bột kỹ thuật được chế tạo riêng biệt.

Phương pháp thứ hai chế tạo nhanh hơn phương pháp thứ nhất và có các chỉ tiêu cường độ, trọng lượng thể tích ổn định hơn. Song trường hợp đó cường độ bê tông thấp hơn khoảng 15 - 20%, vì lượng dùng chất tạo bọt tăng lên, cần thiết để làm nở phồng toàn bộ hỗn hợp bê tông.

Bê tông nhẹ dùng cốt liệu rỗng lớn và nhỏ với hỗn hợp vữa tạo rỗng thì người ta cho chất tạo bọt vào ở dạng chất phụ gia có khả năng lôi cuốn không khí vào. Tỷ lệ của nó nhiều hay ít phụ thuộc vào dạng cốt liệu nhỏ và ý định lôi cuốn không khí vào hỗn hợp. Tỷ lệ này vào khoảng 0,5 - 1,5% theo trọng lượng xi măng.

Các loại bê tông của nhóm này được chia ra làm hai dạng:

Bê tông nhẹ không có cốt liệu nhỏ với đá xi măng xốp, trong bê tông này đá xi măng sẽ nhét đầy các lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu lớn.

Bê tông nhẹ có cốt liệu nhẹ lớn và nhỏ, tạo rỗng bằng cách đưa không khí vào trong vữa (bê tông nhẹ được dẻo hóa).

Sự phối hợp của cốt liệu rỗng và đá hay vữa xi măng xốp cho phép chế tạo được loại bê tông nhẹ chịu lực và cách nhiệt có cường độ vào khoảng 50 - 100 kG/cm<sup>2</sup> và trọng thể tích từ 800 - 1200kg/m<sup>3</sup>.

Nhờ có những hốc nhỏ kín chứa đầy không khí nên hỗn hợp bê tông có tính dẻo và dễ đổ khuôn, lượng dùng nước tương đối ít.

#### *d) Bê tông xốp*

Bê tông xốp là một dạng đặc biệt của bê tông nhẹ và đặc biệt nhẹ. Bê tông này được đặc trưng bằng các lỗ rỗng kín có kích thước khoảng 0,2 - 0,5mm chứa đầy không khí với số lượng khá lớn (đến 85% thể tích bê tông). Các lỗ không khí ấy phân bố đều trong bê tông và được phân chia bởi những vách ngăn mỏng và bền khi xi măng cứng rắn. Các vách ngăn đó tạo nên khung không gian chịu lực của vật liệu.

Căn cứ đặc điểm mà phân loại bê tông xốp:

- Theo phương pháp tạo rỗng chia ra:

+ Bê tông bọt, chế tạo bằng cách trộn chất kết dính, nước, cát và bọt.

+ Bê tông khí, chế tạo bằng cách trộn hỗn hợp trên với chất tạo khí.



- Theo dạng chất kết dính chia ra:

+ Bê tông xốp khi dùng chất kết dính vôi - xi măng pooc lăng.

+ Silicat xốp khi dùng chất kết dính là xỉ lò cao nghiền nhỏ với phụ gia hoạt hoá.

Theo công dụng chia ra:

Bê tông xốp cách nhiệt khi trọng lượng thể tích ở trạng thái khô nhỏ hơn hay bằng  $500\text{kg/m}^3$ .

Bê tông xốp chịu lực - cách nhiệt khi trọng lượng thể tích  $800-900\text{ kg/m}^3$ .

Bê tông xốp chịu lực khi trọng lượng thể tích  $900 - 1200\text{kg/m}^3$ .

Để nâng cao cường độ và tính ổn định của bê tông xốp, bằng cách nâng cao cấu trúc của nó, nghĩa là những lỗ rỗng được tạo thành cần phải nhỏ và phân tán đều, dùng xi măng mác cao, phần khoáng phải nghiền mịn nhỏ hơn, nâng cao chế độ gia công nhiệt ẩm.

Để hạ thấp khả năng hút nước của bê tông xốp, cần đưa vào trong thành phần bê tông chất phụ gia kỵ nước hay phủ lên bề mặt một chất ghết nước.

Cấu trúc rỗng của bê tông xốp là nguyên nhân gây ra ăn mòn cốt thép trong bê tông. Vì vậy cần phải áp dụng những biện pháp cần thiết để bảo vệ cốt thép.

#### *Bê tông bọt:*

Bê tông bọt được chế tạo bằng cách trộn hồ hay vữa xi măng với loại bọt có cấu trúc bền vững. Để chế tạo bọt người ta dùng những chất tạo bọt: nhựa saponhin, keo động vật, keo nhựa thông, cũng như chất tạo bọt trên cơ sở allumin thủy phân. Bọt kỹ thuật được chế tạo bằng cách khuấy trộn hỗn hợp xà phòng nhựa thông và keo động vật hay dung dịch saponhin.

Những bọt chế tạo như thế có cấu trúc bền vững lâu dài trộn lẫn tốt với hồ hay vữa xi măng và khi đó hồ hay vữa xi măng sẽ phân bố thành màng mỏng quanh hốc không khí và sẽ cứng rắn trong tình trạng đó.

Người ta chế tạo, hồ hay vữa xi măng cũng như hỗn hợp đều ở trong máy trộn bê tông bọt.

Máy gồm 3 cái thùng, bên trong các thùng đều có các trục quay gắn các lưỡi xéng. Tất cả các trục này chuyển động nhờ một động cơ điện.

Để tăng cường độ của bê tông bọt chịu lực có cốt thép, người ta dưỡng hộ trong otoclavo. Trong thời gian đó vôi sẽ tác dụng với cát tạo thành chất mới có tính chất bền vững và ổn định nước. Trong trường hợp này người ta có thể thay một phần xi măng bằng cát nghiền nhỏ.

Bê tông bọt cách nhiệt được áp dụng làm vật liệu cho mái lợp bằng bê tông cốt thép hay tấm lợp.

Bê tông bọt chịu lực - cách nhiệt có cường độ 25 - 75 kg/cm<sup>2</sup> và hệ số dẫn nhiệt 0,2 - 0,98 kcal/m độ.h, người ta dùng các loại bê tông nhẹ vào các công trình xây dựng dân dụng

Bê tông bọt chịu lực có cường độ 75 - 150 kg/cm<sup>2</sup> và hệ số dẫn nhiệt 0,4 - 0,46 kcal/m độ.h. Những tấm có đặt cốt thép và cứng rắn trong otoclavo sẽ có cường độ khá cao và hệ số dẫn nhiệt không lớn lắm vì thế người ta thường làm mái nhà.

#### *Bê tông khí:*

Bê tông khí được chế tạo từ xi măng hay vôi với cát thạch anh nghiền nhỏ hay những cốt liệu dạng thạch anh khác, cũng như loại tro khi đốt cháy than đá, hay than mùn ở dạng bụi.

Vôi chế tạo silicat khí phải là mới sản xuất và có tốc độ tôi nhanh, tỉ lệ oxyt magie trong vôi không được lớn hơn 1.5%. Tỉ lệ oxytcanxi và oxyt magie hoạt tính không được nhỏ hơn 70% (tốt nhất là 80 - 85%).

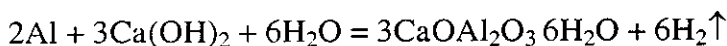
Để tăng khả năng liên kết của hydroxyt canxi trong hỗn hợp, người ta thường cho thêm vào chất phụ gia hoạt tính vô cơ và để ổn định cấu trúc lỗ rỗng của bê tông trước khi đông đặc, người ta dùng phụ gia hoạt động bề mặt.

Cát dùng để chế tạo bê tông khí, cần phải tốt. Tỉ lệ cát và các thành phần sét bụi không được lớn hơn 1,5% theo trọng lượng, vì các hợp chất đó sẽ làm giảm cường độ, làm giảm quá trình thoát khí và nở phồng của hỗn hợp. Độ nhỏ của cát cần phải đạt yêu cầu. Lượng sót trên sàng 0,08mm không được nhỏ hơn 20%.

Những loại khí dùng để chế tạo bê tông khí là Hydro, oxy và CO<sub>2</sub>.

Đối với bê tông khí dùng chất kết dính là xi măng thì bột nhôm nghiền nhỏ là phụ gia phổ biến nhất. Nó được trộn lẫn với bột vôi tôi hay vôi sống.

Quá trình tạo khí xảy ra do phản ứng hoá học giữa hydroxyt canxi với nhôm theo:



H<sub>2</sub> tách ra gây nên sự nở phồng hồ xi măng và nó bảo toàn cấu trúc rỗng đó cho đến lúc sau khi xi măng thủy hoá.

Tính chất đặc biệt của bột nhôm là sự tạo khí chậm (nó bắt đầu tạo khí sau khi đổ khuôn khoảng 10 - 15 phút) và thời gian tạo khí dài hơn 20 phút. Sau quá trình đó, một lượng khí thoát ra làm cho cấu trúc của bê tông có nhiều lỗ rỗng. Nhờ vậy người ta nhận được loại bê tông xốp có trọng lượng thể tích không lớn hơn 700kg/m<sup>3</sup> và cường độ chịu nén khoảng 60 - 70 kG/cm<sup>2</sup>.

Tỉ lệ thành phần theo trọng lượng của loại bê tông này có thể dùng như sau xi măng khoảng 90%, vôi bột 9,75%, bột nhôm 0,25%, cát nghiền mịn khoảng 2/3 theo trọng lượng xi măng, tỉ lệ N/X = 0,55 - 0,65.

Cấu kiện dùng bê tông khí cơ bản được chế tạo như sau: cho hỗn hợp cát nghiền nhỏ và nước vào máy trộn trước sau đó lần lượt cho xi măng, bột nhôm và nước vào. Trộn xong hỗn hợp được rót vào khuôn và sẽ cứng rắn trong khoảng 4 - 5 giờ. Sau đó người ta tách thành những tấm mỏng và cho vào chùng hấp với nhiệt độ 175°C và áp lực 8 (at) tại đây bê tông kết thúc cứng rắn.

Sự cứng rắn của bê tông khí trong autoclave sẽ tạo được cường độ cao đồng thời cho phép hạ thấp lượng dùng xi măng bằng cách thay đổi toàn bộ lượng xi măng bằng vôi.

Trong lĩnh vực sản xuất bê tông khí người ta cũng thường dùng dung dịch H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> làm chất tạo bọt. Loại bê tông này không ổn định dễ bị phân tích trong môi trường kiềm.

### e) Bê tông hạt polystyrene

Bê tông hạt polystyrene có thành phần là xi măng, cát và hạt polystyrene. Bê tông hạt polystyrene được xem là loại bê tông đặc biệt nhẹ cách nhiệt, cách ẩm do hạt Polystyrene có hình ô mạng kín. Bê tông hạt polystyrene chủ yếu dùng cho bê tông đúc sẵn không chịu lực, chế tạo các tấm panel và gạch block có lỗ hay đặc.

Hạt polystyrene giãn nở thường có tỉ trọng 12 - 15 kg/m<sup>3</sup> đường kính hạt từ 1 - 6mm trung bình là 3mm. Bê tông hạt polystyrene được thiết kế có cường độ chịu nén 15 - 20MPa với tỉ trọng 1600 kg/m<sup>3</sup>, nó thường được sử dụng nhiều như vật liệu nhẹ (với tỉ trọng 600 - 1000 kg/m<sup>3</sup>) mang tính cách nhiệt.

Tỉ trọng (Kg/m <sup>3</sup> )	Hạt polystyrene (m <sup>3</sup> )	XM (Kg)	Cát (Kg)	Nước (Lít)	Cường độ chịu nén (MPa)	Cường độ chịu uốn (MPa)
600	1,085	380	90	140	3,2	0,5
800	1,040	390	260	165	4,9	0,9
1000	,820	400	355	180	6,9	1,5
1300	0,660	390	680	155	9,8	2,5
1600	0,510	375	990	175	18,7	2,9

## BÀI TẬP

**Bài 1.** Khi rây sàng 1000g cát bằng bộ sàng tiêu chuẩn ta nhận được một khối lượng sót trên sàng như sau:

Cỡ sàng tiêu chuẩn	Khối lượng sót trên sàng ( $G_i$ )	$a_i$ (%)	$A_i$ (%)	Phân loại cát
5	0			
2,5	180			
1,25	220			
0,63	250			
0,315	200			
0,14	120			
Đáy sàng	30			

- Tính lượng sót riêng biệt, lượng sót tích lũy?
- Vẽ đường biểu diễn cấp phối hạt và phạm vi cho phép? Nhận xét?
- Tính môđun độ lớn của cát, phân loại?

**Bài 2.** Khi rây sàng 1000g cát bằng bộ sàng tiêu chuẩn ta nhận được một khối lượng sót trên sàng như sau:

Cỡ sàng tiêu chuẩn (mm)	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	đáy
Khối lượng sót trên sàng(g)	0	23	187	220	330	170	70

- Tính lượng sót riêng biệt, lượng sót tích lũy?
- Vẽ đường biểu diễn cấp phối hạt và phạm vi cho phép? Nhận xét?
- Tính môđun độ lớn của cát, phân loại?

**Bài 3.** Khi rây sàng 30kg đá dăm bằng bộ sàng tiêu chuẩn ta nhận được một khối lượng sót trên sàng như sau:

Cỡ sàng tiêu chuẩn (mm)	32	25	20	12,5	10	5	đáy
Khối lượng sót trên sàng(g)	300	2100	9600	12000	3600	1500	900

- Tính lượng sót riêng biệt, lượng sót tích lũy?
- Xác định  $D_{max}$ ,  $D_{min}$ ?
- Vẽ đường biểu diễn cấp phối hạt và phạm vi cho phép? Nhận xét?

**Bài 4.** Cấp phối bê tông theo tỉ lệ khối lượng 1 : 2,1 : 3,6 : 0,6. Biết rằng lượng cát của một cấp phối chuẩn là 630kg. Xác định lượng nguyên vật liệu sử dụng cho 20 dầm kích thước  $0,5 \times 1,0 \times 10\text{m}$ .

**Bài 5.** Cấp phối bê tông theo tỉ lệ khối lượng 1 : 1,95 : 3,5 : 0,6. Biết rằng hỗn hợp bê tông có khối lượng thể tích là  $2460 \text{ kg/m}^3$ . Xác định nguyên vật liệu sử dụng cho 10 dầm kích thước  $0,4 \times 0,8 \times 12\text{m}$ .

**Bài 6.** Biết liều lượng nguyên vật liệu sau khi đã hiệu chỉnh:

$$X = 3,3 \text{ kg}; C = 6,2 \text{ kg}; \text{Đ} = 12,8 \text{ kg}; N = 1,8 \text{ lít}$$

Biết rằng hỗn hợp bê tông có khối lượng thể tích là  $2450 \text{ kg/m}^3$ . Hãy xác định lượng nguyên vật liệu để chế tạo 50 cọc bê tông kích thước  $0,25 \times 0,25 \times 8\text{m}$ .

**Bài 7.** Biết liều lượng nguyên vật liệu sau khi đã hiệu chỉnh:

$$X = 3,0 \text{ kg}; C = 6,3 \text{ kg}; \text{Đ} = 12,5 \text{ kg}; N = 1,9 \text{ lít}$$

Biết lượng cát có cấp phối chuẩn là 630 kg. Hãy xác định lượng nguyên vật liệu để chế tạo 20 ống nước bê tông kích thước  $d = 0,8\text{m}$ ,  $D = 1\text{m}$ ,  $l = 6\text{m}$ .

**Bài 8.** Tính toán dự trữ sơ bộ nguyên vật liệu để thi công  $2000 \text{ m}^3$  bê tông móng đập tràn công trình thủy điện, biết số liệu cho như sau:

- Bê tông khối lớn không có cốt thép, mác bê tông 250.
- Điều kiện thi công cơ giới.

Ximăng:  $\text{PC40}, \gamma_{ax} = 3,1 \text{ g/cm}^3, \gamma_{ox} = 1,2 \text{ g/cm}^3$

Cát vàng:  $\gamma_{ac} = 2,6 \text{ g/cm}^3, \gamma_{oc} = 1,46 \text{ g/cm}^3, W_c = 4\%$ .

Đá dăm bazan:  $\gamma_{od} = 1,6 \text{ g/cm}^3, r = 40\%, W_d = 2\%, D_{\max} = 70\text{mm}$ ,

Cốt liệu có chất lượng tốt, mác ximăng xác định theo phương pháp mềm.

### **Bài 9.**

a) Tính toán cấp phối bê tông dùng đúc cấu kiện BTCT có bố trí thép dày, sau 4 ngày đêm bảo dưỡng yêu cầu bê tông đạt được cường độ chịu nén  $150 \text{ kG/cm}^2$  để đảm bảo dựng lắp công trình.

- Điều kiện thi công cơ giới.

Ximăng:  $\text{PC}_{\text{pouz}} 40, \gamma_{ax} = 3,05 \text{ g/cm}^3, \gamma_{ox} = 1,2 \text{ g/cm}^3$

Cát vàng:  $\gamma_{ac} = 2,6 \text{ g/cm}^3, \gamma_{oc} = 1,46 \text{ g/cm}^3, W_c = 4\%$ .

Đá dăm bazan:  $\gamma_{od} = 1,6 \text{ g/cm}^3, r = 40\%, W_d = 2\%, D_{\max} = 40\text{mm}$ ,

Cốt liệu có chất lượng tốt, mác ximăng xác định theo phương pháp cứng.

b) Tính cho một mẻ trộn có dung tích 750 lít thi công tại công trường.

**Bài 10.** Cho thành phần nguyên vật liệu có những đặc tính sau:

Ximăng: PCB40 ( $R_x = 400 \text{ kG/cm}^2$ ),  $\gamma_{ax} = 3,15 \text{ g/cm}^3$ ,  $\gamma_{ox} = 1,2 \text{ g/cm}^3$

Cát:  $\gamma_{ac} = 2,67 \text{ g/cm}^3$ ,  $\gamma_{oc} = 1,5 \text{ g/cm}^3$ ,  $W_c = 3\%$ .

Đá dăm:  $\gamma_{ad} = 2,68 \text{ g/cm}^3$ ,  $\gamma_{od} = 1,45 \text{ g/cm}^3$ ,  $W_d = 2\%$ ,  $D_{max} = 20\text{mm}$ ,

Cốt liệu có chất lượng trung bình, mác ximăng xác định theo phương pháp cứng.

Bê tông toàn khối không có cốt thép. Hãy thiết kế cấp phối bê tông mác 250 ( $\text{kG/cm}^2$ ).

**Bài 11.** Cho thành phần nguyên vật liệu có những đặc tính sau:

Ximăng: PCB30,  $\gamma_{ax} = 3,15 \text{ g/cm}^3$ ,  $\gamma_{ox} = 1,2 \text{ g/cm}^3$

Cát:  $\gamma_{ac} = 2,65 \text{ g/cm}^3$ ,  $\gamma_{oc} = 1,46 \text{ g/cm}^3$ ,  $W_c = 4\%$ .

Đá dăm:  $\gamma_{ad} = 2,66 \text{ g/cm}^3$ ,  $\gamma_{od} = 1,43 \text{ g/cm}^3$ ,  $W_d = 2\%$ ,  $D_{max} = 20\text{mm}$ ,

Cốt liệu có chất lượng trung bình, mác ximăng xác định theo phương pháp dẻo

a) Thiết kế cấp phối bê tông yêu cầu tháo cốp pha sau 7 ngày, cường độ yêu cầu tháo cốp pha  $R_{y/c} = 180 \text{ kG/cm}^2$ . Sử dụng cho kết cấu sàn, điều kiện thi công bằng cơ giới. Sử dụng phụ gia giảm nước (giảm 11% nước), đóng rắn nhanh với liều lượng dùng 1 lít phụ gia/100 kg ximăng.

b) Tính liều lượng nguyên vật liệu ở trạng thái ẩm?

c) Tính hệ số sản lượng  $\beta$  và liều lượng nguyên vật liệu cho một mẻ trộn có dung tích 500 lít để thi công tại công trường.

d) Tính nguyên vật liệu cho một kết cấu sàn có kích thước  $12 \times 16 \times 0,12\text{m}$ .

**Bài 12.** Cho thành phần nguyên vật liệu có những đặc tính sau:

Ximăng: PCB30,  $\gamma_{ax} = 3,1 \text{ g/cm}^3$ ,  $\gamma_{ox} = 1,2 \text{ g/cm}^3$

Cát:  $\gamma_{ac} = 2,65 \text{ g/cm}^3$ ,  $\gamma_{oc} = 1,45 \text{ g/cm}^3$ ,  $W_c = 4\%$ ,

Đá dăm:  $\gamma_{ad} = 2,66 \text{ g/cm}^3$ ,  $\gamma_{od} = 1,42 \text{ g/cm}^3$ ,  $D_{max} = 20\text{mm}$ ,  $W_d = 2\%$ ,

Cốt liệu có chất lượng trung bình, mác ximăng xác định theo phương pháp dẻo.

- Thiết kế cấp phối bê tông mác 250 ( $\text{kG/cm}^2$ ) sử dụng cho kết cấu móng, điều kiện thi công cơ giới, thời gian thi công 2 giờ. Biết tổn thất độ sụt giờ thứ 2 là 3 cm/giờ. Sử dụng phụ gia chậm ninh kết, dẻo hóa cao giảm 12% nước, với liều lượng dùng 1 lít phụ gia/100 kg ximăng.

- Tính liều lượng nguyên vật liệu ở trạng thái ẩm?

- Tính hệ số sản lượng  $\beta$  và liều lượng nguyên vật liệu cho một mẻ trộn có dung tích 750 lít để thi công tại công trường.

- Tính nguyên vật liệu cho một kết cấu móng có kích thước  $4 \times 16 \times 0,8\text{m}$ .

## Phụ lục

# ĐỊNH MỨC CẤP PHỐI HỖN HỢP BÊTÔNG

## 1. ĐỊNH MỨC CẤP PHỐI HỖN HỢP BÊTÔNG

(Áp dụng theo định mức vật tư xây dựng cơ bản – Bộ Xây dựng)

Định mức cấp phối vật liệu tính cho  $1\text{m}^3$  hỗn hợp bê tông dùng để lập định mức dự toán, lập kế hoạch, quản lý vật tư của các doanh nghiệp xây dựng.

Vật liệu để sản xuất hỗn hợp bê tông là những vật liệu có quy cách, chất lượng theo đúng các tiêu chuẩn, quy phạm hiện hành của nhà nước. Số lượng vật liệu trong định mức chưa tính đến hao hụt ở các khâu vận chuyển, bảo quản thi công cũng như độ dôi của cát.

Trong thi công phải căn cứ vào tính chất vật liệu, điều kiện thi công cụ thể, để tiến hành tính toán thí nghiệm xác định cấp phối vật liệu hỗn hợp bê tông phù hợp nhằm đảm bảo chất lượng công trình.

Các bảng định mức có ghi phụ gia thì việc sử dụng là bắt buộc tỷ lệ % lượng phụ gia sử dụng được giới hạn như: Phụ gia hoá dẻo: Tỷ lệ không vượt quá 6% khối lượng xi măng ghi trong bảng định mức; phụ gia siêu dẻo: Tỷ lệ không vượt quá 1,5% khối lượng xi măng ghi trong bảng định mức.

### 1.1. Xi măng PCB30

#### Độ sụt 2 - 4 cm

STT	Loại vật liệu - quy cách	Mức bê tông	Vật liệu dùng cho một $1\text{m}^3$ hỗn hợp bê tông				
			Xi măng (kg)	Cát vàng ( $\text{m}^3$ )	Đá (sỏi) ( $\text{m}^3$ )	Nước (lít)	Phụ gia
1	Đá $d_{\max} = 10\text{mm}$ (cỡ $0,5 \times 1\text{cm}$ )	100	228	0,504	0,859	195	
2		150	293	0,478	0,846	195	
3		200	357	0,455	0,832	195	
4		250	430	0,418	0,819	198	
5		300	465	0,419	0,819	186	
6	Đá $d_{\max} = 20\text{mm}$ [(40 - 70)% cỡ $0,5 \times 1\text{cm}$ và (60 - 30)% cỡ $1 \times 2\text{cm}$ ]	100	216	0,506	0,870	185	
7		150	278	0,483	0,857	185	
8		200	339	0,460	0,844	185	
9		250	401	0,435	0,832	185	
10		300	435	0,435	0,832	174	



STT	Loại vật liệu - quy cách	Mức bê tông	Vật liệu dùng cho một 1m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông				
			Ximăng (kg)	Cát vàng (m <sup>3</sup> )	Đá (sỏi) (m <sup>3</sup> )	Nước (lít)	Phụ gia
11	Đá d <sub>max</sub> = 40mm [(40 - 70)% cỡ 1 × 2cm và (60 - 30)% cỡ 2 × 4cm]	100	205	0,506	0,884	175	
12		150	263	0,486	0,869	175	
13		200	320	0,462	0,860	175	
14		250	380	0,443	0,843	175	
15		300	450	0,406	0,830	180	
16	Đá d <sub>max</sub> = 70mm [(40 - 70)% cỡ 2 × 4cm và (60 - 30)% cỡ 4 × 7cm]	100	193	0,506	0,896	165	
17		150	248	0,489	0,882	165	
18		200	302	0,468	0,871	165	
19		250	358	0,448	0,857	165	
20		300	418	0,423	0,845	165	

### Độ sụt 6 - 8 cm

STT	Loại vật liệu - quy cách	Mức bê tông	Vật liệu dùng cho một 1m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông				
			Ximăng (kg)	Cát vàng (m <sup>3</sup> )	Đá (sỏi) (m <sup>3</sup> )	Nước (lít)	Phụ gia
1	Đá d <sub>max</sub> = 10mm (cỡ 0,5 × 1cm)	100	240	0,486	0,851	205	
2		150	308	0,462	0,834	205	
3		200	379	0,430	0,825	205	
4		250	457	0,390	0,809	210	
5		300	483	0,402	0,813	193	
6	Đá d <sub>max</sub> = 20mm [(40 - 70)% cỡ 0,5 × 1cm và (60 - 30)% cỡ 1 × 2cm]	100	228	0,484	0,868	195	
7		150	293	0,466	0,847	195	
8		200	357	0,441	0,833	195	
9		250	430	0,407	0,825	195	
10		300	453	0,416	0,828	181	
11	Đá d <sub>max</sub> = 40mm [(40 - 70)% cỡ 1 × 2cm và (60 - 30)% cỡ 2 × 4cm]	100	216	0,491	0,874	185	
12		150	278	0,469	0,860	185	
13		200	339	0,446	0,846	185	
14		250	401	0,419	0,837	185	
15		300	423	0,432	0,840	169	
16	Đá d <sub>max</sub> = 70mm [(40 - 70)% cỡ 2 × 4cm và (60 - 30)% cỡ 4 × 7cm]	100	205	0,492	0,885	175	
17		150	263	0,473	0,871	175	
18		200	320	0,449	0,861	175	
19		250	380	0,431	0,845	175	
20		300	450	0,393	0,832	180	

### Độ sụt 14 - 17 cm

STT	Loại vật liệu - quy cách	Mức bê tông	Vật liệu dùng cho một 1m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông				
			Xi măng (kg)	Cát vàng (m <sup>3</sup> )	Đá (sỏi) (m <sup>3</sup> )	Nước (lít)	Phụ gia
1	Đá d <sub>max</sub> = 10mm (cỡ 0,5 × 1cm)	150	308	0,506	0,789	205	Hóa dẻo
2		200	375	0,475	0,780	205	Hóa dẻo
3		250	458	0,430	0,766	211	Hóa dẻo
4		300	503	0,423	0,764	201	Siêu dẻo
5	Đá d <sub>max</sub> = 20mm [(40 - 70)% cỡ 0,5 × 1cm và (60 - 30)% cỡ 1 × 2cm]	150	294	0,511	0,800	195	Hóa dẻo
6		200	359	0,484	0,788	195	Hóa dẻo
7		250	432	0,447	0,777	198	Hóa dẻo
8		300	475	0,439	0,774	190	Siêu dẻo
9	Đá d <sub>max</sub> = 40mm [(40 - 70)% cỡ 1 × 2cm và (60 - 30)% cỡ 2 × 4cm]	150	281	0,513	0,811	186	Hóa dẻo
10		200	342	0,492	0,797	186	Hóa dẻo
11		250	406	0,459	0,792	186	Hóa dẻo
12		300	450	0,449	0,786	180	Siêu dẻo
14	Đá d <sub>max</sub> = 70mm [(40 - 70)% cỡ 2 × 4cm và (60 - 30)% cỡ 4 × 7cm]	150	267	0,517	0,821	177	Hóa dẻo
15		200	326	0,493	0,810	177	Hóa dẻo
16		250	386	0,468	0,800	177	Hóa dẻo
17		300	450	0,437	0,788	181	Siêu dẻo

### 1.2. Xi măng PCB40

#### Độ sụt 2 - 4 cm

STT	Loại vật liệu - quy cách	Mức bê tông	Vật liệu dùng cho một 1m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông				
			Xi măng (kg)	Cát vàng (m <sup>3</sup> )	Đá (sỏi) (m <sup>3</sup> )	Nước (lít)	Phụ gia
1	Đá d <sub>max</sub> = 10mm (cỡ 0,5 × 1cm)	150	244	0,498	0,856	195	
2		200	293	0,479	0,846	195	
3		250	341	0,461	0,835	195	
4		300	390	0,438	0,829	195	
5		350	450	0,406	0,816	200	
6		400	465	0,419	0,819	186	

STT	Loại vật liệu - quy cách	Mức bê tông	Vật liệu dùng cho một 1m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông				
			Ximăng (kg)	Cát vàng (m <sup>3</sup> )	Đá (sỏi) (m <sup>3</sup> )	Nước (lít)	Phụ gia
7	Đá d <sub>max</sub> = 20mm [(40 - 70)% cỡ 0,5 × 1cm và (60 - 30)% cỡ 1 × 2cm)]	150	231	0,483	0,868	185	Hóa dẻo
8		200	278	0,483	0,846	185	
9		250	324	0,466	0,835	185	
10		300	370	0,448	0,829	185	
11		350	421	0,424	0,816	187	
12		400	435	0,435	0,819	174	
13	Đá d <sub>max</sub> = 40mm [(40 - 70)% cỡ 1 × 2cm và (60 - 30)% cỡ 2 × 4cm)]	150	219	0,501	0,880	175	
14		200	263	0,486	0,869	175	
15		250	306	0,470	0,860	175	
16		300	350	0,455	0,849	175	
17		350	394	0,451	0,843	175	
18		400	450	0,406	0,830	180	
19	Đá d <sub>max</sub> = 70mm [(40 - 70)% cỡ 2 × 4cm và (60 - 30)% cỡ 4 × 7cm)]	150	206	0,503	0,892	165	
20		200	248	0,489	0,882	165	
21		250	289	0,476	0,870	165	
22		300	330	0,459	0,864	165	
23		350	371	0,441	0,854	165	
24		400	418	0,423	0,845	167	

### Độ sụt 6 - 8 cm

STT	Loại vật liệu - quy cách	Mức bê tông	Vật liệu dùng cho một 1m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông				
			Ximăng (kg)	Cát vàng (m <sup>3</sup> )	Đá (sỏi) (m <sup>3</sup> )	Nước (lít)	Phụ gia
1	Đá d <sub>max</sub> = 10mm (cỡ 0,5 × 1cm)	150	256	0,481	0,847	205	Hóa dẻo
2		200	308	0,462	0,834	205	
3		250	359	0,440	0,827	205	
4		300	412	0,414	0,819	205	
5		350	479	0,357	0,806	213	
6		400	483	0,402	0,813	193	
7	Đá d <sub>max</sub> = 20mm [(40 - 70)% cỡ 0,5 × 1cm và (60 - 30)% cỡ 1 × 2cm)]	150	244	0,485	0,857	195	Hóa dẻo
8		200	293	0,466	0,847	195	
9		250	341	0,447	0,838	195	
10		300	390	0,427	0,829	195	
11		350	450	0,392	0,818	200	
12		400	453	0,416	0,828	181	

STT	Loại vật liệu - quy cách	Mác bê tông	Vật liệu dùng cho một 1m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông				
			Ximăng (kg)	Cát vàng (m <sup>3</sup> )	Đá (sỏi) (m <sup>3</sup> )	Nước (lít)	Phụ gia
13	Đá d <sub>max</sub> = 40mm [(40 - 70)% cỡ 1 × 2cm và (60 - 30)% cỡ 2 × 4cm)]	150	231	0,486	0,869	185	
14		200	278	0,468	0,860	185	
15		250	324	0,452	0,849	185	
16		300	370	0,433	0,841	185	
17		350	421	0,410	0,830	187	
18		400	423	0,432	0,840	169	
19	Đá d <sub>max</sub> = 70mm [(40 - 70)% cỡ 2 × 4cm và (60 - 30)% cỡ 4 × 7cm)]	150	219	0,488	0,822	175	
20		200	263	0,473	0,871	175	
21		250	306	0,458	0,860	175	
22		300	350	0,441	0,851	175	
23		350	394	0,422	0,844	175	
24		400	450	0,393	0,832	180	

### Độ sụt 14 - 17 cm

STT	Loại vật liệu - quy cách	Mác bê tông	Vật liệu dùng cho một 1m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông				
			Ximăng (kg)	Cát vàng (m <sup>3</sup> )	Đá (sỏi) (m <sup>3</sup> )	Nước (lít)	Phụ gia
1	Đá d <sub>max</sub> = 10mm (cỡ 0,5 × 1cm)	150	256	0,527	0,799	205	Hóa dẻo
2		200	308	0,506	0,789	205	Hóa dẻo
3		250	358	0,483	0,783	205	Hóa dẻo
4		300	412	0,457	0,774	206	Hóa dẻo
5		350	439	0,461	0,774	195	Hóa dẻo
6		400	503	0,423	0,764	201	Siêu dẻo
7	Đá d <sub>max</sub> = 20mm [(40 - 70)% cỡ 0,5 × 1cm và (60 - 30)% cỡ 1 × 2cm)]	150	245	0,531	0,809	195	Hóa dẻo
8		200	294	0,512	0,800	195	Hóa dẻo
9		250	343	0,491	0,790	195	Hóa dẻo
10		300	392	0,468	0,785	195	Hóa dẻo
11		350	450	0,439	0,774	200	Hóa dẻo
12		400	475	0,439	0,774	190	Siêu dẻo
13	Đá d <sub>max</sub> = 40mm [(40 - 70)% cỡ 1 × 2cm và (60 - 30)% cỡ 2 × 4cm)]	150	233	0,531	0,821	186	Hóa dẻo
14		200	281	0,512	0,811	186	Hóa dẻo
15		250	327	0,495	0,802	186	Hóa dẻo
16		300	374	0,475	0,794	186	Hóa dẻo
17		350	425	0,450	0,780	188	Hóa dẻo
18		400	450	0,450	0,786	180	Siêu dẻo

STT	Loại vật liệu - quy cách	Mức bê tông	Vật liệu dùng cho một 1m <sup>3</sup> hỗn hợp bê tông				
			Ximăng (kg)	Cát vàng (m <sup>3</sup> )	Đá (sỏi) (m <sup>3</sup> )	Nước (lít)	Phụ gia
19	Đá d <sub>max</sub> = 70mm	150	222	0,535	0,829	177	Hóa dẻo
20	[(40 - 70)% cỡ 2 × 4cm và (60 - 30)% cỡ 4 × 7cm]	200	267	0,517	0,821	177	Hóa dẻo
21		250	312	0,497	0,814	177	Hóa dẻo
22		300	356	0,481	0,804	177	Hóa dẻo
23		350	400	0,463	0,796	177	Hóa dẻo
24		400	450	0,437	0,788	181	Siêu dẻo

## 2. ĐỊNH MỨC CẤP PHỐI CHO 1m<sup>3</sup> BÊTÔNG ĐẶC BIỆT

STT	Loại bê tông	Loại vật liệu - quy cách	Đơn vị	Liều lượng
1	Bê tông gạch vữa M50	Gạch vữa	m <sup>3</sup>	0,893
		Vữa ximăng hoặc vữa tam hợp mác 25	m <sup>3</sup>	0,525
2	Bê tông gạch vữa M75	Gạch vữa	m <sup>3</sup>	0,893
		Vữa ximăng hoặc vữa tam hợp mác 50	m <sup>3</sup>	0,525
3	Bê tông than xỉ cách nhiệt	Than xỉ	m <sup>3</sup>	0,890
		Vữa ximăng hoặc vữa tam hợp mác 25	m <sup>3</sup>	0,500
4	Bê tông bọt cách nhiệt	Xút	Kg	0,200
		Nhựa thông	Kg	0,650
		Keo da trâu	Kg	0,850
		Dầu nhờn	Lít	9,000
		Ximăng PCB 30	Kg	300
		Nước	Lít	186
5	Bê tông chịu nhiệt mác 100 (loại 200°C – 300°C)	Ximăng PCB 30	kg	251
		Cát vàng	m <sup>3</sup>	0,452
		Đá nham thạch 5 - 20	m <sup>3</sup>	0,958
		Nước	lít	195
6	Bê tông chịu nhiệt mác 150 (loại 300°C – 500°C)	Ximăng PCB 30	kg	301
		Cát vàng	m <sup>3</sup>	0,463
		Đá nham thạch 5 - 20	m <sup>3</sup>	0,909
		Nước	lít	195

STT	Loại bê tông	Loại vật liệu - quy cách	Đơn vị	Liều lượng
7	Bê tông chịu nhiệt mác 200 (loại 500°C)	Ximăng PCB 30 Bột samốt Cát vàng Đá nham thạch 5 - 20 Nước	kg kg m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> lít	302 90,45 0,432 0,840 195
8	Bê tông chịu nhiệt mác 200 (loại 300°C)	Ximăng PCB 40 Cát vàng Đá nham thạch 5 - 20 Nước	kg m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> lít	342 0,494 0,832 195
9	Bê tông chịu nhiệt mác 200 (loại 1200°C - 1400°C)	Ximăng AC 40 Bột sa mốt Sạn chịu lửa Gạch vỡ chịu lửa Nước	Kg Kg kg m <sup>3</sup> lít	352 352 392 0,787 195
10	Bê tông chịu nhiệt mác 300 (loại 500°C)	Ximăng PCB 40 Cát vàng Đá nham thạch 5 - 20 Nước	kg m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> lít	422 0,452 0,818 195
11	Bê tông chịu nhiệt mác 300 (loại 500°C)	Ximăng PCB 30 Cát vàng Đá nham thạch 5 - 20 Nước	kg m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> lít	432 0,431 0,883 195
12	Bê tông chịu axit	Bột thạch anh Cát thạch anh Đá thạch anh 5 - 20 Thuỷ tinh nước Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> Thuốc trừ sâu NaSiF <sub>6</sub>	kg kg kg kg kg	495 518 1005 289 42
13	Bê tông chống mòn (phoi thép)	Ximăng PCB 30 Cát vàng Đá dăm 5 - 20 Phoi thép Nước	kg m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> kg lít	370 0,520 0,708 318 195
14	Bê tông vôi puzolan mác 50	Bột puzolan Nếu dùng vôi bột Nếu dùng vôi tôi Cát mịn M = 1,5 - 2 Gạch vỡ Nước (khi dùng vôi bột)	kg kg lít m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> lít	335 110 205 0,500 0,880 210

STT	Loại bê tông	Loại vật liệu - quy cách	Đơn vị	Liều lượng
15	Bê tông vôi puzolan mác 40	Bột puzolan	kg	270
		Nếu dùng vôi bột	kg	90
		Nếu dùng vôi tôi	lít	160
		Cát mịn M = 1,5 - 2	m <sup>3</sup>	0,5
		Gạch vỡ	m <sup>3</sup>	0,88
		Nước (khi dùng vôi bột)	lít	210
16	Bê tông vôi puzolan mác 30	Bột puzolan	kg	185
		Nếu dùng vôi bột	kg	60
		Nếu dùng vôi tôi	lít	115
		Cát mịn M = 1,5 - 2	m <sup>3</sup>	0,5
		Gạch vỡ	m <sup>3</sup>	0,88
		Nước (khi dùng vôi bột)	lít	210
17	Bê tông vôi puzolan mác 50, có thêm 20% ximăng	Bột puzolan	kg	270
		Ximăng PCB 30	kg	90
		Nếu dùng vôi bột	kg	90
		Nếu dùng vôi tôi	lít	160
		Cát mịn M = 1,5 - 2	m <sup>3</sup>	0,5
		Gạch vỡ	m <sup>3</sup>	0,88
Nước (khi dùng vôi bột)	lít	210		
18	Bê tông vôi puzolan mác 40, có thêm 20% ximăng	Bột puzolan	kg	215
		Ximăng PCB 30	kg	75
		Nếu dùng vôi bột	kg	75
		Nếu dùng vôi tôi	lít	140
		Cát mịn M = 1,5 - 2	m <sup>3</sup>	0,5
		Gạch vỡ	m <sup>3</sup>	0,88
Nước (khi dùng vôi bột)	lít	210		
19	Bê tông vôi puzolan mác 30, có thêm 20% ximăng	Bột puzolan	kg	90
		Ximăng PCB 30	kg	30
		Nếu dùng vôi bột	kg	30
		Nếu dùng vôi tôi	lít	55
		Cát mịn M = 1,5 - 2	m <sup>3</sup>	0,50
		Gạch vỡ	m <sup>3</sup>	0,88
Nước (khi dùng vôi bột)	lít	100		



3. CÁC CẤP PHỐI BÊTÔNG SỬ DỤNG PHỤ GIA KHÁC (Các cấp phối dưới đây được tính toán thiết kế dùng để tham khảo).

<i>Bê tông M15MPa, SN = 100 ± 20mm</i>	<i>Bê tông M30MPa, SN = 120 ± 20mm</i>
Ximăng PCB40 : 261 kg	Ximăng PCB40 : 349 kg
Cát tân ba : 842 kg	Cát tân ba : 800 kg
Đá dăm 10 × 20mm : 1118kg	Đá dăm 10 × 20mm : 1080kg
Nước: : 190 lít	Nước: : 180 lít
Phụ gia pozzolith 300R(MBT): 0,8 lít	Phụ gia Rheobuild R561(MBT): 3,8 lít

<i>Bê tông M20MPa, SN = 100 ± 20mm</i>	<i>Bê tông M30MPa, SN = 180 ± 20mm</i>
Ximăng PCB40 : 300 kg	Ximăng PCB40 : 367 kg
Cát tân ba : 840 kg	Cát tân ba : 800 kg
Đá dăm 10 × 20mm : 1150kg	Đá dăm 10 × 20mm : 1070kg
Nước: : 180 lít	Nước: : 180 lít
Phụ gia pozzolith 300R(MBT): 0,95 lít	Phụ gia Rheobuild R561(MBT): 4,4 lít

<i>Bê tông M20MPa, SN = 120 ± 20mm</i>	<i>Bê tông M35MPa, SN = 100 ± 20mm</i>
Ximăng PCB40 : 305 kg	Ximăng PCB40 : 369 kg
Cát tân ba : 850 kg	Cát tân ba : 770 kg
Đá dăm 10 × 20mm : 1070kg	Đá dăm 10 × 20mm : 1090kg
Nước: : 180 lít	Nước: : 180 lít
Phụ gia pozzolith 300R(MBT): 1 lít	Phụ gia Pozzololith 300R (MBT): 1.1 lít

<i>Bê tông M25MPa, SN = 120 ± 20mm</i>	<i>Bê tông M35MPa, SN = 120 ± 20mm</i>
Ximăng PCB40 : 330 kg	Ximăng PCB40 : 380 kg
Cát tân ba : 840 kg	Cát tân ba : 781 kg
Đá dăm 10 × 20mm : 1070kg	Đá dăm 10 × 20mm : 1085kg
Nước: : 180 lít	Nước: : 180 lít
Phụ gia Pozzololith 300R(MBT): 1 lít	Phụ gia Rheobuild R561(MBT) : 3,85 lít

<i>Bê tông M30MPa, SN=100 ± 20mm</i>	<i>Bê tông M35MPa, SN = 180 ± 20mm</i>
Ximăng PCB40 : 345 kg	Ximăng PCB40 : 400 kg
Cát tân ba : 835 kg	Cát tân ba : 780 kg
Đá dăm 10 × 20mm : 1120 kg	Đá dăm 10 × 20mm : 1060kg
Nước: : 180 lít	Nước: : 180 lít
Phụ gia Pozzololith (MBT) : 1 lít	Phụ gia Rheobuild R561(MBT) : 4,8 lít

*Bê tông M50MPa, SN = 120 ± 20mm*

Ximăng PCB40 : 460 kg  
Cát tân ba : 680 kg  
Đá dăm 10 × 20mm : 100kg  
Nước: : 190 lít  
Phụ gia Rheobuild R561(MBT) : 4.6 lít

*Bê tông M35MPa (7 ngày),*

*SN = 100 ± 20mm*

Ximăng PCB40 : 400 kg  
Cát tân ba : 770 kg  
Đá dăm 10 × 20mm : 1078kg  
Nước: : 180 lít  
Phụ gia Rheobuild R561(MBT) : 3,6 lít

*Bê tông M20MPa (4 ngày),*

*SN = 100 ± 20mm*

Ximăng PCB40 : 345 kg  
Cát tân ba : 850 kg  
Đá dăm 10 × 20mm : 1085kg  
Nước: : 180 lít  
Phụ gia Pozzolith 300R(MBT) : 1,1 lít

*Bê tông M40Mpa (7 ngày),*

*SN = 100 ± 20mm*

Ximăng PCB40 : 420 kg  
Cát tân ba : 760 kg  
Đá dăm 10 × 20mm : 1090kg  
Nước: : 180 lít  
Phụ gia Rheobuild R561(MBT) : 3,8 lít

*Bê tông M30MPa (7 ngày),*

*SN = 100 ± 20mm*

Ximăng PCB40 : 366 kg  
Cát tân ba : 785 kg  
Đá dăm 10 × 20mm : 1070kg  
Nước: : 180 lít  
Phụ gia Rheobuild R561(MBT) : 3,3 lít

## Chương 6

# VỮA XÂY DỰNG

### 6.1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

#### 6.1.1. Khái niệm

Vữa xây dựng là một loại vật liệu đá nhân tạo, được chế tạo bằng cách nhào trộn và làm rắn chắc một hỗn hợp hợp lí từ chất kết dính (Ximăng hoặc thạch cao, vôi, sét..), nước, cốt liệu nhỏ, và phụ gia (nếu có).

Vữa có thể xem là một loại bê tông cốt liệu nhỏ nhưng khác với bê tông ở một số điểm sau:

- Khi thi công, vữa thường được dàn thành lớp mỏng, chỉ chịu lực nhỏ. Do không yêu cầu đầm nén nên vữa thường có độ dẻo cao và cần lượng nước nhào trộn nhiều hơn bê tông.

- Vữa thường tiếp xúc với nền xây hút nước, có diện tích tiếp xúc với không khí lớn đối với vữa trát, nên nước dễ bay hơi. Do vậy, yêu cầu vữa phải có tính giữ nước tốt để đảm bảo quy trình thủy hóa của ximăng.

- Vữa dùng để gắn kết các viên gạch, đá lại thành khối xây nên cần phải có tính dính kết tốt với nền xây và vật liệu xây.

#### 6.1.2. Phân loại

##### a) Theo khối lượng thể tích

- Vữa nặng:  $\gamma_0 \geq 1500 \text{ kg/m}^3$
- Vữa nhẹ:  $\gamma_0 < 1500 \text{ kg/m}^3$

##### b) Theo chất kết dính

- Vữa ximăng
- Vữa vôi
- Vữa đất sét
- Vữa thạch cao
- Vữa bitum

- Vữa thủy tinh lỏng
- Vữa Epoxy...
- Vữa hỗn hợp:
  - Ximăng - vôi,
  - Ximăng - đất sét nung non
  - Ximăng - thạch cao
  - Vôi - rơm
  - Đất sét - rơm...

### c) Theo công dụng

- Vữa xây: liên kết vật liệu gạch, đá thành khối.
- Vữa trát: bảo vệ và hoàn thiện khối xây.
- Vữa đặc biệt: vữa chống axit, vữa chống thấm, vữa chịu nhiệt, vữa chống tia phóng xạ, vữa trang trí...

### d) Theo mác vữa

Gồm các mác sau: 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300... (kG/cm<sup>2</sup>)

## 6.1.3. Đặc điểm thành phần vật liệu chế tạo vữa

### a) Cát

Cát là bộ xương cứng chịu lực chính của vữa, có tác dụng chống co thể tích và tăng sản lượng vữa. Dùng cát thiên nhiên hoặc cát nhân tạo, đảm bảo các chỉ tiêu như bảng 6.1.

**Bảng 6.1**

Các chỉ tiêu	Mức theo mác vữa	
	< 75	≥ 75
- Môđun độ lớn, không nhỏ hơn	0,7	1,5
- $\gamma_0$ , kg/m <sup>3</sup> , không nhỏ hơn	1150	1250
- Bụi, bùn, sét, %; không lớn hơn	10	3
- Muối sunfat, sunfic tính ra SO <sub>3</sub> , %, không lớn hơn	2	1
- Lượng hạt < 0,14 mm, %, không lớn hơn	35	20
- Lượng hạt > 5 mm, %, không lớn hơn	0	0

### b) Chất kết dính

Thường dùng chất kết dính vô cơ như PC, PCB, PC xỉ, PC<sub>PUZ</sub>,... Vôi, vôi thủy, thạch cao xây dựng, đất sét,...

Trong môi trường khô ráo nên dùng vữa vôi, vữa xi măng, vữa hỗn hợp.

Trong môi trường ẩm ướt nên dùng vữa xi măng và vữa hỗn hợp.

Xi măng là thành phần dính kết tạo nên cường độ vữa và giữ nước cho vữa.

Vôi, sét ngoài khả năng tạo cường độ cũng có tính giữ nước cho vữa. Nếu chất lượng vôi tốt, lượng dùng giảm, vữa vẫn dẻo.

Đất sét: dùng đất sét béo (hàm lượng cát chứa trong đất sét < 5%).

### c) Phụ gia

Sử dụng phụ gia nhằm cải thiện các tính chất của vữa giống như sử dụng trong bê tông.

- Phụ gia tăng dẻo: tăng độ dẻo, giảm lượng nước nhào trộn, tiết kiệm chất kết dính.

- Phụ gia vô cơ hoạt tính tăng độ bền nước và phụ gia trợ tăng sản lượng vữa. Ví dụ như bột khoáng (bột gạch non, cát nghiền mịn, bột đá puzoland...).

### d) Nước

Nước sạch, dùng như bê tông.

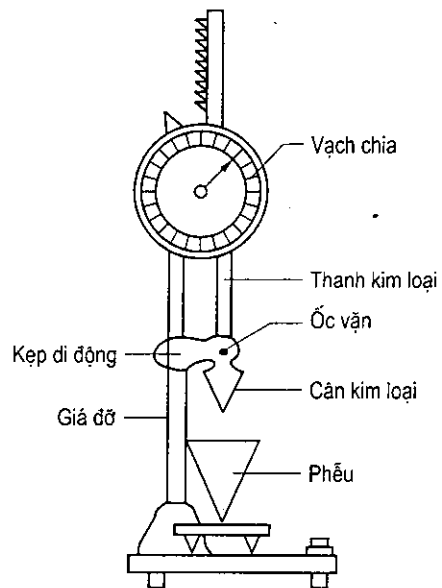
## 6.2. CÁC TÍNH CHẤT CHỦ YẾU CỦA VỮA XÂY DỰNG

### 6.2.1. Tính dẻo

Tính dẻo của vữa là khả năng tự dàn đều thành lớp mỏng và trải đều trên nền. Vữa xây và vữa trát cần có độ dẻo tốt để dễ thi công và đảm bảo chất lượng khối xây.

Độ dẻo được đánh giá bằng độ cắm sâu (OK, cm) vào vữa trong 10" của một quả chùy hình nón bằng kim loại nặng 300g, góc ở chóp  $\alpha = 30^\circ$ .

Hỗn hợp vữa trộn xong được đổ ngay vào phễu, dùng chày đầm 25 cái sau đó lấy bột vữa ra cho mặt vữa thấp hơn miệng phễu 1cm. Dàn nhẹ trên mặt bàn hay nền cứng 5 - 6 lần. Đặt phễu vào giá dưới cân rồi hạ cân xuống cho mũi cân chạm vào mặt vữa, sau đó thả vít cho cân rơi tự do xuống hỗn hợp vữa trong phễu. Sau 10 giây tính từ khi thả vít bắt đầu đọc trị số trên bảng chia để xác định độ cắm sâu OK, chính xác đến 0,2cm.



Hình 6.1: Dụng cụ thử độ lưu động của vữa

Tùy theo những điều kiện sau để chọn độ dẻo OK:

- Nền xây đặc hoặc rỗng, khô hay ẩm ướt.
- Thời tiết nóng bức hay ẩm ướt.
- Điều kiện thi công tay hay máy.

**a) Vữa xây**

**Bảng 6.2 chọn độ dẻo cho vữa xây**

Loại khối xây	Trời nóng hoặc nền xây kém đặc chắc	Trời ẩm ướt, lạnh hoặc nền xây đặc chắc
Vữa xây gạch	8-10	6-8
Vữa xây đá hộc	6-7	4-5
Vữa xây gạch, đá có đầm rung	2-3	1-2
Vữa xây gạch xỉ	7-9	5-7

**b) Vữa hoàn thiện**

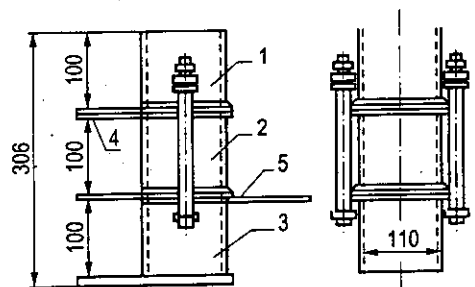
- Cát thô: 4 - 10cm
- Cát mịn: 7-12cm

**6.2.2. Độ phân tầng của hỗn hợp vữa**

Độ phân tầng là sự thay đổi tỷ lệ của hỗn hợp vữa theo chiều cao của khối vữa khi vận chuyển hoặc để lâu chưa dùng tới. Độ phân tầng càng lớn thì chất lượng vữa càng kém.

Vữa có khả năng chống phân tầng tốt là vữa có độ đồng nhất cao, không bị phân tầng tách lớp trong quá trình vận chuyển và thi công.

*Xác định độ phân tầng:* Dùng dụng cụ thí nghiệm là khuôn thép hình trụ tròn xoay gồm 3 phần ống (1, 2, 3) rời nhau, bằng kim loại có thể trượt theo các miếng đệm (4, 5), xem hình 6.2. Cho vữa vào đầy dụng cụ, đậy nắp và đặt lên bàn rung 30 giây. Sau đó trượt ống (1), (2) trên các tấm đệm (4), (5) để tách riêng 3 ống vữa (1), (2), (3). Trộn lại 30 giây. Xác định độ cắm sâu của chùy OK (tính bằng  $cm^3 \equiv$  thể tích phần cắm sâu của chùy cho riêng từng ống (1), (3) ta được  $OK_1, OK_3$ ).



**Hình 6.2:** Dụng cụ thử độ phân tầng 1, 2, 3. Ống kim loại; 4, 5. Bản thép.

$$PT = 0,07(OK_1^3 - OK_3^3) ; (cm^3)$$

trong đó:  $OK_1, OK_3$  độ lưu động của ống (1) và (3).

Độ phân tầng đối với vữa xây dựng loại dẻo không lớn hơn  $30 cm^3$ .

Độ phân tầng của vữa tùy thuộc vào cấp phối, chất lượng vật liệu, phụ gia thêm vào.

### 6.2.3. Tính giữ nước

Khả năng giữ nước của vữa được biểu thị qua % tỉ lệ giữa độ lưu động của hỗn hợp vữa sau khi chịu hút ở áp lực chân không và độ lưu động của hỗn hợp vữa ban đầu.

$$G_n = \frac{OK_1}{OK_2} . 100\%$$

trong đó:

$OK_1$  - độ lưu động của hỗn hợp vữa sau khi hút chân không 50mmHg, cm;

$OK_2$  - độ lưu động ban đầu, cm.

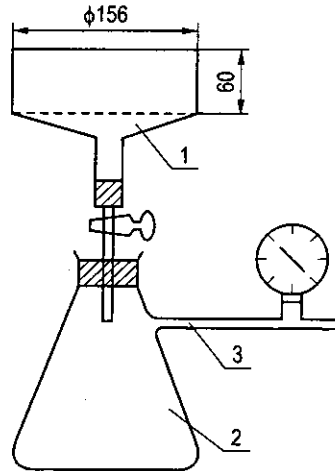
Khả năng giữ nước được xác định như sau:

Đặt một lớp giấy lọc đã thấm nước trên mặt phễu, rải 1 lớp hỗn hợp vữa dày 3 cm trên giấy lọc. Hút không khí trong bình giảm đến áp suất 50mmHg trong 1 phút. Một phần nước của hỗn hợp vữa bị tách ra. Đổ hỗn hợp vữa trong phễu ra chảo và rải một lớp hỗn hợp vữa khác cùng mẻ trộn vào phễu dày 3 cm lại hút chân không như lần trước. Tiếp tục làm như thế lần 3. Cho hỗn hợp vữa của cả 3 lần thử vào trộn chung cẩn thận trong 30 giây rồi đem xác định độ lưu động.

Khi dùng để xây hoặc trát, vữa thường tiếp xúc với nền hút nước, nếu vữa không có khả năng giữ nước tốt thì lượng nước một phần bị nền xây hút lấy, một phần bị bay hơi, không còn đủ để đảm bảo cho quá trình thủy hoá và rắn chắc.

Để tăng khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa ta phải sử dụng cát nhỏ, tăng hàm lượng chất kết dính và nhào trộn thật kỹ.

Hỗn hợp vữa xây và hỗn hợp vữa hoàn thiện phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong bảng 6.3.



Hình 6.3: Dụng cụ thử khả năng giữ nước



**Bảng 6.3**

Tên chỉ tiêu	Loại vữa hỗn hợp		
	Để xây	Để hoàn thiện	
		Thô	Mịn
1. Đường kính hạt cốt liệu lớn nhất, mm, không lớn hơn	5	2,5	1,25
2. Độ dẻo (độ lún côn), mm	4 ÷ 10	6 ÷ 10	7 ÷ 12
3. Độ phân tầng, cm <sup>3</sup> , không lớn hơn	30	-	-
4. Độ (khả năng) giữ nước, %, đối với:			
- Hỗn hợp vữa xi măng	63	-	-
- Hỗn hợp vữa vôi và các vữa hỗn hợp khác	75	-	-

#### 6.2.4. Cường độ của vữa

##### a) Cường độ chịu nén của vữa

Xác định cường độ chịu nén bằng cách ép các mẫu vữa, được đánh giá bằng số hiệu mức vữa.

Mức vữa là cường độ giới hạn chịu nén của mẫu vữa hình lập phương với kích thước cạnh 7,07cm hoặc hình dầm 4 × 4 × 16cm, đúc trên nền xốp và được dưỡng hộ 28 ngày trong điều kiện chuẩn.

Cường độ của vữa tùy thuộc vào nhiều yếu tố:  $R_x$ , X, N/X, N, chất lượng vật liệu, phụ gia, điều kiện và môi trường dưỡng hộ.

• *Cường độ của vữa xi măng, vữa hỗn hợp xi măng - vôi (sét) trên nền đặc* (nền không hút nước,  $H_v < 5\%$ ). Thí nghiệm dùng khuôn thép có đáy, xác định theo công thức sau:

$$R_v = 0,25 \cdot R_x \cdot (X / N - 0,4); \quad \text{kG/cm}^2.$$

$R_v$  - cường độ vữa sau 28 ngày rắn chắc;

$R_x$  - mức xi măng xác định theo phương pháp cứng;

X - lượng xi măng dùng cho 1m<sup>3</sup> cát vàng, kg;

N - nước dùng cho 1m<sup>3</sup> vữa, lít.

• *Cường độ của vữa trên nền xốp:*

$$R_v = K_1 \cdot R_x \cdot (X - 0,05) + 4; \quad \text{kG/cm}^2.$$

$R_v$  - mức vữa, kG/cm<sup>2</sup>;

$R_x$  - mức xi măng, kG/cm<sup>2</sup>;

X - lượng xi măng dùng cho 1m<sup>3</sup> cát, tấn;

$K_1$  - hệ số tùy thuộc vào cốt liệu và phương pháp xác định mức xi măng.

**Bảng 6.4. Hệ số  $K_1$** 

$K_1$	$R_x$ xác định theo phương pháp cứng	$R_x$ xác định theo phương pháp mềm
Cát hạt lớn	1	2,2
Cát hạt trung bình	0,8	1,8
Cát hạt nhỏ	0,5 - 0,7	1,4

Thí nghiệm với khuôn thép không đáy đặt trên nền hút nước có  $H_p = 10 \div 15\%$ , độ ẩm nền  $\leq 2\%$ . Với nền xốp,  $R_v$  không phụ thuộc vào  $N$ , vì các loại vữa dù có lượng nước khác nhau, thì khi bị nền xốp hút đi thì nước còn lại thì hầu như gần như nhau.

Với nền xốp, có thể dùng công thức gần đúng sau:

$$R_v = \frac{X \cdot K_2 \cdot R_x}{100}; \text{ kG/cm}^2$$

$X$  - lượng xi măng dùng cho  $1\text{m}^3$  cát vàng cỡ hạt trung bình, ở dạng xốp,  $W = 1 - 2\%$ ,

$R_v$  - mác vữa.

$K_2$  - hệ số phụ thuộc phương pháp xác định mác xi măng.

$K_2 = 0,4$       phương pháp ướt.

$K_2 = 0,7$       phương pháp khô.

**b) Cường độ chịu uốn của vữa:** xác định bằng cách uốn gãy mẫu vữa có kích thước  $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ , tương tự như thử cường độ chịu uốn của xi măng. Xác định theo công thức:

$$R_u = \frac{3PL}{2bh^2}$$

trong đó:  $P$  - tải trọng uốn;

$L$  - khoảng cách giữa 2 gối uốn;

$b, h$  - kích thước tiết diện mẫu uốn.

## 6.3. VỮA XÂY

### 6.3.1. Yêu cầu đối với vữa xây

Vữa xây có tác dụng liên kết và truyền lực từ viên gạch, đá này xuống viên gạch đá khác trong khối xây. Nếu mạch vữa không đầy, khối xây không chắc thì sinh hiện tượng phá hoại vì uốn.

Vữa xây cần có độ dẻo tốt. Độ dẻo phụ thuộc vào kết cấu xây, loại nền, phương pháp đầm nén, thời tiết thi công.

### 6.3.2. Tính cấp phối vữa xây

Cấp phối vữa xây được biểu diễn bằng tỉ lệ thể tích giữa các thành phần cấu tạo. Tùy loại vữa mà mác vữa có cách tính khác nhau.

#### a) Cấp phối vữa vôi

Không tính, tùy chất lượng vôi để chọn cấp phối:

- Vôi cấp 3 → Vôi : cát # 1 : 2
- Vôi cấp 2 → Vôi : cát # 1 : 3
- Vôi cấp 1 → Vôi : cát # 1 : 4

#### b) Vữa hỗn hợp xi măng - vôi

Được biểu diễn 1 : V : C (theo thể tích)

1 - tương ứng 1 đơn vị thể tích XM.

V, C - số đơn vị thể tích vôi nhuyễn và cát dùng với 1 đơn vị thể tích XM.

Lượng nước cần thiết được xác định bằng thí nghiệm theo yêu cầu độ dẻo của vữa, là nước đảm bảo độ dẻo yêu cầu.

Cấp phối vữa xây xác định bằng 2 cách sau:

+ Tra bảng để xác định cấp phối vữa hỗn hợp (tham khảo định mức vật tư trong xây dựng cơ bản của Bộ Xây dựng).

+ Dùng công thức thực nghiệm, tùy thuộc nền xây, đối với nền xếp dùng 2 nhóm công thức sau:

$$\begin{cases} R_v = K.R_x(X - 0,05) + 4 \\ C = \frac{\gamma_0^x}{X} \\ V = 0,15.C - 0,30 \end{cases}$$

với:  $\gamma_0^x$  - khối lượng riêng của xi măng, T/m<sup>3</sup>;

X - xi măng dùng cho 1m<sup>3</sup> cát, Tấn;

K - hệ số phụ thuộc vào chất lượng cát và mác XM xác định theo phương pháp dẻo.

Cát lớn K = 2,2, cát trung bình K = 1,8, cát nhỏ K = 1,4.

Ví dụ: Tính cấp phối vữa hỗn hợp xi măng - vôi mác 50, dùng xi măng mác 200 (phương pháp ướt), cát vàng, cỡ hạt trung bình,  $\gamma_0^x = 1200 \text{ kg/m}^3$ .

Từ nhóm công thức trên ta có:

$$X = \frac{(R_v - 4)}{(K.R_x) + 0,05} = \frac{50 - 4}{(1,8 \times 200) + 0,05} = 0,176 \text{ tấn}$$

$$C = \frac{\gamma_0^x}{X} = \frac{1,2}{0,176} = 6,8$$

$$V = 0,15.C - 0,3 = 0,15 \times 6,8 - 0,3 = 0,72$$

Cấp phối vữa: X : V : C = 1 : 0,72 : 6,8 (theo đơn vị thể tích xi măng)

Nếu trong vữa cát có pha thêm vôi:

$$\begin{cases} X = \frac{R_v \cdot 1000}{K.R_x}; \text{ kg} \\ v = 0,170(1 - 0,002.X); \text{ m}^3 \\ C = \frac{\gamma_{0x}}{X} \\ V = v.C \end{cases}$$

với: v - lượng vôi nhuyễn ( $\text{m}^3$ ) dùng cho  $1\text{m}^3$  cát vàng, cỡ hạt trung bình,  $W = 1 - 2\%$ ;

$\gamma_0^x$  - trọng lượng thể tích XM,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

X - lượng XM dùng  $1\text{m}^3$  cát, kg.

Ví dụ: Cũng với bài toán trên ta tính được:

$$X = \frac{R_v \cdot 1000}{K.R_x} = \frac{50 \times 1000}{1,4 \times 200} = 178 \text{ kg}$$

$$v = 0,170(1 - 0,002.X) = 0,170 \times (1 - 0,002 \times 178) = 0,110 \text{ m}^3$$

$$C = \frac{\gamma_{0x}}{X} = \frac{1200}{178} = 6,8$$

$$V = \frac{v.C}{1000} = 0,110 \times 6,8 = 0,75$$

Do đó cấp phối vữa là: 1 : 0,75 : 6,8.

Các công thức trên chỉ dùng khi  $2,5 < C < 12$ .

### c) Cấp phối vữa xi măng

Gồm xi măng - cát, không dùng công thức tính toán, tra bảng sẵn.

**Bảng 6.5. Cấp phối vữa xi măng**

Mác XM	Cấp phối vữa XM (theo thể tích X : C) cho các mác				
	10	25	50	75	100
150	1 : 6	1 : 3,5			
200		1 : 5	1 : 2,5		
250		1 : 6	1 : 3		
300			1 : 4,5	1 : 3	
400			1 : 6	1 : 4	1 : 3
500				1 : 5	1 : 4
600				1 : 6	1 : 4,5

## 6.4. VỮA TRÁT

### 6.4.1. Đặt điểm vữa trát

Vữa trát có tác dụng bảo vệ khối xây và tạo vẻ đẹp cho công trình → Cần có những đặc điểm sau:

Vữa thường trát làm 3 lớp mỏng:

- Lớp trát dự bị đầu tiên: dày 3 - 8 mm, cần độ dẻo cao và miết mạnh vào cốt xây để vữa bám chắc.
- Lớp đệm trát thứ hai: dày 5 - 12mm, ít dẻo hơn, làm kết cấu bằng phẳng.
- Lớp trát trang trí thứ ba (nếu cần thiết): dày khoảng 2mm, có thể pha thêm bột màu để trang trí, bảo đảm bề mặt trát nhẵn mịn.

Vữa trát cần có độ dẻo hơn và có khả năng giữ nước tốt hơn vữa xây vì nó dễ bị cốt xây hút và bốc hơi → Chất kết dính dùng nhiều hơn, thường dùng cả vữa vôi.

- Yêu cầu:
- Vôi được tôi, lọc kỹ hơn (tôi trước khi dùng 1 - 2 tháng)
  - Cát mịn hơn.
  - Vữa nhào trộn kỹ, độ dẻo tốt.
  - Sau khi thi công bảo dưỡng tốt.

### 6.4.2. Cấp phối vữa trát

#### a) Dùng vữa vôi

- Trát lớp đệm, dự bị: dùng vôi cấp II, cấp phối vôi nhuyễn : cát là 1 : 3.
  - Trát lớp trang hoàng: dùng vôi cấp II, cấp phối vôi nhuyễn : cát là 1 : 2.
- Nếu dùng vôi cấp I giảm 10% vôi, cấp III tăng 10% vôi.

### b) Dùng vữa hỗn hợp XM - vôi

- Trát tường ngoài nhà nơi ẩm ướt: CP 1 : 0,5 : 6 ; 1 : 1 : 6.
- Trát tường trong nhà: CP 1 : 2 : 9.

c) Dùng vữa XM: Lấy cấp phối từ 1 : 3,5 đến 1 : 6.

### 6.4.3. Vữa trang hoàng

- Để trát lớp ngoài cùng, rất mỏng, có nhiều màu sắc khác nhau.
- Chất kết dính dùng là vôi tôi, bột vôi sống, xi măng trắng, màu, ... Khi dùng XM Portland trộn thêm bột đá hoa cho màu nhạt bớt.
- Bột màu là bột đá thiên nhiên có màu sắc, dùng cát thạch anh hay cát hoa cương.
- Nếu muốn lớp cát gồ ghề tự nhiên trong CP dùng 50% cát cỡ 0,15 - 2,5mm và 50% cốt liệu thô 5 - 10mm.
- Muốn lớp trát nhẵn bóng thì dùng máy mài nhẵn và đánh bóng sau khi trát.

#### Chú ý:

- Lượng nước hao phí để tơi 1 kg vôi cục thành hồ vôi (vôi tôi): 2,5 lít
- Lượng nước để trộn 1 m<sup>3</sup> vữa:

Vữa xi măng cát: 260 lít

Vữa tam hợp cát vàng có  $M_{dl} > 2$  : 200 lít

Vữa tam hợp cát mịn có  $M_{dl} = 1,5 - 2$ : 210 lít

Vữa tam hợp cát mịn có  $M_{dl} = 0,7 - 1,4$ : 220 lít

Đối với vữa xây lượng nước được xác định theo yêu cầu độ dẻo của vữa, có thể xác định theo công thức sau:  $N = 0,65(X + V \cdot \gamma_{ov})$ , trong đó  $\gamma_{ov}$  khối lượng thể tích vôi nhuễn hoặc sét nhuễn, kg/l.

## 6.5. THÀNH PHẦN CẤU TẠO MỘT SỐ VỮA VÀ MASTIC

### 6.5.1. Vữa vôi thạch cao

Loại vữa trang trí - tỷ lệ gồm: 1 lít thạch cao xây dựng cùng với (2 - 3) lít vôi.

### 6.5.2. Vữa vôi rơm

Dùng trát vách, theo tỉ lệ khối lượng:

Vôi cục : Rơm khô = 1;

Trát trần: Vôi cục : Rơm khô = 2,5.

### 6.5.3. Vữa vôi - sét nung non: Theo tỷ lệ khối lượng

- Vôi bột sống sống : Sét : Cát = 0,2 : 1 : 3

- Vôi tôi : Sét : Cát = 0,3 : 1 : 3,5

#### 6.5.4. Vữa vôi - sét - Thạch cao - xi măng

Dùng để trát bếp, trát lò (theo tỷ lệ khối lượng).

Tên cấp phối	Sét	Xi măng	Thạch Cao	Vôi	Cát	Amiăng
A	1			1	2	0,1
B	1				2	0,1
C	1	1			2	0,2
D			1	2	1	0,2
E		1	1	2	1	0,2

#### 6.5.5. Vữa sét

Tỷ lệ: Sét/Cát (theo khối lượng) như sau:

Sét béo	:	0,20
Sét vừa	:	0,25
Sét gầy	:	0,30

#### 6.5.6. Vữa hút âm

Vữa hút âm có khối lượng thể tích: 600 - 1200 kg/m<sup>3</sup>

Hạt cốt liệu nhẹ: 3 - 5 mm.

Trước khi trát vữa hút âm phải có lớp nền XM cát (X/C = 0,25) có phụ gia là vôi đặc, vữa nền dày 1cm đã được trát trước đó.

Cấp phối	Chất kết dính	Đá bột loại < 400 kg/m <sup>3</sup>	Xi ≤ 400 kg/m <sup>3</sup>	Nước
A	XM Pooclang P400 : 1	Hạt 3 - 5 mm : 1		1
B	Thạch cao : 1	Hạt 2 - 3 mm : 4		1,25
C	XM Xi. P400 : 1		4	0,7

Tỷ lệ tính theo thể tích. Lớp vữa hút âm chỉ xoa nhẹ, không ấn chặt

#### 6.5.7. Vữa chống thấm: Xem tài liệu vật liệu và công nghệ chống thấm

#### 6.5.8. Vữa cách nhiệt (loại vữa nhẹ, mau khô)

1 XM + 1 Vôi đặc + 2 Cát + 5 Zurit amiăng (tính theo tỷ lệ khối lượng)

#### 6.5.9. Vữa chịu nhiệt: Chịu nhiệt 1100 - 1200°C

Cấp phối	XM	Thuỷ tinh lỏng	Sa mốt nghiền cỡ hạt < 1,2	Sa mốt bột	Bô Xít	Sét chịu lửa	Phụ gia
A	1 kg		4 kg			0,24 kg	10 gam
B		13,3kg		78 kg	8,7 kg	4 kg	0,04g

Lượng nước vữa thích hợp để có độ lưu động theo yêu cầu.



### 6.5.10. Vữa thủy tinh lỏng (Vữa chịu axit)

Cấp phối	Thủy tinh lỏng		Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	Oxit Silic nghiền (thạch anh, diabaz, andezit)	Cát thạch anh
	Na <sub>2</sub> O.nSiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> . O.nSiO <sub>2</sub>			
A	390 kg		56 kg	425	1275 kg
B	390 kg		58 kg	405	1275 kg
C		400 kg	60 kg	805	805 kg

Cấp phối A, C: Dùng cho axit nồng độ cao và vừa.

Cấp phối B: Dùng cho axit nồng độ loãng.

Cấp phối ABC chịu được H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - HCl, H<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>, nhưng không chịu được tác dụng của HF và H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>

Sau 3 ngày trát, vữa đạt 80% cường độ; lượng NaSiF<sub>6</sub> càng tăng thì khả năng chịu nước càng tăng và càng đông cứng nhanh.

### 6.5.11. Vữa Ximăng - thủy tinh lỏng

Trộn Cát và XM cho đều sau đó cho vào thủy tinh lỏng rồi trộn nhanh. Vữa chỉ tồn tại trong vòng 2 - 5 phút. Dùng ngay, để quá 5' vữa sẽ cứng. Vữa dùng trát nền, không dùng để trát phủ.

### 6.5.12. Vữa trát phòng chiếu tia X

Dùng vữa barít, ba rít có  $\gamma_0 = 4500 \text{ kg/m}^3$ , cỡ hạt  $\leq 1,25\text{mm}$ , lượng Sulfát bari có trong cát và bột barít < 85%.

Mặt ngoài (lớp phủ) của vữa quang tuyến X là một lớp vữa XM cát thạch anh dày 1 ÷ 1,5 mm. Chiều dày lớp vữa barít 3cm.

Cát có cỡ hạt < 1,2 mm; X/C = 1/3

Cấp phối	XM PC40	Vôi đặc	Cát barít	Bột barít	Nước
A	1 lít		4 lít		Vừa đủ
B	1 lít		2 lít	1	Vừa đủ
C	1 lít	0,25 lít	4 lít		Vừa đủ

### 6.5.13. Vữa trang trí

#### a) Vữa đá mài (granitô)

XM trắng : 1 kg

Đá hạt : 2,1 kg (hạt đá mài được)

Bột đá trắng : 1 kg  
 Bột màu : 13gam  
 Nước : vừa đủ

**b) Vữa đá rửa**

Ximăng trắng: 1 kg  
 Đá hạt : 1,9 kg  
 Bột đá trắng : 0,9 kg  
 Bột màu : 15 gam  
 Nước : Vừa phải

**c) Vữa vôi cát màu**

Vôi đặc : 10 - 22 kg  
 Ximăng : 2 - 8 kg  
 Cát (Thạch anh, cẩm thạch, trắng): 70 - 74 kg  
 Bột đá : 0 - 13 kg  
 Bột màu : 0 - 13 kg

**6.5.14. Vữa ximăng polyme**

Thành phần	Cấp phối				
	A	B	C	D	E
Ximăng trắng	1kg	1kg	1kg	1kg	1kg
Polyvinyl Laxetat	0,2	0,5	0,4	0,07	
Đi vi nhin Styrol latec					0,07
Cát có cỡ hạt ≤ 0,63 mm	2	3	2	1,5	2
Bột thạch anh	1	1	1,5		2

**6.5.15. Mastic dùng để quét lên bề mặt trát (trước khi lăn sơn nước)**

Cấp phối	Đơn vị	Thạch Cao	Phụ gia dẻo	Phụ gia đông kết chậm	Nước
A	Kg	10		0,8	7
B	Kg	8,7	0,36	0,05	4,2

Có khi người ta dùng hỗn hợp Thạch cao: Vôi để làm mastic hỗn hợp TC : V là 1 ÷ 0,33 (nên có phụ gia đóng kết chậm) khi trộn nên trộn từng ít một để sử dụng chóng hết.

### 6.5.16. Mastic gắn kết các tấm ốp bằng thủy tinh tráng men

Loại Mastic	Ximăng PC40	Cát mịn	Dung dịch có 30% nhũ tương PVL	Dung dịch keo Kazein
Mastic nhũ tương PVL	1 lít	3 lít	vừa đủ độ dẻo yêu cầu	
Mastic ximăng Kafein	4 lít	4 lít		1 lít

Cát mịn : Đá vôi nghiền, bột cẩm thạch.

PVL : Polyvinyl Laxetat.

Cũng có thể dùng mastic này để gắn kết gạch men sứ.

### 6.5.17. Mastic gắn kết các tấm ốp Polystyrol

Loại mastic	Nhũ tương PVL	Polystyrol vụn	Benzen hoặc Toluen	Men Peclovinyli	Keo Kazein	Ximăng	Cát mịn
Mastic nhũ tương PVL	0,6 lít					1 lít	3 lít
Mastic Polystyrol		1 lít	3 lít				
Mastic Peclovinyli				1 lít		0,5 lít	0,5 lít
Mastic XM Kazein					1 lít	1 lít	3 lít

### 6.5.18. Mastic gắn kết các tấm ốp (giấy, gỗ tấm, nhựa, XM amiăng..)

Vật liệu tạo mastic	Cấp phối 1	Cấp phối 2
Bitum số 3	33 kg	1 kg
Đất sét	26 kg	
Vữa vôi	26 kg	0,8 kg
Nước	41 kg	0,6 kg

## Phụ lục 2

### 1. ĐỊNH MỨC CẤP VỮA XÂY DỰNG

#### 1.1. Cấp phối vữa xây, tô dùng xi măng PCB30

STT	Loại vữa	Mức vữa	Vật liệu dùng cho 1m <sup>3</sup> vữa			
			Xi măng (kg)	Vôi cục (kg)	Cát vàng (m <sup>3</sup> )	Nước (lít)
1	Vữa tam hợp cát vàng (cát có môđun độ lớn $M > 2$ )	10	65	107	1,15	200
		25	112	97	1,12	200
		50	201	73	1,09	200
		75	291	50	1,07	200
		100	376	29	1,04	200
2	Vữa tam hợp cát mịn cát có môđun độ lớn $M = 1,5 \div 2$	10	71	104	1,13	210
		25	121	91	1,10	210
		50	225	66	1,07	210
		75	313	44	1,04	210
3	Vữa tam hợp cát mịn cát có môđun độ lớn $M = 0,7 \div 1,4$	10	80	101	1,10	220
		25	138	84	1,07	220
		50	256	56	1,04	220
4	Vữa xi măng cát vàng (cát có môđun độ lớn $M > 2$ )	25	116		1,16	260
		50	213		1,12	260
		75	296		1,09	260
		100	385		1,06	260
		125	462		1,02	260
5	Vữa xi măng cát mịn cát có môđun độ lớn $M = 1,5 \div 2$	25	124		1,13	260
		50	230		1,09	260
		75	320		1,06	260
		100	410		1,02	260
6	Vữa xi măng cát mịn cát có môđun độ lớn $M = 0,7 \div 1,4$	25	142		1,10	260
		50	261		1,06	260
		75	360		1,02	260

## 1.2. Cấp phối vữa xây, tô dùng xi măng PCB40

STT	Loại vữa	Mác vữa	Vật liệu dùng cho 1m <sup>3</sup> vữa			
			Xi măng (kg)	Vôi cục (kg)	Cát vàng (m <sup>3</sup> )	Nước (lít)
1	Vữa tam hợp cát vàng (cát có môđun độ lớn M > 2)	25	86	83	1,14	200
		50	161	69	1,12	200
		75	223	56	1,09	200
		100	291	42	1,07	200
		125	357	29	1,05	200
2	Vữa tam hợp cát mịn cát có môđun độ lớn M = 1,5 ÷ 2	25	93	82	1,12	210
		50	173	64	1,09	210
		75	242	51	1,07	210
		100	317	36	1,05	210
3	Vữa tam hợp cát mịn cát có môđun độ lớn M = 0,7 ÷ 1,4	25	106	76	1,09	210
		50	196	58	1,06	210
		75	275	42	1,04	210
4	Vữa xi măng cát vàng (cát có môđun độ lớn M > 2)	25	88		1,17	260
		50	163		1,14	260
		75	227		1,11	260
		100	297		1,09	260
		125	361		1,06	260
		150	425		1,04	260
5	Vữa xi măng cát mịn cát có môđun độ lớn M = 1,5 ÷ 2	25	96		1,15	260
		50	176		1,11	260
		75	247		1,09	260
		100	320		1,06	260
		125	389		1,03	260
6	Vữa xi măng cát mịn cát có môđun độ lớn M = 0,7 ÷ 1,4	25	108		1,11	260
		50	200		1,08	260
		75	278		1,05	260
		100	359		1,02	260

## 2. ĐỊNH MỨC CẤP PHỐI CHO 1m<sup>3</sup> VỮA XÂY DỰNG ĐẶC BIỆT

STT	Loại bê tông	Loại vật liệu - quy cách	Đơn vị	Liều lượng
1	Bê tông chịu axit	Bột thạch anh Cát thạch anh Thuỷ tinh nước Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> Thuốc trừ sâu NaSiF <sub>6</sub>	Kg Kg Kg Kg	1040 520 468 70
2	Bê tông chống mòn (phoi thép)	Ximăng PCB 30 Cát vàng Phoi thép Nước	kg m kg lít	1039 0.334 1350 260
3	Vữa vôi, puzolan mác 50	Bột puzolan Nếu dùng vôi bột Nếu dùng vôi tôi Cát mịn M = 1,5 - 2 Nước (khi dùng vôi bột)	kg kg lít m <sup>3</sup> lít	410 135 200 1.01 220
4	Vữa vôi, puzolan mác 25	Bột puzolan Nếu dùng vôi bột Nếu dùng vôi tôi Cát mịn M = 1,5 - 2 Nước (khi dùng vôi bột)	kg kg lít m <sup>3</sup> lít	270 90 160 1.01 220
5	Vữa vôi, puzolan mác 10	Bột puzolan Nếu dùng vôi bột Nếu dùng vôi tôi Cát mịn M = 1,5 - 2 Nước (khi dùng vôi bột)	kg kg lít m <sup>3</sup> lít	185 60 115 1.01 220
6	Vữa vôi, puzolan mác 50, có thêm 20% ximăng	Bột puzolan Ximăng PCB 30 Nếu dùng vôi bột Nếu dùng vôi tôi Cát mịn M = 1,5 - 2 Nước (khi dùng vôi bột)	kg kg kg lít m <sup>3</sup> lít	330 110 110 205 1.01 220
7	Vữa vôi, puzolan mác 25, có thêm 20% ximăng	Bột puzolan Ximăng PCB 30 Nếu dùng vôi bột Nếu dùng vôi tôi Cát mịn M = 1,5 - 2 Nước (khi dùng vôi bột)	kg kg kg lít m <sup>3</sup> lít	210 70 70 135 1.01 220
8	Vữa vôi, puzolan mác 10, có thêm 20% ximăng	Bột puzolan Ximăng PCB 30 Nếu dùng vôi bột Nếu dùng vôi tôi Cát mịn M = 1,5 - 2 Nước (khi dùng vôi bột)	kg kg kg lít m <sup>3</sup> lít	150 50 50 95 1.01 220

## Chương 7

# GỖ VÀ VẬT LIỆU GỖ

### 7.1. KHÁI NIỆM

Gỗ là vật liệu thiên nhiên được sử dụng khá rộng rãi trong xây dựng và trong sinh hoạt vì những ưu điểm cơ bản sau: nhẹ, có cường độ khá cao, cách nhiệt và cách điện tốt; dễ gia công (cưa, xẻ, bào, khoan, đóng đinh...); vân gỗ có giá trị mỹ thuật cao.

Ngược lại, chưa qua chế biến, gỗ tồn tại những nhược điểm như:

- Cấu tạo và tính chất cơ lí không đồng nhất, thường thay đổi theo từng loại gỗ, từng cây và từng phần trên thân cây.
- Dễ hút và nhả hơi nước làm sản phẩm bị biến đổi thể tích, cong vênh, nứt tách.
- Dễ bị sâu nấm, mục mối phá hoại, dễ cháy.
- Có nhiều khuyết tật làm giảm khả năng chịu lực và gia công chế biến khó khăn.

Ngày nay với kĩ thuật gia công chế biến hiện đại người ta có thể khắc phục được những nhược điểm của gỗ, sử dụng gỗ một cách có hiệu quả hơn, như sơn gỗ, sấy và ngâm tẩm gỗ, chế biến gỗ dán, tẩm dấm bào và tẩm sợi gỗ ép. Từ gỗ người ta đã sản xuất ra xenlulo, rượu etyl, rượu butyl, giấy, cactông, axit hữu cơ và các sản phẩm khác. Vì vậy, tiết kiệm gỗ trong xây dựng là một nhiệm vụ rất quan trọng.

Khu Tây Bắc có nhiều rừng già và có nhiều loại gỗ quý như: trai, đinh, lim, lát, mun. Rừng Việt Bắc có lim, nghiến, vàng tâm. Rừng Tây Nguyên có cẩm lai. Hàng năm nước ta có thể khai thác từ 6 - 8 triệu m<sup>3</sup> gỗ và hàng tỉ cây tre nứa.

### 7.2. CÁC QUY ĐỊNH VỀ TÊN GỌI CỦA GỖ XÂY DỰNG

*Gỗ xẻ*: là sản phẩm có trải qua quá trình gia công cưa xẻ.

*Ván*: gỗ xẻ có ít nhất 2 mặt song với nhau, chiều rộng mặt xẻ bằng hay lớn hơn ba lần chiều dày.

*Hộp*: gỗ xẻ có ít nhất hai mặt song song với nhau, chiều rộng gỗ xẻ nhỏ hơn ba lần chiều dày.



*Gỗ bỏ đôi:* là gỗ xẻ có một mặt xẻ đi qua tâm ruột gỗ, mặt còn lại là bộ phận của bề mặt gỗ.

*Gỗ bỏ tư:* là gỗ xẻ có hai mặt xẻ đi qua tâm ruột gỗ và vuông góc với nhau, mặt còn lại là bộ phận của bề mặt gỗ tròn.

*Bìa bấp:* phần gỗ còn lại không xẻ được nữa trong quá trình xẻ chính, mặt cắt ngang là một hình giới hạn bởi mặt xẻ và bộ phận của bề mặt gỗ tròn.

*Thanh phe:* phần gỗ còn lại không xẻ được nữa trong quá trình xẻ phụ, mặt cắt ngang là một hình giới hạn bởi hai mặt xẻ vuông góc với nhau và bộ phận của bề mặt gỗ tròn.

*Gỗ bọc ruột:* Hộp có phần ruột gỗ nằm bên trong.

*Hộp (ván) chẻ ruột:* Hộp (ván) có một mặt xẻ chính đi qua tâm ruột gỗ.

*Hộp (ván) bên:* Hộp (ván) không có phần ruột gỗ.

*Hộp hai mặt:* Hộp có hai mặt xẻ song song nhau, hai mặt còn lại là bộ phận của bề mặt gỗ tròn.

*Hộp ba mặt:* Hộp có ba mặt xẻ liên tiếp vuông góc với nhau, mặt còn lại là bộ phận của bề mặt gỗ tròn.

*Hộp (ván) vuông cạnh:* Hộp (ván) có bốn mặt xẻ liên tiếp vuông góc với nhau.

*Hộp lẹm một (hai, ba, bốn) cạnh:* loại hộp vuông nhưng ở giữa các mặt xẻ có một (hai, ba, bốn) mặt là bộ phận của bề mặt gỗ tròn.

*Ván lẹm một (hai) mặt bên:* Ván có một (hai) mặt bên là bộ phận của bề mặt gỗ tròn.

*Ván lẹm đầu:* ván vuông cạnh, nhưng ở đầu ván có một phần mặt chính không xẻ tới, phần này là bộ phận của bề mặt gỗ tròn.

*Ván lẹm giữa:* ván vuông cạnh, nhưng ở giữa mặt xẻ chính có một phần không xẻ tới, phần này là bộ phận của bề mặt gỗ tròn.

### 7.3. CÁC YÊU CẦU KHI DÙNG GỖ XÂY DỰNG

Gỗ tròn dùng vào công trình, tùy theo kích thước về chiều dài và đường kính phải phù hợp với các điều kiện về phẩm chất đã quy định cho từng loại.

Gỗ đẽo vuông bằng rìu chỉ được phần lẹm ở 2 cạnh cộng lại không quá 1/5 chiều rộng mặt gỗ, phần gỗ còn lại phải đủ 4/5. Gỗ giác bìa coi như gỗ lẹm; trừ gỗ tà vẹt thì có thể lẹm đến 1/4.

Gỗ xẻ thành hộp, vuông thành sắc cạnh có thể lẩn giác và được phép lẹm theo dung sai mà yêu cầu kỹ thuật của từng công trình quy định.

Gỗ công trình cần phải khô. Gỗ tròn phải để khô ít nhất 1 năm sau khi chặt hạ, trừ gỗ dùng làm cột ván đóng cừ hay công việc khác dưới nước thì nên dùng gỗ tươi.

Trường hợp không thể dự trữ gỗ tròn cho khô thì phải xẻ thành ván và phải để ván khô ít nhất từ 1 đến 2 tháng tùy theo loại gỗ và tùy mùa, hoặc phải sấy gỗ trong lò sấy.

Nếu sử dụng gỗ cây có nhựa đã trích nhựa hoặc sử dụng gỗ đã qua chế biến (gỗ tẩm thuốc hóa chất, gỗ dán v.v...) thì phải căn cứ vào tính chất mới của gỗ do thí nghiệm xác định.

Sử dụng gỗ còn tươi: Nếu phải sử dụng gỗ còn tươi thì phải tùy theo từng môi trường sử dụng gỗ (trong nhà, ngoài trời, dưới nước) và độ ẩm của gỗ (gỗ khô, gỗ rần và ẩm) mà áp dụng các hệ số điều chỉnh thích hợp để đảm bảo an toàn cho công trình.

#### 7.4. PHÂN LOẠI

**7.4.1. Theo cường độ chịu nén dọc, uốn tĩnh, kéo và cắt dọc** gỗ được chia ra 6 nhóm, theo bảng 7.1.

**Bảng 7.1**

Nhóm	Cường độ $10^5\text{N/m}^2$			
	Nén dọc	Uốn tĩnh	Kéo dọc	Cắt dọc
I	Từ 630 trở lên	Từ 1300 trở lên	Từ 1395 trở lên	Từ 125 trở lên
II	525 - 625	1080 - 1299	1165 - 1394	105 - 124
III	440 - 524	900 - 1079	970 - 1164	85 - 104
IV	365 - 439	750 - 899	810 - 969	70 - 84
V	305 - 364	- 625 - 749	675 - 809	60 - 69
VI	Từ 305 trở xuống	Từ 674 trở xuống	Từ 674 trở xuống	Từ 59 trở xuống

**7.4.2. Theo khối lượng thể tích để chia ra 6 nhóm** (đối với các loại gỗ chưa có số liệu về cường độ) như bảng 7.2 dưới đây:

**Bảng 7.2**

Nhóm	Khối lượng thể tích, $\text{g/cm}^3$	Nhóm	Khối lượng thể tích, $\text{g/cm}^3$
I	Từ 0,86 trở lên	IV	0,55-0,61
II	0,73-0,85	V	0,50-0,54
III	0,62-0,72	VI	từ 0,49 trở xuống

### 7.4.3. Phân loại theo tên gỗ

*Nhóm I:* Bàng lang cờm, cẩm lai, cẩm liên, cẩm thi, dáng hương, du sam, gỗ đỏ, gụ mật, gụ biên, gụ lau, hoàng đàn, huệ mộc, huỳnh đường, dương tía, lát hoa, lát da đồng, lát chun, lát xanh, lát lông, mạy lay, mun sừng, mun sọc, muông đen, pơ mu, sa mu dầu, sơn huyết, sưa, thông dé, thông tre trai, trắc đen, trầm hương, trắc vàng.

*Nhóm II:* Cốt xe, da đá, dầu đen, đinh, đinh gan gà, đinh khét, đinh mật, đinh thối, đinh vàng, đinh xanh, lim xanh, nghiến, kiền kiền, săng đào, song xanh, sến mật, sến cát, sến đắng, táu mật, táu núi, táu nước, táu mắt quỳ, trai lí, vấp, xoay.

*Nhóm III:* Bàng lang nước, bàng lang tía, bình linh, cà chắc, cà ổi, chai, cho chỉ, chò chai, chua khét, chự, chiêu liêu xanh, dàu vàng, huỳnh, lát khét, lâu táu, loại thụ, re mít, săng lé, sao đen, sao hải nam, tếch, trường mật, trường chua, vên vên vàng.

*Nhóm IV:* Bời lời, bời lời vàng cá đuối, chắc khế, chau chau, dầu mít, dầu lông, dầu song nạng, dầu trà beng, gọi nếp, gọi trung bộ, gọi đầu, giổi, hà nu, hồng tùng, kim dao, khóo tía, khóo đầu, long não, mít mỡ, re hương, re xanh, re đỏ, re gừng, sến bo bo, sến đỏ, sụ, so đo lông, thông ba lá, thông nạng

*Nhóm V:* Bản xe, bời lời giấy, cả bu, chò lông, chò xanh, chò sót, chôm cho, chùm bao cổng tía, cổng trắng, cổng chim, dái ngựa, dàu, dàu rái, dàu chai, dàu đỏ, dàu nước, dàu sơn, giẻ gai, giẻ gai hạt nhỏ, giẻ sơm, giẻ cau, giẻ cuống, giẻ đỏ, giẻ mỡ gà, giẻ xanh, giẻ đề xi, gọi tẻ, hoàng linh, khóo mật, ké, ké mật, ké đuôi dông, muông gân, lim vàng, mò gỗ, mạy sưa, nang, nhãn rừng, phi lao, re bầu, sa nước, sau sau, săng tấu, săng đá, săng trắng, sồi đá, sếu, thành ngạnh, trâm sừng, trâm tía, thích, thiều rừng, thông đuôi ngựa, thông nhựa, vải guốc, vàng kiêng, vừng, xà cừ, xoài.

*Nhóm VI:* Ba khía, bạch đàn chanh, bạch đàn đỏ, bạch đàn liễu, bạch đàn trắng, bứa nhà, bứa núi, bồ kết giả, chẹo tía, chiêu liêu, chò nếp, chò nâu, chò nhai, chò ổi, đà, đước, hậu phát, khóo, khóo thối, khóo vàng, khế, long kiêng, mã nhâm, mã tiền, máu chó, mận rừng, mít nài, mù u, muỗm, nhọ nổi, nhội, nong heo, quế, quế xây lan, ràng ràng đá, rần ràng mít, ràng ràng mật, ràng ràng tía, re, săng, sấu, sấu, sồi, sồi phẳng, sồi vàng máp, vẩy ốc, vàng rề, vối thuốc, vù hương, xoan ta, xoan nhừ, xoan đào, xoan mộc, xương cá.

*Nhóm VII:* Cao su, cà lồ, cám choai, chân chim, côm lá bạc, dung nam, gáo vàng, giẻ trắng, hồng rừng, hồng mang lá to, hồng quân, làng gạch hôi, lọng bằng, lõi khoai, me, mã, mò cua, ngát, phổi bò, rù rì, săng vi, săng, săng mây, sỏ

con quay, sủ bọt, sồi trắng, sui, trám đen, trám trắng, táu muối, thừng mực, than mát, thầu tấu, ươi, vạng trứng, vàng anh, xoay tây.

*Nhóm VIII:* Ba bét, ba soi, ba thưa, bồ đề, bồ hòn, bồ kết, bông bạc, bộp bo, bung bi, chay, cóc, cối, dâu da bắc, dàng duối rừng, đề, đỏ ngon, gáo, gạo, gòn gioi, hu, hu lông, hu đay, lai rừng, lai, lòi, mán đĩa, muông trắng, muông gai, núc nác, ngọc lan tây, sung, sồi bắc, sò đũa, sang nước, thanh thất, trầu, tung trắng, trôm, vòng.

## 7.5. CẤU TẠO CỦA GỖ

Gỗ nước ta hầu hết thuộc loại cây lá rộng, cây lá kim (như thông, pơmu, kim giao, sam...) rất ít. Gỗ cây lá rộng có cấu tạo phức tạp hơn cây gỗ lá kim. Cấu tạo của gỗ có thể nhìn thấy bằng mắt thường hoặc với độ phóng đại không lớn gọi là cấu tạo thô (vĩ mô), cấu tạo của gỗ chỉ nhìn thấy qua kính hiển vi gọi là cấu tạo nhỏ (vi mô)

Cấu tạo thô của gỗ được quan sát trên 3 mặt cắt (hình 7.1) và mặt cắt ngang thân cây (hình 7.2) ta có thể nhìn thấy: vỏ, libe, lớp hình thành, lớp gỗ bìa, lớp gỗ lõi và lõi gỗ.

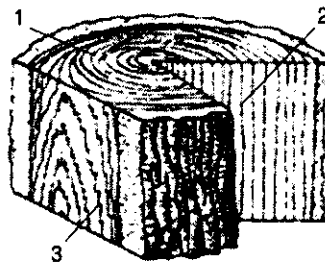
**Vỏ** có chức năng bảo vệ gỗ khỏi bị tác dụng cơ học. Nó gồm có lớp ngoài (tế bào chết) và lớp libe ở bên trong.

**Libe** là lớp tế bào mỏng của vỏ, có chức năng là truyền và dự trữ thức ăn để nuôi cây.

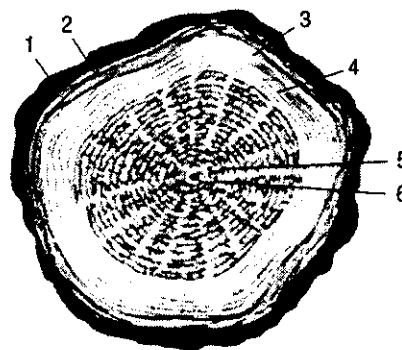
**Lớp hình thành** gồm một lớp tế bào sống mỏng có khả năng sinh trưởng ra phía ngoài để sinh ra vỏ và phía trong để sinh gỗ. Những tế bào sinh gỗ vào mùa xuân có bản rộng thành tế bào mỏng; vào mùa hè và thu, đông thì hẹp hơn, có thành dày hơn đóng vai trò chịu lực.

**Lớp gỗ bìa** (giác) màu nhạt, chứa nhiều nước; dễ mục nát, mềm và có cường độ thấp.

**Lớp gỗ lõi** màu sẫm và cứng hơn, chứa ít nước, khó bị mục mọt



**Hình 7.1:** Ba mặt cắt chính của thân cây  
1. Mặt cắt ngang; 2. Mặt cắt pháp tuyến;  
3. Mặt cắt tiếp tuyến



**Hình 7.2:** Mặt cắt chính của thân cây  
1. Vỏ; 2. Sợi vỏ cây; 3. Lớp hình thành;  
4. Lớp gỗ bìa; 5. Lớp gỗ lõi; 6. Lõi gỗ.

**Lõi cây** (tủy cây) nằm ở trung tâm; có loại lõi cây là phần mềm yếu nhất, dễ mục nát. Có loại lõi cây rất cứng, bền, khó mục, cường độ rất cao (lõi rồng).

**Vòng tuổi:** Nhìn toàn bộ mặt cắt ngang ta thấy phần gỗ được cấu tạo bởi các vòng tròn đồng tâm, đó là các vòng tuổi. Hàng năm vào mùa xuân gỗ phát triển mạnh; lớp gỗ xuân dày, màu nhạt, chứa nhiều nước gọi là lớp gỗ sớm. Vào mùa hạ-thu-đông gỗ phát triển chậm, lớp gỗ mỏng, màu sẫm, ít nước và cứng được gọi là lớp gỗ muộn. Hai lớp gỗ có màu sẫm nhạt nối tiếp nhau tạo ra một tuổi gỗ (hình 7.2).

Nhìn kỹ mặt cắt ngang còn có thể phát hiện những tia nhỏ li ti hướng vào tâm gọi là **tia lõi**.

**Màu sắc và vân gỗ.** Mỗi loại gỗ có một màu sắc khác nhau. Căn cứ màu sắc có thể sơ bộ đánh giá phẩm chất và loại gỗ. Thí dụ: gỗ gụ, gỗ mun có màu sẫm và đen; gỗ sến và táu có màu hồng sẫm; gỗ thông, bồ đề có màu trắng. Màu sắc của gỗ còn thay đổi tùy theo tình trạng sâu nấm và mức độ ảnh hưởng của mưa gió. Vân gỗ cũng rất phong phú và đa dạng.

Vân gỗ cây lá kim đơn giản, cây lá rộng phức tạp và đẹp (lát hoa có vân gợn mây, lát chun có vân óng ánh như vỏ trai). Gỗ có vân đẹp để làm mỹ nghệ.

## 7.6. TÍNH CHẤT CỦA GỖ

Các tính chất cơ lý của gỗ được xác định theo TCVN (từ 355 : 1970 đến 370 : 1970).

### 7.6.1. Tính chất vật lý

**Độ ẩm:** Độ ẩm có ảnh hưởng lớn đến tính chất của gỗ. Nước nằm trong gỗ có 3 dạng:

Nước mao quản (tự do): nằm trong khoảng trống giữa các tế bào gỗ, bên trong các ống dẫn.

Nước hấp phụ: trong vỏ các tế bào và khoảng giữa các tế bào.

Nước liên kết hoá học: nằm trong thành phần hoá học chất tạo gỗ.

**Giới hạn bão hoà thớ ( $W_{bht}$ ):** Trạng thái gỗ chỉ chứa nước hấp phụ (không có nước tự do) gọi là giới hạn bão hoà thớ ( $W_{bht}$ ). Tùy từng loại gỗ giới hạn bão hoà có thể dao động từ 23 đến 35%.

**Độ ẩm cân bằng:** Độ ẩm mà gỗ nhận được khi người ta giữ lâu dài trong không khí có độ ẩm tương đối và nhiệt độ không đổi gọi là độ ẩm cân bằng. Độ ẩm cân bằng của gỗ được xác định bằng biểu đồ trên hình 9.5. Độ ẩm cân bằng của gỗ khô trong phòng là 8 - 12%; của gỗ trong không khí sau khi sấy lâu dài ở ngoài không khí là 15 - 18%.

**Độ ẩm tiêu chuẩn:** Vì các chỉ tiêu tính chất của gỗ (khối lượng thể tích, cường độ) thay đổi theo độ ẩm (trong giới hạn của nước hấp thụ) cho nên để so sánh người ta thường chuyển các chỉ tiêu của gỗ về trạng thái độ ẩm tiêu chuẩn, ở Việt Nam  $W_{tc} = 18\%$ .

**Độ co ngót:** Do cấu tạo không đồng nhất nên độ co theo các phương cũng khác nhau: co dọc thớ: 0,1 - 0,3%; co pháp tuyến: 3 - 6%; co tiếp tuyến: 7 - 12%.

Độ co của gỗ (%) theo các phương dọc thớ, pháp tuyến, tiếp tuyến được xác định theo công thức:

$$Y_t = \frac{a - a_1}{a_1} 100\%$$

trong đó:  $a$  - kích thước của gỗ theo các phương dọc thớ, hoặc pháp tuyến, hoặc tiếp tuyến ở độ ẩm tự nhiên;

$a_1$  - kích thước sau khi sấy đến trạng thái khô tuyệt đối.

Mức độ co thể tích  $Y_v$  (%) được xác định dựa theo thể tích của mẫu gỗ trước khi sấy ( $V$ ) và sau khi sấy khô ( $V_1$ ) theo công thức:

$$Y_v = \frac{V - V_1}{V_1} 100\%$$

**Hệ số co thể tích  $K_0$ ,** được xác định theo công thức:

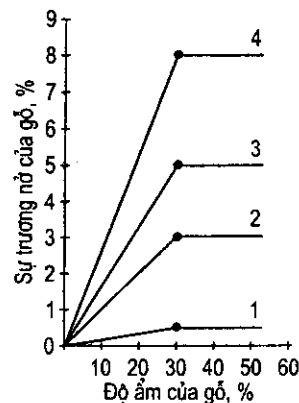
$$K_0 = \frac{Y_v}{W}$$

trong đó:  $W$  - độ ẩm của gỗ (%),  $W < W_{bhr}$ .

**Trương nở** là khả năng của gỗ tăng kích thước và thể tích khi hút nước vào thành tế bào. Gỗ bị trương nở khi hút nước đến giới hạn bão hoà thớ. Trương nở cũng giống như co ngót, không giống nhau theo các phương khác nhau (hình 7.3), co dọc thớ 0,1 - 0,8; pháp tuyến: 3 - 5%; tiếp tuyến: 6 - 12%.

Hậu quả của sự co ngót và trương nở là sự cong vênh và nứt tách vật liệu gỗ. Sự cong vênh các sản phẩm gỗ là kết quả của sự co ngót không đều, trong phương tiếp tuyến và pháp tuyến và sự mất nước không đều. Sự co ngót không đều và sự cong vênh gây ra nội ứng suất làm nứt tách gỗ xẻ và gỗ tròn. Tấm xẻ càng rộng, cong vênh càng nhiều.

Để hạn chế cong vênh và nứt tách nên sử dụng gỗ với độ ẩm cân bằng phù hợp với điều kiện sử dụng. Để bảo vệ gỗ khỏi bị ẩm ướt người ta thường dùng



**Hình 7.3:** Ảnh hưởng của độ ẩm đến độ trương nở

phương pháp sơn phủ bằng các hỗn hợp từ vôi, muối và keo hoặc các thành phần khác.

Khối lượng riêng:  $\gamma_a = 1,54\text{g/cm}^3$ .

Khối lượng thể tích: phụ thuộc vào độ rỗng và độ ẩm. Người ta chuyển khối lượng thể tích của gỗ ở độ ẩm bất kì (W) về khối lượng thể tích ở độ ẩm tiêu chuẩn (18%) theo công thức:

$$\gamma_o^{18} = \gamma_o^w [1 + 0,01(1 - K_o)(18 - W)]$$

trong đó:

$\gamma_o^{18}, \gamma_o^w$  - khối lượng thể tích của gỗ ở độ ẩm W tự nhiên và độ ẩm 18%;

$K_o$  - hệ số co thể tích.

Dựa vào khối lượng thể tích, gỗ được chia ra 5 loại:

Gỗ rất nhẹ ( $\gamma_o < 400\text{kg/m}^3$ ).

Gỗ nhẹ ( $\gamma_o = 400 - 500\text{kg/m}^3$ ).

Gỗ nhẹ vừa ( $\gamma_o = 500 - 700\text{kg/m}^3$ ).

Gỗ nặng ( $\gamma_o = 700 - 900\text{kg/m}^3$ ).

Gỗ rất nặng ( $\gamma_o > 900\text{kg/m}^3$ ).

Những loại gỗ rất nặng như gỗ nghiêng ( $\gamma_o = 1100\text{kg/m}^3$ ), gỗ sến ( $\gamma_o = 1080\text{kg/m}^3$ ); những loại gỗ rất nhẹ như: gỗ sung, gỗ muồng trắng.

### 7.6.2. Tính chất cơ học

Gỗ có cấu tạo không đồng nhất nên tính chất cơ học của nó không giống nhau theo các phương khác nhau.

Cường độ của gỗ phụ thuộc vào độ ẩm của gỗ, khi tính toán, đánh giá cần chuyển về độ ẩm tiêu chuẩn:

$$R^{18} = R^w [1 + \alpha(W - 18)]$$

trong đó:

$R^{18}$  và  $R^w$  - Cường độ của gỗ ở độ ẩm tiêu chuẩn (18%) và ở độ ẩm lúc thí nghiệm;

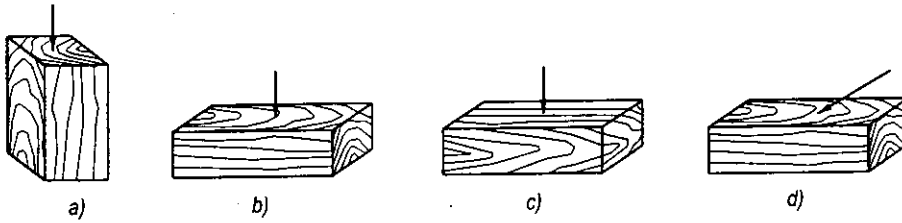
$\alpha$  - hệ số điều chỉnh độ ẩm của gỗ, biểu thị số % thay đổi cường độ của gỗ khi độ ẩm thay đổi 1%; khi chịu nén và chịu uốn  $\alpha = 0,04$ , khi chịu trượt  $\alpha = 0,03$ ;

W - độ ẩm của gỗ, % ( $W < W_{bht}$ ).



### 7.6.2.1. Cường độ chịu nén

Cường độ chịu nén của gỗ gồm: nén dọc thớ; nén ngang thớ pháp tuyến và ngang thớ tiếp tuyến; nén xiên thớ (hình 7.4).

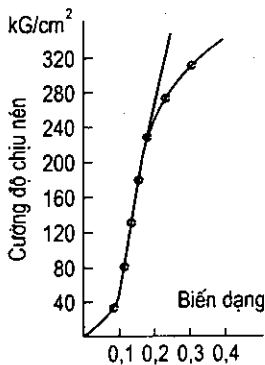


**Hình 7.4:** Các dạng chịu nén của gỗ  
a) Nén dọc thớ; b) Ngang thớ tiếp tuyến; c) Xuyên tâm; d) Xuyên thớ.

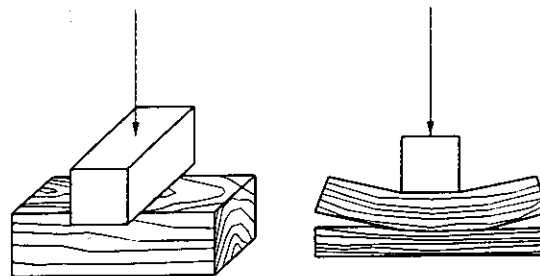
Mẫu thí nghiệm nén  $2 \times 2 \times 3$  cm.

Khi nén ngang, các thớ bị ép chặt vào nhau sinh ra biến dạng rất lớn. Khi biến dạng không tỉ lệ với ứng suất thì coi như mẫu bị phá hoại (điểm A, hình 7.5).

Trong thực tế, gỗ còn chịu nén ngang cục bộ, dễ sinh ra tách đầu cấu kiện (hình 7.6), nên trong thực tế phải tính toán đầu dư tự do đủ dài sao cho không bị tách.



**Hình 7.5:** Biểu đồ đo nén ngang thớ



**Hình 7.6:** Hiện tượng tách đầu tự do khi nén ngang cục bộ.

Cường độ chịu nén dọc, ngang thớ (pháp tuyến và tiếp tuyến) được xác định theo công thức:

$$R_n^w = \frac{P_{\max}}{F^w} \text{ (kG/cm}^2\text{)}$$

trong đó:  $P_{\max}$  - tải trọng phá hoại, kG;

$F^w$  - tiết diện chịu nén của gỗ ở độ ẩm  $W$ , cm<sup>2</sup>.



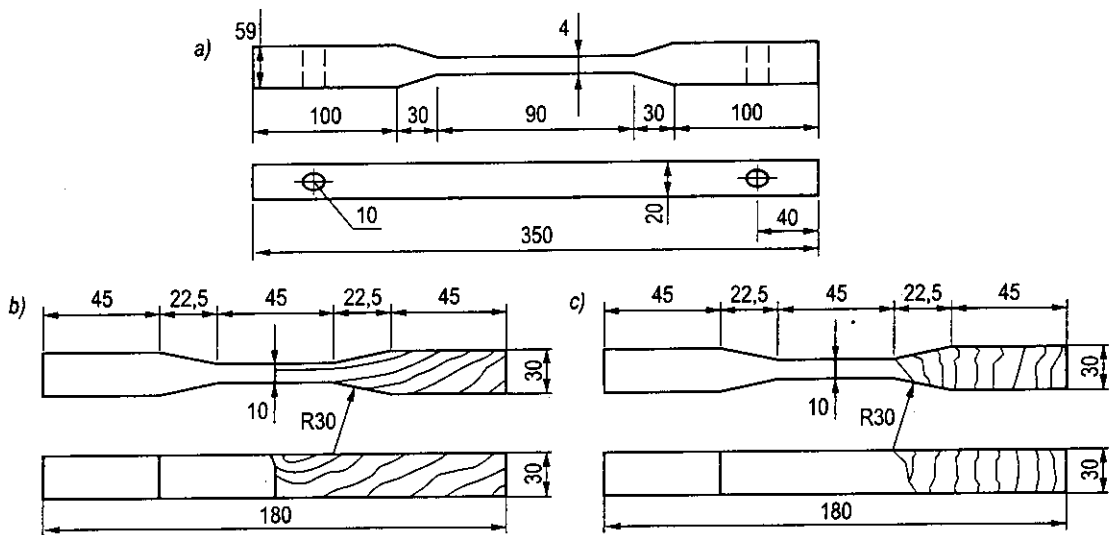
### 7.6.2.2. Cường độ chịu kéo

Mẫu làm việc chịu kéo được chia ra: Kéo dọc, kéo ngang thớ: tiếp tuyến và pháp tuyến, hình 7.7. Xác định theo công thức:

$$R_K^w = \frac{P_{\max}}{F^w} \text{ (kG/cm}^2\text{)}$$

trong đó:  $P_{\max}$  - tải trọng kéo phá hoại, (kG);

$F^w$  - tiết diện chịu kéo ở trạng thái ảm  $W$  (cm<sup>2</sup>).

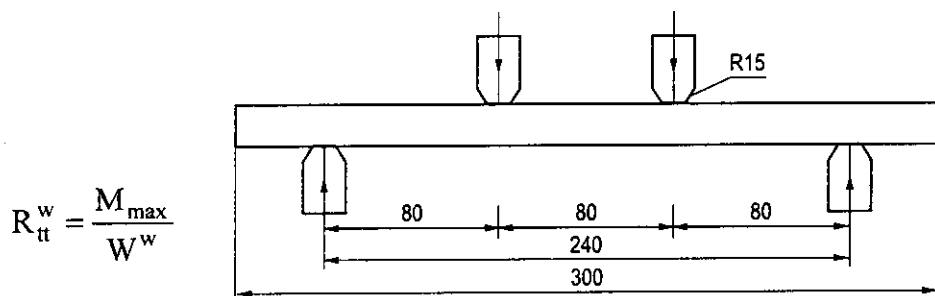


**Hình 7.7:** Mẫu thí nghiệm kéo

a) Dọc thớ; b) Ngang thớ; c) Ngang thớ xuyên tâm.

### 7.6.2.3. Cường độ chịu uốn

Cường độ chịu uốn được tính theo mômen uốn  $M_{\max}$  (kG.cm) và mômen chống uốn  $W$  (cm<sup>3</sup>). Mẫu 20 × 20 × 300mm, hình 7.8.



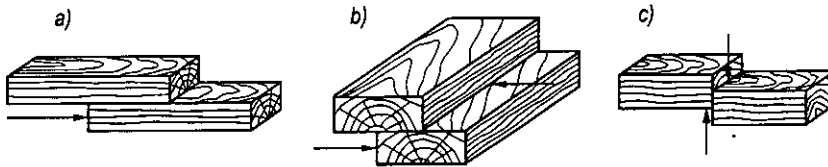
**Hình 7.8:** Sơ đồ mẫu thí nghiệm uốn.

#### 6.6.2.4. Cường độ chịu trượt

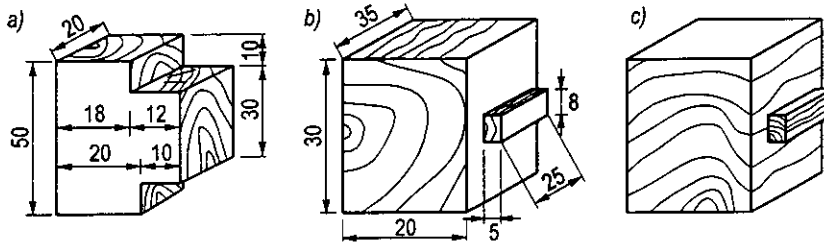
Cường độ chịu trượt được phân ra:

- Trượt dọc thớ.
- Trượt ngang thớ: tiếp tuyến và pháp tuyến (xuyên tâm).
- Cắt đứt thớ.

Các dạng chịu tải trọng trượt xem hình 7.9 và hình dạng, kích thước mẫu xem hình 7.10.



**Hình 7.9:** Các dạng chịu tải trọng trượt  
a) Dọc thớ; b) Ngang thớ tt; c) Cắt đứt thớ.



**Hình 7.10:** Mẫu thí nghiệm trượt.  
a) Dọc thớ; b) Tiếp tuyến; c) Xuyên tâm.

Công thức chung để xác định cường độ chịu trượt của gỗ ở độ ẩm W như sau:

$$\tau^w = \frac{P_{\max}}{F^w}; \text{ kG/cm}^2$$

trong đó:  $P_{\max}$  - tải trọng phá hoại, kG;

$F^w$  - tiết diện chịu trượt ở độ ẩm W,  $\text{cm}^2$ .

#### 6.2.5. Cường độ chịu tách

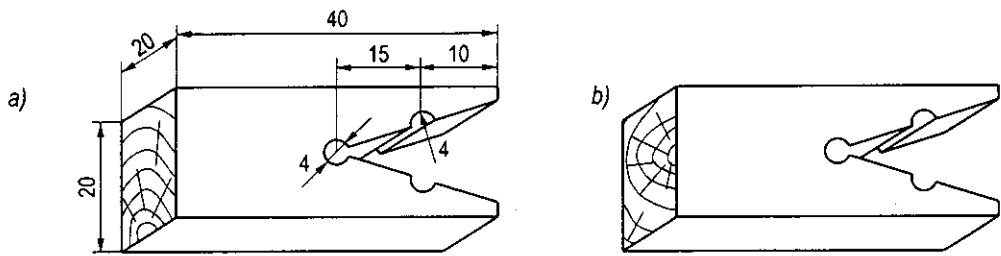
Gỗ chịu tách xác định theo công thức:

$$S_t^w = \frac{P_{\max}}{a^w}, \text{ kG/cm}^2$$

$P_{\max}$  - lực tách lớn nhất;

$a^w$  - chiều rộng mặt chịu tách;

$S_t^w$  - sức chịu tách.



**Hình 7.11: Mẫu thí nghiệm tách**  
a) Tiếp tuyến; b) Xuyên tâm.

### 7.6.2.6. Môđun đàn hồi

Môđun đàn hồi của gỗ được xác định trên mẫu đặt trên hai gối tựa có lực tập trung khi uốn tĩnh, theo công thức:

$$E_w = \frac{3Pl^3}{64bh^3f}$$

trong đó: P - tải trọng, kG;

l - khoảng cách giữa hai gối tựa, cm;

b và h - chiều rộng và chiều dài của mẫu, cm;

f - độ võng của mẫu ở vùng chịu uốn thuần túy, cm.

Môđun đàn hồi  $E_w$  của mẫu với độ ẩm 8-20% được tính chuyển về độ ẩm 18 theo công thức sau:

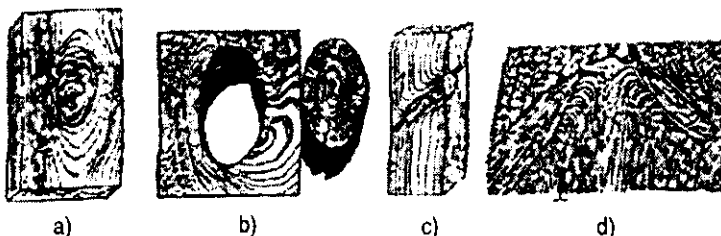
$$E_{18} = \frac{E_w}{1 - \alpha(w - 18)}$$

Hệ số chuyển đổi  $\alpha = 0,01\%$  cho 1% độ ẩm. Môđun đàn hồi của gỗ tăng khi độ đặc của nó tăng và độ ẩm của nó giảm.

## 7.7. KHUYẾT TẬT CỦA GỖ

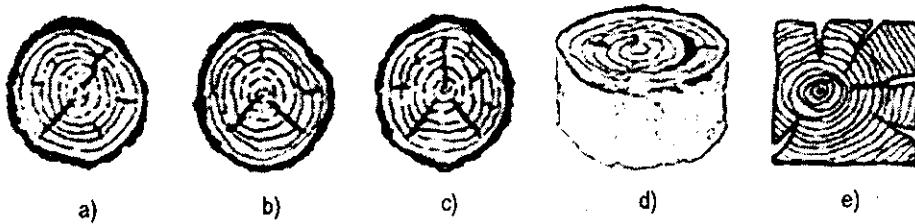
### 7.7.1. Khuyết tật do cấu tạo

Mắt cây có thể là sống mắt, mắt rời, mắt bở, mắt sừng, mắt xốp... (hình 7.12) đều là khuyết tật làm giảm chất lượng gỗ.



**Hình 7.12: Các dạng mắt cây**  
a) Mắt sống;  
b) Mắt rời;  
c) Mắt sừng;  
d) Mắt phân nhánh.

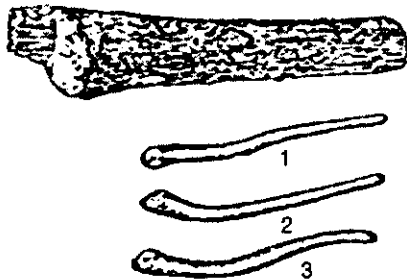
Vết nứt gồm có nứt hướng tâm, nứt không đều, nứt chéo, nứt đồng tâm, nứt khi sấy...(hình 7.13) đều giảm tỉ lệ các sản phẩm có ích, gỗ dễ bị mục nát.



Hình 7.13: Các dạng vết nứt

a) Nứt hướng tâm; b) Nứt không-đều; c) Nứt chéo; d) Nứt theo vòng tuổi; e) Nứt co ngót.

**Độ thót** là độ giảm đường kính thân cây từ gốc đến ngọn vượt quá giới hạn quy định; là độ cong thân cây bị uốn theo một phía và theo chiều phía trên một mặt phẳng hay nhiều mặt phẳng (hình 7.14).



Hình 7.14: Khuyết tật do hình dạng thân cây

a) Sự phình gốc;

b) Độ thót.

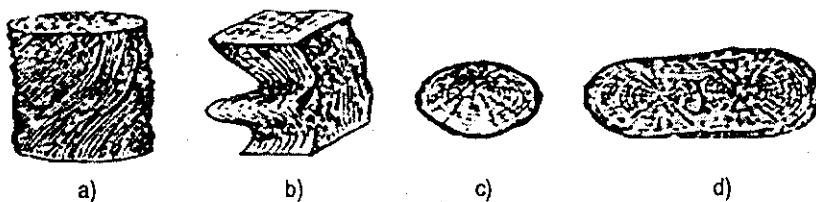
1, 2. Thót đơn giản;

3. Thót phức tạp

Độ vắn thớ (các thớ gỗ không song song nhau) dọc theo trục sản phẩm (hình 7.15a) làm tăng độ chịu trượt, nhưng lại làm khó khăn trong gia công cơ học và làm giảm cường độ của gỗ xẻ khi chịu kéo và chịu uốn (do sợi gỗ bị cắt ngang).

Xiên thớ là sự sắp xếp không trật tự của sợi gỗ (hình 17.15b). loại khuyết tật này thường gặp ở gỗ cây lá rộng.

Lệch tâm (hình 1.15c) làm phần mỏng của thân cây gỗ dễ bị nứt tách.



Hình 7.15: Khuyết tật do cấu tạo của gỗ

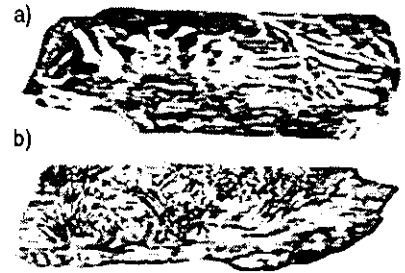
a) Vắn thớ; b) Xiên thớ; c) Lệch tâm; d) Hai tâm.

Hai tâm (hình 7.15d) làm tăng thải phẩm khi gia công và tăng độ nứt tách các sản phẩm gỗ.

### 7.7.2. Khuyết tật do nấm

Loại khuyết tật này trong gỗ nhiều vô kể. Nấm là loại thực vật đơn giản nhất sống nhờ trong các tế bào gỗ và đôi khi gây ra các hiện tượng lí hoá khác. Nấm phát triển trong môi trường có oxy, độ ẩm và nhiệt độ phù hợp. Gỗ có độ ẩm nhỏ hơn 20%, cũng như gỗ ngâm ngập trong nước thì không bị nấm phá hoại.

Nấm có thể làm gỗ bị biến màu, bị mục và giảm tính chất cơ lí (hình 7.16). Nấm có thể phá hoại ngay khi gỗ còn đang sống, cây gỗ đã chặt xuống hoặc tiếp tục phá hoại ngay trong các kết cấu của nhà.



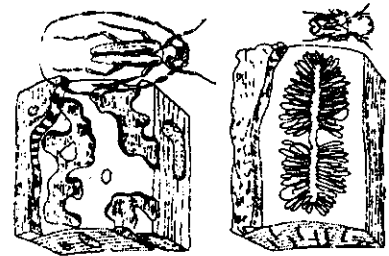
Hình 7.16: Hư hại gỗ do nấm  
a) Nấm trắng; b) Nấm mốc.

### 7.7.3. Khuyết tật do côn trùng (sâu, mọt)

Dạng khuyết tật này xảy ra trong cây gỗ đang lớn và cây gỗ đã chặt xuống, còn tươi cũng như đã khô (hình 7.17)

Mối, mọt là những hư hại bên trong gỗ. Khuyết tật này làm giảm tính cơ học và chất lượng cơ học của gỗ đến nỗi phải bỏ đi.

Ngoài ra, gỗ tại các công trình trong nước biển còn bị phá hoại do các loại giun biển (hà).



Hình 7.17: Hư hại gỗ do côn trùng

## 7.8. CÁC BIỆN PHÁP BẢO QUẢN GỖ

### 7.8.1. Phòng chống nấm và côn trùng

- Sơn hoặc quét: các loại sơn, mỡ, dầu, dầu hạt điều, vecni, florua natri (NaF) ...
- Ngâm chiết kiềm: tách nhựa cây bằng cách ngâm gỗ trong nước lạnh, trong nước nóng.
- Ngâm tẩm các hoá chất: chất độc gây chết côn trùng nhưng không ăn mòn gỗ, không độc cho người và gia súc.

### 7.8.2. Phòng chống hà

Để phòng chống hà người ta thường dùng các biện pháp sau:

- Dùng gỗ cứng (thiết mộc), gỗ dẻo quánh (tếch), gỗ có nhựa (bạch đàn) v.v...
- Những loại gỗ cứng, quánh làm hà khó đục, hoặc vì sợi nhựa hà không bám vào;
- Để nguyên lớp vỏ cây;
  - Bọc ngoài gỗ một lớp vỏ kim loại;
  - Bọc kết gỗ bằng ống ximăng, ống sành;
  - Dùng crêozôt,  $\text{CuSO}_4$ , v.v...
  - Thui cho gỗ cháy xém một lớp mỏng bên ngoài. Phương pháp này sau 3 năm phải thui lại.

### 7.8.3. Bảo quản và phơi sấy gỗ

Các biện pháp sấy gỗ được sử dụng là sấy tự nhiên, sấy phòng, sấy điện, sấy trong chất lỏng đun nóng. Trong đó sấy tự nhiên và sấy phòng là chủ yếu.

Sấy gỗ là biện pháp làm giảm độ ẩm của gỗ, ngăn ngừa mục nát, tăng cường độ, hạn chế sự thay đổi kích thước và hình dáng, giảm bị cong vênh, nứt tách trong quá trình sử dụng.

## 7.9. SẢN PHẨM GỖ

### 7.9.1. Gỗ tròn - kích thước cơ bản

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1073 : 1971 áp dụng cho gỗ tròn thuộc các loại cây lá rộng, không bắt buộc áp dụng cho gỗ tròn chuyên dùng như gỗ trụ mỏ, gỗ làm giấy, gỗ làm tơ nhân tạo.

Gỗ tròn được chia thành bốn hạng theo đường kính và chiều dài như quy định trong bảng 7.3.

**Bảng 7.3. Hạng gỗ**

Hạng	Đường kính đầu nhỏ D (cm)	Chiều dài L (m)
I	Từ 25 trở lên	Từ 2,5 trở lên
II	Từ 25 trở lên	$1 \leq L < 2,5$
III	$10 \leq D < 25$	Từ 2,5 trở lên
IV	$10 \leq D < 25$	$1 \leq L < 2,5$

Mỗi cấp đường kính cách nhau 5cm, đường kính của gỗ tròn phải đo theo đầu nhỏ, không kể vỏ, nếu có vỏ thì trừ đi phần vỏ. Đường kính của gỗ tròn đo bằng thước cặp bằng gỗ hoặc bằng kim loại. Trị số đường kính gỗ tròn là trung bình cộng của kích thước hai đường kính góc với nhau.

Mỗi cấp chiều dài cách nhau 0,5m. Chiều dài gỗ tròn lấy theo chiều dài chỗ ngắn nhất.

### 7.9.2. Gõ xẻ - kích thước cơ bản

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1075 - 1971 áp dụng cho gỗ xẻ dùng trong xây dựng giao thông vận tải, làm nông cụ, dụng cụ gia đình v.v..., tiêu chuẩn này không áp dụng cho một số kích cỡ chuyên dùng đặc biệt như gỗ xẻ cộng hưởng, gỗ xẻ dùng trong ngành hàng không.

Căn cứ vào mục đích sử dụng, gỗ xẻ chia làm 2 loại:

- Ván: có chiều rộng bằng hoặc lớn hơn 3 lần chiều dày;
- Hộp: có chiều rộng nhỏ hơn 3 lần chiều dày.

Căn cứ vào cách pha chế, gỗ xẻ chia làm 2 loại:

- Gỗ xẻ 2 mặt (loại vát cạnh; gỗ có 3 mặt được xếp vào loại gỗ xẻ 2 mặt);
- Gỗ xẻ 4 mặt (loại vuông cạnh).

Chiều rộng và chiều dày của gỗ xẻ phải theo đúng quy định trong bảng 7.4

**Bảng 7.4**

Loại gỗ xẻ	Chiều dày (mm)	Chiều rộng (mm)														
		30	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200	220	250	280	320
Ván	10															
	15															
	20															
	25															
	30															
	40															
	50															
	60															
	80															
	100															
Hộp	120															
	140															
	160															
	180															
	200															
	220															
	250															
	280															
	320															

Cho phép tạm thời sản xuất thêm các cỡ chiều rộng 360, 400, 440, 480, 560, 600 mm theo sự thỏa thuận giữa bên sản xuất và bên tiêu dùng.

Các kích thước trên quy định cho gỗ xẻ có độ ẩm từ 18% trở xuống.

- Chiều dài của gỗ xẻ có kích thước từ 1 đến 8m, mỗi cấp chiều dài cách nhau là 0,25m.

- Sai lệch cho phép của các kích thước trên được quy định trong bảng 7.5

**Bảng 7.5**

Loại kích thước	Phạm vi của kích thước	Sai lệch cho phép (mm)
Chiều dài (m)	Từ 2,5 trở xuống	± 30
	Từ 2,5 trở lên	± 50
Chiều dày và chiều rộng (mm)	10 - 30	± 2
	30 - 60	± 3
	60 - 120	± 4
	120 trở lên	± 5

Thông số kỹ thuật một số loại gỗ xẻ được quy định theo bảng 7.6

**Bảng 7.6**

Loại	Kích thước b x h cm	Diện tích cm <sup>2</sup>	W chống uốn cm <sup>3</sup>	Mô men quán tính cm <sup>4</sup>
1	2	3	4	5
Ván	20 x 1	20	3,33	1,67
	20 x 1,5	30	7,50	5,625
	20 x 2	40	13,33	13,33
	20 x 3	60	30,00	45
	20 x 5	100	83,33	208,33
	30 x 3	90	45,00	67,50
	30 x 3,5	105	61,25	107,19
	30 x 4	120	80	160
Hộp	30 x 6	180	180	540
	6 x 6	6	36	108
	6 x 8	48	64	256
	6 x 10	60	100	500
	6 x 12	72	144	864
	6 x 14	84	196	1372



**Bảng 7.6 (tiếp theo)**

1	2	3	4	5
	6 × 16	96	256	2048
	8 × 8	64	85,33	341,33
	8 × 10	80	133,33	666,67
	8 × 12	96	192	1152
	8 × 14	112	261	1829,33
	8 × 16	128	341	2730,40
	10 × 10	100	166,67	833,33
	10 × 12	120	240	1440
	10 × 14	140	326,67	2286,67
	10 × 16	160	426,67	3413,33
	10 × 18	180	540	4860
	10 × 20	200	666,67	6666,67
	12 × 12	144	288	1728
	12 × 14	168	392	2744
	12 × 16	192	512	4096
	12 × 18	216	648	5832
	12 × 20	240	800	8000
	15 × 15	225	562,50	4218,75
	16 × 16	256	682,67	5461,33
	18 × 18	324	972	8748,00
	20 × 20	400	1333,33	13333,33

### 7.9.3. Sản phẩm mộc

Sản phẩm mộc chủ yếu như: các chi tiết cửa đi, cửa sổ, vách ngăn, panô cửa cho nhà ở và cổng cửa nhà công nghiệp.

Phần lớn các sản phẩm mộc đều được dùng bên trong nhà hoặc nơi không chịu ảnh hưởng trực tiếp của mưa nắng ở ngoài trời.

Các tấm cửa, vách ngăn và panô có thể được sản xuất từ các tấm dăm bào, gỗ dán.

Khuôn cửa sổ cũng có thể sản xuất từ các chi tiết gia công sẵn, dán bằng keo bền nước.

## Chương 8

# CHẤT KẾT DÍNH HỮU CƠ

### 8.1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

#### 8.1.1. Khái niệm

Chất kết dính hữu cơ là hỗn hợp gồm các chất hữu cơ cao phân tử ở thể rắn, dẻo hay lỏng. Được sản xuất từ các sản phẩm có nguồn gốc hữu cơ như dầu mỏ, than đá, phiến thạch cháy, than bùn... Sau khi gia công hoá lí tạo thành CKD hữu cơ.

Chất kết dính hữu cơ được sử dụng rộng rãi trong xây dựng, có khả năng trộn lẫn và dính kết các vật liệu khoáng tạo thành vật liệu đá nhân tạo có những tính chất vật lý, cơ học phù hợp để xây dựng lớp phủ đường ô tô, vật liệu lợp, vật liệu cách nước...

#### 8.1.2. Phân loại

##### a) Theo thành phần hóa học

- Bitum
- Guđrông

##### b) Theo nguồn gốc vật liệu, chia ra:

- Bitum dầu mỏ - là sản phẩm cuối cùng của dầu mỏ.
- Bitum đá dầu - là sản phẩm khi chưng đá dầu.
- Bitum thiên nhiên - loại bitum thường gặp trong thiên nhiên ở dạng tinh khiết hay lẫn với các loại đá.
- Guđrông than đá - là sản phẩm khi chưng khô than đá.
- Guđrông than bùn - là sản phẩm khi chưng khô than bùn.
- Guđrông gỗ - là sản phẩm khi chưng khô gỗ.

##### c) Theo tính chất xây dựng, chia ra:

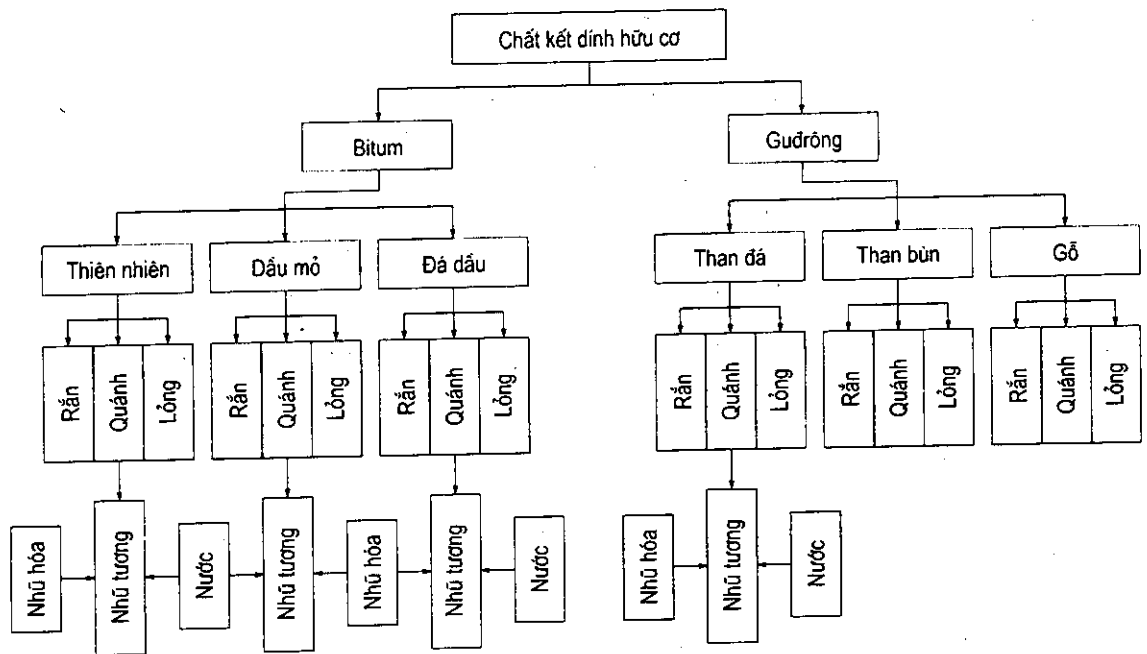
- Bitum và guđrông rắn: ở nhiệt độ 20 - 25°C là một chất rắn có tính giòn và tính đàn hồi, ở nhiệt độ 180 - 200°C thì có tính chất của một chất lỏng.

- Bitum và guđrông quánh: ở nhiệt độ 20 - 25°C là một chất mềm, có tính dẻo và độ đàn hồi không lớn lắm.

- Bitum và guđrông lỏng: ở nhiệt độ 20 - 25°C là một chất lỏng và có chứa thành phần hydrocarbon dễ bay hơi, có khả năng đông đặc lại sau khi thành phần nhẹ bay hơi và sau đó có tính chất gần với tính chất của bitum và guđrông quánh.

- Nhũ tương bitum và guđrông: là một hệ thống keo bao gồm các hạt chất kết dính phân tán trong môi trường nước và chất nhũ hóa.

Trong xây dựng ứng dụng rộng rãi nhất là loại bitum dầu mỏ và guđrông than đá.



Sự phân loại chất kết dính hữu cơ

## 8.2. BITUM DẦU MỎ

### 8.2.1. Khái niệm

Bitum dầu mỏ là một hỗn hợp phức tạp của các hợp chất hydrocarbon (metan, naftalen, các loại hiđrôcarbon mạch vòng) và một số dẫn xuất phi kim loại khác. Được chế tạo bằng một trong các phương pháp sau:

**Phương pháp chưng cất:** Làm bốc hơi các loại dầu nhẹ, rồi cho ngưng tụ từng loại riêng biệt → thu được dầu nhẹ (trọng), dầu vừa và nặng (cặn, nhựa). Phần nặng gồm có mazut và bitum cặn.

**Phương pháp crackinh:** Đun sản phẩm dầu mỏ loại nặng ở nhiệt độ và áp suất cao (400 - 650°C, 50atm), sản phẩm tạo thành sẽ tách ra thành ét xăng, dầu hỏa và

cặn (gồm các chất atfan, nhựa và dầu nặng). Cặn được ứng dụng như loại bitum lỏng xây dựng đường.

**Phương pháp ôxi hoá:** Cô đặc để tạo bitum quánh bằng cách cho ôxi tác dụng vào cặn lỏng của dầu mỏ (mazut, bitum cặn...).

Bitum dầu mỏ hòa tan được trong benzen  $C_6H_6$ , clorofoc  $CHCl_3$ , disunfuacacbon  $CS_2$  và một số dung môi hữu cơ khác.

### 8.2.2. Thành phần của bitum

Thành phần của bitum dầu mỏ được chia thành 3 nhóm chính: nhóm chất dầu, nhóm chất nhựa, nhóm atfan.

- **Nhóm chất dầu:** Làm cho bitum có tính lỏng, không màu, hàm lượng của nhóm chất dầu tăng thì tính quánh của bitum giảm. Nhóm này chiếm khoảng 45 - 60% bitum dầu mỏ.

- **Nhóm chất nhựa:** Làm cho bitum có tính dẻo, màu sẫm, hàm lượng của nó tăng thì độ dẻo của bitum cũng tăng. Chiếm khoảng 15 - 30% bitum dầu mỏ.

- **Nhóm atfan rắn:** Làm cho bitum tăng tính quánh và biến đổi tính chất theo nhiệt độ, hàm lượng atfan tăng lên thì tính quánh và nhiệt độ hóa mềm của bitum cũng tăng lên. Chiếm khoảng 10 - 38% bitum dầu mỏ.

Ngoài ra còn có các nhóm phụ như: nhóm cacben và cacboit, nhóm axit atfan và các anhyddrit, nhóm parafin...

### 8.2.3. Tính chất cơ bản của bitum

#### 8.2.3.1. Tính quánh

Tính quánh liên quan đến cường độ bitum, nếu tính dính quánh lớn thì cường độ của bitum càng cao, bitum ổn định với nhiệt độ hơn.

Độ quánh của bitum phụ thuộc vào thành phần cấu tạo và nhiệt độ của môi trường. Khi nhiệt độ của môi trường tăng cao nhóm chất nhựa sẽ bị chảy lỏng độ quánh của bitum sẽ giảm xuống.

#### 8.2.3.2. Tính dẻo

Tính dẻo đặc trưng cho khả năng biến dạng của bitum dưới tác dụng của ngoại lực.

Tính dẻo của bitum cũng như tính quánh phụ thuộc vào nhiệt độ và thành phần nhóm, khi nhiệt độ tăng tính dẻo cũng tăng và ngược lại. Trong trường hợp đó bitum dùng làm đường hay trong các kết cấu khác có thể tạo thành các vết nứt.

### **8.2.3.3. Tính ổn định nhiệt**

Khi nhiệt độ thay đổi, tính quán, tính dẻo của bitum thay đổi, sự thay đổi đó càng nhỏ thì bitum có tính ổn định càng cao.

Bước chuyển của bitum từ trạng thái rắn sang trạng thái quán rồi hóa lỏng và ngược lại xảy ra trong khoảng nhiệt độ nhất định. Tính ổn định nhiệt của bitum có thể biểu thị bằng khoảng nhiệt độ đó. Khoảng biến đổi nhiệt ký hiệu là T được xác định bằng:

$$T = T_m - T_c$$

trong đó:  $T_m$  - nhiệt độ hóa mềm của bitum;

$T_c$  - nhiệt độ hóa cứng của bitum.

Nếu T càng lớn thì tính ổn định nhiệt của bitum càng cao.

### **8.2.3.4. Tính hóa già**

Do ảnh hưởng của thời tiết mà tính chất và thành phần hóa học của bitum thay đổi làm cho bitum hóa già (giòn hơn). Độ giòn cao của bitum làm xuất hiện các vết nứt trong lớp phủ mặt đường, tăng quá trình phá hoại do ăn mòn.

### **8.2.3.5. Tính ổn định khi đun**

Khi đun bitum thường phải đun nóng nó lên đến nhiệt độ 160°C trong thời gian khá dài, do đó các thành phần dầu nhẹ có thể bốc hơi, làm thay đổi tính chất của bitum.

### **8.2.3.6. Nhiệt độ bốc cháy**

Nhiệt độ bốc cháy của bitum thường nhỏ hơn 200°C, nhiệt độ này là chỉ tiêu quan trọng về an toàn khi gia công bitum.

### **8.2.3.7. Tính dính bám của bitum với bề mặt của vật liệu khoáng**

Khi nhào trộn bitum với vật liệu khoáng, các hạt khoáng được thấm ướt bằng bitum và tạo một lớp hấp phụ, khi đó các phân tử bitum ở trong lớp hấp phụ sẽ tương tác hóa học với các phân tử của vật liệu khoáng ở lớp bề mặt, do đó cường độ liên kết sẽ lớn nhất.

Do bitum có sức căng bề mặt càng lớn nên có độ phân cực càng lớn thì nó liên kết với vật liệu khoáng càng tốt.

## **8.2.4. Yêu cầu kỹ thuật của Bitum dầu mỏ**

Bitum dầu mỏ loại quán dùng trong xây dựng đường của Nga, Trung Quốc thường được chia làm 5 mức, theo bảng 8.1.

**Bảng 8.1**

Các chỉ tiêu	Quy định theo mức				
	1 (200/300)	2 (130/200)	3 (90/130)	4 (60/90)	5 (40/60)
1. Độ kim lún: - Khi ở 25°C, trong giới hạn - Khi ở 0°C, không nhỏ hơn	201 - 300 45	313 - 200 35	91 - 130 28	61 - 90 20	41 - 60 13
2. Độ kéo dài ở 25°C, cm, không nhỏ hơn	Không quy định	65	60	50	40
3. Nhiệt độ hóa mềm, °C, không thấp hơn	35	39	43	47	51
4. Sự thay đổi nhiệt độ hóa mềm sau khi gia nhiệt, °C, không lớn hơn	8	7	6	6	6
5. Hàm lượng các hợp chất hòa tan trong nước, không lớn hơn	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
6. Nhiệt độ bốc cháy, °C, không thấp hơn	200	220	220	220	220

Theo AASHTO-M20, bitum quánh đặc của Mỹ (AC) được chia ra 5 cấp, theo bảng 8.2

**Bảng 8.2**

Các chỉ tiêu	Quy định theo mức					Kí hiệu thí nghiệm
	40 - 50	60 - 70	85 - 100	120 - 150	200 - 300	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
1. Độ kim lún (77F, 1029, 5inc	40 - 50	40 - 50	85 - 100	120 - 150	200 - 300	D5-T49
2. Nhiệt độ bốc cháy (theo Chreland)	450+	450+	450+	425+	350+	D5-T49
3. Độ kéo dài ở 77f, 5 cm/phút; cm	100+	100+	100+	100+		D92-T40 D113T51
4. Độ hòa tan trong trichloroethylene, %	99+	99+	99+	99+	99+	D2402-T44

**Bảng 8.3 (tiếp theo)**

1	2	3	4	5	6	7
5. Thí nghiệm màng mỏng nhựa trong lò (1/5 inc, 325F, 5 giờ)						D1754-T79
6. Lượng tổn thất sau khi đun nóng, %	0,8-	0,8-	1,0-	1,3-	1,5-	D6-T47
7. Độ kim lún của nhựa sau khi đun nóng, % so với chưa đun nóng	58+	54+	50+	46+	40+	D5-T49
8. Độ kéo dài của nhựa sau khi đun nóng (77F, 5 cm/phút), cm		50+	75+	100+	40+	
9. Nhiệt độ hóa mềm °C (vòng và bi)		49 - 54				D36

Các chỉ tiêu kỹ thuật của bitum dầu mỏ loại đông đặc vừa và đông đặc chậm được giới thiệu ở bảng 8.3 và 8.4.

**Bảng 8.3**

Các chỉ tiêu	Quy định theo mác				
	CT 40/70	CT 70/130	CT 130/200	CT 40/70	CT 70/130
1. Độ nhớt theo nhớt kế đường kính lỗ 5mm, ở 60°C, giây, trong khoảng	40 - 70	71 - 130	131 - 200	40 - 70	71 - 130
2. Lượng bay hơi sau khi nung, % không nhỏ hơn	10	8	7	8	7
3. Nhiệt độ hóa mềm của phần còn lại sau khi nung để xác định lượng bay hơi, °C, không nhỏ hơn	37	39	39	28	29
4. Nhiệt độ bốc cháy, °C, không nhỏ hơn	45	50	60	100	110
5. Thí nghiệm liên kết với đá hoặc cát	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt

**Bảng 8.4. Yêu cầu kĩ thuật của bitum dầu mỏ loại đặc chậm**

Các chỉ tiêu	Quy định theo mác			
	MГ 40/70	MГO 70/130	MГO 130/200	MГO 40/70
1. Độ nhớt theo nhớt kế ở 60°C có d = 5mm, giây,	131 - 200	40 - 70	71 - 130	131 - 200
2. Lượng bốc hơi sau khi nung, %	5	-	-	-
3. Nhiệt độ hóa mềm còn lại sau khi nung để xác định lượng bốc hơi, °C	30	-	-	-
4. Nhiệt độ bốc cháy, °C	110	120	160	180
5. Thí nghiệm liên kết với đá hoa hoặc cát	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt

**7.2.5. Phạm vi sử dụng bitum dầu mỏ**

Bitum có tính quánh (nhớt) càng cao thì càng tốt, nhưng tính nhớt càng cao thì bitum càng đặc, do đó bitum sẽ giòn và khó thi công. Vì vậy mac bitum phải căng cứ vào phương pháp thi công, thiết bị thi công, điều kiện khí hậu để chọn cho hợp lí. Có thể tham khảo ở bảng 8.5

**Bảng 8.5**

Mac của bitum	Phạm vi sử dụng
200/300	- Làm lớp tráng mặt.
130/200	- Gia cố đất, làm lớp tráng mặt, làm lớp thâm nhập khi vật liệu đá yếu ( $R_n = 300 - 600 \text{ kG/cm}^2$ ), chế tạo bê tông atfan làm mặt đường ô tô ở vùng khí hậu ôn hòa.
90/130	- Làm lớp thâm nhập của mặt đường đá dăm sỏi, chế tạo bê tông atfan xây dựng mặt đường ở vùng khí hậu ôn hòa, có thể dùng chế tạo bê tông atfan xây dựng mặt đường ô tô cho xe nặng chạy ở vùng khí hậu lục địa.
60/90	- Chế tạo bê tông atfan xây dựng mặt đường ở xứ nóng, chế tạo vật liệu lợp và cách nước.
40/60	- Chế tạo bê tông atfan xây dựng mặt đường ô tô xứ nóng cho xe nặng chạy.



## 8.3. GUĐRÔNG THAN ĐÁ

### 8.3.1. Khái niệm

Guđrông than đá là một sản phẩm thu được trong quá trình luyện cốc hay khí đốt từ than đá. Được chia ra làm 2 loại:

Guđrông than đá thô luyện ở nhiệt độ cao (900 - 1200°C)

Guđrông than đá thô luyện ở nhiệt độ thấp (450 - 600°C).

Trong thực tế hay dùng guđrông than đá thô luyện ở nhiệt độ cao để chế tạo guđrông.

### 8.3.2. Thành phần của Guđrông

Guđrông than đá chứa 3 nhóm chính:

- *Nhóm chất dầu*: 60 - 80%

- *Nhóm chất nhựa*: 10 - 15%.

- *Nhóm than tự do* (rắn, không hoà tan, ổn định nhiệt, tăng tính quánh): 5 - 35%.

Ngoài ra còn có các nhóm phụ như: phenol, naftalen, antraxen...

### 8.3.3. Tính chất của guđrông than đá xây dựng đường

- **Tính nhớt**: Tính nhớt phụ thuộc tỉ lệ của pha rắn và pha lỏng. Tính nhớt được ký hiệu là  $C_t^d$  (t: nhiệt độ, d: đường kính), xác định bằng nhớt kế: đo thời gian để cho 50 ml guđrông chảy qua lỗ có đường kính 5 hoặc 10 mm ở t° 30 và 50°C.

- **Tính dẻo**: Tính dẻo của guđrông than đá thấp hơn nhiều so với bitum dầu mỏ khi có cùng độ nhớt. Tính dẻo thấp là do guđrông có chứa than tự do.

- **Tính ổn định thời tiết**: Tính ổn định thời tiết của guđrông than đá thấp hơn so với bitum. Do guđrông có chứa nhóm chất kém ổn định với nhiệt độ và chất nhựa mềm dễ nóng chảy.

- **Khả năng liên kết của guđrông với bề mặt vật liệu khoáng**: khả năng này của guđrông cao hơn so với bitum dầu mỏ, vì trong guđrông chứa các chất mang cực tính cao hơn bitum dầu mỏ.

- **Khối lượng riêng**:  $\gamma_a \approx 1,25 \text{ g/cm}^3$ .

### 8.3.4. Sử dụng và bảo quản

Bitum và guđrông được sử dụng khi chế tạo bê tông aphan, trải mặt đường, sân bay hoặc dùng để sản xuất tấm lợp, tấm cách nước.

Khi bảo quản cần tránh cho chúng không bị bắn và lẫn nước, bitum lỏng và sệt bảo quản trong những thùng kín. Bitum rắn có thể để thành đồng trong kho.

## 8.4. VẬT LIỆU CHẾ TẠO TỪ BITUM VÀ GƯĐRÔNG

### 8.4.1. Nhũ tương xây dựng đường

#### 8.4.1.1. Khái niệm

Nhũ tương là một hệ thống keo phức tạp gồm 2 chất lỏng không hòa tan lẫn nhau. Trong đó một chất lỏng phân tán trong chất lỏng kia dưới dạng những giọt nhỏ li ti, gọi là pha phân tán, còn chất lỏng kia gọi là môi trường phân tán.

Nhũ tương xây dựng đường được chế tạo từ bitum hay gưđrông và nước. Dưới tác dụng cơ học (khấy), bitum tạo thành những giọt nhỏ phân tán vào nước, hình thành chất nhũ tương bitum. Để cho nhũ tương ổn định sức căng bề mặt giữa hai pha, cho thêm chất nhũ hoá - chất phụ gia hoạt tính bề mặt.

Trong xây dựng đường, nhũ tương được ứng dụng làm CKD cho mặt đường cấp cao thứ yếu, móng đường và dùng để sửa chữa mặt đường hay làm mặt đường gia cố.

#### 8.4.1.2. Phân loại

a) Theo đặc trưng của pha phân tán và môi trường phân tán, chia ra 2 loại:

- Nếu pha phân tán là bitum hay gưđrông, còn môi trường phân tán là nước thì gọi là nhũ tương dầu - nước (DN) - còn gọi là nhũ tương thuận.

- Nếu pha phân tán là những giọt nước, còn bitum hay gưđrông là môi trường phân tán thì gọi là nhũ tương nước - dầu (ND) - còn gọi là nhũ tương nghịch.

b) Theo chất nhũ hoá

Nhũ tương anion hoạt tính (nhũ tương kiềm): dùng chất nhũ hoá là những muối kiềm của các axit béo, axit naftalen, xà phòng bột, dầu gai, dầu trẩu, dầu sỏ...) pH = 9 - 12.

Nhũ tương cation hoạt tính (nhũ tương axit): CNH là muối amôniac, điamin, pH = 2 - 6

Nhũ tương không sinh ra ion: CNH không sinh ra ion như cao su tổng hợp opanol, ête, polyizobutilen... pH = 7.

Nhũ tương là bột nhão: CNH dạng bột vô cơ như bột vôi tôi, đất sét dẻo, trêpen, diatômit...

#### 8.4.1.3. Vật liệu để chế tạo nhũ tương

**Chất kết dính:** Các chất kết dính hữu cơ như bitum dầu mỏ loại đặc, loại lỏng và gưđrông than đá xây dựng đường.

**Nước:** Nước dùng để chế tạo nhũ tương khi dùng chất nhũ hóa anion hoạt tính thì phải là nước mềm (nước có độ cứng không lớn hơn 3 mili đương lượng gam/lít (1 mili đương lượng gam của  $Ca^{2+}$  /lít = 20,4 mg, của  $Mg^{2+}$  /lít = 12,1mg).

**Chất nhũ hóa:** là chất hoạt tính bề mặt, chất này có khả năng hấp thụ trên bề mặt giọt bitum hay guđrông làm cho nhũ tương ổn định về sức căng bề mặt giữa hai pha (do sức căng bề mặt giữa hai pha không bằng nhau (sức căng của nước lớn hơn) nên những hạt bitum sẽ liên kết lại với nhau và lắng đọng lại khi ngừng khuấy).

**8.4.1.4. Các chỉ tiêu kỹ thuật của nhũ tương, theo bảng 8.6**

**Bảng 8.6**

Các chỉ tiêu	Cấp					Kí hiệu thí nghiệm
	Phân giải nhanh		Phân giải vừa	Phân giải chậm		
	RS-1	RS-2	MS-2	SS-1	SS-1h	
1. Bã nhựa sau khi cắt, % theo khối lượng	54+	62+	57+	57+	57+	
2. Lắng đọng 5 ngày, khác nhau giữa lớp trên và lớp dưới, %	3-	3-	3-	3-	3-	D224-T59
3. Thí nghiệm rây (phần trên rây N <sup>o</sup> 20), %	0,10-	0,10-	0,10-	0,10-	0,10-	
4. Thí nghiệm trên bã nhựa sau khi cắt nhũ tương nhựa:						
- Độ kim lún, 77F, 100g, 5scc	100 - 200	100 - 200	100 - 200	100 - 200	40 - 45	D5-T49
- Độ kéodài, 77F, cm	40+	40+	40+	40+	40+	D113-T51

**8.4.2. Vật liệu lọc và vật liệu cách nước từ bitum và guđrông**

Vật liệu lọc và cách nước bằng bitum và guđrông cơ bản là một sản phẩm hữu cơ, thành phần gồm:

- Cốt : giấy cactông (giấy lọc), amiăng (vật liệu cách nước)
- Chất tẩm và tráng mặt: bitum hay guđrông.

**a) Giấy lọc:** là những cuộn vật liệu lọc được chế tạo bằng cách dùng bitum dầu mỏ loại mềm tẩm lên giấy cactông, sau đó tráng một mặt hay cả hai mặt bằng

bitum dầu mỡ khó chảy, rồi rắc lên mặt của nó một lớp bột khoáng hay mica nghiền nhỏ.

Theo công dụng chia làm 2 loại: giấy lọc lớp trên và giấy lọc đệm.

Theo dạng vật liệu khoáng rải mặt, chia làm 2 loại: giấy lọc có rải vật liệu khoáng hạt lớn và giấy lọc có rải vật liệu khoáng dạng vẩy.

#### ***b) Vật liệu cách nước***

Chế tạo bằng cách dùng cốt bằng giấy amiăng, sau đó dùng dầu mỡ để tẩm. Vật liệu này sản xuất có dạng cuộn, dùng làm lớp cách nước cho các công trình ngầm, làm lớp bảo vệ chống ăn mòn cho các ống dẫn nước bằng thép và chống thấm cho mái bằng, mặt cầu.

#### **8.4.3. Matit bitum và guđrông**

Matit là hỗn hợp của bột khoáng và CKD hữu cơ bitum hoặc guđrông.

Matit dính dùng để dán các vật liệu lọc lại với nhau khi mái lọc nhiều lớp, matit lọc dùng làm mái khi không dùng vật liệu, matit cách nước dùng như matit dính và lọc, và dùng để cách nước cho mái cũng như các công trình khác.

Cốt liệu chế tạo chế tạo matit:

- Bột: bột đá vôi, đolômít, đá hoa, đá phấn, trêpen, tro nhiên liệu, ximăng...
- Sợi: sợi amiăng, bụi amiăng, bông khoáng loại ngắn.

## Chương 9

# BÊTÔNG ATFAN

### 9.1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

#### 9.1.1. Khái niệm

Bê tông atfan là một loại đá nhân tạo, thành phần bao gồm chất kết dính hữu cơ như bitum hoặc guđrông, cốt liệu (cát, đá dăm hay sỏi) và bột khoáng. Trộn theo tỉ lệ thích hợp đem nhào trộn và lèn ép lại thành một khối rắn chắc.

CKD atfan gồm: Bitum + bột khoáng nghiền mịn.

Vữa atfan gồm: CKD atfan + cát.

Bê tông atfan: Vữa atfan + Đá dăm.

Bê tông atfan dùng làm mặt đường cấp cao, các lớp đường ô tô cấp I, II, III, mặt đường đô thị, lát mặt đập, lát máng dẫn nước, sân bãi...

#### 9.1.2. Phân loại

##### a) Theo chất kết dính

- Bê tông atfan bitum
- Bê tông atfan guđrông.

##### b) Theo độ lớn cốt liệu

- Bê tông atfan hạt lớn:  $D_{\max} \leq 50\text{mm}$
- Bê tông atfan hạt trung bình:  $D_{\max} \leq 25\text{mm}$
- Bê tông atfan hạt nhỏ:  $D_{\max} \leq 15\text{mm}$
- Vữa atfan hạt lớn:  $D_{\max} \leq 5\text{mm}$

##### c) Theo độ đặc

- Bê tông atfan loại đặc:  $r = 2 - 5\%$
- Bê tông atfan loại rỗng:  $r = 5 - 12\%$
- Bê tông atfan loại rất rỗng:  $r = 12 - 18\%$

#### **d) Theo nhiệt độ thi công**

- Bê tông atfan rải nóng: nhiệt độ lúc rải 120 - 160°C.
- Bê tông atfan rải ấm: nhiệt độ lúc rải 70 - 120°C.
- Bê tông atfan rải nguội: nhiệt độ lúc rải nhiệt độ thường < 50°C

#### **e) Theo tỉ lệ giữa đá dăm và cát**

- Đối với bê tông atfan nóng, ấm:
  - Loại A: tỉ lệ đá dăm hay cát: 50 - 60%
  - Loại B: tỉ lệ đá dăm hay cát: 35 - 50%
  - Loại C: tỉ lệ đá dăm hay cát: 20 - 35%
- Đối với bê tông atfan loại đặc chỉ dùng cát, có các loại:
  - Loại D: có hàm lượng cát: < 30%
  - Loại E: có hàm lượng cát: > 30%
- Đối với bê tông atfan rải nguội:
  - Loại Bx : 35 - 50%
  - Loại Cx : 20 - 35%

## **9.2. VẬT LIỆU CHẾ TẠO BÊ TÔNG ATFAN**

### **9.2.1. Đá dăm hay sỏi**

Đá dăm hay sỏi dùng để chế tạo bê tông atfan phải thỏa các chỉ tiêu yêu cầu chất lượng như dùng trong bê tông xi măng.

Đá dăm được sản xuất từ đá thiên nhiên, từ cuội, từ xỉ lò cao... phải phù hợp với yêu cầu quy phạm. Không cho phép dùng đá dăm từ vôi sét, sa thạch sét và phiến thạch sét.

Đá dăm liên kết tốt với bitum như đá vôi, đolômít, điaaba..., yêu cầu phải sạch, lượng ngậm chất bẩn không lớn hơn 1% theo khối lượng, tỉ lệ hạt dẹt đối với bê tông loại A < 20%, đối với loại B và Bx < 25%, C và Cx < 35% theo khối lượng.

### **9.2.2. Cát**

Dùng cát thiên nhiên hoặc nhân tạo có các chỉ tiêu kỹ thuật phù hợp với quy phạm như khi dùng bê tông xi măng.

Cát thiên nhiên dùng với cỡ hạt lớn  $M_{dl} \geq 2,5$  và cát hạt vừa  $M_{dl} = 2 - 2,5$ .

Cát nhân tạo có thể nghiền từ các loại đá có cường độ cao hơn cường độ của đá dùng làm đá dăm 600 - 1000 kG/cm<sup>2</sup>. Cát cường độ cao từ đá macma không nhỏ hơn 1000 kG/cm<sup>2</sup>.

**9.2.3. Bột khoáng:** Là thành phần quan trọng trong hỗn hợp bê tông atfan, nó nhét đầy lỗ rỗng giữa cát hạt cốt liệu, làm tăng độ đặc, tăng diện tích tiếp xúc, cường độ tăng lên.

Thường sử dụng các loại bột mịn từ đá vôi và đá đolômit. Có thể sử dụng bột khoáng từ tro than đá, bụi xi măng, bột vỏ sò, hến...phù hợp với quy phạm.

Bột khoáng phải khô, xộp, sạch, không lẫn chất bẩn, sét quá 5%.

### 9.2.4. Bitum

Dùng chủ yếu là bitum dầu mỏ xây dựng đường loại quánh và loại lỏng làm chất kết dính.

## 9.3. CÁC TÍNH CHẤT CỦA BITUM ATFAN

### 9.3.1. Cường độ và các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ bê tông atfan

#### 9.3.1.1. Cường độ

- *Cường độ chịu nén:* Cường độ chịu nén của bê tông atfan được xác định bằng cách nén mẫu bê tông atfan hình trụ có đường kính bằng chiều cao = 101,71.4 hoặc 50,5mm ở các nhiệt độ nhất định 50°, 20° và 0°C. Ở nhiệt độ càng thấp cường độ bê tông atfan càng cao.

Ở 50°C biểu thị tính ổn định động của vật liệu chế tạo bê tông.

Ở 0°C tính chống nứt.

Ở 20°C nhiệt độ chuẩn để tiến hành thí nghiệm (ở Mỹ 25°C, Pháp 18°C).

- *Cường độ chịu kéo:* có thể xác định theo phương pháp nén nghiêng các mẫu nén. Tính theo công thức:

$$R_K = \alpha \frac{P}{h.d}; \text{ kG/cm}^2$$

$\alpha = 1$  đối với vật liệu dẻo ( $\alpha = 0,63$  đối với vật liệu giòn).

#### 9.3.1.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ bê tông atfan

- *Ảnh hưởng của bitum:* phụ thuộc vào tỷ lệ, tính chất và thành phần bitum.

Hàm lượng quá ít sẽ không đủ bao bọc bề mặt hạt vật liệu khoáng làm giảm khả năng liên kết của nó xuống, cường độ bê tông giảm. Nếu nhiều quá thì tạo ra trong bitum lượng bitum tự do lớn, làm cho vật liệu khoáng khó dịch lại gần nhau, nội ma sát giảm, nên lực liên kết giữa các hạt giảm.

- *Ảnh hưởng của cốt liệu:* phụ thuộc vào độ lớn, cường độ, thành phần hạt, thành phần khoáng, đặc trưng bề mặt của đá.

Loại đá khác nhau cũng cho cường độ khác nhau, loại đá bazơ và siêu bazơ sẽ liên kết với bitum tốt hơn loại đá axit. Như đá vôi bitum liên kết tốt hơn đá silic.

- *Ảnh hưởng của bột khoáng*: phụ thuộc vào tính chất bột khoáng, hàm lượng bột khoáng và tỷ lệ của bitum trên bột khoáng.

- *Ảnh hưởng của độ đặc hỗn hợp bê tông atfan*. Hỗn hợp được lèn chặt, càng đặc chắc cường độ bê tông càng cao.

- *Ảnh hưởng của nhiệt độ và tốc độ biến dạng...*

### 9.3.2. Tính biến dạng

Khi nhiệt độ thay đổi, dưới tác dụng của ngoại lực làm cho bê tông bị biến dạng. Khi nhiệt độ thấp, bê tông atfan trở nên giòn, nếu gặp ứng suất nhiệt hay ngoại lực sẽ làm cho mặt đường bị nứt nẻ. Khi nhiệt độ cao, bê tông trở nên dẻo và biến dạng lớn, độ dẻo cao thì tốc độ biến dạng càng lớn. Nếu độ dẻo lớn quá sẽ không có lợi vì lúc đó mặt đường sẽ bị dồn đống, lượn sóng, hằn vết xe chạy, gây khó khăn cho xe qua lại.

Vì vậy, bê tông atfan cần phải có độ dẻo nhất định để đảm bảo độ ổn định cho mặt đường khi sử dụng.

### 9.3.3. Độ mài mòn

Độ mài mòn của bê tông atfan xảy ra do tác dụng của lực ma sát, phụ thuộc vào cường độ, độ đặc, độ cứng khoáng vật của vật liệu thành phần.

### 9.3.4. Độ ổn định nước

Tính ổn định nước của bê tông atfan được đánh giá bằng hệ số ổn định nước  $K_n$ :

$$K_n = \frac{R_{bh}}{R_{20}}$$

trong đó:  $R_{bh}$ ,  $R_{20}$  - cường độ chịu nén của bê tông atfan ở trạng thái bão hòa và ở 20°C. kG/cm<sup>2</sup>.

$K_n$  cần phải lớn hơn 0,7

Tính ổn định nước của bê tông atfan phụ thuộc vào độ đặc, thành phần khoáng vật liệu chế tạo và sự liên kết giữa bitum với bề mặt vật liệu khoáng.

Khi hỗn hợp kém ổn định nước thì khi gặp nước bão hòa cường độ chịu nén sẽ giảm. Khi nước xâm nhập vào, thì nó có thể làm tách ra một phần hay toàn bộ màng bitum bao bọc trên mặt vật liệu khoáng nếu khả năng liên kết giữa chúng kém, làm cho khả năng chịu lực giảm.



Nếu hỗn hợp bê tông được lựa chọn tốt, khả năng lên ép tốt, sự liên kết giữa bitum trên bề mặt vật liệu khoáng càng tốt, màng bitum trên bề mặt vật liệu càng chắc thì bê tông càng ổn định nước.

### 9.3.5. Độ ổn định nhiệt

Tính ổn định nhiệt của bê tông atfan được đánh giá bằng hệ số ổn định nhiệt độ:

$$K_T = \frac{R_{20}}{R_{50}}$$

trong đó:  $R_{20}$ ,  $R_{50}$  - cường độ chịu nén của bê tông atfan ở 20°C và 50°C.  $\text{kg/cm}^2$ .

Hệ số  $K_T$  càng nhỏ thì bê tông atfan càng ổn định nhiệt độ.

Khi nhiệt độ tăng cao, độ quán của bitum trong bê tông atfan giảm xuống, lực liên kết giữa các phần tử yếu đi, làm cường độ giảm xuống. Ngược lại khi nhiệt độ thấp, tính quán của bitum tăng lên, cường độ của bê tông atfan tăng lên.

Sự thay đổi cường độ của bê tông khi nhiệt độ thay đổi làm cho điều kiện làm việc của mặt đường bê tông atphan xấu đi.

Tính ổn định nhiệt độ của bê tông atfan phụ thuộc vào nhiều yếu tố như tính chất, tỷ lệ của bitum, loại vật liệu khoáng, đặc biệt là khoáng và tỷ lệ bitum trên bột khoáng.

## 9.4. YÊU CẦU KỸ THUẬT CỦA BÊ TÔNG ATFAN

Tiêu chuẩn về loại bê tông atfan này, mỗi nước đều có những tiêu chuẩn riêng. Ở nước ta theo TCVN 63-1984 quy định các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông atfan như bảng 9.1

**Bảng 9.1. Chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông atfan**

TT	Các chỉ tiêu	Yêu cầu đối với bê tông atfan loại		Phương pháp thí nghiệm
		I	II	
1	2	3	4	5
1	Cường độ chịu nén, $\text{kg/cm}^2$ , ở nhiệt độ: 20°C, không nhỏ hơn 50°C, không nhỏ hơn	35 14	25 12	Thí nghiệm bê tông atfan theo mẫu hình trụ
2	Hệ số ổn định nước, không nhỏ hơn	0,9	0,85	

**Bảng 9.1 (tiếp theo)**

1	2	3	4	5
3	Hệ số ổn định nước, khi ngâm trong nước 15 ngày đêm, không nhỏ hơn	0,85	0,75	
4	Độ nở, %, không lớn hơn	0,5	1,0	
5	Độ nở, % khi ngâm nước trong 15 ngày đêm, không lớn hơn	1,5	1,8	
6	Độ rỗng còn lại, %			
7	Độ ngâm nước, %	3 - 6 1,5 - 3,5	3 - 6 1,5 - 4,5	

## 9.5. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO BÊTÔNG ASFALT

Giai đoạn chuẩn bị, nguyên liệu đá dăm (sỏi), cát cần được sấy khô và nung đến nhiệt độ phù hợp với độ nhớt của bitum. Bitum cần phải đun đến nhiệt độ thi công. Nhiệt độ nung bitum từ 140 - 200°C tùy theo độ quánh của bitum và loại bê tông atfan nóng, ấm hay nguội.

Trộn vật liệu khoáng với bitum có ảnh hưởng đến chất lượng bê tông. Trộn bê tông atfan tiến hành theo 2 giai đoạn:

*Giai đoạn 1:* (trộn khô) Đá dăm nóng, cát nóng được trộn với bột khoáng (không nung nóng).

*Giai đoạn 2:* Trộn hỗn hợp khoáng với bitum đến nhiệt độ thi công trong trong thời gian quy định.

## 9.6. THIẾT KẾ CẤP PHỐI BÊTÔNG ATFAN

Tính toán thành phần bê tông atfan là tiến hành xác định tỉ lệ giữa các loại vật liệu: chất kết dính, bột khoáng, cát và đá dăm sao cho có được một hỗn hợp đạt được các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu.

*Mục đích:* Theo dạng bê tông (nóng, ấm, nguội và loại A, B...) tương ứng với điều kiện làm việc (khí hậu, đặc tính chịu tải). Chọn loại bitum, bột khoáng, cốt liệu, tỉ lệ giữa các thành phần... thỏa mãn các yêu cầu quy định.

*Trình tự thiết kế bê tông atfan:*

- Lựa chọn và kiểm tra vật liệu.

- Xác định tỉ lệ của các vật liệu theo thành phần cấp phối hạt.
- Lựa chọn thành phần bitum tối ưu.
- Thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu kỹ thuật trên các mẫu.

Thành phần cấp phối hạt của bê tông atfan theo quy phạm, bảng 9.1 và 9.2.

**Bảng 9.2. Thành phần hạt của hỗn hợp bê tông atfan nóng, ẩm**

Dạng và loại hỗn hợp	Lượng lọt qua sàng, % ở các cỡ hạt, mm										Lượng bitum, %	
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071		
Thành phần hạt liên tục												
Hạt nhỏ loại												
A	95-100	78-100	60-100	35-50	24-38	17-28	12-20	9-15	6-11	4-10	5,0-6,0	
B	95-100	85-100	70-100	50-65	38-52	28-39	20-29	14-22	9-16	6-12	5,5-6,5	
C	95-100	88-100	80-100	65-80	52-66	39-53	29-40	20-28	12-20	8-14	6,0-7,0	
BT cát loại												
D	-	-	-	95-100	68-83	45-67	28-50	18-35	11-24	8-16	7,0-9,0	
E	-	-	-	95-100	74-93	53-86	37-75	27-55	17-33	10-16	7,0-9,0	
Thành phần hạt không liên tục												
Hạt nhỏ loại												
A	95-100	78-100	60-100	35-50	28-50	22-50	18-50	14-28	8-15	4-10	5,0-6,5	
B	95-100	85-100	70-100	50-65	40-65	34-65	27-65	20-40	14-23	6-12	5,5-7,0	

**Bảng 9.3. Thành phần hạt hợp lí của hỗn hợp bê tông atfan nguội**

Dạng và loại hỗn hợp	Lượng lọt qua sàng, % ở các cỡ hạt, mm										Lượng bitum, %
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	
Hạt nhỏ loại											
Bx	95-100	85-100	70-100	50-65	33-50	21-39	14-29	10-22	9-16	8-12	3,5-5,5
Cx	95-100	88-100	80-100	50-60	39-49	29-38	22-31	22-31	16-22	12-17	4,0-6,0
BT cát loại											
Dx, Ex	-	-	-	95-100	66-82	46-68	26-54	18-43	14-30	12-20	4,5-6,5

**Thiết kế cấp phối bê tông atfan, có thể xác định theo 2 bài toán sau:**

**Bài toán 1:** Dựa vào phương pháp thể tích tuyệt đối tính tương tự như bê tông vô cơ.

$$V_a^{Bi} + V_a^B + V_a^C + V_a^D = 1000;$$



Hay: 
$$\frac{B_i}{\gamma_a^{B_i}} + \frac{B}{\gamma_a^B} + \frac{C}{\gamma_a^C} + \frac{D}{\gamma_a^D} = 1000$$

**Bài toán 2:** Xác định theo hàm lượng phần % trong hỗn hợp bê tông atfan.

Gọi Đ, C, B, M là hàm lượng % của đá dăm, cát, bột khoáng, đá mịn trong hỗn hợp bê tông atfan.

Hỗn hợp vật liệu khoáng được lựa chọn cho tổng tỉ lệ thành phần phần trăm như sau:

$$\text{Đ} + \text{C} + \text{B} + \text{M} = 100 \text{ (\%)} \quad [1]$$

Hoặc: 
$$\text{Đ} + \text{C} + \text{B} = 100\% \text{ (không có đá mịn)}$$

Lượng tổng cộng của các loại vật liệu lọt qua sàng x, xác định theo công thức:

$$L_x = \frac{\text{Đ}_x}{100} \text{Đ} + \frac{\text{C}_x}{100} \text{C} + \frac{\text{B}_x}{100} \text{B} + \frac{\text{M}_x}{100} \text{M} \quad [2]$$

trong đó: Đ<sub>x</sub>, M<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>, B<sub>x</sub> - lượng lọt qua sàng kích thước x của đá dăm, đá mịn, cát và bột đa.

- *Xác định đá dăm Đ (%)*: để xác định đá dăm, ta xét cỡ sàng gần cỡ sàng lớn nhất (cỡ a ≥ 5), tại cỡ sàng này cát, đá mịn, bột đá lọt qua hết, tức là C<sub>a</sub> = B<sub>a</sub> = M<sub>a</sub> = 100%.

Hàm lượng tổng cộng (L<sub>a</sub>) của 4 loại vật liệu lọt qua sàng cỡ a, %

$$[2] \Rightarrow L_a = \frac{\text{Đ}_a}{100} \text{Đ} + \text{C} + \text{B} + \text{M} \quad [3];$$

Đ<sub>a</sub> - lượng đá dăm lọt qua sàng a, %.

$$[1] \text{ và } [3] \Rightarrow L_a = \frac{\text{Đ}_a}{100} \text{Đ} + 100 - \text{Đ}$$

$$\Rightarrow \text{Đ} = \frac{100 - L_a}{100 - \text{Đ}_a} \cdot 100$$

- *Xác định bột khoáng B (%)*:

Tương tự, xét cỡ sàng nhỏ nhất 0,071mm. Tại đây, có thể còn 1 phần bột khoáng sót trên sàng, phần còn lại lọt qua sàng là B<sub>0,071</sub>, (cỡ này đá dăm, đá mịn, cát xem như đều tồn tại trên sàng), nghĩa là Đ<sub>0,071</sub> = C<sub>0,071</sub> = M<sub>0,071</sub> = 0.

Hàm lượng tổng cộng của các loại vật liệu lọt qua sàng 0,071mm theo quy phạm.

$$[2] \Rightarrow L_{0,071} = \frac{B_{0,071}}{100} B ; B_{0,071} - \text{lượng bột khoáng lọt qua sàng } 0,071, \%$$

$$\Rightarrow B = \frac{L_{0,071}}{B_{0,071}} \cdot 100$$

- Xác định đá mịn  $M(\%)$ :

$$\text{Theo [1] và [2]} \Rightarrow M = \frac{(100 - B - D) \cdot C_x - (100 \cdot L_x - D \cdot D_x - B \cdot B_x)}{C_x - M_x}$$

- Xác định cát  $C(\%)$ :

$$C = 100 - D + B + M$$

Hoặc có thể xác định cát theo phương trình:  $C, C_x + M, M_x = (L_x - B)$

So sánh đường biểu diễn  $L_x$  với thành phần hạt khoáng vật hợp lí. Yêu cầu  $L_x$  phải phù hợp với giới hạn thành phần của hỗn hợp hợp lí theo quy phạm. Nếu thành phần chọn được không hợp quy phạm thì có thể điều chỉnh lại các lượng vật liệu để có  $L_x$  hợp quy phạm.

### Xác định lượng bitum tối ưu

Lượng bitum tối ưu được tính toán theo chỉ tiêu độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng của các mẫu thí nghiệm bê tông asphalt và độ rỗng còn dư của bê tông asphalt theo quy định ở quy phạm.

Chuẩn bị các mẫu thí nghiệm từ hỗn hợp bê tông asphalt, trong đó lượng bitum dùng giảm đi 0,3 - 0,5% so với giới hạn của các trị số trong bảng. Lượng bitum tối ưu được xác định theo công thức sau:

$$B = \frac{(r_{cl} - r_{bt}^{20}) \gamma_a^{Bi}}{\gamma_a^{cl}}$$

trong đó:

$r_{cl}$  - độ rỗng vật liệu khoáng của mẫu thí nghiệm, %;

$\gamma_a^{cl}$  - khối lượng riêng của vật liệu khoáng  $g/cm^3$ ; xác định theo công thức:

$$\gamma_a^{cl} = \frac{100}{\frac{D}{\gamma_a^D} + \frac{C}{\gamma_a^C} + \frac{M}{\gamma_a^M} + \frac{B}{\gamma_a^B}};$$

$D, C, M, B$  - %;  $\gamma_a^i$  -  $g/cm^3$

$r_{bt}^{20}$  - độ rỗng của bê tông asphalt theo quy phạm ở  $20^\circ C$ , %;

Hoặc bitum được xác định theo công thức:

$$B = \frac{r_{cl} \cdot \gamma_a^{Bi} \cdot K}{\gamma_o^{cl}}$$

$r_{cl}$  - độ rỗng vật liệu khoáng, %; xác định ở trạng thái lèn chặt với tải trọng  $300\text{kG/cm}^2$  phù hợp với sự lèn chặt của bê tông atfan trên mặt đường;

$\gamma_o^{cl}$  - khối lượng thể tích của cốt liệu khoáng;

K - hệ số lấp đầy lỗ rỗng vật liệu khoáng bằng bitum, (vùng nóng K = 0,85).

### Kiểm tra trên các mẫu thí nghiệm

Kết quả tính toán lượng bitum sẽ dùng để chế tạo ba mẫu thử và kiểm tra lại các tính năng cần thiết của bê tông asphalt. Nếu chỉ tiêu độ rỗng không đảm bảo các chỉ tiêu khác (ví dụ cường độ, độ ổn định nước) thì điều chỉnh lại thành phần vật liệu khoáng, chủ yếu là lượng bột khoáng. Sau đó tính lại lượng B và làm theo trình tự trên cho đến lúc đạt mọi yêu cầu quy định.

## 9.7. VÍ DỤ TÍNH TOÁN CẤP PHỐI BÊ TÔNG ATFAN

**Bài toán 1:** Tính toán cấp phối bê tông atfan. Biết thành phần vật liệu cho như sau:

Cát:	$\gamma_a^c = 2,62 \text{ g/cm}^3$ ,	$V^{\text{vữa atfan}} = 1,25V_r^D$ ,
	$\gamma_o^c = 1,7 \text{ g/cm}^3$ ,	$V^{\text{CKD atfan}} = 1,25V_r^C$
Đá dăm:	$\gamma_a^d = 2,62 \text{ g/cm}^3$ ,	$V^{Bi} = 1,25V_r^B$ ,
	$\gamma_o^d = 1,44 \text{ g/cm}^3$	
Bitum:	$\gamma_a^{Bi} = 1 \text{ g/cm}^3$ ,	$r^{\text{bt atfan}}$
Bột đá:	$\gamma_a^B = 2,2 \text{ g/cm}^3$ ,	
	$\gamma_o^B = 1,5 \text{ g/cm}^3$	

Hướng dẫn:

$$r_D = \left(1 - \frac{\gamma_o}{\gamma_a}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{1,44}{2,62}\right) \cdot 100\% = 45\%$$

$$r_C = \left(1 - \frac{1,7}{2,62}\right) \cdot 100\% = 35\%$$

$$r_B = \left(1 - \frac{1,5}{2,2}\right) \cdot 100\% = 32\%$$

Thể tích đặc của NVL thành phần trong 1 m<sup>3</sup> bê tông:

$$đ\% = 100 - r = 100 - 3 = 97\% \Rightarrow V_a^{bt} = 0,97 \times 1000 \text{ lít} = 970 \text{ lít},$$

$$V_a^{Bi} + V_a^B + V_a^C + V_a^D = 970 \text{ lít} \quad [1]$$

$$* V^{\text{vữa atfan}} = 1,25V_r^D,$$

$$\Rightarrow V_a^{Bi} + V_a^B + V_a^C = 1,25 V_r^D = 1,25 r_D,$$

$$V_o^D = 1,25 \times 0,45 \times V_o^D = 0,5625 \times V_o^D \quad [2]$$

$$[1] \text{ và } [2] \Rightarrow V_a^D + 0,5625 \times V_o^D = 970$$

hay: 
$$\frac{\gamma_o^D \cdot V_o^D}{\gamma_a^D} + 0,5625 \times V_o^D = 970$$

$$\Rightarrow V_o^D = \frac{970}{\frac{1,44}{2,62} + 0,5625} = 870 \text{ lít},$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow V^{\text{vữa atfan}} &= V_a^{Bi} + V_a^B + V_a^C = 1,25 V_r^D \\ &= 0,5625 \times 870 = 489 \text{ lít} \quad [3] \end{aligned}$$

$$* V^{\text{CKD atfan}} = 1,25V_r^C,$$

$$\Rightarrow V_a^{Bi} + V_a^B = 1,25 V_r^C = 1,25 r_C, V_o^C$$

$$= 1,25 \times 0,35 \times V_o^C = 0,4375 \times V_o^C \quad [4]$$

$$[3] \text{ và } [4] \Rightarrow V_a^C + 0,4375 \times V_o^C = 489$$

hay: 
$$\frac{\gamma_o^C \cdot V_o^C}{\gamma_a^C} + 0,4375 \times V_o^C = 489$$

$$\Rightarrow V_o^C = 450 \text{ lít},$$

$$\Rightarrow V^{\text{CKD atfan}} = V_a^B + V_a^{Bi} = 0,4375 \times 450 = 197 \text{ lít} \quad [5]$$

$$* V^{Bi} = 1,25V_r^B \quad [6]$$

$$[5] \text{ và } [6] \Rightarrow V_a^B + 1,25 \times V_r^B = 197$$

hay: 
$$\frac{\gamma_o^B \cdot V_o^B}{\gamma_a^B} + 1,25 \times 0,32 V_o^B = 197$$

$$\Rightarrow V_o^B = 182 \text{ lít},$$

$$\Rightarrow V^{Bi} = 1,25 \times 0,32 \times 182 = 73 \text{ lít},$$

Vậy cấp phối bê tông atfan cần tính là:

Đá dăm:  $0,87 \text{ m}^3$ ,

Cát:  $0,45 \text{ m}^3$ ,

Bột đá:  $0,182 \text{ m}^3$ ,

Bitum:  $0,073 \text{ m}^3$ ,

Hay:

Đá dăm: 1253 kg

Cát: 765 kg,

Bột đá: 274 kg

Bitum: 73 kg.

**Bài toán 2.** Tính thành phần bê tông atfan hạt mịn thi công nguội loại Bx. Nguyên liệu gồm:

Bitum lỏng mác 70/130; Đá dăm 7-10mm; Cát trung bình; Bột đá vôi chất lượng tốt, bê tông atfan có độ rỗng 3%, Cấp phối vật liệu khoáng được xác định qua sàng như sau:

Vật liệu	Lượng lọt qua sàng (%) có kích thước (mm)									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Đá dăm	100	95	57	5	-	-	-	-	-	-
Đá mịn				100	76	34	20	12	5	-
Cát				-	100	73	60	40	20	3
Bột đá							100	93	87	81

**Hướng dẫn:**

- Xác định đá dăm  $D$  (%): Xét cỡ sàng 5mm

$$D = \frac{100 - L_a}{100 - D_a} \cdot 100 = \frac{100 - 57,5}{100 - 5} \cdot 100 = 45\%$$

(tại sàng 5mm lượng lọt qua của vật liệu cho phép là  $50 \div 65$  suy ra:

$$L_a = \frac{50 + 65}{2}$$

- Xác định bột khoáng  $B$  (%):

$$B = \frac{L_{0,071}}{B_{0,071}} \cdot 100 = \frac{8 \div 12}{81 + 3} \cdot 100\% = 9,5 \div 14,2\%; \text{ chọn } B = 12\%$$

- Xác định đá mịn  $M$  (%): Xét tại sàng 1,25

$$M = \frac{(100 - 12 - 45) \times 73 - \left(100 \frac{21 + 39}{2}\right) - 45 \times 0 - 12 \times 100}{73 - 34} = 34\%$$

- Xác định cát  $C$  (%):

$$C = 100 - (D + B + M) = 100 - (45 + 12 + 34) = 9\%$$



(Hoặc có thể tính lượng cát theo cách sau: xét cỡ sàng 1,25 mm, quy phạm yêu cầu lọt qua sàng là 21-39% (bảng 8.2), chọn tính toán 30%, trong đó có 12% bột đá (vì nhỏ hơn 1,25mm). Nên lượng yêu cầu không kể bột đá là 30 - 12 = 18%).

Ta có phương trình:

$$C \times 0,73 + (42 - C) \times 0,34 = 18; \Rightarrow C = 9\%; M = 34\%$$

Vậy cấp phối vật liệu khoáng là:

$$Đ : C : M : B = 45\% : 9\% : 34\% : 12\%$$

Kết quả thành phần hỗn hợp vật liệu cho theo bảng:

Vật liệu	Lượng lọt qua sàng (%) có kích thước (mm)									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Đá dăm 45%	45	43	27	2,3	-	-	-	-	-	-
Đá mịn 34%	34	34	34	34	26	11,6	6,8	4,1	1,7	-
Cát 9%	9	9	9	9	9	6,6	5,4	3,6	1,8	0,3
Bột đá 12%	12	12	12	12	12	12	12	11,2	10,4	9,7
Tổng cộng 100%	100	98	82	52,3	47	30,2	24,2	18,9	13,9	10

So với cấp phối tiêu chuẩn ở bảng 9.3 thành phần này thoả mãn.

- Đối với bitum sơ bộ chọn 5%, sau đó chính xác hoá khi thí nghiệm thực tế tìm độ rỗng còn dư, cường độ ở 20°, 60°C, môđun đàn hồi.

## Chương 10

# THÉP XÂY DỰNG

### 10.1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

#### 10.1.1. Khái niệm

*Thép* là vật liệu kim loại với nhiều nhóm có tính chất, công dụng rất khác nhau, có cơ tính tổng hợp cao, có thể chịu tải trọng rất nặng và phức tạp. Hầu như mọi thép đều có thể áp dụng nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện để thay đổi cơ tính theo hướng mong muốn.

Do có khả năng biến dạng dẻo và có tính hàn tốt, trong công nghiệp thép được cung cấp dưới dạng các bán thành phẩm như dây, sợi, thanh, tấm, lá, băng, ống, góc và các hình dạng khác nhau tiện sử dụng trong chế tạo máy và trong xây dựng.

Thép sử dụng có thép đúc và thép gia công áp lực. Phần lớn vật liệu thép là qua gia công áp lực. Gia công áp lực thường được dùng là cán và rèn, nên có phôi thép cán và phôi thép rèn.

*Cán nóng* là phôi thép trước khi cho vào máy cán phải được nung nóng (ở phạm vi nhiệt độ biến dạng dẻo).

*Cán nguội* thì phôi thép nguội (thường là bán sản phẩm của cán nóng) không phải qua lò nung để nung nóng.

*Phôi thép rèn* thường là đúc khuôn trọng lượng và kích thước lớn, thường dùng làm công cụ kết cấu.

*Nhiệt luyện* là công đoạn xử lý nhiệt để cải thiện và nâng cao tính năng của thép, có 3 khâu: nung nhiệt - giữ nhiệt và làm nguội với tốc độ khác nhau. Ở các nấc khác nhau mà chúng có tên gọi như: tôi, ram, ủ, thường hoá...

Về công nghệ sản xuất thép, trước đây, trong công nghiệp sản xuất thép chủ yếu là dùng lò *Martin*, lò điện hồ quang và lò thổi (là thổi ôxy hay thổi đỉnh còn gọi là lò *LD*; lò thổi không khí có thổi sườn, thổi đáy tính kiềm gọi là lò *Thomas*; thổi đáy tính axit là lò *Bessermeyer*). Chất lượng của thép có liên quan công nghệ sản xuất của các loại lò này. Cho nên, tiêu chuẩn chất lượng thép phụ thuộc từng loại

lò luyện mà có tên riêng như thép lò Martin, thép lò thổi ôxy, thép lò điện, thép lò Thomas, thép lò Bessemer...

Được đánh giá chất lượng tốt là thép lò điện, thép lò Martin và thép lò thổi ôxy. Ở các nước công nghiệp phát triển, thép lò Martin đã có một hệ thống tiêu chuẩn ổn định nên thép lò thổi ôxy ra đời sau đã dần dần đuổi kịp chất lượng thép lò Martin và do đó, người ta đã chuyển thép lò Martin sang làm tiêu chuẩn sản xuất và sử dụng cho thép lò thổi ôxy.

Đến thế kỷ XXI, công nghệ sản xuất thép chỉ còn có lò thổi và lò điện hồ quang. Hai công nghệ này có chất lượng như nhau. Về cơ bản, trừ những thép đặc biệt, bất cứ loại thép nào được dùng ở đây là chỉ chung cho cả hai loại công nghệ thép lò thổi và thép lò điện.

Đối với thép cacbon thông dụng, các hình thức sản xuất như sau: nước thép sau khi luyện xong ở lò luyện, được đưa đúc phôi, đúc phôi liên tục (hầu như là đúc thép lỏng). Ngoài ra, còn có đúc khuôn.

Ba loại phôi thép được sản xuất là *thép lỏng*, *thép sôi* và *thép nửa sôi*. Khác nhau là do mức độ khử ôxy nước thép trước khi đúc khác nhau.

*Thép lỏng* là thép được khử hết ôxy.

*Thép sôi* là thép không khử hết ôxy nên khi nước thép dâng lên trong khuôn vẫn còn phản ứng ôxy hoá cacbon tạo khí CO bay lên làm cho mặt nước thép trông như đang sôi.

*Thép nửa sôi*, mức độ khử ôxy giữa 2 loại trên, nên mặt nước thép trong quá trình dâng lên trong khuôn lúc đầu là không sôi, sau đó thì lại sôi.

Chất lượng thép lỏng tốt hơn thép sôi nhưng giá thành cao hơn (do thu hồi kim loại thấp). Thép nửa sôi, về lý thuyết thì chất lượng như thép lỏng, còn về thu hồi kim loại thì tốt như thép sôi. Tuy vậy, rất khó thực hiện nên thép nửa sôi ít sử dụng trong thực tế sản xuất.

### 10.1.2. Phân loại thép

a) *Theo thành phần hoá học, thép chia thành 2 loại*: thép cacbon và thép hợp kim.

*Thép cacbon* hay còn gọi là thép thường, thành phần chủ yếu là Fe – C (lượng C chiếm nhỏ hơn 2,14%) được dùng rất phổ biến trong đời sống cũng như trong kỹ thuật. Theo công dụng có thể chia thép cacbon này thành 2 nhóm: *thép kết cấu* và *thép dụng cụ*. Thép kết cấu gồm *thép xây dựng* và *thép chế tạo máy*.

*Thép hợp kim* là loại thép mà người ta đưa thêm vào các nguyên tố có lợi với hàm lượng đủ lớn để cải thiện các tính chất cơ, hoá, lý của thép. Các nguyên tố

hợp kim cho vào như Mn, Si, Cr, Ni, Mo, Ti, Cu, B... Thép này được dùng ngày càng nhiều vào các mục đích quan trọng trong kỹ thuật.

**b) Theo công dụng thép hợp kim chia làm ba nhóm:** Thép hợp kim kết cấu, thép hợp kim dụng cụ và thép hợp kim đặc biệt. Ngoài ra, thép còn có dùng cho các công dụng khác:

**Thép dùng làm bulông và ri vê:** Thép để làm bulông và ri vê phải là loại CT2 và CT3 của lò bằng, nhưng hàm lượng lưu huỳnh cũng như hàm lượng phốt pho không được quá 0,050.

**Thép dùng để hàn:** Thép dùng để hàn phải là thép lò bằng, phẩm chất phải phù hợp với những phẩm chất quy định ở điểm (a) trên đây.

**Thép dùng trong các công trình quan trọng:** Phẩm chất của thép dùng trong các kết cấu công trình chịu lực quan trọng, phải có giấy chứng minh. Nếu không có giấy chứng minh sản xuất thì phải thí nghiệm xác định tính chất thép. Nếu dùng để làm việc hàn thì phải thí nghiệm việc hàn. ...

Thép xây dựng là nhóm thép được dùng ở trạng thái cung cấp không qua nhiệt luyện, chủ yếu dùng làm các kết cấu xây dựng. Thép này được chia thành hai nhóm: Thép cacbon và thép hợp kim thấp độ bền cao.

**c) Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1765-75,** thép cacbon chia ra ba nhóm: A, B, C.

**Nhóm A:** Thép cacbon chỉ quy định về cơ tính.

Thép nhóm A quy định các mác thép ký hiệu bằng CTxx, trong đó xx là số chỉ giới hạn bền tối thiểu bằng 10N/mm<sup>2</sup>, gồm bảy mác chính từ CT31 đến CT61, nó chỉ đảm bảo về mặt cơ tính mà không đảm bảo về thành phần hoá học.

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1765-75 và tiêu chuẩn Nga 380-71 quy định thép nhóm A theo Bảng 10.1.

**Bảng 10.1. Quy định về cơ tính thép nhóm A**

Mác thép		$\sigma_b, \text{N/mm}^2$	$\delta, \%$
Nga	Việt Nam		
CT0	CT31	$\geq 310$	20
CT1	CT33	330 ÷ 430	31
CT2	CT34	340 ÷ 440	29
CT3	CT38	370 ÷ 480	25
CT4	CT42	420 ÷ 540	21
CT5	CT51	490 ÷ 630	19
CT6	CT61	600	12

Thép CT31 (CT0) kém bền và kém dẻo hơn thường dùng làm các chi tiết như đinh tán, bulông. Các mác còn lại có độ bền tăng lên thì độ dẻo lại kém đi. CT38 (CT3), CT51(CT5) thường dùng trong xây dựng cầu và cốt thép cho bê tông cốt thép. CT38 được dùng rất phổ biến trong các kết cấu thông dụng, không đòi hỏi độ bền cao, có tính hàn tốt, phần lớn các kết cấu thường dùng như cột, tháp, xà ngang, ống, dây, lá để lợp, tấm để che, đỡ ... CT51 được dùng trong các kết cấu chịu lực cao hơn song tính hàn lại không tốt bằng, được dùng nhiều trong máy nông nghiệp như lưỡi cày, bánh lồng... và dụng cụ bằng tay để gia công gỗ. CT3-CT6 có thể dùng trong cơ khí làm chi tiết máy.

**Nhóm B:** Thép cacbon chỉ quy định thành phần hóa học, không quy định về cơ tính, kí hiệu mác *BCTxx*, có các mác từ BCT31 đến BCT61. Nhóm thép quy định này thường được dùng trong các kết cấu khi chế tạo phải gia công nhiệt (rèn, hàn, nhiệt luyện...). Quy định về thành phần hoá học thép nhóm B theo bảng 10.2.

**Bảng 10.2. Quy định thép nhóm B**

Mác thép		C, %	Mn, %	S, % max	P, % max	Si, %		
Nga	Việt Nam					Sôi	Nửa lạng	lạng
BCT0	BCT31	0,23	-	0,06	0,07	-	-	-
BCT1	BCT33	0,06 - 0,12	0,25 - 0,50	0,05	0,04	0,05	0,05 - 0,17	0,12 - 0,30
BCT2	BCT34	0,09 - 0,15	0,25 - 0,50	0,05	0,04	0,05	0,05 - 0,17	0,12 - 0,30
BCT3	BCT38	0,14 - 0,22	0,30 - 0,65	0,05	0,04	0,07	0,05 - 0,17	0,12 - 0,30
BCT4	BCT42	0,18 - 0,27	0,40 - 0,70	0,05	0,04	0,07	0,05 - 0,17	0,12 - 0,30
BCT5	BCT51	0,28 - 0,37	0,50 - 0,80	0,05	0,04	-	0,05 - 0,17	0,15 - 0,35
BCT6	BCT61	0,38 - 0,49	0,50 - 0,80	0,05	0,04	-	0,05 - 0,17	0,15 - 0,35

**Nhóm C:** Thép cacbon quy định cả về cơ tính lẫn thành phần hóa học, kí hiệu theo tiêu chuẩn Việt Nam thêm chữ C phía trước, tức *CCTxx*. Cơ tính và thành phần hoá học được tuân theo các mác tương ứng của phân nhóm A và B. Ví dụ thép CCT38 có cơ tính như CT38, còn thành phần hoá học như BCT38. Thép này thường dùng trong các kết cấu hàn và cốt thép trong bê tông cốt thép.

Ngoài ra, còn có *thép cacbon chất lượng tốt* (ít tạp chất có hại) kí hiệu ghi số phần vạn cacbon, ví dụ C8 – C85, chỉ dùng để chế tạo chi tiết máy.

**d) Đối với thép cốt bê tông** là loại chuyên dùng làm cốt cho bê tông làm tăng khả năng chịu kéo, uốn và tải trọng động cho cấu kiện. Theo tiêu chuẩn Việt Nam về thép cán nóng - thép cốt bê tông TCVN 1651-85 chia làm bốn nhóm thép C-I, C-II, C-III và C-IV, có các đặc trưng theo bảng 10.3.

**Bảng 10.3. Chỉ tiêu cơ lý của thép cốt theo tiêu chuẩn TCVN-1651-85**

Nhóm thép cốt	Đường kính, mm	Giới hạn chảy $\sigma_{ch}$ , N/mm <sup>2</sup>	Giới hạn bền $\sigma_b$ , N/mm <sup>2</sup>	Độ dẫn dài tương đối $\delta$ , %	Thử uốn nguội C - độ dày trục uốn d - đường kính cốt thép
		Không nhỏ hơn			
C-I	6 – 40	240	380	25	C = 0,5d (180°)
C-II	10 – 40	300	500	19	C = 3d (180°)
C-III	6 – 40	400	600	14	C = 3d (90°)
C-IV	10 – 32	600	900	6	C = 3d (45°)

Nhóm C-I là loại thép tròn trơn chịu lực thấp nhất với mác CT38.

Nhóm C-II là thép thanh vằn (thép tròn có gân) với mác CT51

Nhóm C-III, C-IV là loại thép có cấp chịu lực cao hơn, dùng thép hợp kim thấp độ bền cao, với các mác theo tiêu chuẩn TCVN 3104-79.

Theo tiêu chuẩn ASTM và một số nước khác, cốt thép được chia ra các nhóm và có chỉ tiêu cơ lý theo bảng 10.4.

**Bảng 10.4. Các chỉ tiêu cơ lý của thép cốt theo tiêu chuẩn ASTM**

Nhóm thép cốt	Đường kính, mm	Giới hạn chảy $\sigma_{ch}$ , N/mm <sup>2</sup>	Giới hạn bền $\sigma_b$ , N/mm <sup>2</sup>	Độ dẫn dài tương đối $\delta$ , %	Thử uốn nguội C - độ dày trục uốn d - đường kính cốt thép
		Không nhỏ hơn			
A-I	6 – 22	240	380	25	C = 0.5d (180°)
A-II	10 – 32	300	500	19	C = 3d (180°)
A-III	6 – 40	400	600	14	C = 3d (90°)
A-IV	10 – 32	600	900	6	C = 3d (45°)
A-V	10 – 22	800	1050	7	C = 5d (45°)
A <sub>T</sub> -IV	10 – 40	600	900	8	C = 5d (45°)
A <sub>T</sub> -V	10 – 40	800	1000	7	C = 5d (45°)
A <sub>T</sub> -VI	10 – 32	1000	1200	6	C = 5d (45°)

Nhóm A-I, A-II, A-III, A-IV có đặc điểm tương tự như cách chia thép cốt theo tiêu chuẩn TCVN-1651- là cốt thép cán nóng.

Nhóm A<sub>T</sub>-IV, A<sub>T</sub>-V, A<sub>T</sub>-VI - Cốt thép qua gia công nhiệt.

Nhóm A-II<sub>B</sub>, A-III<sub>B</sub> - Cốt thép kéo nguội.

Nhóm B-I (tròn trơn), Bp-I (có gân) - cốt thép sợi thường kéo nguội.

Nhóm B-II (tròn) và Bp-II (có gân) - cốt thép sợi cường độ cao.

Nhóm T - cốt thép thường bền không xoắn (ví dụ: T-7 là cốt thép thường 7 sợi)

Nhóm K - cốt thép cáp bền từ nhiều vế (ví dụ K2 × 7 là cáp cốt thép 2 vế, mỗi vế gồm 7 sợi).

Thép sợi cường độ cao dùng làm cốt thép cho bê tông ứng lực trước, có dạng dây thép tròn, có kích thước và cơ tính phù hợp với bảng 10.5.

**Bảng 10.5**

Đường kính danh nghĩa, mm	Sai lệch cho phép, mm	Độ bền đứt, N/mm <sup>2</sup>	G.hạn chảy quy ước, N/mm <sup>2</sup>	Số lần bẻ gấp 180° với đường kính trục thử 30mm	Độ dẫn dài tương đối sau khi đứt trên chiều dài 400mm, %
Không nhỏ hơn					
3,0	± 0,06	1900	1520	9	4
4,0	± 0,08	1800	1440	7	4
5,0	± 0,08	1700	1360	5	4
6,0	± 0,08	1600	1280	thử bẻ gấp thay bằng thử uốn	5
7,0	± 0,10	1500	1200		6
8,0	± 0,10	1400	1120		6

## 10.2. CÁC KÍ HIỆU TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT CỦA THÉP XÂY DỰNG

Sản phẩm thép xây dựng được sản xuất theo các tiêu chuẩn: Việt Nam (TCVN), Nhật (JIS), Nga (ГОСТ), Đức (DIN), Mỹ (ASTM), Pháp (NF), Anh (BS), EN...

Tiêu chuẩn ГОСТ ký hiệu các thép thông dụng của nhóm A bằng CT<sub>x</sub>, trong đó x là số thứ tự từ 0 đến 6, có sự tương đương và trùng khớp hoàn toàn về các yêu cầu kỹ thuật của TCVN (TCVN chỉ đổi số thứ tự sang chỉ số độ bền kéo  $\sigma_b$  với các cặp số 0-31, 1-33, 2-34, 3-38, 4-42, 5-51, 6-61). Nhóm B và C cũng tương tự với ký hiệu BCT<sub>x</sub> và CCT<sub>x</sub> lần lượt như là BCT<sub>xx</sub> và CCT<sub>xx</sub> của TCVN.

Tiêu chuẩn ASTM thường dùng các thép thông dụng với nhiều tiêu chuẩn khác nhau như 283, 284, 328, 529, 570..., với đặc điểm chung là chúng đều được quy định cả cơ tính và thành phần hoá học. Chúng được ký hiệu theo cấp độ bền (Grade). Ví dụ, ASTM 570 có các Grade 30, 33, 36, 40, 45, 50 và 55, trong đó số chỉ  $\sigma_{0,2}$  theo ksi, như Grade 30 có  $\sigma_{0,2} \geq 30\text{ksi}$  hay 205MPa. Các tiêu chuẩn khác đánh số theo Grade A, B, C... là theo trật tự độ bền tăng dần.

Tiêu chuẩn JIS G3101 có các mức chỉ được đảm bảo cơ tính như nhóm A của TCVN, bao gồm các mức SS 330, 400, 490 và 540, trong đó chỉ số độ bền kéo  $\sigma_b$

tối thiểu theo MPa. JIS G3106 quy định các thép thông dụng chuyên để hàn được đảm bảo cả cơ tính lẫn thành phần hoá học, có các mức như SM 400, 490, 520 và 570.

JIS G3112 đối với thép làm cốt bê tông có hai mức thép tròn trơn: SR235 và SR295, bốn mức thép có gờ: SD295, SD345, SD390, SD490; trong đó  $\sigma_{0,2}$  tối thiểu theo MPa.

EN ký hiệu thép thông dụng bằng Fe với số tiếp theo chỉ  $\sigma_b$  tối thiểu theo MPa như Fe 360B, Fe 430C, Fe 510D1...

### 10.3. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA CÁC LOẠI THÉP THƯỜNG DÙNG

**10.3.1. Theo phương pháp chế tạo, tính chất các loại thép thường dùng quy định theo bảng 10.6**

**Bảng 10.6**

Phương pháp chế tạo	Tên loại thép	Mức thép CT	Giới hạn bền kéo, daN/mm <sup>2</sup>	Tỉ lệ kéo dài		Giới hạn chảy, daN/mm <sup>2</sup>	Hàm lượng giới hạn %		
				Miếng thí nghiệm dài bằng 10đ	Miếng thí nghiệm dài bằng 5đ		Than	Lưu huỳnh	Phốt Pho
				Không nhỏ hơn					
Lò bằng (Mác tanh)	Thép thông thường	0	32 - 47	16	22	19	Dưới 0,23	0,060	0,070
Lò chuyển (Bétsme)							Dưới 0,14		
Lò bằng (Mác tanh)		1	32 - 40	28	33	19	0,07 - 0,12	0,055	0,050
Lò bằng		2	34 - 42	26	31	21	0,09 - 0,15	0,055	0,050
Lò bằng		3	38 - 47	23-21	27-25	22	0,14 - 0,22	0,055 0,065	0,050 0,035
Lò chuyển		Dưới 0,12							
Lò chuyển (Bétsme)	4	42 - 52	20	24	24	0,12 - 0,20	0,065	0,085	



**10.3.2. Cường độ cho phép (dùng để tính toán theo cường độ cho phép) căn cứ theo bảng 10.7**

**Bảng 10.7**

Các loại cường độ	Loại thép CT <sub>0</sub> và CT <sub>2</sub>		Loại thép CT <sub>3</sub>	
	Sức phải mang daN/cm <sup>2</sup>		Sức phải mang daN/cm <sup>2</sup>	
	Lực chính	Lực chính + Lực phụ	Lực chính	Lực chính + Lực phụ
-Sức kéo, ép và uốn	1400 daN	1600 daN	1600 daN	1800 daN 1100
-Sức cắt	500	1000	1000	2700
-Sức chịu ép chính diện	2100	2400	2400	1450
-Sức chịu ép cục bộ và sức chịu mỏi	1100	1300	1300	70
-Sức chịu ép và xoắn	50	60	60	

**10.3.3. Cường độ tính toán (dùng để tính toán theo trạng thái giới hạn)**

Những cường độ dùng để tính toán theo trạng thái giới hạn căn cứ vào những chỉ số ở bảng 10.8.

**Bảng 10.8**

Số TT	Loại cốt thép	Cường độ tiêu chuẩn daN/cm <sup>2</sup>	Cường độ tính toán	
			Chịu kéo daN/cm <sup>2</sup>	Chịu ép daN/cm <sup>2</sup>
1	Cốt tròn, cốt dẹt và cốt có hình bằng thép CT <sub>0</sub>	1900	1700	1700
2	Như 1, thép mác CT <sub>3</sub>	2400	2100	2100
3	Cốt tròn bằng thép CT <sub>0</sub> cán nóng đã qua gia công kéo nguội	2400	2100	1700
4	Như 3, thép mác CT <sub>3</sub>	2800	2500	2100
5	Cốt có gờ bằng thép mác CT <sub>5</sub> cán nóng	3000	2700	2700
6	Như 5, thép mác 25cr	4000	3400	3400
7	Cốt bằng sợi thép kéo nguội có đường kính ≤ 5,5mm	5500	4500	4500
8	Như 7-, đường kính 6 - 10mm	4500	3600	3600
9	Cốt có gờ bằng thép mác CT <sub>0</sub> và CT <sub>3</sub> kéo nguội	4500	3600	3600

### 10.3.4. Một số tính chất cơ lý của thép xây dựng quy định theo bảng 10.9.

**Bảng 10.9**

Tiêu chuẩn	Mác thép Grade		Giới hạn chảy, N/mm <sup>2</sup>	Giới hạn đứt, N/mm <sup>2</sup>	Độ giãn dài. (%)	Khả năng uốn Bendable	
	d ≤ 20 mm	20 < d < 40 mm				Góc uốn	Đường kính gối uốn, mm
1	2		3	4	5	6	7
TCVN 1651 - 85	CI		240 min	380 min	25 min	180°	0,5d
	CII		300 min	500 min	19 min	180°	3d
	CIII		400 min	600 min	14 min	90°	3d
	CIV		600 min	900 min	6 min	45°	3d
ГОСТ 5781 - 82	CT2	225 min	210 min	330 - 430	32 min (d ≤ 20)	180°	0d (d ≤ 20)
					31 min (d > 20)		1d (d > 20)
	CT3	245 min	235 min	370 - 480	26 min (d ≤ 20)	180°	0,5d (d ≤ 20)
					25 min (d > 20)		1,5d (d > 20)
	CT5	285 min	275 min	490 - 630	20 min (d ≤ 20)	180°	3d (d ≤ 20)
					19 min (d > 20)		4d (d > 20)
JIS G 3101	SS400	235 min	400 - 510	20 min (d > 25)	180°	3d	
				24 min (d ≤ 25)			
JIS G 3112	SD 295A (SD 30)	295 min	440 - 600	16 min (d > 25)	180°	3d (d ≤ 16)	
				18 min (d ≤ 25)		4d (d > 16)	
	SD 295B	295 min	440 min	16 min (d > 25)	180°	3d (d ≤ 16)	
				18 min (d ≤ 25)		4d (d > 16)	
	SD 390 (SD 40)	390 - 510	560 min	16 min (d > 25)	180°	5d	
				18 min (d ≤ 25)			
	SD 490 (SD 50)	490 - 625	625 min	12 min (d > 25)	90°	5d (d ≤ 25)	
				14 min (d ≤ 25)		6d (d > 25)	
ASTM A615/ A615M - 94	Gr 40 (300)	300 min	500 min	11 min (d ≤ 10)	180°	3,5d (d ≤ 16)	
				12 min (d > 10)		5d (d > 16)	
	Gr 60 (400)	400 min	600 min	9 min (d ≤ 20)	180°	3,5d (d ≤ 16)	
				8 min (20 < d ≤ 25)		5d (16 < d ≤ 30)	
				7 min (d > 25)		7d (d > 30)	

**Bảng 10.9 (tiếp theo)**

1	2	3	4	5	6	7
ASTM A615/ A615M - 96a	Gr 40 (300)	300 min	500 min	11 min ( $d \leq 10$ )	180°	3.5d ( $d \leq 16$ )
				12 min ( $d > 10$ )		5d ( $d > 16$ )
	Gr 60 (420)	420 min	620 min	9 min ( $d \leq 19$ )	180°	3.5d ( $d \leq 16$ )
				8min ( $19 < d \leq 25$ )		5d ( $16 < d \leq 25$ )
7 min ( $d > 25$ )	7d ( $d \leq 25$ )					
BS 4449	Gr 250	250 min	287 min	22 min	180°	2d
	Gr 460	460 min	483 min	12 min		5d ( $d \leq 16$ )
7d ( $d > 16$ )						

**10.3.5. Đường kính danh nghĩa của thép cốt và các đại lượng tra cứu theo bảng 10.10.**

**Bảng 10.10**

Đường kính d, mm	Diện tích mặt cắt ngang, cm <sup>2</sup> ứng với số thanh									Khối lượng 1m dài, kg
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
6	0,283	0,57	0,85	1,13	1,41	1,7	1,98	2,26	2,54	0,222
7	0,385	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	0,302
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	0,395
9	0,636	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,09	5,73	0,499
10	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,5	6,28	7,07	0,617
12	1,131	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	0,888
14	1,51	3,08	4,62	6,16	7,7	9,24	10,78	12,32	13,85	1,21
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,1	1,58
18	2,54	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,9	2,00
20	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	2,17
22	3,8	7,6	11,4	15,21	19,01	22,81	26,61	30,41	34,21	2,98
25	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	3,85
28	6,16	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,1	49,26	55,42	4,83
30	7,070	14,14	21,21	28,27	35,34	42,41	49,48	56,55	63,62	5,55
32	8,01	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,3	64,34	72,38	6,31
36	10,18	20,36	30,54	40,72	50,89	61,07	71,25	81,43	91,61	7,99
40	12,57	25,13	37,7	50,27	62,83	75,4	87,96	100,53	113,1	9,87

10.3.6. Thành phần hoá học và một số tính chất cơ học theo các tiêu chuẩn của thép cốt quy định theo bảng 10.11.

Bảng 10.11

Tiêu chuẩn	Mác thép	THÀNH PHẦN HOÁ HỌC					TÍNH CHẤT CƠ HỌC	
		Si	C	Mn	P	S	Giới hạn bền N/mm <sup>2</sup>	Giới hạn chảy N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Thép cuộn								
TCVN1765-75	CT33							
TCVN1651-85	(CT2)	0,09 - 0,15	0,25 - 0,50	0,12 - 0,30	max 0,040	max 0,050	-	-
(TOCT380-94)	CT35							
(TOCT5781-82)	(CT3)	0,14 - 0,22	0,40 - 0,65	0,12 - 0,30	max 0,040	max 0,050	-	-
JIS G 3112	SWRM10	0,08-0,13	0,30 - 0,60	-	max 0,050	Max 0,05	-	-
(1987)	SWRM20	0,18 - 0,23	0,30 - 0,60	-	Max 0,045	max 0,045	-	-
Thép thanh tròn trơn								
TCVN1765-75								
TCVN1651-85	CT35-CI	0,14 - 0,22	0,40 - 0,65	0,12 - 0,30	max 0,040	Max 0,05	372 - 480	min 300
(TOCT380-94)	(CT3-AI)							
(TOCT5781-82)								



Bảng 10.11 (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
JIS G 3112 (1987)	SR235 SR295	- -	- -	- -	Max 0,045 max 0,050	max 0,045 max 0,050	380 - 520 440 - 600	min 235 min 295
BS4449:1997	Gr250	max 0,25	-	-	Max 0,060	max 0,060	1,1YP	min 250
AS	Gr250	max 0,22	-	max 0,40	max 0,040	Max 0,04	1,1YP	min 250
Thép thanh vằn								
	RB300	-	-	-	-	-	min330	min300
	RB400	-	-	-	max 0,060	max 0,060	min440	Min400
TCVN6285:1997	RB500	-	-	-	max 0,070	Max 0,07	min550	min500
(ISO6935-2:1991)	RB400W	max 0,22	max 1,60	max 0,60	max 0,050	max 0,050	min440	min400
	RB500W	max 0,24	max 1,70	max 0,65	max 0,055	max 0,055	min550	min500
	CT5(AII)	0,28 - 0,37	0,50 - 0,80	0,15 - 0,35	max 0,040	max 0,050	min490	min294
TOCT380-94	25T2C							
TOCT5781-82	(A-III)	0,22 - 0,29	0,60 - 0,90	1,20 1,60	max 0,040	max 0,045	min590	min392
	20XT2U							
	(A-IV)	0,19 - 0,26	1,50 - 1,90	0,40 - 0,70	max 0,045	Max 0,045	min883	min590
	Grade40							
	[300]	-	-	-	max 0,060	max 0,060	min500	Min360
ASTM	Grade60							



**Bảng 10.11 (tiếp theo)**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
A615/A615M	[420]	-	-	-	max 0,060	max 0,060	min 620	min 420
ASTM	Grade75							
	[520]	-	-	-	max 0,060	max 0,060	min 690	min 650
	Grade60							
A706/A 706M	[420]	max 0,30	max 1,50	max 0,50	max 0,035	Max 0,045	min 550	420 - 540
BS4449:1997	Gr 460	max 0,25	-	-	max 0,050	max 0,050	1,05YP	min 460
AS1320-1991	Gr 400	max 0,25	-	max 0,40	max 0,040	max 0,040	1,1YP	min 400
	SD 295A	-	-	-	max 0,050	max 0,050	440- 600	min 295
	SD 295B	max 0,27	max 1,50	max 0,55	max 0,040	max 0,040	min 440	295 - 390
JISG3112	SD345	max 0,27	max 1,60	max 0,55	max 0,040	max 0,040	min 490	345 - 440
(1987)	Sd390	max 0,29	max 1,80	max 0,55	max 0,040	max 0,040	min 560	390 - 510
	SD490	max 0,32	max 1,80	max 0,55	max 0,040	max 0,040	min 620	490 - 625

10.3.7. Kích thước, trọng lượng và dung sai của các loại thép cốt theo một số tiêu chuẩn trong bảng 10.12

Bảng 10.12

ĐƯỜNG KÍNH DANH NGHĨA (mm)				TIẾT DIỆN NGANG (cm <sup>2</sup> )				KHỐI LƯỢNG ĐƠN VỊ						
TCVN	JIS G3112	TOCT 5781	ASTM A615M A706M	TCVN 6285 BS 4449	JIS G3112	TOCT 5781	ASTM A615M A706M	TCVN 6285 BS 4449	JIS G3112	TOCT 5781	ASTM A615M A706M	TCVN	Yêu cầu (kg)	Dung sai (%)
6	6	6	-	0,283	0,317	0,283	-	0,222	0,249	0,222	-	-	-8	± 8
8	-	8	-	0,505	-	0,503	-	0,395	-	0,395	-	-	-	± 6,5
10	10	10	10	0,785	0,713	0,785	0,710	0,617	0,560	0,617	0,560	-	± 6	± 6,5
12	-	12	-	1,131	-	1,131	-	0,888	-	0,888	-	-	-	± 4,5
-	13	14	13	-	1,267	1,54	1,290	-	0,995	1,21	0,994	-	± 6	-
16	16	16	16	0,201	1,986	2,01	1,990	1,579	1,56	1,58	1,552	-	± 5	± 4,5
-	19	18	19	-	2,865	2,54	2,840	-	2,25	2,00	2,235	-	± 5	-
20	-	20	-	0,314	-	3,14	-	2,466	-	2,47	-	-	-	± 4,5
-	22	22	22	-	3,871	3,80	3,870	-	3,04	2,98	3,042	-	± 5	-
25	25	25	25	0,491	5,067	4,91	5,10	3,854	3,98	3,85	3,973	-	± 5	± 4,5
-	28	28	29	-	6,424	6,16	6,190	-	5,04	4,83	5,060	-	± 5	-
32	32	32	32	0,804	7,942	8,04	8,190	6,313	6,23	6,31	6,404	-	± 4	± 4,5

## Chương 11

# VẬT LIỆU THỦY TINH XÂY DỰNG

### 11.1. KHÁI NIỆM

Thủy tinh là một dung dịch rắn ở dạng vô định hình nhận được bằng cách làm quá nguội khối silicat nóng chảy. Chế tạo bằng cách nấu trong lò cho đến nhiệt độ 1500 - 1600°C các nguyên liệu như: Cát thạch anh, đá vôi, xô đa ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), và sunphat natri ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), đolômít, tràng thạch và các loại phụ gia dùng để làm trong, chất khử, chất tạo màu, rút ngắn quá trình nấu, điều chỉnh tính chất như  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ...

Về thành phần hoá học, tùy thuộc vào dạng và công dụng thủy tinh xây dựng gồm:  $\text{SiO}_2$  (65 - 75%),  $\text{CaO}$  (8 - 15%),  $\text{Na}_2\text{O}$  (10 - 18%),  $\text{K}_2\text{O}$  (0 - 0,5%)  $\text{MgO}$  (0 - 4,5%),  $\text{B}_2\text{O}_3$  (0 - 5%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ...

$\text{Na}_2\text{O}$  làm giảm nhiệt độ chảy, rút ngắn thời gian nấu nhưng lại làm giảm độ bền hoá,  $\text{K}_2\text{O}$  tạo ra màu sáng và làm tốt hơn tính xuyên sáng;  $\text{CaO}$  làm tăng độ bền hoá;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  làm tăng cường độ, bền nhiệt và bền hoá;  $\text{B}_2\text{O}_3$  đẩy nhanh tốc độ nấu thủy tinh...

### 11.2. NGUYÊN TẮC CHẾ TẠO KÍNH

Nguyên liệu chế tạo kính là cát thạch anh, đá vôi, xô đa và sunphat natri. Nguyên liệu được nấu trong các lò thủy tinh cho đến nhiệt độ 1500°C.

Nhiệt độ 800 - 900°C là nhiệt độ hình thành silicat. Ở nhiệt độ 1150 - 1200°C khối thủy tinh trở thành trong suốt nhưng vẫn còn chứa nhiều bọt khí, việc tách bọt khí kết thúc ở 1400 - 1500°C. Cuối giai đoạn này khối thủy tinh hoàn toàn tách hết khí và nó trở thành đồng nhất. Để có độ dẻo cần thiết cần phải hạ nhiệt độ xuống đến 200 - 300°C. Độ dẻo của khối thủy tinh phụ thuộc vào thành phần hoá học của nó. Các oxit  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  làm tăng độ dẻo, còn các oxit  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$  thì ngược lại làm giảm độ dẻo.



Việc chuyển từ trạng thái lỏng sang trạng thái thủy tinh (rắn) là một quá trình thuận nghịch. Khi để trong không khí và ở nhiệt độ cao cấu trúc vô định hình của một số loại thủy tinh có thể chuyển sang kết tinh.

### 11.3. TÍNH CHẤT CỦA THỦY TINH

- *Khối lượng riêng*: Khối lượng riêng của thủy tinh xây dựng thường là  $2,5\text{g/cm}^3$ . Tùy theo hàm lượng các phụ gia khác nhau để tạo cho thủy tinh có công dụng đặc biệt mà khối lượng riêng có thể từ  $2,2 - 6,0\text{g/cm}^3$ .

- *Môđun đàn hồi*: Môđun đàn hồi của thủy tinh xây dựng dao động trong khoảng  $48000 - 83000\text{ kG/cm}^2$ .

- *Độ bền hoá học*: Thủy tinh có độ bền hoá học cao đối với đa số các môi trường xâm thực trừ axit HF và  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Các ôxít kìm càng ít thì độ bền hoá học của thủy tinh càng cao.

- *Đặc tính cơ học*: Cường độ chịu nén của thủy tinh cao ( $600 - 1000\text{kG/cm}^2$ ), cường độ chịu kéo thấp ( $30 - 90\text{ kG/cm}^2$ ), độ cứng của thủy tinh từ 5 - 7. Thủy tinh giòn nên chịu uốn và chịu va đập kém khoảng  $0,2\text{ kG/cm}^2$ .

- *Tính chất quang học*: là tính chất quan trọng và đặc trưng bằng chỉ tiêu: xuyên sáng (trong suốt), chiết quang, phản quang, phản xạ. Kính silicat thường cho tất cả phần quang phổ nhìn thấy đi qua và thực tế không cho tia tử ngoại và hồng ngoại đi qua. Khi thay đổi thành phần và màu sắc của kính có thể điều chỉnh được mức độ cho ánh sáng xuyên qua.

- *Tính dẫn nhiệt*: tùy thuộc vào thành phần mà kính thường có hệ số dẫn nhiệt từ  $0,34 - 0,71\text{ kcal/m}^{\circ}\text{C.h}$ . Kính thạch anh có hệ số dẫn nhiệt lớn nhất ( $1,16\text{ kcal/m}^{\circ}\text{C.h}$ ). Kính chứa nhiều ôxít kiềm có hệ số dẫn nhiệt nhỏ.

- *Tính cách âm*: Khả năng cách âm của thủy tinh tương đối cao. Theo chỉ tiêu này kính dày  $1\text{cm}$  tương đương với tường gạch dày  $12\text{cm}$ .

- *Khả năng gia công cơ học*: cắt được bằng dao có đầu kim cương, mài nhẵn đánh bóng được, ở trạng thái dẻo (khi nhiệt độ  $800 - 1000^{\circ}\text{C}$ ) có thể tạo hình, thổi, kéo thành tấm, ống, sợi.

### 11.4. CÁC LOẠI KÍNH PHẪNG

Kính phẳng dùng để làm kính cửa sổ, cửa đi, mặt kính các quầy trưng bày, để hoàn thiện bên trong và bên ngoài nhà. Ngoài kính thường, còn có các loại kính đặc biệt như kính hút nhiệt, kính có cốt, kính tôi, kính trang trí nghệ thuật...

Trong xây dựng còn dùng cả kính cường độ cao như kính tôi và kính có cốt. Để chế tạo những loại kính có các tính chất đặc biệt như khả năng phản quang,

các tính chất trang trí, cường độ cao... trong quá trình sản xuất có thể cho thêm các oxít kim loại hoặc phủ trên mặt kính những màng kim loại, màng oxít, hoặc màng bột màu.

*Kính phản quang* dùng để giảm sự đốt nóng của ánh sáng mặt trời hoặc để điều hoà ánh sáng.

*Kính dùng để bưng quây trung bày:* Được chế tạo bằng các đánh bóng hoặc không đánh bóng với kích thước  $3,4 \times 4,5\text{m}$  chiều dày 5 - 12mm.

*Kính tôi:* Được chế tạo bằng cách nung kính thường đến nhiệt độ sôi ( $540 - 650^\circ\text{C}$ ) rồi làm nguội nhanh và đều. Làm như vậy thì nội ứng suất sẽ phân bố đều đặn trong kính, đồng thời cường độ va đập và chịu uốn của kính tăng lên khá nhiều so với kính thường. Kính tôi được sử dụng rộng rãi để lắp cho các quây trưng bày, quây hàng, để chế tạo cửa kính, để che chắn cầu thang, ban công...

*Kính có cốt:* Là loại kính được gia cường bằng lưới kim loại chế tạo từ những sợi thép đã được ủ nhiệt và mạ crôm hoặc niken. Do bị ép chặt trong kính nên lưới kim loại sẽ đóng vai trò là bộ khung có tác dụng giữ chặt những mảnh kính vụn khi nó vỡ nên tránh được nguy hiểm. Kính có cốt được dùng làm các kết cấu mái lấy ánh sáng.

*Kính hút nhiệt (giữ nhiệt):* Về thành phần khác với kính thường ở chỗ có chứa các oxít sắt, coban và niken, nhờ đó mà có màu xanh nhạt. Kính hút nhiệt giữ được 70 - 75% tia hồng ngoại (2 - 3 lần lớn hơn kính thường). Do sự hút nhiệt lớn nên nhiệt độ và biến dạng nhiệt của kính tăng lên đáng kể. Vì vậy, khi lắp kính cần phải chừa khe hở cần thiết giữa khung và kính.

*Kính bền nhiệt:* Là tấm borosilicat (hệ cơ sở  $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}$ ) có chứa các oxít chì và oxít liti, ... Hệ số nở nhiệt khoảng  $(2 - 4) \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$ , có nghĩa là nhỏ hơn kính thường 2 - 3 lần. Loại kính này có thể chịu được độ chênh lệch nhiệt độ đến  $20^\circ\text{C}$  và được sử dụng để chế tạo các chi tiết bền nhiệt của máy móc.

## 11.5. CÁC SẢN PHẨM THỦY TINH DÙNG TRONG XÂY DỰNG

*Block thủy tinh rỗng:* Block thủy tinh rỗng có khả năng tán xạ ánh sáng lớn, còn những ô cửa sổ, vách ngăn chế tạo từ block có tính chất cách nhiệt và cách âm tốt. Block thủy tinh thường gồm hai nửa gắn lại với nhau, ở giữa rỗng. Dạng phổ biến nhất của block thủy tinh là dạng có vân khía ở bên trong. Tính chất của block thủy tinh rỗng: Độ xuyên sáng không nhỏ hơn 65%, độ tán xạ 25%, hệ số dẫn nhiệt  $0,34 \text{ kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$

Ngoài block thông thường người ta còn sản xuất các block màu, block hai ngăn cách nhiệt và block hướng ánh sáng.

*Thủy tinh xếp lớp:* Bao gồm hai hoặc ba tấm thủy tinh xen giữa là lớp đệm không khí bị bịt kín. Vì vậy, kính lắp bằng sản phẩm này có năng cách nhiệt và cách âm tốt, không bị đọng sương, không phải lau chùi lớp bên trong. Tùy theo công dụng mà sản phẩm thủy tinh xếp lớp có thể được chế tạo từ kính cửa, kính tời, kính phản quang hoặc các loại kính khác.

*Ống thủy tinh:* Ống thủy tinh được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp thực phẩm và công nghiệp hoá học. Chúng có tính ổn định hoá học cao, bề mặt nhẵn, trong suốt và vệ sinh. Nhược điểm chính của ống là giòn, chịu uốn và va đập kém và tính ổn định nhiệt không cao (khoảng 40°C). Hiện nay người ta đã sản xuất được các loại ống bền nhiệt, với hệ số nở nhiệt thấp, từ thủy tinh borosilicat.

*Sợi thủy tinh:* Dùng trong sản xuất vật liệu tổ hợp ở dạng chỉ, vải, cuộn xơ, sợi ngắn và bông thủy tinh. Đường kính sợi 5 - 15 micromet, cường độ chịu kéo đạt tới 4000 kG/cm<sup>2</sup>. Sợi dài được chế tạo từ dung dịch chảy lỏng bằng phương pháp kéo từ khuôn kéo của bể nấu chảy hoặc bằng cách quăn. Loại sợi ngắn được sản xuất bằng phương pháp li tâm hoặc phương pháp thổi.

Loại sợi dài dùng để sản xuất chỉ và vải thủy tinh. Chỉ thủy tinh được sử dụng trong sản xuất ống chất dẻo - thủy tinh và các bể chứa bằng cách quăn xung quanh những trục tương ứng.

Cuộn xơ sợi thủy tinh là vật liệu tấm mỏng từ những sợi dài được đan chéo và được dán bằng chất kết tinh tổng hợp. Chúng được dùng như là bán sản phẩm để sản xuất vật liệu cách nước và vật liệu lợp, trong đó có giấy dầu thủy tinh.

Vải thủy tinh dùng để chế tạo tectolit thủy tinh với chất kết dính polime, trong xây dựng để bảo vệ nhiệt cho đường ống dẫn. Sợi thủy tinh ngắn được chế tạo bằng cách cắt từ những sợi dài và dung để nâng cao cường độ cho các sản phẩm với chất kết dính vô cơ cũng như để sản xuất các tấm chất dẻo - thủy tinh trong, dùng cho mái và panen ba lớp.

*Một số loại khác:*

- Borosilicat: hệ cơ sở  $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}$   
- Alumosilicat: hệ cơ sở  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}$  } Dùng làm dụng cụ thí nghiệm  
- Chì silicat:  $\text{SiO}_2 - \text{PbO} - \text{Na}_2\text{O}$  → làm thủy tinh quang học và pha lê (có chỉ số khúc xạ cao).

- Thạch anh:  $\text{SiO}_2$  trong suốt là vật liệu kỹ thuật có nhiều tính năng quý như hệ số giãn nở nhiệt rất nhỏ, bền hoá và bền xung nhiệt cao dùng để chế tạo dụng cụ, thiết bị chịu nhiệt cao, bền hoá. Thủy tinh thạch anh có độ tinh khiết cao, có chứa thêm  $\text{B}_2\text{O}_3$  được dùng làm cáp (sợi) quang nhờ có phản ứng phản xạ toàn phần của sóng ánh sáng truyền lan trong sợi và năng lượng ánh sáng được bảo toàn.

## Chương 12

# CÁC LOẠI VẬT LIỆU KHÁC

### 12.1. SẢN PHẨM XIMĂNG AMIĂNG

#### 12.1.1. Nguyên vật liệu

Ximăng amiăng là loại vật liệu hỗn hợp được chế tạo từ hỗn hợp amiăng, ximăng và nước.

Thành phần chủ yếu của amiăng là silicat manhê ngậm nước ( $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Amiăng có khả năng hấp thụ rất lớn, các sản phẩm hydrat của ximăng bị hút bám trên bề mặt làm tăng nhanh cường độ sản phẩm. Amiăng không bền axit nhưng rất bền kiềm.

Hệ số dẫn nhiệt của amiăng  $\lambda = 0,3 - 0,35 \text{ kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$

Cường độ chịu kéo có thể đạt tới  $6000 - 8000 \text{ kG/cm}^2$ . Vì vậy nó đóng vai trò là cốt chịu kéo.

#### 12.1.2. Quá trình sản xuất các sản phẩm ximăng amiăng

- Làm mềm amiăng.
- Chế tạo huyền phù ximăng amiăng.
- Ép sơ bộ để chế tạo băng mỏng.
- Tạo hình các tấm lợp sóng, tấm phẳng, ống,... tạo cho các sản phẩm có độ đặc và hình dáng cần thiết bằng cách ép, uốn, cắt.
- Làm rắn chắc sản phẩm trong bể chưng hấp, trong autoclave hoặc trong bể nước và giữ chúng trong các kho sấy cho đến khi đạt được cường độ cần thiết.

Tùy theo từng loại sản phẩm mà amiăng sau khi nghiền được phân loại rồi trộn với ximăng và nước theo tỉ lệ nhất định.

#### 12.1.3. Các loại sản phẩm ximăng amiăng

##### 12.1.3.1. Tấm lợp amiăng ximăng

Tấm lợp amiăng ximăng thường có dạng sóng, màu xám nhạt tự nhiên hoặc sơn phủ bề mặt, được sản xuất theo phương pháp xeo từ hai nguyên liệu cơ bản là ximăng portland và xơ amiăng.

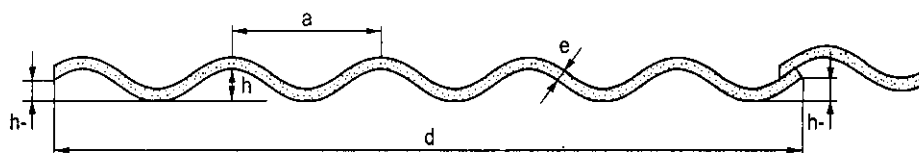
Ngoài ra còn có loại tấm phẳng với kích thước :

400 × 400 × 4mm: tấm thường.

400 × 300 × 4mm: tấm lợp mép.

400 × 200 × 4mm: tấm viền gờ.

*Yêu cầu kỹ thuật:* Hình dạng mặt cắt ngang, các kích thước cơ bản và sai lệch cho phép của tấm sóng phải phù hợp và quy định như sau:



Kích thước	Danh nghĩa, mm	Sai lệch cho phép, mm
Chiều dài (L)	1525	± 10
Chiều rộng (d)	918	+ 10; - 5
Chiều dày (s)	5	± 0,5
Chiều cao sóng (h)	51	± 2,0
Bước sóng (a)	177	± 2,0
Chiều cao cạnh sóng:		
+ h <sub>od</sub>	8 - 15	-
+ h <sub>om</sub>	42 - 49	-

Bề mặt chịu mưa nắng của tấm sóng phải nhẵn, các cạnh và góc không bị sứt mẻ.

Số lượng vết sọc lỗi, lõm hoặc nứt nhưng không ảnh hưởng đến chất lượng tấm sóng, không được vượt quá 2 vết trên một tấm sản phẩm, độ sâu vết nứt không lớn hơn 1mm.

Bốn góc của tấm sóng phải là góc vuông.

Các chỉ tiêu cơ lý phải phù hợp với quy định sau:

- Tải trọng uốn gãy theo chiều rộng tấm sóng không nhỏ hơn 3300 N/m.
- Khối lượng thể tích không nhỏ hơn 1,5 g/cm<sup>3</sup>.
- Thời gian xuyên nước có vết ẩm nhưng không hình thành giọt nước phía mặt dưới tấm sóng không ít hơn 24 giờ.
- Độ hút nước phải nhỏ hơn 25%.

Các tấm này được dùng làm nhà ở, công trình công cộng, nhà máy...

\*) Yêu cầu đối với tấm lợp phẳng là không có vết nứt, không sứt góc cạnh, cường độ chịu uốn theo phương bất kì phải đạt 200 kG/cm<sup>2</sup>, Hp < 18%.

Tấm phẳng được làm nhà ở và nhà công cộng.

*Bảo quản:* Khi lưu kho các tấm sóng có thể được xếp chồng lên nhau nhưng không quá 150 tấm. Bề mặt chịu mưa nắng của tấm luôn hướng lên phía trên. Các tấm sóng được xếp trên các giá gỗ, bãi chứa tấm sóng phải có nền phẳng, khoảng cách giữa các dãy không nhỏ hơn 500mm. Tấm sóng được chuyên chở bằng mọi phương tiện, khi vận chuyển tấm sóng được xếp ngay ngắn, xít chặt, dùng rơm rạ, dăm bào...để làm vật chèn, tránh va chạm mạnh.

### 12.1.3.2. Tấm ốp xi măng amiăng

Có 2 loại: loại không ép và có ép.

- Loại không ép: kích thước 1600 × 1200 × 10mm, 600 × 300 × 4mm. Loại này có  $H_p < 18\%$ ,  $R_u^{\min} = 100 \text{ kG/cm}^2$ .

Loại tấm có ép: kích thước 1200 × 800 × 8mm, 600 × 300 × 4mm.  $H_p < 18\%$ ,  $R_u^{\min} = 200 \text{ kG/cm}^2$ .

Các tấm ốp được dùng để ốp tường trong, tường ngoài, vách ngăn, trần.

**12.1.3.3. Panô xi măng amiăng:** thường được chế tạo 3 lớp: 2 lớp ngoài là xi măng amiăng, giữa là vật liệu cách nhiệt. Được dùng làm tường ngoài, tường ngăn cho nhà ở, nhà hành chính.

**12.1.3.4. Ống xi măng amiăng:** được dùng làm ống dẫn nước thường, ống dẫn có áp, ống thoát nước, ống dẫn khí và hơi đốt, ống thông gió, thông khói, ống bọc dây điện thoại, điện đèn, dây cáp...

## 12.2. GẠCH SILICAT

Được sản xuất bằng cách ép bán khô hỗn hợp phối liệu bao gồm cát thạch anh (92 - 94%), vôi (6 - 8%) và nước (7 - 9%) được làm cứng rắn trong nồi hấp áp suất cao (octocla).

Có 2 loại kích thước: .

250 × 120 × 65mm - Gạch đặc.

250 × 120 × 80mm - Gạch rỗng ruột.

Gạch silicat có độ hút nước  $H_p = 14 - 16\%$ , có các loại mác: 100, 125, 150, 200, 250.

Gạch silicat thường được dùng để xây tường chịu lực, không sử dụng ở những nơi ẩm ướt (chân tường, chân cột, móng), hoặc nơi có nhiệt độ cao (ống khói).

- *Ưu điểm:*

Do gạch không qua khâu sấy nung nên ít tổn nhiên liệu nên gạch silicat rẻ hơn gạch thường 30 - 40%. Ít bị cong vênh nứt nẻ.

- *Nhược điểm:*

Kém ổn định nhiệt, ở nhiệt độ cao  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  bị mất nước,  $\text{CaCO}_3$  bị phân giải hydrosilicat canxi và các hạt cát thạch anh ở  $600^\circ\text{C}$  bị nở thể tích.

Kém ổn định nước:  $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .

### 12.3. GẠCH HOA XIMĂNG

Gạch hoa ximăng là loại gạch lát nền, trang trí các công trình xây dựng. Sản xuất bằng cách ép bán khô hỗn hợp ximăng, cát vàng. Bề mặt gạch được phủ một lớp hồ ximăng trắng, bột màu và trang trí hoa văn khác nhau.

Đảm bảo các chỉ tiêu:

- Độ mài mòn: không lớn hơn  $0,45 \text{ g/cm}^2$
- Độ hút nước: Không lớn hơn 10%.
- Độ chịu lực và va đập xung kích: không nhỏ hơn 25 lần
- Tải trọng uốn gãy toàn viên: không nhỏ hơn 100daN/viên

### 12.4. VẬT LIỆU CÁCH NHIỆT

#### 12.4.1. Khái niệm và phân loại

##### 12.4.1.1. Khái niệm

Những vật liệu vô cơ và hữu cơ dùng để cách nhiệt cho các kết cấu xây dựng, các thiết bị công nghiệp và các loại đường ống được gọi là vật liệu cách nhiệt.

Công tác cách nhiệt, bảo vệ nhiệt giúp tiết kiệm nhiên liệu, giảm tổn thất nhiệt, tăng cường các quá trình công nghệ và cải thiện được điều kiện lao động của người lao động.

##### 12.4.1.2. Phân loại

- Theo cấu tạo, vật liệu cách nhiệt chia ra: sợi rỗng (bông khoáng, bông thủy tinh...), hạt rỗng (peclit, vecmiculit, vật liệu vôi cát ...), rỗng tổ ong (bê tông tổ ong, thủy tinh bọt, chất dẻo xốp).

- Theo hình dáng: khối (tấm, bloc, ống trụ, bán trụ, hình dẻ quạt), cuộn (ni, băng, đệm), dây và loại rời.

- Theo nguyên liệu, vật liệu cách nhiệt chia ra: loại vô cơ và loại hữu cơ.

- Theo khối lượng thể tích, có 3 nhóm: đặc biệt nhẹ với các mức 15, 25, 35, 50, 75, 100; nhẹ :125, 150, 175, 200, 250, 300, 350; nặng : 400, 450, 500, 600.

- Theo tính chịu nén (biến dạng nén tương đối) : chia ra 3 loại: mềm, bán cứng và cứng.



- Theo tính dẫn nhiệt chia làm 3 nhóm: nhóm A - dẫn nhiệt kém, nhóm B - dẫn nhiệt trung bình, nhóm C - dẫn nhiệt tốt.

## 12.4.2. Sản phẩm của vật liệu cách nhiệt

### 12.4.2.1. Vật liệu và sản phẩm cách nhiệt vô cơ

- *Bông khoáng và sản phẩm từ bông khoáng*: Bông khoáng là vật liệu cách nhiệt bao gồm khối sợi dạng thủy tinh, các mảnh vụn silicat và những sợi ngắn cực mảnh được sản xuất từ hỗn hợp nóng chảy của các khoáng vật tạo đá hoặc xỉ luyện kim.

Sợi bông khoáng thường có chiều dài từ 2 - 30 mm và đường kính 5 - 15  $\mu\text{m}$ .

Bông khoáng đang chiếm vị trí hàng đầu trong số những vật liệu cách nhiệt vô cơ. Do có nguồn nguyên liệu vô tận, sản xuất đơn giản, độ hút ẩm nhỏ và giá thành tương đối thấp.

Đối với bông khoáng rời do có nhiều nhược điểm như chuyên chở và bảo quản dễ bị lèn chặt và vón cục, một số bị gãy và biến thành bụi nên người ta đã chế tạo ra các sản phẩm như nỉ, tấm cứng và bán cứng, vó, hình quạt, ống trụ và các sản phẩm khác.

- *Bông thủy tinh và sản phẩm từ bông thủy tinh*: Bông thủy tinh là vật liệu cách nhiệt dạng sợi sản xuất từ khối thủy tinh nóng chảy.

Bông thủy tinh có tính ổn định hóa học cao, không bốc cháy và không cháy âm ỉ,  $\lambda = 0,043 \text{ kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$  (ở  $25^\circ\text{C}$ ).  $\gamma_0 > 130 \text{ kg/m}^3$ ,  $\Phi > 21 \mu\text{Km}$ .

Sản phẩm từ bông thủy tinh là nỉ và băng. Được chế tạo bằng cách khâu phủ (bằng chỉ amiăng hoặc chỉ thủy tinh) 2 lớp bông thủy tinh lên mặt trên và mặt dưới một lớp sợi thủy tinh dày 1,5mm đã được gắn keo.

- *Vật liệu cách nhiệt amiăng*: Nguyên liệu chủ yếu để sản xuất là amiăng crisôtin. Người ta sản xuất các loại vật liệu rời (dạng hạt), sản phẩm cuộn và các sản phẩm dạng khối như cactông, vó, hình và hình quạt.

Cactông amiăng là VLCN không cháy sản xuất từ 65% amiăng, 30% thạch cao, 5% tinh bột. Chiều dài = chiều rộng = 900 - 1000 mm, dày 2 - 10mm,  $\lambda = 0,125 \text{ kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$  (ở  $25^\circ\text{C}$ ).  $\gamma_0 = 1000 - 1400 \text{ kg/m}^3$ ,  $R_k$  không nhỏ hơn 60  $\text{kG/cm}^2$ . W không lớn hơn 3%.

- *Bê tông tổ ong không cách nhiệt*: Bê tông tổ ong cách nhiệt có khối lượng thể tích không lớn hơn  $500 \text{ kg/m}^3$ , dùng để cách nhiệt cho các kết cấu bao che của nhà. bề mặt của các thiết bị công nghiệp, đường ống dẫn nhiệt có nhiệt độ đến  $400^\circ\text{C}$ . sản phẩm có  $\lambda = 0,069 - 0,095 \text{ kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$  (ở trạng thái khô), W không vượt quá 15%.



### 12.4.2.2. Vật liệu và sản phẩm cách nhiệt hữu cơ

- *Tấm sợi gỗ*: Tấm sợi gỗ được dùng để cách nhiệt và cách âm trong các kết cấu bao che. Chúng được sản xuất từ gỗ đã được xé tơi hoặc tận dụng các loại gỗ thứ phẩm, phế liệu của công nghiệp gia công gỗ, vụn lạnh, vụn đay - gai, thân cây lau sậy, rơm rạ, bông. Thường sản xuất từ phế liệu gỗ là phổ biến nhất.

Kích thước:   Dài: 1200 - 3000 mm,  
                  Rộng: 1200 - 1600 mm,  
                  Dày: 8 - 25 mm.

$\lambda$  = không lớn hơn 0,06 kcal/m.<sup>o</sup>C.h,  $\gamma_o$  = 250 kg/m<sup>3</sup>,  $R_u$  = 12 KG/cm<sup>2</sup>.

- *Sản phẩm than bùn cách nhiệt*: sản phẩm than bùn cách nhiệt sản xuất ở dạng tấm, vỏ hình quạt và sử dụng cho kết cấu bao che nhà cấp III, bề mặt các thiết bị công nghiệp, đường ống dẫn khí nhiệt độ từ - 60 đến 100<sup>o</sup>C

Nguyên liệu sản xuất là loại than bùn tầng trên, ít bị phân rã và có cấu tạo sợi thuận tiện cho việc chế tạo sản phẩm ép có chất lượng cao.

Dạng tấm có kích thước 1000 × 500 × 30mm, được sản xuất bằng cách ép than bùn trong khuôn thép có hoặc không có phụ gia sau đó được sấy ở nhiệt độ 120 - 150<sup>o</sup>C.

$\lambda$  = 0,052 kcal/m.<sup>o</sup>C.h,  $R_u$  = 3 kG/cm<sup>2</sup>, W không lớn hơn 15%.

- *Tấm fibrôlit*: được chế tạo từ hỗn hợp ximăng pooclăng, nước và dăm gỗ - được sử dụng làm vật liệu cách nhiệt, chịu lực - cách nhiệt và cách âm cho tường sàn và trần ngăn.

Tấm fibrôlit có mác :300, 350, 400, và 500 với cường độ tương ứng 4, 5, 7 và 12.  $\lambda$  = 0,078 - 0,13 kcal/m.<sup>o</sup>C.h, Hp không lớn hơn 20%.

- *Chất dẻo xốp*: bao gồm 3 nhóm: xốp bọt, xốp khí và xốp tổ ong. Loại vật liệu dẻo xốp cách nhiệt phổ biến nhất là chất dẻo xốp khí polistiron, mipo. Chất dẻo xốp polistiron là vật liệu giữ nhiệt rất tốt trong các panen phân lớp, nó phối hợp tốt với nhôm, ximăng amiăng và chất dẻo thủy tinh. Nó được sử dụng rộng rãi để làm vật liệu cách nhiệt trong công nghiệp lạnh, đóng tàu biển, đóng toa tàu hỏa, cách nhiệt cho tường, trần và mái nhà.

Mipo là chất dẻo xốp khí dùng để cách nhiệt cho kết cấu xây dựng, các thiết bị công nghiệp,...

## 12.5. VẬT LIỆU VÀ CẤU KIỆN BẰNG CHẤT DẼO

### 12.5.1. Nguyên liệu chế tạo vật liệu chất dẻo

Chất dẻo là vật liệu hữu cơ mà các cao phân tử polime là thành phần chính.

Thành phần của chất dẻo gồm:

- Chất kết dính: polime
- Chất độn: bột vô cơ, hoặc hữu cơ, sợi, vải, vẩy.
- Chất hóa dẻo .
- Chất rắn nhanh và chất tạo màu.

**12.5.1.1. Polime:** sử dụng trong công nghiệp sản xuất chất dẻo xây dựng nhận được bằng phương pháp tổng hợp từ các chất đơn giản (đơn phân).

Polime được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp sản xuất vật liệu và sản phẩm xây dựng là:

Nhóm A: polietylen, polipropylen, polivinylclorit, poliizobutylen... .

Nhóm B: fenolalđehyt, fenol fomalđehyt, ..

**12.5.1.2. Chất độn:** thường ở dạng bột, sợi và vẩy.

Chất độn dạng bột: bột thạch anh, đá phấn, barít, hoạt thạch và chất bột hữu cơ  
⇒ tạo cho chất dẻo có tính bền nhiệt, bền axit, tăng độ cứng, độ bền, giảm giá thành...

Chất độn dạng sợi: sợi amiăng, gỗ , thủy tinh...⇒ làm cho chất dẻo tăng cường độ, giảm độ giòn, tăng độ bền nhiệt và độ bền va đập.

Chất độn dạng vẩy: giấy, vải bông, vải thủy tinh, cactông amiăng, dăm bào gỗ...  
⇒ làm tăng cường độ chất dẻo.

**12.5.1.3. Chất hóa dẻo:** là những chất làm tăng tính dẻo cho chất dẻo. Chất hóa dẻo thường dùng như: axit zinkit, stearat nhôm...

**12.5.1.4. Chất tạo màu:** tạo cho chất dẻo có màu sắc nhất định. Chất tạo màu thường dùng là các bột màu hữu cơ như nigrozin, crizoidin và bột màu vô cơ như đất son, oxyt chì, oxyt crom...

**12.5.1.5. Chất xúc tác:** rút ngắn thời gian rắn chắc của chất dẻo.

## 12.5.2. Những tính chất cơ bản của vật liệu chất dẻo

- Chất dẻo không bị ăn mòn: Chất dẻo rất bền với dung dịch axit và kiềm yếu, thậm chí còn có một số chất dẻo bền với cả dung dịch muối và kiềm đặc. Vì vậy, chất dẻo được sử dụng rộng rãi trong xây dựng và các xí nghiệp hóa chất, hệ thống thoát nước và bảo vệ điện...

- Chất dẻo là vật liệu dẫn nhiệt kém  $\lambda = 0,28 - 0,69 \text{ kcal/m.}^\circ\text{C.h}$ . Chất dẻo bột và khí dẫn nhiệt  $\lambda = 0,05 - 0,24 \text{ kcal/m.}^\circ\text{C.h}$ .



từ hỗn hợp cao su và amiăng, lớp trang trí bề mặt được chế tạo từ cao su tổng hợp có cho thêm các chất như lưu huỳnh, chất rắn nhanh, chất tạo màu và chất độn (silicagen, cao lanh và bột gỗ).

Kích thước : Dài > 9m, rộng 1,0 - 1,4 m, dày  $3 \pm 0,2$  mm.

#### *b) Vật liệu tấm*

Vật liệu tấm được sản xuất trên cơ sở polime, chất hóa dẻo, chất độn và chất tạo màu. Vật liệu tấm lát sàn ít bị mài mòn, bền và ổn định hóa học.

Vật liệu lát sàn gồm có các loại: polivinylclorit, cumaron, bitum, cao su và tấm fenolit, tấm sợi gỗ, tấm dăm gỗ. Được sử dụng trong nhà ở, nhà công cộng và nhà công nghiệp được gắn trực tiếp lên nền bê tông bằng keo hoặc mattit đặc biệt.

#### *c. Vật liệu cho sàn liền khối*

Vật liệu cho sàn liền khối được sản xuất trên cơ sở polime, chất độn và ximăng. Được chia làm 3 loại: polivinylaxetat, polime - ximăng, bê tông polime. sử dụng trong nhà ở, nhà công cộng và các công trình công nghiệp rất vệ sinh và tiện lợi trong lúc sử dụng, có cường độ mài mòn cao. Trong xây dựng sử dụng rộng rãi nhất là vật liệu mattit polivinylaxetat và vật liệu polime.

#### **12.5.3.2. Vật liệu để hoàn thiện tường trong**

Chia làm 3 loại vật liệu dẻo: loại cuộn, loại tấm và loại phiến.

- Vật liệu cuộn được chế tạo từ polime (polivinylclorit, polistriron,..) chất hóa dẻo, chất độn, bột màu và thuốc nhuộm. Vật liệu thường dùng là dạng băng, vải giả da.

- Vật liệu tấm để hoàn thiện bên trong nhà có các loại như: tấm giấy ép trang trí, tấm bìa gỗ ép, gỗ dán, tấm dăm bào và tấm sợi gỗ ép.

- Vật liệu phiến ốp gồm 2 loại: polivinylclorit và polistriron được dùng để hoàn thiện bên trong nhà ở, nhà công cộng và nhà công nghiệp với yêu cầu vệ sinh và chế độ nhiệt ẩm cao.

#### **12.5.3.3. Vật liệu dùng cho kết cấu xây dựng**

Được sử dụng chủ yếu là chất dẻo có cốt gia cường, các loại thường dùng là: chất dẻo thủy tinh, thủy tinh hữu cơ, tấm vinylas, chất dẻo tổ ong và chất dẻo bột cứng.

- Chất dẻo thủy tinh: là loại vật liệu gồm có polime và chất độn là sản phẩm thủy tinh. Được chia làm 3 nhóm:

+ Sợi thủy tinh ở dạng sợi thẳng liên tục thành từng lớp theo chiều dày vật liệu.

+ Sợi thủy tinh được cắt ngắn và dàn thành tấm thảm hoặc trải ra bằng cách phun.

+ Sợi thủy tinh ở dạng vải gai (tectolit).

- Thủy tinh hữu cơ: Kính hữu cơ là vật liệu có độ trong suốt cao, bền ánh sáng, tương đối nhẹ. Dùng để cấu tạo tường bao che, vách ngăn cho ánh sáng đi qua, vòm hứng ánh sáng trong nhà công cộng và nhà công nghiệp.

- Chất dẻo rỗng tổ ong: được chế tạo bằng cách ép nóng những tấm vải, bìa... đã tẩm polime cứng nóng thành những tấm có nếp gấp rồi phết keo những nếp cần gắn với nhau để tạo ra tổ ong. Được sử dụng chủ yếu để làm vật liệu lót trong panen 3 lớp.

**12.5.3.4. Các sản phẩm dạng thanh dài:** được sản xuất chủ yếu từ polivinylclorit, chất hóa dẻo, chất độn và chất tạo màu bằng phương pháp đùn. Các sản phẩm dạng thanh bao gồm gờ chân tường, tay vịn thanh nếp bậc thềm, thanh nối, thanh ốp, thanh phủ khe, dây chằng, thanh góc, chữ T, ống...

**12.5.3.5. Ống và các sản phẩm kỹ thuật vệ sinh:** ống chất dẻo được sử dụng rộng rãi để lắp ghép đường ống dẫn trong công nghiệp, làm các công trình dẫn nước, đường ống dẫn dầu, các hệ thống tưới tiêu...

Các loại ống phổ biến là: ống polietylen, polivinylclorit, ống chất dẻo thủy tinh và ống thủy tinh hữu cơ, và các chi tiết nối.

Các sản phẩm kỹ thuật vệ sinh: chậu rửa, bể tắm, bồn rửa, vòi tắm hoa sen, lưới chắn gió...

**12.5.3.6. Keo và mattit:** được sản xuất trên cơ sở polime dùng để gắn vật liệu tấm, vữa và sợi cũng như các chi tiết và kết cấu từ những vật liệu xây dựng khác như gỗ, kim loại, bê tông ....

## Phụ lục

### KHỐI LƯỢNG THỂ TÍCH MỘT SỐ LOẠI VẬT LIỆU

Khối lượng thể tích (trọng lượng đơn vị) một số loại vật liệu ghi trong bảng dưới là khối lượng của một đơn vị vật thể tích liệu ở trạng thái tự nhiên, đã tính toán bình quân trong mọi điều kiện của tình hình địa phương, tình hình độ ẩm... được dùng để tính năng suất xếp dỡ, tính khối lượng vận chuyển, tính đơn giá, lập dự toán và thanh quyết toán cho công tác vận chuyển vật liệu dùng trong xây dựng cơ bản. Tuy nhiên, khi dùng để tính toán tải trọng trong thiết kế kỹ thuật vật liệu xây dựng cần phải qua thí nghiệm xác định thực tế.

STT	Tên vật liệu	Đơn vị	Khối lượng thể tích
1	Cát nhỏ (đen)	T/m <sup>3</sup>	1,2 - 1,38
2	Cát vừa - to (vàng)	T/m <sup>3</sup>	1,4 - 1,46
3	Sỏi các loại	T/m <sup>3</sup>	1,5 - 1,6
4	Đá đặc nguyên khai	T/m <sup>3</sup>	2,6 - 2,75
5	Đá dăm 0,5 ÷ 2	T/m <sup>3</sup>	1,42 - 1,60
6	Đá dăm 3 ÷ 8	T/m <sup>3</sup>	1,4 - 1,55
7	Đá ba 8 ÷ 15	T/m <sup>3</sup>	1,4 - 1,52
8	Đá hộc > 15cm	T/m <sup>3</sup>	1,45 - 1,50
9	Đá nổ mìn ra (bình quân)	T/m <sup>3</sup>	1,5 - 1,60
10	Gạch vụn	T/m <sup>3</sup>	1,3 - 1,40
11	Đá bột	T/m <sup>3</sup>	0,4 - 0,6
12	Xỉ than các loại	T/m <sup>3</sup>	0,7 - 0,85
13	Đất thịt	T/m <sup>3</sup>	1,40 - 1,55
14	Đất sét	T/m <sup>3</sup>	1,4 - 1,65
15	Vữa vôi	T/m <sup>3</sup>	1,7 - 1,8
16	Vữa tam hợp	T/m <sup>3</sup>	1,75 - 1,80
17	Bê tông thường	T/m <sup>3</sup>	2,2 - 2,4
18	Bê tông cốt thép	T/m <sup>3</sup>	2,5
19	Bê tông atphan	T/m <sup>3</sup>	2,2 - 2,3
20	Bê tông amiăng	T/m <sup>3</sup>	2,1 - 2,25
21	Bê tông chịu axit	T/m <sup>3</sup>	2,3 - 2,4
22	Bê tông chịu nhiệt	T/m <sup>3</sup>	1,0 - 1,15
23	Bê tông peclit	T/m <sup>3</sup>	0,60 - 0,75

STT	Tên vật liệu	Đơn vị	Khối lượng thể tích
24	Bê tông bọt:		
	- Để ngăn cách	T/m <sup>3</sup>	0,40 - 0,6
	- Để xây dựng	T/m <sup>3</sup>	0,90 - 1,2
25	Bê tông thạch cao, với xỉ lò cao	T/m <sup>3</sup>	1,00 - 1,35
26	Bê tông rất nặng, với:		
	- Limônit	T/m <sup>3</sup>	2,8 - 3,0
	- Manhêzít	T/m <sup>3</sup>	3,35 - 3,45
	- Barit	T/m <sup>3</sup>	3,45 - 3,55
	- Gang dập (kích thước hạt gang: d = 0,8 ÷ 2mm)	T/m <sup>3</sup>	3,70 - 3,80
27	Bê tông nhẹ, với:		
	- Xi hạt	T/m <sup>3</sup>	1,0 - 1,50
	- Keramzit	T/m <sup>3</sup>	1,1 - 1,25
	- Đá bọt	T/m <sup>3</sup>	1,10 - 1,25
28	Gạch chỉ các loại	kg/viên	2,1 - 2,3
29	Gạch sàn thay panen, gạch xây chịu axit	kg/viên	3,7 - 3,75
30	Gạch lát chịu axit 15 × 15 × 1,2cm	kg/viên	0,6 - 0,75
31	Gạch lá men 20 × 20 × 1,5cm	kg/viên	1,0 - 1,2
32	Gạch lá dừa cỡ 20 × 10 × 3,5	kg/viên	1,05 - 1,2
33	15,8 × 15,8 × 3,5	kg/viên	1,5 - 1,6 5
34	Gạch lát vỉa hè (gạch xi măng - cát - sỏi) 30 × 30 × 3,5	kg/viên	7,5 - 7,7
35	Gạch thẻ 5 × 10 × 20	kg/viên	1,5 - 1,6 5
36	Gạch nung 4 lỗ: 10 × 10 × 20	kg/viên	1,5 - 1,65
37	Gạch rỗng 4 lỗ vuông 20 × 9 × 9	kg/viên	1,4 - 1,55
38	Gạch hourdia các loại	kg/viên	4,3 - 4,45
39	Gạch trang trí 20 × 20 × 6	kg/viên	2,0 - 2,25
40	Gạch lát 25 × 12 × 4,5	kg/viên	1,0 - 1,15
41	Gạch xi măng khối (blocs) các loại	kg/viên	6,5 - 7,0
42	Gạch đất không nung 9,5 × 11 × 29	kg/viên	6,0 - 7,5
43	Gạch xi măng hoa 20 × 20 × 1,8	kg/viên	1,7 - 1,8
44	Gạch xi măng hoa 15 × 15 × 1,5	kg/viên	0,75 - 0,85
45	Gạch xi măng hoa 20 × 10 × 1,5	kg/viên	0,70 - 0,85
46	Gạch men sứ 15 × 15 × 0,5	kg/viên	0,25 - 0,3
47	Gạch men sứ 10 × 10 × 0,6	kg/viên	0,15 - 0,20
48	Granitô lát nền, ốp chân tường, cỡ:		

STT	Tên vật liệu	Đơn vị	Khối lượng thể tích
49	40 × 40 × 2,2	kg/viên	6,5 - 7,0
	40 × 20 × 2,2	kg/viên	3,4 - 3,8
	40 × 15 × 2,2	kg/viên	2,6 - 3,0
	40 × 10 × 2,2	kg/viên	1,5 - 2,0
	Gạch lát granitô	kg/m <sup>2</sup>	55 - 58
50	Granitô mặt bàn, cỡ:		
51	100 × 60 × 2,7	kg/cái	25 - 26
	70 × 70 × 2,7	kg/cái	20 - 22
	70 × 50 × 2,5	kg/cái	14 - 15,5
	Ngói máy 13 v/m <sup>2</sup>	kg/viên	3,1 - 3,15
52	Ngói máy 15 v/m <sup>2</sup>	kg/viên	3,0 - 3,05
53	Ngói máy 22 v/m <sup>2</sup>	kg/viên	2,1 - 2,2
54	Ngói bờ dài 33cm	kg/viên	1,9 - 2,0
55	Ngói bờ dài 39cm	kg/viên	2,3 - 2,4
56	Ngói bờ dài 45cm	kg/viên	2,5 - 2,6
57	Ngói vây cá (làm tường hoa)	kg/viên	0,9 - 1,0
58	Ngói móc	kg/viên	1,20 - 1,3
59	Tấm phibrô ximăng làn sóng	kg/m <sup>2</sup>	15 - 16
60	Tôn làn sóng	kg/m <sup>2</sup>	7,8 - 8,1
61	Tấm lợp amiăng - ximăng, cỡ:		
62	122 × 92 × 0,5	kg/tấm	14 - 15,2
	305 × 92 × 0,5	kg/tấm	29 - 30
	250 × 92 × 0,5	kg/tấm	24 - 25
	175 × 92 × 0,5	kg/tấm	17 - 18
	125 × 92 × 0,5	kg/tấm	12 - 12,5
	100 × 92 × 0,5	kg/tấm	9,5 - 10
	83 × 92 × 0,5	kg/tấm	8,0 - 8,5
	Ván gỗ dán	T/m <sup>3</sup>	0,65 - 0,7
63	Vôi nhuyễn ở thể đặc	T/m <sup>3</sup>	1,3 - 1,4
64	Hỗn hợp bê tông (1m <sup>3</sup> bê tông thành phẩm)	T/m <sup>3</sup>	2,3 - 2,4
65	Carton Isorel	T/m <sup>3</sup>	0,50 - 0,55
66	Gỗ xẻ nhóm I, II, III (Gỗ thành phẩm)	T/m <sup>3</sup>	0,9 - 1,2
67	Gỗ xẻ nhóm IV (Gỗ thành phẩm)	T/m <sup>3</sup>	0,8 - 0,95
68	Gỗ xẻ nhóm V (Gỗ thành phẩm)	T/m <sup>3</sup>	0,7 - 0,82
69	Gỗ xẻ nhóm VI (Gỗ thành phẩm)	T/m <sup>3</sup>	0,65 - 0,72



STT	Tên vật liệu	Đơn vị	Khối lượng thể tích
70	Gỗ xẻ nhóm VII (Gỗ thành phẩm)	T/m <sup>3</sup>	0,6 - 0,7
71	Gỗ xẻ nhóm VIII (Gỗ thành phẩm)	T/m <sup>3</sup>	0,5 - 0,6
72	Gỗ thông xẻ khô	T/m <sup>3</sup>	0,45 - 0,5
73	Gỗ cây chống, chèn lò (bình quân)	T/m <sup>3</sup>	0,8 - 0,85
74	Than nguyên khai (bình quân)	T/m <sup>3</sup>	1,3 - 1,35
75	Khối xây gạch đặc	T/m <sup>3</sup>	1,75 - 1,8
76	Khối xây gạch có lỗ	T/m <sup>3</sup>	1,5 - 1,6
77	Khối xây đá hộc	T/m <sup>3</sup>	2,4 - 2,5
78	Khối xây gạch xỉ than	T/m <sup>3</sup>	1,2 - 1,35
79	Ximăng	T/m <sup>3</sup>	1,0 - 1,2
80	Tường 10 gạch thẻ	kg/m <sup>2</sup>	200 - 210
81	Tường 10 gạch ống	kg/m <sup>2</sup>	180 - 190
82	Tường 20 gạch thẻ	kg/m <sup>2</sup>	400 - 410
83	Tường 20 gạch ống	kg/m <sup>2</sup>	320 - 335
84	Mái FBXM đòn tay gỗ	kg/m <sup>2</sup>	25 - 25,5
85	Mái FBXM đòn tay thép hình	kg/m <sup>2</sup>	30 - 31
86	Mái đỏ đòn tay gỗ	kg/m <sup>2</sup>	60 - 62
87	Mái tôn thiếc đòn tay gỗ	kg/m <sup>2</sup>	15 - 16
88	Mái tôn thiếc đòn tay thép hình	kg/m <sup>2</sup>	20 - 21,5
89	Trần ván ép dầm gỗ	kg/m <sup>2</sup>	29 - 31
90	Trần gỗ dầm dầm gỗ	kg/m <sup>2</sup>	20 - 21
91	Trần lưới sắt đắp vữa	kg/m <sup>2</sup>	90 - 95
92	Cửa kính khung gỗ	kg/m <sup>2</sup>	25 - 27
93	Cửa kính khung thép	kg/m <sup>2</sup>	40 - 45
94	Cửa ván gỗ	kg/m <sup>2</sup>	30 - 33
95	Cửa thép khung thép	kg/m <sup>2</sup>	40 - 42
96	Sàn dầm gỗ, ván dầm gỗ	kg/m <sup>2</sup>	40 - 43
97	Sàn đan bê tông với 1cm chiều dày	kg/m <sup>2</sup>	24 - 25

## MỘT SỐ TÍNH CHẤT VẬT LÝ KHÁC CỦA VLXD

Vật liệu và sản phẩm	Khối lượng riêng $g/cm^3$	Hệ số dẫn nhiệt ở trạng thái khô, kcal/moC.h	Hệ số thấm hơi nước $g/m.h.mmH_2O$
Nhôm	2,6	1,90	0
Fibroximăng	2,5	0,25 – 0,30	0,0035
Bê tông atphan	2,6	0,7 – 0,8	0,001
Bê tông nặng	2,6	0,9 – 1,3	0,006
Bê tông nhẹ	2,6	0,16 – 0,6	0,025 - 0,012
Thạch cao	2,7	0,2 – 0,38	0,014
Granit	3,0	2,8 – 3,0	0,004
Gỗ sồi ngang thớ	1,65	0,2 – 0,25	0,040
Gỗ sồi dọc thớ	1,65	0,1 – 0,15	0,008
Gỗ thông ngang thớ	1,6	0,08 – 0,1	0,008
Gỗ thông dọc thớ	1,6	0,15 – 0,2	0,043
Tấm sợi gỗ	1,5	0,09 – 0,2	0,035
Bê tông cốt thép nặng	-	0,95 – 1,4	0,004
Bê tông cốt thép nhẹ	-	0,40 – 0,70	0,013
Đá vôi đặc	2,6	0,45 – 0,86	0,010
Đá vôi vỏ sò	2,7	0,25 – 0,50	0,005
Kêramic rỗng	2,7	0,32 - 0,36	-
Bê tông xỉ	2,6	0,32 - 0,40	-
Gạch đất sét thường	2,7	0,40 - 0,58	0,014
Gạch đất sét rỗng	2,7	0,34 - 0,38	-
Gạch đất sét xốp	2,7	0,14 - 0,32	-
Gạch silicát	2,6	0,57 - 0,80	0,015
Gạch xỉ	2,6	0,28 - 0,36	-
Gạch đất nồi	2,5	0,30 - 0,47	-
Gạch trêpen	2,7	0,10 - 0,15	-
Tấm cói	-	0,06 - 0,08	0,06
Bông khoáng	2,8	0,038 - 0,04	0,065
Tấm bông khoáng	2,8	0,05 - 0,07	0,065 - 0,045
Mípô	-	0,03 - 0,035	0,075
Tấm mùn cửa	1,6	0,04 - 0,06	0,035
Xơ đay	-	0,035	0,065
Bê tông thạch cao xốp	2,7	0,11	0,05
Bê tông tổ ong	2,8	0,1 - 0,30	0,03 - 0,015

Vật liệu và sản phẩm	Khối lượng riêng g/cm <sup>3</sup>	Hệ số dẫn nhiệt ở trạng thái khô, kcal/moC.h	Hệ số thấm hơi nước g/m.h.mmH <sub>2</sub> O
Kính xốp	2,6	0,09 - 0,12	0,003
Tấm silicat khí	2,8	0,11 - 0,25	-
Peclit nở	-	0,045 - 0,06	-
Cát sông	2,6	0,40 - 0,50	-
Vữa vôi	2,8	0,45 - 0,50	0,016
Vữa ximăng + vôi	2,8	0,50 - 0,55	0,013
Vữa ximăng	2,7	0,55 - 0,60	0,012
Vữa nhẹ	2,6	0,30 - 0,40	0,17
Thép	7,85	50	0
Kính	2,6	0,65	0
Bông thủy tinh	2,7	0,35 - 0,04	0,065
Tuf	2,8	0,18 - 0,30	0,013
Gỗ dán	1,6	0,08 - 0,15	0,003
Fibrôlit	-	0,09 - 0,16	0,035 - 0,014
Bê tông xỉ	2,6	0,40 - 0,60	0,018 - 0,01
Xỉ lò cao	3,3	0,1 - 0,15	0,029
Xỉ nhiệt điện	2,7	0,18 - 0,32	0,03

## HỆ ĐƠN VỊ QUỐC TẾ (SI)

Đại lượng	Ký hiệu	Tỷ lệ giữa đơn vị SI với các đơn vị khác
Chiều dài	m	$1\text{m} = 10^2\text{cm} = 10^3\text{mm}$
Khối lượng	Kg	$1\text{kg} = 10^3\text{g}$
Thời gian	Ss	$1\text{s} = 2,78.10^{-4}\text{h} = 1,67.10^{-2}\text{ph}$
Cường độ dòng điện	A	-
Nhiệt độ nhiệt động	K	$1\text{K} = (1 + 273,15)^\circ\text{C}$
Diện tích	$\text{m}^2$	$1\text{m}^2 = 10^4\text{cm}^2$
Thể tích	$\text{m}^3$	-
Khối lượng thể tích	$\text{Kg}/\text{m}^3$	$1\text{kg}/\text{m}^3 = 10^{-3}\text{g}/\text{cm}^3 = 10^{-3}\text{T}/\text{m}^3$
Khối lượng riêng	$\text{Kg}/\text{m}^3$	
Tốc độ	m/s	$1\text{m}/\text{s} = 3,6\text{ km}/\text{h}$
Lực và trọng lượng	N	$1\text{N} = 0,102\text{ kG}; 9,81\text{ N} = 1\text{ kG}$
Áp lực và ứng lực cơ học	$\text{N}/\text{m}^2$	$1\text{N}/\text{m}^2 = 0,102\text{kG}/\text{m}^2 = 1,02.10^{-5}\text{ kG}/\text{cm}^2$
Công, năng lượng, nhiệt lượng	J	$1\text{j} = 0,239\text{Cal} = 0,239.10^{-3}\text{ kcal}$
Công suất	W	$1\text{W} = 4,19.10^3\text{J}$
Nhiệt dung	$\text{J}/^\circ\text{C}$	$1\text{J}/\text{độ} = 0,238.10^{-3}\text{ kcal}/^\circ\text{C}$
Nhiệt dung riêng	$\text{J}/\text{kg}.^\circ\text{C}$	$1\text{J}/\text{kg}.^\circ\text{độ} = 0,238.10^{-3}\text{ kcal}/\text{kg}.^\circ\text{C}$
Hệ số truyền nhiệt	$\text{W}/\text{m}.^\circ\text{C}$	$1\text{ W}/\text{m}.^\circ\text{C} = 0,86\text{ kcal}/\text{m}^\circ\text{Ch}$

**DANH MỤC TIÊU CHUẨN  
VỀ YÊU CẦU KỸ THUẬT VẬT LIỆU XÂY DỰNG**

STT	Vật liệu	Tiêu chuẩn
<b>XIMĂNG, VÔI, THẠCH CAO</b>		
1	Ximăng pooclăng xỉ hạt lò cao. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 4316:1986
2	Vôi canxi cho xây dựng	TCVN 2231:1989
3	Ximăng. Phân loại	TCVN 5439:1991
4	Ximăng pooclăng	TCVN 2682:1999 BS 12-89 ASTM C 150:94
5	Ximăng pooclăng trắng	TCVN 5691:2000
6	Ximăng pooclăng puzolan. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 4033:1995
7	Ximăng pooclăng bền sunfat. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 6067:1995
8	Ximăng pooclăng ít toả nhiệt. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 6069:1995
9	Nguyên liệu để sản xuất ximăng pooclăng. Hỗn hợp sét	TCVN 6071:1995
10	Nguyên liệu để sản xuất ximăng pooclăng, đá vôi. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 6072:1996
11	Ximăng pooclăng hỗn hợp. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 6260:1997
12	Ximăng pooclăng để sản xuất tấm sóng amiăng ximăng. Yêu cầu kỹ thuật	TCXD 167:1989
13	Thạch cao dùng để sản xuất ximăng	TCXD 168:1989
<b>CỐT LIỆU XÂY DỰNG</b>		
14	Cát xây dựng. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 1770:1986 BS 882-83 C33:93
15	Đá dăm, sỏi và sỏi dăm dùng trong xây dựng. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 1771:1987
16	Đá ốp lát xây dựng. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 4732:1989
17	Đá canxi cacbonat dùng làm vôi xây dựng	TCVN 2119:1991
18	Đá khối thiên nhiên để sản xuất đá ốp lát	TCVN 5642:1992

STT	Vật liệu	Tiêu chuẩn
19	Cốt liệu nhẹ cho bê tông - sỏi, đá dăm và cát keramzit. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 6220:1997
20	Cát mịn để làm bê tông và vữa xây dựng. Hướng dẫn sử dụng	TCXD 127:1985
<b>GỐM XÂY DỰNG</b>		
21	Gạch rỗng đất sét nung	TCVN 1450:1998
22	Gạch đặc đất sét nung	TCVN 1451:1998
23	Gạch canxi silicat - Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 2118:1994
24	Gạch xi măng lát nền	TCVN 6065:1995
25	Gạch lát granitô	TCVN 6074:1995
26	Gạch lát lá dừa	TCXD 85:1981
27	Gạch lát đất sét nung	TCXD 90:1981
28	Gạch trang trí đất sét nung	TCXD111:1983
<b>BÊ TÔNG, HỖN HỢP BÊ TÔNG(BS 5328 - 90)</b>		
29	Vữa xây dựng, yêu cầu kỹ thuật	TCVN 4314:1986
30	Nước cho bê tông và vữa, yêu cầu kỹ thuật	TCVN 4506:1987
31	Bê tông. Kiểm tra và đánh giá độ bền. Quy định chung	TCVN 5440:1991 (SE 2046:79)
32	Bê tông nặng. Yêu cầu bảo dưỡng ẩm tự nhiên	TCVN 5592:1991
33	Bê tông. Phân mức theo cường độ nén	TCVN 6025:1995 (ISO 3893:77)
34	Bê tông nặng. Phương pháp không phá hoại sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng bật nảy để xác định cường độ nén	TCXD171:1989
35	Phụ gia tăng dẻo KDT2 cho vữa và bê tông xây dựng	TCXD 173:1989
<b>GỖ</b>		
36	Gỗ. Phân nhóm theo tính chất cơ lý	TCVN 1072:1971
37	Gỗ tròn. Kích thước cơ bản	TCVN 1073:1971
38	Gỗ tròn. Khuyết tật	TCVN 1074:1971
39	Gỗ xẻ. Kích thước cơ bản	TCVN1075:1971

STT	Vật liệu	Tiêu chuẩn
40	Gỗ xẻ. Tên gọi và định nghĩa	TCVN 1076:1971
41	Ván sàn bằng gỗ	TCVN 4340:1994
<b>VẬT LIỆU LỢP</b>		
42	Ngói xi măng cát	TCVN 1453:1986
43	Tấm sóng amiăng xi măng. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 4434:1992
44	Ngói đất sét nung. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 1452:1995
<b>SẢN PHẨM GỐM SỨ</b>		
52	Tấm gốm tráng men để ốp mặt trong tường	TCVN 5437:1991 (STSEV2047:1979)
53	Sản phẩm sứ vệ sinh. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 6073:1995
<b>SẢN PHẨM CƠ KHÍ XÂY DỰNG</b>		
54	Dây thép tròn dùng thép bê tông ứng lực trước	TCVN 3100:1979 BS 5896 - 90
55	Dây thép cacbon thấp kéo nguội dùng làm cốt thép bê tông	TCVN 3101:1979 BS 4449 - 88
56	Thép cốt bê tông cán nóng	TCVN 1651:1985 ASTM A615 JIS G3112 NF A35 - 016 ISO 6935 - 2
57	Thép cacbon cán nóng dùng cho xây dựng. Yêu cầu kỹ thuật	TCVN 5759:1993
58	Phụ tùng cửa sổ và cửa đi. Bản lề cửa	TCXD 92:1983
59	Phụ tùng cửa sổ và cửa đi. Ke cánh cửa	TCXD 93:1983
60	Ống và phụ tùng bằng gang	TCVN 2942:1993

## CÁC KÝ HIỆU TIÊU CHUẨN DÙNG TRONG SÁCH

- TCVN : Tiêu chuẩn Việt Nam.  
JIS : Japanese Industrial Standard – Nhật  
DIN : Deutsche Normen - Đức  
BS : British Standard - Anh  
AS : Australian Standard - Australia  
CSA : Canadian Standard - Canada  
NF : Norme Francaise - Pháp  
GB : Guojia Biauzhun - Trung Quốc  
ASTM : American Society for Testing and Material - Mỹ  
ГОСТ : ГОСУДАРСТВЕННЫЙ - Ủy ban đo lường tiêu chuẩn Nga.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phùng Văn Lữ, Phạm Duy Hữu, Phan Khắc Trí. *Vật liệu xây dựng*. Nhà xuất bản giáo dục, 1993.
2. Phùng Văn Lữ. *Vật liệu và sản phẩm trong xây dựng*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội 2002.
3. Bộ Xây dựng. *Giáo trình vật liệu xây dựng*. Nhà xuất bản Xây dựng Hà Nội, 2004.
4. Lê Đỗ Chương, Phan Xuân Hoàng, Bùi Sĩ Thanh. *Giáo trình vật liệu xây dựng*. Nhà xuất bản Đại học và THCN - 1977.
5. Huỳnh Thị Hạnh. *Bài giảng vật liệu xây dựng*.
6. Nghiêm Hùng. *Vật liệu học cơ sở*. Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật.
7. *Tuyển tập tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam*. Nhà xuất bản xây dựng Hà Nội, 1997, 2004.
8. Bộ xây dựng. *Định mức vật tư xây dựng cơ bản*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội 2001.

# MỤC LỤC

	Trang
<i>Lời nói đầu</i>	3
<b>Chương mở đầu</b>	
1. Tầm quan trọng của vật liệu xây dựng	5
2. Sơ lược tình hình phát triển ngành sản xuất vật liệu xây dựng	5
3. Phân loại vật liệu xây dựng	7
<b>Chương 1. Các đặc tính kỹ thuật của vật liệu xây dựng</b>	
1.1. Các tính chất nhiệt - vật lí của VLXD	8
1.2. Các tính chất cơ học	21
<b>Chương 2. Vật liệu đá thiên nhiên</b>	
2.1. Khái niệm và phân loại	36
2.2. Các loại đá thiên nhiên	38
2.3. Các khoáng vật tạo đá	40
2.4. Các phương pháp khai thác và gia công	43
2.5. Nguyên nhân phá hoại và biện pháp bảo vệ vật liệu đá thiên nhiên	43
2.6. Một số loại đá thiên nhiên thông dụng	44
<b>Chương 3. Vật liệu gốm xây dựng</b>	
3.1. Khái niệm và phân loại	49
3.2. Nguyên liệu sản xuất vật liệu gốm xây dựng	50
3.3. Quy trình công nghệ chế tạo gạch đất sét nung	56
3.4. Sản phẩm gốm xây dựng	59
<b>Chương 4. Các loại chất kết dính vô cơ</b>	
4.1. Khái niệm chung và phân loại	64
4.2. Các chất kết dính vô cơ rắn trong không khí	65
4.3. Chất kết dính vô cơ rắn trong nước	73
<b>Chương 5. Bê tông dùng chất kết dính vô cơ</b>	
5.1. Khái niệm và phân loại	105

5.2. Vật liệu chế tạo bê tông xi măng.	107
5.3. Các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông	120
5.4. Các phương pháp tính cấp phối bê tông	134
5.5. Các loại bê tông đặc biệt	144
Phụ lục 1. Định mức cấp phối hỗn hợp bê tông	157
<b>Chương 6. Vữa xây dựng</b>	
6.1. Khái niệm và phân loại	167
6.2. Các tính chất chủ yếu của vữa xây dựng	169
6.3. Vữa xây	173
6.4. Vữa trát	176
6.5. Thành phần cấu tạo một số vữa và mastic	177
Phụ lục 2. Định mức cấp vữa xây dựng	182
<b>Chương 7. Gỗ và vật liệu gỗ</b>	
7.1. Khái niệm	185
7.2. Các quy định về tên gọi của gỗ xây dựng	185
7.3. Các yêu cầu khi dùng gỗ xây dựng	186
7.4. Phân loại	187
7.5. Cấu tạo của gỗ	189
7.6. Tính chất của gỗ	190
7.7. Khuyết tật của gỗ	196
7.8. Các biện pháp bảo quản gỗ	198
7.9. Sản phẩm gỗ	199
<b>Chương 8. Chất kết dính hữu cơ</b>	
8.1. Khái niệm và phân loại	203
8.2. Bitum dầu mỏ	204
8.3. Guđrông than đá	210
8.4. Vật liệu chế tạo từ bitum và guđrông	211
<b>Chương 9. Bê tông atfan</b>	
9.1. Khái niệm và phân loại	214
9.2. Vật liệu chế tạo bê tông atfan	215
9.3. Các tính chất của bitum atfan	216
9.4. Yêu cầu kỹ thuật của bê tông atfan	218

9.5. Công nghệ chế tạo bê tông asphalt	219
9.6. Thiết kế cấp phối bê tông atfan	219
9.7. Ví dụ tính toán cấp phối bê tông atfan	223
<b>Chương 10. Thép xây dựng</b>	
10.1. Khái niệm và phân loại	227
10.2. Các kí hiệu tiêu chuẩn kỹ thuật của thép xây dựng	232
10.3. Một số tính chất của các loại thép thường dùng	233
<b>Chương 11. Vật liệu thủy tinh xây dựng</b>	
11.1. Khái niệm	241
11.2. Nguyên tắc chế tạo kính	241
11.3. Tính chất của thủy tinh	242
11.4. Các loại kính phẳng	242
11.5. Các sản phẩm thủy tinh dùng trong xây dựng	243
<b>Chương 12. Các loại vật liệu khác</b>	
12.1. Sản phẩm xi măng amiăng	245
12.2. Gạch silicat	247
12.3. Gạch hoa xi măng	248
12.4. Vật liệu cách nhiệt	248
12.5. Vật liệu và cấu kiện bằng chất dẻo	250
Phụ lục. Khối lượng thể tích một số loại vật liệu	255
<b>Một số tính chất vật lý khác của VLXD</b>	259
<b>Hệ đơn vị quốc tế</b>	261
<b>Danh mục tiêu chuẩn và yêu cầu kỹ thuật vật liệu xây dựng</b>	262
<b>Các ký hiệu tiêu chuẩn</b>	265
<b>Tài liệu tham khảo</b>	266

# GIÁO TRÌNH VẬT LIỆU XÂY DỰNG

(Tái bản)

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*

**Phó Giám đốc**  
**NGÔ ĐỨC VINH**

<i>Biên tập:</i>	NGUYỄN THỊ BÌNH
<i>Chế bản:</i>	TRẦN KIM ANH
<i>Sửa bản in:</i>	NGUYỄN THỊ BÌNH
<i>Trình bày bìa:</i>	VŨ BÌNH MINH

---

In 200 cuốn, khổ 19x27cm, tại Xưởng in Nhà xuất bản xây dựng, số 10 Hoa Lư, Hà Nội.  
Số xác nhận đăng ký KHXB: 3928-2018/CXBIPH/05-183/XD ngày 29/10/2018. Mã số  
ISBN: 978-604-82-2599-5. Quyết định xuất bản số: 220-2018/QĐ-XBXD ngày  
02/11/2018. In xong và nộp lưu chiểu tháng 11/2018.



**THƯ VIỆN  
HUBT**

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ

ISBN: 978-604-82-2599-5



9 78 604 8 22 599 5

**Giá: 94.000đ**

