

**CHƯƠNG I****TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG****§1. CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ CHỦ YẾU CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG****\* Nhóm các tính chất liên quan đến cấu tạo bản thân vật liệu****I. KHỐI LƯỢNG RIÊNG:****1. Khái niệm:**

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

- Ký hiệu  $\gamma_a$

**2. Công thức tính:**

Khối lượng riêng được tính theo công thức sau:

$$\gamma_a = \frac{G_k}{V_a} ; \text{ g/cm}^3, \text{ kg/l, t/m}^3 \dots$$

trong đó:  $G_k$  - khối lượng mẫu thí nghiệm trong trạng thái khô

$V_a$  - thể tích hoàn toàn đặc của mẫu thí nghiệm

**3. Cách xác định:**

Tùy theo từng loại vật liệu mà có những phương pháp xác định  $\gamma_a$  khác nhau.

**a. Vật liệu được coi như hoàn toàn đặc chắc:** thép, kính...

- Đối với mẫu có dạng hình học xác định: Phương pháp cân đo bình thường.

- Đối với mẫu không có dạng hình học xác định: Phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng xác định  $V_a$ .

**b. Vật liệu không hoàn toàn đặc chắc:** gạch, đá, bê tông, vữa ...

- Nghiền nhỏ mẫu vật liệu đến mức nhỏ hơn  $0,2\text{mm}$ , Cân xác định  $G_k$ , dùng phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng để xác định  $V_a$ .

**4. 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 ...

- Đối với vật liệu hỗn hợp, khối lượng riêng được lấy bằng khối lượng riêng trung bình xác định theo công thức sau:

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

- Khối lượng riêng  $\gamma_a$  của một số loại vật liệu thường gặp :

Đá thiên nhiên :  $2,5 \div 3 \text{ g/cm}^3$

Gạch ngói đất sét nung :  $2,6 \div 2,7 \text{ g/cm}^3$

Ximăng  $2,9 \div 3,2 \text{ g/cm}^3$

Bê tông nặng :  $2,5 \div 2,6 \text{ g/cm}^3$

Vật liệu hữu cơ (gỗ, bitum, chất dẻo, v.v...):  $0,9 \div 1,6 \text{ g/cm}^3$

## II. KHỐI LƯỢNG THỂ TÍCH:

### 1. Khái niệm:

- *Khối lượng thể tích*: là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên (kể cả lỗ rỗng).

Ký hiệu  $\gamma_o^m, \gamma_o^w$

- *Khối lượng thể tích tiêu chuẩn*: là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên sau khi được sấy khô ở nhiệt độ  $105^\circ\text{C} \div 110^\circ\text{C}$  đến khối lượng không đổi.

Ký hiệu  $\gamma_o^{tc}, \gamma_o$

- *Khối lượng thể tích xốp*: là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu dạng hạt rời rạc được đổ đông ở trạng thái tự nhiên.

Ký hiệu  $\gamma_o^x, \gamma_o^{dd}$

### 2. Công thức tính:

$$\gamma_o = \frac{G}{V_o^m} \quad (\text{g/cm}^3, \text{kg/l}, \text{t/m}^3, \dots)$$

$$\gamma_o^{tc} = \frac{G^k}{V_o^k} \quad (\text{g/cm}^3, \text{kg/l}, \text{t/m}^3, \dots)$$

$$\gamma_o^x = \frac{G_{VL \text{ trong thùng}}}{V_{thùng}} \quad (\text{g/cm}^3, \text{kg/l}, \text{t/m}^3, \dots)$$

trong đó:  $G^m, G^w$  - khối lượng mẫu thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên

$G^k$  - khối lượng mẫu thí nghiệm trong trạng thái khô

$V_o^m$  - thể tích của mẫu thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên

$V_o^k$  - thể tích của mẫu thí nghiệm ở trạng thái khô

### 3. Cách xác định :

#### a. Vật liệu có dạng hình học xác định:

Phương pháp cân đo bình thường.

#### b. Vật liệu không có dạng hình học xác định:

Phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng: bọc parafin hoặc ngâm mẫu bão hòa nước.

#### c. Vật liệu dạng hạt rời rạc: xác định khối lượng thể tích xốp

Phương pháp đổ đông: Đổ đông vật liệu vào một thùng đong có dung tích biết trước ở một độ cao nhất định. Cân khối lượng vật liệu có trong thùng đong G.

**4. Ý nghĩa:**

- Khối lượng thể tích phụ thuộc vào kết cấu nội bộ bản thân vật liệu, khối lượng thể tích xốp phụ thuộc vào kích thước hạt và sự sắp xếp giữa các hạt.
- Biết khối lượng thể tích ta có thể đánh giá sơ bộ một số tính chất của vật liệu như độ đặc, độ rỗng, cường độ, độ hút nước, hệ số truyền nhiệt của vật liệu, v.v... Ngoài ra, từ trị số  $\gamma_o$ ,  $\gamma_o^x$  ta có thể tính toán dự trù được phương tiện vận chuyển vật liệu, kho bãi hay tính cấp phối của vật liệu hỗn hợp.
- Khối lượng thể tích của các loại vật liệu xây dựng biến đổi trong phạm vi rất lớn.
- Khối lượng thể tích  $\gamma_o$  của một số loại vật liệu thường gặp :
  - + Đá thiên nhiên loại đặc chắc:  $2,6 \div 2,8 \text{ g/cm}^3$
  - + Gạch ngói đất sét nung :  $1,3 \div 1,9 \text{ g/cm}^3$
  - + Bê tông nặng :  $1,8 \div 2,5 \text{ g/cm}^3$

**III. ĐỘ ĐẶC , ĐỘ RỖNG:****1. Khái niệm:**

*Độ đặc* hay mật độ của vật liệu là tỷ số giữa phần thể tích hoàn toàn đặc so với thể tích tự nhiên của mẫu vật liệu. Độ đặc được ký hiệu  $d$ , thường tính bằng %.

*Độ rỗng* là tỷ lệ giữa phần thể tích rỗng so với thể tích tự nhiên của mẫu vật liệu. Độ rỗng được ký hiệu  $r$ , thường tính bằng %

**2. Công thức tính:**

$$d = \frac{V_a}{V_o} \times 100\% = \frac{V_a / G^k}{V_o / G^k} \times 100\% = \frac{\gamma_o}{\gamma_a} \times 100\%$$

$$r = \frac{V_r}{V_o} \times 100\% \quad r = \frac{V_r}{V_o} = \frac{V_o - V_a}{V_o} = 1 - \frac{V_a}{V_o} = 1 - d \quad r = \left(1 - \frac{\gamma_o}{\gamma_a}\right) \times 100\%$$

trong đó:  $V_a$  - phần thể tích hoàn toàn đặc của mẫu thí nghiệm  
 $V_o$  - thể tích tự nhiên của mẫu thí nghiệm  
 $V_r$  - phần thể tích rỗng của mẫu thí nghiệm

**3. 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.

**4. Ảnh hưởng của độ đặc, rỗng, tính chất lỗ rỗng đến các tính chất khác của vật liệu:**

- Độ rỗng là một chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng vì nó ảnh hưởng nhiều đến các tính chất khác của vật liệu như: cường độ, độ hút nước, khả năng truyền nhiệt, khả năng chống thấm, chống băng giá và chống ăn mòn ...

## **\* Nhóm các tính chất liên quan đến môi trường nước**

### **IV. ĐỘ ẨM:**

#### **1. Khái niệm:**

*Độ ẩm* là tỷ lệ nước có tự nhiên trong vật liệu ở trạng thái tự nhiên tại thời điểm thí nghiệm. Ký hiệu  $W$ .

#### **2. Công thức tính :**

Độ ẩm được tính bằng tỷ lệ phần trăm giữa khối lượng nước có tự nhiên trong mẫu vật liệu ở thời điểm thí nghiệm so với khối lượng mẫu vật liệu ở trạng thái khô.

$$W = \frac{G_n^m}{G_{vl}^k} \times 100\% = \frac{G_{vl}^m - G_{vl}^k}{G_{vl}^k} \times 100\%$$

trong đó :  $G_{vl}^m$  - khối lượng mẫu thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên

$G_{vl}^k$  - khối lượng mẫu thí nghiệm ở trạng thái khô

#### **3. Cách xác định:**

- Cân mẫu ở trạng thái tự nhiên tại thời điểm thí nghiệm. Sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi.

#### **4. Ý nghĩa:**

- Độ ẩm là đại lượng thay đổi liên tục tùy thuộc 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.

- Khi vật liệu bị ẩm hoặc là khi độ ẩm của vật liệu thay đổi thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi theo như: cường độ, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện, thể tích ...

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

### **V. ĐỘ HÚT NƯỚC:**

#### **1. Khái niệm:**

*Độ hút nước* là khả năng vật liệu hút và giữ nước trong các lỗ rỗng ở điều kiện nhiệt độ và áp suất thường ( $p = 1atm$  và  $t^o = 20 \pm 5^oC$ ).

#### **2. Công thức tính:**

*Độ hút nước theo khối lượng:* là tỷ số phần trăm giữa khối lượng nước có trong vật liệu khi được bão hòa trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thường so với khối lượng vật liệu ở trạng thái khô. Ký hiệu  $H_p$ , xác định theo công thức sau:

$$H_p = \frac{G_n^{bh}}{G_{vl}^k} \times 100\% = \frac{G_{vl}^{bh} - G_{vl}^k}{G_{vl}^k} \times 100\%$$

trong đó :  $G_{vl}^{bh}$  - khối lượng mẫu thí nghiệm đã bão hòa nước

$G_{vl}^k$  - khối lượng mẫu thí nghiệm khô

*Độ hút nước theo thể tích*: là tỷ số phần trăm giữa thể tích nước có trong vật liệu khi được bão hòa trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thường so với thể tích tự nhiên của vật liệu ở trạng thái khô. Ký hiệu  $H_v$ , xác định theo công thức sau:

$$H_v = \frac{V_n^{bh}}{V_o} \times 100\% = \frac{G_n^{bh}}{\gamma_{an} V_o} \times 100\% = \frac{G_n^{bh} / G_{vl}^k}{\gamma_{an} V_o / G_{vl}^k} \times 100\%$$

$$H_v = H_p \times \frac{\gamma_o^{tc}}{\gamma_{an}}$$

### 3. Cách xác định:

- Phương pháp ngâm từ từ ở điều kiện bình thường đối với mẫu có kích thước lớn.
- Phương pháp ngâm một lần ở điều kiện bình thường đối với mẫu có kích thước bé.

### 4. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ hút nước và ý nghĩa:

- Độ hút nước phụ thuộc vào cấu tạo bản thân vật liệu (độ đặc, độ rỗng, tính chất lỗ rỗng), bản chất ưa nước hay kỵ nước của vật liệu.
- Khi vật liệu bị bão hòa nước thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi theo như: cường độ giảm, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện tăng, thể tích tăng...

## VI. ĐỘ BÃO HOÀ NƯỚC:

### 1. Khái niệm :

*Độ bão hòa nước* là khả năng hút và giữ nước cao nhất của vật liệu ở điều kiện cưỡng bức về nhiệt độ hoặc áp suất.

### 2. Công thức tính :

*Độ bão hòa nước theo khối lượng*: là tỷ số phần trăm giữa khối lượng nước có trong vật liệu khi được bão hòa trong điều kiện cưỡng bức so với khối lượng vật liệu ở trạng thái khô. Ký hiệu  $H_p^{\max}$ , xác định theo công thức sau:

$$H_p^{\max} = \frac{G_n^{bhdckb}}{G_{vl}^k} \times 100\% = \frac{G_{vl}^{bhdckb} - G_{vl}^k}{G_{vl}^k} \times 100\%$$

trong đó :  $G_{vl}^{bhdckb}$  - khối lượng mẫu thí nghiệm đã bão hòa nước ở đkcb

$G_{vl}^k$  - khối lượng mẫu thí nghiệm khô

*Độ bão hòa nước theo thể tích*: là tỷ số phần trăm giữa thể tích nước có trong vật liệu khi được bão hòa trong điều kiện cưỡng bức so với thể tích tự nhiên của vật liệu ở trạng thái khô. Ký hiệu  $H_v^{\max}$ , xác định theo công thức sau:

$$H_v^{\max} = \frac{V_n^{bhdckb}}{V_o} \times 100\% = \frac{G_n^{bhdckb}}{\gamma_{an} V_o} \times 100\% = \frac{G_n^{bhdckb} / G_{vl}^k}{\gamma_{an} V_o / G_{vl}^k} \times 100\%$$

$$H_v^{\max} = H_p^{\max} \times \frac{\gamma_o^{tc}}{\gamma_{an}}$$

*Hệ số bão hòa nước*: là tỷ số phần trăm giữa thể tích nước chứa trong vật liệu khi được bão hòa ở điều kiện cưỡng bức so với thể tích lỗ rỗng của vật liệu. Ký hiệu  $C_{bh}$ .

$$C_{bh} = \frac{V_n^{bhdckb}}{V_r} \times 100\% = \frac{V_n^{bhdckb} / V_o}{V_r / V_o} \times 100\% = \frac{H_v^{\max}}{r} \times 100\%$$

trong đó :  $H_v^{\max}$  - độ bão hoà nước theo thể tích  
 $r$  - độ rỗng của vật liệu

### 3. Cách xác định:

- Phương pháp ngâm mẫu trong điều kiện áp suất không khí là 20mmHg
- Phương pháp ngâm trong nước nhiệt độ 100°C

### 4. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ bão hoà nước và ý nghĩa:

- Độ hút nước phụ thuộc vào cấu tạo bản thân vật liệu (độ đặc, độ rỗng, tính chất lỗ rỗng), bản chất ưa nước hay kỵ nước của vật liệu.
- Khi vật liệu bị bão hoà nước thì một số tính chất của vật liệu cũng thay đổi theo như: cường độ giảm, khả năng dẫn nhiệt và dẫn điện tăng, thể tích tăng...

## VII. TÍNH THẤM NƯỚC:

### 1. Khái niệm:

- *Tính thấm* là tính chất của vật liệu cho nước thấm qua chiều dày của nó khi giữa hai bề mặt đối xứng có sự chênh lệch về áp suất thuỷ tĩnh.

- *Tính chống thấm* là khả năng của vật liệu ngăn không cho nước thấm qua chiều dày của nó khi giữa hai bề mặt đối xứng có sự chênh lệch về áp suất thuỷ tĩnh.

### 2. Cách xác định và công thức xác định:

#### a. Tính thấm:

Để đánh giá tính thấm ta dùng hệ số thấm nước  $K_m$

$$K_m = \frac{V_n a}{F(p_1 - p_2)\tau}$$

trong đó :  $V_n$  - thể tích nước thấm qua mẫu vật liệu;  $m^3$

$a$  - chiều dày thấm của mẫu vật liệu;  $m$

$F$  - tiết diện chịu thấm;  $m^2$

$\tau$  - thời gian thấm;  $h$

$(p_1 - p_2)$  - chênh lệch áp suất thuỷ tĩnh giữa hai bề mặt đối xứng;  $m$  cột nước

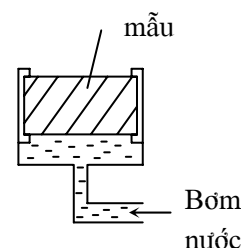
\* Hệ số thấm nước là thể tích nước thấm qua mẫu vật liệu có chiều dày 1m, tiết diện 1m<sup>2</sup> trong thời gian 1h khi chênh lệch áp suất thuỷ tĩnh ở hai bề mặt đối xứng là 1m cột nước.

#### b. 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.

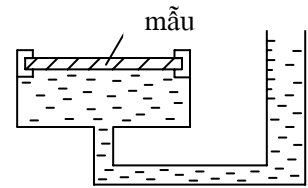
\* *Vật liệu làm việc ở dạng khối:*

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.



\* 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.



#### 4. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính thấm và ý nghĩa:

- Mức độ thấm hoặc khả năng chống thấm của vật liệu phụ thuộc vào cấu tạo bản thân vật liệu (độ đặc, độ rỗng, tính chất lỗ rỗng), bản chất ưa nước hay kỵ nước của vật liệu.
- Sự thấm còn phụ thuộc vào áp lực nước tác dụng lên vật liệu và thời gian thấm.
- Tính thấm đặc biệt quan trọng đối với vật liệu làm việc trong môi trường chịu ảnh hưởng của mưa gió, thường xuyên ẩm ướt hoặc trong nước.

### \* Nhóm các tính chất liên quan đến môi trường nhiệt

#### IX. TÍNH TRUYỀN NHIỆT:

##### 1. Khái niệm:

Tính truyền nhiệt là khả năng của vật liệu để nhiệt truyền qua chiều dày khối vật liệu từ phía có nhiệt độ cao về phía có nhiệt độ thấp hơn.

##### 2. Công thức tính:

- Tính truyền nhiệt được đánh giá bằng hệ số truyền nhiệt  $\lambda$ . Hệ số truyền nhiệt là lượng nhiệt truyền qua vật liệu có chiều dày  $1m$ , tiết diện  $1m^2$  trong thời gian  $1h$  khi nhiệt độ chênh lệch giữa hai bề mặt là  $1^\circ C$ .

$$\lambda = \frac{Qa}{F\Delta t\tau} \quad ; \quad Kcal/m.h.^{\circ}C$$

trong đó : Q - lượng nhiệt truyền qua mẫu vật liệu; Kcal

a - bề dày mẫu vật liệu; m

F - tiết diện mẫu;  $m^2$

$\Delta t$  - chênh lệch nhiệt độ giữa 2 bề mặt đối xứng;  $^{\circ}C$

$\tau$  - thời gian truyền nhiệt; h

##### 3. Các yếu tố ảnh hưởng:

a) Ảnh hưởng của cấu tạo bản thân vật liệu: Đối với những vật liệu khô trong không khí ( $W=1 \div 7\%$ ) có thể tính  $\lambda$  theo  $\gamma_0$  bằng công thức kinh nghiệm sau:

$$\lambda = \sqrt{0,0196 + 0,22\gamma_0^2} - 0,14 \quad ; \quad Kcal/m.h.^{\circ}C$$

b) Ảnh hưởng của nhiệt độ bình quân của vật liệu: Khi nhiệt độ  $t = 40 \div 70^\circ C$  ta tính  $\lambda$  theo t bằng công thức sau :

$$\lambda_t = \lambda_0 (1 + 0,002t)$$

trong đó :  $\lambda_t$  - hệ số truyền nhiệt ở  $t^\circ C$

$\lambda_0$  - hệ số truyền nhiệt ở  $0^\circ C$

t - nhiệt độ bình quân của mẫu vật liệu;  $^{\circ}C$

c) 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

## X. NHIỆT DUNG, TỶ NHIỆT:

### 1. Khái niệm:

*Nhiệt dung* là nhiệt lượng mà vật liệu thu được sau khi đun nóng. Ký hiệu  $Q$ .

*Tỷ nhiệt* là nhiệt lượng cần cung cấp cho 1kg vật liệu để nó tăng lên  $1^\circ C$ .  
Ký hiệu  $C$ .

### 2. Công thức tính:

Nhiệt dung được tính theo công thức sau:

$$Q = CG(t_2 - t_1) ; Kcal$$

trong đó :  $C$  - tỷ nhiệt,  $Kcal/kg.^{\circ}C$

$G$  - khối lượng vật liệu được đun nóng;  $kg$

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

$t_2$  - nhiệt độ vật liệu trước khi đun nóng;  $^{\circ}C$

Tỷ nhiệt của một loại vật liệu được tính theo công thức sau :

$$C = \frac{Q}{G(t_2 - t_1)} ; Kcal/kg.^{\circ}C$$

trong đó :  $Q$  - nhiệt lượng vật liệu thu được sau khi đun nóng;  $Kcal$

$G$  - khối lượng vật liệu được đun nóng;  $kg$

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

$t_2$  - nhiệt độ vật liệu trước khi đun nóng;  $^{\circ}C$

### 3. Các yếu tố ảnh hưởng đến tỷ nhiệt:

\* Ảnh hưởng của độ ẩm:

$$C_w = \frac{C_k + 0,01WC_n}{1 + 0,01W}$$

trong đó :  $C_w$  - tỷ nhiệt của vật liệu ở độ ẩm  $W$

$C_k$  - tỷ nhiệt của vật liệu khô

$C_n$  - tỷ nhiệt của nước

$W$  - độ ẩm của vật liệu (%)

\* Ảnh hưởng của thành phần cấu tạo: trường hợp vật liệu hỗn hợp do nhiều thành phần cấu tạo nên thì tỷ nhiệt của nó tính theo công thức:

$$C^{hh} = \frac{G_1C_1 + G_2C_2 + \dots + G_nC_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n}$$

trong đó :  $C^{hh}$  - tỷ nhiệt của vật liệu hỗn hợp



- $C_1, \dots, C_n$  - tỷ nhiệt của từng vật liệu thành phần  
 $G_1, \dots, G_n$  - khối lượng của từng vật liệu thành phần

## XI. TÍNH CHỐNG CHÁY, TÍNH CHỊU NHIỆT:

### 1. Tính chống cháy:

- *Tính chống cháy* là khả năng của vật liệu chịu được tác dụng trực tiếp của ngọn lửa trong một thời gian nhất định mà không bị phá hoại.

- Căn cứ vào khả năng chống cháy, vật liệu xây dựng được chia thành 4 nhóm :
  - + *Vật liệu không cháy, không bị biến dạng*
  - + *Vật liệu không cháy nhưng có thể biến dạng nhiều*
  - + *Vật liệu khó cháy*
  - + *Vật liệu dễ cháy*

### 2. Tính chịu nhiệt:

- *Tính chịu nhiệt* là khả năng của vật liệu chịu tác động của nhiệt độ cao trong một thời gian dài mà không bị phá hoại (thường là bị chảy).

- Căn cứ vào khả năng chịu nhiệt, vật liệu xây dựng được chia thành 3 nhóm :
  - + *Vật liệu chịu nhiệt*: chịu được tác dụng của nhiệt độ lớn hơn 1580°C
  - + *Vật liệu khó chảy*: chịu được tác dụng của nhiệt độ từ 1350 ÷ 1580°C.
  - + *Vật liệu dễ chảy*: chịu được tác dụng của nhiệt độ dưới 1350°C.

## §2. CÁC TÍNH CHẤT CƠ HỌC CHỦ YẾU CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

### I. TÍNH BIẾN DẠNG:

#### 1. Khái niệm:

- *Tính biến dạng* là tính chất của vật liệu bị thay đổi hình dáng và kích thước dưới tác dụng của tải trọng.

- Thực chất của biến dạng là khi chịu tác dụng của ngoại lực các phân tử sẽ thay đổi vị trí cân bằng và có chuyển vị tương đối.

#### 2. Phân loại biến dạng:

##### a. Căn cứ vào khả năng phục hồi biến dạng:

\* *Biến dạng đàn hồi*: là biến dạng bị triệt tiêu hoàn toàn khi bỏ ngoại lực tác dụng. Tính chất hồi phục về hình dáng và kích thước ban đầu của vật liệu sau khi bỏ ngoại lực gọi là tính đàn hồi.

\* *Biến dạng dẻo (biến dạng dư)*: là biến dạng không bị triệt tiêu hoàn toàn khi bỏ ngoại lực tác dụng. Tính chất không hồi phục được hình dáng và kích thước ban đầu của vật liệu sau khi bỏ ngoại lực tác dụng gọi là tính dẻo.

##### b. Căn cứ vào thời điểm xuất hiện biến dạng:

\* *Biến dạng tức thời*: biến dạng xuất hiện ngay sau khi đặt lực.

\* *Biến dạng theo thời gian* : biến dạng chỉ xuất hiện sau một thời gian đặt lực.

### **3. Phân loại vật liệu theo biến dạng:**

- Căn cứ vào quan hệ giữa ứng suất và biến dạng, hay nói cách khác căn cứ vào hiện tượng biến dạng tới trước khi bị phá hoại, chia vật liệu thành:

- Vật liệu có tính dẻo: là vật liệu mà từ khi đặt lực cho đến trước khi bị phá hoại quan sát được biến dạng dẻo rất rõ ràng. VD: thép ít cacbon, bitum...

- Vật liệu có tính giòn: là vật liệu mà từ khi đặt lực cho đến trước khi bị phá hoại không quan sát thấy biến dạng một cách rõ ràng. VD: gang, đá thiên nhiên, gạch đất sét nung...

- Vật liệu có tính đàn hồi: là vật liệu mà khả năng biến dạng đàn hồi lớn hơn khả năng biến dạng dẻo.

- Tính dẻo hay tính giòn của vật liệu có thể thay đổi tùy theo các yếu tố: nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gia tải... VD: bitum khi kéo ở nhiệt độ cao là vật liệu dẻo, khi kéo ở nhiệt độ thấp là vật liệu giòn...

### **4. Các hiện tượng liên quan đến biến dạng:**

#### **a. Hiện tượng từ biến:**

- *Từ biến* là hiện tượng biến dạng tăng dần theo thời gian khi tải trọng tác dụng không đổi.

- Nguyên nhân của hiện tượng từ biến là do trong vật liệu rắn có một số bộ phận phi tinh thể có tính chảy nhớt gần giống như thể lỏng. Mặt khác, do bản thân cấu tạo của vật liệu có một số thiếu sót, khuyết tật về mặt cấu trúc hoặc do vật liệu thay đổi cấu trúc theo thời gian nên dưới tác dụng lâu dài của ngoại lực nó bị chảy nhớt ra.

#### **b. Hiện tượng chùng ứng suất:**

- *Chùng ứng suất* là hiện tượng ứng suất đàn hồi giảm dần theo thời gian khi giữ cho biến dạng không đổi.

- Nguyên nhân: do dưới tác dụng lâu dài của tải trọng, một phần năng lượng gây biến dạng đàn hồi bị mất đi dưới dạng phân tán nhiệt làm cho một bộ phận vật liệu có biến dạng đàn hồi dần dần chuyển sang biến dạng dẻo.

## **II. CƯỜNG ĐỘ:**

### **1. Khái niệm:**

- *Cường độ*: là khả năng lớn nhất của vật liệu chống lại sự phá hoại dưới tác dụng của tải trọng và được xác định bằng ứng suất tới hạn tương ứng với tải trọng gây phá hoại mẫu. Ký hiệu  $R$ .

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

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

- Trong các kết cấu xây dựng, vật liệu có thể chịu các loại tải trọng khác nhau: kéo, nén, uốn, cắt, trượt, ... Tương ứng với mỗi dạng chịu tải sẽ có một loại cường độ tương ứng: cường độ chịu kéo, chịu nén, chịu uốn...

- Khi thí nghiệm, sự phá hoại trên mẫu xảy ra khi có các dấu hiệu : đứt , tách lớp , nứt, biến dạng lớn, gãy...

**2. Phương pháp và công thức xác định:**

**a. Phương pháp trực tiếp:**

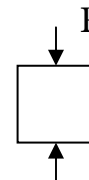
- Chế tạo mẫu hoặc lấy mẫu từ kết cấu công trình và tác dụng tải trọng trực tiếp lên mẫu cho đến khi mẫu bị phá hoại. Sự xuất hiện vết nứt, sự tách lớp và biến dạng là các dấu hiệu phá hoại.

- Cường độ vật liệu được tính toán từ các kết quả thí nghiệm theo các công thức tương ứng với dạng chịu lực .

\* *Xác định cường độ nén  $R_n$*  : mẫu thí nghiệm thường có dạng hình khối lập phương, cạnh từ 2 đến 30cm.

$$R_n = \frac{P}{F}$$

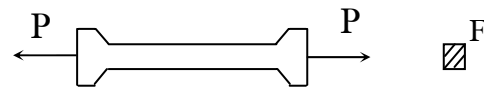
trong đó : P - tải trọng phá hoại  
F - diện tích mặt cắt ngang



\* *Xác định cường độ chịu kéo  $R_k$*  : mẫu thí nghiệm có hình lăng trụ , hình số 8.

$$R_k = \frac{P}{F}$$

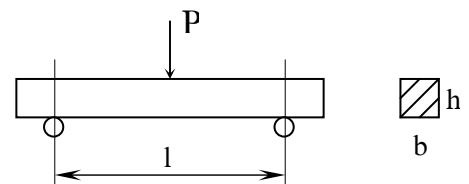
trong đó : P - tải trọng phá hoại  
F - diện tích mặt cắt ngang



\* *Xác định cường độ chịu uốn  $R_u$*  : mẫu thí nghiệm thường có dạng thanh (dầm), tiết diện chữ nhật, đặt trên 2 gối tựa rồi tác dụng lên thanh một hay hai tải trọng tập trung.

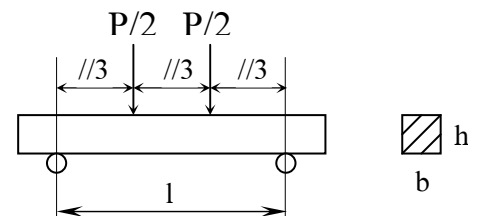
+ Sơ đồ 1 tải : Trường hợp đặt một tải trọng ở giữa :

$$R_n = \frac{M}{W} = \frac{3Pl}{2bh^2}$$



+ Sơ đồ 2 tải : Trường hợp đặt hai tải bằng nhau đối xứng với điểm giữa của thanh:

$$R_n = \frac{M}{W} = \frac{Pl}{bh^2}$$



trong đó : M - mômen uốn  
W - mômen kháng uốn của tiết diện ngang dầm  
P - tải trọng phá hoại  
l - khoảng cách giữa hai gối tựa  
b, h - chiều rộng và chiều cao tiết diện

**b. Phương pháp gián tiếp:** 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).

Dem 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. Dem đối chiếu các thông số đo với các đồ thị chuẩn để xác định cường độ của vật liệu.

- Dụng cụ đo : máy siêu âm bê tông , máy siêu âm 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 phải được xây dựng trên cơ sở của phương pháp phá hoại mẫu .

**3. Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ vật liệu:****a. 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).

**b. 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. VD: 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.

Vì hình dáng và kích thước mẫu có ảnh hưởng nhất định đến kết quả thí nghiệm cường độ nên đối với  $R_n$  người ta phải dùng hệ số điều chỉnh. VD: đối với thí nghiệm nén của bê tông:

**Hệ số điều chỉnh cường độ giữa các loại khuôn mẫu**  
(lấy khuôn 15 x 15 x 15cm làm tiêu chuẩn)

Hình dáng, kích thước mẫu (cm)	K
30 x 30 x 30	1,10
20 x 20 x 20	1,05
15 x 15 x 15	1,00
10 x 10 x 10	0,91
d = 20 ; h = 40	1,24
d = 15 ; h = 30	1,20

#### 4. Các hệ số liên quan đến cường độ :

##### a. Hệ số mềm :

-Nhìn chung khi vật liệu bão hòa nước thì cường độ giảm. Để đánh giá sự độ bền của vật liệu khi làm việc trong môi trường nước ta dùng hệ số mềm  $K_m$

$$K_m = \frac{R^{bh}}{R^k}$$

trong đó :  $R^{bh}$  - cường độ của mẫu vật liệu đã bão hòa nước

$R^k$  - cường độ của mẫu vật liệu khô

- Hệ số mềm biến đổi trong giới hạn từ 0 (vật liệu bằng đất sét không nung) đến 1 (vật liệu hoàn toàn đặc chắc: thép, kính...). Đối với các công trình bị ngập nước hay chịu mực nước thay đổi liên tục hay bị nước va đập liên tục yêu cầu hệ số mềm lớn hơn 0,75. Những vật liệu có hệ số mềm lớn hơn 0,75 được gọi là vật liệu bền nước.

##### b. Hệ số an toàn:

- Trong tính toán thiết kế công trình, người ta chỉ tính khả năng chịu lực của vật liệu theo trị số cường độ tối đa cho phép [ R ]. Cường độ này nhỏ hơn cường độ giới hạn

thực sự của vật liệu mới đảm bảo an toàn. Tỷ số giữa cường độ giới hạn và cường độ cho phép gọi là *hệ số an toàn K*. Hệ số an toàn *K* luôn luôn lớn hơn 1.

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

trong đó : *R* - cường độ giới hạn của vật liệu

[*R*] - cường độ tối đa cho phép trong thiết kế

\* 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, 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...

- Phương tiện, thiết bị thăm dò, khảo sát, dự báo, kiểm định ...

### **c. Hệ số phẩm chất:**

*Hệ số phẩm chất  $K_{pc}$*  là chỉ tiêu đánh giá phẩm chất của vật liệu - là tỷ số giữa cường độ và khối lượng thể tích của vật liệu.

$$K_{pc} = \frac{R}{\gamma_o}$$

trong đó : *R* - cường độ giới hạn của vật liệu, *daN/cm<sup>2</sup>*

$\gamma_o$  - khối lượng thể tích của vật liệu, *kg/m<sup>3</sup>*

## **III. ĐỘ CỨNG:**

### **1. Khái niệm:**

- *Độ cứng* là khả năng của vật liệu chịu được sự xuyên đâm của vật liệu khác cứng hơn tác dụng lên nó.

- Khả năng này rất quan trọng đối với vật liệu làm đường, vật liệu lát bề mặt, vật liệu làm trụ cầu... và có ảnh hưởng nhiều đến tính chất chịu mòn. Mặt khác, độ cứng cũng đặc trưng cho mức độ khó gia công của vật liệu.

### **2. Cách xác định:**

\* *Đối với vật liệu khoáng:* dùng thang độ cứng Mohr. Phương pháp xác định là phương pháp vạch. Cách xác định theo phương pháp này chỉ có tính chất định tính chứ không định lượng.

Bảng thang độ cứng Mohr

Chỉ số cứng	Khoáng vật	Đặc điểm độ cứng
1	Tan hoặc phấn	Rạch được dễ dàng bằng móng tay
2	Thạch cao	Rạch được bằng móng tay
3	Canxit hay thạch cao cứng	Rạch được dễ dàng bằng dao thép
4	Fluorin	Rạch được bằng dao thép dưới áp lực không lớn
5	Apatit	Án dao mạnh mới rạch được, không rạch được kính
6	Octocla	Không rạch được bằng dao thép, chỉ làm kính bị xước nhẹ
7	Thạch anh	Có thể rạch kính dễ dàng, không rạch được bằng dao thép
8	Topa	
9	Coridon	
10	Kim cương	

Căn cứ vào bảng Mohr thì độ cứng một số chất như sau :

Tên các chất	Độ cứng	Tên các chất	Độ cứng
<i>Pb</i>	1,5	<i>Cu</i>	2 - 3
<i>Zn</i>	1,5 - 2	<i>Đá hoa</i>	3 - 4
<i>Al</i>	2	<i>Thủy tinh</i>	4,5 - 6,5
<i>Sn</i>	2	<i>Đá lửa</i>	6
<i>Than đá</i>	2 - 2,5	<i>Luỡi dao</i>	6,5
<i>Móng tay</i>	2,5	<i>Thép ít C</i>	4 - 5

\*Đối với vật liệu kim loại :

+ Phương pháp Brinen: dùng viên bi thép có đường kính D (mm), đem ấn vào vật liệu định thử với một lực P, rồi dựa vào kích thước vết cầu lõm trên bề mặt vật liệu mà xác định độ cứng.

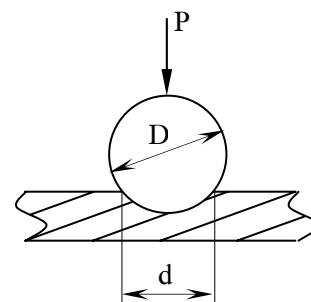
Độ cứng Brinen xác định theo công thức sau:

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

trong đó : F - diện tích chỏm cầu của vết lõm,  $\text{mm}^2$

D - đường kính bi thép; mm

d - đường kính vết lõm; mm



P - lực ép viên bi vào mẫu thí nghiệm (*daN*), nó phụ thuộc vào đường kính viên bi và loại vật liệu. P được tính theo công thức

$$P = KD^2$$

K - là hệ số, phụ thuộc tính chất vật liệu. Ví dụ:

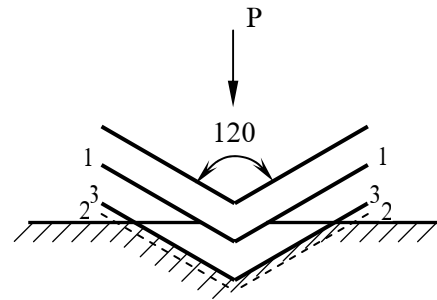
đối với kim loại đen,  $K = 30$

đối với kim loại màu,  $K = 10$

đối với kim loại mềm,  $K = 3$

$H_{Br}$  càng lớn thì vật liệu càng cứng.

+ Phương pháp Rốc-oen : dùng một hình nón bằng kim cương có góc mở  $120^\circ$ , bán kính  $0,2mm$ , hoặc dùng một hòn bi thép có đường kính  $1,59mm$  hay  $3,175mm$  tác dụng sâu vào bề mặt vật liệu với tải trọng tăng dần. Sau đó khôi phục lại tải trọng ban đầu rồi đo biến dạng dư  $e$ . Căn cứ vào  $e$  để đánh giá mức độ cứng của vật liệu.



-Trình tự tiến hành như sau: Cho tải trọng ban đầu là:

$P_o = 10kg$  rồi tăng dần lên  $150kg$  (nếu dùng hình nón)

$P_o = 10kg$  rồi tăng dần lên  $60kg$  (nếu dùng bi có  $D = 1,59mm$ )

$P_o = 10kg$  rồi tăng dần lên  $100kg$  (nếu dùng bi có  $D = 1,59mm$ )

$P_o = 10kg$  rồi tăng dần lên  $100kg$  (nếu dùng bi có  $D = 3,175mm$ )

Sau đó khôi phục lại tải trọng ban đầu  $P_o = 10kg$

Đo biến dạng dư  $e$  còn lại trên mẫu (có đơn vị là  $2\mu$ ).

Độ cứng Rốc-oen được ký hiệu và tính toán như sau:

$H_{Rc} = 100 - e$  (nếu dùng hình nón kim cương)

$H_{Rb} = 130 - e$  (nếu dùng bi có  $D = 1,59mm$  và  $P = 100kg$ )

$H_{Rf} = 130 - e$  (nếu dùng bi có  $D = 1,59mm$  và  $P = 60kg$ )

$H_{Re} = 130 - e$  (nếu dùng bi có  $D = 3,175mm$  và  $P = 100kg$ )

#### IV. ĐỘ MÀI MÒN:

##### 1. Khái niệm:

- Khi vật liệu làm việc bị cọ xát liên tục với vật liệu khác thì thể tích và khối lượng của nó bị thay đổi, ta gọi vật liệu bị mài mòn. Ký hiệu  $M_n$ .

- Độ mài mòn là độ hao mòn về khối lượng trên một đơn vị diện tích mẫu bị mài mòn liên tục.

-Độ mài mòn phụ thuộc vào độ cứng, cường độ và cấu tạo nội bộ vật liệu.

##### 2. Cách xác định:

- Độ mài mòn thường được thí nghiệm bằng máy mài mòn. Mẫu thí nghiệm hình trụ có  $d = 2,5cm$ ,  $h = 5cm$ . Cho máy quay 1000 vòng và rắc vào  $2,5l$  cát thạch anh cỡ  $0,3 \div 0,6mm$  và độ mài mòn được tính theo công thức:



$$M_n = \frac{G_o - G}{F} ; \text{g/cm}^2$$

trong đó :  $G_o$  - khối lượng mẫu trước khi mài mòn; g

$G$  - khối lượng mẫu trước khi mài mòn; g

$F$  - diện tích mài mòn;  $\text{cm}^2$

- Cũng có khi người ta đánh giá độ mài mòn bằng độ hao hụt chiều dày của mẫu. Dưới đây là chỉ số trung bình độ mài mòn của một số vật liệu

Vật liệu	Độ mài mòn, $\text{g/cm}^2$
Đá hoa cương (granit)	0,1 - 0,5
Đá thạch anh	0,06 - 0,12
Tấm lát sàn bằng gốm	0,25 - 0,3
Đá vôi	0,3 - 0,8

## V. ĐỘ CHỐNG VA CHẠM:

### 1. Khái niệm:

*Độ chống va chạm* là khả năng của vật liệu chịu được tải trọng va chạm mà không bị phá hoại (thường là bị nứt). Độ va chạm được tính bằng công cần thiết để đập vỡ một đơn vị thể tích vật liệu .

### 2. Cách xác định:

- Dùng máy búa va chạm: thả cho quả cầu thép khối lượng  $G$  rơi liên tục ở một độ cao xác định  $h$  đập vào bề mặt mẫu vật liệu  $n$  lần cho đến khi xuất hiện vết nứt đầu tiên trên mẫu. Công phá hoại do tải trọng va chạm gây ra :

$$A_{vc} = g. G. h. n$$

- Độ chống va chạm của vật liệu được tính theo công thức sau :

$$a_{vc} = A_{vc}/V_o$$

## VI. ĐỘ HAO MÒN:

### 1. Khái niệm:

*Độ hao mòn* đặc trưng cho tính chất của vật liệu vừa chịu mài mòn vừa chịu va chạm.

### 2. Cách xác định:

**\* Độ hao mòn Đêvan:**

- Để xác định độ hao mòn thường dùng máy Đêvan (đối với đá). Đập đá thành những viên nặng khoảng 100g rồi bỏ 5kg đá vào thùng. Cho thùng quay 10000 vòng rồi lấy mẫu ra và đem sàng qua sàng 2mm. Độ hao mòn sẽ được tính theo công thức sau :

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

trong đó :  $Q$  - độ hao mòn; %

$G_1$  - khối lượng vật liệu trước thí nghiệm; g

$G_2$  - khối lượng vật liệu sót lại trên sàng 2mm sau thí nghiệm; g

- Căn cứ vào độ hao mòn Đêvan , phân đá thành :

$Q < 4\%$  - đá chống hao mòn rất khỏe

$Q = 4-6\%$  - đá chống hao mòn khỏe

$Q = 6-10\%$  - đá chống hao mòn trung bình

$Q = 10-15\%$  - đá chống hao mòn yếu

$Q > 15\%$  - đá chống hao mòn rất yếu

**\* 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 ( $d = 48 mm$ ;  $g = 405-450g$ ), cho máy quay N vòng với tốc độ 30-33 v/ph. Khi  $D_{max} \leq 20mm$  thì  $N = 500v$ ,  $n = 8,9,11$ ; khi  $D_{max} \geq 20mm$  thì  $N = 1000v$  ,  $n = 12$ . Sau đó đem 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 ( $d = 46,8 mm$  ;  $g = 390-445g$  ) , cho máy quay N vòng với tốc độ 30-33 v/ph. Sau đó đem sang qua sàng 1,71mm . Độ hao mòn được tính theo công thức như trên.

**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						5000
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				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

**CHƯƠNG II :****VẬT LIỆU ĐÁ THIÊN NHIÊN****§1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI****I. KHÁI NIỆM:****1. Vật liệu đá thiên nhiên:**

- Vật liệu đá thiên nhiên là vật liệu xây dựng được sản xuất ra từ đá thiên nhiên bằng phương pháp gia công cơ học như nổ mìn, đục, đập, cưa, v.v... Do đó, tính chất cơ lý, hóa học của vật liệu đá thiên nhiên vẫn giữ nguyên như của đá gốc. Vì vậy, để tìm hiểu tính chất của vật liệu đá thiên nhiên ta phải tìm hiểu tính chất của đá thiên nhiên.

**2. Đá thiên nhiên:**

- Đá thiên nhiên là những khối tổ hợp vô cơ có quy luật của một khoáng hay nhiều khoáng. Đá chỉ gồm một khoáng gọi là đá đơn khoáng, đá gồm nhiều khoáng gọi là đá đa khoáng.

- Khoáng vật là cơ sở kiến tạo nên đá thiên nhiên. Đó là một khối vật thể đồng nhất về thành phần hoá học, tính chất vật lý và kiến trúc tinh thể. Khoáng vật là những chất hoá học được tạo thành do kết quả của các quá trình hoá lý tự nhiên khác nhau xảy ra trong vỏ Trái đất.

\* Vật liệu đá thiên nhiên là loại vật liệu được dùng nhiều trong xây dựng.

- Công dụng: 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. Ngoài ra, còn dùng đá thiên nhiên để sản xuất các chất kết dính như vôi, thạch cao, xi măng.

- Ưu điểm: cường độ chịu nén cao, độ cứng cao, bền vững trong môi trường sử dụng, khả năng trang trí tốt và giá thành hạ, vì là vật liệu địa phương.

**II. PHÂN LOẠI ĐÁ THIÊN NHIÊN:**

- Có nhiều phương pháp khác nhau để phân loại đá thiên nhiên, song phương pháp hay dùng nhất là dựa vào điều kiện sinh thành và nguồn gốc của chúng, vì các yếu tố đó quyết định thành phần khoáng vật, cấu trúc tinh thể, kết cấu cũng như cường độ, tính bền vững và khả năng trang trí của đá.

- Theo phương pháp này, đá thiên nhiên được chia thành 3 nhóm chính: đá macma, đá trầm tích và đá biến chất.

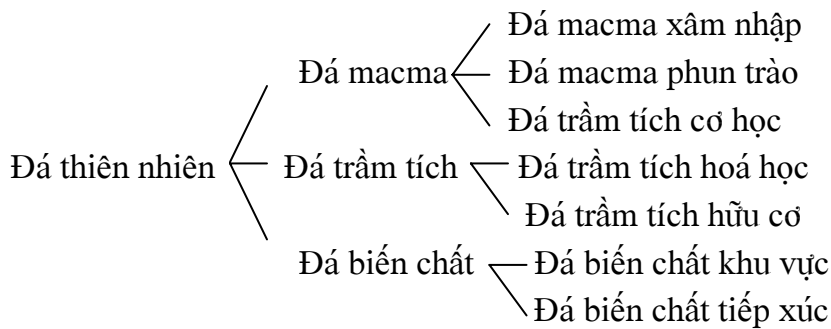
- Ngoài ra, căn cứ vào hàm lượng oxit silic có thể chia đá macma thành 4 loại:

\* Đá macma axit : khi hàm lượng  $\text{SiO}_2 > 65\%$

\* Đá macma trung tính : khi hàm lượng  $\text{SiO}_2 = 65- 55\%$

\* Đá macma bazơ : khi hàm lượng  $\text{SiO}_2 = 55- 45\%$

\* Đá macma siêu bazơ : khi hàm lượng  $\text{SiO}_2 < 45\%$



### III. PHÂN LOẠI VẬT LIỆU ĐÁ THIÊN NHIÊN:

#### 1. Căn cứ vào hình dáng, kích thước:

- Đá hộc: những viên chưa qua gia công đều gọt, không có dạng hình học xác định, kích thước  $150 \div 450\text{mm}$ ,  $G = 20 \div 40 \text{ kg}$ .
- Đá khối: những viên có qua gia công cơ học, hình dáng thường là khối hộp chữ nhật, thường được gọi là đá đẽo: đá đẽo thô, đá đẽo vừa, đá đẽo kỹ.
- Đá tấm : những viên có chiều dày bé hơn so với các kích thước còn lại.
- Đá dăm: đá có  $d = 5 \div 70 \text{ mm}$
- Cát: hạt có  $d = 0,14 \div 5 \text{ mm}$
- Bột đá:  $d < 0,14 \text{ mm}$

#### 2. Căn cứ vào khối lượng thể tích:

- Đá nặng:  $\text{KLTT} > 1800 \text{ kg/m}^3$
- Đá nhẹ:  $\text{KLTT} < 1800 \text{ kg/m}^3$

#### 3. Căn cứ vào cường độ:

- Đá nặng: có các Mac 100, 150, 200, 400, 600, 800, 1000
- Đá nhẹ: có các Mac 5, 10, 15, 75, 100, 150

#### 4. Căn cứ vào hệ số mềm:

- Đá có  $K_m < 0,6$  : dùng nơi khô ráo
- Đá có  $K_m = 0,6 \div 0,75$  : dùng nơi ít ẩm
- Đá có  $K_m = 0,75 \div 0,9$  : dùng nơi ẩm ướt
- Đá có  $K_m = 0,6 \div 0,75$  : dùng dưới nước

#### 5. Căn cứ vào mục đích xây dựng:

- Đá xây móng, làm cốt liệu cho bê tông, bê tông atphan, dùng làm vật liệu trang trí, đá ốp lát, dùng làm nguyên liệu sản xuất vôi, xi măng...

#### 6. Căn cứ vào quá trình sản xuất :

- Vật liệu đá có qua gia công cơ học
- Vật liệu đá không qua gia công cơ học

## §2. ĐÁ MACMA

### I. ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÀNH:

- Đá macma được tạo thành từ khối silicat nóng chảy trong lòng vỏ Trái đất xâm nhập vào vỏ quả đất hay phá vỡ lớp vỏ này phun lên trên bề mặt của vỏ Trái đất rồi nguội lạnh lại tạo thành.

- Macma xâm nhập nằm sâu hơn trong lòng vỏ Trái đất và có quá trình kết tinh chậm. Nó có cấu trúc tinh thể lớn, độ đặc chắc cao, khả năng chịu lực tốt, ít hút nước.

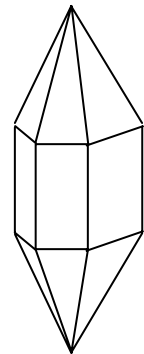
- Macma phun trào ở trên vỏ Trái đất và quá trình kết tinh nhanh dưới nhiệt độ và áp suất thấp nên có một bộ phận khoáng khoáng vật kết tinh với kích thước tinh thể bé, không hoàn chỉnh, còn phần lớn ở dạng vô định hình. Nó có nhiều lỗ rỗng, khả năng chịu lực kém nhưng độ hoạt tính lại cao...

### II. CÁC KHOÁNG VẬT TẠO ĐÁ:

#### 1. Nhóm silicat:

##### a. Thạch anh:

- Thạch anh có thành phần hoá học là  $\text{SiO}_2$  ở dạng kết tinh, tinh thể hình lăng trụ sáu cạnh, ít khi trong suốt mà thường có màu trắng sữa, độ cứng 7, khối lượng riêng  $2,65\text{g/cm}^3$ , có cường độ chịu nén cao, chống hao mòn tốt và tương đối ổn định với axit. Thạch anh có khả năng thay đổi thể tích tùy theo nhiệt độ. Ở  $t^\circ = 573^\circ\text{C}$  bị biến đổi thù hình, nở V 1,5 lần. Ở  $t^\circ = 1710^\circ\text{C}$  nóng chảy



Tinh thể  
Thạch anh  
anh

##### b. Nhóm fenspat:

- Gồm những aluminosilicat natri, kali và canxi được tạo thành khi macma kết tinh. Căn cứ vào tính chất cát khai, người ta chia fenspat ra làm 2 dạng: orthoclase - khi các mặt cát khai thẳng góc nhau và plagioclase - khi các mặt cát khai xiên góc với nhau (khoảng  $86^\circ 30'$ ).

- Có 3 loại : fenspat kali, fenspat natri, fenspat canxi



- Đặc tính cơ bản của fenspat là có màu trắng, trắng xám, vàng hồng đến đỏ, khối lượng riêng  $2,55 \div 2,76\text{g/cm}^3$ , độ cứng  $6 \div 6,5$ , cường độ chịu nén giới hạn  $1200 \div 1700\text{daN/cm}^2$ , khả năng chống phong hoá kém, kém ổn định đối với nước, đặc biệt là nước có chứa  $\text{CO}_2$ . Fenspat kali khi phong hoá tạo thành Caolinit.

- Fenspat dùng chủ yếu trong công nghệ sản xuất gạch men sứ và các thiết bị sứ vệ sinh.

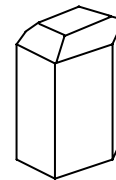
##### c. Nhóm phụ mica:

- Mica là những aluminosilicat ngậm nước rất phức tạp, phổ biến nhất là 2 loại biotit có màu nâu, đen và muscovit thường trong suốt. Độ cứng của mica rất thấp, nói chung từ  $2 \div 3$ , khối lượng riêng từ  $2,76 \div 3,2\text{g/cm}^3$ .

#### d. Nhóm khoáng vật sẫm màu:

- Ogyt: Thành phần hoá học phức tạp,  $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$  có màu đen phớt lục, phớt nâu; độ cứng  $5 \div 6$ , khối lượng riêng  $3,2 \div 3,6 \text{g/cm}^3$ , do macma nguội lạnh tạo thành.

- Amfibon: Thành phần phức tạp hơn piroxen, phổ biến nhất là hocblen và actinolit. Hocblen có tinh thể lăng trụ, màu lục hay nâu, độ cứng  $5 \div 6$ , khối lượng riêng  $3,1 \div 3,3 \text{g/cm}^3$ , do macma nguội lạnh tạo thành. Actinolit có tính chất lý học tương tự như hocblen, do ogyt biến đổi tính chất mà sinh ra, tinh thể hình sợi màu lục, độ cứng  $5,5 \div 6$ , khối lượng riêng  $2,9 \div 3 \text{g/cm}^3$ .



Tinh thể hocblen

### 3. Các loại đá macma thường gặp:

#### a. Đá macma xâm nhập:

##### \* Granit

- Granit (đá hoa cương) là loại đá axit có ở nhiều nơi, thành phần khoáng vật gồm có thạch anh ( $20 \div 40\%$ ), fenspat kali ( $40 \div 70\%$ ), mica ( $2 \div 20\%$ ) thường là mutcovit, ngoài ra còn một số khoáng vật màu sẫm như amfibon, piroxen. Trong granit, tỷ lệ octocla chiếm nhiều nhất nên quyết định màu của granit từ xám sáng tới hồng.

- Granit có cấu trúc tinh thể hạt, khối lượng thể tích  $2600 \div 2700 \text{kg/m}^3$ , cường độ chịu nén giới hạn từ  $1000 \div 2500 \text{daN/cm}^2$  hoặc cao hơn, cường độ chịu kéo bằng  $1/40 \div 1/60$  cường độ chịu nén. Độ hút nước nhỏ (dưới 1%), khả năng chống phong hoá rất cao, độ chịu lửa kém, có một số loại có màu sắc đẹp. Theo kích thước hạt, granit được chia thành ba loại: hạt nhỏ, vừa và thô.

- Đá granit được sử dụng chủ yếu để ốp trang trí mặt ngoài nhà cửa và các công trình đặc biệt, công trình công cộng, làm nền móng cầu, cống, đập. Ở nước ta, granit có nhiều ở Thanh Hoá, Tà Khoa, Phanxipăng, Cửa Rào, Núi Ông.

##### \* Sienit

- Sienit là loại đá trung tính, gồm những tinh thể có kích thước khác nhau. Thành phần sienit không có thạch anh nên tỷ lệ  $\text{SiO}_2$  nhỏ hơn nhiều so với granit. Thành phần khoáng vật chủ yếu của sienit là octocla, plagiocla axit và các khoáng vật màu sẫm như biotit, hocblen. Sienit màu tro hồng, khối lượng riêng  $2700 \div 2900 \text{kg/m}^3$ , khối lượng thể tích  $2400 \div 2800 \text{kg/m}^3$ , cường độ chịu nén giới hạn  $1500 \div 2000 \text{daN/cm}^2$ . Ứng dụng của sienit giống như granit.

##### \* Diorit

- Diorit là loại đá trung tính, thành phần chủ yếu gồm plagiocla trung tính (chiếm khoảng  $3/4$ ), hocblen, ogyt và biotit, thỉnh thoảng còn có thạch anh. Diorit thường có màu xám, xám lục, khối lượng thể tích  $2800 \div 3300 \text{kg/m}^3$ , cường độ chịu nén giới hạn  $1500 \div 2800 \text{daN/cm}^2$ .

- Diorit dai, có khả năng chống va chạm tốt, chống phong hoá cao và dễ đánh bóng nên được sử dụng để làm mặt đường và tấm ốp. Ở Việt Nam, diorit gặp nhiều ở Điện Biên Phủ.

**\* Gabro**

- Gabro là loại đá bazơ, thành phần gồm có plagiocla bazơ (khoảng 50%) và các khoáng vật màu sẫm như piroxen, amfibon và olivin. Cấu trúc của gabro tương tự như granit nhưng chủ yếu là loại hạt lớn.

Gabro thường có màu sẫm đen, khối lượng thể tích  $2800 \div 3300 \text{ kg/m}^3$ , cường độ chịu nén giới hạn  $2000 \div 3500 \text{ daN/cm}^2$ . Gabro dùng để sản xuất ra đá dăm, đá tấm để làm mặt đường và ốp bề mặt.

**b. Đá macma phun xuất:****\* Đá pocfia**

- Đá pocfia là loại đá axit, có thể chia thành nhiều loại : pocfia thạch anh - tương tự granit; pocfia thiếu thạch anh - tương tự sienit; và pocfiarit - tương tự diorit.

- Tính năng xây dựng của pocfia gần giống các loại đá xâm nhập nhưng do cấu trúc không đều và bị "xâm nhiễm" (sự có mặt của các hạt lớn fenspat) nên khả năng chống phong hoá kém hơn. Đá pocfia dùng sản xuất ra đá dăm và các cấu kiện khác.

- Ở Việt Nam, đá pocfia có ở Tà Khoa, Lai Châu và Kim Bôi (Hoà Bình).

**\* Đá diaba**

- Đá diaba là loại đá bazơ tương tự gabro, có kích thước hạt khác nhau, màu lục, cường độ chịu nén giới hạn đến  $4500 \text{ daN/cm}^2$ , khả năng chống va chạm tốt và ít bị mài mòn. Đá diaba dùng để sản xuất vật liệu đá làm đường.

**\* Đá trachit**

- Đá trachit là loại đá trung tính tương tự sienit, cấu tạo rỗng, khối lượng thể tích gần  $2200 \text{ kg/m}^3$ , cường độ chịu nén giới hạn  $500 \div 900 \text{ daN/cm}^2$ , thường có màu sáng hay xám sáng. Trachit dễ bị mài mòn và khả năng chống phong hoá kém. Đá trachit thường dùng xây tường và sản xuất đá dăm để chế tạo bê tông nhẹ.

**\* Đá andêzit**

- Đá andêzit là loại đá trung tính, thành phần gồm plagioca trung tính và các khoáng vật màu sẫm như ogit, khối lượng thể tích  $2200 \div 2700 \text{ kg/m}^3$ , cường độ chịu nén giới hạn  $600 \div 2400 \text{ daN/cm}^2$ , có màu xám đến xám sẫm. Andêzit tương tự như diorit nhưng có cấu tạo đặc và có tính axit hơn, thường dùng làm vật liệu chống axit và sản xuất ra tấm ốp hoặc đá dăm chế tạo bê tông axit.

**\* Đá bazan**

- Đá bazan là loại đá bazơ tương tự gabro. Bazan là loại đá phun xuất phổ biến nhất, khối lượng thể tích gần bằng khối lượng riêng và vào khoảng  $2900 \div 3300 \text{ kg/m}^3$ , cường độ chịu nén giới hạn có khi đạt đến  $5000 \text{ daN/cm}^2$ . Khi có vết nứt và lỗ rỗng thì cường độ giảm đi rất nhiều và có khi chỉ còn  $1000 \text{ daN/cm}^2$ .

Đá bazan có độ cứng lớn và giòn nên khó gia công, người ta dùng chủ yếu làm vật liệu rải mặt đường ô tô và làm cốt liệu chế tạo bê tông. Ngoài ra đá bazan còn dùng để chế tạo các thiết bị ống, tấm ốp chống ăn mòn hoá học vì khi nấu chảy rồi đúc lại nó có cường độ rất cao.

Ở nước ta, đá bazan có nhiều ở Tây Nguyên và còn có ở Vĩnh Linh, Phú Quỳ, Điện Biên.

**\* Các sản phẩm núi lửa ở dạng rời rạc hoặc ở dạng keo kết hoá.**

- Loại rời rạc như tro núi lửa, cát núi lửa, sỏi đá bọt.

- Loại keo kết hoá như tốp núi lửa, tốp dung nham, tórat.

Loại này có độ rỗng lớn  $r = 80\%$ , khối lượng thể tích bé bằng  $0,5 \text{ kg/l}$ , có hệ số truyền nhiệt từ  $0,12 \div 0,2$ , cường độ chịu nén rất nhỏ từ  $60 \div 100 \text{ daN/cm}^2$ .

Các loại này dùng làm cốt liệu cho bê tông nhẹ hay dùng làm phụ gia hoạt tính chịu nước.

### §3. ĐÁ TRẦM TÍCH

#### I. ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÀNH:

- Đá trầm tích là những loại đá, do các khoáng chất lắng đọng hay kết tủa trong nước, tích tụ thành từng khối sinh ra. Dưới tác động của nhiệt độ, nước, tác động hoá học mà một số đất đá bị phong hoá vỡ vụn ra. Nhờ có gió và nước cuốn đi, lắng đọng lại tạo thành từng lớp dưới áp lực của vỏ Trái đất. Qua các thời kỳ địa chất, lại gắn kết với nhau bằng các chất kết dính thiên nhiên.

- Căn cứ nguồn gốc sinh thành chia đá trầm tích thành 3 loại: đá trầm tích cơ học, hoá học và hữu cơ.

- Đá trầm tích cơ học: do các sản phẩm vụn nát sinh ra trong quá trình phong hoá các đá có trước, tích tụ hoặc lắng đọng trong nước tạo nên.

- Đá trầm tích hoá học: do các khoáng chất hoà tan trong nước, kết tủa, lắng đọng xuống rồi lại gắn kết với nhau lại tạo nên. Thành phần khoáng của nó đơn giản hơn.

- Đá trầm tích hữu cơ: do các xác động thực vật tạo thành.

#### II. CÁC KHOÁNG VẬT TẠO ĐÁ:

Trong nhóm này thường gặp nhất là thạch anh, opan và limonit.

##### a. Nhóm oxit silic:

###### \* Opan:

- Có cấu trúc tinh thể vô định hình, là oxit silic ngậm nước ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), màu trắng, vàng, đỏ hoặc không màu, trung bình chứa khoảng  $6 \div 34\%$  nước. Opan có thể kết hợp với vôi ở nhiệt độ thường tạo thành silicat nên còn gọi là chất hoạt tính. Khối lượng riêng  $2,5 \text{ g/cm}^3$ , độ cứng  $5 \div 6$ , giòn. Có thể tương tác với  $\text{Ca(OH)}_2$  ở nhiệt độ bình thường. Dùng làm chất phụ gia hoạt tính vô cơ.

###### \* Canxedoan:

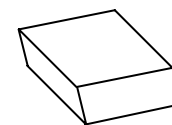
-  $\text{SiO}_2$  dạng vô định hình dạng sợi. Khối lượng thể tích  $2600 \text{ kg/m}^3$ , độ cứng 6.

\* **Thạch anh trầm tích:** lắng đọng trực tiếp từ dung dịch hay do tái kết tinh từ opan hay canxedoan



**b. Nhóm cacbonat:****\* Canxit:**

Tương đối phổ biến ở vỏ trái đất, thành phần hoá học là  $\text{CaCO}_3$ , ở dạng kết tinh, tinh thể khối mặt thoi, không màu hoặc màu sữa, khối lượng riêng  $2,6 \div 2,8 \text{g/cm}^3$ , độ cứng 3, ít hoà tan trong nước nhưng dễ tan trong nước có  $\text{CO}_2$ .



Tinh thể  
canxit

**\* Dolomit:**

Thành phần hoá học là  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ . Dolomit có tính chất lý học gần giống canxit nhưng cứng hơn, bền hơn và ít hoà tan trong nước hơn. Hoà tan mạnh trong dung dịch HCl nguội 10% ở dạng bột.

**\* Manhezit:**

Manhezit được tạo nên từ trầm tích, có thành phần hoá học là  $\text{MgCO}_3$ , màu trắng phớt vàng, độ cứng  $3,5 \div 4$ , khối lượng riêng  $2,9 \div 3,1 \text{g/cm}^3$ .

**c. Nhóm sunfat:****\* Thạch cao:**

Thạch cao có thành phần hoá học là  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  và là một khoáng vật điển hình của đá trầm tích, ở dạng kết tinh, tinh thể dạng bản, đôi khi dạng sợi, màu trắng, độ cứng  $1,5 \div 2$ , khối lượng riêng  $2,3 \text{g/cm}^3$ . Thạch cao dễ hoà tan trong nước, độ hoà tan lớn hơn canxit 75 lần.

**\* Anhydrit:**

Anhydrit có thành phần hoá học là  $\text{CaSO}_4$ , ở dạng kết tinh, tinh thể ở dạng tấm dày hoặc hình lăng trụ, màu trắng, đôi khi có màu xanh da trời, độ cứng  $3 \div 3,5$ , khối lượng riêng  $2,8 \div 3 \text{g/cm}^3$ , do trầm tích hoá học tạo thành.

**d. Nhóm khoáng vật sét**

**\* Caolinit :**  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

**\* Haloisit :**  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

**\* Nhóm Montmorilonit :**  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

**III. CÁC LOẠI ĐÁ TRẦM TÍCH THƯỜNG GẶP:****a. Đá trầm tích cơ học:****\* Cát:**

- Cát là hỗn hợp rời rạc của các loại đá khác nhau, có độ lớn từ  $0,15 \div 5 \text{mm}$ . Tùy theo điều kiện tạo thành mà có cát núi, cát sông và cát biển.

- Cát là thành phần quan trọng để sản xuất bê tông, vữa xây dựng, gạch silicat.

**\* Sỏi:**

Sỏi là loại hạt tròn cạnh, nhẵn có kích thước từ  $5 \div 70 \text{mm}$  được dùng rất nhiều làm cốt liệu lớn cho bê tông.

**\* Sa thạch:**

- Sa thạch là loại đá do các hạt cát thạch anh được xi măng hoá bằng đất sét, oxit silic, oxit sắt hay cacbonat canxi tạo nên. Cường độ của nó phụ thuộc vào chất lượng chất

kết dính thiên nhiên, trong đó sa thạch silic có cường độ cao nhất ( $R_n = 2000 daN/cm^2$ ), có độ cứng cao nhất và có giá trị xây dựng tốt nhất.

- Trong xây dựng dùng sa thạch silic làm đá dăm chế tạo bê tông và rải mặt đường.

### **b. Đá trầm tích hoá học**

#### **\* Đá vôi:**

- Có thành phần khoáng vật chủ yếu là  $CaCO_3$  và một số tạp chất như sét, thạch anh, oxit sắt,... Đá vôi được tạo thành trên các vịnh biển, vũng, hồ trên cơ sở các di tích động, thực vật cũng như sự lắng đọng hoá học; sự tích tụ của các vỏ sò, mảnh vỏ rêu rạc, rồi được lèn chặt bởi áp lực nước và được gắn kết bằng cacbonat canxi.

- Đá vôi có độ cứng 3,  $\gamma_0 = 1700 \div 2600 kg/m^3$ ,  $R_n = 100 \div 1000 daN/cm^2$ , màu trắng hoặc vàng xanh, xám, hung hung đỏ nếu có lẫn tạp chất. Căn cứ vào hàm lượng sét mà người ta chia đá vôi ra thành các loại như ở bảng sau.

Loại đá vôi	Tỷ lệ $CaCO_3$ (%)	Tỷ lệ sét (%)
Đá vôi tinh khiết	98 ÷ 100	2 ÷ 0
Đá vôi ít sét	90 ÷ 98	10 ÷ 2
Đá vôi nhiều sét	75 ÷ 90	25 ÷ 10
Đất sét vôi	40 ÷ 75	60 ÷ 25
Đất sét nhiều vôi	10 ÷ 40	90 ÷ 60
Đất sét ít vôi	2 ÷ 10	98 ÷ 90
Đất sét	0 ÷ 2	100 ÷ 98

#### **\* Đá đolomit**

#### **\* Đá manhezit**

#### **\* Thạch cao**

- Trong xây dựng, người ta dùng đá vôi để sản xuất ra đá dăm làm cốt liệu bê tông, rải mặt đường ô tô, mặt đường xe lửa, chế tạo tấm ốp, tấm lát và các cấu kiện kiến trúc, cũng như dùng để sản xuất ra vôi và xi măng.

### **b. Đá trầm tích hữu cơ**

#### **\* Đá vôi sò:**

- Đá vôi sò là loại đá rỗng, gồm các mảnh vỏ sò, hén được xi măng hoá bằng cacbonat canxi, thành phần khoáng vật chủ yếu là  $CaCO_3$ ,  $\gamma_0 = 600 \div 1500 kg/m^3$ ,  $R_n = 4 \div 130 daN/cm^2$ .

Đá vôi sò được dùng làm vật liệu xây dựng và làm cốt liệu bê tông nhẹ.

#### **\* Đá phấn:**

- Đá phấn là loại đá bao gồm các mảnh vụn của vỏ sò, vỏ hén, có thành phần như đá vôi song có cường độ nhỏ hơn.

Đá phấn dùng để sản xuất bột màu trắng hoặc để sản xuất ra vôi và xi măng.

#### **\* Diatomit và trepen:**

- Đây là các loại đá trầm tích thực vật, có chứa 80 ÷ 95% oxit silic vô định hình. Diatomit có thể ở trạng thái rời rạc hoặc gắn kết yếu, thường có độ rỗng lớn, màu trắng

vàng hay xám và được sinh ra ở hồ hay biển bởi các loại vỏ silic của động vật hoặc các loại tảo silic. Ngoài ra trong đá còn chứa một ít hạt sét và thạch anh.

- Đá trepen cũng rất giống diatomit, được cấu tạo từ những hạt opan hình cầu và một ít hạt sét, có màu trắng, đỏ hay đen, rất nhẹ,  $\gamma_o = 500 \div 1200 \text{ kg/m}^3$ .

Diatomit và trepen được dùng làm vật liệu cách nhiệt và làm phụ gia hoạt tính chịu nước cho các chất kết dính vô cơ.

## §4. ĐÁ BIẾN CHẤT

### I. ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÀNH:

- Khi gặp tác dụng của nhiệt độ cao và áp suất lớn, các loại đá macma và đá trầm tích bị biến đổi tính chất sinh ra đá biến chất.

- Căn cứ vào điều kiện sinh thành, chia đá biến chất thành 2 loại: đá biến chất khu vực và đá biến chất tiếp xúc.

- Đá biến chất khu vực: được tạo thành từ các loại đá bị biến đổi tính chất dưới tác dụng của áp suất lớn.

- Đá biến chất tiếp xúc: được tạo thành từ đá trầm tích bị biến chất do tác dụng của nhiệt độ cao.

### II. CÁC LOẠI ĐÁ BIẾN CHẤT THƯỜNG GẶP:

#### a. Đá gơnai (phiến ma):

Được tạo thành từ granit, dưới tác dụng của áp lực cao granit tái kết tinh và biến chất. Trong xây dựng đá phiến ma được dùng để làm tấm ốp lòng bờ kênh, lát vỉa hè.

#### b. Đá hoa:

- Được tạo thành do sự tái kết tinh của đá vôi dưới tác dụng của nhiệt độ cao hay áp suất lớn. Đá hoa bao gồm những tinh thể lớn hay nhỏ của canxit, liên kết với nhau rất chắc mà không cần chất xi măng hoá.

- Đá hoa có nhiều màu sắc như trắng, vàng, hồng, đỏ, đen, v.v... trong đá thường có những mạch nhỏ và vân hoa, cường độ chịu nén giới hạn thường là  $1200 \text{ daN/cm}^2$ , đôi khi đến  $3000 \text{ daN/cm}^2$ . Đá hoa dễ vỡ thành tấm mỏng và dễ mài nhẵn và đánh bóng.

- Đá hoa dùng để trang trí như chế tạo các tấm mỏng để ốp mặt công trình, làm bậc cầu thang, lát sàn nhà. Đá hoa có nhiều ở Thái Nguyên, Thanh Hoá.

#### c. Đá quãczit:

- Được tạo thành từ sa thạch thạch anh tái kết tinh có màu trắng, đỏ hay tím, có khả năng chống phong hoá tốt, cường độ chịu nén giới hạn đạt đến  $4000 \text{ daN/cm}^2$ , có độ cứng cao nên khó gia công.

- Đá quãczit dùng để xây gờ tựa cầu và trụ cầu, sản xuất tấm ốp dùng cho nhà cửa, làm đá dăm, đá học cho cầu đường, làm nguyên liệu sản xuất vật liệu chịu lửa.

#### d. Diệp thạch sét

- Có cấu tạo dạng phiến, do đất sét bị biến chất dưới tác dụng của áp lực lớn. Diệp thạch sét có màu xám sẫm, có tính ổn định đối với không khí, không bị nước phá hoại và dễ tách thành từng lớp mỏng, chủ yếu dùng làm tấm lợp rất giá trị.

**CHƯƠNG III****VẬT LIỆU GỐM XÂY DỰNG****§1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI****I. KHÁI NIỆM:**

- Vật liệu gốm xây dựng như gạch, ngói là những vật liệu đá nhân tạo, được sản xuất từ đất sét bằng cách tạo hình và nung ở nhiệt độ cao (qua quá trình gia công cơ học và gia công nhiệt). Do quá trình thay đổi lý, hoá trong khi nung nên vật liệu nung có tính chất khác hẳn với nguyên liệu ban đầu.

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

- Ưu điểm chính của vật liệu gốm là có cường độ tương đối cao, bền trong môi trường, dễ tạo ra nhiều hình dáng khác nhau và nhiều sản phẩm khác nhau, công nghệ sản xuất đơn giản, nguyên liệu sẵn có, giá thành thấp. Song vật liệu gốm vẫn còn những hạn chế là tương đối nặng ( $\gamma_0$  lớn), dễ hút nước, giòn, dễ vỡ, không phù hợp với thi công hiện đại: khó cơ giới hóa và tự động hóa quá trình thi công, tốn diện tích thi công, tốn thời gian. Việc xây dựng các lò nung thủ công làm mất diện tích canh tác nông nghiệp, gây ô nhiễm môi trường.

**II. PHÂN LOẠI :**

Sản phẩm gốm xây dựng rất đa dạng về chủng loại và tính chất. Để phân loại chúng, người ta căn cứ vào các cơ sở sau :

**1. Dựa vào tính năng xây dựng:**

- Vật liệu xây: các loại gạch đặc, gạch lỗ.
- Vật liệu lợp: các loại ngói.
- Vật liệu lát: tấm lát nền, lát đường, lát vỉa hè.
- Vật liệu ốp: ốp tường nhà, ốp cầu thang, ốp trang trí.
- Sản phẩm kỹ thuật vệ sinh: chậu rửa, bồn tắm.
- Sản phẩm cách nhiệt, cách âm: các loại gốm xốp.
- Sản phẩm chịu lửa: gạch samốt, gạch đinat.

**2. Dựa vào độ hút nước:**

- Gốm đặc: có độ hút nước  $H_p \leq 5\%$  như gạch lát nền, lát đường, lát kênh máng.
- Gốm rỗng: có độ hút nước  $H_p > 5\%$  như gạch xây các loại, ngói, gạch lá nem.

**3. Dựa vào nhiệt độ nung:**

- Gốm thô: nhiệt độ nung thấp, thường có cấu trúc hạt lớn, sản xuất đơn giản như gạch ngói, tấm lát, ống nước.
- Gốm tin: nhiệt độ nung cao, thường có cấu trúc hạt mịn, sản xuất phức tạp như gạch trang trí, sứ vệ sinh.

## §2. NGUYÊN LIỆU CHỦ YẾU ĐỂ SẢN XUẤT VẬT LIỆU GỐM - ĐẤT SÉT

### I. THÀNH PHẦN KHOÁNG HÓA:

- Nguyên liệu chính để chế tạo vật liệu gốm là đất sét nhưng có thể pha thêm phụ gia để cải tiến công nghệ sản xuất và điều chỉnh một số tính chất.

#### 1. Thành phần hoá học:

-  $SiO_2$  : đây là thành phần quan trọng của đất sét, chủ yếu nằm trong các khoáng dẻo và một bộ phận là  $SiO_2$  tự do nằm ở dạng sa thạch thạch anh, opan, canxedoan.  $SiO_2$  là thành phần quyết định tính chất sản phẩm, nhất là cường độ và quyết định khả năng chống co của đất sét trong quá trình phơi, sấy và nung. Khi hàm lượng  $SiO_2$  quá nhiều thì đất sét sẽ kém dẻo, khi  $SiO_2$  quá ít thì cường độ sản phẩm thấp.

-  $Al_2O_3$  : là thành phần quan trọng, chủ yếu là nằm trong khoáng dẻo.  $Al_2O_3$  quyết định tính dẻo cho đất sét và tính chịu lửa cho sản phẩm. Khi hàm lượng  $Al_2O_3$  tăng thì tính dẻo của đất sét tăng, tính chịu lửa tăng nhưng nhiệt độ nung cao hơn. Khi hàm lượng  $Al_2O_3$  quá ít thì đất sét kém dẻo không tạo hình được, khi  $Al_2O_3$  quá nhiều thì đất sét trở nên quá dẻo, sản phẩm sẽ bị biến dạng.

-  $Fe_2O_3$  : là thành phần thứ yếu trong đất sét có tác dụng hạ nhiệt độ nung. Khi hàm lượng  $Fe_2O_3$  nhiều thì nhiệt độ nung thấp nhưng chất lượng sản phẩm không cao. Đối với đất sét sản xuất thường (gạch, ngói), yêu cầu hàm lượng  $Fe_2O_3$  nhỏ hơn 7%, đối với đất sét sản xuất gốm, sứ hàm lượng  $Fe_2O_3$  phải bằng 0 (để sản phẩm đảm bảo có màu trắng).

Ngoài ra trong đất sét còn có một số tạp chất khác, nếu là  $MgO$ ,  $CaO$  thì cần phải hạn chế vì nó gây nở thể tích làm nứt sản phẩm.

#### 2. Thành phần khoáng:

\* Các khoáng dẻo: Thành phần chủ yếu của đất sét là các khoáng dẻo do penspat phong hóa tạo thành. Đó là các alumôsilicat ngậm nước có công thức :  $mAl_2O_3.nSiO_2.pH_2O$ . Tùy theo điều kiện của từng môi trường mà các khoáng tạo ra có thành phần khác nhau :

+ Khoáng caolinit:  $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$

+ Khoáng halosit:  $Al_2O_3.2SiO_2.4H_2O$

+ Khoáng montmorilonit :  $Al_2O_3.4SiO_2.2H_2O$

- Khoáng caolinit có khả năng chịu lửa tốt. Khoáng montmorilonit có độ phân tán cao, khả năng hấp phụ và trương phồng lớn, có độ dẻo, độ co khi sấy và nung cao. Vì vậy đất sét chứa nhiều khoáng montmorilonit thường dùng làm phụ gia cho đất sét kém dẻo, phụ gia chống thấm nước. Đất sét chỉ chứa khoáng caolinit gọi là đất cao lạnh (màu trắng). Khoáng halosit có tính chất trung bình giữa hai loại khoáng trên.

\* Các khoáng  $SiO_2$  tự do: như sa thạch thạch anh, opan, canxedoan...

Ngoài ra, trong đất sét còn chứa các tạp chất vô cơ và hữu cơ khác như: mica, thạch anh, hợp chất cacbonat ( $CaCO_3$ ,  $MgCO_3$ ), các hợp chất sắt  $Fe(OH)_3$ ,  $FeS_2$ , tạp chất hữu cơ thì ở dạng than bùn, bitum. Các tạp chất nói trên đều ảnh hưởng đến tính chất của đất sét.

- Đất sét có màu sắc rất khác nhau: từ màu trắng, nâu, xanh, xám đến màu đen. Màu sắc của đất sét do các tạp chất vô cơ và hữu cơ quyết định. Khi nung các tạp chất hữu cơ cháy hết, do đó màu sắc của sản phẩm phụ thuộc chủ yếu vào tạp chất sắt; tùy lượng oxit sắt mà sản phẩm có nhiều màu khác nhau.

#### Màu sắc sản phẩm gốm theo hàm lượng oxit sắt ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

Hàm lượng $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (%)	0,8	1,3	2,7	4,2	5,5	8,5	10
Màu của sản phẩm nung	trắng	trắng đục	vàng nhạt	vàng	hồng nhạt	hồng	nâu hồng

Thành phần hoá học của đất sét dùng để sản xuất gạch ngói thường dao động trong phạm vi như ở bảng sau:

#### Thành phần hoá học của đất sét sản xuất gạch ngói bình thường

$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$ tự do	CaO	MgO	Muối kiềm
40 ÷ 60%	8 ÷ 22%	1 ÷ 7%	15 ÷ 30%	0,5 ÷ 4,5%	0,5 ÷ 3%	1 ÷ 3%

## II. PHÂN LOẠI:

### 1. Dựa vào lượng ngậm sét:

- Hạt có  $d < 0,005\text{mm}$  là hạt sét ; từ  $0,005 \div 0,14\text{mm}$  là hạt bụi ; từ  $0,14 \div 5\text{mm}$  là hạt cát. Theo lượng ngậm sét, người ta chia đất sét thành 4 loại :

- Đất sét nặng: có lượng ngậm sét lớn hơn 60 %
- Đất sét dẻo trung bình: có lượng ngậm sét từ 30 ÷ 60%
- Đất sét pha cát: có lượng ngậm sét từ 10 ÷ 30%
- Cát: có lượng ngậm sét từ 0 ÷ 5%

### 2. Dựa vào nhiệt độ nung:

Theo nhiệt độ nung, đất sét được chia thành 3 loại:

- Đất sét chịu lửa có nhiệt độ nung lớn hơn  $1580^\circ\text{C}$  và thành phần dễ chảy như  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nhỏ hơn 10%.

- Đất sét khó chảy có nhiệt độ nung từ  $1350 \div 1580^\circ\text{C}$  và thành phần dễ chảy như  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  từ 10 ÷ 15%

- Đất sét dễ chảy có nhiệt độ nung nhỏ hơn  $1350^\circ\text{C}$  và thành phần dễ chảy như  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  lớn hơn 15%.

## III. CÁC TÍNH CHẤT CỦA ĐẤT SÉT:

### 1. Tính dẻo:

#### a. Khái niệm:

- Tính dẻo của đất sét là tính chất dễ tạo hình của hỗn hợp đất sét khô nhào trộn đều với nước, hỗn hợp này có khả năng tạo ra hình dáng dưới tác dụng của ngoại lực và giữ

nguyên hình dáng đó khi loại bỏ ngoại lực. Nhờ tính dẻo, ta có thể tạo hình cho sản phẩm và cũng nhờ đó mà sản phẩm giữ được hình dáng trong suốt quá trình sản xuất.

**b. Nguyên nhân:**

Đất sét khô không có tính dẻo, tính dẻo chỉ xuất hiện khi đất sét khô tương tác với nước. Những nguyên nhân chủ yếu tạo ra tính dẻo cho đất sét là bản thân đất sét có cấu tạo dạng lớp, có khả năng trao đổi ion và hấp phụ nước.

**c. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính dẻo:**

Tính dẻo phụ thuộc vào thành phần hoá học (lượng khoáng dẻo tăng thì tính dẻo tăng) và phụ thuộc vào thành phần hạt (nhiều hạt sét thì dẻo, nhiều cát thì kém dẻo).

**d. Cách xác định:**

- **Hệ số dẻo K:** lấy đất sét khô nghiền mịn trộn với 17 - 30 % nước rồi viên thành các viên bi có đường kính từ 4 ÷ 6 cm rồi đem vào ép với tải trọng P tăng dần từ 5kN, 7,5kN, 10kN ... cho đến viên bi đầu tiên xuất hiện vết nứt.

- Hệ số dẻo K tính như sau :

$$K = Pa ; kN.cm$$

trong đó : K - hệ số dẻo của đất sét, kN.cm

P - tải trọng tương ứng với lúc có vết nứt, kN

a - độ biến dạng dư của viên bi, cm

Thường đất sét có hệ số dẻo  $K = 30 \div 35 kN.cm$

- **Căn cứ vào độ co khô trong không khí:** đem đất sét khô nghiền mịn trộn với lượng nước yêu cầu rồi tạo thành mẫu có hình dạng hình học. Sau đó phơi khô ngoài không khí rồi xác định độ co tương đối. Đất sét càng dẻo thì nước yêu cầu càng cao và độ co càng lớn. Dựa theo phương pháp này, đất sét được chia thành 3 loại:

- Đất sét nặng (dẻo cao): nước yêu cầu > 28 %, độ co 10 ÷ 15%

- Đất sét dẻo trung bình: nước yêu cầu trong khoảng 20 ÷ 28 %, độ co 7 ÷ 10%

- Đất sét kém dẻo: nước yêu cầu < 20 %, độ co 5 ÷ 7%

- **Xác định chỉ số dẻo D :**

$$D = W_{ch} - W_{lv} ; \%$$

trong đó :  $W_{ch}$  - độ ẩm giới hạn giữa trạng thái dẻo và trạng thái chảy nhão, %

$W_{lv}$  - độ ẩm giới hạn giữa trạng thái dòn và trạng thái dẻo, %

**e. Các biện pháp thay đổi tính dẻo:**

- Muốn tăng độ dẻo của đất sét có thể cho thêm đất sét dẻo cao (đất sét montraonilomit), tăng cường gia công cơ học (đập, nghiền, trộn, ngâm, ủ) hoặc có thể dùng phụ gia tăng dẻo (nước có chứa mật đường, thải phẩm công nghiệp giấy).

- Ngược lại, muốn giảm độ dẻo có thể cho thêm các phụ gia trơ như bột đá, cát, samót; phụ gia cháy như bột than, mùn cưa hoặc tăng tốc độ gia nhiệt.

**2. Sự co nở thể tích của đất sét trong quá trình phơi, sấy và nung:**

**a. Hiện tượng:**

- Trong quá trình phơi, sấy và nung, thể tích của đất sét bị giảm kèm theo các dấu hiệu cong, vênh, nứt nẻ.

- Độ co là độ giảm kích thước và thể tích của đất sét khi sấy khô (co không khí) và khi nung (co lửa). Độ co được tính bằng % so với kích thước ban đầu.

**b. Các giai đoạn co:**

- Độ co khi sấy là sự giảm kích thước do quá trình mất nước trong các ống mao quản, làm giảm áp lực mao dẫn khiến các phần tử đất xích lại gần nhau. Kết quả đất sét bị co. Tùy thuộc vào từng loại đất sét, độ co khi sấy dao động trong khoảng từ 2 ÷ 3% đến 10 ÷ 12 %.

- Độ co khi nung chủ yếu là do các thành phần dễ chảy của đất sét chảy ra, các hạt đất sét tại chỗ đó có xu hướng xích lại gần nhau. Độ co từ 2 ÷ 3% tùy thuộc vào loại đất.

- Độ co tổng cộng của đất sét là tổng độ co khi sấy và khi nung, thường dao động trong khoảng 5 ÷ 18%.

**c. Khắc phục:**

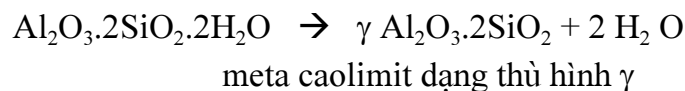
- Để giảm co khi sấy thông thường người ta trộn thêm phụ gia gây như bột đất sét nung non, bột cát hoặc phụ gia cháy. Ngoài ra cho nước bay hơi từ từ bằng cách phơi trong nhà có mái lợp hoặc đập bằng rơm, rạ, sấy bằng đường hầm.

**3. Các phản ứng hóa lý xảy ra trong quá trình nung:**

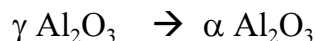
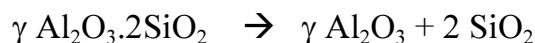
- Khi  $t^{\circ} = 100 \div 130^{\circ}\text{C}$ : nước tự do trong đất sét bay hơi, đất sét bị co.

- Khi  $t^{\circ} = 200 \div 450^{\circ}\text{C}$ : nước hấp thụ bay hơi, chất hữu cơ cháy, đất sét tiếp tục co và có thể gây ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  chuyển thành  $\text{FeO}$  tạo ra môi trường khử.

- Khi  $t^{\circ} = 450 \div 550^{\circ}\text{C}$ : chất hữu cơ cháy hết, nước hóa học tách ra và đất sét mất tính dẻo do caolinit chuyển thành metacaolinit:



- Khi  $t^{\circ} = 550 \div 880 \div 980^{\circ}\text{C}$  thì các phản ứng phân giải bắt đầu xảy ra:



- Khi  $t^{\circ} = 1000 \div 1200 \div 1420^{\circ}\text{C}$  thì các phản ứng kết hợp bắt đầu hình thành tạo ra các khoáng vật chính cho sản phẩm.



- Quá trình kết khối xảy ra, thể tích bị co, khối lượng thể tích của sản phẩm tăng do xuất hiện pha lỏng. Nhiệt độ càng cao sự chuyển hoá silimanit thành mulit càng mạnh và phản ứng kết thúc ở nhiệt độ  $1370 \div 1420^{\circ}\text{C}$ . Khoáng mulic là khoáng chính rất quan trọng vì nó hình thành nên bộ khung chịu lực của sản phẩm và làm cho sản phẩm có tính bền nhiệt.

Trong giai đoạn đầu của vùng dung kết này :

+ Nhiệt độ  $> 1000^{\circ}\text{C}$ : một phần bắt đầu chảy lấp đầy các chỗ trống làm cho sản phẩm đặc, chắc .



+ Khi  $t^{\circ} = 1050 \div 1450^{\circ}C$ : đất sét đạt trạng thái chảy tới hạn, nghĩa là tất cả các bộ phận dễ chảy đã chảy hết ra lấp đầy tất cả các lỗ rỗng, lúc đó sản phẩm sẽ đặc chắc nhất nhưng chưa bị biến dạng. Hiện tượng này gọi là hiện tượng dung kết và nhiệt độ đó gọi là nhiệt độ dung kết.

+ Nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ dung kết: toàn bộ khối đất sét sẽ chảy lỏng ra. Hiện tượng đó gọi là hiện tượng chảy và nhiệt độ đó gọi là nhiệt độ chảy.

Như vậy :  $t^{\circ}_{\text{nung}} = t^{\circ}_{\text{dk}} \div t^{\circ}_{\text{ch}}$

Đất sét thuận lợi cho quá trình nung có :

$$\Delta t = t^{\circ}_{\text{cháy}} - t^{\circ}_{\text{dk}} = 70 \div 100^{\circ} C$$

#### 4. Các tính chất khác:

- Tính chịu lửa: do hàm lượng  $Al_2O_3$  qui định
- Màu: do hàm lượng  $Fe_2O_3$  qui định.

### IV. PHỤ GIA:

- Ngoài nguyên liệu chính là đất sét, người ta còn pha thêm vào đất sét các vật liệu phụ nhằm cải thiện một số tính chất của đất sét. Các vật liệu phụ thường dùng là : vật liệu gầy, phụ gia cháy và phụ gia tăng dẻo, phụ gia hạ nhiệt độ nung và men.

#### 1. Vật liệu gầy:

- Pha trộn vào đất sét nhằm giảm độ dẻo, giảm độ co khi phơi sấy và nung. Vật liệu gầy thường dùng là samôt, đất sét mất nước, cát, tro nhiệt điện, xỉ hoạt hóa.

- *Samôt* là vật liệu gồm dạng hạt (cỡ hạt  $0,14 \div 2mm$ ), được chế tạo bằng cách nghiền đất sét khó chảy, chịu lửa, được nung trước ở nhiệt độ nung sản phẩm. Nó cũng có thể được chế tạo từ thải phẩm gạch nung non lửa. Samôt có tác dụng cải thiện tính chất khi sấy và nung đất sét. Vì vậy, nó được dùng để sản xuất các sản phẩm có chất lượng cao như gạch ốp, vật liệu bền nhiệt, v.v...

- *Đất sét nung non* được chế tạo bằng cách nung đất sét ở nhiệt độ  $700 \div 750^{\circ}C$  để khử nước hoá học. Nó được dùng với hàm lượng  $30 \div 50\%$  nhằm cải thiện tính chất của phối liệu khi sấy và hình dạng bên ngoài của gạch.

- *Cát* với cỡ hạt  $0,5 \div 2mm$  được dùng với hàm lượng  $10 \div 25\%$ . Nếu hàm lượng của cát lớn hơn sẽ làm giảm cường độ và độ bền nước của sản phẩm gốm.

- *Xỉ hoạt hoá* (với cỡ hạt đến  $2mm$ ) là phụ gia gầy có hiệu quả cao.
- *Tro nhiệt điện* vừa là phụ gia gầy, vừa là phụ gia cháy.

#### 2. Phụ gia cháy và phụ gia tăng dẻo:

- *Phụ gia cháy* như mùn cưa, phoi bào, thải phẩm của các xí nghiệp làm giàu than đá, tro nhiệt điện, bã giấy,... không những có tác dụng làm tăng độ rỗng của gạch mà còn làm cho quá trình gia công nhiệt đồng đều hơn.

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

**3. Phụ gia hạ nhiệt độ nung:**

- Còn được gọi là chất trợ dung có tác dụng cải thiện quá trình gia công nhiệt của sản phẩm. Nó có tác dụng hạ nhiệt độ kết khối, làm tăng cường độ và độ đặc của sản phẩm. Phụ gia hạ nhiệt độ nung có hai nhóm :

- *Nhóm thứ nhất* bao gồm những chất bản thân chúng có nhiệt độ nóng chảy thấp như fenspat, pecmatic, sienit, v.v...

- *Nhóm thứ hai* gồm những chất bản thân nó có nhiệt độ nóng chảy cao, nhưng trong quá trình nung có khả năng kết hợp với các thành phần phối liệu khác để tạo ra những sản phẩm có nhiệt độ nóng chảy thấp (canxit, đolômit, ...).

**4. Men:**

- Là lớp thủy tinh lỏng mỏng (chiều dày  $0,1 \div 0,3mm$ ) phủ lên bề mặt sản phẩm gốm, khi nung có khả năng bám dính tốt với sản phẩm. Lớp men có tác dụng bảo vệ sản phẩm chống lại tác động của môi trường, tăng tính chống thấm và nhiều tính chất khác, đồng thời tăng vẻ mỹ quan cho vật liệu gốm.

- Những thành phần nguyên liệu chính của men là cát thạch anh, cao lanh, fenspat, muối của kim loại kiềm và kiềm thổ, oxit chì, oxit boric, borat ( $Na_2B_2O_3 \cdot 10H_2O$ ), v.v...

- Men dùng để sản xuất vật liệu gốm rất đa dạng: có thể là men màu hoặc men không màu, men trong hoặc men đục, men bóng hoặc men không bóng, men sứ hoặc men sành và có loại men trang trí... Vì vậy việc chế tạo men là rất phức tạp.

**§3. GẠCH ĐẤT SÉT NUNG****I. QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT:**

Quá trình sản xuất gạch đất sét nung bao gồm các bước sau: khai thác nguyên liệu → nhào trộn → tạo hình → phơi sấy → nung → kiểm tra.

**1. Khai thác nguyên liệu:**

- Người ta khai thác đất bằng máy đào hay thủ công. Cần chú ý loại bỏ  $30 \div 40cm$  đất trông trọt ở phía trên để loại bỏ cỏ rác, rễ cây, sỏi đá, v.v... Thường sản xuất 1 triệu viên gạch cần khai thác  $2000m^3$  đất. Đất có màu gan gà, vàng đỏ lẫn lộn, đất thịt pha sỏi con kiến đều làm gạch được.

- Sau khi khai thác, đất sét được ủ trong bể có mái lợp hoặc đánh thành đồng ngoài trời. Mục đích ủ là để cho độ ẩm của đất được đồng đều, do đó độ dẻo và co ngót đồng đều, quá trình tạo hình dễ dàng và chất lượng sản phẩm cao.

**2. Nhào trộn:**

Mục đích là tạo được một hồ đất sét đồng đều về màu sắc, độ ẩm, tính chất cơ lý, thành phần khoáng hóa, cỡ hạt để dễ tạo hình. Nếu nhào trộn tốt thì khâu gia công dễ dàng, chất lượng gạch đều. Tùy phương pháp sản xuất gạch là khô hay dẻo mà có thiết bị nhào luyện khác nhau.

\* *Phương pháp dẻo*: đất được nhai trong máy nhai và sau đó trộn trong máy trộn với độ ẩm từ  $18 \div 25\%$  cho đến khi thành một khối đồng nhất. Khi nhào trộn phải điều

chỉnh độ dẻo cho thích hợp bằng cách thêm đất sét béo hoặc bột gạch, hoặc cát tùy theo đất kém dẻo hay quá dẻo.

\* *Phương pháp khô*: Đất được nghiền mịn sau đó trộn trong máy trộn với độ ẩm từ  $8 \div 12\%$  cho đến khi thành một khối đồng nhất.

### 3. Tạo hình:

Việc tạo hình thành gạch mộc thường được cơ giới hoá với các phương pháp sau:

\* *Phương pháp tạo hình dẻo*: đất sét sau khi nhào trộn có độ ẩm  $W = 18 \div 25\%$ , dùng máy ép Lento có lực ép  $30 \text{ daN/cm}^2$ . Phương pháp này có ưu điểm là dễ tạo hình, năng suất cao nhưng tốn nhiên liệu để phơi, sấy, nung.

\* *Phương pháp tạo hình khô*: đất sét sau khi nhào trộn có độ ẩm  $W = 8 \div 12\%$ , dùng máy ép thủy lực có lực ép từ  $200 \div 300 \text{ daN/cm}^2$ . Kích thước sản phẩm chính xác, độ đặc chắc cao, ít tốn nhiên liệu nhưng khó tạo hình.

\* *Phương pháp bùn nhão*: đất được trộn với độ ẩm rất lớn thành bùn nhão. Phương pháp này để sản xuất những loại sản phẩm hình dáng phức tạp.

### 4. Phơi sấy:

- Gạch đúc xong có độ ẩm cao quá, nếu đem nung ngay sẽ bị cong vênh, nứt tách. Do đó cần sấy hoặc phơi để nước bay hơi từ từ, đến khi độ ẩm của gạch còn  $5 \div 8\%$  mới được đưa vào lò nung. Có thể phơi gạch mộc ngoài trời và mất  $8 \div 15$  ngày. Phơi như vậy dễ tổn nhiên liệu, thiết bị nhưng tốn thời gian và phụ thuộc vào thời tiết.

- Đối với xí nghiệp lớn, người ta sấy bằng đường hầm, buồng sấy hoặc phòng sấy. Thường nhiệt độ sấy từ  $40 \div 90^\circ\text{C}$  và thời gian sấy khoảng  $2 \div 3$  ngày. Sấy gạch theo phương pháp này tốn nhiên liệu và thiết bị máy móc nhưng ít tốn thời gian và không phụ thuộc vào thời tiết.

### 5. Nung:

- Gạch mộc trước khi vào lò nung cần có độ ẩm thấp và các viên có độ ẩm bằng nhau. Quá trình nung có 3 giai đoạn : nung trước  $\rightarrow$  nung  $\rightarrow$  làm nguội.

- Ở giai đoạn nung trước, gạch mộc mất nước dần dần, các chất hữu cơ bị cháy hết. Ở giai đoạn nung, các hạt sét cứng lại, các oxit kim loại bắt đầu đổi màu và gạch co rút kích thước. Ở giai đoạn làm nguội, gạch được nguội từ từ để tránh biến dạng nhiệt; khi ra khỏi lò, nhiệt độ gạch từ  $50 \div 60^\circ\text{C}$ .

- Có 2 loại lò nung gạch:

\* *Lò nung gián đoạn*: nung từng mẻ một, xong mẻ này lại dỡ ra và xếp mẻ mới. Loại này công suất nhỏ, thường dùng cho các lò thủ công địa phương. Chất lượng gạch không đều.

\* *Lò nung liên tục*: gồm có lò Hopman và tuynel.

*Lò vòng Hopman*: có hình bầu dục, nhiều buồng ngăn, mỗi buồng có cửa riêng để ra vào lò, có cửa thông nhau và có cửa dẫn khói thông ra ống khói chung ở giữa lò. Loại lò này có ưu điểm là hiệu suất sử dụng nhiệt cao: không khí lạnh vào làm nguội khu vực nung xong, đồng thời không khí được đốt nóng trước khi vào khu nung; qua khỏi khu

nung, không khí nóng lại nung trước gạch và tiếp tục sấy gạch mới vào. Nhược điểm của loại lò này là lửa khó đều, khó cơ khí hoá khâu ra vào lò. Ở Việt Nam thường dùng lò Hopman, chiều dài vòng lò thường 200m.

*Lò tuynel*: khả năng cơ khí hoá rất cao, lò dài từ 60 ÷ 150m, diện tích sử dụng thường là 3,5 ÷ 5,5m<sup>2</sup>. Lò gồm 3 khu: nung trước, nung, làm nguội. Thời gian nung nhanh hơn lò Hopman, điều kiện làm việc được cải thiện, lò dễ dàng tự động hoá và có thể dùng nhiên liệu rắn hoặc lỏng.

**II. CÁC TÍNH CHẤT VÀ YÊU CẦU KỸ THUẬT:**

**1. Hình dáng, kích thước :** TCVN 1451-1998

- Gạch đặc nén dẻo có kích thước 220x105x60mm, gạch ống có kích thước 220x105x105mm, cho phép sai số Δl<sub>dài</sub> = ± 5mm, Δl<sub>rộng</sub> = ± 3mm, Δl<sub>cao</sub> = ± 2mm.

- Viên gạch phải bằng phẳng, không được cong, vênh, sứt mẻ, màu phải đẹp và đều, tiếng gõ trong, độ lồi lõm không quá ± 3mm. Trên bề mặt không quá 5 vết nứt, mỗi đường dài không quá 15mm và sâu không quá 1mm, mặt bên không quá 3 vết nứt, dài không quá 10mm, sâu không quá 1mm.

**2. Cường độ:**

**a. Cường độ nén:**

- Đối với gạch đặc nén dẻo (chiều dày < 2/3 chiều rộng viên gạch): cắt đôi viên gạch gắn đối đầu lên nhau, dùng vữa mác 50 gắn 2 nửa viên lại và lát láng bề mặt, để khô trong 3 ngày rồi mang đi nén .

- Đối với gạch rỗng ( chiều dày > 2/3 chiều rộng ) thì mẫu thử là một nửa viên gạch được láng mặt bằng vữa mac 50 và để 3 ngày.

- Cường độ nén của gạch tính theo công thức :

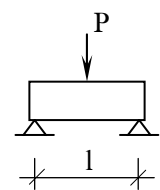
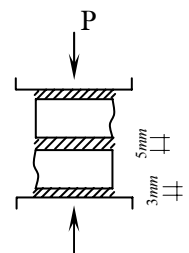
$$R_n = \frac{P}{F}$$

**b. Cường độ uốn:**

Đặt viên gạch lên 2 đầu gối tựa chiều dài l, lực tập trung P đặt ở giữa.

Cường độ uốn của gạch tính theo công thức:

$$R_u = \frac{M}{W} = \frac{3Pl}{2bh^2}$$



**Bảng phân loại gạch đặc nén dẻo theo cường độ**

Loại	Mac gạch	Giới hạn bền không nhỏ hơn (daN/cm <sup>2</sup> )			
		TB 5 mẫu	Bé nhất	TB 5 mẫu	Bé nhất
Đặc biệt	150	150	125	28	14
I	125	125	100	25	12
II	100	100	75	22	11
III	75	75	50	18	9
IV	50	50	35	16	8

**Bảng phân loại gạch rỗng nén dẻo theo cường độ**

Loại	Mac gạch	Giới hạn bền không nhỏ hơn ( $daN/cm^2$ )			
		TB 5 mẫu	Bé nhất	TB 5 mẫu	Bé nhất
I	125	125	100	18	9
II	100	100	75	16	8
III	75	75	50	14	7
IV	50	50	35	12	6

**3. Độ hút nước:**

- Có 2 phương pháp để xác định độ hút nước của gạch:

\* *Phương pháp ngâm mẫu từ từ*: sấy khô mẫu rồi cân, sau đó ngâm mẫu trong thùng ngâm với thời gian 48 giờ cho bão hoà nước, vớt mẫu ra cân lại.

\* *Phương pháp đun trong nước sôi*: sấy khô mẫu rồi cân, sau đó cho mẫu vào thùng đun sôi trong 4 giờ, vớt mẫu ra cân lại.

- Độ hút nước (theo khối lượng) tính theo công thức sau :

$$H_p = \frac{G_1 - G_0}{G_0} \times 100\%$$

trong đó :  $G_1$  - khối lượng mẫu sau khi bão hòa nước

$G_0$  - khối lượng mẫu khô

- Gạch đặc thường có độ hút nước theo khối lượng từ 8 - 18%

**4. Khối lượng riêng, khối lượng thể tích :**

- *Khối lượng riêng* : dùng phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng

+ Dụng cụ: bình tỷ trọng

+ Chất lỏng: dầu hỏa

- *Khối lượng thể tích*: sấy khô mẫu gạch thí nghiệm đem cân rồi xác định thể tích của mẫu đó bằng phương pháp cân đo bình thường hoặc bằng phương pháp bọc parafin hay ngâm bão hoà nước.

Khối lượng riêng của gạch:  $2,5 \div 2,7 \text{ g/cm}^3$

Khối lượng thể tích của gạch đặc:  $1,7 \div 1,9 \text{ g/cm}^3$

Khối lượng thể tích của gạch rỗng:  $1,1 \div 1,4 \text{ g/cm}^3$

**5. Các tính chất khác :**

- Hệ số truyền nhiệt của gạch đặc :  $0,5 \div 0,8 \text{ Kcal/m}^{\circ}\text{C.h}$

- Hệ số truyền nhiệt của gạch rỗng :  $0,4 \text{ KCal/m}^{\circ}\text{C.h}$

**§4. NGÓI ĐẤT SÉT NUNG****I. YÊU CẦU VÀ NGUYÊN LIỆU, THIẾT BỊ:**

- *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.

- Về yêu cầu kỹ thuật có khác hơn so với gạch: cường độ uốn cao hơn, độ hút nước nhỏ hơn, bề mặt nhẵn mịn hơn...
- Nguyên liệu: đất sét sản xuất ngói phải dẻo hơn, ít cát và các tạp chất như  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ... Khi nung, nhiệt độ phải cao hơn nhiệt độ dung kết để ngói được đặc chắc hơn.
- Thiết bị để tạo hình: tạo hình 2 lần bằng máy ép Len to và máy ép thủy lực có áp lực lớn hơn.

## II. CÁC LOẠI NGÓI THƯỜNG DÙNG:

- *Ngói bằng*: bề mặt bằng phẳng, khi lợp diện tích chồng lên nhau nhiều nên diện tích sử dụng chỉ còn 50 % như ngói vảy cá, ngói âm dương.
- *Ngói có gờ*: khi lợp viên nọ chồng lên viên kia ít, không cần gắn xi măng, tiết kiệm được ngói.
- *Ngói bờ*: dùng để lợp nóc và tường đầu hồi.

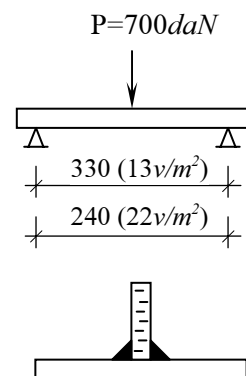
## III. TÍNH CHẤT VÀ YÊU CẦU KỸ THUẬT:

### 1. Kích thước, hình dáng:

- Kích thước:
  - + Loại 13 viên/ $1\text{m}^2$  lợp : kích thước 420 x 260 x 16mm
  - + Loại 16 viên/ $1\text{m}^2$  lợp : kích thước 420 x 205 x 16mm
  - + Loại 22 viên/ $1\text{m}^2$  lợp : kích thước 340 x 205 x 15mm
- Sai lệch về chiều dài và chiều rộng không quá  $\pm 5\text{mm}$  và  $\pm 3\text{mm}$ .
- Viên ngói không được cong, vênh, nứt nẻ, sứt mẻ, bề mặt trơn ,nhẵn, màu sắc đều, âm thanh trong.
- Độ cong bề mặt không quá 3mm

### 2. Cường độ:

Đặt viên ngói lên hai gối tựa, khoảng cách giữa hai gối là 330 ( $13\text{v}/\text{m}^2$ ) hay 240 ( $22\text{v}/\text{m}^2$ ), nó phải chịu được tải trọng tập trung lớn hơn hoặc bằng 700 daN đặt chính giữa 2 gối tựa theo chiều dài.



### 3. Độ hút nước:

-Cách xác định: tương tự như đối với gạch. Yêu cầu: độ hút nước theo khối lượng nhỏ hơn 10%.

### 4. Thời gian xuyên nước :

- Xác định thời gian xuyên nước: đặt ống nghiệm vào giữa viên gạch ngói (ống nghiệm:  $d = 25\text{mm}$ ,  $h = 150\text{mm}$ ), dùng parafin để gắn đế. Đổ đầy nước vào ống nghiệm. Thời gian kể từ khi đổ nước cho đến khi xuất hiện vết thấm ở mặt bên kia gọi là thời gian xuyên nước. Yêu cầu: thời gian xuyên nước lớn hơn 3 giờ.

### 5. Khối lượng riêng, khối lượng thể tích :

-Xác định tương tự gạch. Thông thường,  $\gamma_o = 1,8 \div 2,0\text{g}/\text{cm}^3$ ,  $\gamma_a = 2,5 \div 2,7\text{g}/\text{cm}^3$ .

**CHƯƠNG IV****CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ****§1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI****I. KHÁI NIỆM:**

Chất kết dính vô cơ chủ yếu ở dạng bột, khi nhào trộn với nước tạo thành một loại hồ dẻo có tính dính, sau các quá trình phản ứng hoá lý phức tạp nó dần dần đông đặc lại, trở nên rắn chắc và trở thành một loại đá nhân tạo. Trong quá trình ngưng kết và rắn chắc đó, nó có khả năng trộn lẫn với các vật liệu khác, gắn kết chúng lại với nhau thành một khối đồng nhất, vững chắc.

**II. PHÂN LOẠI:****1. Căn cứ vào môi trường rắn chắc:**

- *Chất kết dính vô cơ rắn trong không khí*: là loại chất kết dính vô cơ chỉ có thể rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường không khí.

Ví dụ: vôi không khí, thạch cao, thuỷ tinh lỏng, chất kết dính manhê.

- *Chất kết dính vô cơ rắn trong nước*: là loại chất kết dính vô cơ không những có khả năng rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường không khí mà còn có khả năng rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong môi trường nước.

Ví dụ: vôi thuỷ, các loại ximăng.

- *Chất kết dính vô cơ rắn trong octocla (môi trường nhiệt ẩm)*: là loại chất kết dính vô cơ chỉ có thể rắn chắc và giữ được cường độ lâu dài trong điều kiện hơi nước bão hoà và nhiệt độ cao.

Ví dụ: vôi silic, vôi cacbonat, vôi tro xỉ.

\* Chất kết dính vô cơ rắn trong nước nếu được rắn trong môi trường octocla thì cường độ đạt được sẽ cao hơn và tốc độ rắn chắc sẽ nhanh hơn .

**2. Căn cứ theo hệ:**

- Vôi: + vôi không khí
  - + vôi thuỷ
  - + vôi - cacbonat
  - + vôi - sét hoạt hoá
- Ximăng:
  - + ximăng pooclăng
  - + ximăng pooclăng puzolan
  - + ximăng màu, ximăng trắng
  - + ximăng bền sunfat, ximăng bền axit
- Thạch cao xây dựng
- Các loại khác: chất kết dính manhê, thuỷ tinh lỏng.

## §2. VÔI KHÔNG KHÍ

### I. KHÁI NIỆM:

Vôi không khí là chất kết dính vô cơ rắn trong không khí được sản xuất từ đá vôi có nhiều canxit và có một ít tạp chất sét đem nung đến một nhiệt độ nhất định để khử  $\text{CO}_2$ .

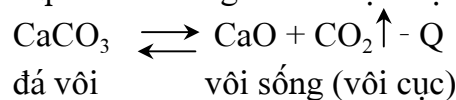
### II. NGUYÊN LIỆU SẢN XUẤT:

- Đá vôi canxit:
  - + hàm lượng canxit cacbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) lớn hơn 94%.
  - + hàm lượng tạp chất sét ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ) không lớn hơn 6%.
- Nguyên liệu để sản xuất vôi là các loại đá vôi canxit như: đá vôi, đá vôi vỏ sò, đá phấn, đá vôi đolômit.

### III. CÁC QUÁ TRÌNH XẢY RA KHI NUNG:

#### 1. Quá trình chính:

- Thực chất của quá trình nung vôi là thực hiện phản ứng khử  $\text{CO}_2$  trong đá vôi



- Đối với đá vôi đolômit có thêm phản ứng :



#### 2. Quá trình phụ và các yếu tố ảnh hưởng:

- Quá trình truyền nhiệt là quá trình từ ngoài vào trong. Khi lớp bên ngoài được nung sẽ xốp, rỗng trở thành lớp cách nhiệt ngăn cản nhiệt truyền vào bên trong. Nếu ngừng lại ở  $900^\circ\text{C}$  ta sẽ được những hạt ở bên trong là  $\text{CaCO}_3$ , ở bên ngoài là  $\text{CaO}$  gọi là hạt non lửa. Loại này khi tôi cho ít vôi nhuyễn.

- Khi nung ở nhiệt độ quá cao thì  $\text{CaO}$  sẽ kết hợp với các tạp chất sét tạo ra aluminat canxi ( $m\text{Al}_2\text{O}_3.n\text{CaO}$ ) và silicat canxi ( $m\text{SiO}_2.n\text{CaO}$ ) nóng chảy bao bọc xung quanh các hạt vôi làm thành các màng keo cứng gọi là hạt già lửa. Loại này khi sử dụng sẽ hút ẩm gây nên hiện tượng nở thể tích.

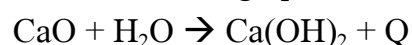
- Phản ứng nung vôi là phản ứng thuận nghịch nên lượng vôi sống thu được tùy thuộc vào lượng  $\text{CO}_2$  được giải phóng ra ngoài không khí. Vì vậy, khi nung vôi phải thông thoáng để khí  $\text{CO}_2$  bay ra, phản ứng theo chiều thuận sẽ mạnh hơn và chất lượng vôi sẽ tốt hơn.

### IV. CÁC HÌNH THỨC SỬ DỤNG VÔI TRONG XÂY DỰNG:

Vôi được sử dụng ở hai dạng vôi chín và bột vôi sống.

#### 1. Vôi chín:

- Là vôi được tôi trước khi dùng, quá trình tôi xảy ra theo phản ứng :



Cách tôi vôi :



- Vôi tôi nhanh, toả nhiệt nhiều → cho vôi vào nước, lượng nước nhiều.
- Vôi tôi chậm, toả nhiệt ít → cho nước vào vôi, lượng nước ít.

Tuỳ theo lượng nước cho tác dụng với vôi sẽ có 3 dạng vôi chín thường gặp sau:

\**Bột vôi chín*: được tạo thành khi lượng nước vừa đủ để phản ứng với vôi ( $100\%Ca(OH)_2$ ). Theo lý thuyết lượng nước cần 32,14% so với lượng vôi nhưng trong thực tế nước dùng 70% vì trong quá trình tôi phản ứng toả nhiệt làm nước bay hơi. Vôi bột có  $\gamma_0 = 400 \div 450 \text{ kg/m}^3$ .

\**Vôi nhuyễn*: khi cho nước nhiều hơn tạo hỗn hợp gồm 50%  $Ca(OH)_2$  và 50%  $H_2O$ . Vôi nhuyễn có  $\gamma_0 = 1200 \div 1400 \text{ kg/m}^3$ .

\**Vôi sữa*: khi cho nước nhiều hơn vôi nhuyễn, có khoảng ít hơn 50%  $Ca(OH)_2$  và nhiều hơn 50%  $H_2O$ .

- Trong xây dựng chủ yếu là dùng vôi nhuyễn và vôi sữa. Vôi chín có ưu điểm là sử dụng và bảo quản đơn giản nhưng cường độ chịu lực thấp và khó hạn chế tác hại của các hạt sạn già lửa.

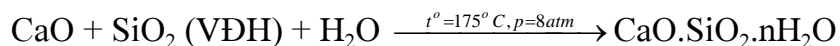
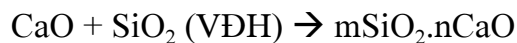
## 2. Bột vôi sống:

Được tạo thành khi đem vôi cục nghiền nhỏ. Yêu cầu hơn 90% lọt qua sàng 0,08mm. Bột vôi sống được đóng thành từng bao, bảo quản và sử dụng như xi măng.

\* Ưu điểm:

- Dễ trộn
- Lượng nước sử dụng ít → vữa nhanh khô → đẩy nhanh tốc độ thi công, cường độ của vữa cao hơn.
- Khi dùng chung với xi măng, lượng nhiệt toả ra sẽ kích thích các phản ứng thủy hoá của xi măng.

- Tạo được phản ứng silicat hoá để sản xuất vật liệu silicat



*Có khả năng đóng rắn trong nước*

\* Nhược điểm:

- Bảo quản khó vì dễ hút ẩm nên chi phí bảo quản lớn.
- Sử dụng ít an toàn: dễ bị bỏng trong quá trình trộn, trong quá trình sản xuất và sử dụng bụi vôi ảnh hưởng đến sức khỏe công nhân.

## V. QUÁ TRÌNH RẮN CHẮC CỦA VÔI:

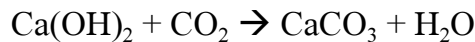
Vôi được dùng chủ yếu trong vữa. Trong không khí vữa vôi rắn chắc lại do ảnh hưởng đồng thời của hai quá trình chính:

### 1. Quá trình hydrôxit kết tinh:

Ở trong môi trường nước,  $Ca(OH)_2$  tạo được các hạt keo. Theo thời gian nước mất dần dần sẽ tạo ra các hạt ngưng keo tương đối lớn. Khi nước tiếp tục mất đi nó trở nên khô và chuyển sang dạng kết tinh.

**2. Quá trình cacbonat hoá:**

- Khi tiếp xúc với không khí,  $\text{Ca(OH)}_2$  sẽ tác dụng với khí  $\text{CO}_2$  tạo ra  $\text{CaCO}_3$ .



- Quá trình rắn chắc của vôi không khí xảy ra chậm do đó khối xây bị ẩm ướt lâu. Nếu dùng biện pháp sấy với sự tham gia của khí  $\text{CO}_2$  sẽ tăng nhanh quá trình rắn chắc.

**VI. CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG VÔI:**

Chất lượng của vôi càng cao khi hàm lượng  $\text{CaO}$  càng cao và dễ tác dụng với nước. Do đó để đánh giá chất lượng của vôi người ta thường dùng các chỉ tiêu sau:

**1. Độ hoạt tính của vôi:****a. Khái niệm:**

Độ hoạt tính của vôi được đánh giá bằng chỉ tiêu tổng hàm lượng  $\text{CaO}$  và  $\text{MgO}$ , khi hàm lượng  $\text{CaO}$  và  $\text{MgO}$  càng lớn thì sản lượng vôi vữa càng nhiều và ngược lại.

**b. Cách xác định:**

- Dùng phương pháp chuẩn độ bằng dung dịch  $\text{HCl}$  0,1N.
- Cân 1g bột vôi sống cho vào bình tam giác dung tích 250mm.
- Đổ vào 150ml nước cất, đun nhẹ cho tan, nhỏ vào 2÷3 giọt phenôn 1% . Nhỏ từ từ dung dịch  $\text{HCl}$  0,1N vào cho đến khi mất màu hoàn toàn. Đo thể tích dung dịch axit đã dùng và tính độ hoạt tính của vôi theo công thức sau :

$$\text{CaO} + \text{MgO} = \frac{0,002804V_{\text{HCl}}}{g_{\text{vs}}} 100\%$$

**2. Nhiệt độ tôi và tốc độ tôi:****a. Khái niệm:**

-*Nhiệt độ tôi* là nhiệt độ cao nhất đạt được trong quá trình tôi vôi. Trong thí nghiệm quy định nhiệt độ tôi là nhiệt độ cao nhất đạt được khi tôi 10g vôi cục với 20ml nước cất.

-*Tốc độ tôi* là thời gian tính bằng phút kể từ khi cho nước và vôi tương tác cho đến khi đạt được nhiệt độ tôi.

**b. Cách xác định:**

Cân 10g vôi cục cỡ 1mm cho vào bình tôi vôi, đổ 20ml nước cất vào, đập nhanh nắp có cảm nhiệt kế. Quan sát nhiệt độ và đo thời gian.

**3. Sản lượng vôi nhuyển:****a. Khái niệm:**

- *Sản lượng vôi nhuyển* là lượng vôi nhuyển tính bằng *lit* thu được khi tôi 1kg vôi sống. Sản lượng vôi nhuyển càng nhiều vôi càng tốt.

- Lượng nước cho vào tôi căn cứ vào độ dẻo tiêu chuẩn. Độ dẻo tiêu chuẩn được đánh giá bằng độ sâu cắm chùy là 12mm.

**b. Cách xác định:**

Dùng ca có thể tích cho trước cân 1kg vôi sống. Cho nước vào tôi từ từ và thử độ dẻo bằng quả chùy cho đến khi độ sâu cắm chùy đạt yêu cầu. Đo thể tích vôi nhuyển.

**c. Các yếu tố ảnh hưởng:**

Sản lượng vôi vữa có liên quan đến lượng CaO, nhiệt độ tôi và tốc độ tôi. Vôi có hàm lượng CaO cao, nhiệt độ tôi và tốc độ tôi càng lớn thì lượng vữa vôi càng nhiều.

**4. Hàm lượng hạt sượng:**

**a. Khái niệm:**

- *Hạt sượng* là những hạt vôi chưa được tôi trong vôi vữa. Hạt sượng có thể là vôi già lửa, non lửa hoặc bã than.

- *Hàm lượng hạt sượng* là tỷ lệ về khối lượng hạt sượng so với khối lượng vôi sống (các hạt còn lại trên sàng 0,63mm), tính bằng %.

**b. Cách xác định:**

Cân 200g vôi sống tôi thành vôi nhuyễn rồi rửa qua sàng 0,63mm. Lượng sót lại trên sàng đem rửa sạch, sấy khô, cân và tính tỷ lệ.

**5. Độ mịn của bột vôi sống:**

- Bột vôi sống càng mịn càng tốt vì nó thủy hoá nhanh → nhiệt độ tôi và tốc độ tôi lớn → sản lượng vôi vữa nhiều.

- Để đánh giá độ mịn, dùng phương pháp sàng qua 2 sàng 0,63mm và sàng 0,08mm. Yêu cầu bột vôi sống phải có 100% lọt qua sàng 0,63mm và >85% lọt qua sàng 0,08mm.

- Các chỉ tiêu cơ bản đánh giá chất lượng của vôi được quy định theo TCVN 2231-1989.

Tên chỉ tiêu	Vôi cục và vôi bột nghiền			Vôi hydrat	
	Loại I	Loại II	Loại III	Loại I	Loại II
1. Tốc độ tôi vôi, phút					
a. Tôi nhanh, không lớn hơn	10	10	10	-	-
b. Tôi trung bình, không lớn hơn	20	20	20	-	-
c. Tôi chậm, lớn hơn	20	20	20	-	-
2. Hàm lượng MgO, %, không lớn hơn	5	5	5	-	-
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					
- Trên sàng 0,063	2	2	2	6	8
- Trên sàng 0,008	10	10	10	-	-
7. Độ ẩm, %, không lớn hơn	-	-	-	6	6

## VII. CÔNG DỤNG VÀ BẢO QUẢN:

### 1. Công dụng:

- Trong xây dựng vôi dùng để sản xuất vữa xây, vữa trát cho các bộ phận công trình ở trên khô, có yêu cầu chịu lực không cao lắm.
- Ngoài ra vôi còn được dùng để sản xuất gạch silicat hoặc quét trần, quét tường trang trí và bảo vệ vật liệu ở bên trong.

### 2. Bảo quản:

- Vôi vụn nên tôi ngay hoặc nghiền mịn cho vào bao, không nên dự trữ lâu.
- Vôi nhuyển phải được ngâm trong hố có lớp cát hoặc nước phủ lên trên có bề dày 10-20cm để ngăn cản vôi tác dụng với CO<sub>2</sub> hoá đá (tạo CaCO<sub>3</sub>) → chất lượng giảm, ít dẻo và liên kết kém.

## §3. VÔI THỦY

### I. KHÁI NIỆM VÀ NGUYÊN TẮC SẢN XUẤT:

#### 1. Khái niệm:

- *Vôi thủy* là chất kết dính vô cơ không những có khả năng rắn trong không khí mà còn có khả năng rắn chắc trong nước được sản xuất từ đá macrô (đá vôi chứa 6-20% tạp chất sét phân bố đều) ở nhiệt độ 900-1100°C.

#### 2. Nguyên tắc sản xuất:

##### a. Phối liệu:

Phương pháp phối liệu: tỷ lệ đất sét : vôi sống = 1 : 3,2

đất sét ướt + vôi ướt

đất sét ướt + vôi khô

đất sét khô + vôi ướt

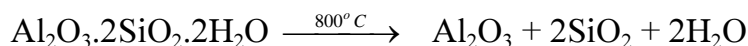
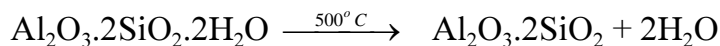
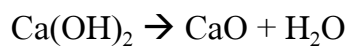
đất sét khô + vôi khô

Sau khi phối liệu đóng thành viên rồi đem nung.

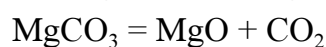
##### b. Nung:

Quá trình nung sẽ xảy ra các phản ứng phân giải và kết hợp sau :

##### *Phản ứng phân giải :*



Nếu trong đá vôi có lẫn MgCO<sub>3</sub> thì trong thành phần vôi thủy có MgO :



##### *Phản ứng kết hợp :*



-Như vậy, sau khi nung thành phần vôi thủy gồm có :  $C_2S$ ,  $C_2F$ ,  $CA$ ,  $CF$ ,  $CaO$  và  $MgO$ . Nhờ có khoáng  $C_2S$ ,  $C_2F$ ,  $CA$  và  $CF$  mà vôi thủy rắn được trong môi trường nước. Thành phần  $CaO$  và  $MgO$  chỉ làm cho vôi thủy dễ tôi hơn.

### c. Tả vôi thủy:

Sau khi nung cho vôi thủy hút ẩm ngoài không khí để tả ra thành bột hoặc phun vào vôi thủy từ 15-20% nước.

## II. QUÁ TRÌNH RẮN CHẮC CỦA VÔI THỦY:

-Vì vôi thủy có chứa các loại khoáng và  $CaO$ ,  $MgO$  nên sự rắn chắc của vôi thủy bao gồm hai quá trình :

- Quá trình rắn chắc của vôi không khí :
  - + Quá trình hydroxit kết tinh
  - + Quá trình cacbonat hoá
- Quá trình rắn chắc của các khoáng  $C_2S$ ,  $C_2F$ ,  $CA$ ,  $CF$ : trải qua 3 giai đoạn hoà tan, hoá keo và kết tinh tương tự như xi măng (học kỹ trong bài xi măng)

## III. CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VÔI THỦY:

### 1. Khối lượng riêng, khối lượng thể tích:

Khối lượng riêng:  $\gamma_a = 2200 \div 3000 \text{ kg/m}^3$ , xác định bằng phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng.

Khối lượng thể tích:  $\gamma_o = 500 \div 800 \text{ kg/m}^3$ , xác định bằng phương pháp đổ đồng.

### 2. Độ mịn:

Dùng phương pháp sàng qua 2 sàng  $0,63\text{mm}$  và  $0,08\text{mm}$ .

Yêu cầu : + 100% lọt qua sàng  $0,63\text{mm}$

+  $\geq 85\%$  lọt qua sàng  $0,08\text{mm}$

Độ mịn càng cao thì quá trình cứng rắn xảy ra càng nhanh, triệt để, cường độ chịu lực tốt.

### 3. Độ hoạt tính:

Độ hoạt tính là chỉ tiêu đánh giá khả năng rắn trong nước của vôi thủy mạnh hay yếu và được đánh giá bằng môđun hoạt tính  $M_{ht}$ .

$$M_{ht} = \frac{CaO\%}{SiO_2\% + Al_2O_3\% + Fe_2O_3\%}$$

$M_{ht}$  càng nhỏ thì khả năng rắn trong nước càng mạnh. Quy định:

- Vôi thủy loại mạnh:  $M_{ht} = 1,7 \div 4,5$

- Vôi thủy loại yếu:  $M_{ht} = 4,5 \div 9,0$

(Vôi rắn trong không khí có  $M_{ht} > 9,0$ ).

### 4. Cường độ:

Khả năng chịu lực của vôi thủy cao hơn vôi không khí nhưng thấp hơn xi măng Poocăng và được đánh giá thông qua  $R_n$ .

Trộn 900g bột vôi thủy với 2700g cát (tỷ lệ 1:3) và 360ml nước đúc mẫu lập phương 7,07cm. Dưỡng hộ 7 ngày trong không khí, 21 ngày trong nước ở điều kiện tiêu chuẩn rồi thử cường độ chịu nén.

Yêu cầu :  $R_n = 20 \div 50 \text{ daN/cm}^2$

#### IV. CÔNG DỤNG VÀ BẢO QUẢN:

##### 1. Công dụng:

- Vôi thủy được dùng để sản xuất vữa xây, vữa trát, bê tông mác thấp.
- Trước khi dùng trong nước phải để vôi thủy rắn trong không khí 3÷5 ngày (nếu là vôi thủy mạnh) hoặc 2÷3 tuần (nếu là vôi thủy yếu), sau đó mới cho tiếp xúc với nước nhằm mục đích để cho CaO tự do rắn theo đường cacbonat hoá.

##### 2. Bảo quản:

Vôi thủy phải được đóng thành bao kín, để nơi khô ráo, không dự trữ lâu như xi măng để tránh cho vôi thủy hút ẩm làm giảm cường độ.

## §4. XIMĂNG POOCLĂNG

### I. KHÁI NIỆM:

- *Ximăng pooclăng* là chất kết dính vô cơ rắn trong nước, sản xuất bằng phương pháp nung hỗn hợp đá vôi và đất sét đã phối hợp theo một tỷ lệ hợp lý đến nhiệt độ nóng chảy để tạo thành clinke, đem clinke nghiền nhỏ với 3÷5% thạch cao. Thạch cao có tác dụng điều chỉnh tốc độ ngưng kết của ximăng cho phù hợp với thời gian thi công.

- Trong quá trình sản xuất có thể pha thêm phụ gia hoạt tính (< 15%) để cải thiện một số tính chất hoặc phụ gia trợ (< 10%) để tăng sản lượng ximăng.

- Ximăng pooclăng là CKDVC được dùng nhiều trong xây dựng vì có nhiều ưu điểm: cường độ cao, bền trong môi trường, rắn chắc tương đối nhanh, chịu lửa khá tốt, nguyên liệu sản xuất có sẵn và giá thành rẻ.

### II. THÀNH PHẦN HOÁ HỌC VÀ NGUYÊN LIỆU SẢN XUẤT:

#### 1. Thành phần hoá học:

##### a. Hàm lượng:

Muốn cho ximăng đảm bảo chất lượng thành phần hoá học của ximăng thường là :

CaO : 63 ÷ 66%

SiO<sub>2</sub> : 21 ÷ 24%

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 4 ÷ 8%

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 2 ÷ 4%

-Ngoài ra còn một ít các tạp chất như MgO, CaO dạng hạt già lửa gây mất ổn định thể tích nên cần phải hạn chế

MgO : < 4,5%

SO<sub>3</sub> : < 3%

Ôxit kiềm (Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O) : < 1,5%

**b. Vai trò của các thành phần:**

\*  $CaO$ : là thành phần chủ yếu nhất của xi măng poocăng, nó kết hợp với  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  tạo thành các khoáng chính của xi măng. Lượng  $CaO$  vừa phải làm xi măng có cường độ cao; nếu lượng  $CaO$  quá nhiều (tức  $SiO_2$  ít đi tương đối) sẽ khó nung luyện, hao tốn than, giảm bớt sản lượng, đồng thời tồn tại nhiều  $CaO$  tự do dạng hạt già lửa gây mất ổn định thể tích và làm cho xi măng dễ bị ăn mòn.

\*  $SiO_2$ : cũng là thành phần chủ yếu của xi măng, kết hợp với  $CaO$  tạo ra hai khoáng chính là  $C_2S$  ( $2CaO.SiO_2$  : bêlit) và  $C_3S$  ( $3CaO.SiO_2$  : alit) quyết định cường độ xi măng. Nếu  $SiO_2$  quá nhiều thì thời gian ninh kết của xi măng kéo dài, xi măng kém dính kết và không đủ  $CaO$  để tác dụng với các chất khác nên clinke dễ bị tã thành bột, hạ thấp sản lượng và làm giảm cường độ xi măng. Nếu  $SiO_2$  quá ít thì hàm lượng  $C_3S$  giảm làm giảm cường độ xi măng.

\*  $Al_2O_3$ : Kết hợp với  $CaO$  và  $Fe_2O_3$  tạo ra khoáng  $C_3A$  ( $3CaO.Al_2O_3$  : aluminat tricanxit) và  $C_4AF$  ( $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$  : fero aluminat tetracanxit),  $C_3A$  có tác dụng làm cho thời gian ngưng kết và rắn chắc của xi măng nhanh hơn. Nếu  $Al_2O_3$  quá nhiều thì nhiệt độ nung sẽ cao, thời gian ninh kết nhanh nhưng cường độ xi măng giảm, nhiệt thủy hoá lớn dễ gây ứng suất nhiệt và dễ gây ăn mòn sunfat. Ngược lại, nếu lượng  $Al_2O_3$  quá ít thì thời gian ninh kết của xi măng sẽ kéo dài, nhiệt độ nung thấp dẫn đến chất lượng xi măng không cao.

\*  $Fe_2O_3$  : là thành phần thứ yếu có tác dụng làm giảm nhiệt độ nung. Nếu  $Fe_2O_3$  quá nhiều nhiệt độ nung giảm nhưng chất lượng xi măng không cao. Nếu  $Fe_2O_3$  quá ít nhiệt độ nung phải cao hơn, khó nung hơn, tốn nhiều than, sản lượng xi măng giảm.

\*  $MgO$  : là thành phần có hại cho xi măng.  $MgO$  thường ở dạng tự do. Khi được nung quá  $1450^\circ C$  thì  $MgO$  thủy hoá rất chậm, nở thể tích gây mất ổn định thể tích.

**2. Nguyên liệu:**

- Để đạt yêu cầu về thành phần hoá học như trên cho xi măng, các loại nguyên liệu cần có thành phần  $CaCO_3$  từ  $75 \div 78\%$  và các thành phần khác ( $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ...) khoảng  $22 \div 25\%$ . Trong tự nhiên các loại đá có sẵn thành phần như trên rất hiếm nên thường phải phối liệu theo phương pháp nhân tạo.

- Nguyên liệu chủ yếu để sản xuất xi măng poocăng là đá vôi canxit (không dùng đá vôi đolômit vì chứa nhiều  $MgO$  có hại cho xi măng), đất sét, đá thạch cao, than và quặng sắt (nếu trong đất sét thiếu tỷ lệ  $Fe_2O_3$ ).

\* **Đá vôi:** phải chứa lượng  $CaO$  từ  $45 \div 56\%$  tức thành phần  $CaCO_3$  phải chiếm  $75 \div 100\%$ . Trong tính toán thường dùng  $1,3$  tấn đá vôi để sản xuất ra  $1$  tấn clinke.

\* **Đất sét:** yêu cầu hạt mịn đều, không lẫn cát sạn và rác bẩn và đảm bảo các chỉ tiêu sau :

+ hàm lượng  $SiO_2 = 50 \div 58\%$

+ hệ số aluminat  $p = 2 \div 4\%$

+ hàm lượng  $MgO < 3\%$

\* **Thạch cao:** lượng thạch cao thường dùng khoảng  $3 \div 5\%$  trọng lượng clinke. Thạch cao phải sạch và có hàm lượng  $CaSO_4.2H_2O$  trên  $80\%$ .

\* **Quặng sắt:** chứa trên 40%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , chỉ thêm vào khi trong đất sét ít  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

\* **Than:** phải có khả năng toả nhiệt 5000 Kcal/kg than, lượng tro dưới 10 ÷ 15% , không khói, lượng cacbon cố định nhiều. Muốn sản xuất 1 tấn clinke thường dùng hết 0,27 tấn than.

- Thường thì tỷ lệ phối liệu giữa Đá vôi : Đất sét  $\cong$  3 : 1 theo khối lượng.

### III. NGUYÊN TẮC SẢN XUẤT:

- Quá trình sản xuất xi măng poocăng gồm ba giai đoạn:

Phối liệu  $\longrightarrow$  nung  $\longrightarrow$  nghiền (+ 3÷5%  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )  
 hh đá vôi + đất sét (bùn XM sống)      clinke                      xi măng poocăng

#### 1. Phối liệu:

- Mục đích của giai đoạn này là tạo ra hỗn hợp (đá vôi + đất sét) đồng nhất về thành phần hoá học để tạo thuận lợi cho các phản ứng xảy ra khi nung.

- Tùy theo độ ẩm của nguyên liệu, tình hình thiết bị và lò nung mà người ta chuẩn bị nguyên liệu theo ba phương pháp: khô, ướt và hỗn hợp.

##### a. Phương pháp khô:

- Đá vôi nghiền vỡ thành hạt, đất sét phơi khô được nghiền ở trạng thái khô rồi đem trộn đều với nhau ở trạng thái khô, sau đó phun ẩm, tạo hạt rồi đem đi nung. Phương pháp này thích hợp với trường hợp nguyên liệu là đá thiên nhiên có sẵn mà không cần phối liệu hoặc nung bằng lò đứng. Cũng có khi phương pháp khô áp dụng cho cả lò quay.

- Phương pháp khô có ưu điểm là đỡ tốn chất đốt vì nguyên liệu khô, thiết bị đơn giản hơn nhưng có nhược điểm là nguyên liệu trộn khó đều nên chất lượng xi măng không đều, chất lượng xi măng thường không cao và khi nghiền tạo ra nhiều bụi.

- Khi nung bằng lò quay phải phun ẩm bột nguyên liệu sống rồi mới cho vào lò, để tránh mất mát ra ngoài ống khói. Khi nung bằng lò đứng thì bột nguyên liệu sống cần trộn ẩm và đóng bánh hoặc đóng thành từng viên quặng trước khi cho vào lò. Có thể trộn thêm một ít than vào nguyên liệu để đảm bảo cho chất lượng clinke ra lò đều và tốt hơn.

##### b. Phương pháp ướt:

Việc chuẩn bị nguyên liệu cho phương pháp ướt gồm các bước sau:

- Tính toán phối liệu đạt tỷ lệ yêu cầu.

- Nghiền vỡ đá vôi thành cỡ 1÷2cm; đánh toát đất sét, lọc hết rác bẩn rồi đưa sang bể chứa có thiết bị thường xuyên khuấy đều tạo thành một loại bùn sét chứa 35 ÷ 40% nước.

- Đem nghiền ướt đá vôi và bùn sét trong máy nghiền bi hình trống sẽ được bùn xi măng sống; đưa qua hệ thống xilô để kiểm nghiệm và điều chỉnh thành phần hoá học cho đạt yêu cầu rồi bơm vào một bể chứa lớn dự trữ (trong bể có thiết bị khuấy) để đưa dần vào lò nung.

Phương pháp này có ưu điểm là không bụi, dễ nghiền và nguyên liệu được trộn đều hơn về thành phần hoá học, tuy nhiên cũng có nhược điểm là tốn nhiều nhiên liệu vì nước



hiều và nhất thiết phải nung bằng lò quay. Do đó, phương pháp này thích hợp với loại nguyên liệu ẩm ướt và lò nung là lò quay.

Khi kiểm tra thành phần hoá học có thể điều chỉnh :

- Thiếu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  → thêm quặng sắt
- Thiếu  $\text{Al}_2\text{O}_3$  → thêm bùn nhêfêlin (phế thải công nghiệp sản xuất nhôm)
- Thiếu  $\text{SiO}_2$  → thêm trepen

Trong việc chuẩn bị nguyên liệu cần chú ý đến độ nghiền mịn. Nguyên liệu mịn thì phản ứng xảy ra nhanh và triệt để nên chất lượng xi măng cao. Tuy nhiên muốn nghiền nhỏ hơn thì tốn công và năng lượng nên chỉ cần nghiền nhỏ đến một giới hạn nhất định, thông thường bùn xi măng sống có lượng lọt sàng  $0,08\text{mm}$  từ  $91 \div 93\%$  là thích hợp.

Muốn cho xi măng có chất lượng tốt thì bùn xi măng sống yêu cầu lượng cát thạch anh lớn hơn  $0,5\text{mm}$  không quá  $0,5\%$  và cát thạch anh từ  $0,09 \div 0,2\text{mm}$  không quá  $1\%$ .

### **c. Phương pháp hỗn hợp:**

Cho phép giảm tiêu tốn nhiên liệu  $20 \div 30\%$  so với phương pháp ướt. Thực chất của phương pháp này là bùn trước khi đưa vào lò nung được khử nước ở thiết bị đặc biệt. Như vậy nó cũng tiêu tốn điện năng.

## **2. Nung:**

### **a. Lò nung:**

- *Lò đứng:* gần giống như lò đứng nung vôi. Khi vào lò để nung, người ta phải đổ nguyên liệu đến độ cao đáy khu nung rồi gia nhiệt. Khi sử dụng nhiên liệu là than thì khí cho quặng vào lò, cứ một lớp quặng lại có một lớp than. Sau 40 phút đến một giờ đánh tụt lò một lần để lấy clinke ra. Vì nung xi măng yêu cầu nhiệt độ cao hơn nung vôi nên nhất thiết phải có thiết bị quạt gió từ đáy lò lên để cung cấp đủ oxi cho phản ứng cháy.

So với lò quay, lò đứng có lợi là xây dựng đơn giản, thích hợp cho công nghiệp xi măng địa phương, ít cần thiết bị. Song có nhược điểm là nung chậm, nguyên liệu tiếp xúc với các vùng nhiệt không đều do đó phẩm chất xi măng khó đều. Khu nung trong lò đứng cần chú ý không được quá lửa, vì quặng sẽ chảy ra đóng thành tảng lớn bám vào thân lò và đáy lò, làm việc ra lò khó khăn. Mặt khác cần tránh hiện tượng nung non lửa, vì sẽ có nhiều hạt CaO tự do ảnh hưởng xấu đến chất lượng xi măng. Các phản ứng hoá lý sinh ra trong quá trình nung cũng giống như ở lò quay và thành phần khoáng vật chủ yếu của clinke cũng là  $\text{C}_3\text{S}$ ,  $\text{C}_2\text{S}$ ,  $\text{C}_3\text{A}$ ,  $\text{C}_4\text{AF}$  và CaO tự do. Tuy nhiên vì những đặc điểm và khó khăn trong dây chuyền công nghệ nên chất lượng xi măng lò đứng kém và không đồng đều như xi măng lò quay.

- *Lò quay:* là một hình trụ dài bằng vỏ thép dày, phía trong có lót gạch chịu lửa. Các lò quay rất dài và có đường kính lớn, công suất từ vài trăm đến vài nghìn tấn một ngày. Lò quay đặt hơi dốc so với mặt phẳng nằm ngang một góc là  $1^\circ 30'$  và quay với tốc độ  $1 \div 2$  vòng/phút. Thiết bị làm nguội thường gắn liền với lò quay ở đầu thấp, còn ống khói thì ở đầu cao của lò.

- Khi nung, người ta bơm bùn xi măng sống vào đầu cao của lò quay và phun than (đã nghiền mịn) và không khí lạnh từ đầu thấp của lò lên. Do lò quay và đặt hơi dốc nên

bùn ximăng sống dịch chuyển dần dần xuống, bị khô nước và vón thành cục nhỏ. Các cục này chuyển dần xuống phía dưới, gặp nhiệt độ cao dần sẽ sinh ra các phản ứng phân giải và kết hợp, khi đi qua vùng nung thì chảy ra rồi vón lại thành clinke rơi qua thiết bị làm nguội, sau đó được đưa vào kho chứa. Với điều kiện nung như thế, nguyên liệu tiếp xúc với các vùng nhiệt tốt hơn và các phản ứng xảy ra triệt để hơn. Chất lượng ximăng lò quay thường ổn định hơn.

**b. Các quá trình phản ứng xảy ra khi nung:**

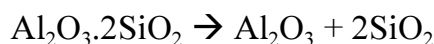
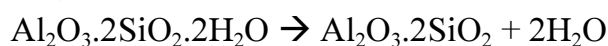
Nung ximăng là giai đoạn tiếp theo việc phối liệu, gồm các bước : làm khô (nước tự do bay hơi), gia nhiệt trước, phóng nhiệt, kết khối và làm nguội clinke. Tốc độ nung thành clinke không những phụ thuộc vào thành phần hoá học mà còn phụ thuộc vào độ mịn và mức độ trộn đều của bùn ximăng sống (phương pháp ướt) hoặc của hỗn hợp vật liệu sống (phương pháp khô).

\* **Vùng bay hơi:**  $t^{\circ} = 70 \div 200^{\circ}\text{C}$

Khi nhiệt độ trong lò tăng dần đến  $100^{\circ}\text{C}$  thì nước tự do bay hơi làm cho nguyên liệu sống khô dần lại, chất hữu cơ bắt đầu cháy. Trong giai đoạn này mới có sự biến đổi vật lý mà chưa có sự biến đổi hoá học. Đến  $200^{\circ}\text{C}$  thì giai đoạn làm khô kết thúc, nguyên liệu sống vón lại thành cục nhỏ.

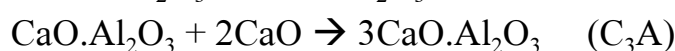
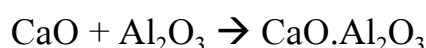
\* **Vùng gia nhiệt trước:**  $t^{\circ} = 200 \div 700^{\circ}\text{C}$ , chiếm  $50 \div 60\%$  chiều dài lò (đối với phương pháp ướt).

- Các chất hữu cơ cháy hết, nước hoá học nằm trong đất sét bắt đầu tách ra và bốc hơi, các phản ứng phân giải bắt đầu xảy ra :



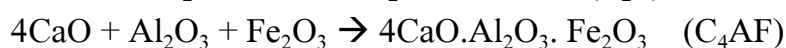
\* **Vùng canxi hoá:**  $t^{\circ} = 700 \div 900 \div 1100^{\circ}\text{C}$ , chiếm  $20 \div 23\%$  chiều dài lò.

Phản ứng phân giải canxit và các phản ứng kết hợp tạo khoáng xảy ra :



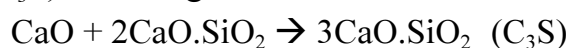
\* **Vùng phóng nhiệt:**  $t^{\circ} = 1100 \div 1300^{\circ}\text{C}$ , chiếm  $5 \div 7\%$  chiều dài lò.

Các phản ứng tạo khoáng chính cho ximăng tiếp tục xảy ra và kết thúc



\* **Vùng kết khối:**  $t^{\circ} = 1300 \div 1450 \div 1300^{\circ}\text{C}$ , chiếm  $10 \div 15\%$  chiều dài lò.

- Ở giai đoạn đầu ( $1300^{\circ}\text{C}$ ), một phần khoáng dễ chảy như  $\text{C}_3\text{A}$ ,  $\text{C}_4\text{AF}$ ,  $\text{MgO}$  và các tạp chất dễ chảy khác bị chảy lỏng ra ( $20 \div 30\%$  thể tích hỗn hợp nung). Khi nhiệt độ nung đạt đến giá trị cao nhất  $1450^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{C}_2\text{S}$  sẽ tác dụng nhanh với  $\text{CaO}$  hoà tan trong pha lỏng tạo thành alit ( $\text{C}_3\text{S}$ ) là khoáng cơ bản của clinke.



- Phản ứng này xảy ra liên tục cho đến khi gần hết CaO (trong clinke, CaO tự do  $\leq 0,5 \div 1\%$ ). Alit ít hoà tan, nó được tách khỏi dung dịch nóng chảy ở dạng tinh thể mịn. Quá trình tạo alit kéo dài từ 15  $\div$  20 phút.

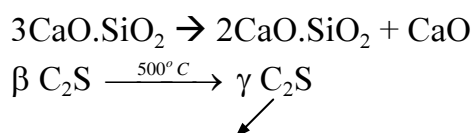
- Ra khỏi vùng kết khối (nhiệt độ giảm từ 1450 xuống 1300°C) từ dung dịch lỏng các khoáng  $C_3A$ ,  $C_4AF$  và MgO được kết tinh lại.

- Như vậy sau khi nung ta có  $C_3A$ ,  $C_4AF$ ,  $C_2S$  và  $C_3S$ . Ngoài ra còn có một ít CaO, MgO tự do và một ít chất khác nữa.

\* **Vùng làm nguội:** có hai bậc làm nguội sau

- *Bậc làm nguội từ từ* ( $t^\circ = 1300 \div 1100^\circ C$ ) với mục đích là để ổn định cấu trúc các khoáng mới được tạo thành.

- *Bậc làm nguội nhanh* ( $t^\circ = 1100 \div 200^\circ C$ ) với mục đích là để tránh các phản ứng có hại xảy ra



*không có tính dính kết, không tương tác với nước ngay cả ở 100°C*

### 3. Nghiền:

- Clinker xi măng sau khi ra lò thường phải để ở trong kho từ 1  $\div$  2 tuần mới đem nghiền thành bột. Mục đích là để CaO, MgO già lửa trong clinker hút ẩm không khí tạo thành  $Ca(OH)_2$ ,  $Mg(OH)_2$  hoặc cacbonat hoá thành  $CaCO_3$ ,  $MgCO_3$  ổn định thể tích hơn. Ngoài ra kinh nghiệm cho thấy loại clinker như trên dễ nghiền nhỏ hơn loại clinker mới ra lò.

- Khi nghiền clinker, người ta pha thêm 3  $\div$  5% thạch cao sống ( $CaSO_4.2H_2O$ ) để điều chỉnh thời gian ninh kết của xi măng cho phù hợp với điều kiện thi công. Ngoài ra, người ta còn trộn thêm dưới 15% phụ gia hoạt tính hoặc dưới 10% phụ gia trợ, vừa để cải thiện một số tính chất của xi măng pooclang, vừa để tăng sản lượng và hạ giá thành. Những vật liệu đưa vào nghiền không được ẩm quá quy định vì sẽ làm giảm hiệu suất nghiền.

- Thiết bị dùng để nghiền clinker là máy nghiền bi hình trống làm việc theo chu trình hở hoặc chu trình kín.

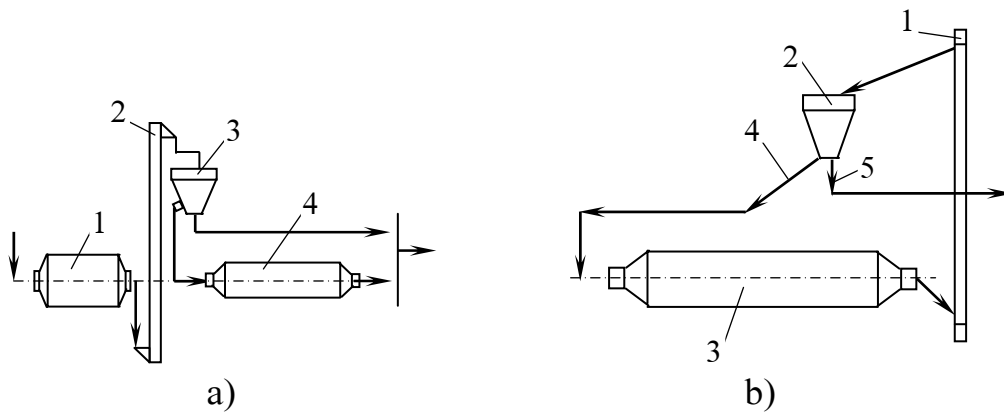
+ Trong chu trình kín: thiết bị nghiền là máy nghiền bi nhiều buồng hoặc 2 máy nghiền thô và nghiền mịn bố trí nối tiếp nhau theo chu trình kín. Máy là ống trụ bằng thép, quay quanh một trục nằm ngang và thường được chia thành ba ngăn, có vách ngăn đục lỗ để bột có thể chui qua, ứng với ba cấp độ nghiền là nghiền thô, nghiền trung bình và nghiền mịn. Vật liệu được nghiền dưới tác dụng của các viên bi thép hình cầu (nghiền thô) và bi thép hình trụ (nghiền mịn). Khi máy quay bi thép được nâng lên đến một độ cao nhất định rồi rơi tự do xuống và đập vỡ và chà xát làm vụn hạt vật liệu. Ở máy làm việc theo chu trình kín thì có thiết bị nghiền và phân loại li tâm tách ra loại hạt lớn để đưa đi nghiền lại. Loại máy này có hiệu quả cao và đạt độ mịn lớn ( $4000 \div 5000 cm^2/g$ ), rất cần thiết để tạo xi măng rắn nhanh và các loại xi măng đặc biệt khác.

+ Trong chu trình hở, clinke và phụ gia được nạp liên tục, đi qua các buồng nghiền rồi đi ra để chuyển vào xilô chứa.

Máy nghiền thường có hai loại: loại nhỏ kích thước  $3,95 \times 11m$  có công suất  $100t/h$ ; loại lớn có kích thước  $4,6 \times 16,4m$  có công suất  $135t/h$ .

- Sau khi nghiền thành bột, do ma sát nên ximăng ra khỏi máy còn rất nóng, đến  $80 \div 120^\circ C$  được hệ thống vận chuyển bằng khí nén đưa lên xilô. Xilô là bể chứa bằng bê tông cốt thép đường kính  $8 \div 15m$ , cao  $25 \div 30m$ , có thể chứa được  $4000 \div 10000$  tấn ximăng. Ở đây ximăng nguội dần và CaO tự do tã hết, đỡ ảnh hưởng xấu đến chất lượng ximăng. Cuối cùng là khâu đóng bao.

- Ở các công trường lớn hoặc nhà máy bê tông đúc sẵn, người ta có thể đem clinke về ngay cơ sở đó, nghiền ướt và dùng ngay. Tuy có nhược điểm là phải dùng hết trong vòng  $2 \div 3$  giờ và phải trang bị máy nghiền nhưng có ưu điểm là ximăng mịn hơn, hiệu suất nghiền cao hơn, ximăng có hoạt tính mạnh nên cường độ cao hơn (có khi cao hơn đến 25%) so với cách nghiền khô.



Sơ đồ nghiền clinke theo chu trình kín

- a) Với hai máy nghiền : 1- máy nghiền thô ; 2- gầu nâng ;  
 3- thiết bị phân loại li tâm ; 4- máy nghiền mịn
- b) Với một máy nghiền : 1- gầu nâng ; 2- thiết bị phân loại ;  
 3- máy nghiền ; 4- hạt thô ; 5- ximăng

#### IV. THÀNH PHẦN KHOÁNG VẬT CỦA XIMĂNG POOCLĂNG :

- Sau khi nung, trong clinke ximăng gồm chủ yếu những thành phần khoáng vật sau:

- \* Silicat tricanxit :  $3CaO.SiO_2$  ( $C_3S$ ) còn gọi là alit
- \* Silicat đicanxit :  $2CaO.SiO_2$  ( $C_2S$ ) còn gọi là bêlit
- \* Aluminat tricanxit :  $3CaO.Al_2O_3$  ( $C_3A$ )
- \* Fero aluminat tetracanxit :  $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$  ( $C_4AF$ ) còn gọi là celit

Ngoài ra còn một số thành phần phụ như  $5CaO.3Al_2O_3$ ,  $2CaO.Fe_2O_3$ , CaO và MgO tự do.

**1. Hàm lượng:**

$C_3S$  chiếm 45 ÷ 60% trọng lượng clinke

$C_2S$  chiếm 20 ÷ 30% trọng lượng clinke

$C_3A$  chiếm 4 ÷ 12% trọng lượng clinke

$C_4AF$  chiếm 10 ÷ 12% trọng lượng clinke

- Ngoài các khoáng trên thì các tạp chất trong clinke như thủy tinh clinke dòn, CaO, MgO già lửa,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ , hợp chất sunfat có tổng hàm lượng chiếm từ 5 ÷ 15% trọng lượng clinke.

**2. Vai trò, tính chất các thành phần khoáng :**

-  $C_3S$  : là thành phần chính, quyết định cường độ và các tính chất khác của xi măng. Nó có đặc điểm là tốc độ rắn chắc nhanh, cường độ cao, tỏa nhiệt tương đối lớn. Khi hàm lượng  $C_3S$  tăng thì chất lượng xi măng càng tốt.  $C_3S$  kết tinh ở dạng hình lăng trụ 6 cạnh hoặc hình khối chữ nhật .

-  $C_2S$  : có cường độ trung bình, rắn chắc chậm, nhiệt thủy hoá nhỏ. Thời gian đầu tốc độ rắn chắc chậm nhưng càng về sau tốc độ rắn chắc càng nhanh và cường độ càng cao. Nó có vai trò quyết định cường độ của xi măng trong thời gian về sau. Khi hàm lượng  $C_2S$  tăng thì cường độ của xi măng cao nhưng tốc độ rắn chắc của xi măng chậm làm kéo dài thời gian thi công.  $C_2S$  kết tinh ở dạng hình cầu .

-  $C_3A$  : quyết định thời gian ninh kết rắn chắc của xi măng. Nó có đặc điểm là rắn chắc rất nhanh nhưng cường độ rất thấp, nhiệt thủy hoá lớn và rất dễ bị ăn mòn. Do đó, khi hàm lượng  $C_3A$  tăng thì xi măng rắn nhanh nhưng cường độ thấp, dễ gây ứng suất nhiệt và bị ăn mòn sunfat. Với loại xi măng bền sunfat yêu cầu lượng  $C_3A < 5\%$ .  $C_3A$  kết tinh ở dạng hình khối lập phương .

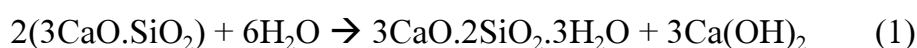
-  $C_4AF$  : tốc độ rắn chắc, cường độ, nhiệt thủy hoá và khả năng chống ăn mòn là trung bình giữa alit và bêlit.

**V. QUÁ TRÌNH NGƯNG KẾT RẮN CHẮC:**

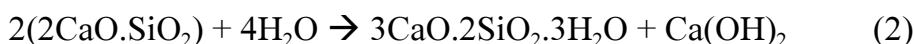
- Quá trình ngưng kết rắn chắc của xi măng pooc lăng là quá trình hồ xi măng biến thành đá xi măng. Xi măng sau khi nhào trộn với nước trải qua ba giai đoạn: giai đoạn hoà tan - giai đoạn hoá keo - giai đoạn kết tinh và tiếp theo đó là quá trình rắn chắc. Đầu tiên trong khoảng 1 ÷ 3 giờ sau khi nhào trộn nó dẻo và dễ tạo hình; sau đó nó bắt đầu ngưng kết thể hiện qua dấu hiệu hồ xi măng mất dần tính dẻo và đặc dần lại nhưng chưa có cường độ. Giai đoạn này kết thúc trong 5 ÷ 10 giờ sau khi nhào trộn. Sau đó hỗn hợp chuyển từ trạng thái đặc sệt sang trạng thái rắn chắc, có nghĩa là kết thúc ngưng kết và bắt đầu rắn chắc. Giai đoạn rắn chắc đặc trưng bằng sự tăng cường độ theo thời gian .

**1. Các phản ứng thủy hoá:**

- Khi nhào trộn xi măng với nước ở giai đoạn đầu xảy ra quá trình phản ứng thủy hóa giữa các khoáng trong xi măng với nước. Trong đó phản ứng của alit với nước xảy ra như sau:



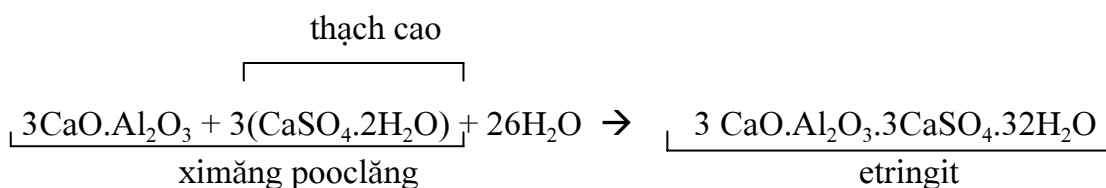
Vì đã có  $\text{Ca(OH)}_2$  tách ra từ alit nên bêlit thủy hoá chậm hơn và tách ra ít  $\text{Ca(OH)}_2$  hơn:



$\text{C}_3\text{A}$  và  $\text{C}_4\text{AF}$  cũng phản ứng với nước:



- Phản ứng (3) xảy ra rất nhanh và làm xi măng khô sớm. Do đó, để làm chậm quá trình ngưng kết, khi nghiền clinke cần cho thêm một lượng 3 ÷ 5% đá thạch cao đóng vai trò là chất hoạt động hoá học của xi măng, tác dụng với  $\text{C}_3\text{A}$  ngay từ đầu để tạo thành sunphoaluminat tricanxit (khoáng etringit).



- Trong dung dịch bão hoà  $\text{Ca(OH)}_2$ , ngay từ đầu etringit sẽ tách ra ở dạng keo phân tán mịn đọng lại trên bề mặt  $3\text{CaO}.Al_2O_3$  làm chậm sự thủy hoá của nó và kéo dài thời gian ninh kết của xi măng. Ở trong môi trường có nồng độ  $\text{Ca}^{2+}$  nhất định, etringit sẽ không tan mà chuyển sang tinh thể dạng sợi, tạo ra cường độ ban đầu cho xi măng. Etringit có thể tích lớn gấp hai lần so với thể tích của các chất tham gia phản ứng, có tác dụng chèn lấp lỗ rỗng của đá xi măng, làm cường độ và độ ổn định của đá xi măng tăng lên.

## 2. Giải thích quá trình rắn chắc của xi măng:

- Khi xi măng rắn chắc, các quá trình vật lý và hoá lý phức tạp đi kèm theo các phản ứng hoá học có một ý nghĩa rất lớn và tạo ra sự biến đổi tổng hợp, khiến cho xi măng khi nhào trộn với nước, lúc đầu chỉ là hồ dẻo và sau biến thành đá cứng có cường độ. Tất cả các quá trình tác dụng tương hỗ của từng khoáng với nước để tạo ra những sản phẩm mới xảy ra đồng thời, xen kẽ và ảnh hưởng lẫn nhau. Các sản phẩm mới cũng có thể tác dụng tương hỗ với nhau và với các khoáng khác của clinke để hình thành những liên kết mới. Do đó hồ xi măng là một hệ rất phức tạp cả về cấu trúc thành phần cũng như sự biến đổi.

- Có nhiều lý luận giải thích quá trình rắn chắc của xi măng, nhưng lý luận của viện sỹ Liên Xô A.A.Baicốp và về sau được viện sỹ Liên Xô P.A.Rêbinde bổ sung, là lý luận tương đối hoàn thiện hơn cả. Theo lý luận này, quá trình rắn chắc của xi măng chia thành 3 giai đoạn:

### a. Giai đoạn hoà tan:

- Khi trộn xi măng với nước, phản ứng hoá học giữa xi măng và nước sẽ tiến hành ngay trên bề mặt hạt xi măng khô. Những sản phẩm mới sinh ra, hoà tan được trong nước như  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $3\text{CaO}.Al_2O_3.6\text{H}_2O$  sẽ lập tức hoà tan 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 hoá và do bay hơi một phần nên dung dịch nhanh chóng trở nên quá bão hoà.

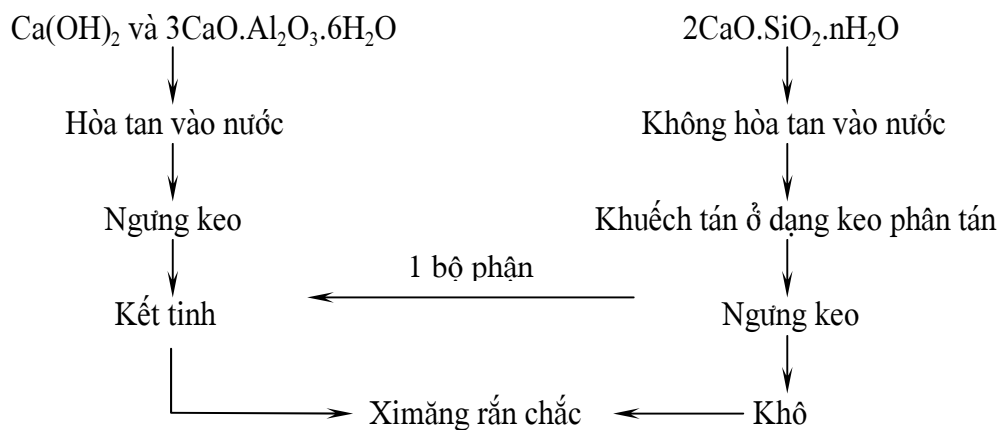
**b. Giai đoạn hoá keo:**

- Trong dung dịch quá bão hoà, các lượng  $\text{Ca(OH)}_2$  và  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  tiếp tục sinh ra (do phản ứng thủy hoá) không hoà tan được nữa mà tồn tại ở thể keo. Còn các sản phẩm etringit,  $\text{C}_2\text{SH}_n$  do phản ứng thủy hoá của  $\text{C}_2\text{S}$  và  $\text{C}_3\text{S}$  sinh ra, vốn không tan, sẽ tách ra ở dạng phân tán nhỏ trong dung dịch, tạo thành thể keo phân tán. Vì nước ngày càng ít đi (bay hơi, phản ứng thủy hoá với phần ximăng bên trong) mà lượng chất keo ngày càng sinh ra nhiều, tạo điều kiện cho các hạt keo phân tán tương đối nhỏ ở trên ngưng tụ lại thành những loại hạt ngưng keo tương đối lớn hơn, ở dạng sệt, làm cho ximăng mất tính dẻo và ngưng kết lại dần dần, nhưng ximăng chưa hình thành cường độ.

**c. Giai đoạn kết tinh:**

-  $\text{Ca(OH)}_2$  và  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  từ thể ngưng keo chuyển dần sang dạng kết tinh, có tinh thể nhỏ đan chéo nhau, làm cho ximăng bắt đầu có cường độ. Chất  $\text{C}_2\text{S} \cdot \text{H}_n$  vẫn tồn tại ở thể keo rất lâu, sau đó mới có một bộ phận chuyển sang thành tinh thể. Do lượng nước ngày càng mất đi, thể keo và các hạt keo dần dần bị khô lại, kết chặt lại làm cho cả hệ thống hoá cứng và cường độ tăng.

- Tóm lại quá trình rắn chắc của ximăng có thể biểu diễn như sau:



- Các giai đoạn trên tuy tách làm ba, song chúng không phải riêng lẻ mà xen kẽ nối tiếp lẫn nhau, nghĩa là khi đã xuất hiện tinh thể thì vẫn có chỗ mới bắt đầu thời kỳ thứ nhất là hoà tan. Nhờ vậy các tinh thể sau khi hình thành đan xen và cắm vào nhau tạo ra bộ khung không gian chịu lực. Ngoài hiện tượng rắn chắc trên đây, các quá trình cacbonat hoá cũng góp phần vào sự rắn chắc của ximăng.

**VI. CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA XIMĂNG POOCLĂNG:**

**1. Khối lượng riêng:**

**a. Khái niệm:**

Khối lượng riêng là khối lượng của một đơn vị thể tích ximăng ở trạng thái hoàn toàn đặc sau khi được sấy khô đến khối lượng không đổi.

**b. Cách xác định:**

Phương pháp vật liệu chiếm chỗ chất lỏng. Dụng cụ: bình tỷ trọng, dầu hỏa.

**c. Các yếu tố ảnh hưởng:**

Ximăng pooc lăng có khối lượng riêng  $\gamma_a = 3,05 \div 3,15 \text{ g/cm}^3$ . Trị số này thay đổi tùy theo nhiệt độ nung, nếu nhiệt độ nung cao thì ximăng có  $\gamma_a$  lớn và ngược lại. Mặt khác  $\gamma_a$  còn phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, ví dụ loại ximăng chứa nhiều  $C_4AF$  sẽ có  $\gamma_a$  lớn.

**d. Ý nghĩa:**

- Ximăng có  $\gamma_a$  lớn có tác dụng tốt là có thể ngăn được các tia X hoặc tia  $\gamma$ , đồng thời khả năng ngăn bức xạ và phóng xạ càng tốt. Vì vậy người ta tìm cách tăng  $\gamma_a$  của ximăng để dùng vào các công trình đặc biệt chống phóng xạ, như dùng BaO thay cho CaO sẽ tạo thành silicat bari có tỷ trọng đến 5,4 hoặc trộn  $BaSO_4$  vào ximăng để tăng  $\gamma_a$  lên.

- Tính toán cấp phối bê tông, vữa.

**2. Khối lượng thể tích xốp:****a. Khái niệm:**

Khối lượng thể tích xốp là khối lượng của một đơn vị thể tích ximăng được đổ đông ở trạng thái tự nhiên.

**b. Cách xác định:**

Phương pháp đổ đông bằng dụng cụ phễu tiêu chuẩn với độ cao đổ là 10cm.

**c. Các yếu tố ảnh hưởng:**

Khối lượng thể tích của ximăng pooc lăng phụ thuộc vào độ mịn của ximăng. Nếu ximăng càng mịn thì  $\gamma_0$  càng giảm. Mặt khác  $\gamma_0$  còn phụ thuộc vào mức độ lèn chặt của bột ximăng. Khối lượng thể tích của ximăng  $\gamma_0$  biến đổi từ  $1,2 \div 1,6 \text{ g/cm}^3$  (lèn chặt),  $0,9 \div 1,1 \text{ g/cm}^3$  (xốp).

**c. Ý nghĩa:**

Khối lượng thể tích xốp dùng để tính toán cấp phối bê tông; cấp phối vữa; dùng để quy đổi lượng dùng ximăng từ khối lượng sang thể tích.

**3. Độ mịn:****a. Khái niệm:**

Độ mịn là chỉ tiêu đánh giá mức độ nghiền mịn của ximăng. Độ mịn được đánh giá bằng phần trăm khối lượng lọt qua sàng 0,08mm.

**b. Cách xác định:**

- Sàng qua sàng 0,2mm, sau đó sàng qua sàng 0,08mm. Yêu cầu 100% lọt qua sàng 0,2mm; trên 85% lọt qua sàng 0,08mm (đối với ximăng rắn nhanh là trên 95%). Kích thước trung bình của hạt ximăng là  $15 \div 20 \mu\text{m}$ .

- Ngoài ra người ta còn dùng tỷ diện tích S (tổng diện tích bề mặt các hạt của một đơn vị khối lượng ximăng) để đánh giá độ mịn của ximăng. Thông thường tỷ diện tích của ximăng là  $2500 \div 3000 \text{ cm}^2/\text{g}$ . Nâng cao tỷ diện tích của ximăng đạt mức  $3500 \div 5000 \text{ cm}^2/\text{g}$  là một biện pháp lớn nhằm nâng cao chất lượng ximăng.



**c. Các yếu tố ảnh hưởng:**

Độ mịn của xi măng phụ thuộc vào mức độ nghiền đối với clinke. Nếu quá trình nghiền clinke tốt thì xi măng sẽ mịn và ngược lại.

**d. Ý nghĩa:**

Nếu xi măng có độ mịn lớn thì mức độ và tốc độ thủy hoá càng cao, xi măng sẽ có cường độ lớn. Tuy nhiên, nếu độ mịn quá cao (trên 95%) thì sẽ tốn công nghiền, tỷ diện S lớn yêu cầu nước nhào trộn nhiều khi bay hơi sẽ để lại lỗ rỗng làm cường độ xi măng giảm. Ngược lại, khi độ mịn quá bé (dưới 85%) thì mức độ thủy hoá của xi măng kém nên cường độ xi măng sẽ giảm.

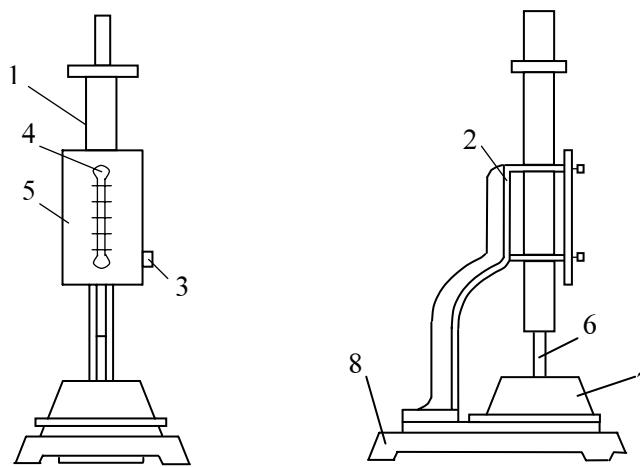
**4. Lượng nước tiêu chuẩn:**

**a. Khái niệm:**

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng là lượng nước (tính theo % so với lượng xi măng) cho vào đảm bảo chế tạo hồ xi măng đạt độ dẻo tiêu chuẩn. Độ dẻo tiêu chuẩn được xác định bằng dụng cụ Vica, khi kim Vica (đường kính 10mm) cắm sâu cách đáy 5 ÷ 7mm.

**b. Cách xác định:**

Lượng nước tiêu chuẩn được xác định bằng phương pháp thử dần bằng dụng cụ Vica.



**Dụng cụ Vica**

- |                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| 1 - Thanh chạy     | 5 - Thước chia độ       |
| 2 - Lỗ trượt       | 6 - Kim Vica            |
| 3 - Vít điều chỉnh | 7 - Khâu Vica           |
| 4 - Kim chỉ vạch   | 8 - Bàn đế dụng cụ Vica |

- Trộn 500g xi măng và một lượng nước  $N = 24 \div 30\% XM$  bằng máy trộn.
- Cho hồ xi măng vào hình côn

- Đặt lên bàn giần giần 5 ÷ 6 cái rồi gạt bằng mặt và đưa vào dụng cụ Vica. Hạ đầu kim Vica ( $\phi 10$ , dài 50mm) xuống sát mặt hồ xi măng và vặn vít để giữ kim, sau đó mở vít cho kim tự do rơi trong 30 giây rồi vặn chặt vít lại. Xác định vị trí của đầu kim.

+ Nếu kim Vica  $\phi 10$  cắm sâu cách đáy 5 ÷ 7mm thì hồ xi măng đạt độ dẻo tiêu chuẩn, khi đó  $N^{tc} = N_{tn}$ .

+ Nếu kim Vica cắm cách đáy < 5mm → làm lại với  $N < N_{bd}$

+ Nếu kim Vica cắm cách đáy > 7mm → làm lại với  $N > N_{bd}$

### c. Các yếu tố ảnh hưởng:

- Thành phần khoáng: nếu lượng  $C_3A$  tăng thì  $N^{tc}$  tăng,  $C_2S$  cần ít nước hơn.

- Độ mịn tăng →  $N^{tc}$  tăng và ngược lại

- Phụ gia : nếu xi măng có phụ gia vô cơ hoạt tính thì  $N^{tc} = 32 \div 37\%$ , nếu là phụ gia tăng dẻo thì lượng nước sẽ giảm xuống.

### d. Ý nghĩa:

$N^{tc}$  không phải là một chỉ tiêu đánh giá chất lượng của xi măng nhưng sử dụng nó để xác định các chỉ tiêu khác như: thời gian ngưng kết, độ ổn định thể tích, cường độ xi măng theo phương pháp nhanh.

## 5. Thời gian ninh kết:

### a. Khái niệm:

Sau khi trộn xi măng với nước, hồ xi măng mất dần tính dẻo, ngày càng đặc sệt lại, nhưng chưa có khả năng chịu lực, thì gọi là ngưng kết. Thời gian ninh kết của xi măng chia làm hai giai đoạn: thời gian bắt đầu ngưng kết và thời gian kết thúc ngưng kết.

*Thời gian bắt đầu ngưng kết:* là khoảng thời gian (phút, giờ) tính từ lúc bắt đầu trộn xi măng với nước cho đến khi hồ xi măng mất tính dẻo; trong thí nghiệm thời gian này ứng với lúc kim Vica  $\phi 1$  cắm cách đáy 3 ÷ 5mm.

*Thời gian kết thúc ngưng kết:* là khoảng thời gian (phút, giờ) tính từ lúc bắt đầu trộn xi măng với nước cho đến khi hồ xi măng hình thành các tinh thể, hồ cứng lại và bắt đầu có cường độ; trong thí nghiệm thời gian này ứng với lúc kim Vica  $\phi 5$  không để lại vết trên mặt hồ xi măng.

### b. Cách xác định:

Trộn xi măng với lượng nước tiêu chuẩn rồi tạo mẫu như khi xác định nước tiêu chuẩn. Thay kim Vica  $\phi 10$  bằng kim Vica  $\phi 1$  và lắp thêm một đối trọng. Để xác định thời gian bắt đầu ngưng kết cứ sau 5 phút ta thả kim một lần trong 30 giây cho đến khi độ cắm sâu của kim cách đáy từ 3 ÷ 5mm. Sau thời gian bắt đầu ninh kết, thay kim  $\phi 5$  và cứ 15 phút ta thả kim một lần trong 30 giây cho đến khi kim Vica  $\phi 5$  không để lại vết trên mặt hồ xi măng, xác định thời gian kết thúc ngưng kết. Yêu cầu khoảng cách giữa hai điểm thả kim không nhỏ hơn 10mm.

### c. Các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian ninh kết:

- Thành phần khoáng của xi măng: nếu hàm lượng các khoáng  $C_3A$ ,  $C_3S$  nhiều thì thời gian ngưng kết giảm vì tốc độ thủy hoá của xi măng tăng nhanh, nếu hàm lượng khoáng  $C_2S$  nhiều thì thời gian ngưng kết giảm vì tốc độ thủy hoá của  $C_2S$  chậm.

- Độ mịn tăng thì thời gian ngưng kết giảm vì khi đó mức độ thuỷ hoá của ximăng cao và tốc độ thuỷ hoá nhanh.

- Nhiệt độ và độ ẩm môi trường: khi nhiệt độ tăng, độ ẩm của môi trường giảm thì thời gian ngưng kết cũng giảm.

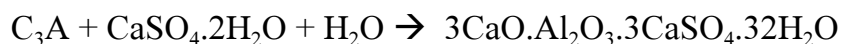
- Thời gian ngưng kết của ximăng sẽ tăng hoặc giảm nếu ta thêm vào ximăng phụ gia kéo dài hoặc rút ngắn thời gian ngưng kết.

#### **d. Ý nghĩa:**

Thời gian ngưng kết là một chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng của ximăng, giúp bố trí thời gian thi công hợp lý. Nếu ximăng bắt đầu ngưng kết quá sớm, ngoài hiện trường sẽ không kịp thời gian thi công. Ngược lại, nếu ximăng ngưng kết chậm thì sau khi thi công phải tốn thời gian chờ đợi tháo ván khuôn, làm giảm tốc độ thi công, giảm hiệu suất sử dụng ván khuôn và thời gian xuất xưởng các cấu kiện bị chậm lại. Do đó quy phạm đã quy định ximăng pooc-lăng phải có thời gian bắt đầu ngưng kết không sớm quá 45 phút và kết thúc ngưng kết không chậm quá 10 giờ.

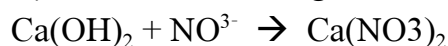
#### **e. Các phụ gia thay đổi thời gian ninh kết:**

- *Phụ gia kéo dài thời gian ngưng kết:* clinke ximăng sau khi nghiền thành bột, nếu trộn với nước sẽ ngưng kết rất nhanh. Vì vậy, muốn kéo dài thời gian ngưng kết cho phù hợp với yêu cầu quy phạm, người ta cần trộn thêm vào clinke ximăng đá thạch cao  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  và nghiền lẫn.



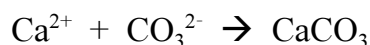
Khoáng này trong môi trường có nồng độ axit sẽ không tan, ngăn cản không cho khoáng  $\text{C}_3\text{S}$  thuỷ hoá nên kéo dài thời gian ngưng kết. Tuy nhiên cần chú ý khi nghiền lẫn, nhiệt độ sản phẩm ximăng không được cao quá, mà phải khống chế vào khoảng  $110^\circ\text{C}$  là cùng, nếu không thạch cao sống  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dễ có khả năng một bộ phận hay toàn bộ biến thành  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  và sẽ lại rút ngắn thời gian ngưng kết.

- Ngoài ra, ta có thể trộn vào clinke ximăng các muối gốc nitrat  $\text{NO}_3^-$



-  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  là muối điện ly mạnh làm cho nồng độ ion  $\text{Ca}^{2+}$  tăng, hạn chế tốc độ thuỷ hoá của các khoáng  $\text{C}_3\text{S}$  và  $\text{C}_2\text{S}$  kéo dài thời gian ngưng kết.

*Phụ gia rút ngắn thời gian ninh kết:* trộn thêm vào clinke ximăng các muối cacbonat kiềm:



-  $\text{CaCO}_3$  kết tủa làm giảm nồng độ ion  $\text{Ca}^{2+}$  nên đẩy nhanh tốc độ thuỷ hoá của các khoáng  $\text{C}_3\text{S}$  và  $\text{C}_2\text{S}$  rút ngắn thời gian ngưng kết.

## **6. Tính ổn định thể tích:**

### **a. Hiện tượng:**

Trong quá trình ngưng kết và rắn chắc, thể tích của vữa ximăng thường biến đổi. Trường hợp có sự biến đổi quá lớn hoặc không đều thường gây nên các vết nứt bên trong cấu kiện. Hiện tượng đó gọi là mất ổn định thể tích.

**b. Nguyên nhân:**

- Do phối liệu không đúng hay nung luyện không đạt làm xi măng thừa ra một lượng CaO và MgO tự do, đặc biệt là những loại xi măng to hạt hoặc nghiền xong dùng ngay mà không đủ thời gian trong kho để cho CaO và MgO tã hết, thường có tính ổn định kém. Sở dĩ như vậy là vì sau khi xi măng đã ninh kết xong, các chất CaO và MgO tự do mới bắt đầu thủy hoá, nở thể tích làm cho xi măng kém ổn định thể tích.

- Nếu hàm lượng  $SO_3$  trong xi măng quá nhiều so với quy định thì sẽ xảy ra phản ứng với  $Ca(OH)_2$  và  $C_3A$  thành ra muối  $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$  nở thể tích và cũng làm cho xi măng kém ổn định.

- Mặt khác, nếu lượng nước sử dụng quá nhiều cũng gây hiện tượng co cho đá xi măng cũng như bê tông và vữa.

**c. Cách xác định**

Phương pháp Lơsatôlie.

**7. Cường độ và mác xi măng:****a. Khái niệm:**

- *Cường độ R* là khả năng lớn nhất của đá xi măng chống lại sự phá hoại gây ra dưới tác dụng của tải trọng.

- *Cường độ tiêu chuẩn  $R^{tc}$*  là cường độ của đá xi măng khi mẫu có hình dáng kích thước chuẩn, được chế tạo và dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm theo phương pháp chuẩn ở tuổi 28 ngày.

Hình dáng, kích thước chuẩn: mẫu hình dầm kích thước  $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$

Chế tạo: xi măng + cát tiêu chuẩn, khuôn thép, đúc bằng máy giã

Dưỡng hộ: 1 ngày trong khuôn ở môi trường nhiệt độ  $27 \pm 1^\circ C$ , độ ẩm không nhỏ hơn 90%, 27 ngày sau trong nước ở nhiệt độ  $27 \pm 1^\circ C$

- *Mác xi măng* là đại lượng không thứ nguyên do nhà nước quy định dựa vào cường độ tiêu chuẩn của xi măng.

Theo cường độ chịu lực, xi măng poocăng gồm các mác sau : PC30, PC40, PC50. Trong đó : PC là ký hiệu cho xi măng poocăng (Portland Cement; các trị số 30, 40, 50 là giới hạn bền nén sau 28 ngày tính bằng  $N/mm^2$ , xác định theo TCVN 6016 - 1995.

- Trong quá trình vận chuyển và cất giữ, xi măng hút ẩm dần dần vón cục, cường độ giảm đi, do đó trước khi sử dụng xi măng nhất thiết phải thử lại cường độ và sử dụng nó theo kết quả kiểm tra chứ không dựa vào mác ghi trên bao.

**b. Cách xác định:**

Ta có thể xác định cường độ xi măng theo 2 phương pháp sau: phương pháp mềm, phương pháp nhanh (TCVN 6016 - 1995).

**\* *Xác định mác xi măng theo phương pháp mềm***

- Cát tiêu chuẩn: hàm lượng  $SiO_2 > 96\%$ , đường kính hạt  $d = 0,14 \div 2,00 \text{ mm}$ , hàm lượng sét  $< 1\%$ ,

-Trộn hỗn hợp vữa xi măng cát theo tỷ lệ 1 : 3, tỷ lệ N/X = 0,5. Lượng vật liệu cho một mẻ trộn là  $450 \pm 2g$  xi măng,  $1350 \pm 5g$  cát,  $225 \pm 1g$  nước.

\* *Bước 1* : Chế tạo mẫu

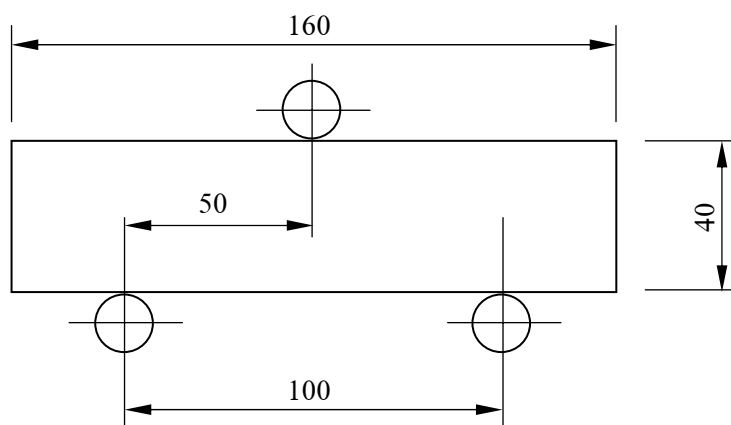
Cho nước và xi măng vào máy trộn vữa trộn đều trong 1 phút ở tốc độ chậm, tăng tốc độ nhanh đồng thời cho cát tiêu chuẩn chảy từ từ vào cối trộn trong thời gian 30 giây. Sau đó, cho máy trộn thêm 1 phút nữa rồi lấy hỗn hợp vữa xi măng ra cho vào 3 khuôn kích thước  $4 \times 4 \times 16cm$ , đặt lên máy giần đúc 3 mẫu. Gạt bằng và miết phẳng các bề mặt mẫu.

\* *Bước 2* : Dưỡng hộ mẫu

Dưỡng hộ mẫu 1 ngày trong không khí ở nhiệt độ  $25^{\circ}C$ , độ ẩm lớn hơn 90%. Sau đó tháo khuôn lấy mẫu ngâm vào nước ở nhiệt độ  $25^{\circ}C$  trong 27 ngày, mực nước trong thùng ngâm phải cao hơn bề mặt mẫu ít nhất  $5cm$ .

\* *Bước 3* : Kiểm tra cường độ

-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 :

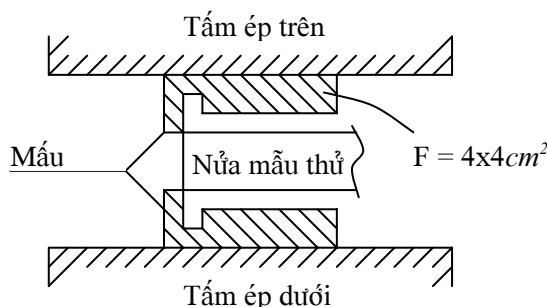


Sơ đồ uốn mẫu

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 nửa mẫu đem thử cường độ nén như sơ đồ sau :



- Cường độ chịu nén của mẫu ép tính bằng công thức :

$$R_n = \frac{P}{F}$$

- Cường độ chịu nén tiêu chuẩn là cường độ chịu nén trung bình của 6 mẫu thử

$$R_n^{t/c} = \frac{R_{n_1} + R_{n_2} + R_{n_3} + R_{n_4} + R_{n_5} + R_{n_6}}{6}$$

**\* Xác định mức xi măng theo phương pháp nhanh**

- Trộn 200g xi măng với nước tiêu chuẩn rồi đúc 2 khuôn, mỗi khuôn 6 mẫu lập phương kích thước 2x2x2cm. Dưỡng hộ mẫu 20 giờ trong không khí. Sau đó, đem 6 mẫu chưng hấp trong 4 giờ hay đun trong nước sôi 30 phút, 6 mẫu còn lại tiếp tục dưỡng hộ trong không khí ẩm rồi thử cường độ chịu nén của các mẫu thử ta được  $R_{\text{mẫu hấp}} (R_h)$  và  $R_{\text{mẫu không hấp}} (R_{k/h})$ .

- Xác định tỷ số 
$$\eta = \frac{R_h}{R_{k/h}}$$

- Tra quy phạm từ  $\eta$  ta có hệ số chuyển đổi K. Từ đó, xác định cường độ của xi măng theo công thức :

$$R_{XM} = K \cdot R_{\text{mẫu hấp}}$$

- Phương pháp xác định cường độ của xi măng này có ưu điểm là nhanh (không cần dưỡng hộ mẫu trong 28 ngày) nhưng có nhược điểm là kết quả kém chính xác.

**c. Các yếu tố ảnh hưởng:**

- Cường độ chịu lực của xi măng phát triển theo thời gian không đều mà gần như tuân theo quy luật logarit. Trong 3 ngày đầu, cường độ có thể đạt 40 ÷ 50%, 7 ngày đạt 60 ÷ 70%, những ngày sau tốc độ tăng cường độ chậm đi, đến 28 ngày thì đạt được mức. Tuy nhiên, trong những điều kiện thuận lợi, sự rắn chắc của nó có thể kéo dài vài tháng thậm chí hàng năm, cuối cùng có thể vượt gấp 2 ÷ 3 lần cường độ tại tuổi 28 ngày.

- Cường độ của xi măng và tốc độ rắn chắc của nó phụ thuộc vào thành phần khoáng của clinke, độ mịn của xi măng, tỷ lệ N/X, điều kiện rắn chắc (nhiệt độ và độ ẩm của môi trường), thời gian bảo quản xi măng trong kho.

\* **Thành phần khoáng:** tốc độ phát triển cường độ của các khoáng rất khác nhau.  $C_3S$  có tốc độ nhanh nhất, sau 7 ngày nó đạt đến 70% cường độ 28 ngày, sau đó thì chậm lại. Trong thời kỳ đầu (đến tuổi 28 ngày),  $C_2S$  có tốc độ phát triển cường độ chậm ( $R_{C_2S} = 15\% R_{C_3S}$ ) nhưng thời kỳ sau tốc độ này tăng lên và có thể vượt cả cường độ của  $C_3S$ . Khoáng  $C_3A$  có cường độ thấp nhưng lại phát triển rất nhanh ở thời kỳ đầu.

\* **Độ mịn:** khi độ mịn tăng (trong khoảng 85 ÷ 95%) thì cường độ của xi măng cũng tăng vì mức độ thủy hoá đã được tăng lên. Tuy nhiên, nếu độ mịn quá lớn (lớn hơn 95%) thì yêu cầu nước nhào trộn tăng, trong quá trình rắn chắc nước sẽ bay hơi để lại các lỗ rỗng trong đá xi măng tăng lên nên cường độ xi măng sẽ giảm đi. Nếu độ mịn quá nhỏ (nhỏ hơn 85%), quá trình thủy hoá của xi măng sẽ xảy ra không triệt để nên cường độ xi măng cũng sẽ giảm. Khi độ mịn của xi măng càng lớn thì cường độ càng giảm nếu dự trữ lâu vì xi măng hút ẩm nhiều hơn.

\* **Tỷ lệ N/X:** khi tỷ lệ N/X vừa đủ quá trình thủy hoá xảy ra hoàn toàn nên cường độ của xi măng sẽ tăng. Nếu tỷ lệ N/X quá lớn, nước tự do sẽ bay hơi trong quá trình rắn chắc để lại các lỗ rỗng trong đá xi măng nên cường độ của xi măng sẽ thấp. Nếu tỷ lệ N/X quá nhỏ, quá trình thủy hoá xảy ra không hoàn toàn nên cường độ xi măng sẽ giảm.

\* **Điều kiện rắn chắc** (nhiệt độ, độ ẩm môi trường): có ảnh hưởng đến quá trình rắn chắc của đá xi măng vì giai đoạn đầu của quá trình rắn chắc là thủy hoá. Ở nhiệt độ dưới 0°C phản ứng thủy hoá sẽ dừng lại, ở nhiệt độ 5 ÷ 15°C quá trình thủy hoá xảy ra chậm, ở nhiệt độ 20 ÷ 25°C quá trình thủy hoá xảy ra bình thường. Ở nhiệt độ lớn hơn 75°C và điều kiện bão hoà hơi nước, tốc độ phát triển cường độ của xi măng nhanh. Ở nhiệt độ 175 ÷ 200°C và điều kiện bão hoà hơi nước (môi trường octocla), tốc độ phát triển cường độ của xi măng rất nhanh. Khi dưỡng hộ mẫu trong điều kiện octocla, cường độ của xi măng sau 4 giờ có thể đạt đến cường độ của xi măng sau 28 ngày dưỡng hộ ở điều kiện thông thường.

\* **Thời gian bảo quản xi măng trong kho** càng dài thì cường độ của xi măng càng giảm đi dù có bảo quản trong điều kiện tốt nhất. Thông thường trong điều kiện khí hậu của nước ta sau 3 tháng cường độ giảm đi 15 ÷ 20%, sau một năm giảm đi 30 ÷ 40%.

- Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng poocăng được quy định trong TCVN 2682 - 1999 như bảng dưới đây:

**Các chỉ tiêu cơ lý của xi măng poocăng**

Tên chỉ tiêu	Mức xi măng		
	PC30	PC40	PC50
1 - Giới hạn bền nén, $N/mm^2$ ; không nhỏ hơn			
- Sau 3 ngày	16	21	31
- Sau 28 ngày	30	40	50
2 - Độ nghiền mịn			
- Phần còn lại trên sàng 0,08mm, %, nhỏ hơn	15	15	12
- Tỷ diện xác định theo phương pháp Blaine, $cm^2/g$ , lớn hơn	2700	2700	2800
3 - Thời gian ninh kết	45	45	45
- Thời gian bắt đầu ninh kết, <i>phút</i> , không sớm hơn	375	375	375
- Thời gian kết thúc ninh kết, <i>phút</i> , không muộn hơn			
4 - Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Lơsatolie, <i>mm</i> , không lớn hơn	10	10	10

**8. Nhiệt thủy hóa của xi măng:**

**a. Khái niệm:**

- Trong quá trình thủy hoá của xi măng để sinh ra các sản phẩm mới, các thành phần khoáng tương tác với nước và phát sinh ra một lượng nhiệt. Lượng nhiệt này lớn trong thời gian đầu, sau đó giảm dần và tắt hẳn khi phản ứng thủy hoá kết thúc.

- *Nhiệt thủy hoá* là lượng nhiệt toả ra trong quá trình ninh kết rắn chắc của một đơn vị khối lượng xi măng.

**Lượng nhiệt phát ra sau khi thủy hoá các thành phần khoáng vật của xi măng**  
( tính theo *cal/gam* )

Tên thành phần khoáng vật	Lượng nhiệt phát ra sau thời gian			
	3 ngày	7 ngày	28 ngày	3 tháng
$3\text{CaO}.\text{SiO}_2$	97	110	116	124
$\beta\text{-}2\text{CaO}.\text{SiO}_2$	15	25	40	44
$3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$	141	158	209	222
$5\text{CaO}.3\text{Al}_2\text{O}_3$	56,8	-	171,4	214,5
$4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3. \text{Fe}_2\text{O}_3$	22	60	90	99

**b. Các yếu tố ảnh hưởng**

Lượng nhiệt phát ra của xi măng nhiều hay ít phụ thuộc vào thành phần khoáng, độ mịn của hạt xi măng, thời gian bảo quản xi măng. Những thành phần  $\text{C}_3\text{A}$ ,  $\text{C}_3\text{S}$  phát nhiệt đều và nhanh, còn các thành phần  $\text{C}_2\text{S}$ ,  $\text{C}_4\text{AF}$  phát nhiệt tương đối ít và chậm trong thời gian đầu. Xi măng có độ mịn càng lớn thì phát nhiệt càng nhiều vì quá trình thủy hoá xảy ra nhanh và triệt để. Nếu thời gian bảo quản xi măng lâu thì nhiệt thủy hoá sẽ nhỏ đi vì khi đó xi măng đã hút ẩm trong không khí.

**c. Ý nghĩa**

Lượng nhiệt phát ra có lợi cho việc thi công bê tông khi trời lạnh, hoặc khi muốn bê tông rắn nhanh, cường độ cao vì nó kích thích quá trình thủy hoá xảy ra nhanh hơn. Ngược lại, khi trời nóng và nhất là khi đổ bê tông có thể tích lớn thì nhiệt thủy hoá phát ra làm cho phần bê tông bên trong có xu hướng nở ra, trong khi đó phần bê tông bên ngoài bị ván khuôn lèn ép, bị co ngót do mất nước gây nên ứng suất nhiệt phát sinh vết nứt trong khối bê tông. Vì vậy, để giảm nhiệt cho các công trình đổ bê tông có thể tích lớn, ngoài các biện pháp phân đoạn thi công và toả nhiệt thường dùng, cần chú ý những loại xi măng tỏa ít nhiệt.

**VII. HIỆN TƯỢNG ĂN MÒN XIMĂNG VÀ CÁC BIỆN PHÁP PHÒNG:**

**1. Hiện tượng ăn mòn:**

Trong thực tế các công trình xây dựng dùng xi măng nằm trong môi trường nước sau một thời gian lâu thì bề mặt của nó sẽ bị rỗ, độ rỗng tăng dần, cường độ giảm và có thể dẫn đến kết cấu bị phá vỡ.

**2. Nguyên nhân:**

Nguyên nhân chủ yếu gây ra hiện tượng ăn mòn là :



- Trong xi măng có một số thành phần khoáng, nhất là  $\text{Ca(OH)}_2$  dễ bị hoà tan và rửa trôi làm cho kết cấu của bê tông và vữa bị rỗng, do đó cường độ giảm thấp (xâm thực hoà tan).

- Khi gặp một số hoá chất (như các chất axit và muối ...) một số thành phần của đá xi măng sinh ra phản ứng hóa học, tạo ra những chất mới dễ tan trong nước, không dính kết (xâm thực trao đổi) hoặc tạo ra những chất mới có thể tích lớn hơn trước, gây ra ứng suất phá hoại bê tông và vữa (xâm thực bành trướng thể tích).

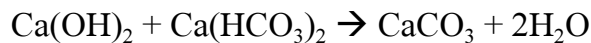
Những nguyên nhân trên đây thường tồn tại đồng thời và ảnh hưởng lẫn nhau.

### 3. Các dạng ăn mòn chủ yếu:

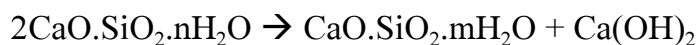
#### a. Ăn mòn trong nước ngọt:

- Nước ngọt làm hoà tan  $\text{Ca(OH)}_2$  do CaO tự do trong xi măng hoặc do  $\text{C}_3\text{S}$ ,  $\text{C}_2\text{S}$  thuỷ hoá sinh ra. Tuy độ hoà tan của  $\text{Ca(OH)}_2$  không lớn lắm nhưng nếu trải qua nhiều năm tiếp xúc với nước hoặc nước ngọt của môi trường luôn luôn thay đổi, thì kết cấu của đá xi măng sẽ bị rỗng đi khá nhanh. Khi đó, nước lại có khả năng chui vào bên trong hoà tan  $\text{Ca(OH)}_2$  rồi cuốn đi, làm mất tính dính kết nội bộ và làm cho cường độ xi măng giảm xuống. Hiện tượng ăn mòn này càng mạnh khi gặp nước có áp lực.

- Sự hoà tan của  $\text{Ca(OH)}_2$  trong nước còn phụ thuộc vào độ cứng của nước (biểu thị bằng hàm lượng  $\text{HCO}_3^-$ ): độ cứng của nước càng nhỏ thì sự hoà tan  $\text{Ca(OH)}_2$  càng tăng; nếu độ cứng đạt giá trị thích hợp thì độ hoà tan của  $\text{Ca(OH)}_2$  giảm đi, vì sinh ra phản ứng:



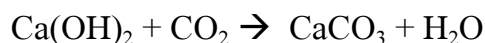
$\text{CaCO}_3$  hình thành, bao phủ lên kết cấu, ngăn cản  $\text{Ca(OH)}_2$  tự do hoà tan.  $\text{CaCO}_3$  hoà tan ít hơn  $\text{Ca(OH)}_2$  100 lần. Mặt khác vì các khoáng vật sinh ra sau quá trình thuỷ hoá của xi măng chỉ có thể ổn định ở những nồng độ  $\text{Ca(OH)}_2$  nhất định. Ví dụ  $2\text{CaO.SiO}_2.n\text{H}_2\text{O}$  chỉ tồn tại với nồng độ  $\text{Ca(OH)}_2$  lớn hơn 1,1g/l. Nếu CaO dưới dạng  $\text{Ca(OH)}_2$  bị nước ngọt môi trường làm cho hoà tan, nồng độ giảm xuống thì  $2\text{CaO.SiO}_2.n\text{H}_2\text{O}$  sẽ bị phân giải theo phản ứng:



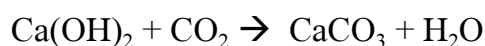
làm cho cường độ giảm xuống và tốc độ phá hoại tăng lên.

#### b. Ăn mòn trong nước có chứa $\text{CO}_2$ (dưới dạng axit yếu):

- Nước thiên nhiên thường có lẫn hoặc ít hoặc nhiều  $\text{CO}_2$  dưới dạng  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Nếu nồng độ  $\text{CO}_2$  trong nước ít thì có lợi là thúc đẩy quá trình cacbonat hoá:



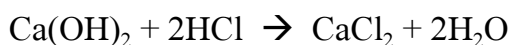
- Tuy nhiên, nếu nồng độ  $\text{CO}_2$  trong nước cao quá 15 ÷ 20mg/l, sẽ sinh ra các phản ứng có hại:



$\text{Ca(HCO}_3)_2$  có độ hoà tan rất lớn nên phá hoại xi măng.

**c. Ăn mòn do axit:**

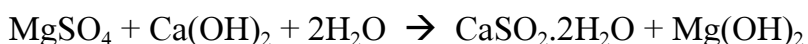
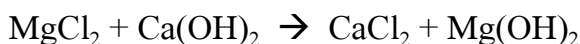
- Trong các loại nước bản và nước thải công nghiệp thường có chứa các loại axit như HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, v.v... Những loại axit này tác dụng với Ca(OH)<sub>2</sub> theo các phản ứng :



- Những chất mới sinh ra hoặc là dễ tan như CaCl<sub>2</sub>, hoặc kết tinh và nở thể tích như CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O nên đều gây phá hoại đá xi măng. Mặt khác, CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O còn có khả năng tác dụng với C<sub>3</sub>AH<sub>6</sub> tạo thành khoáng 3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3CaSO<sub>4</sub>·32H<sub>2</sub>O nở thể tích gấp 2 lần. Các phản ứng trên đây còn có tác hại xấu nữa là làm cho nồng độ CaO trong môi trường giảm xuống, do đó thúc đẩy quá trình không ổn định của các thành phần khác của đá xi măng. Ngoài ra axit có thể phá huỷ cả silicat canxi.

**d. Ăn mòn trong nước biển, nước ngầm và nước chứa muối khoáng khác:**

- *Ăn mòn manhê*: gây ra do các loại muối chứa manhê trong nước biển, nước ngầm, nước chứa muối khoáng tác dụng với Ca(OH)<sub>2</sub>



Chất Mg(OH)<sub>2</sub> sinh ra là chất kết tủa vô định hình ở dạng rời rạc không dính kết và không có cường độ sẽ bị rửa trôi ra ngoài (ăn mòn manhê). Khi nồng độ ion Mg<sup>2+</sup> lớn hơn 500mg/l mới xảy ra ăn mòn manhê.

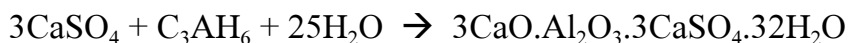
Chất CaCl<sub>2</sub> là muối điện ly mạnh, rất dễ bị hoà tan làm cho đá xi măng bị rỗng.

- *Ăn mòn phân khoáng*: là do nitrat amôn



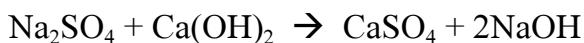
Nitrat canxi tan rất tốt trong nước nên dễ bị rửa trôi. Phân Kali gây ra ăn mòn đá xi măng là do làm tăng độ hoà tan của Ca(OH)<sub>2</sub>. Suphephotphat là chất xâm thực mạnh do trong thành phần của nó có chứa Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, thạch cao và cả axit phosphoric.

- *Ăn mòn sunfat*: sự ăn mòn này xảy ra khi hàm lượng sunfat lớn hơn 250mg/l (tính theo nồng độ ion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).



Chất 3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3CaSO<sub>4</sub>·32H<sub>2</sub>O có tính nở thể tích gấp 2 lần, gây ra nội ứng suất trong đá xi măng. Muối này lại bị nước và muối làm rửa ra thành một dung dịch đặc, nhớt, màu trắng, chảy từ xi măng ra ngoài, làm cho đá xi măng bị rỗng. Ăn mòn sunfat luôn xảy ra đối với các công trình ven biển, công trình tiếp xúc với nước thải công nghiệp và nước ngầm.

Nếu trong nước có chứa Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> thì đầu tiên nó tác dụng với vôi :



Sau đó, nó mới tác dụng tiếp để tạo thành etringit.

- *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.

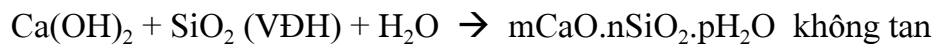
- Ăn mòn do kiềm có trong đá xi măng ngay trong lòng khối bê tông giữa các phần tử với nhau. Bản thân clinke luôn chứa một lượng chất kiềm. Trong khi đó, trong cốt liệu bê tông, đặc biệt là trong cát, luôn hay gặp hơn chất silic vô định hình. Chúng có thể tác dụng với kiềm của xi măng ngay ở nhiệt độ thường làm cho bề mặt hạt cốt liệu nở ra một hệ thống vết nứt, bạc màu. Sự phá hoại này có thể xảy ra khi kết thúc xây dựng 10 ÷ 15 năm.

#### 4. Biện pháp đề phòng ăn mòn cho xi măng:

Sở dĩ xi măng bị ăn mòn là vì trong bản thân xi măng có CaO tự do, có Ca(OH)<sub>2</sub> do C<sub>3</sub>S thủy hoá sinh ra và có C<sub>3</sub>A. Những chất này hoặc là bị hoà tan làm cho đá xi măng bị rỗng và nồng độ vôi giảm xuống, hoặc là phản ứng với các axit, các muối để tạo ra những chất mới dễ làm cho đá xi măng bị phá hoại hơn. Vì vậy, biện pháp đề phòng ăn mòn cho xi măng gồm có :

- Thay đổi thành phần khoáng vật của xi măng, nung luyện đạt để giảm bớt các thành phần CaO tự do, C<sub>3</sub>S và C<sub>3</sub>A xuống. Tuy nhiên, việc giảm thấp hàm lượng C<sub>3</sub>S lại ảnh hưởng đến cường độ của xi măng, cho nên chỉ ở những nơi có yêu cầu chống ăn mòn cao mà bê tông không cần có mác cao lắm, thì mới thích dụng.

- Dùng biện pháp silicat hoá bằng cách trộn thêm vào xi măng những chất phụ gia hoạt tính chứa nhiều SiO<sub>2</sub> vô định hình để tác dụng với Ca(OH)<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>A của xi măng thành những hợp chất silicat ổn định hơn.



- Với những môi trường mà tính chất ăn mòn đã cụ thể, thì người ta sử dụng những loại xi măng đặc biệt thích hợp, như xi măng chống sunfat, xi măng chống axit.

- Dùng biện pháp cacbonat hoá bề mặt bằng cách trước khi dùng trong nước, nên để các cấu kiện bằng xi măng tiếp xúc với không khí một thời gian (2 ÷ 3 tuần), như vậy Ca(OH)<sub>2</sub> sẽ được cacbonat hoá thành lớp vỏ CaCO<sub>3</sub> bao bọc cho bên trong khó bị hoà tan hơn. Tuy nhiên, biện pháp này chỉ áp dụng đối với nước ngọt, ít ăn mòn, ít ngậm axit.

- Tăng độ đặc của kết cấu bê tông bằng cách hạn chế lượng nước thừa trong bê tông, như dùng phụ gia tăng dẻo, dùng chân không hút nước thừa sau khi đổ khuôn và đầm chắc xong, dùng biện pháp đầm chắc bê tông bằng chấn động.

- Tạo lớp bảo vệ bề mặt ngăn cách bê tông với môi trường nước bằng các loại vật liệu đặc và trơ đối với bê tông như: quét 2 ÷ 3 lớp nhũ tương bitum hoặc dung dịch bitum pha xăng, quét thuỷ tinh lỏng, sơn chống thấm, bọc các cấu kiện bằng ván khuôn thép hợp bằng vật liệu gốm.

- Cải thiện môi trường nước, có hệ thống hút và thoát nước trong các công trình đi.

## VIII. ĐẶC TÍNH, BẢO QUẢN VÀ SỬ DỤNG XIMĂNG POOCLĂNG

### 1. Đặc tính

Ximăng pooclăng có cường độ phát triển tương đối nhanh và cao, nhiệt lượng phát ra trong quá trình thủy hoá nhiều hơn và khối lượng riêng cũng tương đối cao hơn so với nhiều loại ximăng khác; trong các môi trường ăn mòn, ximăng pooclăng chống thấm kém nhưng tính chịu lửa lại tương đối khá.

### 2. Bảo quản

Ximăng pooclăng rất dễ hút ẩm trong không khí, đóng vón thành cục, trở nên kém phẩm chất, cường độ giảm xuống và thời gian ninh kết rắn chắc kéo dài. Vì vậy, vấn đề chủ yếu trong vận chuyển và bảo quản trong kho là phải chống ẩm cho ximăng. Kho chứa ximăng phải cao ráo, sàn phải cách mặt đất 0,5m, phải xếp cách tường kho 0,5m và mỗi chồng không quá 10 bao. Xếp ximăng theo thứ tự thời gian để dùng, ximăng có ngày sản xuất trước thì dùng trước, có ngày sản xuất sau thì dùng sau. Không nên để ximăng lâu quá 3 tháng vì cường độ ximăng có thể giảm đến 30% do khí hậu nóng ẩm của nước ta. Nếu ximăng đã tồn kho lâu quá 6 tháng, cần phải kiểm tra lại mác trước khi sử dụng.

### 3. Sử dụng

- Ximăng pooclăng là chất kết dính quan trọng nhất trong việc xây dựng các công trình, đặc biệt là các công trình bê tông và bê tông cốt thép. Người ta dùng ximăng để sản xuất bê tông và vữa dùng cho mọi công trình trên cạn, trong đất, trong nước không ăn mòn hoặc ít ăn mòn, dùng chế tạo cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép phục vụ cho xây dựng lắp ghép.

- Tuy nhiên, không nên sử dụng ximăng pooclăng mác cao cho các công trình có thể tích lớn vì nhiệt lượng toả ra nhiều và không nên sử dụng ở những môi trường có tính ăn mòn mạnh (nước biển, nước thải công nghiệp), công trình chịu axit, công trình chịu nhiệt. Với những loại công trình này cần phải sử dụng những loại ximăng đặc biệt.

## §5. XIMĂNG POOCLĂNG PUZOLAN

### I. KHÁI NIỆM:

- Ximăng pooclăng puzolan là chất kết dính vô cơ rắn trong nước hoặc trong môi trường ẩm ướt, được chế tạo bằng cách trộn và nghiền lẫn cùng clinke của ximăng pooclăng với chất phụ gia hoạt tính puzolan và thạch cao. Tỷ lệ pha trộn thường là ximăng pooclăng cộng với 20 ÷ 50% phụ gia puzolan và 5% thạch cao sống  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

- Ở Việt Nam, phụ gia puzolan Sơn Tây có màu hồng nâu, do đó ximăng pooclăng puzolan sản xuất ra cũng có màu nâu hồng.

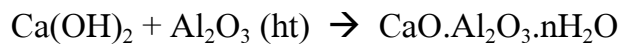
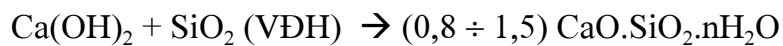
### II. PHỤ GIA PUZOLAN

- Phụ gia hoạt tính puzolan là phụ gia khoáng vật, thành phần chủ yếu là  $\text{SiO}_2$  vô định hình và  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hoạt tính. Bản thân phụ gia puzolan không có khả năng rắn chắc trong nước nhưng trong môi trường có nồng độ vôi nhất định thì nó sẽ tương tác với vôi tạo thành những hợp chất mới có khả năng rắn chắc được trong nước.

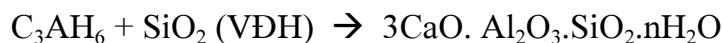
- Có hai loại phụ gia puzolan là phụ gia puzolan thiên nhiên và phụ gia puzolan nhân tạo. Phụ gia puzolan thiên nhiên có thành phần chủ yếu là  $\text{SiO}_2$  vô định hình,  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  được lấy từ các sản phẩm của núi lửa như tro núi lửa, tạt núi lửa, sỏi đá bọt hoặc lấy từ các loại đá trầm tích biến chất như diatomit, trepen. Phụ gia puzolan nhân tạo có thành phần chủ yếu là  $\text{SiO}_2$  vô định hình và  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hoạt tính. Nó có trong đất sét nung non hoặc có trong phế thải công nghiệp như xỉ quặng, tro nhiệt điện, v.v...

### III. QUÁ TRÌNH NGUNG KẾT RẮN CHẮC:

- Sự rắn chắc của xi măng pooc lăng puzolan ở thời kỳ đầu cũng giống như quá trình rắn chắc của xi măng pooc lăng, tức là cũng hình thành các sản phẩm silicat ngậm nước, các aluminat ngậm nước, các ferit canxi ngậm nước và  $\text{Ca(OH)}_2$ . Các khoáng trên cũng trải qua 3 giai đoạn là hoà tan, hoá keo và kết tinh. Riêng  $\text{Ca(OH)}_2$  mới sinh ra sẽ tác dụng với  $\text{SiO}_2$  vô định hình và  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hoạt tính có trong phụ gia puzolan :



- Ngoài ra khi  $\text{C}_3\text{A}$  thuỷ hoá tạo ra  $\text{C}_3\text{AH}_6$  sẽ tác dụng với  $\text{SiO}_2$  vô định hình theo phản ứng :



- Các khoáng mới cũng tham gia quá trình ninh kết theo ba giai đoạn : hoà tan, hoá keo và kết tinh.

### IV. CÁC TÍNH CHẤT CỦA XI MĂNG POOCLĂNG PUZOLAN:

#### 1. Khối lượng riêng, khối lượng thể tích:

Xi măng pooc lăng puzolan có khối lượng riêng và khối lượng thể tích nhỏ hơn xi măng pooc lăng, vào khoảng :

$$\gamma_a = 2,8 \div 2,9 \text{g/cm}^3$$

$$\gamma_o = 0,8 \div 1,0 \text{g/cm}^3$$

#### 2. Độ mịn:

Nếu cùng một mức độ nghiền thì xi măng pooc lăng puzolan sẽ mịn hơn xi măng pooc lăng. Độ mịn được đánh giá bằng phần trăm lượng lọt qua sàng, yêu cầu về độ mịn giống như xi măng pooc lăng nghĩa là 100% lọt qua sàng  $0,2\text{mm}$  và lớn hơn 85% lọt qua sàng  $0,08\text{mm}$ .

#### 3. Nước tiêu chuẩn:

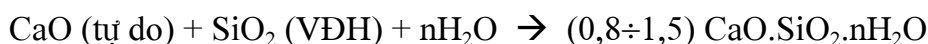
Vì xi măng pooc lăng puzolan có độ mịn cao hơn nên nó yêu cầu lượng nước tiêu chuẩn lớn hơn xi măng pooc lăng, thường vào khoảng  $30 \div 40\%$ . Vì vậy, với cùng một lượng nước, bê tông dùng xi măng pooc lăng puzolan thường có độ sụt kém hơn.

#### 4. Thời gian ninh kết:

Khi dưỡng hộ ở điều kiện bình thường, xi măng pooc lăng puzolan ninh kết rắn chắc chậm hơn so với xi măng pooc lăng trong thời gian đầu, nhưng thời gian về sau tốc độ ninh kết càng nhanh và có thể đuổi kịp xi măng pooc lăng sau 28 ngày. Khi dưỡng hộ ở điều kiện nhiệt ẩm, xi măng pooc lăng puzolan ninh kết rắn chắc nhanh hơn xi măng pooc lăng.

### 5. Tính ổn định thể tích:

Ta đã biết xi măng pooc lăng bị mất ổn định thể tích là do tồn tại các hạt CaO tự do dạng hạt già lửa. Đối với xi măng pooc lăng puzolan, các hạt CaO tự do này sẽ tác dụng với SiO<sub>2</sub> vô định hình tạo thành CaO.SiO<sub>2</sub>.nH<sub>2</sub>O có tính ổn định thể tích cao :



### 6. Tính co nở thể tích:

Xi măng pooc lăng puzolan mịn hơn, xốp hơn, cần nhiều nước hơn xi măng pooc lăng nên lượng nước nhào trộn lớn dẫn đến co ngót lớn hơn.

### 7. Cường độ:

- Nếu dưỡng hộ ở điều kiện bình thường thì trong thời gian đầu, cường độ của xi măng pooc lăng puzolan thấp hơn cường độ của xi măng pooc lăng, nhưng càng về sau thì cường độ phát triển càng nhanh có thể đuổi kịp hoặc lớn hơn.

- Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ của xi măng pooc lăng puzolan là bản chất xi măng (thành phần khoáng, độ mịn, ...) và độ hoạt tính của phụ gia puzolan. Nếu phụ gia puzolan càng tinh khiết thì lượng dùng sẽ ít đi và cường độ đá xi măng sẽ cao, nếu phụ gia puzolan kém tinh khiết (hàm lượng SiO<sub>2</sub> vô định hình thấp) thì lượng dùng phải nhiều dẫn đến cường độ đá xi măng giảm xuống.

- Căn cứ theo độ bền nén, xi măng pooc lăng puzolan được phân làm 3 mác: PC<sub>PUZ</sub>20, PC<sub>PUZ</sub>30, PC<sub>PUZ</sub>40. Trong đó PC<sub>PUZ</sub> là ký hiệu cho xi măng pooc lăng puzolan, 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 pooc lăng puzolan phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 4033 - 1995 quy định như bảng sau:

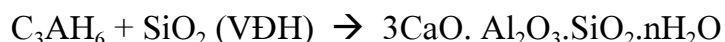
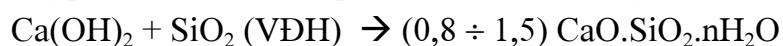
Tên chỉ tiêu	Mức		
	PC <sub>PUZ</sub> 20	PC <sub>PUZ</sub> 30	PC <sub>PUZ</sub> 40
1- Giới hạn bền nén, N/mm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn			
- Sau 7 ngày đem	13	18	25
- Sau 28 ngày	20	30	40
2- Độ nghiền mịn			
- Phần còn lại trên sàng có kích thước lỗ 0,08mm, %, không lớn hơn	15	15	15
- Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, cm <sup>2</sup> /g, không nhỏ hơn	2600	2600	2600
3- Thời gian ninh kết			
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	45
- Kết thúc, phút, không muộn hơn	10	10	10
4- Độ ổn định thể tích xác định theo phương pháp Lơsatolie, mm, không lớn hơn	10	10	10

## 8. Nhiệt thủy hóa

Vì hàm lượng  $C_3A$  ít hơn nên xi măng pooc lăng puzolan khi thủy hoá toả ra một lượng nhiệt ít hơn so với xi măng pooc lăng.

## 9. Khả năng chống ăn mòn

- Xi măng pooc lăng bị ăn mòn do các thành phần  $Ca(OH)_2$  và  $C_3AH_6$ . Trong xi măng pooc lăng puzolan, các thành phần này đều tác dụng với  $SiO_2$  vô định hình :



- Các chất này đều không tan nên xi măng pooc lăng puzolan có khả năng chống ăn mòn tốt hơn xi măng pooc lăng.

## V. SỬ DỤNG VÀ BẢO QUẢN:

### 1. Sử dụng:

- Do các đặc tính trên nên xi măng pooc lăng puzolan thường được dùng cho các công trình thường xuyên tiếp xúc với nước mặn và nước ngọt như hải cảng, âu thuyền, kênh mương, đập nước; dùng cho các công trình dưới đất, trong nước ngầm ăn mòn và ở nơi ẩm ướt; dùng cho các kết cấu đổ bê tông khối lớn vì ít bị ứng suất nhiệt hơn xi măng pooc lăng.

- Tuy nhiên, không nên dùng xi măng pooc lăng puzolan cho các công trình cần có cường độ sớm hoặc chịu tác dụng khô ẩm liên tục, mực nước thay đổi liên tục.

### 2. Bảo quản:

Hoàn toàn giống như xi măng pooc lăng thường, xi măng pooc lăng puzolan cũng cần được bảo quản tốt để chống ẩm, hạn chế mức độ giảm cường độ

## CHƯƠNG V

# BÊTÔNG DÙNG CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ

## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

### I. KHÁI NIỆM

#### 1. Hỗn hợp bê tông :

-Hỗn hợp bê tông là một hỗn hợp bao gồm cốt liệu, chất kết dính và nước, phụ gia (nếu có) được nhào trộn đồng đều, có tính dẻo , tính dính nhưng chưa rắn chắc, chưa có cường độ.

#### 2. Bê tông :

-Bê tông là loại đá nhân tạo có cấu trúc phức tạp được tạo thành từ 3 thành phần cơ bản:

\*Cốt liệu là những hạt cát, đá có hình dáng, kích thước, đặc trưng bề mặt, cường độ . . . rất khác nhau.

\*Đá ximăng được tạo thành từ ximăng tương tác với nước và được để một thời gian cho rắn chắc lại.

\*Hệ thống mao quản, lỗ rỗng có thể chứa nước, không khí và hơi nước.

#### 3. Vai trò của các thành phần

-Cốt liệu lớn là bộ khung chịu lực của bê tông sau khi được hồ ximăng gắn kết lại.

-Cốt liệu nhỏ làm tăng độ đặc đồng thời đảm bảo khả năng chống co cho bê tông.

-Chất kết dính và nước là thành phần hoạt tính của bê tông, chúng tác dụng với nhau tạo thành hồ chất kết dính bao bọc xung quanh hạt cốt liệu. Nó lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu, đồng thời đóng vai trò là chất bôi trơn tạo độ dẻo cho hỗn hợp bê tông. Trong quá trình ngưng kết rắn chắc, hồ chất kết dính làm nhiệm vụ liên kết các hạt cốt liệu lại với nhau tạo thành một khối.

-Phụ gia dùng để cải thiện một số tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông .

#### 4. Ưu điểm

-Bê tông là một trong những loại vật liệu xây dựng rất quan trọng, được sử dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực xây dựng vì nó có những tính chất ưu việt sau :

- Có cường độ chịu nén cao, bền trong môi trường.
- Cốt liệu có thể sử dụng vật liệu địa phương.
- Có thể tạo hình dễ dàng cho kết cấu.
- Dễ cơ giới hoá, tự động hoá quá trình sản xuất và thi công.
- Có thể tạo được nhiều loại bê tông có tính chất khác nhau.

### II. PHÂN LOẠI

#### 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 :  $\gamma_0 = 1800 \div 2500 \text{ kg/m}^3$ , chế tạo từ cốt liệu thường, dùng cho kết cấu chịu lực thông thường.



-Bê tông nhẹ :  $\gamma_0 = 500 \div 1800 \text{ kg/m}^3$ , trong đó gồm có bê tông nhẹ cốt liệu rỗng (nhân tạo hay thiên nhiên), 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 (không có cốt liệu nhỏ).

-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.

## 2. Theo dạng cốt liệu

- Bê tông cốt liệu đặc
- Bê tông cốt liệu rỗng
- Bê tông cốt liệu đặc biệt (chống phóng xạ, chịu nhiệt, chịu axit)

## 3. Theo công dụng

- Bê tông thường dùng trong các kết cấu bê tông cốt thép .
- Bê tông thủy công dùng để xây đập, âu thuyền, phủ lớp mái kênh, các công trình dẫn nước, ...
- Bê tông xây dựng mặt đường, sân bay, lát vỉa hè
- Bê tông dùng cho kết cấu bao che (thường là bê tông nhẹ)
- Bê tông có công dụng đặc biệt như bê tông chịu nhiệt, bê tông bền sunfat, bê tông chống ăn mòn axit, bê tông chống phóng xạ
- Bê tông trang trí

# §2. BÊ TÔNG NẶNG

## I. KHÁI NIỆM

-*Bê tông nặng* là bê tông được chế tạo từ các vật liệu thông thường như xi măng, cát, đá dăm (sỏi), có khối lượng thể tích trong khoảng từ  $1800 \div 2500 \text{ kg/m}^3$ .

## II. VẬT LIỆU CHẾ TẠO BÊ TÔNG NẶNG

### 1. Cốt liệu :

#### a. Khái niệm

-*Cốt liệu lớn và nhỏ* là các hạt khoáng ở dạng thiên nhiên hay nhân tạo, có hình dạng, kích thước, đặc trưng bề mặt, cường độ . . . rất khác nhau. Khi cỡ hạt từ  $0,15 \div 5 \text{ mm}$  là cốt liệu nhỏ và từ  $5 \div 70 \text{ mm}$  là cốt liệu lớn .

#### b. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng cốt liệu dùng cho bê tông nặng

\***Chỉ tiêu 1** : Lượng ngậm chất bẩn:

-Trong cát, sỏi hay đá dăm thường có lẫn đất sét, bùn, bụi, các mảnh mica, các muối sunfat. Các loại này sẽ bám thành màng mỏng trên bề mặt hạt cốt liệu ngăn cản sự tiếp xúc của hạt cốt liệu với đá xi măng, làm cho sự liên kết giữa chúng bị giảm xuống. Các mảnh mica thì trơn nhẵn không dính kết, dễ gãy do uốn. Mica đen dễ bị phong hoá làm giảm độ bền của bê tông. Bùn, bụi, sét thì co nở thể tích một cách đáng kể khi độ ẩm thay đổi làm phá hoại cấu trúc bê tông. Muối sunfat gây hiện tượng ăn mòn sunfat.

-Theo TCVN 1770 - 1986 cát dùng cho bê tông nặng phải đảm bảo độ sạch theo quy định ở bảng 5-1.

-Trong thực tế để loại trừ các chất bẩn này, đối với sỏi hay đá dăm người ta đem rửa thật sạch là được.

\*Cách xác định lượng tạp chất bẩn :

- Bùn, bụi, sét : phương pháp gạn rửa.
- Chất bẩn hữu cơ : phương pháp so màu và so cường độ
- Muối sunfat : phương pháp kết tủa bằng dung dịch BaCl<sub>2</sub>.

Bảng 5-1

Tên chỉ tiêu	Mức theo mác bê tông		
	Nhỏ hơn 100	150 ÷ 200	Lớn hơn 200
1. Sét , á sét, các tạp chất khác ở dạng cục	Không	Không	Không
2. Lượng hạt trên 5mm, tính bằng % theo khối lượng cát, không lớn hơn	10	10	10
3. Hàm lượng muối gốc sunfat, sunfit tính ra SO <sub>3</sub> , tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	1	1	1
4. Hàm lượng mica, tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	1,5	1	1
5. Hàm lượng bùn, bụi, sét, tính bằng % theo khối lượng cát, không lớn hơn	5	3	3

**\*Chỉ tiêu 2 :** Hình dạng, đặc trưng bề mặt

-Hình dạng và đặc trưng bề mặt của hạt cốt liệu có ảnh hưởng đến độ bền liên kết giữa đá ximăng với cốt liệu, ảnh hưởng đến cường độ bê tông.

-Loại hạt hình cầu, ôvan, hình khối chịu lực tốt.

-Hạt thoi, dẹt (kích thước nhỏ nhất bé hơn 1/3 các kích thước còn lại) có cường độ chịu uốn rất bé, ảnh hưởng xấu đến cường độ bê tông . Quy phạm quy định làm lượng hạt thoi, dẹt phải nhỏ hơn 15% theo khối lượng, xác định bằng phương pháp chọn.

-Hạt mềm yếu, hạt dễ bị phong hoá có cường độ thấp làm cường độ và độ bền của bê tông giảm. Quy phạm quy định lượng hạt này nhỏ hơn 10% theo khối lượng, cũng xác định bằng phương pháp chọn.

-Hạt có bề mặt nhám sẽ liên kết tốt hơn với đá ximăng hơn hạt có bề mặt trơn. Vì vậy, khi chế tạo bê tông có cường độ yêu cầu lớn hơn 300daN/cm<sup>2</sup> thì phải dùng đá dăm.

**\*Chỉ tiêu 3 :** Thành phần hạt và độ lớn

-Thành phần hạt là tỷ lệ phần trăm về khối lượng giữa các cấp hạt to nhỏ khác nhau và được xác định bằng bộ sàng tiêu chuẩn.

Thành phần hạt của cốt liệu có ảnh hưởng lớn đến chất lượng của bê tông. Nếu như thành phần hạt của cốt liệu hợp lý thì làm cho độ rỗng của hỗn hợp cốt liệu nhỏ nhất, lượng dùng ximăng càng nhỏ và bê tông càng chặt, cường độ càng cao.

-Cốt liệu 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 tỷ 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 tỷ 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, đối với cát , bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước các lỗ sàng là : 5 ; 2,5 ; 1,25 ; 0,63 ; 0,315 và 0,14mm; đối với sỏi hay đá dăm thì dùng bộ sàng có đường kính lỗ sàng là : 70 ; 40 ; 20 ; 10 ; 5mm để xác định thành phần hạt.

+Về hàm lượng, người ta xác định như sau :

- Cân một lượng cốt liệu đã sấy khô có khối lượng G
- Sàng qua bộ sàng tiêu chuẩn lần lượt từ cỡ sàng lớn nhất đến cỡ sàng bé nhất.
- Cân lượng sót lại trên từng sàng  $g_i$ .
- Tính lượng sót riêng biệt  $a_i$  (%) là tỷ lệ khối lượng cốt liệu còn lại trên mỗi sàng so với toàn bộ lượng đem sàng, nghĩa là :

$$a_i = \frac{g_i}{G} \times 100\%$$

- Tính lượng sót tích lũy ở mỗi cỡ sàng  $A_i$  (%) là lượng sót riêng biệt cộng dồn từ cỡ sàng lớn nhất đến cỡ sàng đang xét.

Đối với cốt liệu nhỏ :  $A_i = a_{2,5} + \dots + a_i$

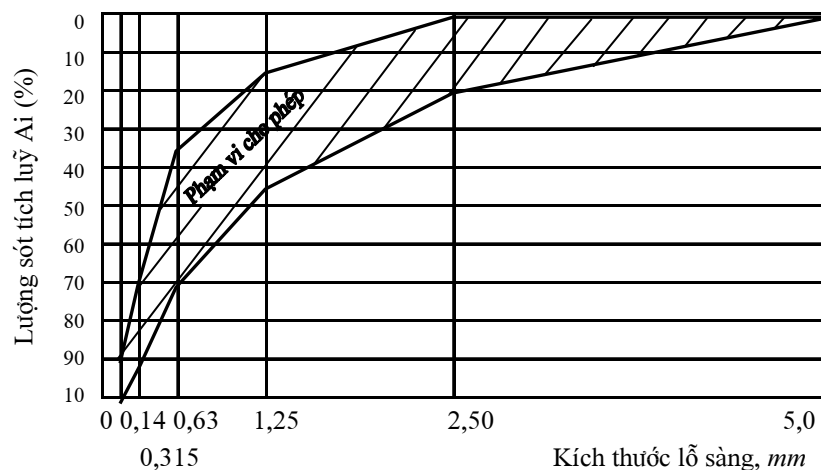
Đối với cốt liệu lớn :  $A_i = a_{70} + a_{40} + \dots + a_i$

- Căn cứ vào lượng sót tích lũy trên mỗi sàng và đường kính cỡ hạt ta vẽ được đường thành phần hạt thực tế rồi đem so sánh với phạm vi cho phép về thành phần hạt.

Phạm vi cho phép về thành phần hạt của cát (TCVN ) như sau :

Đường kính lỗ sàng (mm)	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
Lượng sót tích lũy $A_i$ (%)	0	0 ÷ 20	15 ÷ 45	35 ÷ 70	70 ÷ 90	90 ÷ 100

-Từ đó, ta biểu diễn được đồ thị quan hệ giữa lượng sót tích lũy và đường kính lỗ sàng :



**Đồ thị xác định thành phần hạt của cát để chế tạo bê tông nặng**

Phạm vi cho phép về thành phần hạt của cốt liệu lớn (TCVN) như sau :

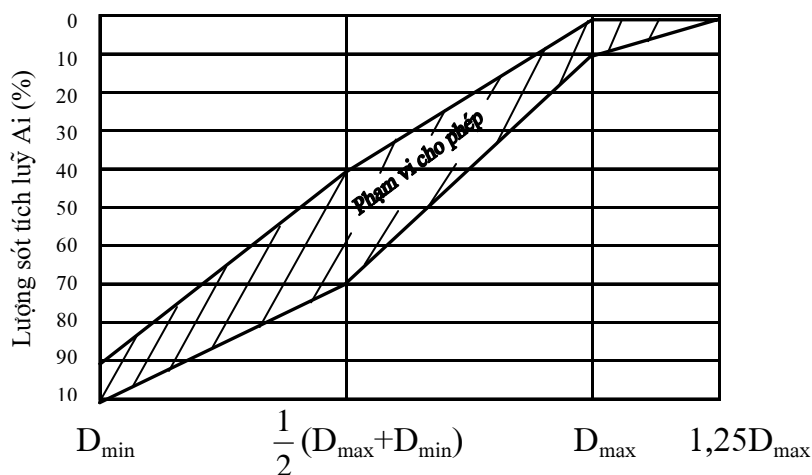
Kích thước lỗ sàng	$D_{min}$	$\frac{1}{2}(D_{max} + D_{min})$	$D_{max}$	$1,25D_{max}$
Lượng sót tích lũy trên sàng (%)	90 ÷ 100	40 ÷ 70	0 ÷ 10	0

Trong đó :  $D_{max}$  - đường kính trung bình của cấp hạt lớn nhất tương ứng với cỡ sàng có lượng sót tích lũy nhỏ hơn và gần 10% nhất

$D_{min}$  - đường kính trung bình của cấp hạt nhỏ nhất tương ứng với cỡ sàng có lượng sót tích lũy lớn hơn và gần 90% nhất

$\frac{1}{2}(D_{max} + D_{min})$  - đường kính trung bình của cấp hạt trung bình cho phép lấy bằng cỡ sàng gần nhất

Từ đó, ta biểu diễn được đồ thị quan hệ giữa lượng sót tích lũy và  $D_{max}$ ,  $D_{min}$  :



**Đồ thị xác định thành phần hạt của sỏi hay đá dăm để chế tạo bê tông nặng**

- Những loại cốt liệu đạt yêu cầu về thành phần hạt thì đường thành phần hạt thực tế phải nằm trong phạm vi cho phép. Nếu nằm ngoài phạm vi cho phép thì hoặc là không sử dụng được hoặc phải xử lý rồi mới sử dụng .

+ Độ lớn sẽ xác định tỷ diện của cốt liệu, có ảnh hưởng rất lớn đến lượng dùng xi măng. Độ lớn của cốt liệu càng lớn, lượng dùng xi măng càng ít và ngược lại.

\* Đối với cốt liệu nhỏ : có thể đánh giá bằng một trong 2 cách sau

Cách 1: Đánh giá bằng Modul độ lớn

$$M_{dl} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

- Theo modul độ lớn thì cát được chia ra làm 3 loại như bảng 5-2 :

Bảng 5-2

Loại cát	Modul độ lớn	LSTL trên sàng N <sup>o</sup> 0,63
Hạt lớn	3,5 ÷ 2,4	50 ÷ 75
Hạt vừa	2,5 ÷ 1,9	35 ÷ 50
Hạt nhỏ	2,0 ÷ 1,5	20 ÷ 35

Cách 2 : Đánh giá bằng tỷ 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

- Cách đánh giá độ lớn của cát bằng tỷ diện tích chính xác hơn moduyl độ lớn nhưng nói chung là cũng chưa phản ảnh đúng thực tế dạng hạt và đặc trưng bề mặt hạt.

\* Đối với cốt liệu lớn : đánh giá độ lớn theo  $D_{max}$ . Quy phạm quy định như sau :

- $D_{max} \leq 1/3$  kích thước nhỏ nhất của tiết diện công trình.
- Trong bê tông cốt thép  $D_{max} \leq 3/4$  khoảng cách thông thuỷ giữa hai cốt thép.
- Trong trường hợp đặc biệt đối với những tấm panel mỏng, sàn nhà, bản mặt cầu, ... cho phép  $D_{max} = 1/2$  chiều dày của tiết diện.

\* **Chỉ tiêu 5** : Độ ẩm và độ hút nước

- Độ ẩm của cốt liệu xác định theo công thức :

$$W = \frac{G_{CL}^a - G_{CL}^k}{G_{CL}^k} \times 100\%$$

trong đó :  $G_{CL}^a$  - khối lượng cốt liệu trong trạng thái ẩm

$G_{CL}^k$  - khối lượng cốt liệu trong trạng thái khô

Việc xác định độ ẩm nhằm mục đích điều chỉnh lượng dùng cốt liệu và lượng nước cho đúng với cấp phối đã thiết kế.

- Độ hút nước chỉ xác định đối với cốt liệu lớn :

$$H_p = \frac{G_n^{bh}}{G_{vl}^k} \times 100\% = \frac{G_{vl}^{bh} - G_{vl}^k}{G_{vl}^k} \times 100\%$$

trong đó :  $G_{vl}^{bh}$  - khối lượng mẫu thí nghiệm đã bão hòa nước

$G_{vl}^k$  - khối lượng mẫu thí nghiệm khô

- Cốt liệu lớn có độ hút nước lớn ảnh hưởng xấu đến độ dẻo của hỗn hợp bê tông và độ liên kết giữa cốt liệu và đá ximăng .Yêu cầu độ hút nước theo khối lượng của cốt liệu lớn phải nhỏ hơn 5%.

\* **Chỉ tiêu 6** : Cường độ

- Cường độ chỉ xác định đối với cốt liệu lớn. Cường độ là một chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá chất lượng của cốt liệu lớn. Yêu cầu về cường độ của cốt liệu lớn là xuất phát từ tính đồng nhất về cường độ của vữa ximăng và của cốt liệu lớn trong bê tông

- Có hai phương pháp để xác định cường độ của cốt liệu lớn :

+ Phương pháp trực tiếp : áp dụng đối với đá nguyên khai . Gia công thành những mẫu hình khối có kích thước 50mm, hay mẫu hình trụ có đường kính bằng chiều cao và bằng 50mm, rồi đem nén trong trạng thái bão hoà nước cho đến khi phá hoại.

- Đối với loại đá này thì tùy theo cường độ bê tông mà yêu cầu cường độ của đá. Theo quy định mac của đá dăm không nhỏ hơn 1,5 lần đối với bê tông mac nhỏ hơn 300, và không nhỏ hơn 2 lần đối với bê tông mac lớn hơn hoặc bằng 300.

+Phương pháp gián tiếp : áp dụng đối với đá dăm hoặc sỏi thông qua chỉ tiêu ép nát. Độ chịu ép nát của sỏi hay đá dăm được xác định bằng độ hao hụt khối lượng khi bị ép nát trong xilanh .

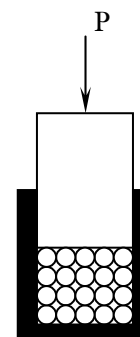
-Cân một lượng sỏi hay đá dăm cho xilanh. Đặt lõi lên trên rồi tác dụng một tải trọng ứng lên trên lõi. Sau đó lấy cốt liệu đã bị ép nát ra đem sàng qua cỡ sàng quy định , xác định khối lượng lọt qua sàng.

Độ hao hụt khối lượng khi ép nát tính theo công thức :

$$Q = \frac{g}{G} \times 100\%$$

trong đó : g - khối lượng lọt qua sàng quy định

G - khối lượng cốt liệu ban đầu



-Còn đối với đá dăm chế tạo từ đá thiên nhiên, theo TCVN 1771-1987 chia ra 8 mức như trong bảng 5-3 :

**Mức của đá dăm chế tạo từ đá thiên nhiên**

Bảng 5-3

Mức của đá dăm	Độ ép nát ở trạng thái bão hoà (%)		
	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		

-Đối với đá dăm hoặc sỏi thì tùy theo cường độ bê tông mà yêu cầu cường độ của đá. Theo quy định mức của đá dăm hoặc sỏi phải phù hợp với bảng 5-4 :

Bảng 5-4

Mac Bê tông	Độ ép nát ở trạng thái bão hoà (%) không lớn hơn	
	Sỏi	Đá dăm
400 và cao hơn	8	10
300 và cao hơn	12	14
200 và thấp hơn	16	18

**2. Xi măng**

-Ximăng là thành phần chất kết dính để liên kết các hạt cốt liệu với nhau tạo ra cường độ cho bê tông. Chất lượng và hàm lượng ximăng là yếu tố quan trọng quyết định cường độ chịu lực của bê tông.

-Để chế tạo bê tông nặng thì có thể dùng các loại ximăng sau : ximăng pooc lăng và các dạng đặc biệt của nó như ximăng pooc lăng puzolan, ximăng pooc lăng cứng rắn nhanh, ximăng pooc lăng chống sunfat, ... Ngoài ra có thể dùng ximăng đặc biệt như ximăng chống co ngót, ximăng nở, ...

-Việc đánh giá chất lượng và lựa chọn loại ximăng để chế tạo bê tông không những phải phù hợp với yêu cầu của quy phạm mà còn phải kể đến điều kiện sử dụng. Trong đó việc lựa chọn mác ximăng là vấn đề cơ bản nhất, để cho bê tông vừa đủ cường độ thiết kế lại vừa kinh tế nhất.

-Quan hệ giữa cường độ bê tông, cường độ ximăng và tỷ lệ X/N theo công thức Bolomey - Skramtaev :

$$R_{bt} = AR_x \left( \frac{X}{N} - 0,5 \right) \quad \text{khi } \frac{X}{N} \leq 2,5$$

$$R_{bt} = A_1 R_x \left( \frac{X}{N} + 0,5 \right) \quad \text{khi } \frac{X}{N} > 2,5$$

trong đó : A, A<sub>1</sub> - các hệ số kể đến chất lượng cốt liệu và phương pháp kiểm tra mác ximăng

-Không dùng ximăng mác quá thấp để chế tạo bê tông mác cao và ngược lại, cũng không dùng ximăng mác quá cao để chế tạo bê tông mác thấp

-Qua kinh nghiệm người ta chọn mác ximăng theo mác bê tông như sau :

Bảng 5-5

Mác bê tông	100	150	200	250	300	350	400	500
Mác ximăng	20	30	30-40	40	40-50	40-50	50-60	60

-Lượng ximăng dùng được tính toán theo công thức Bôlômay - Skramtaev. Sau khi tính toán ta phải so sánh với lượng ximăng tối thiểu cho phép. Nếu lượng ximăng tính toán lớn hơn lượng ximăng tối thiểu ta dùng lượng ximăng tính toán, nếu nhỏ hơn ta phải dùng lượng ximăng tối thiểu.

-Lượng ximăng tối thiểu (kg) cho 1m<sup>3</sup> bê tông được quy định như bảng 5-6.

Bảng 5-6

Điều kiện làm việc của kết cấu công trình	Phương pháp lèn chặt	
	Bằng tay	Bằng máy
- Trực tiếp tiếp xúc với nước	265	240
- Bị ảnh hưởng của mưa gió không có thiết bị che	250	220
- Không bị ảnh hưởng của mưa gió	220	200

### 3. Nước

-Nước là thành phần giúp cho xi măng phản ứng tạo ra các sản phẩm thuỷ hoá làm cho cường độ của bê tông tăng lên. Nước còn tạo ra độ lưu động cần thiết cho hỗn hợp bê tông đảm bảo việc thi công được dễ dàng.

Nước dùng để chế tạo bê tông phải đảm bảo chất lượng tốt, không gây ảnh hưởng đến thời gian ninh kết và rắn chắc của xi măng và không gây ăn mòn cốt thép. Nước dùng được là nước dùng trong sinh hoạt như nước máy, nước giếng.

- Tuỳ theo mục đích sử dụng , lượng muối hòa tan , lượng ion sunphat , clo và lượng cặn không tan không được vượt quá các giá trị quy định của TCVN 4506-1987

#### 4. Phụ gia

-Trong công nghệ chế tạo bê tông hiện nay, phụ gia được sử dụng khá phổ biến. Phụ gia được dùng để cải thiện một số tính chất của bê tông, thường có hai loại : loại rắn nhanh và loại hoạt động bề mặt.

-Phụ gia rắn nhanh thường là các muối gốc Clo như  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{FeCl}_3$ , ... hoặc là hỗn hợp của chúng. Do làm tăng quá trình thuỷ hoá mà phụ gia rắn nhanh có khả năng rút ngắn quá trình rắn chắc của bê tông trong điều kiện tự nhiên cũng như nâng cao cường độ bê tông sau khi bảo dưỡng nhiệt và ở tuổi 28 ngày.

-Phụ gia hoạt động bề mặt mặc dù sử dụng một lượng nhỏ nhưng có khả năng cải thiện đáng kể tính dẻo của hỗn hợp bê tông và tăng cường nhiều tính chất khác của bê tông.

### III. CÁC TÍNH CHẤT CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG

#### 1. Tính công tác của hỗn hợp bê tông

##### a. Khái niệm

-Tính công tác của hỗn hợp bê tông là một tính chất kỹ thuật tổng hợp bao gồm 3 tính chất : tính lưu động (tính dẻo), tính dính và khả năng giữ nước.

-*Tính lưu động* 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.

##### b. Phân loại

-Dựa vào tính dẻo phân hỗn hợp bê tông thành hai loại :

\**Hỗn hợp bê tông dẻo* là hỗn hợp bê tông có cấu tạo liên tục (các hạt cốt liệu nằm lơ lửng trong hồ xi măng), lượng dùng xi măng và tỷ lệ N/X lớn. Hỗn hợp bê tông dẻo dễ nhào trộn, đổ đầm; khi nhào trộn chỉ cần lực tác động nhỏ và sau khi nhào trộn hỗn hợp có độ dẻo ngay.

\**Hỗn hợp bê tông cứng* là hỗn hợp bê tông có cấu tạo rời rạc, lực dính lớn, nội ma sát lớn, lượng dùng xi măng ít, tỷ lệ N/X nhỏ, khó nhào trộn , khi nhào trộn phải dùng lực tác động lớn và sau khi nhào trộn hỗn hợp chưa có độ dẻo ngay mà độ dẻo chỉ xuất hiện



trong quá trình lèn chặt hoặc sau khi lèn chặt do có sự sắp xếp lại các hạt cốt liệu chặt hơn và sự phân bố hồ xi măng trong hỗn hợp đều hơn.

- Dùng hỗn hợp bê tông cứng với điều kiện lèn chặt tốt thì sẽ có nhiều ưu điểm:
- Tiết kiệm xi măng hơn, lượng nước dùng ít hơn nên độ đặc chắc của bê tông cao hơn.
- Nếu lượng dùng xi măng như nhau thì hỗn hợp bê tông cứng sẽ cho bê tông có cường độ cao hơn.
- Có độ bền cấu trúc của hỗn hợp cao nên cho phép tháo ván khuôn từng phần ngay sau khi tạo hình cấu kiện .
- Tốc độ rắn chắc nhanh hơn , đặc biệt trong những ngày đầu của quá trình cứng rắn, cho phép tăng nhanh chu kỳ luân chuyển vàn khuôn.
- Tuy nhiên, hỗn hợp bê tông cứng cũng có nhược điểm là yêu cầu máy trộn phải có tác dụng cưỡng bức, thời gian trộn lâu hơn, khi lèn chặt phải tác động lực mạnh hơn.
- Một hỗn hợp bê tông có tính công tác tốt nghĩa là dễ đổ khuôn, dễ lèn chặt, cấu tạo đồng nhất và sau khi cứng rắn có độ đặc chắc, cường độ, độ bền cao, cấu kiện nguyên vẹn, chính xác.

**c. Cách xác định độ lưu động của hỗn hợp bê tông**

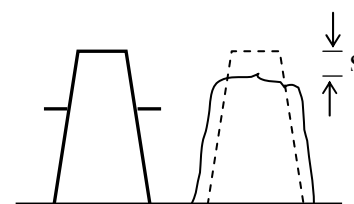
- Tính lưu động của hỗn hợp bê tông dẻo và hỗn hợp bê tông cứng được xác định bằng các phương pháp khác nhau.

\**Hỗn hợp bê tông dẻo* : tính dẻo được đánh giá bằng độ sụt của bê tông dưới tải trọng bản thân, ký hiệu SN (cm) và được xác định bằng dụng cụ hình nón cụt tiêu chuẩn.

- Kích thước bên trong của hình nón cụt tiêu chuẩn được cho ở bảng sau, trong đó N<sup>o</sup>-1 dùng cho hỗn hợp bê tông mà D<sub>max</sub> cốt liệu không quá 40mm, N<sup>o</sup>-2 dùng cho hỗn hợp bê tông mà D<sub>max</sub> cốt liệu lớn hơn hoặc bằng 40mm.

Kích thước hình nón cụt, mm	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

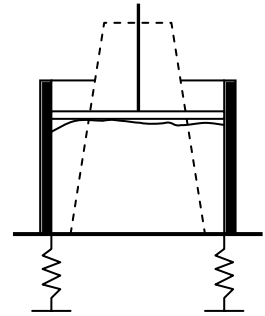
-Trộn hỗn hợp bê tông theo cấp phối đã tính toán với lượng dùng cho một mẻ trộn bê tông. Cho hỗn hợp bê tông vào hình nón cụt tiêu chuẩn thành 3 lớp, mỗi lớp đầm 25 cái bằng que đầm  $\phi 16$ , dài 65cm. Sau đó dùng bay gạt bằng mặt, nhấc hình nón cụt lên theo phương thẳng đứng. Dưới tác dụng của trọng lượng bản thân, hỗn hợp bê tông sẽ bị sụt xuống. Đo độ sụt của hỗn hợp.



-Hỗn hợp bê tông cứng : dùng độ cứng để đánh giá mức độ cứng của hỗn hợp bê tông, biểu thị bằng thời gian để đầm phẳng một khối hỗn hợp bê tông hình nón cụt dưới tác dụng của máy chấn động tạo nên.

-Với hỗn hợp bê tông cứng có  $D_{max}$  cốt liệu nhỏ hơn hoặc bằng 40mm, dùng dụng cụ nhót ké Vebe để xác định độ cứng.

-Trộn hỗn hợp bê tông theo cấp phối đã tính toán



. Cho hỗn hợp bê tông vào hình nón cụt tiêu chuẩn rồi rút hình nón cụt lên theo phương thẳng đứng (tương tự như khi xác định độ dẻo). Hạ đĩa mica xuống sát mặt trên của khối hỗn hợp. Cho máy rung chạy cho tới khi thấy hồ ximăng vừa phủ kín mặt dưới của đĩa mica thì ngừng rung. Thời gian từ khi bắt đầu rung đến khi kết thúc gọi là độ cứng Vebe, tính bằng giây.

#### **d. Các yếu tố ảnh hưởng**

-Tính công tác của hỗn hợp bê tông chịu ảnh hưởng của rất nhiều yếu tố như : lượng nước ban đầu trong hỗn hợp, loại ximăng, tỷ lệ và đặc trưng cốt liệu, chất phụ gia ...

- *Lượng nước nhào trộn trong hỗn hợp*

- Là yếu tố quan trọng quyết định tính công tác của hỗn hợp bê tông. Lượng nước nhào trộn bao gồm nước để thủy hoá và tạo độ dẻo cho hồ ximăng, nước để bôi trơn cốt liệu và nước tự do.

-Khi lượng nước quá ít, ximăng có thể không được thủy hoá hoàn toàn. Ngoài ra, khi đó nước chỉ bao bọc các hạt cốt liệu bằng một màng mỏng, màng nước này sẽ liên kết chặt với bề mặt các hạt vật liệu đó bằng lực hút phân tử, vì vậy, hỗn hợp bê tông chưa có độ dẻo được.

-Khi tăng nước lên đến xuất hiện một lượng nước tự do vừa đủ, thì lượng nước này sẽ lấp đầy các lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu và làm cho màng nước hấp phụ trên bề mặt hạt vật dày thêm, tạo điều kiện thuận lợi cho các hạt cốt liệu dịch chuyển. Khi đó, nội ma sát của hỗn hợp giảm xuống, hỗn hợp bê tông có độ dẻo tốt và bê tông có cường độ cao.

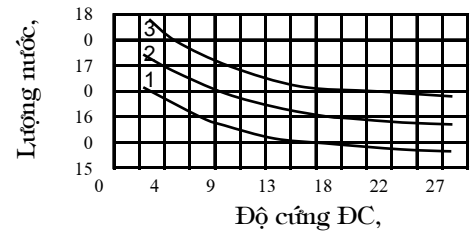
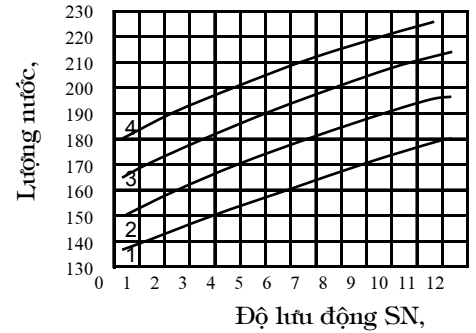
-Khi tăng nước lên quá nhiều thì lượng nước tự do nhiều, độ dẻo của hỗn hợp bê tông cũng sẽ tăng lên nhưng khi nước bay hơi sẽ để lại nhiều lỗ rỗng trong bê tông, làm cường độ và khả năng chống thấm của bê tông giảm xuống. Nếu nước tăng lên quá mức cho phép thì hỗn hợp bê tông sẽ trở nên quá chảy, bị phân tầng trong khi thi công.

-Trong quá trình này - khi hỗn hợp bê tông có độ dẻo tốt nhất - hỗn hợp bê tông có tính dính cao, không bị phân tầng và có tính chất của một vật thể dẻo. Giới hạn tỷ lệ nước trong hỗn hợp lúc đó gọi là khả năng giữ nước của hỗn hợp. Đối với hỗn hợp dùng xi măng pooc lăng thì khả năng giữ nước của nó và khoảng  $1,65N^{tc}$ , trong đó  $N^{tc}$  là lượng nước tiêu chuẩn của xi măng.

*Tỷ lệ, độ lớn và đặc trưng bề mặt cốt liệu*

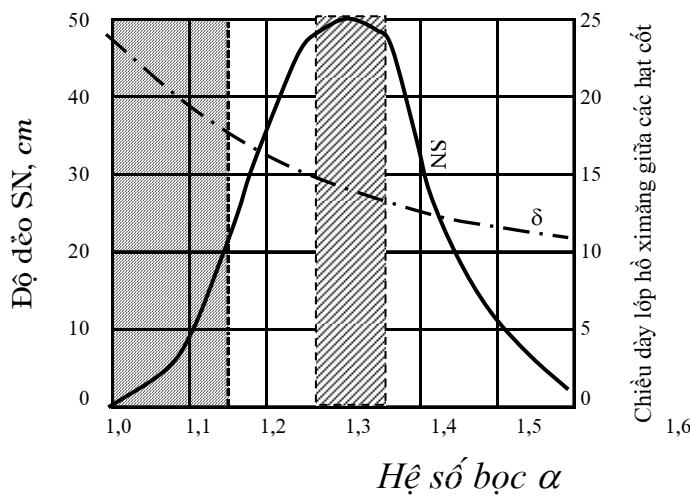
Nếu thay đổi tỷ lệ, độ lớn và đặc trưng bề mặt của cốt liệu thì độ dẻo của hỗn hợp cũng thay đổi theo : ứng với lượng nước và xi măng nhất định, độ lớn của cốt liệu tăng thì độ dẻo của hỗn hợp cũng tăng lên. Hỗn hợp bê tông dùng cốt liệu có bề mặt trơn thì độ dẻo sẽ lớn hơn khi dùng cốt liệu có bề mặt nhám.

Riêng đối với cát thì mỗi hỗn hợp bê tông sẽ có một tỷ lệ cát thích hợp, nếu lượng cát lớn hơn hay nhỏ hơn lượng cát thích hợp đó thì độ dẻo của hỗn hợp đều giảm xuống.



*Lượng nước dùng cho 1m<sup>3</sup> bê tông phụ thuộc vào cốt liệu*

- 1.  $d_{max} = 70mm$  3.  $d_{max} = 20mm$
- 2.  $d_{max} = 40mm$  4.  $d_{max} = 10mm$



**Sự ảnh hưởng của tỷ lệ cát đến độ dẻo của hỗn hợp bê tông**

(khi tỷ lệ  $N/X = 0,65$ , lượng xi măng bằng  $241kg/m^3$  bê tông)

Vùng gạch chéo : bên trái là vùng hỗn hợp bị phân tầng;  
ở giữa là vùng tỷ lệ cát thích hợp

### *Ảnh hưởng của ximăng*

Sự ảnh hưởng của ximăng đến độ dẻo của hỗn hợp bê tông là ở loại ximăng và lượng dùng ximăng.

Ảnh hưởng của loại ximăng thể hiện ở nước tiêu chuẩn của ximăng : với một lượng nước nhất định, nếu hỗn hợp bê tông dùng loại ximăng có lượng nước tiêu chuẩn cao, thì độ dẻo của hỗn hợp sẽ giảm xuống.

Còn đối với lượng ximăng : nếu hỗn hợp bê tông có đủ ximăng để cùng với nước lấp đầy lỗ rỗng của cốt liệu, bọc và bôi trơn bề mặt của chúng thì độ dẻo sẽ tăng lên. Nếu tăng lượng ximăng nhưng vẫn giữ nguyên lượng nước thì độ dẻo của hỗn hợp bê tông sẽ giảm. Chú ý khi dùng lượng ximăng trên  $400\text{kg}/\text{m}^3$  vì độ dẻo của hỗn hợp bê tông khi đó sẽ giảm xuống khá mạnh, do tăng nồng độ ximăng trong hồ ximăng lên một cách đáng kể, nên đã làm thay đổi nhiều đặc trưng lưu biến của nó.

### *Ảnh hưởng của chất phụ gia tăng dẻo*

Khi cho chất phụ gia hoạt tính bề mặt vào hỗn hợp bê tông với một lượng rất ít, thì độ dẻo của hỗn hợp tăng lên đáng kể. Điều đó cho phép giảm lượng nước từ  $10 \div 20\%$  nếu như giữ nguyên độ dẻo yêu cầu, đồng thời làm cường độ bê tông tăng lên do lượng nước tự do giảm. Nếu giữ nguyên cường độ, thì khi dùng phụ gia này sẽ tiết kiệm được ximăng.

Hiện nay người ta thường dùng các loại chất phụ gia hoạt tính như sau :

- Chất phụ gia hoạt động bề mặt
- Chất phụ gia tăng dẻo ưa nước
- Chất phụ gia tăng dẻo kỵ nước
- Chất phụ gia tạo bọt khí

Tuy nhiên, khi cho chất phụ gia hoạt tính bề mặt vào thì sẽ kéo dài quá trình thủy hoá của ximăng, làm chậm sự phát triển cường độ của bê tông. Vì vậy để tăng nhanh quá trình cứng rắn, thì khi chế tạo hỗn hợp bê tông người ta thường dùng chất phụ gia hoạt tính bề mặt kết hợp với những chất làm tăng nhanh tốc độ cứng rắn của ximăng .

### *Ảnh hưởng của gia công chấn động*

Sự gia công chấn động là phương pháp hữu hiệu nhất để nâng cao độ dẻo của hỗn hợp bê tông. Nó làm cho hỗn hợp bê tông cứng và ít dẻo trở thành dẻo và dẻo nhiều, tạo điều kiện cho khi chế tạo, đổ khuôn và lèn chặt được dễ dàng.

Thực chất của gia công chấn động hỗn hợp bê tông là dưới tác dụng của chấn động, các phần tử của hỗn hợp bê tông dao động cưỡng bức liên tục và sắp xếp lại vị trí. Khi tần số chấn động nâng cao lên đến mức độ nào đó, thì nội ma sát của hỗn hợp sẽ giảm xuống đến giá trị nhỏ nhất, cấu trúc ban đầu bị phá hoại, hỗn hợp chuyển sang trạng thái dẻo và chảy, độ cứng của hỗn hợp giảm xuống. Tiếp tục chấn động, các phần tử trong hỗn hợp sẽ thực hiện những chuyển động ngược chiều nhau, sắp xếp lại chặt chẽ, kết quả hỗn hợp được lèn chặt.

Cấu trúc ban đầu của hỗn hợp bị phá hoại là do khi chấn động, các phần tử của hỗn hợp có độ lớn, hình dạng, trọng lượng và bề mặt khác nhau sẽ tách rời nhau. Còn nội ma sát của hỗn hợp giảm xuống là do trong khi chấn động làm xuất hiện trong hỗn hợp một

áp lực ngược chiều trọng lực. Khi chấn động tăng lên, trị số của áp lực này có thể vượt quá sự tác dụng của trọng lực, làm cho lực ma sát giữa các hạt vật liệu biến mất hoàn toàn, hỗn hợp có tính chảy lỏng.

*e. Cách chọn độ dẻo và độ cứng cho hỗn hợp bê tông*

Độ lưu động của hỗn hợp bê tông được lựa chọn căn cứ vào hình dáng, kích thước, đặc trưng làm việc của công trình, mật độ cốt thép và phương pháp thi công. Độ lưu động của hỗn hợp bê tông có thể tham khảo theo bảng 5-7

*Bảng 5-7*

Loại kết cấu	Phương pháp thi công		
	Cơ giới		Thủ công
	SN, cm	ĐC, giây	SN, cm
- Bê tông nền - móng công trình	1 ÷ 2	25 ÷ 35	2 ÷ 3
- Bê tông khối lớn ít hay không có cốt thép	2 ÷ 4	15 ÷ 25	3 ÷ 6
- Bản, 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 dày	8 ÷ 12	5 ÷ 10	12 ÷ 15
- Bê tông đổ trong nước	12 ÷ 18	< 5	-
- Bê tông xi măng mặt đường	1 ÷ 4	25 ÷ 35	2 ÷ 6

**2. Tính co nở thể tích của bê tông**

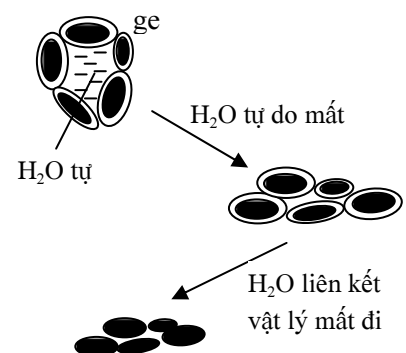
*a. Hiện tượng*

Trong quá trình cứng rắn của bê tông dùng chất kết dính xi măng, thường phát sinh biến dạng thể tích. Biến dạng thể tích có thể là biến dạng co khi bê tông cứng rắn trong không khí, biến dạng nở khi bê tông cứng rắn trong nước và biến dạng nhiệt phát khi xi măng thủy hoá.

*b. Nguyên nhân*

Trong bê tông, cốt liệu coi như không bị co nở mà chủ yếu là do sự thay đổi thể tích của đá xi măng trong bê tông. Nguyên nhân gây ra co, nở đá xi măng là do sự thay đổi lượng nước ở trong cấu trúc gel của đá xi măng. Cấu trúc gel là cấu trúc bao gồm các mầm tinh thể đá xi măng, liên kết lại với nhau thành từng chuỗi. Các chuỗi này kết lại với nhau tạo thành một mạng lưới không gian, mắt lưới chứa đầy nước. Mầm tinh thể được bao bọc một lớp nước liên kết.

Sự so ngót phát triển mạnh trong thời kỳ đầu của quá trình cứng rắn, tỷ lệ với mức độ giảm nước tự do trong các mắt lưới của cấu trúc gen. Nước tự do này giảm là do tham gia vào quá trình thủy hoá xi măng và do bị bốc hơi. Quá trình này có thể co nhiều nhưng không gây nguy hiểm



Trong thời kỳ tiếp theo, lúc này hầu như toàn bộ nước tự do đã mất hết, nước liên kết vật lý trong cấu trúc gel của đá ximăng tiếp tục tách ra. Khi nước liên kết mất đi, các mầm tinh thể của thành phần gel dịch lại gần nhau và làm cho cấu trúc gel bị co lại, dẫn đến đá ximăng cũng co lại. Nhưng khi đá ximăng co lại, thì sẽ gặp khả năng chống co của các hạt ximăng đã cứng rắn (hạt đá ximăng) và các hạt cốt liệu, làm phát sinh ra nội ứng suất : ứng suất nén trong cốt liệu, ứng suất kéo trong đá ximăng. Ứng suất nén trong cốt liệu sẽ làm tăng khả năng liên kết của đá ximăng với chúng. Nhưng ngược lại ứng suất kéo trong đá ximăng có ảnh hưởng xấu đến các tính chất cơ học và tính vĩnh cửu của bê tông.

Biến dạng co ở thời kỳ thứ hai có tính thuận nghịch, nghĩa là khi môi trường chung quanh có độ ẩm thích hợp, thì thể tích của vật thể bê tông được tăng lên.

Sự co phát triển theo thời gian và có xu hướng ngừng lại vì càng ngày bê tông càng khô, gradien độ ẩm giảm xuống và chiều dày màng nước hấp phụ giảm xuống đến mức độ nào đó, thì độ bền liên kết của màng nước với mầm tinh thể của cấu trúc gel được tăng lên.

### *c. Tác hại*

Ứng suất kéo trong đá ximăng khi vượt quá ứng suất kéo cho phép của bê tông sẽ làm phát sinh những vết nứt trong bê tông, làm bê tông bị thấm và khả năng chống ăn mòn giảm.

Sự co làm giảm kích thước của cấu kiện, làm giảm sự liên kết giữa lớp bê tông đổ trước và lớp bê tông đổ sau, cũng như làm giảm hiệu quả nén trước trong bê tông ứng suất trước.

### *d. Các yếu tố ảnh hưởng*

Trị số biến dạng co phụ thuộc vào lượng ximăng, lượng nước ban đầu trong hỗn hợp bê tông và tỷ lệ cát trong hỗn hợp cốt liệu, chế độ dưỡng hộ bê tông.

## **3. Biến dạng vì nhiệt thủy hóa ximăng của bê tông**

### *a. Hiện tượng*

Quá trình thủy hoá của ximăng là quá trình toả nhiệt, nó làm nóng bê tông trong lúc cứng rắn và làm bê tông giãn nở một ít. Quá trình này chỉ xảy ra trong thời gian đầu, lượng nhiệt toả ra nhiều hay ít phụ thuộc vào thành phần khoáng vật và mác ximăng, độ mịn và lượng dùng ximăng, cũng như diện tích làm nguội của bê tông và nhiệt độ môi trường xung quanh. Mức độ co giãn của bê tông phụ thuộc vào từng loại bê tông (phụ thuộc vào nhiệt độ lớn nhất trong bê tông và hệ số nở dài của bê tông).

### *b. Tác hại*

Biến dạng nhiệt có liên quan đến sự phát triển nội ứng suất trong bê tông. Ứng suất đó tăng lên đáng kể khi trong bê tông có gradien nhiệt độ. Ví dụ trong những cấu kiện bê tông khối lớn thì những lớp bên trong giữ nhiệt độ cao hơn các lớp bên ngoài. Như vậy các lớp bên trong do đốt nóng mà thể tích tăng lên, còn các lớp bên ngoài do nguội lạnh mà thể tích giảm xuống. Sự tăng giảm thể tích đó sẽ làm phát sinh ra ứng suất kéo trong bê tông, nếu ứng suất này vượt quá ứng suất kéo giới hạn của bê tông thì bê tông sẽ bị nứt nẻ.

#### 4. Cường độ

##### a. Khái niệm

Cường độ là một đặc trưng cơ bản, phản ánh khả năng của bê tông chống lại sự phá hoại gây ra dưới tác dụng của tải trọng.

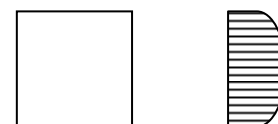
Cường độ tiêu chuẩn là cường độ của bê tông khi mẫu được chế tạo và dưỡng hộ ở điều kiện tiêu chuẩn và thử ở tuổi quy định .

Điều kiện tiêu chuẩn (TCVN ) : mẫu hình lập phương cạnh 15cm, dưỡng hộ một ngày trong không khí ở nhiệt độ 20 ÷ 25°C, độ ẩm lớn hơn 90% và 27 ngày tiếp theo trong nước ở nhiệt độ 20 ÷ 25°C.

Mác bê tông là đại lượng không thứ nguyên do Nhà nước quy định dựa vào cường độ tiêu chuẩn của bê tông.

Trong kết cấu xây dựng, bê tông có thể làm việc ở những trạng thái khác nhau : nén, kéo, uốn, trượt, v.v... Trong đó bê tông làm việc ở trạng thái nén là tốt nhất và đó cũng là yếu tố đặc trưng nhất cho cường độ bê tông. Tuy nhiên, khả năng chịu kéo của bê tông rất kém chỉ bằng 1/15 ÷ 1/10 khả năng chịu nén.

Do bê tông có cấu tạo phức tạp nên khi chịu lực trong mẫu bê tông xuất hiện các trạng thái ứng suất phức tạp, nhưng nhìn chung mẫu bị phá hoại chủ yếu là do ứng suất kéo ngang.



ứ/ s kéo ngang

##### Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén $R_n$ (TCVN 3118-1993)

Đúc các viên mẫu hình lập phương cạnh 15cm, cũng có thể đúc các viên mẫu có hình dạng và kích thước khác. Kích thước cạnh nhỏ nhất của mỗi viên tùy theo cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu dùng để chế tạo bê tông theo quy định sau :

Bảng 5-8

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)
10 và 20	100
40	150
70	200
100	300

Khi tiến hành thí nghiệm cường độ nén bằng các viên mẫu khác viên mẫu chuẩn ta phải chuyển kết quả về cường độ của viên mẫu chuẩn.

Cường độ nén của viên mẫu chuẩn được xác định theo công thức :

$$R_n = K \frac{P}{F} \quad ; \quad kg/cm^2$$

trong đó : P - tải trọng phá hoại mẫu (daN)

F - diện tích chịu lực nén của viên mẫu

K - hệ số chuyển đổi kết quả thử nén các viên mẫu bê tông khác kích thước chuẩn về cường độ của viên mẫu chuẩn cạnh 15x15x15cm.

Giá trị K lấy theo bảng 5-9.

Khi nén các mẫu nửa dầm giá trị hệ số chuyển đổi cũng được lấy như mẫu hình lập phương cùng diện tích chịu nén.

Khi thử các mẫu trụ khoan cắt từ các cấu kiện sản phẩm mà tỷ số chiều cao so với đường kính của chúng nhỏ hơn 2 thì kết quả cũng tính theo công thức và hệ số K ở trên nhưng được nhân thêm với hệ số K' lấy theo bảng 5-10 .

*Bảng 5-9*

Hình dáng và kích thước của mẫu, mm	Hệ số chuyển đổi
Mẫu lập phương	
100 x 100 x 100	0,91
150 x 150 x 150	1,00
200 x 200 x 200	1,05
300 x 300 x 300	1,10
<b>Mẫu trụ (d x h)</b>	
71,4 x 143 và 100 x 200	1,16
150 x 300	1,20
200 x 400	1,24

*Bảng 5-10*

Tỷ 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

*b. Các yếu tố ảnh hưởng*

*Cường độ bê tông phát triển theo thời gian*

Trong quá trình rắn chắc, do cường độ xi măng phát triển theo thời gian nên cường độ bê tông cũng phát triển tương ứng. Từ 7 ngày đến 14 ngày, cường độ phát triển rất nhanh, sau 28 ngày chậm dần và có thể tăng hàng chục năm mới dừng lại.

Cường độ bê tông phát triển theo thời gian có thể xem như tuân theo định luật lôgarit, do đó ta có thể tham khảo công thức kinh nghiệm gần đúng để tính toán cường độ bê tông tại những thời điểm khác nhau như sau :

$$\frac{R_t}{R_{28}} = \frac{\lg t}{\lg 28}$$

trong đó :  $R_t$  - cường độ bê tông ở tuổi t ngày



$R_{28}$  - cường độ bê tông ở tuổi 28 ngày

t - số ngày dưỡng hộ

Công thức này đơn giản, dễ tính nhưng không chính xác vì cho rằng  $\lg t / \lg 28$  là hằng số với tất cả các loại bê tông. Mặt khác, công thức này chỉ đúng với thời gian  $t = 3 \div 90$  ngày.

*Ảnh hưởng của cường độ đá ximăng*

Cường độ bê tông phụ thuộc vào cường độ cốt liệu, cường độ của đá ximăng và cấu tạo bê tông trong đó cường độ của đá ximăng có ảnh hưởng rất lớn. Cường độ đá ximăng lại phụ thuộc vào mác ximăng và độ đặc của đá ximăng, tức phụ thuộc tỷ lệ  $N/X$ . Có thể xem :

$$R_b = f(R_{\text{đá X}}, R_{CL}, R_{\text{đinh kết}})$$

$$R_{\text{đá X}} = f(R_X, N/X)$$

Khi mác ximăng cao thì cường độ đá ximăng tăng dẫn đến cường độ bê tông cũng tăng theo, khi mác ximăng thấp thì ngược lại.

Khi tỷ lệ  $N/X$  hợp lý thì đá ximăng có độ rỗng bé nhất nên có cường độ cao, do đó cường độ bê tông cũng cao.

Khi tỷ lệ  $N/X$  quá nhỏ thì không đủ nước để ximăng thủy hoá hoàn toàn nên cường độ đá ximăng giảm. Mặt khác, khi đó hỗn hợp bê tông có độ sụt bé gây khó khăn trong quá trình thi công.

Khi tỷ lệ  $N/X$  quá cao, nước tự do còn tồn tại nhiều khi bay hơi sẽ để lại nhiều lỗ rỗng trong đá ximăng làm cường độ của đá ximăng giảm, nên cường độ bê tông cũng giảm. Ngoài ra, nếu lượng nước quá nhiều thì hỗn hợp bê tông dễ bị phân tầng không thể thi công được.

Độ rỗng của đá ximăng tạo ra do lượng nước tự do bay hơi có thể xác định theo công thức sau :

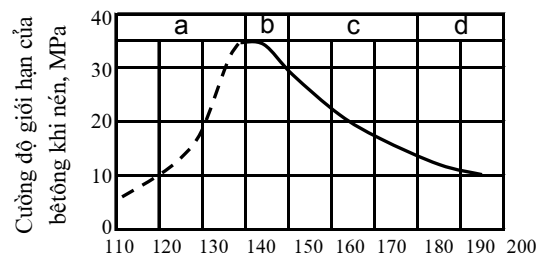
$$r = \frac{N - \omega X}{1000} \times 100\% = \frac{\left(\frac{N}{X} - \omega\right) X}{1000} \times 100\%$$

trong đó :

N - lượng nước trong  $1m^3$  bê tông, kg

X - lượng ximăng trong  $1m^3$  bê tông, kg

$\omega$  - lượng nước liên kết hoá học, tính bằng % khối lượng ximăng. Ở tuổi 28 ngày, lượng nước liên kết hoá học khoảng  $15 \div 20\%$



Lượng nước nhào trộn,  $kg/m^3$

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

Mối quan hệ giữa cường độ bê tông với mác xi măng và tỷ lệ N/X được biểu diễn qua các công thức sau :

**CT 1:** Công thức N.M.Beliaev trong đó :

$$R_b^{28} = \frac{R_x}{K \left( \frac{N}{X} \right)^{1,5}} ; daN/cm^2$$

$R_b^{28}$  - cường độ chịu nén giới hạn của bê tông sau 28 ngày dưỡng hộ,  $daN/cm^2$

$R_x$  - mác của xi măng,  $daN/cm^2$

$K$  - hệ số kinh nghiệm, kể đến chất lượng của cốt liệu như hình dạng, đặc trưng bề mặt. Đối với đá dăm  $K = 3,5$  và đối với sỏi  $K = 4$

Công thức này không chính xác lắm vì tỷ lệ N/X ngoài thực tế dùng tương đối lớn.

**CT 2:** Công thức Bolomey - Skramtaev

Trong thực tế, để công thức tính toán được đơn giản hơn, người ta lấy ngược lại tỷ số N/X là X/N. Trong trường hợp này, cường độ bê tông là một hàm số của X/N, nghĩa là :

$$R_b = f ( X/N )$$

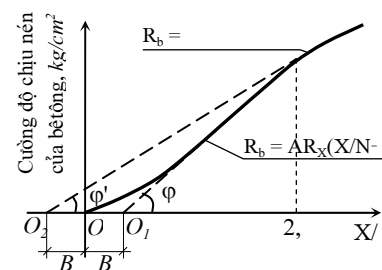
Và ở dạng chung thì công thức có thể biểu thị bằng phương trình :

$$R_b^{28} = AR_x \left( \frac{X}{N} - B \right) ; kg/cm^2$$

Trong đó  $A$  và  $B$  là hệ số thực nghiệm, nó phụ thuộc vào chất lượng cốt liệu (dạng hạt, trạng thái bề mặt, cường độ ...), phương pháp xác định mác xi măng và nhiều yếu tố khác.

Nếu biểu diễn bằng đồ thị thì hàm số  $R_b = f ( X/N )$  là một dạng đường cong phức tạp, trong đó có một đoạn ở dạng gần đường thẳng.

Trong thực tế giá trị của tỷ lệ X/N thường nằm trong khoảng từ 2,5 ÷ 3,5 Qua thí nghiệm các loại bê tông dùng nhiều loại xi măng và cốt liệu khác nhau thấy rằng, phần đường thẳng kéo dài (khi  $X/N > 2,5$ ) sẽ cắt trục hoành tại điểm  $O_2$ , bên trái gốc tọa độ, và cách gốc tạo độ một khoảng  $B_1$ . Để đơn giản hoá công thức tính toán cường độ bê tông, giáo sư Skramtaev đã đề nghị xem giá trị  $B$  và  $B_1$  là không đổi và lấy bằng 0,5.



Đường cong biểu thị sự phụ thuộc của cường độ bê tông vào tỷ lệ xi măng trên nước  $R_b = f(X/N)$  và dạng của phương trình đường thẳng biểu thị cường độ của bê tông phụ thuộc vào tỷ lệ X/N khi  $X/N \leq 2,5$  và  $X/N \geq 2,5$

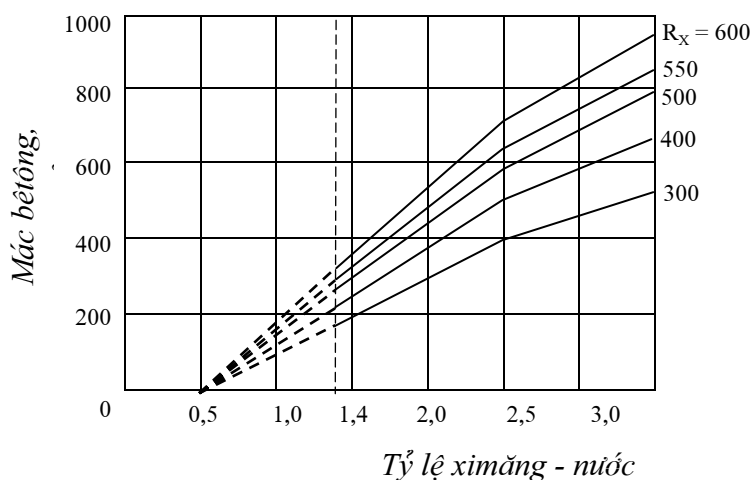
Như vậy công thức tính toán sơ bộ cường độ bê tông theo Bolomey - Skramtaev sẽ có dạng như sau :

khi :  $\frac{X}{N} \leq 2,5$  thì  $R_b^{28} = AR_x \left( \frac{X}{N} - 0,5 \right)$

khi :  $\frac{X}{N} > 2,5$  thì  $R_b^{28} = A_1 R_x \left( \frac{X}{N} + 0,5 \right)$

Thay các giá trị  $A$  và  $A_1$  vào công thức của Bolomey - Skramtaev ta được sự phụ thuộc của cường độ bê tông vào tỷ lệ  $X/N$  biểu thị ở đồ thị dưới đây. Khi đó mác của xi măng càng cao, góc  $\varphi$  càng lớn và cường độ bê tông càng cao.

Khi tỷ 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  $O_2$ .



**Sự phụ thuộc của cường độ bê tông nặng vào  $X/N$  khi mác xi măng khác nhau**

**Ảnh hưởng của cốt liệu**

Xuất phát từ điều kiện đồng nhất về cường độ của các thành phần cấu trúc trong bê tông (đá xi măng và cốt liệu to, nhỏ hay vữa xi măng với cốt liệu to) thì cường độ của cốt liệu ảnh hưởng đến cường độ bê tông chỉ trong trường hợp cường độ của nó thấp hơn hoặc xấp xỉ cường độ của đá hay vữa xi măng. Điều này chỉ có thể xảy ra trong bê tông nhẹ dùng cốt liệu rỗng, vì ở đây cường độ của cốt liệu trong nhiều trường hợp có thể thấp hơn hoặc bằng cường độ của đá hay vữa xi măng.

Đối với bê tông nặng dùng cốt liệu đặc thì cường độ của cốt liệu lớn hơn rất nhiều so với cường độ của đá hay vữa xi măng. Vì vậy, ở đây cường độ của cốt liệu không ảnh hưởng đến cường độ của bê tông.

Sự phân bố giữa các hạt cốt liệu có ảnh hưởng đến cường độ của bê tông. Bình thường hồ xi măng lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu và đẩy chúng ra xa nhau với cự ly bằng 2 ÷ 3 lần đường kính hạt xi măng. Trong trường hợp này do phát huy được vai trò của cốt liệu nên cường độ của bê tông khá cao và yêu cầu yêu cầu cốt liệu có cường độ cao hơn cường độ bê tông từ 1,5 lần (đối với bê tông mác nhỏ hơn 300) đến 2 lần (đối với bê tông mác lớn hơn 300). Khi bê tông chứa lượng hồ xi măng lớn hơn, các hạt cốt liệu bị đẩy ra xa nhau hơn đến mức hầu như không có tác dụng tương hỗ với nhau. Khi đó cường độ của đá xi măng và cường độ vùng tiếp xúc đóng vai trò quyết định đến cường độ của bê tông, nên yêu cầu về cường độ cốt liệu ở mức thấp hơn.

Cường độ của bê tông còn phụ thuộc vào đặc trưng của cốt liệu. Nếu bề mặt cốt liệu nhám, sạch cường độ dính kết với vữa xi măng sẽ tăng lên nên cường độ bê tông cũng tăng. Ngược lại, nếu bề mặt cốt liệu trơn, bẩn thì cường độ dính kết sẽ giảm làm cường độ bê tông cũng giảm. Do đó, với cùng một lượng dùng như nhau thì bê tông dùng đá dăm sẽ cho cường độ cao hơn khi dùng sỏi. Ngoài ra, nếu đường kính cốt liệu nhỏ (cát) tăng thì lớp hồ xi măng bao bọc sẽ dày lên tạo khả năng dính kết cao nên cường độ bê tông cũng sẽ tăng.

Nếu sử dụng cốt liệu đặc chắc thì khi lượng dùng tăng lên thì cường độ bê tông cũng tăng. Ngược lại, nếu cốt liệu rỗng thì khi lượng dùng tăng cường độ bê tông sẽ giảm xuống.

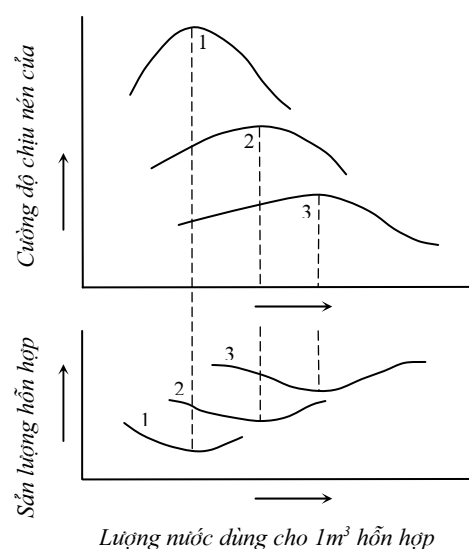
#### Ảnh hưởng của cấu tạo bê tông

Cường độ của bê tông không những chỉ phụ thuộc vào cường độ của đá xi măng, chất lượng cốt liệu mà còn phụ thuộc vào độ đặc của bê tông, nghĩa là phụ thuộc vào sự lựa chọn thành phần và chất lượng thi công hỗn hợp bê tông. Nếu như trong bê tông có các lỗ rỗng, thì nó không những làm giảm diện tích làm việc của vật liệu, mà còn tạo ra trong bê tông những ứng suất tập trung hai bên lỗ rỗng. Ứng suất này sẽ làm giảm khả năng của bê tông chống lại ngoại lực tác dụng. Vậy để tạo hình được tốt, ngoài việc lựa chọn thành phần bê tông sao cho đặc chắc nhất, thì vấn đề quan trọng là chọn độ dẻo của hỗn hợp bê tông và phương pháp thi công sao cho thích hợp. Có nghĩa là nếu độ dẻo của hỗn hợp bê tông cao, tuy lèn ép dễ không cần lực tác động lớn nhưng cường độ bê tông sau này không cao. Ngược lại, nếu dùng hỗn hợp bê tông có độ dẻo thấp, tuy cần lực lèn ép mạnh trong thời gian dài hơn, nhưng cường độ bê tông về sau này sẽ được nâng cao.

Đối với một hỗn hợp bê tông, ứng với một điều kiện đầm nén nhất định sẽ có một tỷ lệ nước thích hợp nhất. Với lượng nước đó bê tông sẽ có độ đặc cao nhất, sản lượng hỗn hợp bê tông sẽ nhỏ nhất, do đó cường độ bê tông sẽ đạt giá trị cực đại. Nếu lượng nước thấp hơn hay cao hơn lượng nước thích hợp thì cường độ bê tông đều giảm xuống. Trong trường hợp đầu do ít nước, hỗn hợp bị khô không lèn ép được tốt. Trong trường hợp sau, do thừa nước nên đá xi măng sau khi đã cứng rắn sẽ tồn tại nhiều lỗ rỗng do nước tự do bay hơi để lại.

Nếu tăng mức độ lèn chặt lên thì trị số tỷ lệ nước thích hợp trong hỗn hợp bê tông sẽ giảm xuống và cường độ bê tông tăng lên.

Cường độ bê tông phụ thuộc vào mức độ lèn chặt thông qua hệ số lèn ép  $K_l$  :



Lượng nước dùng cho 1m<sup>3</sup> hỗn hợp

Sự ảnh hưởng của mức độ lèn chặt hỗn hợp bê tông đến lượng nước thích hợp và cường độ bê tông

- 1 - lèn ép mạnh
- 2 - lèn ép vừa

$$K_l = \frac{\gamma'_o}{\gamma_o}$$

trong đó :

$\gamma'_o$  - khối lượng thể tích thực tế của hỗn hợp bê tông sau khi lèn chặt,  $kg/m^3$

$\gamma_o$  - khối lượng thể tích tính toán của hỗn hợp bê tông, nó bằng tổng khối lượng vật liệu dùng trong  $1m^3$  bê tông, nghĩa là :

$$\gamma_o = X + N + C + Đ , \text{ kg}/m^3$$

Thông thường hệ số lèn chặt  $K_l = 0,9 \div 0,95$  , riêng đối với hỗn hợp bê tông cứng, thi công phù hợp thì hệ số lèn chặt có thể đạt đến  $0,95 \div 0,98$ .

Nếu có biện pháp thi công tốt thì độ rỗng của bê tông chủ yếu là độ rỗng trong đá ximăng do lượng khí cuốn vào. Thể tích rỗng trong bê tông được tính theo công thức sau :

$$V_r^b = \left[ \left( \frac{N}{X} - 0,5\alpha \right) + 0,29\alpha \right] X + (0,02 - 0,06)$$

trong đó :  $\frac{N}{X} - 0,5\alpha$  : độ rỗng mao quản

$0,29\alpha$  : độ rỗng gen

$0,02 \div 0,06$  : độ rỗng do khí cuốn vào

#### *Ảnh hưởng của phụ gia*

Phụ gia tăng dẻo có tác dụng làm tăng tính dẻo cho hỗn hợp bê tông nên có thể giảm bớt lượng nước nhào trộn, do đó cường độ của bê tông sẽ tăng lên đáng kể. Ngoài ra, do lượng nước giảm nên tồn tại ít lỗ rỗng làm tăng khả năng chống thấm của bê tông.

Phụ gia ninh kết nhanh có tác dụng đẩy nhanh quá trình thủy hóa của ximăng nên làm tăng nhanh sự phát triển cường độ bê tông dưỡng hộ trong điều kiện tự nhiên cũng như ngay sau khi dưỡng hộ nhiệt.

#### *Ảnh hưởng của điều kiện môi trường bảo dưỡng*

Trong điều kiện môi trường nhiệt độ, độ ẩm cao sự tăng cường độ có thể kéo dài trong nhiều năm, còn trong điều kiện khô hanh hoặc nhiệt độ thấp sự tăng cường độ trong thời gian sau này là không đáng kể. Khi dưỡng hộ bê tông trong điều kiện nhiệt ẩm cường độ bê tông tăng rất nhanh trong thời gian vài ngày đầu .

### **5. 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 :

$$\sigma = \varepsilon E ; \text{ kg}/cm^2$$

trong đó :  $\sigma$  - ứng suất trong bê tông,  $kg/cm^2$

$\varepsilon$  - biến dạng tương đối của bê tông,  $cm/cm$

$E$  - môđun đàn hồi của bê tông,  $kg/cm^2$

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 đo 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 mô đun đàn hồi ban đầu và có thể tính theo công thức sau :

$$E_{dh} = \frac{1000000}{1,7 + \frac{360}{R_b^{28}}} ; daN/cm^2$$

trong đó :  $R_b^{28}$  - cường độ chịu nén của bê tông ở tuổi 28 ngày,  $kg/cm^2$

Mô đun đàn hồi của bê tông tăng lên khi hàm lượng cốt liệu lớn, cường độ và mô đun đàn hồi của cốt liệu tăng lên và hàm lượng xi măng, tỷ 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 dẻo hay biến dạng dư. Như vậy biến dạng của bê tông là tổng của biến dạng đàn hồi ( $\varepsilon_{dh}$ ) và biến dạng dư ( $\varepsilon_d$ ) :

$$\varepsilon_b = \varepsilon_{dh} + \varepsilon_d$$

Như vậy, đặc trưng biến dạng của bê tông không phải là mô đun đàn hồi mà là mô đun biến dạng :

$$E_{bd} = \frac{\sigma}{\varepsilon_b} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{dh} + \varepsilon_d} ; daN/cm^2$$

trong đó :  $\sigma$  - ứng suất trong bê tông,  $daN/cm^2$

$\varepsilon_b$  - biến dạng tương đối của bê tông,  $cm/cm$

$\varepsilon_{dh}$  - biến dạng đàn hồi của bê tông,  $cm/cm$

$\varepsilon_d$  - biến dạng còn dư của bê tông,  $cm/cm$

Biến dạng của bê tông trước khi bị phá hoại thường không lớn lắm, vào khoảng 0,5 ÷ 1,5 mm/m.

### **6. Tính bền vững của bê tông**

#### *a. Độ bền của bê tông trong môi trường xâm thực cơ lý*

Các nhân tố gây xâm thực cơ lý đến bê tông là :

- Các dòng chảy có lưu tốc lớn , có lượng ngậm bùn cát lớn gây bào mòn hoặc xói mòn bê tông.

- Sự thay đổi độ ẩm liên tục làm bê tông bị co nở thể tích liên tục gây nứt bê tông

- Sự tan băng và đóng băng liên tục

- Sự thay đổi nhiệt độ môi trường đột ngột có thể gây nên ứng suất nhiệt phá hoại bê tông.

- Các điều kiện khí hậu bất lợi như mưa, gió, bão, lũ ... cũng gây xói mòn bê tông.

Cường độ bê tông càng cao và bê tông càng đặc chắc thì khả năng chống lại các yếu tố xâm thực cơ lý càng cao, bê tông càng bền vững trong môi trường.

#### *b. Độ bền của bê tông trong môi trường xâm thực sinh vật*

Các loại vi khuẩn, côn trùng trong môi trường tiết ra các loại axit hữu cơ hay vô cơ có thể làm hoà tan một số thành phần của bê tông làm cho bê tông bị ăn mòn.

#### *c. Độ bền của bê tông trong môi trường xâm thực hoá học*

Quá trình ăn mòn hoá học trong bê tông chủ yếu là ăn mòn đá ximăng dưới các hình thức xâm thực hoà tan, xâm thực trao đổi, xâm thực bành trướng. Phần này đã nghiên cứu khá đầy đủ ở chương ximăng.

Để chống lại sự xâm thực của các yếu tố môi trường thì ta phải làm tăng độ đặc chắc của bê tông bằng cách thiết kế cấp phối bê tông hợp lý, tổ chức quá trình thi công lèn chặt tốt, bảo quản dưỡng hộ tốt và sử dụng một lượng nước nhào trộn hợp lý (có thể giảm lượng nước trong hỗn hợp bê tông bằng các loại phụ gia hoạt tính). Ngoài ra người ta còn có thể tạo lớp bảo vệ bề mặt như bọc một lớp kim loại, gốm sứ ... ngăn không cho bê tông tiếp xúc trực tiếp với môi trường hoặc có thể cải tạo môi trường nước.

#### *d. Độ bền của bê tông trong môi trường nhiệt*

Theo lý thuyết, không nên dùng bê tông ở môi trường chịu tác dụng lâu dài của nhiệt độ lớn hơn  $250^{\circ}\text{C}$  vì cường độ bê tông sẽ giảm đi rõ rệt. Lý do là khi đó nước liên kết vật lý sẽ tách ra làm bê tông bị co và gây nứt phá hoại cấu trúc của bê tông. Khi nhiệt độ tăng lên đến  $500 \div 550^{\circ}\text{C}$  hoặc cao hơn, những sản phẩm thuỷ hoá của ximăng sẽ bị mất nước hoá học, đá ximăng bị phá hoại đáng kể về mặt thành phần và cấu trúc. Và cũng ở nhiệt độ này ( $550^{\circ}\text{C}$ ) những hạt thạch anh trong cát và trong đá dăm bị phá hoại, do thạch anh thông thường chuyển sang dạng kết tinh mới (tridimit) thể tích tăng rất lớn, đưa đến phá hoại cấu trúc bê tông.

Tuy nhiên trong thực tế bê tông nặng có thể chịu được nhiệt độ đến  $1200^{\circ}\text{C}$  trong thời gian ngắn. Đó là do khi ở nhiệt độ  $1200^{\circ}\text{C}$  lớp bên ngoài bị phá hoại sẽ trở thành một màng xốp và rỗng có khả năng cách nhiệt, làm cho nhiệt truyền vào bên trong chậm, do đó khi gặp nhiệt độ cao hơn hoặc lâu hơn bê tông mới bị phá hoại.

### **8. 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 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 thuỷ tĩnh.

Nhưng trong thực tế nước chỉ thấm qua những lỗ rỗng thông nhau mà có đường kính lớn hơn  $1\mu\text{m}$ . Còn những lỗ nhỏ hơn hay bằng  $1\mu\text{m}$  thì nước không thể thấm qua được ngay dưới áp lực thuỷ tĩnh rất lớn, vì màng nước hấp phụ trên thành mao quản dày đến  $0,5\mu\text{m}$ , do đó nó thu hẹp diện tích và hầu như hoàn toàn lấp kín các mao quản.

Đối với các kết cấu và công trình có yêu cầu về mức độ chống thấm thì người ta xác định độ chống thấm bằng mác chống thấm theo áp lực thuỷ tĩnh thực dụng. Mác chống thấm của bê tông được đặc trưng bằng áp lực nước lớn nhất tính bằng atmôtphe mà chưa gây ra vết thấm trên bề mặt mẫu có kích thước quy định.

Căn cứ vào chỉ tiêu không thấm nước người ta chia bê tông ra làm các loại mác B-2, B-4, B-8 ... nghĩa là bê tông không bị nước thấm qua ở áp lực thuỷ tĩnh 2, 4, 8 ... atmôtphe.

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 tỷ lệ N/X nhỏ nhất, tỷ 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 chất phụ gia hoạt tính bề mặt. Ngoài ra để tăng khả năng chống thấm của bê tông người ta có thể tạo lớp bảo vệ bề mặt như sơn chống thấm, quét bitum ...

### III. TÍNH TOÁN CẤP PHỐI CỦA BÊ TÔNG NẶNG

#### 1. Các phương pháp tính toán

##### a. Khái niệm

Tính toán cấp phối bê tông là chọn tỷ lệ phối hợp giữa các loại vật liệu như xi măng, nước, cát và đá dăm hay sỏi sao cho có được hỗn hợp bê tông đạt được các yêu cầu về kỹ thuật, tiết kiệm vật liệu và giảm nhẹ chi phí cho quá trình sản xuất.

##### b. Các phương pháp tính toán cấp phối bê tông

Việc tính toán cấp phối bê tông có thể theo rất nhiều phương pháp, song hiện nay người ta thường dùng 3 phương pháp sau : tra bảng, thực nghiệm hoàn toàn và tính toán cộng với thực nghiệm.

##### **Phương pháp 1:** Phương pháp tra bảng hoàn toàn

Là phương pháp dựa vào các bảng biểu đã lập sẵn. Căn cứ vào mác xi măng, cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu, độ sụt và mác bê tông cần chế tạo, tra bảng để xác định sơ bộ thành phần vật liệu cho  $1m^3$  bê tông.

Phương pháp này đơn giản, thuận lợi cho người sản xuất nhưng không bám sát thực tế vật liệu. Do đó, phương pháp này chỉ nên áp dụng khi khối lượng bê tông ít, mác bê tông thấp và thông thường dùng để lập dự toán xây dựng.

##### **Phương pháp 2:** Phương pháp thực nghiệm hoàn toàn

Phương pháp thực nghiệm hoàn toàn dựa vào một số vật liệu nhất định, tiến hành chế tạo mẫu với các cấp phối khác nhau. Đem các mẫu đi kiểm tra các yêu cầu kỹ thuật và lập bảng cấp phối ứng với cường độ tương ứng cho riêng loại vật liệu đó.

Phương pháp này tốn kém chi phí cho công tác thí nghiệm và phạm vi sử dụng hạn hẹp (vì chỉ áp dụng được đối với loại vật liệu thí nghiệm) nhưng cho kết quả chính xác và phù hợp với thực tế vật liệu. Người ta dùng phương pháp này khi khối lượng bê tông lớn hoặc khi thiết kế cấp phối một loại bê tông đặc biệt chưa có trong quy phạm.

##### **Phương pháp 3:** Phương pháp tính toán kết hợp thực nghiệm

Dựa vào một số bảng tra có sẵn tiến hành tính toán cấp phối bê tông theo trình tự sau :

- Bước 1 : Lựa chọn các thành phần định hướng
- Bước 2 : Chế tạo mẫu , kiểm tra các yêu cầu kỹ thuật và điều chỉnh lại cấp phối cho hợp lý.
- Bước 3 : Lựa chọn thành phần chính thức
- Bước 4 : Chuyển thành phần chính thức sang thành phần bê tông hiện trường



Phương pháp này có nhiều ưu điểm hơn vì vừa kết hợp tính toán vừa kết hợp thực tế vật liệu nhưng không tốn kém nhiều chi phí thí nghiệm. Phương pháp này hiện nay được dùng rộng rãi đối với các loại bê tông bình thường.

## **2. Phương pháp tính toán kết hợp với thực nghiệm**

### *a. Các điều kiện phải biết trước*

Để tính toán được thành phần bê tông, phải dựa vào một số điều kiện như :

*Yêu cầu về bê tông :*

- Mác bê tông (theo cường độ nén), tuổi cần đạt
- Các yêu cầu kỹ thuật khác : cường độ uốn, độ chống thấm, chống mài mòn, chống co ...

*Yêu cầu về điều kiện thi công :*

- Tính chất của công trình : phải biết được công trình làm việc trong môi trường nào, trên khô hay dưới nước, có ở trong môi trường xâm thực hay không, có chịu tải trọng va chạm, mài mòn hay các yếu tố khác có ảnh hưởng đến cường độ bê tông trong thời gian sử dụng không.

- Đặc điểm của kết cấu công trình : hình dáng , kích thước cấu kiện , bố trí cốt thép ... mục đích là để lựa chọn độ dẻo của hỗn hợp bê tông và độ lớn của cốt liệu cho hợp lý

- Thời gian thi công, nhiệt độ , độ ẩm môi trường và các yêu cầu công nghệ khác : vận chuyển bằng bơm, đổ ván khuôn sớm. Từ đó xác định độ dẻo của hỗn hợp bê tông cho phù hợp và lựa chọn phụ gia

*Yêu cầu về nguyên vật liệu :*

- Ximăng : loại ximăng, cường độ thực tế, phương pháp thí nghiệm cường độ.
- Đá dăm hay sỏi : loại đá, khối lượng riêng, khối lượng thể tích xốp (đổ đóng), đường kính hạt lớn nhất, độ hở giữa các hạt. . .
- Cát : loại cát, khối lượng riêng, môđun độ lớn, lượng hạt trên 5mm (để tính toán lại lượng cát và đá). . .
- Phụ gia : loại phụ gia, năng lực giảm nước, khả năng làm chậm ninh kết, khả năng tăng cường độ. . . .

Từ các chỉ tiêu kỹ thuật của nguyên vật liệu ta tính toán lượng dùng của các thành phần cho hợp lý để đảm bảo bê tông có độ đặc chắc cao nhất nhưng vẫn tiết kiệm nhất.

### *b. Cơ sở lý thuyết để tính toán*

Các phương pháp thiết kế thành phần bê tông được sử dụng rộng rãi hiện nay là : phương pháp của ban môi trường Anh, của Viện bê tông Mỹ, phương pháp "Dreux - Gorisse" của Pháp, phương pháp Murdock của Anh, phương pháp của Hội đồng bê tông Pooclang NewZealand, phương pháp Bolomey - Skramtaev và phương pháp của Viện bê tông và bê tông cốt thép Nga. Mỗi phương pháp đều có một phạm vi thích dụng riêng. Ở đây ta chỉ nghiên cứu phương pháp Bolomey - Skramtaev được sử dụng phổ biến ở Việt Nam.

Phương pháp Bolomey - Skramtaev là phương pháp tính toán lý thuyết kết hợp với việc kiểm tra bằng thực nghiệm dựa trên cơ sở lý thuyết " thể tích tuyệt đối" có nghĩa là tổng thể tích tuyệt đối (thể tích hoàn toàn đặc) của vật liệu trong  $1m^3$  bê tông bằng 1000 lit, nghĩa là :

$$V_{ax} + V_{aN} + V_{aC} + V_{aD} = 1000(l) \quad (1)$$

c. Trình tự tính toán

**Bước 1:** Lựa chọn thành phần định hướng

\* Lựa chọn tính dẻo (độ sụt, độ cứng) cho hỗn hợp bê tông : độ sụt thích hợp cho các dạng kết cấu cơ bản, đầm bê tông bằng máy ghi trên bảng 5-10. Bảng 5-10 áp dụng để chọn độ sụt của hỗn hợp bê tông ngay sau khi trộn (đã có dự phòng tổn thất độ sụt 2cm) cho thời gian thi công dưới 45 phút ở thời tiết nóng ( $t \geq 30^\circ C$ ), dưới 60 phút cho thời tiết mát ( $t < 30^\circ C$ ).

**Độ sụt hỗn hợp bê tông nên dùng cho các dạng kết cấu**

Bảng 5-10

Dạng kết cấu	Độ sụt SN, cm	
	Tối đa	Tối thiểu
Móng và tường móng bê tông cốt thép	9 ÷ 10	3 ÷ 4
Móng bê tông, giếng chìm, tường phần ngầm	9 ÷ 10	3 ÷ 4
Dầm, tường bê tông cốt thép	11 ÷ 12	3 ÷ 4
Cột	11 ÷ 12	3 ÷ 4
Đường, nền, sàn	9 ÷ 10	3 ÷ 4
Khối lớn	7 ÷ 8	3 ÷ 4

Các dạng kết cấu không có tên gọi như trong bảng 5-10 chọn độ sụt tương đương về điều kiện thi công như với các kết cấu cơ bản ghi trong bảng 5-10.

Khi thi công đầm thủ công, độ sụt chọn cao hơn 2 ÷ 3cm so với giá trị bảng 5-10.

Khi thi công đầm bằng phương pháp rung nén, rung va, chọn độ sụt bằng 0 ÷ 1cm hoặc chọn hỗn hợp bê tông có độ cứng Vêbe 4 ÷ 8s.

Độ sụt thích hợp phục vụ một số công nghệ thi công đặc biệt có thể chọn như sau : cọc khoan nhồi : 14 ÷ 16cm ; bê tông bơm, rót : 12 ÷ 18cm tùy theo khoảng cách và chiều cao bơm ; rót chèn vào các khe, hốc, mối nối nhỏ không đầm được : 18 ÷ 22cm.

Khi thời gian thi công cần kéo dài thêm 30 ÷ 45 phút, độ sụt có thể chọn cao hơn 2 ÷ 3cm so với giá trị ghi trong bảng 5-14. Khi cần kéo dài hơn nữa thì nên sử dụng phụ gia.

\* Xác định lượng nước nhào trộn (N) : lượng nước trộn ban đầu cho  $1m^3$  bê tông ghi ở bảng 5-11. Lượng nước được lập trong bảng này phù hợp với cốt liệu lớn là đá dăm, ximăng pooc lăng thông thường và được xác định theo độ sụt,  $D_{max}$  của cốt liệu lớn,  $M_{dl}$  của cát và có giá trị không đổi khi lượng ximăng sử dụng cho  $1m^3$  bê tông nằm trong khoảng 200 ÷ 400kg.

Khi lượng ximăng sử dụng trên  $400 kg/m^3$  lượng nước tra bảng sẽ được điều chỉnh theo nguyên tắc cộng thêm 1 lít nước cho 10kg tăng. Phụ gia sử dụng dạng bột cũng được tính như ximăng để điều chỉnh lượng nước.

Khi sử dụng cốt liệu lớn là sỏi, lượng nước tra bảng giảm đi 10 lít.

**Lượng nước trộn ban đầu cần cho 1m<sup>3</sup> bê tông, lít**

Bảng 5-11

Số TT	Độ sụt cm	Kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn D <sub>max</sub> , mm											
		10			20			40			70		
		Môđun độ lớn của cát, M <sub>dl</sub>											
		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	180	175	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

Khi sử dụng xi măng pooc lăng hỗn hợp (PCB), pooc lăng xỉ lượng nước tra bảng được cộng thêm 10 lít. Khi sử dụng xi măng pooc lăng puzolan (PC<sub>PUZ</sub>), lượng nước tra bảng được cộng thêm 15 lít.

Khi sử dụng cát có M<sub>dl</sub> = 1 ÷ 1,4 lượng nước tăng thêm 5 lít. Khi dùng cát có M<sub>dl</sub> > 3 lượng nước giảm đi 5 lít.

Nên sử dụng phụ gia hoá dẻo, hoá dẻo cao hoặc siêu dẻo để giảm bớt nước nhào trộn. Mức giảm bớt nước xác định theo đặc tính loại phụ gia dự kiến sử dụng. Sơ bộ có thể lấy : 5 ÷ 9% đối với phụ gia hoá dẻo ; 10 ÷ 15% đối với phụ gia hoá dẻo cao ; 16 ÷ 20% đối với phụ gia siêu dẻo. Lượng nước chứa trong phụ gia dạng lỏng được tính vào thành phần trộn.

Chọn lượng nước cho hỗn hợp bê tông có yêu cầu độ sụt cao như sau :

ĐS = 13 ÷ 16cm : theo dòng ĐS = 7 ÷ 8cm bảng 5-16 kết hợp với phụ gia hoá dẻo, theo dòng ĐS = 5 ÷ 6cm kết hợp với phụ gia hoá dẻo cao, theo dòng ĐS = 3 ÷ 4cm kết hợp với phụ gia siêu dẻo.

ĐS = 17 ÷ 20cm : theo dòng ĐS = 9 ÷ 10cm kết hợp với phụ gia hoá dẻo, theo dòng ĐS = 7 ÷ 8cm kết hợp với phụ gia hoá dẻo cao, theo dòng ĐS = 5 ÷ 6cm kết hợp với phụ gia siêu dẻo.

\* *Xác định tỷ lệ xi măng - nước (X/N):* Tính theo công thức Bolomey - Skramtaev :

- Đối với bê tông thường (X/N = 1,4 ÷ 2,5) :

$$R_b = AR_x \left( \frac{X}{N} - 0,5 \right)$$

$$\rightarrow \frac{X}{N} = \frac{R_b}{AR_x} + 0,5 \quad (4)$$

- Đối với bê tông cường độ cao (X/N > 2,5) :

$$R_b = A_1 R_x \left( \frac{X}{N} + 0,5 \right)$$

$$\rightarrow \frac{X}{N} = \frac{R_b}{A_1 R_x} - 0,5 \quad (5)$$

trong đó :  $R_x$  - cường độ thực tế của xi măng,  $kg/cm^2$

$R_b$  - cường độ bê tông,  $kg/cm^2$  ; lấy bằng mác bê tông yêu cầu theo cường độ nén nhân với hệ số an toàn :1,1 đối với các trạm trộn tự động; 1,15 đối với các trạm trộn thủ công

A,  $A_1$  - hệ số kể đến chất lượng cốt liệu và phương pháp xác định mác xi măng được xác định theo bảng 5-12

Công thức (4) và (5) áp dụng để tính tỷ lệ X/N nhằm đạt cường độ nén của bê tông ở tuổi 28 ngày trên mẫu chuẩn kích thước 150x150x150mm theo TCVN 3118 - 1993.

Khi thiết kế mác bê tông không phải ở tuổi 28 ngày thì để xác định tỷ lệ X/N, cường độ bê tông ở các tuổi này ( $R_t$ ) được quy đổi về cường độ bê tông tuổi 28 ngày bằng công thức (6) như sau :

$$R_{n(28 \text{ ngày})} = \frac{R_t}{k_t}$$

trong đó :  $k_t$  - hệ số quy đổi, xác định sơ bộ theo bảng 5-17

**Hệ số chất lượng vật liệu A và  $A_1$**

Bảng 5-12

Chất lượng vật liệu	Chỉ tiêu đánh giá	Hệ số A, $A_1$ ứng với xi măng thử cường độ theo					
		TCVN6016-1995		TCVN4032-1985 (p.p vừa dẻo)		Phương pháp nhanh	
		A	$A_1$	A	$A_1$	A	$A_1$
Tốt	- Xi măng hoạt tính cao không trộn phụ gia thủy. - Đá sạch, đặc chắc, cường độ cao, cấp phối hạt tốt. - Cát sạch, $M_{dl} = 2,4 \div 2,7$	0,54	0,34	0,60	0,38	0,47	0,30
Trung bình	- Xi măng hoạt tính trung bình, pooc lăng hỗn hợp, chứa 10 ÷ 15% phụ gia thủy. - Đá chất lượng phù hợp với TCVN 1771 - 1987 - Cát chất lượng phù hợp với TCVN 1770 - 1986, $M_{dl} = 2,0 \div 3,4$	0,50	0,32	0,55	0,35	0,43	0,27
Kém	- Xi măng hoạt tính thấp, pooc lăng hỗn hợp chứa trên 15% phụ gia thủy. - Đá có một chỉ tiêu chưa phù hợp với TCVN 1772 - 1987 - Cát mịn, $M_{dl} < 2,0$	0,45	0,29	0,50	0,32	0,40	0,25

**Hệ số quy đổi cường độ nén của bê tông ở các tuổi về cường độ 28 ngày ( $k_t$ )**

Bảng 5-13

Tuổi bê tông, ngày	3	7	28	60	90	180
$k_t$	0,5	0,7	1,0	1,1	1,5	1,2

**Ghi chú :** Hệ số  $k_t$  của bảng này áp dụng cho điều kiện nhiệt độ không khí  $t > 20^\circ C$ .

-  $k_t$  ở tuổi 3, 7 ngày lấy tương ứng 0,45 và 0,65 khi nhiệt độ không khí  $t = 15 \div 20^\circ C$ .

-  $k_t$  ở tuổi 3, 7 ngày lấy tương ứng 0,40 và 0,60 khi nhiệt độ không khí  $t = 10 \div 15^\circ C$ .

\* Xác định lượng xi măng ( $X$ ) và phụ gia ( $PG$ ) :

Từ lượng nước và tỷ lệ  $X/N$  ta xác định được lượng xi măng cần dùng như sau :

$$X = \frac{X}{N} \times N \quad ; \quad kg$$

Sau khi tính được lượng xi măng ta phải đem so sánh với lượng xi măng tối thiểu theo bảng 5-14, nếu thấp hơn thì phải lấy lượng xi măng tối thiểu để tính toán tiếp (để đảm bảo hỗn hợp bê tông không bị phân tầng), đối với bê tông để bơm không nhỏ hơn 280  $kg/m^3$ . Khi đó để bảo đảm giữ nguyên cường độ của bê tông theo thiết kế ban đầu thì tỷ lệ  $N/X$  phải không thay đổi, do đó lượng nước cũng phải tính lại.

Bảng 5-14

Kích thước hạt cốt liệu lớn nhất, $D_{max}$ , mm	10	20	40	70
Bê tông có độ sụt 1 ÷ 10cm	220	200	180	160
Bê tông có độ sụt 10 ÷ 16cm	240	220	210	180

Khi lượng xi măng tính được lớn hơn 400kg, cần hiệu chỉnh lại lượng nước. Lượng nước hiệu chỉnh tính bằng công thức :

$$N_{hc} = \frac{10.N - 400}{10 - \frac{X}{N}} \quad ; \quad lít$$

trong đó :  $N_{hc}$  - lượng nước hiệu chỉnh, lít

$N$  - lượng nước tính toán ban đầu, lít

$X/N$  - tỷ lệ xi măng trên nước tính ở trên

Sau đó giữ nguyên tỷ lệ  $X/N$ , tính lại lượng xi măng theo lượng nước đã hiệu chỉnh.

Hàm lượng phụ gia được tính theo % hàm lượng xi măng.

\* Xác định lượng đá dăm hay sỏi ( $D$ ) :

Để xác định lượng cốt liệu lớn và nhỏ phải dựa trên nguyên tắc ban đầu đã nêu, tức là thể tích  $1m^3$  hỗn hợp bê tông sau khi đầm chặt là thể tích hoàn toàn đặc của cốt liệu và thể tích hồ xi măng. Ta có :

$$V_{ax} + V_{aN} + V_{aC} + V_{aD} = 1000 \quad (1)$$

Hay 
$$\frac{X}{\gamma_{aX}} + N + \frac{C}{\gamma_{aC}} + \frac{D}{\gamma_{aD}} = 1000 \quad (2)$$

trong đó :  $V_{aX}, V_{aN}, V_{aC}, V_{aD}$  - thể tích hoàn toàn đặc của xi măng, nước, cát, đá trong  $1m^3$  bê tông, *lit*

$X, N, C, D$  - khối lượng xi măng, nước, cát, đá trong  $1m^3$  bê tông, *kg*

$\gamma_{aX}, \gamma_{aC}, \gamma_{aD}$  - khối lượng riêng của xi măng, cát và đá, *kg/lit*

Quan niệm rằng xi măng khi tương tác với nước tạo thành hồ xi măng sẽ lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu nhỏ (cát) và bao bọc cát tạo thành vữa xi măng (coi như vữa xi măng hoàn toàn đặc). Vữa xi măng lại lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu lớn (đá) và bao quanh chúng thành một lớp có chiều dày nhất định để cho hỗn hợp bê tông đạt được độ dẻo cần thiết. Như vậy, thể tích vữa xi măng tạo thành phải lớn hơn tổng thể tích các lỗ rỗng của đá, nghĩa là :

$$V_{vữa} = k_d \cdot V_{rD} \quad ; \text{ với } k_d > 1$$

$$\rightarrow V_{aX} + V_{aN} + V_{aC} = k_d \cdot V_{rD}$$

$$\frac{X}{\gamma_{aX}} + N + \frac{C}{\gamma_{aC}} = k_d \cdot r_d \cdot V_{oD} = k_d \cdot r_d \cdot \frac{D}{\gamma_{oD}} \quad (3)$$

từ (2) và (3) ta có :

$$k_d \cdot r_d \cdot \frac{D}{\gamma_{oD}} + \frac{D}{\gamma_{aD}} = 1000$$

$$\rightarrow D = \frac{1000}{\frac{k_d r_d}{\gamma_{oD}} + \frac{1}{\gamma_{aD}}} \quad ; \text{ kg}$$

hoặc 
$$D = \frac{\gamma_{oD}}{r_d (k_d - 1) + 1} \quad ; \text{ kg}$$

trong đó :  $r_d$  - độ rỗng của đá, %

$k_d$  - hệ số dư vữa hợp lý

$\gamma_{oD}, \gamma_{aD}$  - khối lượng thể tích và khối lượng riêng của đá, *kg/lit*

Đối với các hỗn hợp bê tông cần  $\text{ĐS} = 2 \div 12\text{cm}$  (trừ bê tông có yêu cầu cường độ uốn hoặc cường độ chống thấm nước), hệ số dư vữa hợp lý  $k_d$  được xác định theo bảng 5-15 trên cơ sở thể tích hồ xi măng và mô đun độ lớn của cát.

Thể tích hồ xi măng được xác định bằng công thức :

$$V_h = \frac{X}{\gamma_{aX}} + N \quad ; \text{ lít}$$

trong đó :  $V_h$  - thể tích hồ ximăng, lít

$N$  - lượng nước cho  $1m^3$  bê tông, lít

$\gamma_{ax}$  - khối lượng riêng của ximăng,  $g/cm^3$

**Hệ số dư vữa hợp lý ( $k_d$ ) dùng cho hỗn hợp bê tông dẻo ( $\Phi S = 2 \div 12cm$ );**

**Cốt liệu lớn là đá dăm (nếu dùng sỏi,  $k_d$  tra bảng cộng thêm 0,06)**

Bảng 5 -15

$M_{dl}$ của cát	$k_d$ ứng với giá trị $V_h = X/\gamma_{ax} + N$ (lít/ $m^3$ ) 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	1,55	1,57
2,0	1,22	1,27	1,32	1,37	1,41	1,45	1,48	1,51	1,53	1,55
1,75	1,14	1,19	1,24	1,29	1,33	1,37	1,40	1,43	1,45	1,47
1,5	1,07	1,12	1,17	1,22	1,26	1,30	1,33	1,36	1,38	1,40

Với các độ sụt khác, điều chỉnh  $k_d$  như sau :

- Khi bê tông có độ sụt  $14 \div 18cm$ ,  $k_d$  tra bảng cộng thêm 0,1 đối với cát có  $M_{dl} < 2$ ; cộng thêm 0,15 với cát có  $M_{dl} = 2 \div 2,5$ ; cộng thêm 0,2 với cát có  $M_{dl} > 2,5$ .

- Khi bê tông có độ sụt  $0 \div 1cm$  ( $Vebe = 4 \div 8s$ )  $k_d$  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  $\div$  0,2 đối với cát có  $M_{dl} \geq 2$  (nhưng giá trị cuối cùng không nhỏ hơn 1,1).

\* *Xác định lượng cát (C) :*

Sau khi xác định được lượng nước (N), ximăng (X) và đá (Đ) ta có thể suy ra lượng cát từ phương trình (2) như sau :

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\gamma_{ax}} + \frac{D}{\gamma_{oD}} + N \right) \right] \times \gamma_{ac} ; kg$$

trong đó :  $\gamma_{ax}$ ,  $\gamma_{ac}$ ,  $\gamma_{oD}$  - khối lượng riêng của ximăng, cát và khối lượng thể tích của đá,  $kg/lit$

**Bước 2 :** *Kiểm tra bằng thực nghiệm*

Bước tính toán sơ bộ ta đã xác định được lượng ximăng, nước, cát, đá (sỏi) cho  $1m^3$  hỗn hợp bê tông. Song trong quá trình tính toán ta đã dựa vào một số bảng tra, biểu đồ, công thức mà điều kiện thành lập các bảng tra, biểu đồ, công thức đó có thể khác với điều kiện thực tế. Vì vậy cần phải có bước kiểm tra lại bằng thực nghiệm để xem với liều lượng vật liệu tính toán ở trên hỗn hợp bê tông và bê tông có đạt các yêu cầu kỹ thuật hay không.

\* *Tính liều lượng vật liệu cho một mẻ trộn thí nghiệm :*

Từ liều lượng vật liệu của  $1m^3$  bê tông đã tính được ở bước tính sơ bộ ta sẽ tính được khối lượng vật liệu cho một mẻ trộn theo thể tích cần có.

$$x_m = \frac{X}{1000} \times V_m$$

$$c_m = \frac{C}{1000} \times V_m$$

$$d_m = \frac{D}{1000} \times V_m$$

$$n_m = \frac{N}{1000} \times V_m$$

$$pg_m = \frac{PG}{1000} \times V_m$$

trong đó :  $x_m, c_m, d_m, n_m, pg_m$  - khối lượng xi măng, cát, đá, nước, phụ gia cho một mẻ trộn, *kg*

$X, C, D, N, PG$  - khối lượng xi măng, cát, đá, nước, phụ gia cho  $1m^3$  bê tông, *kg*

$V_m$  - thể tích của một mẻ trộn, *lít*

\* *Kiểm tra tính dẻo của hỗn hợp bê tông* : Kiểm tra độ sụt hoặc độ cứng

Trộn vật liệu theo liều lượng dùng cho một mẻ trộn thí nghiệm rồi kiểm tra độ sụt bằng hình nón cụt tiêu chuẩn theo TCVN 3106 - 1993 hoặc kiểm tra độ cứng bằng nhót ké Vebe.

Khi kiểm tra độ sụt có thể xảy ra các trường hợp sau :

- Độ sụt thực tế bằng độ sụt yêu cầu
- Độ sụt thực tế nhỏ hơn hay lớn hơn độ sụt yêu cầu

Khi kiểm tra độ cứng cũng có thể xảy ra các trường hợp tương tự :

- Độ cứng thực tế bằng độ cứng yêu cầu
- Độ cứng thực tế nhỏ hơn hay lớn hơn độ cứng yêu cầu

Nếu độ sụt thực tế nhỏ hơn độ sụt yêu cầu (hay độ cứng thực tế lớn hơn độ cứng yêu cầu) thì phải tăng thêm lượng nước và xi măng sao cho tỷ lệ  $X/N$  không thay đổi cho tới khi bê tông đạt tính dẻo theo yêu cầu. Để tăng một cấp độ sụt khoảng  $2 \div 3cm$  cần thêm 5 lít nước.

Nếu độ sụt thực tế lớn hơn độ sụt yêu cầu (hay độ cứng thực tế nhỏ hơn độ cứng yêu cầu) thì phải tăng thêm lượng cốt liệu cát và đá nhưng phải đảm bảo tỷ lệ  $\frac{C}{C+D}$  không thay 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.

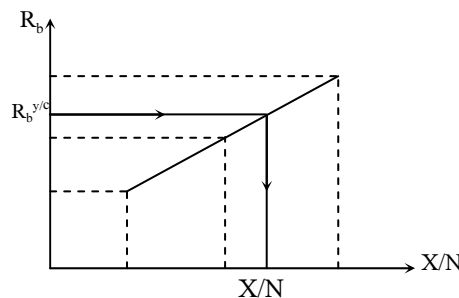


Nếu  $R_{tb} = (1 \div 1,15) R_b^{y/c}$  thì bê tông đạt yêu cầu về cường độ  $\rightarrow$  giữ nguyên cấp phối đã tính toán.

Nếu  $R_{tb} > 1,15R_b^{y/c}$  thì phải tính lại hoặc giảm bớt lượng xi măng để đảm bảo tính kinh tế.

Nếu  $R_{tb} < R_b^{y/c}$  thì nhất thiết phải tính lại hoặc tăng thêm lượng xi măng.

Để thuận tiện cho việc kiểm tra người ta đúc thêm hai tổ mẫu với lượng xi măng tăng và giảm 10% rồi xác định cường độ trung bình của hai tổ mẫu đúc thêm này. Lập đồ thị  $R_b$  ứng với các tỷ lệ X/N khác nhau. Từ cường độ bê tông yêu cầu ta sẽ xác định được trên đồ thị tỷ lệ X/N rồi tính được các thành phần còn lại.



\* *Kiểm tra các yêu cầu khác :*

Đối với bê tông các công trình thủy lợi, thủy điện thường có yêu cầu cao về độ chống thấm nước thì ta phải kiểm tra mức chống thấm của bê tông.

\* *Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đã lèn chặt :*

$$\gamma_{oh} = \frac{G_{k+b} - G_k}{V_k} ; \text{ kg/l}$$

trong đó :  $\gamma_{oh}$  - khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đã lèn chặt, *kg/l*

$G_{k+b}$  - khối lượng của khuôn đã chứa bê tông sau khi đúc mẫu, *kg*

$G_k$  - khối lượng của khuôn, *kg*

$V_k$  - thể tích của khuôn, *lít*

Sau khi kiểm tra và điều chỉnh các thành phần cấp phối ta có lượng vật liệu cho một mẻ trộn thí nghiệm là  $x'_m, n'_m, c'_m, d'_m, pg'_m$ .

**Bước 3 :** *Lựa chọn thành phần chính thức*

\* *Thể tích thực của mẻ trộn thí nghiệm sau khi điều chỉnh :*

$$v_m = \frac{x'_m + n'_m + c'_m + d'_m + pg'_m}{\gamma_{oh}} ; \text{ lít}$$

trong đó :  $v_m$  - thể tích thực tế của mẻ trộn thí nghiệm sau khi điều chỉnh, *lít*

$\gamma_{oh}$  - khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đã lèn chặt, *kg/l*

$x'_m, n'_m, c'_m, d'_m, pg'_m$  - lượng xi măng, nước, cát, đá và phụ gia dùng cho mẻ trộn thí nghiệm sau khi điều chỉnh, *kg*

\* *Tính lượng vật liệu cho 1m<sup>3</sup> bê tông theo thành phần chính thức*

Trong quá trình kiểm tra bằng thực nghiệm có thể ta đã thêm nguyên vật liệu để bê tông đạt các yêu cầu kỹ thuật nên lượng vật liệu cho  $1m^3$  bê tông đã thay đổi, do đó phải tính lại theo các công thức sau :

$$X_1 = \frac{x'_m}{v_m} \times 1000 \quad ; \quad kg$$

$$N_1 = \frac{n'_m}{v_m} \times 1000 \quad ; \quad kg$$

$$C_1 = \frac{c'_m}{v_m} \times 1000 \quad ; \quad kg$$

$$Đ_1 = \frac{d'_m}{v_m} \times 1000 \quad ; \quad kg$$

$$PG_1 = \frac{pg'_m}{v_m} \times 1000 \quad ; \quad kg$$

**Bước 4 :** *Chuyển thành phần bê tông hiện trường*

Khi tính toán sơ bộ thành phần vật liệu cho  $1m^3$  bê tông ta đã giả thiết là nguyên vật liệu hoàn toàn khô ( $W = 0\%$ ). Nhưng trong thực tế cát và đá luôn bị ẩm nên phải tính đến để điều chỉnh lại lượng cát, đá và nước cho chính xác.

Lượng nguyên vật liệu trên hiện trường được tính theo các công thức sau :

$$X_2 = X_1 \quad ; \quad kg$$

$$C_2 = C_1 (1 + W_C / 100) \quad ; \quad kg$$

$$Đ_2 = Đ_1 (1 + W_D / 100) \quad ; \quad kg$$

$$N_2 = N_1 - (C_1 W_C / 100 + Đ_1 W_D / 100) \quad ; \quad lít$$

trong đó :  $X_2, C_2, Đ_2, N_2$  - lượng xi măng, cát ẩm, đá ẩm và nước sẽ sử dụng cho  $1m^3$  bê tông tại hiện trường,  $kg$

$X_1, C_1, Đ_1, N_1$  - lượng xi măng, cát, đá và nước theo cấp phối chuẩn (ở điều kiện khô) cho  $1m^3$  bê tông,  $kg$

$W_C, W_D$  - độ ẩm của cát và đá tại hiện trường, %

**Bước 5 :** *Tính lượng vật liệu cho một mẻ trộn bằng máy*

\* *Hệ số sản lượng bê tông*

Trong thực tế khi chế tạo bê tông vật liệu được sử dụng ở trạng thái tự nhiên ( $V_{oX}, V_{oC}, V_{oĐ}$ ). Dung tích thùng trộn là  $V_o$ , coi rằng cát, đá và xi măng chiếm chỗ toàn bộ thùng trộn còn nước không chiếm chỗ vì nó đi vào các lỗ rỗng của thùng trộn. Ta có :

$$V_{oX} + V_{oC} + V_{oĐ} = V_o$$

hay 
$$\frac{X}{\gamma_{oX}} + \frac{C}{\gamma_{oC}} + \frac{D}{\gamma_{oD}} = V_o$$

Thể tích hỗn hợp bê tông sau khi nhào trộn luôn luôn nhỏ hơn tổng thể tích tự nhiên của các nguyên vật liệu, điều đó được thể hiện bằng hệ số sản lượng bê tông  $\beta$ .

$$\beta = \frac{V_b}{V_o}$$

Khi đã biết cấp phối công tác ta có công thức xác định hệ số sản lượng như sau :

$$\beta = \frac{1000}{V_{oX} + V_{oC} + V_{oD}}$$

hay

$$\beta = \frac{1000}{\frac{X_2}{\gamma_{oX}} + \frac{C_2}{\gamma_{oC}} + \frac{D_2}{\gamma_{oD}}}$$

trong đó :  $X_2, C_2, D_2$  - lượng vật liệu cho  $1m^3$  bê tông tại hiện trường, *kg*  
 $\gamma_{oX}, \gamma_{oC}, \gamma_{oD}$  - khối lượng thể tích xốp của xi măng, cát, đá tại hiện trường, *kg/l*

Tùy thuộc vào độ rỗng của cốt liệu mà giá trị của  $\beta$  nằm trong khoảng  $0,55 \div 0,75$ .

*\* Xác định liều lượng cho một mẻ trộn bằng máy :*

Hệ số sản lượng bê tông được sử dụng trong việc tính lượng nguyên vật liệu cho một mẻ trộn của máy có dung tích thùng trộn là  $V_o$  (lít). Lượng vật liệu cho một mẻ trộn của máy được tính như sau :

$$X_o = \frac{X_2}{1000} \beta V_o ; \text{ kg}$$

$$N_o = \frac{N_2}{1000} \beta V_o ; \text{ lít}$$

$$C_o = \frac{C_2}{1000} \beta V_o ; \text{ kg}$$

$$D_o = \frac{D_2}{1000} \beta V_o ; \text{ kg}$$

$$PG_o = \frac{PG_2}{1000} \beta V_o ; \text{ kg}$$

trong đó :  $X_o, N_o, C_o, D_o, PG_o$  - lượng xi măng, nước, cát, đá và phụ gia dùng cho một mẻ trộn

$X_2, N_2, C_2, D_2, PG_2$  - lượng xi măng, nước, cát, đá và phụ gia theo cấp phối công tác

**CHƯƠNG VI :****VỮA XÂY DỰNG****§1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI****I. KHÁI NIỆM**

Vữa xây dựng là một loại vật liệu đá nhân tạo tương tự như bê tông, thành phần chế tạo gồm có : chất kết dính, nước, cốt liệu nhỏ và phụ gia (nếu có). Phụ gia có tác dụng cải thiện tính chất của hỗn hợp vữa và vữa.

Vữa xây dựng có đặc điểm gần giống như bê tông, chỉ khác ở một số điểm sau :

- Vữa phải làm việc ở trạng thái dàn thành lớp mỏng nên không thể có cốt liệu lớn mà chỉ có cốt liệu nhỏ.
- Do chỉ có cốt liệu nhỏ nên tỷ diện rất lớn, đòi hỏi lượng nước nhào trộn phải lớn hơn.
- Vữa tiếp xúc với không khí, với vật liệu xây hút nước nên dễ bị mất nước nên đòi hỏi vữa phải có khả năng giữ nước lớn hơn để đảm bảo độ dẻo và quá trình rắn chắc của xi măng.
- Vữa làm nhiệm vụ liên kết vật liệu xây nên đòi hỏi lực kết dính với vật liệu xây phải lớn.

Ngoài ra , vữa là một loại đá nhân tạo nên cường độ và độ bền, độ dẻo yêu cầu cũng giống như bê tông.

**II. PHÂN LOẠI****1. Theo khối lượng thể tích**

- Vữa nặng :  $\gamma_o > 1500 \text{ kg/m}^3$
- Vữa nhẹ :  $\gamma_o \leq 1500 \text{ kg/m}^3$

**2. Theo chất kết dính**

- Vữa xi măng : xi măng + cát + nước
- Vữa vôi : vôi + cát + nước
- Vữa thạch cao : thạch cao + cát + nước
- Vữa hỗn hợp : xi măng - vôi, xi măng - đất sét, xi măng - thạch cao v.v...

**3. Theo mục đích sử dụng**

- Vữa xây để xây gạch đá, sử dụng cát hạt trung
- Vữa trát để hoàn thiện bề mặt khối xây, sử dụng cát hạt mịn
- Vữa lát, lát, ốp, vữa trang hoàng ... để hoàn thiện công trình, thường dùng thạch cao làm chất kết dính vì có độ mịn và bóng cao.
- Vữa đặc biệt : vữa giếng khoan, vữa chèn mối nối các chi tiết trong quá trình lắp ghép nhà và công trình, vữa phun cấp dự ứng lực, vữa cách âm, cách nhiệt v.v...

## §2. VẬT LIỆU CHẾ TẠO VỮA

### I. CHẤT KẾT DÍNH

Để chế tạo vữa thường dùng chất kết dính vô cơ như xi măng poocăng, xi măng poocăng xỉ, xi măng poocăng puzolan, vôi không khí, vôi thủy, thạch cao xây dựng v.v... Việc lựa chọn chất kết dính tùy thuộc vào môi trường sử dụng và mác vữa yêu cầu.

Loại vữa mác  $2 \div 10$ , dùng ở môi trường khô ráo, thì dùng vôi

Loại vữa mác trung bình, từ  $10 \div 75$  nếu không có yêu cầu gì đặc biệt thì nên dùng loại vữa hỗn hợp vừa đảm bảo cường độ lại vừa đảm bảo độ dẻo.

Loại vữa mác cao, từ  $75 \div 200$  nhất thiết phải dùng xi măng để bảo đảm cường độ.

#### 1. Xi măng

*Vai trò* : trong vữa xi măng, xi măng có vai trò là chất kết dính để tạo ra cường độ cho vữa. Mặt khác xi măng còn có tác dụng giữ nước tạo độ dẻo cho vữa. Còn trong vữa hỗn hợp xi măng chỉ đóng vai trò là chất kết dính để tạo ra cường độ cho vữa, còn vôi (hoặc đất sét) sẽ làm nhiệm vụ giữ nước tạo độ dẻo cho vữa.

*Loại xi măng* : chọn tùy thuộc vào môi trường sử dụng

*Mác xi măng* : Xi măng cần có mác cao gấp  $3 \div 4$  lần mác vữa. Khi dùng xi măng mác cao có thể pha vào phụ gia trợ và vôi để hạ mác xi măng xuống.

#### 2. Vôi

*Vai trò* : trong vữa vôi, vôi có vai trò là chất kết dính để tạo ra cường độ cho vữa. Mặt khác vôi còn có khả năng giữ nước tạo độ dẻo cho vữa. Còn trong vữa hỗn hợp, vôi có nhiệm vụ chủ yếu là đảm bảo khả năng giữ nước cho vữa, còn xi măng sẽ làm nhiệm vụ kết dính và tạo ra cường độ cho vữa.

Khi chất lượng vôi tốt, khả năng giữ nước sẽ tốt thì lượng vôi trong vữa sẽ giảm xuống rõ rệt, mà vữa vẫn dẻo. Vôi dùng cho vữa có thể dùng bột vôi sống hoặc vôi nhuễn, nếu là vôi nhuễn thì phải tôi kỹ và lọc qua sàng  $0,6 \text{ mm}$  (để loại hạt quá già lửa làm rỗ mặt trát), nếu là bột vôi sống phải cẩn thận khi nhào trộn.

### II. CÁT

Cát cấu tạo nên bộ xương cứng trong vữa, làm cho vữa bớt co thể tích và tăng sản lượng. Vì vậy, chất lượng cát có ảnh hưởng rất lớn đến cường độ của vữa. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng của cát dùng cho vữa gồm có :

**CT1:** *Hàm lượng chất bẩn*

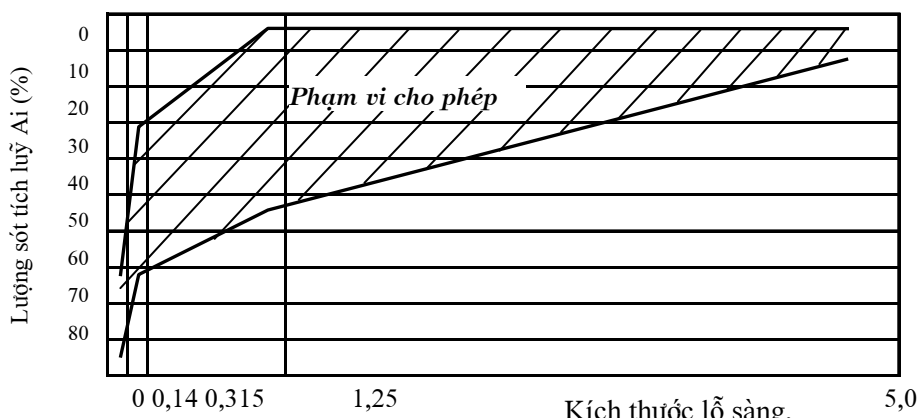
Hàm lượng chất bẩn, bụi, sét trong cát được khống chế như sau :  $< 20\%$  cho mác vữa dưới  $10$ ;  $< 10\%$  cho vữa mác  $25$  và  $50$ ; và  $< 5\%$  cho vữa mác  $75$  trở lên.

**CT2:** *Thành phần hạt, độ lớn*

*Thành phần hạt* : nói chung cát phải có môđun độ lớn không nhỏ hơn  $0,7$  và cấp phối phải phù hợp với bảng 6-1 và được biểu diễn ở đồ thị như hình vẽ.

Bảng 6-1

Kích thước mắt sàng (mm)	5	1,25	0,315	0,14
Lượng sót tích lũy (%)	$0 \div 10$	$0 \div 55$	$30 \div 95$	$75 \div 100$



### Đồ thị xác định thành phần hạt của cát trong vữa

**Độ lớn :** khi xây gạch nên dùng cát có  $d_{\max} \leq 5mm$ , xây đá hộc dùng cát có kích thước không lớn hơn  $1/4 \div 1/5$  chiều dày mạch xây, còn khi hoàn thiện thì cát có  $d_{\max} < 2,5mm$ .

Cát có thể là cát thiên nhiên (cát thạch anh, cát fenspat) và cát nhân tạo (nghiền từ các loại đá đặc hoặc đá rỗng).

### III. PHỤ GIA

Trong vữa có thể dùng tất cả các loại phụ gia như bê tông. Phụ gia được cho vào nhằm mục đích cải thiện các tính chất nhất định của vữa. Để tiết kiệm lượng chất kết dính, làm giảm lượng nước nhào trộn, làm tăng độ dẻo, thường dùng một số phụ gia hoạt tính bề mặt. Khi cần tăng sản lượng và hạ mức vữa thường dùng các loại phụ gia vô cơ như đất sét dẻo, cát nghiền nhỏ, bột đá puzolan.

### IV. NƯỚC

Nước dùng để chế tạo vữa là nước sạch.



## §3. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA HỖN HỢP VỮA VÀ VỮA

### I. ĐỘ DẸO CỦA HỖN HỢP VỮA (TCVN 3121-1979)

#### 1. Khái niệm

Độ dẻo của hỗn hợp vữa đặc trưng cho khả năng dễ hay khó nhào trộn, thi công, là tính chất quan trọng đảm bảo năng suất thi công và chất lượng của khối xây. Do vữa phải làm việc ở trạng thái dàn mỏng nên yêu cầu độ dẻo phải lớn.

#### 2. Cách xác định

Độ dẻo được đánh giá bằng độ cắm sâu vào hỗn hợp vữa của côn, tính bằng *cm*

Côn là dụng cụ kim loại có dạng hình nón, góc ở chóp bằng  $30^\circ$ , cao  $145\text{mm}$ , nặng  $300\pm 2\text{g}$ , đường kính đáy  $75\text{mm}$ . Phễu đựng vữa hình nón cụt cao  $180\text{mm}$ , đường kính đáy nhỏ  $20\text{mm}$ , đường kính đáy lớn  $150\text{mm}$ .

Dụng cụ để đo độ cảm chùy có cấu tạo tương tự vica.

Hỗn hợp vữa trộn xong được đổ ngay vào phễu, dùng chày đầm 25 cái sau đó lấy bột vữa ra sao cho mặt vữa thấp hơn miệng phễu  $1\text{cm}$ . Dàn nhẹ trên mặt bàn hay nền cứng  $5 \div 6$  lần. Đặt phễu vào giá dưới côn rồi hạ côn xuống sao cho mũi côn vừa chạm vào mặt vữa ở tâm của đáy phễu. Thả vít cho côn rơi tự do vào trong vữa. Sau 10 giây tính từ khi thả vít bắt đầu đọc trị số trên bảng chia chính xác đến  $0,2\text{cm}$

Trong điều kiện hiện trường cho phép thả côn vào trong vữa bằng tay.

### **3. Các yếu tố ảnh hưởng**

*Ảnh hưởng của chất kết dính:*

- Lượng dùng chất kết dính tăng và nước tăng  $\rightarrow$  Độ dẻo tăng
- Lượng dùng chất kết dính tăng nhưng giữ nguyên lượng nước  $\rightarrow$  Độ dẻo giảm vì lượng nước dùng để thủy hoá.
- Lượng dùng chất kết dính giảm  $\rightarrow$  Độ dẻo giảm

*Ảnh hưởng của cốt liệu :*

- Khi đường kính hạt cát tăng thì độ rỗng và tỷ diện của cát giảm  $\rightarrow$  lớp hồ bao bọc hạt cát sẽ dày lên làm độ dẻo của hỗn hợp vữa tăng.
- Khi đường kính hạt cát giảm thì độ rỗng và tỷ diện của cát tăng  $\rightarrow$  lớp hồ bao bọc hạt cát sẽ mỏng đi làm độ dẻo của hỗn hợp vữa giảm.

*Ảnh hưởng của phụ gia :*

- Nếu sử dụng phụ gia hoạt tính thì độ dẻo của hỗn hợp vữa sẽ tăng.
- Nếu sử dụng phụ gia trơ thì độ dẻo của hỗn hợp vữa sẽ giảm.

*Ảnh hưởng của mức độ trộn*

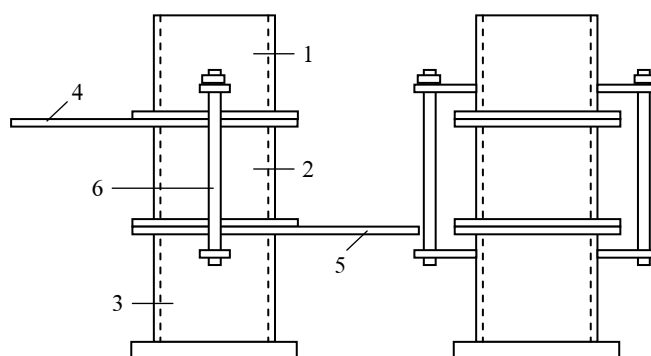
- Mức độ trộn kỹ, trộn bằng máy  $\rightarrow$  độ dẻo tăng
- Mức độ trộn không kỹ, trộn bằng tay  $\rightarrow$  độ dẻo giảm

## **II. ĐỘ PHÂN TẦNG CỦA HỖN HỢP VỮA**

### **1. Khái niệm**

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.

### **2. Phương pháp xác định**



**Dụng cụ để thử độ phân tầng**

1,2,3 - Ống kim loại

Có hai phương pháp xác định độ phân tầng của hỗn hợp vữa.

**Phương pháp chấn động :** dụng cụ thí nghiệm là một khuôn thép trụ rỗng tròn xoay gồm ba ống kim loại rời nhau. Sau khi chuẩn bị xong hỗn hợp vữa đổ vào đầy khuôn, gạt ngang miệng khuôn, đập nắp rồi cho lên bàn rung trong 30 giây. Sau đó trượt thớt 1 và 2 trên các tấm trượt 4 và 5 để phân khối vữa ra làm 3 phần. Đổ phần 1 và 3 ra chảo trộn lại trong 30 giây rồi xác định độ dẻo của hỗn hợp vữa trong ống 1 ( $S_1$ ) và ống 3 ( $S_3$ ).

Độ phân tầng được tính theo công thức (TCVN 3121-1979) :

$$PT = 0,07 (S_1^3 - S_3^3) ; cm^3$$

Yêu cầu :  $PT \leq 30cm^3$

**Phương pháp lắng :** vữa mới trộn được đổ đầy vào một bình hình trụ cao 30cm, đường kính 15cm. Đo độ sâu cắm côn được  $S_1$ . Sau đó để yên trong 30 phút rồi lấy đi 2/3 số vữa trong thùng (lấy nhẹ nhàng, không làm xáo trộn số vữa còn lại), đem trộn số vữa còn lại rồi cho vào bình trụ cao 15cm, đường kính 15cm để xác định  $S_2$ .

Độ phân tầng được xác định theo công thức :

$$PT = S_1 - S_2 ; cm$$

### III. KHẢ NĂNG GIỮ NƯỚC

#### 1. Khái niệm

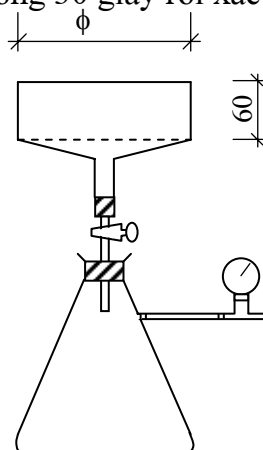
Vì vữa phải làm việc ở trạng thái dần mỏng, diện tích tiếp xúc không khí lớn và phải tiếp xúc vật liệu xây lấy nước, do đó đòi hỏi nước phải có khả năng giữ nước lớn để đảm bảo độ dẻo trong quá trình thi công và đảm bảo quá trình ngưng kết rắn chắc của chất kết dính.

Khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa được biểu thị qua phần trăm tỷ lệ giữa độ dẻo của hỗn hợp vữa sau khi chịu hút ở áp lực chân không và độ dẻo của hỗn hợp vữa ban đầu.

#### 1. Cách xác định

Khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa được xác định bằng dụng cụ tạo chân không.

Sau khi thử độ dẻo của hỗn hợp vữa ( $S_1$ ), đặt trên mặt phễu một lớp giấy lọc đã thấm nước, rải hỗn hợp vữa lên trên giấy bọc một lớp dày 3cm. Hút không khí trong bình giảm đến áp suất 50 mmHg trong 1 phút, một phần nước của hỗn hợp vữa bị tách ra. Đổ hỗn hợp vữa trong phễu ra chảo. Tiếp tục làm như thế ba lần. Cho hỗn hợp vữa sau ba lần thử vào chung một chảo, trộn lại trong 30 giây rồi xác định độ dẻo ( $S_2$ ).



**Dụng cụ thử khả năng giữ nước**



Độ giữ nước của hỗn hợp vữa được tính chính xác đến 0,1% theo công thức :

$$G_n = \frac{S_2}{S_1} \times 100\%$$

trong đó :  $S_1$  - độ dẻo ban đầu của hỗn hợp vữa, *cm*

$S_2$  - độ dẻo sau khi đã hút chân không của hỗn hợp vữa, *cm*

Để tăng khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa ta phải sử dụng cát hạt nhỏ, tăng hàm lượng chất kết dính và nhào trộn thật kỹ.

Hỗn hợp vữa xây và hỗn hợp vữa hoàn thiện phải thoả mãn các yêu cầu quy định trong bảng 6-3.

*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, <i>mm</i> , không lớn hơn	5	2,5	1,25
2. Độ dẻo (độ lún côn), <i>mm</i>	4 ÷ 10	6 ÷ 10	7 ÷ 12
3. Độ phân tầng, <i>cm<sup>3</sup></i> , không lớn hơn	30	-	-
4. Độ (khả năng) giữ nước, %, đối với :			
- Hỗn hợp vữa ximăng	63	-	-
- Hỗn hợp vữa vôi và các vữa hỗn hợp khác	75	-	-

### **3. Các yếu tố ảnh hưởng**

- Tỷ lệ phối hợp giữa các thành phần vật liệu
- Chất lượng vật liệu : vật liệu có hàm lượng chất bẩn cao làm giảm khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa và ngược lại.
- Nếu sử dụng phụ gia tăng dẻo thì khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa tăng
- Cho vôi với một tỷ lệ hợp lý sẽ tăng khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa nhưng tăng quá nhiều sẽ giảm cường độ vữa.

## **III. CƯỜNG ĐỘ CỦA VỮA**

### **1. Khái niệm**

*Cường độ* là khả năng của vữa chống lại sự phá hoại của tải trọng. Vữa có khả năng chịu nhiều loại lực khác nhau nhưng khả năng chịu nén là lớn nhất, do đó cường độ chịu nén là chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá chất lượng của các loại vữa thông thường.

*Cường độ tiêu chuẩn* là cường độ nén của vữa khi mẫu chuẩn được chế tạo và dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn.

*Mác vữa* là đại lượng không thứ nguyên do nhà nước qui định dựa vào cường độ nén tiêu chuẩn .

Theo TCVN 4314-1986 có các loại mác vữa thông dụng sau :

10 ; 25 ; 50 ; 75 ; 100 ; 150 ; 200 ; 300

Vữa xây và vữa hoàn thiện đều phải thoả mãn yêu cầu về khả năng chịu lực như quy định trong bảng 6-4.

*Bảng 6-4*

Mác vữa	Giới hạn bền nén trung bình nhỏ nhất, $daN/cm^2$	Giới hạn bền nén trung bình lớn nhất, $daN/cm^2$
4	4	9
10	10	24
25	25	49
50	50	74
75	75	99
100	100	149
150	150	199
200	200	299
300	300	-

**2. Cách xác định**

*Cường độ chịu nén của vữa* : được xác định bằng cách nén vỡ các mẫu hình lập phương cạnh 7,07cm hoặc các nửa mẫu vữa sau khi chịu uốn.

*Xác định bằng các mẫu lập phương có cạnh 7,07cm*

Khi hỗn hợp vữa có độ dẻo nhỏ hơn 4cm, mẫu được đúc trong khuôn thép có đáy, còn nếu hỗn hợp vữa có độ dẻo lớn hơn 4cm, mẫu được đúc trong khuôn thép không có đáy. Sau khi đúc xong mẫu được bảo dưỡng như sau :

Với vữa ximăng, để mẫu từ 24 đến 48 giờ trong điều kiện  $t^{\circ} = 27 \pm 2^{\circ}C$ , W = 90% rồi tháo khuôn và bảo quản thêm 3 ngày nữa trong điều kiện trên. Sau đó, dưỡng hộ mẫu trong không khí ở  $t^{\circ} = 27 \pm 2^{\circ}C$  và độ ẩm tự nhiên đối với vữa xây trong môi trường khô hoặc ngâm trong nước đối với vữa xây trong môi trường ẩm.

Với các loại vữa khác, để mẫu trong khuôn 72 giờ ở  $t^{\circ} = 27 \pm 2^{\circ}C$  rồi tháo khuôn. Sau đó dưỡng hộ mẫu trong không khí ở  $t^{\circ} = 27 \pm 2^{\circ}C$  và độ ẩm tự nhiên.

Sau khi dưỡng hộ mẫu đủ ngày quy định thì đem nén. Kết quả phép thử lấy bằng trung bình cộng giá trị của 3 hoặc 5 mẫu thử.

*Xác định bằng các nửa mẫu sau khi chịu uốn*

Để xác định cường độ chịu nén của vữa người ta cũng có thể sử dụng các nửa mẫu dầm sau khi chịu uốn, mẫu dầm có kích thước 4x4x16cm.

Để chuyển giới hạn bền nén của vữa xác định bằng cách thử nửa mẫu dầm sang giới hạn bền nén xác định bằng các mẫu lập phương cùng điều kiện dưỡng hộ và chế tạo như nhau thì nhân với hệ số 0,8 cho các mẫu vữa mác dưới 100. Với vữa mác từ 100 trở lên thì giới hạn bền nén đúng bằng mẫu lập phương.

Cường độ chịu kéo khi uốn : được xác định bằng cách uốn gãy các mẫu vữa hình dầm kích thước  $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$  (TCVN 3121-1979).

Dùng máy thủy lực 5 tấn, đặt lực tại vị trí giữa dầm và gia tải cho đến khi mẫu bị phá hoại. Cường độ chịu kéo khi uốn của vữa tính theo công thức sau :

$$R_u = \frac{3Pl}{2bh^2}$$

trong đó : P - lực phá hoại mẫu (đặt tại vị trí  $l/2$ ), kg

l - chiều dài mẫu, cm

b - bề rộng tiết diện mẫu, cm

h - chiều cao tiết diện mẫu, cm

### **3. Các yếu tố ảnh hưởng**

Cường độ của vữa phát triển theo thời gian do cường độ chất kết dính phát triển theo thời gian.

*Ảnh hưởng của nhiệt độ* : vữa được dưỡng hộ ở những điều kiện nhiệt độ khác nhau thì tốc độ phát triển cường độ cũng khác nhau.

*Ảnh hưởng của phụ gia*

Để tăng khả năng giữ nước và tăng độ dẻo của vữa, người ta thường cho thêm vào vữa xi măng các loại phụ gia như vôi nhuyễn, bùn đất sét, v.v... nhưng lượng phụ gia cần có một tỷ lệ hợp lý nhất, đó là tỷ lệ làm cho vữa có cường độ cao nhất. Khi dùng quá tỷ lệ này thì cường độ của vữa sẽ giảm. Nói chung, khi mác vữa càng cao thì tỷ lệ hợp lý của các chất phụ gia so với xi măng càng giảm dần.

*Ảnh hưởng của điều kiện sử dụng*

Điều kiện sử dụng là tính chất của vật liệu cùng làm việc với vữa hoặc tính chất của nền.

Vữa trên nền đặc (nền không hút nước) :

$$R_v = f(R_{CKD}, \frac{N}{CKD}, \text{chất lượng cát})$$

Để thí nghiệm đúc mẫu trong một khuôn thép có đáy, sau 1 ngày tháo khuôn dưỡng hộ ở điều kiện tiêu chuẩn và dưỡng hộ ở môi trường sử dụng sau này. Cường độ của vữa được xác định theo công thức :

$$R_v = 0,25R_x \left( \frac{X}{N} - 0,4 \right)$$

Hoặc : 
$$R_v = 0,4R_x \left( \frac{X}{N} - 0,3 \right)$$

trong đó :  $R_v$  - cường độ vữa sau 28 ngày dưỡng hộ,  $daN/cm^2$

$R_x$  - mác xi măng,  $daN/cm^2$

X - lượng xi măng dùng cho  $1m^3$  cát vàng, kg

N - lượng xi măng dùng cho  $1m^3$  vữa, lít

Vữa trên nền xốp (nền hút nước) : khi vữa làm việc trên nền hút nước thì dù tỷ lệ N/X thay đổi trong một phạm vi nào đó thì sau khi nền hút , lượng nước còn lại trong vữa tương đương như nhau và phụ thuộc vào khả năng giữ nước của vữa. Khi đó :

$$R_v = f ( R_{CKD}, CKD, \text{chất lượng cát} )$$

$$R_v = KR_x (X - 0,05) + 4 ; \text{ kg/cm}^2$$

trong đó :  $R_v$  - cường độ vữa sau 28 ngày dưỡng hộ,  $daN/cm^2$

$R_x$  - mác xi măng xác định theo phương pháp mềm,  $daN/cm^2$

X - lượng xi măng dùng cho  $1m^3$  cát vàng,  $kg$

K - hệ số, phụ thuộc vào cốt liệu

Để thí nghiệm đúc mẫu bằng khuôn thép không có đáy đặt trên một viên gạch xốp, phẳng có  $W < 2 \%$ ,  $H_p = 10 \div 15 \%$

## IV. LỰC KẾT DÍNH CỦA VỮA VỚI NỀN

### 1. Khái niệm

Vữa bao giờ cũng làm việc chung với vật liệu xây và nền nên đòi hỏi lực kết dính lớn. Nếu vữa bám dính kém sẽ ảnh hưởng đến độ bền của sản phẩm và năng suất thi công.

Lực dính kết của vữa phụ thuộc vào số lượng, chất lượng của chất kết dính, khi trộn vữa phải cân đong đủ liều lượng vật liệu thành phần, phẩm chất của vật liệu phải được đảm bảo tốt đồng thời vữa phải được trộn đều và kỹ. Ngoài ra lực dính kết của vữa còn phụ thuộc vào độ nhám, độ sạch, độ ẩm của vật liệu xây, mặt trát, láng, ốp.

### 2. Công thức xác định

Tính dính kết của vữa thể hiện ở khả năng chống cắt và chống kéo . Cường độ dính kết của vữa có thể xác định theo các công thức kinh nghiệm sau :

$$R_{dk}^{\text{cắt}} = \frac{3R_v}{14 + R_v}$$

$$R_{dk}^{\text{kéo}} = \frac{1,8R_v}{14 + R_v}$$

trong đó :  $R_v$  - mác vữa

## V. TÍNH BỀN CỦA VỮA

### 1. Tính bền trong môi trường xâm thực cơ lý

Đối với các khối xây đá làm việc trong môi trường nước , nhất là đối với dòng chảy có ngậm bùn, cát thì vữa là bộ phận yếu nhất , dễ bị xói mòn nhất. Do đó để đảm bảo cho khả năng chống xói mòn của vữa phải tăng cường độ của vữa, tăng khả năng dính bám của vữa với khối xây.

### 2. Tính bền trong môi trường xâm thực hóa học

Tương tự bê tông, ăn mòn chủ yếu của vữa là ăn mòn trên đá xi măng. Để tăng tính bền của vữa trong môi trường xâm thực hóa học phải tăng độ đặc của vữa và chọn loại xi măng tương hợp với môi trường.

### 3. Tính chống thấm

Vữa ở mặt ngoài của công trình chịu áp lực cần phải có tính chống thấm thích hợp.

Để xác định mức chống thấm của vữa, dùng mẫu có chiều dày 2 cm cho chịu áp lực nước ban đầu là 0,5 atm, cứ sau 1 giờ tăng thêm 0,5 atm nữa cho đến khi xuất hiện vết thấm.



## §4. VỮA XÂY

### I. YÊU CẦU KỸ THUẬT ĐỐI VỚI VỮA XÂY

Vữa xây làm nhiệm vụ liên kết vật liệu xây, liên kết khối xây với nền và truyền lực từ viên gạch hay đá này xuống viên gạch hay đá khác trong kết cấu xây nên đòi hỏi nó phải có cường độ cao, lực liên kết lớn, độ dẻo tốt. Nếu mạch vữa không đầy, khối xây không chắc thì dễ sinh hiện tượng bị phá hoại vì uốn.

Các loại vữa xây cần có tính dẻo tốt. Độ dẻo này thay đổi tùy thuộc loại kết cấu xây, phương pháp đầm chắc, điều kiện thời tiết khi thi công và loại nền. Người ta thường chọn độ dẻo của vữa như bảng 6-7 .

Bảng 6-7

Loại kết cấu xây	Độ dẻo của vữa, cm	
	Nền xộp hoặc trời nóng	Nền đặc hoặc trời lạnh
Xây gạch đất sét	8 ÷ 10	6 ÷ 8
Xây gạch xỉ	7 ÷ 9	5 ÷ 7
Xây đá hộc	5 ÷ 7	4 ÷ 5
Xây gạch đá dùng chân động	2 ÷ 3	1 ÷ 2

### II. TÍNH TOÁN CẤP PHỐI

Cấp phối của vữa được biểu diễn bằng tỷ lệ về thể tích giữa các thành phần vật liệu

#### 1. Cấp phối vữa vôi

Đối với vữa vôi người ta không cần tính toán mà chỉ dựa vào chất lượng của vôi mà dùng các cấp phối như sau :

- Vôi cấp 3 thì cấp phối thường là V : C = 1 : 2
- Vôi cấp 2 thì cấp phối thường là V : C = 1 : 3
- Vôi cấp 1 thì cấp phối thường là V : C = 1 : 4

#### 2. Cấp phối vữa hỗn hợp

Tính lượng xi măng ứng với  $1m^3$  cát theo công thức :

$$X = \frac{R_v}{KR_x} \times 1000 \quad ; \quad kg$$

trong đó :  $R_v$  - mức vữa cần thiết kế,  $daN/cm^2$

$R_x$  - mác xi măng,  $daN/cm^2$

K - hệ số chất lượng vật liệu, lấy theo bảng 6-8

Bảng 6-8

Môđun độ lớn của cát	Hệ số K	
	Xi măng poocăng thường	Xi măng poocăng puzolan
0,7 ÷ 1,0	0,71	0,80
1,1 ÷ 1,3	0,73	0,82
1,31 ÷ 1,5	0,79	0,89
> 1,51	0,88	1,00

Lượng vôi nhuyễn (sét nhuyễn) cho  $1m^3$  cát :

$$V(S) = 0,17 (1 - 0,002X) ; m^3$$

Lượng nước được xác định theo yêu cầu độ dẻo của vữa (độ cảm sâu của côn) hoặc bằng công thức gần đúng :

$$N = 0,65 ( X + V.\gamma_{ov} )$$

trong đó :  $\gamma_{ov}$  - khối lượng thể tích của vôi nhuyễn hoặc sét nhuyễn,  $kg/m^3$

Cấp phối của vữa xi măng - vôi được biểu thị như sau :

$$V_x : V_v : V_c = \frac{X}{\gamma_{ox}} : \frac{V}{1000} : 1$$

### 3. Cấp phối vữa xi măng

Cấp phối của vữa xi măng gần giống cấp phối của vữa hỗn hợp xi măng - vôi nhưng không có vôi và lượng xi măng có dùng tăng lên một ít.

Người ta ít tính cấp phối của vữa xi măng theo công thức mà tra theo bảng kinh nghiệm cho sẵn (bảng 6-9)

Bảng 6-9

Mác xi măng	Cấp phối vữa xi măng (theo thể tích X : C) cho các mác			
	100	75	50	25
600	1 : 4,5	1 : 6	-	-
500	1 : 4	1 : 5	-	-
400	1 : 3	1 : 4	1 : 6	-
300	-	1 : 3	1 : 4,5	-
250	-	-	1 : 3	1 : 6
200	-	-	1 : 2,5	1 : 5

## §4. VỮA TRÁT

### I. ĐẶC TÍNH CỦA VỮA TRÁT

Vữa trát làm nhiệm vụ bảo vệ khối xây, tăng vẻ mỹ quan cho công trình và trong những trường hợp đặc biệt , nó còn có nhiệm vụ cách âm, cách nhiệt, chống thấm.

Thông thường vữa trát thường được trát thành 3 lớp mỏng :

- Lớp dự bị (trát đầu tiên) : có độ dày  $\delta = 3 \div 8 \text{ mm}$  dính chặt vào bề mặt của khối xây nên yêu cầu độ dẻo lớn, lực dính kết lớn và khi trát phải dùng áp lực mạnh.

- Lớp đệm (trát thứ hai) :  $\delta = 5 \div 12 \text{ mm}$ , có nhiệm vụ làm bằng phẳng bề mặt khối xây, độ dẻo lớp này kém hơn lớp dự bị.

- Lớp trang trí (trát thứ ba) :  $\delta = 2 \text{ mm}$  có tác dụng làm trơn nhẵn bề mặt khối xây nếu cần, thường có pha bột màu để trang trí.

Ba lớp trát trên đây thường trát lớp này sau lớp kia, sau khi lớp trước đã ninh kết và bắt đầu rắn chắc.

Do vị trí và công dụng của nó nên vữa trát có một số yêu cầu khác vữa xây : nhão hơn và có khả năng hút nước tốt hơn (độ phân tầng tốt nhất là  $1 \div 2 \text{ cm}$ ), do đó dùng vữa vôi rất tốt. Tuy vậy, ở những bộ phận ẩm ướt hoặc tiếp xúc với nước thì phải dùng vữa xi măng. Nói chung, lượng chất kết dính ở vữa trát thường cao hơn so với vữa xây.

Để đảm bảo các đặc tính trên, các vật liệu chế tạo vữa trát phải đạt các yêu cầu :

- Vôi phải tôi kỹ hơn (tôi trước  $1 \div 2$  tháng), lọc kỹ hơn.  
- Cát phải mịn hơn : đối với lớp dự bị và lớp đệm, không lớn hơn  $2,5 \text{ mm}$ ; đối với lớp trang trí, không lớn hơn  $1,2 \text{ mm}$ .

- Vữa phải nhào trộn kỹ hơn và đảm bảo độ dẻo cần thiết.

Để nâng cao độ dẻo của vữa trát có thể sử dụng phụ gia tăng dẻo hữu cơ.

## II. CẤP PHỐI CỦA VỮA TRÁT

### 1. Vữa vôi

Để trát lớp dự bị tường gạch hay đá dùng cấp phối Vôi nhuyễn :  $C = 1 : 3$

Để trát lớp trang trí dùng cấp phối Vôi nhuyễn :  $C = 1 : 2$

### 2. Vữa hỗn hợp

Để trát tường ngoài nhà hoặc nơi ẩm ướt thường dùng cấp phối từ  $X:V:C = 1 : 0,5 : 6$  đến  $1 : 1 : 6$

Để trát tường trong nhà thường dùng cấp phối  $X : V : C = 1 : 2 : 9$

### 3. Vữa xi măng

Thường lấy cấp phối từ  $X : C = 1 : 6$  đến  $1 : 3,5$

## III. VỮA PHUN

Vữa phun cũng là vữa trát nhưng được thi công bằng máy, nguyên lý phun vữa giống như phun bê tông, tốc độ phun là  $150 \text{ m/s}$ .

Dùng vữa phun có nhiều ưu điểm hơn so với vữa trát tay :

- Lực dính kết với khối xây lớn hơn.
- Độ đặc lớn hơn  $\rightarrow$  khả năng chống thấm tốt hơn, cường độ cao hơn.
- Có thể thi công đối với các cấu kiện có kích thước nhỏ và phức tạp.

## IV. VỮA TRANG HOÀNG

Vữa trang hoàng cũng là vữa trát nhưng có thể xi măng trắng, xi măng màu, cát trắng và cỡ hạt đều hơn để trang trí cho bề mặt công trình.

## CHƯƠNG VII

# CHẤT KẾT DÍNH HỮU CƠ

## §1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

### I. KHÁI NIỆM

Chất kết dính hữu cơ là chất kết dính có thành phần là những hợp chất hữu cơ (bitum và guđrông) có thể tồn tại ở 3 trạng thái rắn, lỏng và quánh. Ở trạng thái lỏng nó có thể trộn lẫn với các loại vật liệu khoáng tạo thành một hỗn hợp đồng nhất. Sau khi được lu lèn và để một thời gian cho ổn định nó tạo thành vật liệu đá nhân tạo có cường độ và độ ổn định.

Bitum và guđrông thu được trên cơ sở hóa luyện các chất hữu cơ như dầu mỏ, than đá, than bùn. Chúng có các tính chất xây dựng chủ yếu sau :

- Là chất kết dính nên có thể liên kết các vật liệu khoáng rời rạc với nhau
- Khó tan trong môi trường nước, có tính ngăn nước → làm vật liệu chống thấm
- Khó tan trong các axit vô cơ
- Dễ tan trong các dung môi hữu cơ như dầu hỏa, benzen
- Nhạy cảm với nhiệt độ

### II. PHÂN LOẠI

#### 1. Theo thành phần hóa học

*Bitum* là hỗn hợp của các hydrocacbua dạng ankan, anken và loại mạch vòng ở dạng cao phân tử, và một số phi kim loại khác như O, N, S.

*Guđrông* là hỗn hợp của các hydrocacbua thơm và một số phi kim như O, N, S.

#### 2. Theo nguồn gốc

- Bitum dầu mỏ : là sản phẩm cuối cùng của dầu mỏ
- Bitum đá dầu : là sản phẩm khi chưng dầu đá
- Bitum thiên nhiên : là loại bitum thường gặp trong thiên nhiên ở dạng tinh khiết hay lẫn trong 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 than gỗ

#### 3. Theo đặc tính xây dựng

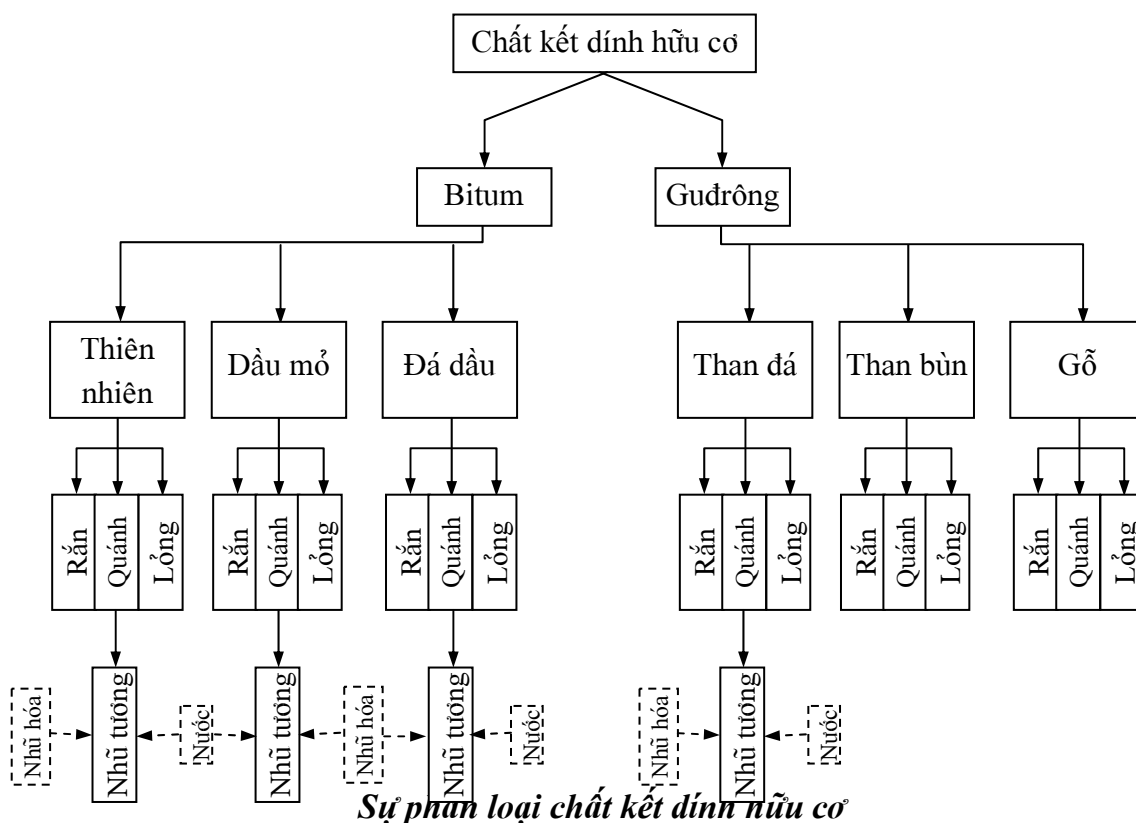
- Bitum và guđrông rắn : ở nhiệt độ  $25 \div 30^{\circ}\text{C}$  là một chất rắn, có tính dòn và đàn hồi; còn khi ở nhiệt độ  $180 - 200^{\circ}\text{C}$  thì chuyển sang dạng lỏng.

- Bitum và guđrông quánh : ở nhiệt độ  $25 \div 30^{\circ}\text{C}$  là một chất mềm, có tính dẻo cao và độ đàn hồi không lớn lắm; còn khi ở nhiệt độ  $140 \div 170^{\circ}\text{C}$  thì chuyển sang dạng lỏng.

- Bitum và guđrông lỏng : ở nhiệt độ  $25 \div 30^{\circ}\text{C}$  là một chất lỏng có nhóm chất dầu nhiều. Khi nhóm chất dầu bay hơi hết nó khôi phục lại trạng thái ban đầu (rắn, quánh).



- Nhũ tương bitum và guđrông : là một hệ thống keo bao gồm các hạt chất kết dính phân tán trong môi trường nước dưới tác dụng của chất nhũ hóa. Ở nhiệt độ thường nhũ tương có tính lỏng và dùng trong trạng thái nguội. Khi rải lên bề mặt vật liệu đá thành một lớp mỏng thì nhũ tương bị phân giải, nước bay hơi hết, chất kết dính tách ra và phục hồi lại trạng thái ban đầu của nó.



## §2. BITUM DẦU MỎ

### I. KHÁI NIỆM

Bitum dầu mỏ là chất kết dính hữu cơ có thành phần gồm các hydrôcacbua dạng ankan, anken, các hydrôcacbua mạch vòng của các phi kim O, N, S. Nó có màu đen,  $\gamma_a \approx 1g/cm^3$ , ở dạng rắn, lỏng, quánh; hòa tan được trong bezen, cloruafooc ( $CHCl_3$ ), đisunfua carbon ( $CS_2$ ) và một số dung môi hữu cơ khác.

Thành phần các nguyên tố hóa học của bitum thường dao động trong khoảng

$$C = 83 \div 88\% ; S = 0,5 \div 3,5\% ; N < 1\% ;$$

$$H = 9 \div 12\% ; O = 0,5 \div 1,5\%$$

Các nguyên tố đó kết hợp với nhau tạo thành nhiều hợp chất rất phức tạp, do đó việc nghiên cứu các hợp chất riêng rẽ rất khó thực hiện. Vì vậy, dựa trên cơ sở giống nhau về thành phần hóa học và tính chất vật lý chia chúng ra làm nhiều nhóm khác nhau. Tính chất và thành phần của các nhóm này sẽ quyết định tính chất của bitum.

### II. THÀNH PHẦN PHÂN NHÓM

#### 1. Nhóm chất dầu

- Là những phân tử có phân tử lượng thấp nhất, vào khoảng  $300 \div 500 đvC$ .
- Không màu,  $\gamma_a = 0,91 \div 0,95g/cm^3$ , dễ bay hơi.
- Nhóm dầu làm cho bitum có tính dẻo.
- Hàm lượng của nhóm dầu tăng thì tính lỏng của bitum sẽ tăng lên còn tính quánh thì giảm xuống.

## 2. Nhóm chất nhựa

- Là những hợp chất cao phân tử hơn,  $M = 600 \div 800 đvC$ .
- Màu nâu sẫm,  $\gamma_a \approx 1g/cm^3$ , có thể hòa tan trong benzen, ét xăng,  $CHCl_3$ .
- Nhóm chất nhựa làm bitum có tính dẻo.
- Hàm lượng nhóm này tăng  $\rightarrow$  tính dẻo tăng.

## 3. Nhóm átpphan (asphal)

- Là những hợp chất có  $M = 1000 \div 6000 đvC$  và cao hơn.
- Màu đen, rắn, dòn,  $\gamma_a = 1,1 \div 1,15g/cm^3$ , không bị phân hủy khi đốt nóng mà chỉ khi ở nhiệt độ cao hơn  $300^\circ C$  mới bị phân giải thành khí và cốc, có thể hòa tan trong  $CHCl_3$ , tetracolorua cacbon ( $CCl_4$ ) mà không hòa tan trong ête, dầu hỏa và axêton ( $C_3H_5OH$ ).
- Nhóm átpphan làm bitum có tính dẻo và có sự thay đổi theo nhiệt độ.
- Hàm lượng nhóm này tăng  $\rightarrow$  tính quánh và nhiệt độ hóa mềm cũng tăng lên.

## 4. Nhóm axit átpphan và các anhyđrit của chúng

- Là những chất nhựa hóa (nhựa axit), là thành phần mang cực tính (gồm những phân tử có chứa gốc cacbôxyn -  $COOH$ ).
- Màu nâu sẫm, khối lượng riêng lớn hơn 1, dễ hòa tan trong rượu cồn, benzen,  $CHCl_3$  và khó hòa tan trong ét xăng.
- Tạo được liên kết hóa học với các vật liệu khoáng dạng bazơ.
- Hàm lượng tăng  $\rightarrow$  khả năng dính bám và cường độ liên kết của bitum với các vật liệu khoáng tăng (độ hoạt tính của bitum tăng).

## 5. Nhóm cacben, cacboit

- Gồm những phân tử có phân tử lượng rất lớn, màu đen sẫm, khối lượng riêng lớn hơn 1, rắn, dòn.
- Cacben có tính chất gần như átpphan, chỉ khác là không hòa tan trong benzen, tetracolorua cacbon ( $CCl_4$ ) mà chỉ tan trong  $CS_2$ .
- Cacboit là chất rắn ở dạng muội, không tan trong bất cứ dung môi hữu cơ nào.
- Các chất này làm cho bitum kém dẻo.

## 6. Chất parafin

- Là những phân tử có dạng ankan, ở dạng rắn, dòn.
- Nhạy cảm với nhiệt độ,  $\gamma_a = 0,93g/cm^3$ .
- Làm giảm khả năng phân tán và hòa tan của átpphan vào nhóm nhựa và nhóm dầu, làm giảm tính đồng nhất của bitum. Mặt khác nó còn làm nhiệt độ hóa mềm, tính dòn của

bitum tăng lên, đồng thời làm bitum hóa lỏng ở nhiệt độ thấp hơn bitum không chứa parafin.

\* Đối với bitum dầu mỏ loại quánh, hàm lượng các nhóm chất như sau :

- Nhóm dầu : 45 ÷ 60%
- Nhóm nhựa : 15 ÷ 30%
- Nhóm átpphan : 12 ÷ 38%
- Nhóm axit átpphan : < 1%
- Nhóm cacben, cacboit : < 1,5%
- Chất parafin : < 5%

## **II. CẤU TRÚC CỦA BITUM**

Tất cả các nhóm trên đây của bitum sẽ tạo thành một hệ thống keo phức tạp. Trong đó những chất átpphan, cacboit, cacben là pha phân tán, chất dầu là môi trường phân tán, chất nhựa là chất hoạt tính bề mặt (chất làm cho hệ thống ổn định).

Chính cấu trúc của hệ thống keo này sẽ quyết định các tính chất cơ học của vật liệu bitum như cường độ, độ đàn hồi, độ dẻo, ... cũng như tính ổn định nhiệt và các tính chất khác của bitum. Các loại dầu mỏ có thành phần tương đối giống nhau nhưng có cấu trúc khác nhau thì tính chất của nó cũng khác nhau rất lớn.

Bộ phận cơ bản của cấu trúc keo là mixen. Mixen là những hạt keo, bên trong có nhân là chất átpphan, xung quanh hạt nhân được bao bọc bằng một lớp chất nhựa tạo nên một sự liên tục, không biểu hiện rõ ràng giới hạn phân chia giữa pha phân tán và môi trường phân tán. Những mixen của bitum sẽ tương tác lẫn nhau qua lớp môi trường phân tán là chất dầu, tạo nên một mạng lưới không gian có hình dạng nhất định. Mỗi một mixen của bitum là một nút của mạng.

Khi trong bitum chứa lượng chất nhựa đủ để bao bọc các nhân átpphan và chứa lượng chất dầu ít, thì hệ thống keo sẽ xảy ra đông tụ và tạo cấu trúc đông tụ (cấu trúc dạng gel) bền vững và có tính đàn hồi. Cường độ của cấu trúc đông tụ phụ thuộc vào khoảng cách giữa các nút trong mạng và lực hấp phụ giữa pha phân tán và môi trường phân tán. Cấu trúc này đặc trưng cho các loại bitum quánh khi ở nhiệt độ thường.

Khi trong bitum chứa lượng chất dầu và chất nhựa khá lớn thì các nút sẽ ở xa nhau nên chuyển động tự do trong môi trường lỏng, không thể tạo ra cấu trúc đông tụ và trở thành một chất lỏng thực sự (cấu trúc dạng sol). Cấu trúc này đặc trưng cho các loại bitum lỏng ở nhiệt độ thường và bitum quánh khi ở nhiệt độ cao.

Ngoài ra bitum còn thể có cấu trúc dạng trung gian là sol-gel. Cấu trúc này đặc trưng cho các loại bitum quánh khi ở nhiệt độ thường, có đồng thời tính nhớt và tính đàn hồi dẻo.

## **III. CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA BITUM DẦU MỎ LOẠI QUÁNH**

### **1. Tính quánh**

#### *a. Khái niệm*

Tính quánh là khả năng của bitum chống lại sự di chuyển của các hạt bitum dưới tác dụng của tải trọng, là nội ma sát phát sinh khi các tầng bitum di động.

Tính quánh của bitum có một giá trị lớn. Nó ảnh hưởng nhiều đến các tính chất cơ học của hỗn hợp vật liệu khoáng với chất kết dính, đồng thời quyết định đặc trưng công nghệ chế tạo và thi công loại vật liệu có dùng bitum.

#### *b. Cách xác định*

Dụng cụ : quánh nhót kế, có cấu tạo tương tự như Vica với kim có đường kính  $1mm$ , tổng khối lượng bộ phận di động là  $100g$ .

Cách tiến hành :

- Chế bị mẫu
- Dưỡng hộ chén bitum ở nhiệt độ  $25^{\circ}C$
- Đặt chén bitum vào quánh nhót kế, cho mũi kim vừa chạm mặt rồi thả cho bộ phận di động rơi tự do trong 5 giây, đo độ cắm sâu cách mặt của kim

Độ kim lún, ký hiệu P ( $100g, 5s, 25^{\circ}C$ ) và đo bằng độ (1 độ bằng  $0,1mm$ ). Độ kim lún càng nhỏ, tính quánh càng cao.

#### *c. Các yếu tố ảnh hưởng*

- Thành phần phân nhóm : hàm lượng nhóm átphan tăng thì tính quánh tăng, hàm lượng nhóm dầu tăng thì tính quánh giảm.
- Nhiệt độ tăng nhóm nhựa sẽ bị chảy lỏng, do đó độ quánh của bitum giảm xuống.

### **2. Tính dẻo**

#### *a. Khái niệm*

Tính dẻo đặc trưng cho khả năng biến dạng của bitum khi chịu tác dụng của ngoại lực.

#### *b. Cách xác định*

Tính dẻo của bitum được đánh giá bằng độ kéo dài, ký hiệu L, đo bằng *cm* của mẫu số 8 và được xác định bằng máy kéo bitum có tốc độ  $5cm/phút$ .

Cách tiến hành :

- Chế bị mẫu
- Dưỡng hộ chén bitum ở nhiệt độ  $25^{\circ}C$
- Đặt mẫu vào máy kéo với tốc độ  $5cm/phút$  cho đến khi mẫu bị đứt, đo chiều dài mẫu khi đứt

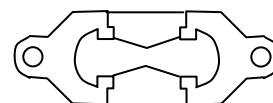
Độ kéo dài càng lớn, tính dẻo càng cao.

#### *c. Các yếu tố ảnh hưởng*

- Thành phần phân nhóm : hàm lượng nhóm chất nhựa tăng thì tính dẻo tăng, hàm lượng nhóm parafin tăng thì tính dẻo giảm.
- Nhiệt độ tăng tính dẻo của bitum cũng tăng và ngược lại.

### **3. Tính ổn định nhiệt độ**

#### *a. Khái niệm*



Khi nhiệt độ thay đổi thì tính quán và tính dẻo của bitum đều thay đổi theo. Nếu như sự thay đổi này nhỏ, bitum có tính ổn định nhiệt càng cao.

Khi bitum chuyển đổi trạng thái từ rắn  $\leftrightarrow$  quán  $\leftrightarrow$  lỏng nó phải mất một khoảng nhiệt độ là :  $\Delta T = T_m - T_c$

trong đó :  $T_m$  - nhiệt độ hóa mềm của bitum, là nhiệt độ tương ứng với lúc bitum từ trạng thái quán chuyển sang trạng thái lỏng

$T_c$  - nhiệt độ hóa cứng của bitum, là nhiệt độ tương ứng với lúc bitum từ trạng thái lỏng chuyển sang trạng thái rắn

Người ta dùng khoảng nhiệt độ  $\Delta T$  để đánh giá tính ổn định nhiệt độ của bitum. Đối với bitum làm nhựa đường yêu cầu  $\Delta T = 70 \div 100^\circ C$ .

#### *b. Cách xác định*

Nhiệt hóa mềm  $T_m$  : dụng cụ là cái vòng (khuyên) và viên bi. - Chế bị mẫu ,dưỡng hộ mẫu bitum ở nhiệt độ  $5^\circ C$  . Dùng ca 1lít thủy tinh, nắp ca có gắn một giá 2 tầng và có cắm nhiệt kế ở giữa, khoảng cách giữa 2 tầng là 2,54cm. Đặt mẫu vào tầng trên của giá, để ngập nước rồi đem đun nước với tốc độ tăng nhiệt là  $5^\circ C/phút$ . Dưới tác dụng của nhiệt độ bitum mềm ra và dưới tải trọng của viên bi nó bị kéo xuống. Nhiệt độ ứng với lúc viên bi chạm vào tầng dưới của giá là nhiệt hóa mềm của bitum.

Nhiệt hóa cứng  $T_c$  : xác định bằng quán nhót kế. Dưỡng hộ chén đựng bitum ở các nhiệt độ khác nhau thấp dần và xác định độ quán tương ứng. Nhiệt độ hóa cứng là nhiệt độ tương ứng với lúc độ cắm sâu của kim nhỏ hơn 1 độ ( $< 0,1mm$ ).

#### *c. Các yếu tố ảnh hưởng*

Thành phần phân nhóm : hàm lượng nhóm átphan tăng thì tính ổn định nhiệt tăng, hàm lượng nhóm parafin tăng thì tính ổn định nhiệt giảm.

### **4. Tính ổn định thời tiết**

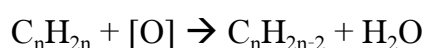
#### *a. Khái niệm*

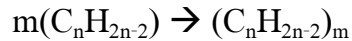
Tính ổn định thời tiết là khả năng của bitum chống lại tác dụng của môi trường xung quanh trong thời kỳ nó làm việc trong công trình. Do ảnh hưởng của thời tiết mà tính chất và thành phần của bitum bị thay đổi, độ quán tăng, độ dẻo giảm. Sự thay đổi đó gọi là sự hóa già của bitum.

#### *b. Nguyên nhân*

Sự thay đổi thành phần phân nhóm : dưới tác dụng của thời tiết nhóm chất dầu sẽ bay hơi, nồng độ của nhóm chất nhựa và nhóm átphan tăng lên làm cho tính quán của bitum tăng lên. Sau đó một bộ phận của nhóm chất nhựa chuyển thành nhóm átphan làm tính dẻo của bitum giảm.

Sự thay đổi cấu trúc phân tử tạo nên các hợp chất mới : trong bitum có một số hydrocacbua chưa no nên khi gặp ôxi của không khí sẽ tạo thành hợp chất mới có độ không bão hòa cao hơn. Sau đó các chất này được trùng hợp lại tạo thành các hợp chất phức tạp chứa nhiều cacbon.





Các phân tử mới có phân tử lượng cao hơn nên rắn và dòn hơn. Quá trình này xảy ra càng mạnh khi có tác dụng của bức xạ mặt trời, ôxít nhôm, ôxít sắt, cũng như sự tác dụng của nhiệt độ cao.

### 5. Khả năng liên kết của bitum với vật liệu khoáng

#### a. Khái niệm

Bitum thường làm việc chung với vật liệu khoáng, khi nhào trộn bitum bọc quanh vật liệu khoáng và tạo thành lớp hấp phụ. Khi đó các phân tử của bitum ở trong lớp hấp phụ sẽ tương tác với các phân tử của vật liệu khoáng ở lớp bề mặt. Sự tương tác đó có thể là tương tác lý học hay hóa học.

Liên kết vật lý là do các màng bitum có sức căng bề mặt  $\rightarrow$  lực tương hỗ lớn.

Liên kết hóa học là do thành phần hoạt tính trong bitum (axit áptphan) tương tác với vật liệu khoáng dạng bazơ ( $Ca^{2+}$ ). Lực liên kết hóa học lớn hơn rất nhiều so với lực liên kết vật lý, do đó khi bitum liên kết hóa học với vật liệu khoáng thì cường độ liên kết sẽ lớn nhất.

#### b. Cách xác định

Mức độ liên kết của bitum với bề mặt vật liệu đá có thể đánh giá theo độ bền của màng bitum trên mặt đá hoa khi nhúng trong nước sôi.

Để xác định độ dính bám của bitum với vật liệu khoáng thực tế thì ta thay vật liệu khoáng đó cho đá hoa.

#### c. Các yếu tố ảnh hưởng

Bitum : độ hoạt tính lớn (nhóm axit áptphan tăng) hay sức căng bề mặt lớn (độ quán tính) thì khả năng dính bám với vật liệu khoáng tăng

Vật liệu khoáng : bề mặt vật liệu sạch, nhám thì liên kết với bitum chắc chắn. Vật liệu dạng bazơ liên kết với bitum tốt hơn so với vật liệu khoáng axit.

### 6. Nhiệt độ bắt lửa và nhiệt độ bốc cháy

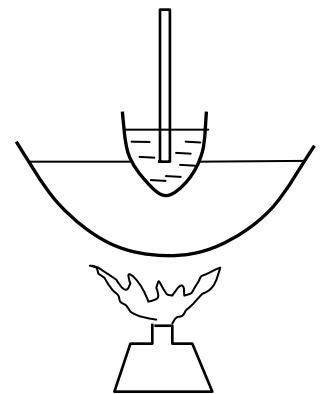
Khi gia công nhiệt cho bitum nhóm chất dầu sẽ bay hơi trộn lẫn với không khí tạo thành hỗn hợp dễ cháy. Do đó để đảm bảo an toàn khi thi công phải xác định được nhiệt độ bắt lửa và nhiệt độ bốc cháy.

Cách xác định :

- Đun bitum cách cát trong cốc mở hoặc cốc bạch kim, nhiệt kế cắm giữa chén bitum.

- Khi nhiệt độ lớn hơn  $100^\circ C$ , sau một khoảng thời gian đưa môi lửa ngang trên mặt chén bitum.

- Nếu xuất hiện ngọn lửa xanh và tắt ngay thì nhiệt độ tương ứng gọi là nhiệt bắt lửa. Nếu xuất hiện ngọn lửa xanh và tồn tại trên 5 giây thì nhiệt độ tương ứng gọi là nhiệt bốc cháy.



### **7. Tính ngăn nước**

Bitum là vật liệu ngăn nước tốt vì nó khó hòa tan trong nước và góc thấm ướt lớn hơn  $90^\circ$ . Do đó người ta sử dụng bitum làm vật liệu lợp, vật liệu chống thấm. Khi bitum làm việc chung với vật liệu khoáng, dưới tác dụng của nước áp lực nó sẽ bị thấm khuếch tán.

### **IV. ỨNG DỤNG**

Bitum được dùng để sản xuất bê tông áphan khi cho nó trộn lẫn với cốt liệu (đá dăm, cát, bột khoáng) hay sản xuất tấm lợp khi cho tác dụng với bột khoáng, cát mịn rồi cán trên giấy các tông.

## CHƯƠNG VIII

# VẬT LIỆU GỖ

### §1. KHÁI NIỆM

- Gỗ là vật liệu tự nhiên được sử dụng nhiều trong xây dựng
  - \* Gỗ có các ưu điểm :
    - Cường độ cao
    - Nhẹ, hệ số phẩm chất lớn (lớn hơn bê tông)
    - Đa dạng về chủng loại
    - Nhiều loại có màu sắc đẹp
    - Dễ gia công
    - Cách âm, cách nhiệt tốt
  - \* Tuy nhiên, gỗ vẫn có các nhược điểm sau :
    - Có cấu tạo dị hướng nên tính chất cơ lý theo các hướng khác nhau là khác nhau
    - Dễ hút ẩm và nhả ẩm dẫn đến thể tích thay đổi lớn khi độ ẩm môi trường thay đổi
    - Dễ cháy
    - Có nhiều khuyết tật
    - Dễ bị sâu nấm, mối mọt → độ bền kém
  - \* Các công dụng của gỗ :
    - Các loại gỗ cứng, cường độ cao dùng làm kết cấu chịu lực
    - Gỗ đẹp dùng làm vật liệu trang trí
    - Gỗ dễ gia công dùng làm đồ gia dụng
    - Gỗ yếu, mềm, chóng hỏng dùng làm ván cốp pha trong xây dựng



### §2. CẤU TẠO CỦA GỖ

#### I. CẤU TẠO VĨ MÔ

Quan sát mặt cắt ngang của cây bằng mắt thường ta nhận thấy cây có các bộ phận sau:

*Tủy cây* nằm ở trung tâm, là bộ phận sinh ra vỏ đầu tiên, chạy dọc thân cây. Nó là bộ phận mềm yếu nhất, dễ mục nát.

*Lớp gỗ lõi* gồm những tế bào chết, màu đậm và cứng hơn, chứa ít nước, cường độ cao và khó mục nát.

*Lớp gỗ giác* màu nhạt, chứa nhiều nước, dễ mục nát, mềm và có cường độ thấp.

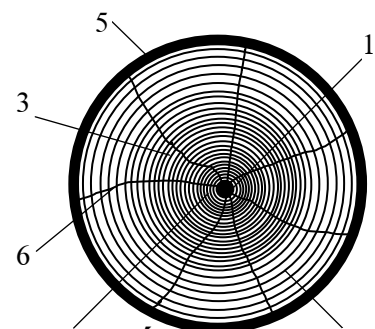


Lớp hình thành gồm một lớp tế bào sống mỏng có khả năng sinh trưởng ra phía ngoài để sinh ra vỏ và vào phía trong để sinh ra gỗ. Những tế bào sinh gỗ vào mùa xuân có bản rộng thành tế bào mỏng, vào mùa hè và thu, đông thì hẹp hơn, có thành dày hơn đóng vai trò chịu lực.

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.

Ngoài ra nhìn kỹ mặt cắt ngang còn có thể phát hiện được những tia nhỏ li ti hướng vào tâm gọi là tia lõi.

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. Vào mùa hạ, thu, đông gỗ phát triển chậm, lớp gỗ mỏng, màu sẫm, ít nước và cứng. Hai lớp gỗ có màu thành sẫm nhạt nối tiếp nhau tạo ra một tuổi gỗ.



Mặt cắt ngang thân cây

- |                |               |
|----------------|---------------|
| 1. Tủy cây     | 2. Lớp gỗ lõi |
| 3. Lớp gỗ giác | 4. Lớp hình   |
| 5. Vỏ cây      | 6. Dây tủy    |

## II. CẤU TẠO VI MÔ

Qua kính hiển vi có thể nhìn thấy những tế bào sống và chết của gỗ có kích thước và hình dáng khác nhau. Tế bào của gỗ gồm có tế bào chịu lực, tế bào dẫn, tế bào tia lõi và tế bào dự trữ.

Tế bào chịu lực (tế bào thớ) có dạng hình thoi dài  $0,3 \div 2mm$ , dày  $0,02 \div 0,05mm$ , thành tế bào dày, nối tiếp nhau theo chiều dọc thân cây, chiếm 76% thể tích của gỗ.

Tế bào dẫn hay còn gọi là mạch gỗ, gồm những tế bào lớn hình ống xếp chồng lên nhau tạo thành các ống thông suốt. Chúng có nhiệm vụ dẫn nhựa theo chiều dọc thân cây.

Tế bào tia lõi là những tế bào xếp nằm ngang thân cây. Giữa các tế bào này cũng có lỗ thông nhau.

Tế bào dự trữ nằm xung quanh mạch gỗ và có lỗ thông nhau. Chúng có nhiệm vụ chứa chất dinh dưỡng để nuôi cây.

Về cơ bản cấu trúc gỗ lá kim cũng như gỗ lá rộng, nhưng không có mạch gỗ mà chỉ có tia lõi và tế bào chịu lực. Tế bào chịu lực hình thoi, kiêm cả chức năng dẫn nhựa dọc thân cây.

Về cấu tạo mỗi tế bào sống đều có 3 phần : vỏ cứng, nguyên sinh chất và nhân tế bào.

Vỏ tế bào được tạo bởi xenlulô, lignin và các hemixenlulô. Trong quá trình phát triển nguyên sinh chất hao dần tạo cho lớp vỏ tế bào ngày càng dày thêm. Đồng thời, một bộ phận của vỏ lại biến thành chất nhòn tan trong nước.

Nguyên sinh chất là chất abumi thực vật được cấu tạo từ các nguyên tố : C, H, O, N và S. Trong nguyên sinh chất, trên 70% là nước. Vì vậy khi gỗ khô tế bào trở nên rỗng ruột.

Nhân tế bào hình bầu dục, trong đó có một số hạt óng ánh và chất abumi dạng sợi. Cấu tạo hóa học gần giống nguyên sinh chất nhưng có thêm nguyên tố P.



### §3. CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA GỖ

#### I. MÀU SẮC VÀ VÂN GỖ

Mỗi loại gỗ có một màu sắc và kiểu vân riêng. Căn cứ vào màu sắc có thể đánh giá sơ bộ phẩm chất và loại gỗ. Ví dụ : gỗ gụ, gỗ mun có màu sẫm và đen; gỗ sến, gỗ 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. Gỗ có vân đẹp được dùng làm đồ mỹ nghệ.

#### II. ĐỘ ẨM VÀ TÍNH HÚT ẨM

##### 1. Khái niệm

Độ ẩm có ảnh hưởng lớn đến tính chất của gỗ. Nước nằm trong gỗ có 3 dạng:

- Nước tự do : nằm trong một tế bào, khoảng trống giữa các tế bào và bên trong các ống dẫn. Khi lượng nước này thay đổi các tính chất cơ lý của gỗ bị thay đổi nhưng không đáng kể.

- Nước hấp phụ (nước liên kết vật lý) nằm trong vỏ tế bào và khoảng trống giữa các tế bào. Khi lượng nước này thay đổi, vỏ tế bào bị biến dạng theo nên tính chất cơ lý của gỗ bị thay đổi đáng kể.

- Nước liên kết hóa học nằm trong thành phần hóa học của các chất tạo gỗ.

Khi sấy, nước từ từ tách ra khỏi mặt ngoài, nước từ lớp gỗ bên trong chuyển dần ra thay thế. Còn khi gỗ khô thì nó lại hút hơi nước từ trong không khí.

❖ Độ ẩm cân bằng  $W_{cb}$  : khi gỗ đặt trong môi trường ẩm, gỗ sẽ hút ẩm cho đến khi áp lực nước trong gỗ cân bằng với áp lực hơi nước của môi trường. Độ ẩm tương ứng của gỗ lúc đó gọi là độ ẩm cân bằng.

Độ ẩm cân bằng phụ thuộc vào nhiệt độ, độ ẩm môi trường, cấu tạo gỗ. Độ ẩm cân bằng của gỗ khô trong phòng là 8 ÷ 12%, của gỗ khô trong không khí sau khi sấy lâu dài ở ngoài không khí là 15 ÷ 18%. Muốn xác định  $W_{cb}$  tra biểu đồ Xulitki.

❖ Độ ẩm bão hòa thó  $W_{bht}$  : khi gỗ ẩm đặt trong môi trường khô, gỗ sẽ nhả ẩm cho đến khi hết nước tự do chỉ còn nước liên kết vật lý. Độ ẩm tương ứng của gỗ lúc đó gọi là độ ẩm bão hòa thó.

Độ ẩm bão hòa thó chỉ phụ thuộc cấu tạo của gỗ. Tùy từng loại gỗ  $W_{bht}$  có thể dao động từ 23 đến 35%.

Khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi nhỏ hơn  $W_{bht}$  thì tính chất cơ lý của gỗ thay đổi đáng kể. Còn khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi lớn hơn  $W_{bht}$  thì tính chất cơ lý của gỗ thay đổi không đáng kể. Do đó, để xác định  $W_{bht}$  người ta kiểm tra tính chất vật lý của gỗ ở các độ ẩm khác nhau.

❖ Độ ẩm thực tế : là độ ẩm đo được tại thời điểm thí nghiệm.

## 2. Cách xác định

Đặt gỗ trong hộp kim loại rồi sấy khô đến khối lượng không đổi.

$$W = \frac{G_{h+W} - G_{h+K}}{G_{h+K} - G_h} \times 100\%$$

trong đó :  $G_{h+W}$  - khối lượng hộp chứa gỗ ẩm trước khi sấy

$G_{h+K}$  - khối lượng hộp chứa gỗ khô sau khi sấy

$G_h$  - khối lượng hộp

## 3. Sự ảnh hưởng của độ ẩm đến các tính chất khác của gỗ

### a. Độ ẩm ảnh hưởng đến sự co nở thể tích

Độ co ngót là độ giảm kích thước và thể tích khi sấy khô. Nước mao quản bay hơi không làm cho gỗ co. Co chỉ xảy ra khi mất nước liên kết vật lý, khi đó chiều dày của vỏ tế bào giảm đi, các mixen xích lại gần nhau làm cho kích thước của gỗ giảm đi.

Trường nở là khả năng của gỗ tăng kích thước về thể tích khi hút nước vào thành tế bào. Gỗ bị trương nở thể tích khi hút nước giới hạn bão hòa thó.

Nói chung, khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi lớn hơn  $W_{bht}$  thì sự co nở là không đáng kể. Khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi nhỏ hơn  $W_{bht}$  thì thể tích gỗ bị thay đổi đáng kể : độ ẩm tăng thì thể tích tăng và ngược lại.

Sự co nở của gỗ theo các phương khác nhau là khác nhau do gỗ có cấu tạo không đồng nhất. Mức độ co nở tăng dần theo thứ tự : phương dọc thó, xuyên tâm và tiếp tuyến.

❖ Các đánh giá mức độ co nở của gỗ :

**Cách 1 :** Độ co tuyệt đối ( $mm/m$  dài)

**Cách 2 :** Độ co tương đối (%)

$$\text{Độ co dài} = \frac{L_1 - L_2}{L_2} \times 100\%$$

trong đó :  $L_1$  - kích thước của gỗ trước khi sấy khô

$L_2$  - kích thước của gỗ sau khi sấy đến trạng thái khô tuyệt đối

$$\text{Độ co thể tích} = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \times 100\%$$

trong đó :  $V_1$  - thể tích của gỗ trước khi sấy khô

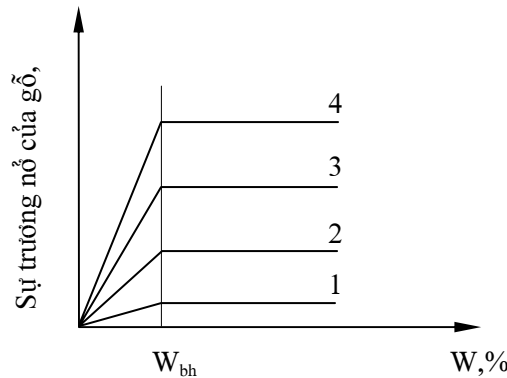
$V_2$  - thể tích của gỗ sau khi sấy đến trạng thái khô tuyệt đối

**Cách 3 :** Hệ số co thể tích  $K_o$  : là độ co tương đối về thể tích khi độ ẩm giảm đi 1%.

$$K_o = \frac{\frac{V_1 - V_2}{V_2} (100\%)}{W (100\%)}$$

trong đó :  $W$  - độ ẩm của gỗ (%) không được vượt quá  $W_{bh}$

Ảnh hưởng của độ ẩm đến độ trương nở của gỗ có thể thấy như đồ thị sau :



**Ảnh hưởng của độ ẩm đến độ trương nở**

1 - Dọc thớ    2 - Xuyên tâm    3 - Tiếp tuyến    4 - Thể tích

b. Độ ẩm ảnh hưởng đến khối lượng thể tích

Khối lượng thể tích của gỗ phụ thuộc độ rỗng và độ ẩm. Người ta chuyển khối lượng thể tích của gỗ ở độ ẩm bất kỳ ( $W$ ) về khối lượng thể tích ở độ ẩm tiêu chuẩn (18%).

$$\gamma_o^{tc} = \gamma_o^{18\%} = \frac{G^{18\%}}{V_o^{18\%}} \quad ; \quad \gamma_o^W = \frac{G^W}{V_o^W}$$

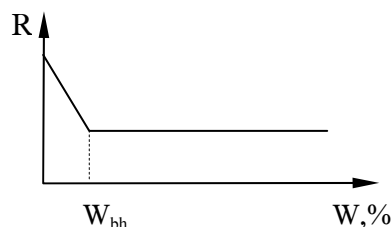
$$\gamma_o^{tc} = \gamma_o^W [1 + (1 - K_o)(18 - W)]$$

Dựa vào khối lượng thể tích, gỗ được chia thành 5 loại :

- Gỗ rất nhẹ :  $\gamma_o < 400 \text{ kg/m}^3$
- Gỗ nhẹ :  $\gamma_o = 400 \div 500 \text{ kg/m}^3$
- Gỗ nhẹ vừa :  $\gamma_o = 500 \div 700 \text{ kg/m}^3$
- Gỗ nặng :  $\gamma_o = 700 \div 900 \text{ kg/m}^3$
- Gỗ rất nặng :  $\gamma_o > 900 \text{ kg/m}^3$

c. Độ ẩm ảnh hưởng đến cường độ

Khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi lớn hơn giới hạn bão hòa thớ thì cường độ của gỗ thay đổi không đáng kể, còn nhỏ hơn giới hạn bão hòa thớ thì cường độ của gỗ thay đổi đáng kể : độ ẩm tăng thì cường độ giảm và ngược lại.



Vì cường độ của gỗ phụ thuộc độ ẩm, nên cường độ thử ở độ ẩm nào đó (W) phải chuyển về cường độ ở độ ẩm tiêu chuẩn (18%) theo công thức :

$$R^{tc} = R^{18} = R^W [1 + \alpha(W - 18)]$$

trong đó :  $\alpha$  - hệ số điều chỉnh độ ẩm, biểu thị phần trăm thay đổi cường độ của gỗ khi độ ẩm thay đổi 1%. Giá trị  $\alpha$  thay đổi tùy theo loại cường độ và phương của thớ gỗ.

W - độ ẩm của gỗ (%),  $W \leq W_{bht}$

*d. Độ ẩm ảnh hưởng đến độ bền*

Gỗ ẩm ướt lâu sẽ bị mục nát, khi gỗ khô ẩm liên tục sẽ bị cong vênh, nứt nẻ → giảm độ bền của gỗ.

**III. CƯỜNG ĐỘ**

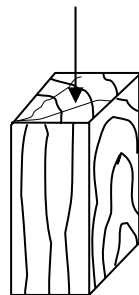
**1. Khái niệm**

Gỗ có cấu tạo không đẳng hướng nên cường độ của nó không đều theo các phương khác nhau. Cường độ của gỗ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như : độ ẩm, khối lượng thể tích, tỷ lệ phần trăm của lớp gỗ sớm và lớp gỗ muộn, tình trạng khuyết tật.

Cường độ tiêu chuẩn của gỗ là cường độ của gỗ ở độ ẩm 18%.

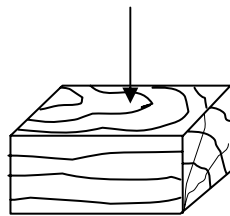
**2. Cách xác định**

*a. Cường độ chịu nén*

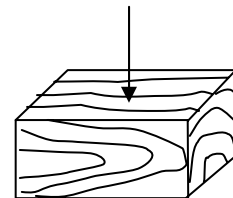


2 x 2 x 3cm

*Nén dọc thớ*

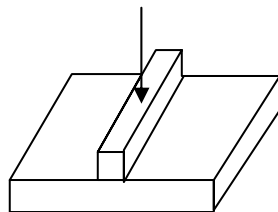


*Nén ngang thớ  
xuyên tâm*

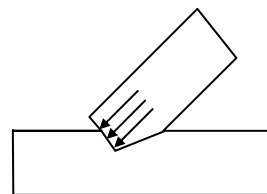


*Nén ngang thớ  
tiếp tuyến*

$$\sigma_n = \frac{P}{F}$$



*Nén cục bộ*

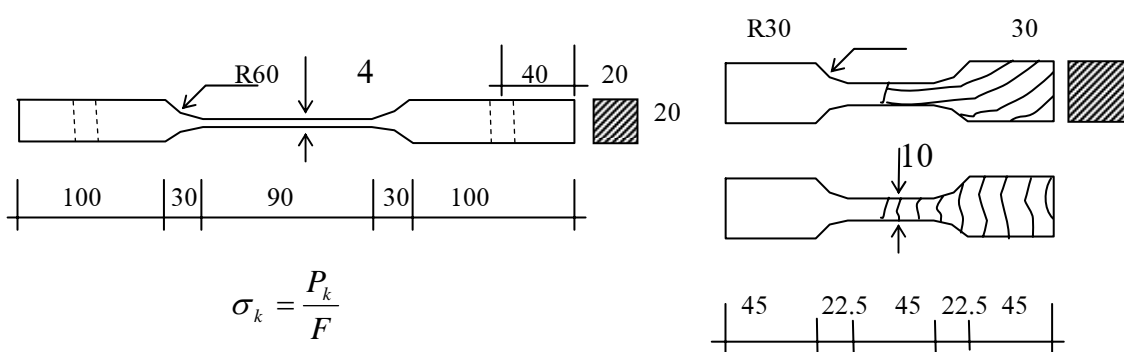


*Nén xiên*

$$\vec{\sigma}_{nx} = \vec{\sigma}_{nd} + \vec{\sigma}_{mn}$$

*b. Cường độ chịu kéo*

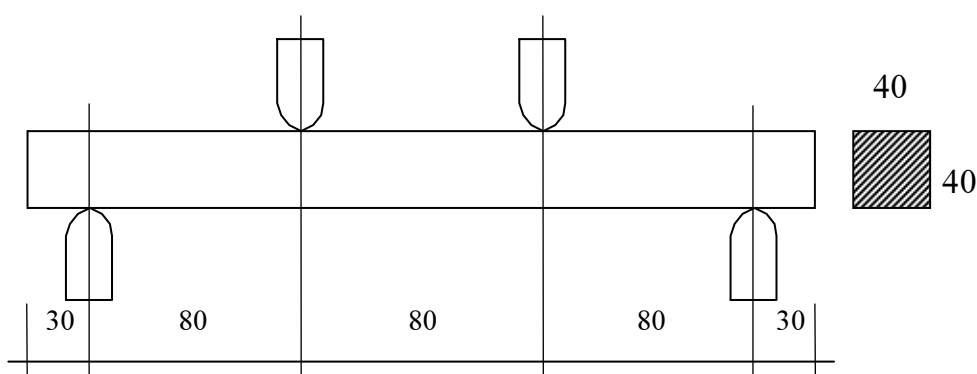
Mẫu làm việc chịu kéo được chia ra : kéo dọc, kéo ngang thớ tiếp tuyến và xuyên tâm.



Cường độ kéo dọc thớ lớn hơn cường độ nén dọc, vì khi kéo các thớ gỗ đều làm việc đến khi bị đứt còn khi nén dọc các thớ bị tách ra và gỗ bị phá hoại chủ yếu do uốn dọc cục bộ từng thớ.

*c. Cường độ chịu uốn*

Cường độ chịu uốn của gỗ khá cao (nhỏ hơn cường độ kéo dọc và lớn hơn cường độ nén dọc). Các kết cấu làm việc chịu uốn hay gập là dầm, xà, vì kèo... Mẫu thí nghiệm uốn được mô tả như sau :



Cường độ chịu uốn được tính theo công thức :

$$\sigma_u = \frac{M}{W}$$

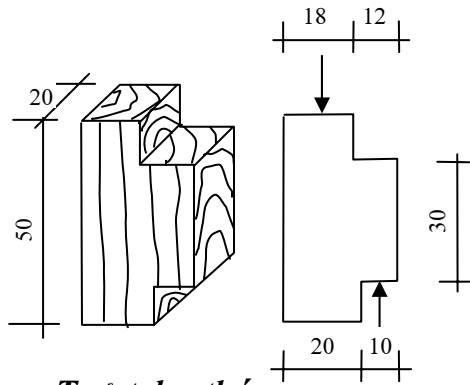
*d. Cường độ chịu trượt*

Cường độ chịu trượt được phân ra : trượt dọc thớ, trượt ngang thớ (tiếp tuyến và xuyên tâm) và cắt đứt thớ.

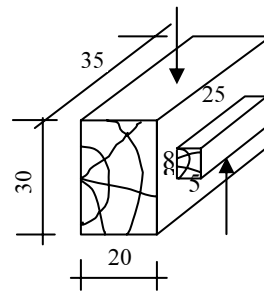
Khi trượt dọc phương của tải trọng trùng với phương của thớ gỗ. Khi tải trọng vượt quá giới hạn thì liên kết giữa các thớ sẽ bị phá hoại, các thớ sẽ trượt lên nhau. Trong trượt ngang thớ, tải trọng sẽ tiếp tuyến hoặc vuông góc với vòng tuổi. Công thức chung để xác định cường độ chịu trượt như sau :

$$\sigma = \frac{P_{max}}{F}$$

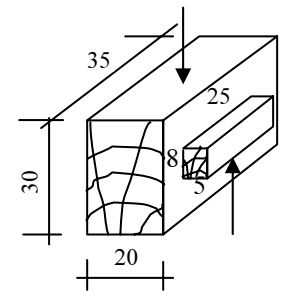
trong đó :  $P_{max}$  - tải trọng phá hoại, daN  
 $F$  - tiết diện chịu trượt,  $cm^2$



**Trượt dọc thớ xuyên tâm**



**Trượt ngang thớ tiếp tuyến**

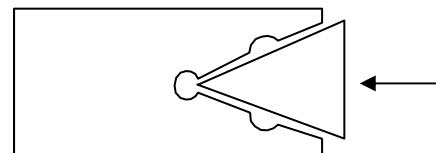
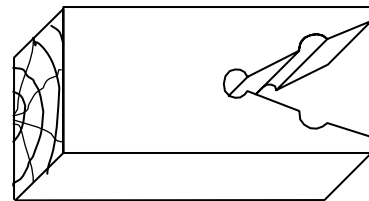
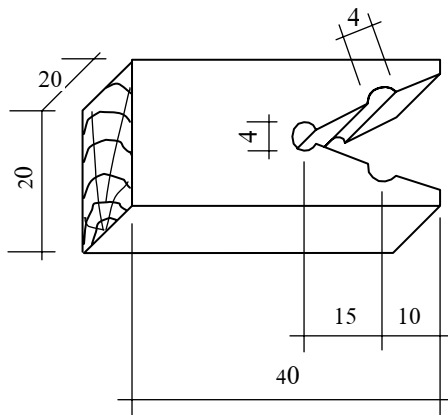


**Trượt ngang thớ**

**e. Cường độ chịu tách**

Gỗ chịu tách rất kém, vì khi tách liên kết giữa các thớ bị phá hoại không đồng thời. Nếu lực tách lớn nhất là  $F_{max}$  và chiều rộng mặt chịu tách là  $a$  thì sức chịu tách  $S_t$  sẽ được tính bằng công thức :

$$S_t = \frac{F_{max}}{a}$$



**Mẫu thí nghiệm chịu tách**

a. Tách dọc theo phương tiếp tuyến

b. Tách dọc theo phương xuyên tâm



**§4. SÂU TẬT VÀ CÁC BIỆN PHÁP BẢO QUẢN GỖ**

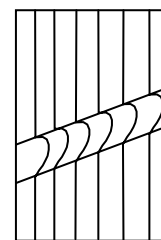
**I. CÁC KHUYẾT TẬT CỦA GỖ**

Nguyên nhân sinh ra tật gỗ chủ yếu là do cấu tạo như mắt gỗ, u gỗ, lệch tâm, hai tâm, lệch và vắn thớ, lẫn vỏ, v.v... Cũng có khi do con người làm cho cây bị thương mà sinh ra.

### 1. Mất cây

Mất cây có 3 loại :

- Mất sồng : còn cứng, chắc, dính chặt vào thân gỗ.
- Mất chết : có một phần hoặc toàn bộ rời khỏi thân gỗ, song vẫn còn cứng, chưa mục.
- Mất mục : mất gỗ đã mục nát.

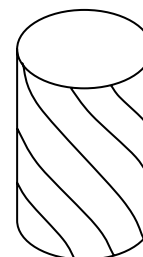


Mất là tật chính của gỗ, mất làm cho thớ gỗ bị lượn vòng dẫn đến giảm khả năng chịu lực của gỗ nhất là khi chịu kéo, nén dọc thớ và khi chịu uốn. Mất cây còn làm gỗ khó gia công, giảm hiệu quả sử dụng.

### 2. Vặn thớ

Gỗ bị vặn thớ làm giảm cường độ, thay đổi phương chịu lực của gỗ. Mặt khác, nó cũng làm cho gỗ khó gia công và khó sử dụng.

Những cây gỗ ở vùng có gió theo mùa thường bị vặn thớ.

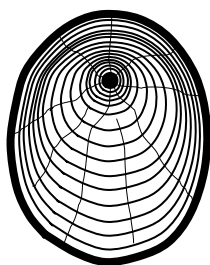


### 3. Lệch tâm, hai tâm

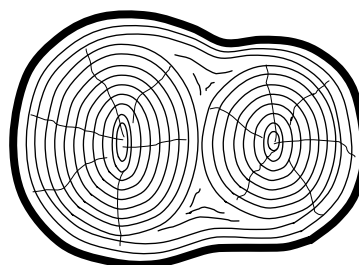
Lệch tâm gồm có lệch một phía và lệch cục bộ.

Hai tâm là hiện tượng trên tiết diện ngang của thân cây có hai lõi, thường gặp ở cây gỗ có hai ngọn.

Lệch tâm, hai tâm làm giảm hiệu quả sử dụng gỗ.



*Lệch tâm*



*Hai tâm*

### 4. Cong queo

Hiện tượng gỗ cong queo làm giảm cường độ dọc thớ của gỗ và gây lãng phí, khó sử dụng.



## II. SÂU, NẤM

*Nấm* là loại thực vật đơn giản nhất sống nhờ trong các tế bào gỗ và đôi khi gây ra các hiện tượng hóa lý khác. Nấm phát triển trong điều kiện có ôxi, độ ẩm và nhiệt độ thích 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 lý. Nấm có thể phá hoại ngay khi cây gỗ còn đang sống, cây gỗ đã chặt xuống hoặc tiếp tục phá hoại gỗ ngay trong các kết cấu của công trình.



Sâu là các loại côn trùng có thể đục gỗ hoặc dùng gỗ làm thức ăn. Dạng khuyết tật này xảy ra trong cây gỗ đang lớn và cây gỗ đã chặt xuống, còn tươi cũng như đã khô. Nó làm giảm tính chất cơ học và chất lượng của gỗ đến nỗi phải bỏ đi. Ngoài ra, gỗ tại các công trình biển còn bị phá hoại do các loại giun biển (hà).

### III. CÁC BIỆN PHÁP BẢO QUẢN GỖ

#### 1. Phòng chống nấm và côn trùng

Phòng chống nấm và côn trùng nhằm mục đích kéo dài tuổi thọ của gỗ bằng các biện pháp sau : loại trừ các điều kiện sinh sống của côn trùng, dùng hóa chất và sử dụng thuốc.

##### a. Loại trừ các điều kiện sinh sống của côn trùng

Nấm và côn trùng sinh sống nhờ vào không khí và thức ăn trong gỗ và phát triển ở nhiệt độ và độ ẩm thích hợp. Có thể loại trừ hai yếu tố trên bằng cách sấy gỗ ở  $80 \div 100^{\circ}\text{C}$  trong thời gian lâu, hoặc ngâm dưới bùn để diệt sâu nấm và trứng sâu.

##### b. Dùng hóa chất

Hóa chất diệt nấm và côn trùng cần bảo đảm các tính chất sau đây :

- Có khả năng diệt nấm và côn trùng mạnh
- Ổn định đối với môi trường : có tác dụng lâu dài không bị nước cuốn đi
- Không độc đối với người và súc vật. Không ăn mòn gỗ và các chi tiết trong kết cấu gỗ như đinh, vít, ke...

- Dễ dàng ngấm sâu vào gỗ, không có mùi hắc

##### c. Phương pháp sử dụng thuốc

- Quét và phun ngoài mặt : quét hay phun 2 đến 3 lớp trên mặt, cách này đơn giản, dễ làm song thuốc ngấm không sâu, hao hụt nhiều.

- Ngâm gỗ vào dung dịch thuốc : thuốc ngấm có sâu hơn phun và quét.

- Tẩm chân không có áp : tạo chân không để hút nước và không khí trong gỗ, rồi ngâm vào dung dịch thuốc dưới áp suất  $6\text{atm}$ . Phương pháp này rất tốt, thuốc ngấm sâu, song đắt tiền.

- Tẩm phân tán : lấy gỗ tươi bóc vỏ, quét keo thuốc 2 đến 3 lớp, rồi bọc kín gỗ bằng giấy dầu, ủ từ 3 đến 4 tháng, sau đó bóc giấy, phơi khô.

- Phương pháp thay thế nhựa : hút hết nhựa cây và bơm vào cây gỗ thuốc trừ sâu nấm

#### 2. Phòng chống hà

Để phòng chống hà người ta thường dùng các biện pháp sau :

- Dùng gỗ cứng (thiết mộc), gỗ dẻo quánh (téch), gỗ có nhựa (bạch đàn) ... Những loại gỗ cứng, quánh làm hà khó đục, hoặc vì sợ nhựa hà không bám vào

- Để nguyên lớp vỏ cây

- Bọc ngoài gỗ một lớp vỏ kim loại

- Bọc kết cấu gỗ bằng ống ximăng amiăng, ống sành

- Dùng dầu crêozôt,  $\text{CuSO}_4$ , ...

Ở nước ta còn dùng phương pháp cổ truyền là thui cho gỗ cháy xém một lớp mỏng bên ngoài. Phương pháp này sau 3 năm phải thui lại.

### **3. Bảo quản và phơi sấy gỗ**

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 trong quá trình sử dụng. 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.