

## CHƯƠNG I CÁC TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

### 1.1. Khái niệm chung

#### 1.1.1. Phân loại tính chất của vật liệu xây dựng (VLXD)

Quá trình làm việc trong kết cấu công trình, vật liệu phải chịu sự tác dụng của tải trọng bên ngoài và môi trường xung quanh. Tải trọng sẽ gây ra biến dạng và ứng suất trong vật liệu. Do đó, để kết cấu công trình làm việc an toàn thì trước tiên vật liệu phải có các tính chất cơ học theo yêu cầu. Ngoài ra, vật liệu còn phải có đủ độ bền vững chống lại các tác dụng vật lý và hóa học của môi trường. Trong một số trường hợp đối với vật liệu còn có một số yêu cầu riêng về nhiệt, âm, chống phóng xạ v.v... Như vậy, yêu cầu về tính chất của vật liệu rất đa dạng. Song để nghiên cứu và sử dụng vật liệu, có thể phân tính chất của nó thành những nhóm như: nhóm tính chất đặc trưng cho trạng thái và cấu trúc, nhóm tính chất vật lý, tính chất cơ học, tính chất hóa học và một số tính chất mang ý nghĩa tổng hợp khác như tính công tác, tính tuổi thọ v.v...

Các tham số đặc trưng cho trạng thái và cấu trúc của vật liệu là những tính chất đặc trưng cho quá trình công nghệ, thành phần pha, thành phần khoáng hóa, thí dụ khối lượng riêng, khối lượng thể tích, độ rỗng, độ đặc, độ mịn, v.v...

Những tính chất vật lý xác định mối quan hệ của vật liệu với môi trường như tính chất có liên quan đến nước, đến nhiệt, điện, âm, tính lưu biến của vật liệu nhớt, dẻo...

Những tính chất cơ học xác định quan hệ của vật liệu với biến dạng và sự phá hủy nó dưới tác dụng của tải trọng như cường độ, độ cứng, độ dẻo v.v...

Các tính chất hóa học có liên quan đến những biến đổi hóa học và độ bền vững của vật liệu đối với tác dụng của các nhân tố hóa học.

Để tránh những ảnh hưởng của các yếu tố khách quan trong quá trình thí nghiệm, các tính chất của vật liệu phải được xác định trong điều kiện và phương pháp chuẩn theo quy định của tiêu chuẩn nhà nước Việt Nam. Khi đó tính chất được xác định là những tính chất tiêu chuẩn. Ngoài các tiêu chuẩn nhà nước còn các tiêu chuẩn cấp ngành, cấp bộ.

Các tiêu chuẩn có thể được bổ sung và chỉnh lí tùy theo trình độ sản xuất và yêu cầu sử dụng vật liệu.

Hiện nay ở nước ta, đối với 1 số loại VLXD chưa có tiêu chuẩn và yêu cầu kỹ thuật quy định thì có thể dùng các tiêu chuẩn của nước ngoài.

#### 1.1.2 Quan hệ giữa cấu trúc và tính chất

Cấu trúc của vật liệu được biểu thị ở 3 mức: cấu trúc vĩ mô (cấu trúc có thể quan sát bằng mắt thường), cấu trúc vi mô (chỉ quan sát bằng kính hiển vi) và cấu trúc trong hay cấu tạo chất (phải dùng những thiết bị hiện đại để quan sát và nghiên cứu như kính hiển vi điện tử, phân tích rơngem)

**Cấu trúc vĩ mô** .Bằng mắt thường người ta thể phân biệt các dạng cấu trúc này như: đá nhân tạo đặc, cấu trúc tổ ong, cấu trúc dạng sợi, dạng lớp, dạng hạt rời...

*Vật liệu đá nhân tạo đặc* rất phổ biến trong xây dựng như bê tông nặng, gạch ốp lát, gạch silicat. Những loại vật liệu này thường có cường độ, khả năng chống thấm, chống ăn mòn tốt hơn các loại vật liệu rỗng cùng loại, nhưng nặng và tính cách âm, cách nhiệt kém hơn. Bằng mắt thường cũng có thể nhìn thấy những liên kết thô của nó, ví dụ: thấy được lớp đá xi măng liên kết với hạt cốt liệu, độ dày của lớp đá, độ lớn của hạt cốt liệu: phát hiện được những hạt, vết rạn nứt lớn, v.v...

*Vật liệu cấu tạo rỗng* có thể là những vật liệu có những lỗ rỗng lớn như bê tông khí, bê tông bọt, chất dẻo tổ ong hoặc những vật liệu có những lỗ rỗng bé (vật liệu dùng đũa nước, dùng phụ gia cháy). Loại vật liệu này có cường độ, độ chống ăn mòn kém hơn vật liệu đặc cùng loại, nhưng khả năng cách nhiệt, cách âm tốt hơn. Lượng lỗ rỗng, kích thước, hình dạng, đặc tính và sự phân bố của lỗ rỗng có ảnh hưởng lớn đến tính chất của vật liệu.

*Vật liệu có cấu tạo dạng sợi*, như gỗ, các sản phẩm có từ bông khoáng và bông thủy tinh, tấm sợi gỗ ép v.v... có cường độ, độ dẫn nhiệt và các tính chất khác rất khác nhau theo phương dọc và theo phương ngang thớ.

*Vật liệu có cấu trúc dạng lớp*, như đá phiến ma, diệp thạch sét v.v... là vật liệu có tính dị hướng (tính chất khác nhau theo các phương khác nhau).

*Vật liệu hạt rời* như cốt liệu cho bê tông, *vật liệu dạng bột* (xi măng, bột vôi sống) có các tính chất và công dụng khác nhau tùy theo thành phần độ lớn và trạng thái bề mặt hạt.

**Cấu trúc vi mô** của vật liệu có thể là cấu tạo tinh thể hay vô định hình. Cấu tạo tinh thể và vô định hình chỉ là hai trạng thái khác nhau của cùng một chất. Ví dụ oxyt silic có thể tồn tại ở dạng tinh thể thạch anh hay dạng vô định hình (opan). Dạng tinh thể có độ bền và độ ổn định lớn hơn dạng vô định hình.  $\text{SiO}_2$  tinh thể không tương tác với  $\text{Ca(OH)}_2$  ở điều kiện thường, trong khi đó  $\text{SiO}_2$  vô định hình lại có thể tương tác với  $\text{Ca(OH)}_2$  ngay ở nhiệt độ thường.

**Cấu tạo bên trong** của các chất là cấu tạo nguyên tử, phân tử, hình dạng kích thước của tinh thể, liên kết nội bộ giữa chúng. Cấu tạo bên trong của các chất quyết định cường độ, độ cứng, độ bền nhiệt và nhiều tính chất quan trọng khác.

Khi nghiên cứu các chất có cấu tạo tinh thể, người ta phải phân biệt chúng dựa vào đặc điểm của mỗi liên kết giữa các phân tử để tạo ra mạng lưới không gian. Tùy theo kiểu liên kết, mạng lưới này có thể được hình thành từ các nguyên tử trung hòa (kim cương,  $\text{SiO}_2$ ) các ion ( $\text{CaCO}_3$ , kim loại), phân tử (nước đá).

*Liên kết cộng hóa trị* được hình thành từ những đôi điện tử dùng chung, trong những tinh thể của các chất đơn giản (kim cương, than chì) hay trong các tinh thể của hợp chất gồm hai nguyên tố (thạch anh). Nếu hai nguyên tử giống nhau thì cặp điện tử dùng chung thuộc cả hai nguyên tử đó. Nếu hai nguyên tử có tính chất khác nhau thì cặp điện tử bị lệch về phía nguyên tố có tính chất á kim mạnh hơn, tạo ra liên kết cộng hóa trị có cực ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Những vật liệu có liên kết dạng này có cường độ, độ cứng cao và rất khó chảy.

*Liên kết ion* được hình thành trong các tinh thể vật liệu mà các nguyên tử khi tương tác với nhau nhường điện tử cho nhau hình thành các ion âm và ion dương. Các ion trái dấu hút nhau để tạo ra phân tử. Vật liệu xây dựng có liên kết loại này (thạch cao, anhidrit) có cường độ và độ cứng thấp, không bền nước, trong những loại VLXD thường gặp như canxit, fenspat với những tinh thể phức tạp gồm những tinh thể gồm cả liên kết cộng hóa trị và liên kết ion. Bên trong ion phức tạp  $\text{CO}_3^{2-}$  là liên kết cộng hóa trị. Nhưng chính nó liên kết với  $\text{Ca}^{2+}$  bằng liên kết ion ( $\text{CaCO}_3$ ) có cường độ khá cao.

*Liên kết phân tử* được hình thành chủ yếu trong những tinh thể của các chất có liên kết cộng hóa trị.

*Liên kết silicat* là liên kết phức tạp, được tạo thành từ khối 4 mặt  $\text{SiO}_4$  liên kết với nhau bằng những đỉnh chung (những nguyên tử oxi chung) tạo thành mạng lưới không gian ba chiều với những tính chất đặc biệt cho VLXD. Điều đó cho phép coi chúng như là các polime vô cơ.

### 1.1.3. Quan hệ giữa thành phần và tính chất

Vật liệu xây dựng được đặc trưng bằng 3 thành phần: Hóa học, khoáng vật và thành phần pha.

**Thành phần hóa học** được biểu thị bằng % hàm lượng các oxyt có trong vật liệu. Nó cho phép phán đoán hàng loạt các tính chất của VLXD: tính chất chịu lửa, bền sinh vật, các đặc trưng cơ học và các đặc tính kỹ thuật khác. Riêng đối với kim loại hoặc hợp kim thì thành phần hóa học được tính bằng % các nguyên tố hóa học

Thành phần hóa học được xác định bằng cách phân tích hóa học (kết quả phân tích được biểu diễn dưới dạng các oxyt)

Các oxyt trong vật liệu vô cơ liên kết với nhau thành các muối kép, được gọi là thành phần khoáng vật.

#### **Thành phần khoáng vật**

Thành phần khoáng vật quyết định các tính chất cơ bản của vật liệu. Khoáng  $3\text{CaO}.\text{SiO}_2$  và  $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$  trong xi măng pooc lăng quyết định tính đóng rắn nhanh, chậm của xi măng, khoáng  $3\text{Al}_2\text{O}_3$   $2\text{SiO}_2$  quyết định tính chất của vật liệu gốm.

Biết được thành phần khoáng vật ta có thể ta có thể phán đoán tương đối chính xác các tính chất của VLXD.

Việc xác định thành phần khoáng vật khá phức tạp, đặc biệt là về mặt định lượng. Vì vậy người ta phải dùng nhiều phương pháp để hỗ trợ cho nhau : phân tích nhiệt vi sai, phân tích phổ ronghen, laze, kính hiển vi điện tử v.v...

#### **Thành phần pha**

Đa số vật liệu khi làm việc đều tồn tại ở pha rắn. Nhưng trong vật liệu luôn chứa một lượng lỗ rỗng, bên ngoài pha rắn nó còn chứa cả pha khí (khi khô) và pha lỏng (khi ẩm). Tỷ lệ của các pha này trong vật liệu có ảnh hưởng đến chất lượng của nó, đặc biệt là các tính chất về âm, nhiệt, tính chống ăn mòn, cường độ v.v...



phạm vi hẹp, đặc biệt là những loại vật liệu cùng loại sẽ có khối lượng riêng tương tự nhau. Người ta có thể dùng khối lượng riêng để phân biệt những loại vật liệu khác nhau, phán đoán một số tính chất của nó.

**Khối lượng thể tích**

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

Nếu khối lượng của mẫu vật liệu là m và thể tích tự nhiên của mẫu là  $V_v$

$$\text{thì: } \rho_v = \frac{m}{V_v} \quad (\text{g/cm}^3, \text{kg/m}^3, \text{T/m}^3)$$

**Bảng 1-1**

Tên VLXD	$\rho$ , (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho_v$ , (g/cm <sup>3</sup> )	r, (%)	Hệ số dẫn nhiệt $\lambda$ , (kCal/m <sup>o</sup> Ch)
Bê tông				
-nặng	2,6	2,4	10	1,00
-nhẹ	2,6	1,0	61,5	0,30
-tổ ong	2,6	0,5	81	0,17
Gạch :				
-thường	2,65	1,8	3,2	0,69
-rỗng ruột	2,65	1,3	51	0,47
-granit	2,67	1,4	2,40	
-túp núi lửa	2,7	1,4	52	0,43
Thủy tinh:				
-kính cửa sổ	2,65	2,65	0,0	0,50
-thủy tinh bọt	2,65	0,30	88	0,10
Chất dẻo				
-chất dẻo cốt thủy tinh	2,0	2,0	0,0	0,43
-mipo	1,2	0,015	98	0,026
Vật liệu gỗ :				
-gỗ thông	1,53	0,5	67	0,15
-tấm sợi gỗ	1,5	0,2	86	0,05

Từ số liệu ở bảng 1-1, ta thấy:  $\rho_v$  của vật liệu xây dựng dao động trong một khoảng rộng. Đối với vật liệu cùng loại có cấu tạo khác nhau thì  $\rho_v$  khác nhau,  $\rho_v$  còn phụ thuộc vào độ ẩm của môi trường. Vì vậy, trong thực tế buộc phải xác định  $\rho_v$  tiêu chuẩn. Việc xác định khối lượng mẫu được thực hiện bằng cách cân, còn  $V_v$  thì tùy theo loại vật liệu mà dùng một trong ba cách sau : đối với mẫu vật liệu có kích thước hình học rõ ràng ta dùng cách đo trực tiếp; đối với mẫu vật liệu không có kích thước hình học rõ ràng thì dùng phương pháp chiếm chỗ trong chất lỏng; đối với vật liệu rời (xi măng, cát, sỏi) thì đổ vật liệu từ một chiều cao nhất định xuống một dụng cụ có thể tích biết trước.

Dựa vào khối lượng thể tích của vật liệu có thể phán đoán một số tính chất của nó, như cường độ, độ rỗng, lựa chọn phương tiện vận chuyển, tính toán trọng lượng bản thân kết cấu.

### 1.2.2. Đặc trưng cấu trúc

Đặc trưng cấu trúc của vật liệu xây dựng là độ rỗng và độ đặc.

**Độ rỗng**  $r$  (số thập phân, %) là thể tích rỗng chứa trong một đơn vị thể tích tự nhiên của vật liệu.

Nếu thể tích rỗng là  $V_r$  và thể tích tự nhiên của vật liệu là  $V_v$  thì :  $r = \frac{V_r}{V_v}$

Trong đó :  $V_r = V_v - V$

Do đó :  $r = \frac{V_v - V}{V_v} = 1 - \frac{V}{V_v} = 1 - \frac{\rho_v}{\rho}$

Lỗ rỗng trong vật liệu gồm lỗ rỗng kín và lỗ rỗng hở. Lỗ rỗng hở là lỗ rỗng thông với môi trường bên ngoài.

Đối với vật liệu dạng hạt còn phân ra lỗ rỗng trong hạt và lỗ rỗng giữa các hạt.

**Độ rỗng hở** ( $r_h$ ) là tỉ số giữa tổng lỗ rỗng chứa nước bão hòa và thể tích tự nhiên của vật liệu:

$$r_h = \frac{m_2 - m_1}{V_v} \times \frac{1}{\rho_n}$$

Trong đó:  $m_1$  và  $m_2$  là khối lượng của mẫu ở trạng thái khô và trạng thái bão hòa nước.

Lỗ rỗng hở có thể thông với nhau và với môi trường bên ngoài, nên chúng thường chứa nước ở điều kiện bão hòa bình thường như ngâm vật liệu trong nước. Lỗ rỗng hở làm tăng độ thấm nước và độ hút nước, giảm khả năng chịu lực. Tuy nhiên trong vật liệu và các sản phẩm hút âm thì lỗ rỗng hở và việc khoan lỗ lại cần thiết để hút năng lượng âm.

**Độ rỗng kín** ( $r_k$ ):  $r_k = r - r_h$

Vật liệu chứa nhiều lỗ rỗng kín thì cường độ cao, cách nhiệt tốt.

Độ rỗng trong vật liệu dao động trong một phạm vi rộng từ 0 đến 98%. Dựa vào độ rỗng có thể phán đoán một số tính chất của vật liệu: cường độ chịu lực, tính chống thấm, các tính chất có liên quan đến nhiệt và âm.

**Độ đặc** ( $d$ ) là mức độ chứa đầy thể tích vật liệu bằng chất rắn:  $d = \frac{\rho_v}{\rho}$

Như vậy  $r + d = 1$  ( hay 100%), có nghĩa là vật liệu khô bao gồm bộ khung cứng để chịu lực và lỗ rỗng không khí.

**Độ mịn** hay độ lớn của vật liệu dạng hạt, dạng bột là đại lượng đánh giá kích thước hạt của nó.

Độ mịn quyết định khả năng tương tác của vật liệu với môi trường (hoạt động hóa học, phân tán trong môi trường), đồng thời ảnh hưởng nhiều đến độ rỗng giữa các hạt. Vì vậy tùy theo từng loại vật liệu và mục đích sử dụng người ta tăng hay giảm độ mịn của chúng. Đối với vật liệu rời khi xác định độ mịn thường phải quan tâm đến từng nhóm hạt, hình dạng và tính chất bề mặt hạt, độ nhám, khả năng hấp thụ và liên kết với vật liệu khác.

Độ mịn thường được đánh giá bằng tỷ diện bề mặt ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ) hoặc lượng lọt sàng, lượng sót sàng tiêu chuẩn (%). Dụng cụ sàng tiêu chuẩn có kích thước của lỗ phụ thuộc vào từng loại vật liệu.

### 1.2.3. Những tính chất có liên quan đến môi trường nước

#### *Liên kết giữa nước và vật liệu*

Trong vật liệu luôn chứa một lượng nước nhất định. Tùy theo bản chất của vật liệu, thành phần, tính chất bề mặt và đặc tính lỗ rỗng của nó mà mức độ liên kết giữa nước với vật liệu có khác nhau. Dựa vào mức độ liên kết đó, nước trong vật liệu được chia thành 3 loại: Nước hoá học, nước hoá lý và nước cơ học.

*Nước hoá học* là nước tham gia vào thành phần của vật liệu, có liên kết bền với vật liệu. Nước hoá học chỉ bay hơi ở nhiệt độ cao (trên  $500^\circ\text{C}$ ). Khi nước hoá học mất thì tính chất hóa học của vật liệu bị thay đổi lớn.

*Nước hoá lý* có liên kết khá bền với vật liệu, nó chỉ thay đổi dưới sự tác động của điều kiện môi trường như nhiệt độ, độ ẩm và khi bay hơi nó làm cho tính chất của vật liệu thay đổi ở một mức độ nhất định.

*Nước cơ học* (nước tự do), loại này gần như không có liên kết với vật liệu, dễ dàng thay đổi ngay trong điều kiện thường. Khi nước cơ học thay đổi, không làm thay đổi tính chất của vật liệu.

#### *Độ ẩm*

Độ ẩm  $W$  (%) là chỉ tiêu đánh giá lượng nước có thật  $m_n$  trong vật liệu tại thời điểm thí nghiệm. Nếu khối lượng của vật liệu lúc ẩm là  $m_a$  và khối lượng của vật liệu sau khi sấy khô là  $m_k$  thì:

$$W = \frac{m_a - m_k}{m_k} \times 100(\%) \quad \text{hay} \quad W = \frac{m_n}{m_k} \times 100(\%)$$

Trong không khí vật liệu có thể hút hơi nước của môi trường vào trong các lỗ rỗng và ngưng tụ thành pha lỏng. Đây là một quá trình có tính chất thuận nghịch. Trong cùng một điều kiện môi trường nếu vật liệu càng rỗng thì độ ẩm của nó càng cao. Đồng thời độ ẩm còn phụ thuộc vào bản chất của vật liệu, đặc tính của lỗ rỗng và vào môi trường. Ở môi trường không khí khi áp lực hơi nước tăng (độ ẩm tương đối của không khí tăng) thì độ ẩm của vật liệu tăng.

Độ ẩm của vật liệu tăng làm xấu đi tính chất nhiệt kỹ thuật, giảm cường độ và độ bền, làm tăng thể tích của một số loại vật liệu. Vì vậy tính chất của vật liệu xây dựng phải được xác định trong điều kiện độ ẩm nhất định.

#### *Độ hút nước*

Độ hút nước của vật liệu là khả năng hút và giữ nước của nó ở điều kiện thường và được xác định bằng cách ngâm mẫu vào trong nước có nhiệt độ  $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ . Trong điều kiện đó nước chỉ có thể chui vào trong lỗ rỗng hở, do đó mà độ hút nước luôn luôn nhỏ hơn độ rỗng của vật liệu. Thí dụ độ rỗng của bê tông nhẹ có thể là  $50 \div 60\%$ , nhưng độ hút nước của nó chỉ đến  $20 \div 30\%$  thể tích.

Độ hút nước được xác định theo khối lượng và theo thể tích.

*Độ hút nước theo khối lượng* là tỷ số giữa khối lượng nước mà vật liệu hút vào với khối lượng vật liệu khô.

Độ hút nước theo khối lượng ký hiệu là  $H_p$  (%) và xác định theo công thức:

$$H_p = \frac{m_n}{m_k} \times 100 (\%) = \frac{m_u - m_k}{m_k} \times 100 (\%)$$

*Độ hút nước theo thể tích* là tỷ số giữa thể tích nước mà vật liệu hút vào với thể tích tự nhiên của vật liệu.

Độ hút nước theo thể tích được ký hiệu là  $H_v$  (%) và xác định theo công thức :

$$H_v = \frac{V_n}{V_v} \times 100 (\%) \quad \text{hay} \quad H_v = \frac{m_u - m_k}{V_v \times \rho_n} \times 100 (\%)$$

Trong đó :  $m_n, V_n$  : Khối lượng và thể tích nước mà vật liệu đã hút .

$\rho_n$  : Khối lượng riêng của nước  $\rho_n = 1 \text{ g/cm}^3$

$m_u, m_k$ : Khối lượng của vật liệu khi đã hút nước (ướt) và khi khô

$V_v$  : Thể tích tự nhiên của vật liệu .

Mối quan hệ giữa  $H_v$  và  $H_p$  như sau :  $\frac{H_v}{H_p} = \frac{\rho_v}{\rho_n}$  hay  $H_v = H_p \frac{\rho_v}{\rho_n}$

( $\rho_v$ : khối lượng thể tích tiêu chuẩn).

Để xác định độ hút nước của vật liệu, ta lấy mẫu vật liệu đã sấy khô đem cân rồi ngâm vào nước. Tùy từng loại vật liệu mà thời gian ngâm nước khác nhau. Sau khi vật liệu hút no nước được vớt ra đem cân rồi xác định độ hút nước theo khối lượng hoặc theo thể tích bằng các công thức trên.

Độ hút nước được tạo thành khi ngâm trực tiếp vật liệu vào nước, do đó với cùng một mẫu vật liệu đem thí nghiệm thì độ hút nước sẽ lớn hơn độ ẩm.

Độ hút nước của vật liệu phụ thuộc vào độ rỗng, đặc tính của lỗ rỗng và thành phần của vật liệu.

Ví dụ: Độ hút nước theo khối lượng của đá granit  $0,02 \div 0,7\%$  của bê tông nặng  $2 \div 4\%$  của gạch đất sét  $8 \div 20\%$ .

Khi độ hút nước tăng lên sẽ làm cho thể tích của một số vật liệu tăng và khả năng thu nhiệt tăng nhưng cường độ chịu lực và khả năng cách nhiệt giảm đi.

### **Độ bão hòa nước**

Độ bão hòa nước là chỉ tiêu đánh giá khả năng hút nước lớn nhất của vật liệu trong điều kiện cưỡng bức bằng nhiệt độ hay áp suất.

Độ bão hòa nước cũng được xác định theo khối lượng và theo thể tích, tương tự như độ hút nước trong điều kiện thường.

*Độ bão hòa nước theo khối lượng:*

$$H_p^{bh} = \frac{m_N^{bh}}{m_k} \times 100 (\%) \quad \text{hay} \quad H_p^{bh} = \frac{m_u^{bh} - m_k}{m_k} \times 100 (\%)$$

*Độ bão hòa nước theo thể tích :*

$$H_v^{bh} = \frac{V_N^{bh}}{V_v} \times 100 (\%) \quad \text{hay} \quad H_v^{bh} = \frac{m_u^{bh} - m_k}{V_v \rho_N} \times 100 (\%)$$

Trong các công thức trên :

$m_N^{bh}, V_N^{bh}$  : Khối lượng và thể tích nước mà vật liệu hút vào khi bão hòa.

$m_r^{bh}$ ,  $m_k$  : Khối lượng của mẫu vật liệu khi đã bão hòa nước và khi khô.

$V_V$  : Thể tích tự nhiên của vật liệu.

Để xác định độ bão hòa nước của vật liệu có thể thực hiện một trong 2 phương pháp sau:

*Phương pháp nhiệt độ*: Luộc mẫu vật liệu đã được lấy khô trong nước 4 giờ, để nguội rồi vớt mẫu ra cân và tính toán.

*Phương pháp chân không*: Ngâm mẫu vật liệu đã được sấy khô trong một bình kín đựng nước, hạ áp lực trong bình xuống còn 20 mmHg cho đến khi không còn bọt khí thoát ra thì trả lại áp lực bình thường và giữ thêm 2 giờ nữa rồi vớt mẫu ra cân và tính toán.

Độ bão hòa nước của vật liệu không những phụ thuộc vào thành phần của vật liệu và độ rỗng mà còn phụ thuộc vào tính chất của các lỗ rỗng, do đó độ bão hòa nước được đánh giá bằng hệ số bão hòa  $C_{bh}$  thông qua độ bão hòa nước theo thể tích  $H_V^{bh}$  và độ rỗng  $r$ :  $C_{bh} = \frac{H_V^{bh}}{r}$

$C_{bh}$  thay đổi từ 0 đến 1. Khi hệ số bão hòa lớn tức là trong vật liệu có nhiều lỗ rỗng hở.

Khi vật liệu bị bão hòa nước sẽ làm cho thể tích vật liệu và khả năng dẫn nhiệt tăng, nhưng khả năng cách nhiệt và đặc biệt là cường độ chịu lực thì giảm đi. Do đó mức độ bền nước của vật liệu được đánh giá bằng hệ số mềm ( $K_m$ ) thông qua cường độ của mẫu bão hòa nước  $R^{bh}$  và cường độ của mẫu khô  $R_k$ :

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

Những vật liệu có  $K_m > 0,75$  là vật liệu chịu nước có thể dùng cho các công trình thủy lợi.

### **Tính thấm nước**

Tính thấm nước là tính chất để cho nước thấm qua từ phía có áp lực cao sang phía có áp lực thấp. Tính thấm nước được đặc trưng bằng hệ số thấm  $K_{th}$  (m/h):

$$K_{th} = \frac{V_n \cdot a}{S(p_1 - p_2)t}$$

Như vậy,  $K_{th}$  là thể tích nước thấm qua  $V_n$  ( $m^3$ ) một tấm vật liệu có chiều dày  $a=1m$ , diện tích  $S = 1m^2$ , sau thời gian  $t = 1$  giờ, khi độ chênh lệch áp lực thủy tĩnh ở hai mặt là  $p_1 - p_2 = 1m$  cột nước.

Tùy thuộc từng loại vật liệu mà có cách đánh giá tính thấm nước khác nhau.

Ví dụ: Tính thấm nước của ngói lợp được đánh giá bằng thời gian xuyên nước qua viên ngói, tính thấm nước của bê tông được đánh giá bằng áp lực nước lớn nhất ứng với lúc xuất hiện nước qua bề mặt mẫu bê tông hình trụ có đường kính và chiều cao bằng 150 mm.

Mức độ thấm nước của vật liệu phụ thuộc vào bản chất của vật liệu, độ rỗng và tính chất của lỗ rỗng. Nếu vật liệu có nhiều lỗ rỗng lớn và thông nhau thì mức độ thấm nước sẽ lớn hơn khi vật liệu có lỗ rỗng nhỏ và cách nhau.

***Biến dạng ẩm***

Khi độ ẩm thay đổi thì thể tích và kích thước của vật liệu rỗng hữu cơ hoặc vô cơ cũng thay đổi: bị co khi sấy khô và trương nở khi hút nước.

Trong thực tế ở điều kiện khô ẩm thay đổi thường xuyên, biến dạng co nở lặp đi lặp lại sẽ làm phát sinh vết nứt và dẫn đến phá hoại vật liệu.

Những loại vật liệu có độ rỗng cao (gỗ, bê tông nhẹ), sẽ có độ co lớn :

Dạng vật liệu	Độ co, mm/m
Gỗ (ngang thớ)	30-100
Vữa xây dựng	0,5-1
Gạch đất sét	0,03-0,1
Bê tông nặng	0,3-0,7
Đá granit	0,02-0,06

**1.2.4. Các tính chất của vật liệu liên quan đến nhiệt**

***Tính dẫn nhiệt***

Tính dẫn nhiệt của vật liệu là tính chất để cho nhiệt truyền qua từ phía có nhiệt độ cao sang phía có nhiệt độ thấp.

Khi chế độ truyền nhiệt ổn định và vật liệu có dạng tấm phẳng thì nhiệt lượng truyền qua tấm vật liệu được xác định theo công thức:

$$Q = \frac{\lambda \cdot F(t_1 - t_2)}{\delta} \cdot \tau, \text{ Kcal.}$$

*Trong đó :* F : Diện tích bề mặt của tấm vật liệu, m<sup>2</sup>.

δ : Chiều dày của tấm vật liệu, m.

t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub> : Nhiệt độ ở hai bề mặt của tấm vật liệu, °C.

τ : Thời gian nhiệt truyền qua, h.

λ : Hệ số dẫn nhiệt, Kcal/m . °C.h .

Khi F = 1m<sup>2</sup>; δ = 1m; t<sub>1</sub> - t<sub>2</sub> = 1°C; τ = 1h thì λ = Q .

Vậy hệ số dẫn nhiệt là nhiệt lượng truyền qua một tấm vật liệu dày 1m có diện tích 1m<sup>2</sup> trong một giờ khi độ chênh lệch nhiệt độ giữa hai mặt đối diện là 1°C.

Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu phụ thuộc vào nhiều yếu tố : Loại vật liệu, độ rỗng và tính chất của lỗ rỗng, độ ẩm, nhiệt độ bình quân giữa hai bề mặt vật liệu.

Do độ dẫn nhiệt của không khí rất bé (λ = 0,02 Kcal/m.°C.h) so với độ dẫn nhiệt của vật rắn vì vậy khi độ rỗng cao, lỗ rỗng kín và cách nhau thì hệ số dẫn nhiệt thấp hay khả năng cách nhiệt của vật liệu tốt. Khi khối lượng thể tích của vật liệu càng lớn thì dẫn nhiệt càng tốt. Trong điều kiện độ ẩm của vật liệu là 5÷7%, có thể dùng công thức của V.P.Necraxov để xác định hệ số dẫn nhiệt của vật liệu.

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

Trong đó: ρ<sub>v</sub> là khối lượng thể tích của vật liệu, T/m<sup>3</sup>.

Nếu độ ẩm của vật liệu tăng thì hệ số dẫn nhiệt tăng lên, khả năng cách nhiệt của vật liệu kém đi vì nước có  $\lambda = 0,5 \text{ Kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$ .

Khi nhiệt độ bình quân giữa 2 mặt tấm vật liệu tăng thì độ dẫn nhiệt cũng lớn, thể hiện bằng công thức của Vlasov:  $\lambda_t = \lambda_0 (1 + 0,002 t)$

Trong đó :

$\lambda_0$ - hệ số dẫn nhiệt ở  $0^\circ\text{C}$ ;

$\lambda_t$ - hệ số dẫn nhiệt ở nhiệt độ bình quân t.

Nhiệt độ t thích hợp để áp dụng công thức trên là trong phạm vi dưới  $100^\circ\text{C}$ .

Trong thực tế, hệ số dẫn nhiệt được dùng để lựa chọn vật liệu cho các kết cấu bao che, tính toán kết cấu để bảo vệ các thiết bị nhiệt.

Giá trị hệ số dẫn nhiệt của một số loại vật liệu thông thường :

Bê tông nặng  $\lambda = 1,0 - 1,3 \text{ Kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$  .

Bê tông nhẹ  $\lambda = 0,20 - 0,3 \text{ Kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$  .

Gỗ  $\lambda = 0,15 - 0,2 \text{ Kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$  .

Gạch đất sét đặc  $\lambda = 0,5 - 0,7 \text{ Kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$  .

Gạch đất sét rỗng  $\lambda = 0,3 - 0,4 \text{ Kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$  .

Thép xây dựng  $\lambda = 50 \text{ Kcal/m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$  .

### ***Nhiệt dung và nhiệt dung riêng***

Nhiệt dung là nhiệt lượng mà vật liệu thu vào khi được đun nóng. Nhiệt lượng vật liệu thu vào được xác định theo công thức :

$$Q = C \cdot m \cdot (t_2 - t_1) , \text{ Kcal.}$$

Trong đó:

m : Khối lượng của vật liệu, kg .

$t_1, t_2$  : Nhiệt độ của vật liệu trước và sau khi đun ,  $^\circ\text{C}$  .

C : Hệ số thu nhiệt (còn gọi là nhiệt dung riêng hay tỷ nhiệt),  $\text{Kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ .

Khi  $m = 1\text{kg}$ ;  $t_2 - t_1 = 1^\circ\text{C}$ ; thì  $C = Q$ .

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

Khả năng thu nhiệt của vật liệu phụ thuộc vào loại vật liệu, thành phần của vật liệu và độ ẩm.

Mỗi loại vật liệu có giá trị hệ số thu nhiệt khác nhau. Vật liệu vô cơ thường có hệ số thu nhiệt từ 0,75 đến 0,92  $\text{Kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ , của vật liệu gỗ là 0,7  $\text{Kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ .

Nước có hệ số thu nhiệt lớn nhất: 1  $\text{Kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ . Do đó khi độ ẩm của vật liệu tăng thì hệ số thu nhiệt cũng tăng:

$$C_w = \frac{C_K + 0,01W \cdot C_n}{1 + 0,01W}$$

Trong đó :  $C_K$  ,  $C_w$  ,  $C_n$  : Hệ số thu nhiệt của vật liệu khô, vật liệu có độ ẩm W và của nước.

Khi vật liệu là hỗn hợp của nhiều vật liệu thành phần có hệ số thu nhiệt  $C_1$ ,  $C_2 \dots C_n$  và khối lượng tương ứng là  $m_1$ ,  $m_2 \dots m_n$  thì hệ số thu nhiệt của vật liệu hỗn hợp này sẽ được tính theo công thức :

$$C = \frac{C_1 m_1 + C_2 m_2 + \dots + C_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

Hệ số thu nhiệt được sử dụng để tính toán nhiệt lượng khi gia công nhiệt cho vật liệu xây dựng và lựa chọn vật liệu trong các trạm nhiệt .

### **Tính chống cháy**

Là khả năng của vật liệu chịu được tác dụng của ngọn lửa trong một thời gian nhất định.

Dựa vào khả năng chống cháy, vật liệu được chia ra 3 nhóm:

*Vật liệu không cháy*: Là những vật liệu không cháy và không biến hình khi ở nhiệt độ cao như gạch, ngói, bê tông hoặc không cháy nhưng biến hình như thép, hoặc bị phân hủy ở nhiệt độ cao như: đá vôi, đá đolômit.

*Vật liệu khó cháy*: Là những vật liệu mà bản thân thì cháy được nhưng nhờ có lớp bảo vệ nên khó cháy, như tấm vỏ bảo vệ có trát vữa xi măng ở ngoài.

*Vật liệu dễ cháy* : Là những vật liệu có thể cháy bùng lên dưới tác dụng của ngọn lửa hay nhiệt độ cao, như: tre, gỗ, vật liệu chất dẻo.

### **Tính chịu lửa**

Là tính chất của vật liệu chịu được tác dụng lâu dài của nhiệt độ cao mà không bị chảy và biến hình. Dựa vào khả năng chịu lửa chia vật liệu thành 3 nhóm.

*Vật liệu chịu lửa* : Chịu được nhiệt độ  $\geq 1580^{\circ}\text{C}$  trong thời gian lâu dài.

*Vật liệu khó chảy* : Chịu được nhiệt độ từ  $1350 - 1580^{\circ}\text{C}$  trong thời gian lâu dài.

*Vật liệu dễ chảy* : Chịu được nhiệt độ  $< 1350^{\circ}\text{C}$  trong thời gian lâu dài.

## **1.3. Tính chất cơ học**

### **1.3.1. Tính biến dạng của vật liệu**

Tính biến dạng của vật liệu là tính chất của nó có thể thay đổi hình dáng, kích thước dưới sự tác dụng của tải trọng bên ngoài.

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

#### ***Biến dạng đàn hồi***

Là tính chất của vật liệu khi chịu tác dụng của ngoại lực thì bị biến dạng nhưng khi bỏ ngoại lực đi thì hình dạng cũ được phục hồi.

Biến dạng đàn hồi thường xảy ra khi tải trọng tác dụng bé và trong thời gian ngắn .

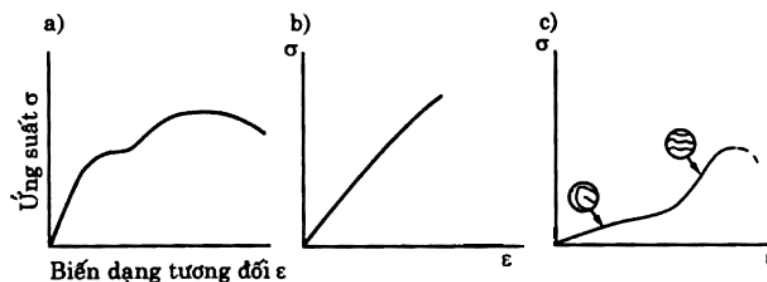
Biến dạng đàn hồi xảy ra khi ngoại lực tác dụng lên vật liệu chưa vượt quá lực tương tác giữa các chất điểm của nó.

#### ***Biến dạng dẻo***

Là biến dạng của vật liệu xảy ra khi chịu tác dụng của ngoại lực mà sau khi bỏ ngoại lực đi thì hình dạng cũ không được phục hồi.

Nguyên nhân của biến dạng dẻo là lực tác dụng đã vượt quá lực tương tác giữa các chất điểm, phá vỡ cấu trúc của vật liệu làm các chất điểm có chuyển dịch tương đối do đó biến dạng vẫn còn tồn tại khi loại bỏ ngoại lực.

Dựa vào quan hệ giữa ứng suất và biến dạng người ta chia vật liệu ra loại dẻo, loại giòn và loại đàn hồi (hình 1 - 2).



Hình 1 - 2: Sơ đồ biến dạng:  
a) Thép; b) Bê tông; c) Chất đàn hồi

Vật liệu dẻo là vật liệu trước khi phá hoại có hiện tượng biến hình dẻo rõ rệt (thép), còn vật liệu giòn trước khi phá hoại không có hiện tượng biến hình dẻo rõ rệt (bê tông).

Tính dẻo và tính giòn của vật liệu biến đổi tùy thuộc vào nhiệt độ, lượng ngậm nước, tốc độ tăng lực v.v... Ví dụ: bitum khi tăng lực nén nhanh hay nén ở nhiệt độ thấp là vật liệu có tính giòn, khi tăng lực từ từ hay nén ở nhiệt độ cao là vật liệu dẻo. Đất sét khi khô là vật liệu giòn, khi ẩm là vật liệu dẻo.

### **Tính giòn**

Là tính chất của vật liệu khi chịu tác dụng của ngoại lực tới mức nào đó thì bị phá hoại mà trước khi xảy ra sự phá hoại thì hầu như không có hiện tượng biến dạng dẻo. Ví dụ : Khi tác dụng 1 lực lớn vào khoảng giữa của viên ngói đặt trên 2 gờ tựa thì viên ngói sẽ bị gãy mà không có hiện tượng cong trước khi gãy.

### **1.3.2. Cường độ chịu lực**

#### **Khái niệm chung**

Cường độ là khả năng của vật liệu chống lại sự phá hoại của ứng suất xuất hiện trong vật liệu do ngoại lực hoặc điều kiện môi trường.

Cường độ của vật liệu phụ thuộc vào nhiều yếu tố: Thành phần cấu trúc, phương pháp thí nghiệm, điều kiện môi trường, hình dáng kích thước mẫu v.v... Do đó để so sánh khả năng chịu lực của vật liệu ta phải tiến hành thí nghiệm trong điều kiện tiêu chuẩn. Khi đó dựa vào cường độ giới hạn để định ra mức của vật liệu xây dựng.

Mức của vật liệu (theo cường độ) là giới hạn khả năng chịu lực của vật liệu được thí nghiệm trong điều kiện tiêu chuẩn như: kích thước mẫu, cách chế tạo mẫu, phương pháp và thời gian bảo dưỡng trước khi thử .

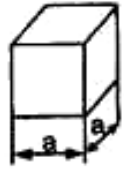
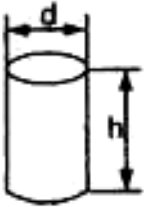
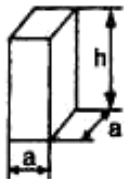
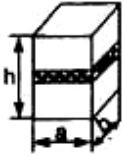
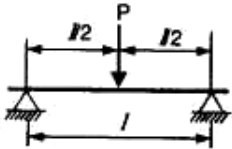
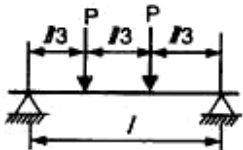
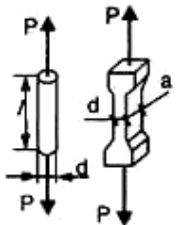
#### **Phương pháp xác định**

Có hai phương pháp xác định cường độ của vật liệu: Phương pháp phá hoại và phương pháp không phá hoại.

**Phương pháp phá hoại:** Cường độ của vật liệu được xác định bằng cách cho ngoại lực tác dụng vào mẫu có kích thước tiêu chuẩn (tùy thuộc vào từng loại vật liệu) cho đến khi mẫu bị phá hoại rồi tính theo công thức.

Hình dạng, kích thước mẫu và công thức tính khi xác định cường độ chịu lực của một số loại vật liệu được mô tả trong bảng 1-2.

**Bảng 1-2**

Hình dạng mẫu	Công thức	Tiêu chuẩn	Kích thước mẫu (mm)
<b>Cường độ nén</b>			
	$R_n = \frac{P}{a^2}$	Bê tông TCVN 3118 : 1993	a = 100, 150, 200, 300
		Vữa TCVN 3121 : 1979	a = 70,7
		Đá thiên nhiên TCVN 1772 : 1987	a = 40 ÷ 50
	$R_n = \frac{4P}{\pi d^2}$	Bê tông TCVN 3118 : 1993	d × h = 71,4 × 143 = 100 × 200 = 150 × 300 = 200 × 400
		Đá thiên nhiên TCVN 1772 : 1987	d × h = (40 ÷ 50) × (40 ÷ 110)
	$R_n = \frac{R}{a^2}$	Gỗ TCVN 363 : 1970	a × h = 20 × 30
	$R_n = \frac{P}{a \times b}$	Gạch TCVN 6355-1 : 1998	
<b>Cường độ uốn</b>			
	$R_u = \frac{3Pl}{2bh^2}$	Xi măng TCVN 6016 : 1995	40 × 40 × 160
		Gạch đặc TCVN 6355-2 : 1998	220 × 105 × 60
	$R_u = \frac{Pl}{bh^2}$	Bê tông TCVN 3119 : 1993	150 × 150 × 600
		Gỗ TCVN 365: 1970	20 × 20 × 300
<b>Cường độ kéo</b>			
	$R_K = \frac{p}{a \times b}$	Gỗ TCVN 364 : 1970	a × b = 4 × 20 l = 35
	$R_K = \frac{4P}{\pi d^2}$	Thép TCVN 197 : 1985	

Vì vật liệu có cấu tạo không đồng nhất nên cường độ của nó được xác định bằng cường độ trung bình của một nhóm mẫu ( thường không ít hơn 3 mẫu) .

Hình dạng, kích thước, trạng thái bề mặt mẫu có ảnh hưởng lớn đến kết quả thí nghiệm, vì vậy các mẫu thí nghiệm phải được chế tạo và gia công đúng theo tiêu chuẩn qui định. Tốc độ tăng tải cũng có ảnh hưởng đến cường độ mẫu, nếu tốc độ tăng tải nhanh hơn tiêu chuẩn thì kết quả thí nghiệm sẽ tăng lên vì biến dạng dẻo không tăng kịp với sự tăng tải trọng.

*Phương pháp không phá hoại* : Là phương pháp cho ta xác định được cường độ của vật liệu mà không cần phải phá hoại mẫu. Phương pháp này rất tiện lợi cho việc xác định cường độ cấu kiện hoặc cường độ kết cấu trong công trình. Trong các phương pháp không phá hoại, phương pháp âm học được dùng rộng rãi nhất, cường độ vật liệu được đánh giá gián tiếp thông qua tốc độ truyền sóng siêu âm qua nó.

### 1.3.3. Độ cứng

Độ cứng của vật liệu là khả năng của vật liệu chống lại được sự xuyên đâm của vật liệu khác cứng hơn nó.

Độ cứng của vật liệu ảnh hưởng đến một số tính chất khác của vật liệu, vật liệu càng cứng thì khả năng chống cọ mòn tốt nhưng khó gia công và ngược lại. Độ cứng của vật liệu thường được xác định bằng 1 trong 2 phương pháp sau đây:

*Phương pháp Morh* Là phương pháp dùng để xác định độ cứng của các vật liệu dạng khoáng, trên cơ sở dựa vào bảng thang độ cứng Morh bao gồm 10 khoáng vật mẫu được sắp xếp theo mức độ cứng tăng dần (bảng 1-3).

**Bảng 1 - 3**

Chỉ số độ cứng	Tên khoáng vật mẫu	Đặc điểm độ cứng
1	Tan ( phần )	- Rạch dễ dàng bằng móng tay
2	Thạch cao	- Rạch được bằng móng tay
3	Can xit	- Rạch dễ dàng bằng dao thép
4	Fluorit	- Rạch bằng dao thép khi ấn nhẹ
5	Apatit	- Rạch bằng dao thép khi ấn mạnh
6	Octocla	- Làm xước kính
7	Thạch anh	
8	Tô pa	- Rạch được kính theo mức độ tăng dần
9	Corin đo	
10	Kim cương	

Muốn tìm độ cứng của một loại vật liệu dạng khoáng nào đó ta đem những khoáng vật chuẩn rạch lên vật liệu cần thử. Độ cứng của vật liệu sẽ tương ứng với độ cứng của khoáng vật mà khoáng vật đứng ngay trước nó không rạch được vật liệu, còn khoáng vật đứng ngay sau nó lại dễ dàng rạch được vật liệu.

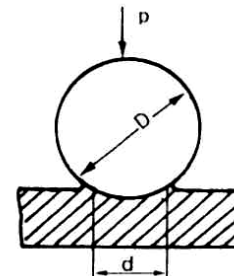
Độ cứng của các khoáng vật xếp trong bảng chỉ nêu ra chúng hơn kém nhau mà thôi, không có ý nghĩa định lượng chính xác.

*Phương pháp Brinen* Là phương pháp dùng để xác định độ cứng của vật liệu kim loại, gỗ bê tông v.v... Người ta dùng hòn bi thép có đường kính là D mm đem ấn vào vật liệu định thử với một lực P (hình 1- 3) rồi dựa vào độ sâu của vết lõm trên vật liệu xác định độ cứng bằng công thức:

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

Trong đó :

- P - Lực ép viên bi vào vật liệu thí nghiệm, kG.
- F - Diện tích hình chỏm cầu của vết lõm, mm<sup>2</sup>.
- D - Đường kính viên bi thép, mm .
- d - Đường kính vết lõm, mm .

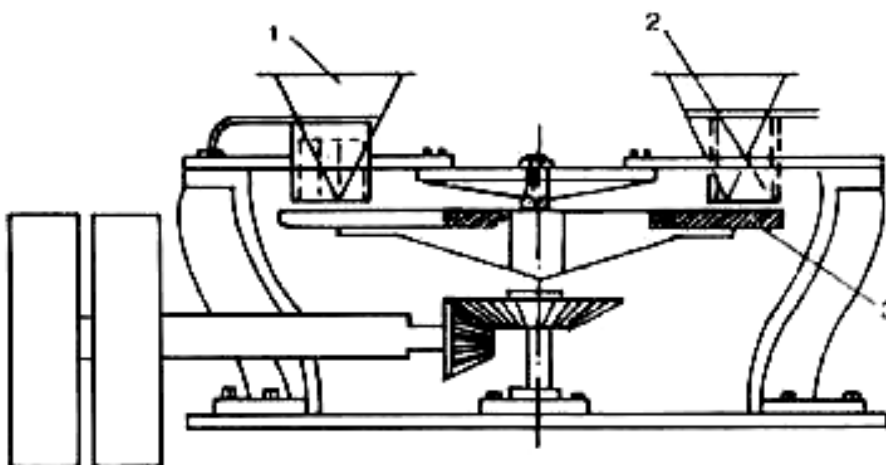


Hình 1-3: Bi Brinen

### 1.3.4. Độ mài mòn

Độ mài mòn ( $M_n$ ) phụ thuộc vào độ cứng, cường độ và cấu tạo nội bộ của vật liệu. Nếu khối lượng của mẫu trước khi thí nghiệm là  $m_1$ , khối lượng của mẫu sau khi cho máy (hình 1-4) quay 1000 vòng trên mâm quay có rắc 2,5 lít cát cỡ hạt 0,3-0,6 mm là  $m_2$  và diện tích tiết diện mài mòn là F thì:

$$M_n = \frac{m_1 - m_2}{F}, \text{ g/cm}^2$$



Hình 1-4: Máy mài mòn

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

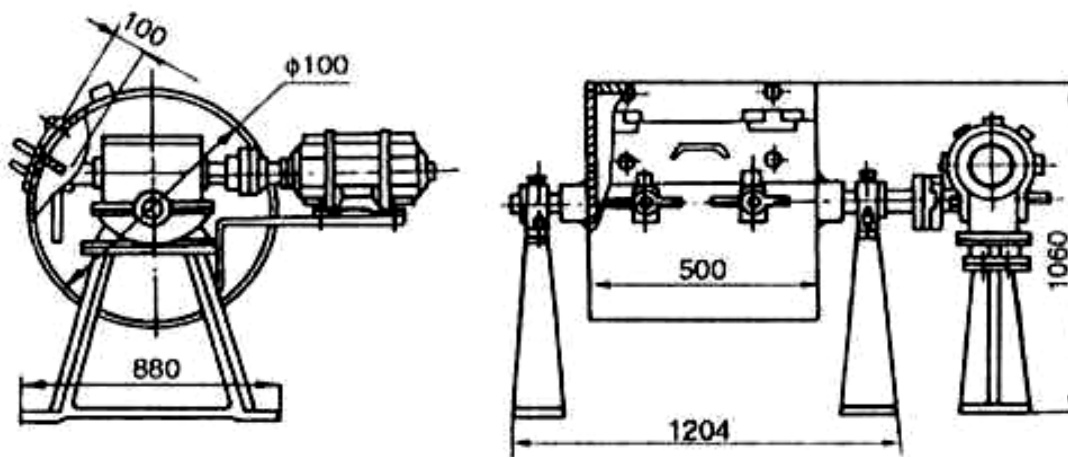
Tính chất này rất quan trọng đối với vật liệu làm đường, sàn, cầu thang.

### 1.3.5. Độ hao mòn

Độ hao mòn Q(%) đặc trưng cho độ hao hụt vật liệu vừa do cọ mòn vừa do va chạm. Độ hao mòn được thí nghiệm trên máy Đêvan (hình 1.5).

Nếu khối lượng của hỗn hợp vật liệu trước khi thí nghiệm là  $m_1$  (5kg) và sau khi thí nghiệm (cho máy quay 10.000 vòng rồi sàng qua sàng 2mm) là  $m_2$

thì: 
$$Q = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100(\%)$$



Hình 1-5: Thiết bị để xác định độ hao mòn của vật liệu:

### 1.3.6. Hệ số phẩm chất

Hệ số phẩm chất  $K_{PC}$  ( $\text{kG}/\text{cm}^2$ ) hay còn gọi là hệ số chất lượng kết cấu của vật liệu là một đại lượng đặc trưng bằng tỷ số giữa cường độ tiêu chuẩn ( $\text{kG}/\text{cm}^2$ ) và khối lượng thể tích tiêu chuẩn ( $\text{T}/\text{m}^3$ ).

$K_{PC}$  là chỉ tiêu có tính chất tương đối tổng quát, vì đối với vật liệu bình thường khi cường độ cao thì  $\rho_v$  phải lớn, do đó nặng nề, các tính chất về nhiệt và âm kém và  $K_{PC}$  nhỏ. Còn vật liệu muốn có  $K_{PC}$  lớn thì nó vừa phải có khả năng chịu lực tốt vừa phải nhẹ, các tính chất về âm và nhiệt tốt.

Đối với một số loại vật liệu xây dựng có  $K_{PC}$  như sau: gỗ  $100/0,5 = 200\text{kG}/\text{cm}^2$ ; thép cường độ cao  $10.000/7,85 = 1.270\text{kG}/\text{cm}^2$ ; thép thường  $3900/7,85 = 497\text{kG}/\text{cm}^2$ .

Đối với vật liệu đá nhân tạo, giá trị  $K_{PC}$  thường là: bê tông nặng  $400/2,4 = 167\text{kG}/\text{cm}^2$ ; bê tông nhẹ  $100/0,8 = 125\text{kG}/\text{cm}^2$ ; gạch  $100/1,8 = 56\text{kG}/\text{cm}^2$ .

## CHƯƠNG II VẬT LIỆU ĐÁ THIÊN NHIÊN

### 2.1. Khái niệm và phân loại

#### 2.1.1. Khái niệm

Đá thiên nhiên có hầu hết ở khắp mọi nơi trong vỏ trái đất, đó là những khối khoáng chất chứa một hay nhiều khoáng vật khác nhau. Còn vật liệu đá thiên nhiên thì được chế tạo từ đá thiên nhiên bằng cách gia công cơ học, do đó tính chất cơ bản của vật liệu đá thiên nhiên giống tính chất của đá gốc.

Vật liệu đá thiên nhiên từ xa xưa đã được sử dụng phổ biến trong xây dựng, vì nó có cường độ chịu nén cao, khả năng trang trí tốt, bền vững trong môi trường, hơn nữa nó là vật liệu địa phương, hầu như ở đâu cũng có do đó giá thành tương đối thấp.

Bên cạnh những ưu điểm cơ bản trên, vật liệu đá thiên nhiên cũng có một số nhược điểm như: khối lượng thể tích lớn, việc vận chuyển và thi công khó khăn, ít nguyên khối và độ cứng cao nên quá trình gia công phức tạp.

#### 2.1.2. Phân loại

Tính chất cơ lý chủ yếu cũng như phạm vi ứng dụng của vật liệu đá thiên nhiên được quyết định bởi điều kiện hình thành và thành phần khoáng vật của đá thiên nhiên.

Căn cứ vào điều kiện hình thành và tình trạng địa chất có thể chia đá tự nhiên làm ba nhóm: Đá mác ma, đá trầm tích và đá biến chất.

##### ***Đá mác ma***

Đá mác ma là do các khối silicat nóng chảy từ lòng trái đất xâm nhập lên phần trên của vỏ hoặc phun ra ngoài mặt đất nguội đi tạo thành. Do vị trí và điều kiện nguội của các khối mác ma khác nhau nên cấu tạo và tính chất của chúng cũng khác nhau. Đá mác ma được phân ra hai loại xâm nhập và phun xuất.

*Đá xâm nhập* thì ở sâu hơn trong vỏ trái đất, chịu áp lực lớn hơn của các lớp trên và nguội dần đi mà thành. Do được tạo thành trong điều kiện như vậy nên đá mác ma có đặc tính chung là: cấu trúc tinh thể lớn, đặc chắc, cường độ cao, ít hút nước.

*Đá phun xuất* được tạo ra do mác ma phun lên trên mặt đất, do nguội nhanh trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thấp, các khoáng không kịp kết tinh hoặc chỉ kết tinh được một bộ phận với kích thước tinh thể bé, chưa hoàn chỉnh, còn đa số tồn tại ở dạng vô định hình. Trong quá trình nguội lạnh các chất khí và hơi nước không kịp thoát ra, để lại nhiều lỗ rỗng làm cho đá nhẹ.

##### ***Đá trầm tích***

Đá trầm tích được tạo thành trong điều kiện nhiệt động học của vỏ trái đất thay đổi. Các loại đất đá khác nhau do sự tác động của các yếu tố nhiệt độ, nước và các tác dụng hóa học mà bị phong hóa vỡ vụn. Sau đó chúng được gió và nước cuốn đi rồi lắng đọng lại thành từng lớp. Dưới áp lực và trải qua các thời kỳ địa chất chúng được gắn kết lại bằng các chất keo kết thiên nhiên tạo thành đá trầm tích.

Do điều kiện tạo thành như vậy nên đá trầm tích có các đặc tính chung là: Có tính phân lớp rõ rệt, chiều dày, màu sắc, thành phần, độ lớn của hạt, độ cứng của các lớp cũng khác nhau. Độ cứng, độ đặc và cường độ chịu lực của đá trầm tích thấp hơn đá mác ma nhưng độ hút nước lại cao hơn.

Căn cứ vào điều kiện tạo thành, đá trầm tích được chia làm 3 loại:

*Đá trầm tích cơ học*: Là sản phẩm phong hóa của nhiều loại đá có trước. Ví dụ như: cát, sỏi, đất sét v.v...

*Đá trầm tích hóa học*: Do khoáng vật hòa tan trong nước rồi lắng đọng tạo thành. Ví dụ: đá thạch cao, đolômit, magiezit v.v...

*Đá trầm tích hữu cơ*: Do một số động vật trong xương chứa nhiều chất khoáng khác nhau, sau khi chết chúng được liên kết với nhau tạo thành đá trầm tích hữu cơ. Ví dụ: đá vôi, đá vôi sò, đá diatômit.

### **Đá biến chất**

Đá biến chất được hình thành từ sự biến tính của đá mác ma, đá trầm tích do tác động của nhiệt độ cao hay áp lực lớn.

Nói chung đá biến chất thường cứng hơn đá trầm tích nhưng đá biến chất từ đá mác ma thì do cấu tạo dạng phiến nên về tính chất cơ học của nó kém đá mác ma. Đặc điểm nổi bật của phần lớn đá biến chất (trừ đá mác ma và đá quãczit) là quá nửa khoáng vật trong nó có cấu tạo dạng lớp song song nhau, dễ tách thành những phiến mỏng.

## **2.2. Thành phần, tính chất và công dụng của đá**

### **2.2.1. Đá mác ma**

#### ***Thành phần khoáng vật***

Thành phần khoáng vật của đá mác ma rất phức tạp nhưng có một số khoáng vật quan trọng nhất, quyết định tính chất cơ bản của đá đó là thạch anh, fenspat và mica.

*Thạch anh*: Là  $\text{SiO}_2$  ở dạng kết tinh trong suốt hoặc màu trắng và trắng sữa. Độ cứng 7Morh, khối lượng riêng  $2,65 \text{ g/cm}^3$ , cường độ chịu nén cao  $10.000 \text{ kG/cm}^2$ , chống mài mòn tốt, ổn định đối với axit (trừ một số axit mạnh). Ở nhiệt độ thường thạch anh không tác dụng với vôi nhưng ở trong môi trường hơi nước bão hòa và nhiệt độ  $t^0=175-200^0\text{C}$  có thể sinh ra phản ứng silicat, ở  $t^0 = 575^0\text{C}$  nở thể tích 15%, ở  $t^0 = 1710^0\text{C}$  sẽ bị chảy.

*Fenspat* : Bao gồm : fenspat kali :  $\text{K}_2\text{O}.\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{SiO}_2$  ( octocla ) .

fenspat natri :  $\text{Na}_2\text{O}.\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{SiO}_2$  (plagiocla )

fenspat canxi :  $\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{SiO}_2$  .

Tính chất cơ bản của fenspat: Màu biến đổi từ màu trắng, trắng xám, vàng đến hồng và đỏ, khối lượng riêng  $2,55-2,76 \text{ g/cm}^3$ , độ cứng 6 - 6,5 Morh, cường độ  $1200-1700 \text{ kG/cm}^2$ , khả năng chống phong hóa kém, kém ổn định đối với nước và đặc biệt là nước có chứa  $\text{CO}_2$ .

*Mica*: Là những alumôsilicat ngậm nước rất dễ tách thành lớp mỏng. Mica có hai loại: mica trắng và mica đen.

Mica trắng trong suốt như thủy tinh, không có màu, chống ăn mòn hóa học tốt, cách điện, cách nhiệt tốt.

Mica đen kém ổn định hóa học hơn mica trắng.

Mi ca có độ cứng từ 2 - 3 Morh, khối lượng riêng 2,76 - 2,72 g/cm<sup>3</sup>.

Khi đá chứa nhiều Mica sẽ làm cho quá trình mài nhẵn, đánh bóng sản phẩm vật liệu đá khó hơn.

### **Tính chất và công dụng của một số loại đá mác ma thường dùng**

**Đá granit (đá hoa cương):** Thường có màu tro nhạt, vàng nhạt hoặc màu hồng, các màu này xen lẫn những chấm đen. Đây là loại đá rất đặc, khối lượng thể tích 2500 - 2600 kg/m<sup>3</sup>, khối lượng riêng 2700 kg/m<sup>3</sup>, cường độ chịu nén cao 1200 - 2500 kG/cm<sup>2</sup>, độ hút nước thấp ( $H_p < 1\%$ ), độ cứng 6 - 7 Morh, khả năng chống phong hóa rất cao, khả năng trang trí tốt nhưng khả năng chịu lửa kém.

Đá granit được sử dụng rộng rãi trong xây dựng với các loại sản phẩm như: tấm ốp, lát, đá khối xây móng, tường, trụ cho các công trình, đá dăm để chế tạo bê tông v.v...

**Đá gabrô :** Thường có màu xanh xám hoặc xanh đen, khối lượng thể tích 2000 - 3500 kg/m<sup>3</sup>, đây là loại đá đặc, có khả năng chịu nén cao 2000 - 2800 kG/cm<sup>2</sup>. Đá gabrô được sử dụng làm đá dăm, đá tấm để lát mặt đường và ốp các công trình.

**Đá bazan:** Là loại đá nặng nhất trong các loại đá mác ma, khối lượng thể tích 2900-3500 kg/m<sup>3</sup> cường độ nén 1000 - 5000 kG/cm<sup>2</sup>, rất cứng, giòn, khả năng chống phong hóa cao, rất khó gia công. Trong xây dựng đá bazan được sử dụng làm đá dăm, đá tấm lát mặt đường hoặc tấm ốp.

Ngoài các loại đá đặc ở trên, trong xây dựng còn sử dụng tro núi lửa, cát núi lửa, đá bột, tốp dung nham, v.v...

**Tro núi lửa** thường dùng ở dạng bột màu xám, những hạt lớn hơn gọi là cát núi lửa. Thành phần của tro và cát núi lửa chứa nhiều SiO<sub>2</sub> ở trạng thái vô định hình, chúng có khả năng hoạt động hoá học cao. Tro núi lửa là nguyên liệu phụ gia dùng để chế tạo xi măng và một số chất kết dính vô cơ khác.

**Đá bột** là loại đá rất rỗng được tạo thành khi dung nham nguội lạnh nhanh trong không khí. Các viên đá bột có kích thước 5 - 30 mm, khối lượng thể tích trung bình 800 kg/m<sup>3</sup>, đây là loại đá nhẹ, nhưng các lỗ rỗng lớn và kín nên độ hút nước thấp, hệ số dẫn nhiệt nhỏ (0,12 - 0,2 kcal/m.<sup>0</sup>C.h).

Cát núi lửa và đá bột thường được dùng làm cốt liệu cho bê tông nhẹ.

## **2.2.2. Đá trầm tích**

### **Thành phần khoáng vật**

**Nhóm oxyt Silic** bao gồm: Ôpan (SiO<sub>2</sub>. 2H<sub>2</sub>O ) không màu hoặc màu trắng sữa. Chan xedon (SiO<sub>2</sub>) màu trắng xám, vàng sáng, tro, xanh.

**Nhóm cacbonat** bao gồm : canxit (CaCO<sub>3</sub>) không màu hoặc màu trắng, xám vàng, hồng, xanh, khối lượng riêng 2,7 g/cm<sup>3</sup>, độ cứng 3Morh, cường độ trung bình, dễ tan trong nước, nhất là nước chứa hàm lượng CO<sub>2</sub> lớn .

Đôlômít [CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] có màu hoặc màu trắng, khối lượng riêng 2,8g/cm<sup>3</sup>, độ cứng 3-4 Morh, cường độ lớn hơn canxit.

Magiêzit ( $MgCO_3$ ) là khoáng không màu hoặc màu trắng xám, vàng hoặc nâu, khối lượng riêng  $3,0 \text{ g/cm}^3$ , độ cứng 3,5 - 4,5 Morh, cường độ khá cao.

*Nhóm các khoáng sét bao gồm:*

Caolinit ( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ) là khoáng màu trắng hoặc màu xám, xanh, khối lượng riêng  $2,6 \text{ g/cm}^3$ , độ cứng 1 Morh.

Montmorionit ( $4SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot nH_2O$ ) là khoáng chủ yếu của đất sét.

*Nhóm sunfat bao gồm :*

Thạch cao ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) là khoáng màu trắng hoặc không màu, nếu lẫn tạp chất thì có màu xanh, vàng hoặc đỏ, độ cứng 2 Morh, khối lượng riêng  $2,3 \text{ g/cm}^3$ .

Anhydrit ( $CaSO_4$ ) là khoáng màu trắng hoặc màu xanh, độ cứng 3 - 3,5 Morh, khối lượng riêng  $3,0 \text{ g/cm}^3$ .

***Tính chất và công dụng của một số loại đá trầm tích thường dùng***

***Cát, sỏi:*** Là loại đá trầm tích cơ học, được khai thác trong thiên nhiên sử dụng để chế tạo vữa, bê tông v.v...

***Đá sét:*** Là loại đá trầm tích có độ dẻo cao khi nhào trộn với nước, là nguyên liệu để sản xuất gạch, ngói, xi măng.

***Thạch cao:*** Được sử dụng để sản xuất chất kết dính bột thạch cao xây dựng.

***Đá vôi:*** Bao gồm hai loại - Đá vôi rỗng và đá vôi đặc.

Đá vôi rỗng gồm có đá vôi vỏ sò, thạch nhũ, loại này có khối lượng thể tích  $800-1800 \text{ kg/m}^3$  cường độ nén 4 -  $150 \text{ kG/cm}^2$ . Các loại đá vôi rỗng thường dùng để sản xuất vôi hoặc làm cốt liệu cho bê tông nhẹ.

Đá vôi đặc bao gồm đá vôi canxit và đá vôi đolômit.

Đá vôi can xít có màu trắng hoặc xanh, vàng, khối lượng thể tích  $2200 - 2600 \text{ kg/m}^3$ , cường độ nén  $100-1000 \text{ KG/cm}^2$ .

Đá vôi đặc thường dùng để chế tạo đá khối xây tường, xây móng, sản xuất đá dăm và là nguyên liệu quan trọng để sản xuất vôi, xi măng.

Đá vôi đolômit là loại đá đặc, màu đẹp, được dùng để sản xuất tấm lát, ốp hoặc để chế tạo vật liệu chịu lửa, sản xuất đá dăm.

### **2.2.3. Đá biến chất**

***Thành phần khoáng vật***

Các khoáng vật tạo đá biến chất chủ yếu là những khoáng vật nằm trong đá mác ma và đá trầm tích.

***Tính chất và công dụng của một số loại đá biến chất thường dùng***

***Đá gonal (đá phiến ma) :*** Được tạo thành do đá granit tái kết tinh và biến chất dưới tác dụng của áp lực cao. Loại đá này có cấu tạo phân lớp nên cường độ theo các phương cũng khác nhau, dễ bị phong hóa và tách lớp, được dùng chủ yếu làm tấm ốp lòng hồ, bờ kênh, lát vỉa hè.

***Đá hoa:*** Được tạo thành do đá vôi hoặc đá đolômit tái kết tinh và biến chất dưới tác dụng của nhiệt độ cao và áp suất lớn. Loại đá này có nhiều màu sắc như trắng, vàng, hồng, đỏ, đen xen kẽ những mạch nhỏ và vân hoa, cường độ nén

1200 - 3000 kG/cm<sup>2</sup>, dễ gia công cơ học, được dùng để sản xuất đá ốp lát hoặc sản xuất đá dăm làm cốt liệu cho bê tông, đá xay nhỏ để chế tạo vữa granitô.

*Diệp thạch sét:* Được tạo thành do đất sét bị biến chất dưới tác dụng của áp lực cao. Đá màu xanh sẫm, ổn định đối với không khí, không bị nước phá hoại và dễ tách thành lớp mỏng. Được dùng để sản xuất tấm lợp.

## 2.3 . Sử dụng đá

### 2.3.1. Các hình thức sử dụng đá

Trong xây dựng vật liệu đá thiên nhiên được sử dụng dưới nhiều hình thức khác nhau, có loại không cần gia công thêm, có loại phải qua quá trình gia công từ đơn giản đến phức tạp.

#### *Vật liệu đá dạng khối*

*Đá hộc:* Thu được bằng phương pháp nổ mìn, không gia công gọt đẽo, được dùng để xây móng, tường chắn, móng cầu, trụ cầu, nền đường ô tô và tàu hỏa hoặc làm cốt liệu cho bê tông đá hộc.

*Đá gia công thô:* Là loại đá hộc được gia công thô để cho mặt ngoài tương đối bằng phẳng, bề mặt ngoài phải có cạnh dài nhỏ nhất là 15 cm, mặt không được lõm và không có góc nhọn hơn 60<sup>0</sup>, được sử dụng để xây móng hoặc trụ cầu.

*Đá gia công vừa (đá chẻ) :* Loại đá này được gia công phẳng các mặt, có hình dạng đều đặn vuông vắn, thường có kích thước 10 x 10 x 10cm, 15 x 20 x 25 cm, 20 x 20 x 25cm. Đá chẻ được dùng để xây móng, xây tường.

*Đá gia công kỹ :* Là loại đá hộc được gia công kỹ mặt ngoài, chiều dày và chiều dài của đá nhỏ nhất là 15 cm và 30 cm, chiều rộng của lớp mặt phủ ra ngoài ít nhất phải gấp rưỡi chiều dày và không nhỏ hơn 25 cm, các mặt đá phải bằng phẳng vuông vắn. Đá gia công kỹ được dùng để xây tường, vòm cuốn .

*Đá “Kiểu:* được chọn lọc cẩn thận và phải là loại đá có chất lượng tốt, không nứt nẻ, gân, hà , phong hóa, đạt yêu cầu thẩm mỹ cao.

#### *Vật liệu đá dạng tấm*

Vật liệu đá dạng tấm thường có chiều dày bé hơn nhiều lần so với chiều dài và chiều rộng.

*Tấm ốp lát trang trí* có bề mặt chính hình vuông hay hình chữ nhật. Các tấm ốp trang trí được xẻ ra từ những khối đá đặc và có màu sắc đẹp, đánh bóng bề mặt rồi cắt thành tấm theo kích thước quy định. Tấm được dùng để ốp và lát các công trình xây dựng. Ngoài chức năng trang trí nó còn có tác dụng bảo vệ khối xây hay bảo vệ kết cấu.

Kích thước cơ bản của các tấm đá được TCVN 4732 :1989 quy định trong 5 nhóm (bảng 2.1).

*Nhóm tấm ốp công dụng đặc biệt:* những tấm ốp được sản xuất từ các loại đá đặc có khả năng chịu axit (như granit, siênit, điôrit, quáczit, bazan, diabaz, sa thạch, silic...) hay có những khả năng chịu kiềm (như đá hoa, đá vôi, đá magiezit...). Việc gia công loại tấm ốp này giống như gia công đá trang trí song kích thước các cạnh không vượt quá 300mm.

**Bảng 2.1**

Nhóm	Kích thước (mm)		
	Chiều rộng	Chiều dài	Chiều dày
I	Lớn hơn 600 đến 800	Từ 600 đến 1200	Từ 20 đến 100
II	Lớn hơn 400 đến 600	Từ 400 đến 1200	Từ 15 đến 100
III	Lớn hơn 300 đến 400	Từ 300 đến 600	Từ 10, 15, 20, 25, 30
IV	Lớn hơn 200 đến 300	Từ 200 đến 400	5, 10, 15, 20
V	Từ 100 đến 200	Từ 100 đến 200	5, 10, 15, 20

Các tấm ốp công dụng đặc biệt được sử dụng để lát nền và ốp tường cho những nơi thường xuyên có tác dụng của axit, hay kiềm .

*Tấm lọc mái* được gia công từ đá diệp thạch sét bằng cách tách ra và cắt các phiến đá theo hình dạng kích thước quy định. Thông thường tấm lọc có kích thước hình chữ nhật 250 × 150 mm và 600 × 300 mm. Chiều dày tấm tùy thuộc chiều dày phiến đá có sẵn (4 -100mm). Đây là vật liệu bền và đẹp.

***Vật liệu dạng hạt rời***

Cát, sỏi thiên nhiên là loại đá trầm tích cơ học dạng hạt rời rạc thường nằm trong lòng suối, sông hay bãi biển. Chúng được khai thác bằng thủ công hay cơ giới.

*Cát thiên nhiên:* có cỡ hạt từ 0,14 - 5 mm, sau khi khai thác trong thiên nhiên được dùng để chế tạo vữa, bê tông, gạch silicat, kính v.v...

*Sỏi:* có cỡ hạt từ 5 - 70 mm, sau khi khai thác trong thiên nhiên được phân loại theo cỡ hạt, dùng để chế tạo bê tông.

*Đá dăm và cát nhân tạo:* được sản xuất bằng cách khai thác, nghiền và sàng phân loại thành các cỡ hạt, đá dăm có cỡ hạt từ 5 - 70 mm, cát có cỡ hạt 0,14-5 mm, cỡ hạt nhỏ hơn 0,14 mm gọi là bột đá. Tính chất của vật liệu đá dạng này phụ thuộc vào tính chất của đá gốc. Vật liệu đá dạng rời nhân tạo được dùng để chế tạo bê tông, vữa, đá granitô. Ngoài ra còn được dùng làm chất độn cho sơn và pôlyme.

**2.3.2. Hiện tượng ăn mòn đá thiên nhiên và biện pháp bảo vệ**

***Hiện tượng ăn mòn***

Đá dùng trong xây dựng ít bị phá hoại do tải trọng thiết kế mà thường bị phá hoại do ăn mòn. Sự phá hoại do một số nguyên nhân chính như sau :

*Môi trường nước chứa hàm lượng khí cacbonic lớn* (hơn 35mg/l) sẽ xảy ra phản ứng hóa học:  $CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$

$Ca(HCO_3)_2$  là hợp chất dễ tan nên dần dần đá bị ăn mòn.

*Môi trường nước có chứa các loại axit* cũng xảy ra phản ứng hóa học:



$CaCl_2$  là hợp chất dễ tan nên đá bị ăn mòn.

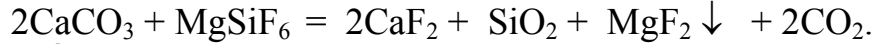
Các dạng ăn mòn trên thường xảy ra đối với các loại đá cacbonat.

*Đá có chứa nhiều thành phần khoáng vật khác nhau* thì đá cũng có thể bị phá hoại nhanh hơn do sự giãn nở nhiệt không đều.

Các loại bụi bản nguồn gốc vô cơ và hữu cơ từ các chất thải công nghiệp hoặc đời sống tích tụ trên bề mặt hoặc trong các lỗ rỗng của đá là môi trường để cho vi khuẩn phát triển và phá hoại đá bằng chính axit của chúng tiết ra.

**Biện pháp bảo vệ**

Để bảo vệ vật liệu đá thiên nhiên cần phải ngăn cản nước và các dung dịch thấm sâu vào đá. Thông thường là florua hóa bề mặt đá vôi, làm tăng tính chống thấm của đá bằng các chất kết tủa mới sinh ra theo phản ứng:



Các hợp chất  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$  và  $\text{SiO}_2$  không tan trong nước sẽ bịt kín lỗ rỗng các khe nhỏ làm tăng độ đặc bề mặt đá.

Ngoài ra có thể dùng guđrông hay bi tum quét lên bề mặt đá, gia công thật nhẵn bề mặt vật liệu đá và thoát nước tốt cho công trình, các biện pháp này cũng góp phần giảm bớt sự ăn mòn cho vật liệu đá thiên nhiên.

Gần đây người ta còn dùng các dung dịch trong nước hay trong dung môi hữu cơ bay hơi của các hợp chất silic hữu cơ có tính kỵ nước như: hydrôxilôxan, mêtinsilicol-natri v.v... để làm đặc bề mặt vật liệu đá thiên nhiên.

## CHƯƠNG III VẬT LIỆU GÓM XÂY DỰNG

### 3.1. Khái niệm và phân loại

#### 3.1.1. Khái niệm

Vật liệu nung hay gốm xây dựng là loại vật liệu được sản xuất từ nguyên liệu chính là đất sét bằng cách tạo hình và nung ở nhiệt độ cao. Do quá trình thay đổi lý, hóa trong khi nung nên vật liệu gốm xây dựng có tính chất khác hẳn so 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 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 hóa học, luyện kim và các ngành công nghiệp khác.

Ưu điểm chính của vật liệu gốm là có độ bền và tuổi thọ cao, từ nguyên liệu địa phương có thể sản xuất ra các sản phẩm khác nhau thích hợp với các yêu cầu sử dụng, công nghệ sản xuất tương đối đơn giản, giá thành hạ. Song vật liệu gốm vẫn còn những hạn chế là giòn, dễ vỡ, tương đối nặng, khó cơ giới hóa trong xây dựng đặc biệt là với gạch xây và ngói lợp.

#### 3.1.2. Phân loại

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

**Theo công dụng** vật liệu gốm được chia ra :

*Vật liệu xây* : Các loại gạch đặc, gạch 2 lỗ, gạch 4 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, bệ xí.

*Sản phẩm cách nhiệt, cách âm* : Các loại gốm xốp.

*Sản phẩm chịu lửa* : Gạch samôt, gạch đi nát.

**Theo cấu tạo** vật liệu gốm được chia ra :

*Gốm đặc* : Có độ rỗng  $r \leq 5\%$  như gạch ốp, lát, ống thoát nước.

*Gốm rỗng* : Có độ rỗng  $r > 5\%$  như gạch xây các loại, gạch lá nem.

**Theo phương pháp sản xuất** vật liệu gốm được chia ra:

*Gốm tinh*: thường có cấu trúc hạt mịn, sản xuất phức tạp như gạch trang trí, sứ vệ sinh.

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

### 3.2. Nguyên liệu và sơ lược quá trình chế tạo

#### 3.2.1. Nguyên vật liệu

Nguyên liệu chính để sản xuất vật liệu nung là đất sét. Ngoài ra tùy thuộc vào yêu cầu của sản phẩm và tính chất của đất sét mà có thể dùng thêm các loại phụ gia cho phù hợp.

#### **Đất sét**

*Thành phần* chính của đất sét là các khoáng alumôsilicat ngậm nước ( $n\text{Al}_2\text{O}_3.m\text{SiO}_2.p\text{H}_2\text{O}$ ) chúng được tạo thành do fenspat bị phong hóa. Tùy theo điều kiện của từng môi trường mà các khoáng tạo ra có thành phần khác nhau, khoáng caolinit  $2\text{SiO}_2.\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{H}_2\text{O}$  và khoáng montmôrilonit  $4\text{SiO}_2.\text{Al}_2\text{O}_3.n\text{H}_2\text{O}$  là hai khoáng quyết định những tính chất quan trọng của đất sét như độ dẻo, độ co, độ phân tán, khả năng chịu lửa v.v...

Ngoài ra trong đất sét còn chứa các tạp chất vô cơ và hữu cơ như thạch anh ( $\text{SiO}_2$ ), cacbonat ( $\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$ ), các hợp chất sắt  $\text{Fe}(\text{OH})_3, \text{FeS}_2$ , tạp chất hữu cơ ở dạng than bùn, bi tum v.v... các tạp chất đều ảnh hưởng đến tính chất của đất sét.

*Màu sắc* của đất sét là do tạp chất vô cơ và hữu cơ quyết định. Màu của đất sét chứa ít tạp chất thường là trắng, chứa nhiều tạp chất thì đất sét có màu xám xanh, nâu, xám đen.

Tính chất chủ yếu của đất sét bao gồm tính dẻo khi nhào trộn với nước, sự co thể tích dưới tác dụng của nhiệt và sự biến đổi lý hóa khi nung. Chính nhờ có sự thay đổi thành phần khoáng vật trong quá trình nung mà sản phẩm gồm có tính chất khác hẳn tính chất của nguyên liệu ban đầu. Sau khi nung, thành phần khoáng cơ bản của vật liệu gồm là mulit  $3\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{SiO}_2 (\text{A}_3\text{S}_2)$  đây là khoáng làm cho sản phẩm có cường độ cao và bền nhiệt.

#### **Các vật liệu phụ**

Để cải thiện tính chất của đất sét cũng như tính chất của sản phẩm, trong quá trình sản xuất ta có thể sử dụng một số loại vật liệu phụ sau:

*Vật liệu gây pha* vào đất sét nhằm giảm độ dẻo, giảm độ co khi sấy và nung, thường dùng là bột samôt, đất sét nung non, cát, tro nhiệt điện, xỉ hạt hóa.

*Phụ gia cháy* như mùn cưa, tro nhiệt điện, bã giấy. Các thành phần này có tác dụng làm tăng độ rỗng của sản phẩm gạch và giúp cho quá trình gia nhiệt đồng đều hơn.

*Phụ gia tăng dẻo* như các loại đất sét có độ dẻo cao như cao lanh đóng vai trò là chất tăng dẻo cho đất sét.

*Phụ gia hạ nhiệt độ nung* có tác dụng hạ thấp nhiệt độ kết khối làm tăng nhiệt độ và độ đặc của sản phẩm, phụ gia hạ nhiệt độ nung thường dùng là fenspat, pecmatit, canxit đolomit.

*Men* là lớp thủy tinh lỏng phủ lên bề mặt của sản phẩm, bảo vệ sản phẩm, chống lại tác dụng của môi trường. Men dùng để sản xuất vật liệu gồm rất đa dạng, có màu và không màu, trắng và đục, bóng và không bóng, có loại dùng cho đồ sứ (men sứ) có loại dùng sản phẩm sành (men sành) và có loại men trang trí v.v... Vì vậy việc chế tạo men là rất phức tạp.

### **3.2.2. Sơ lược quá trình sản xuất một số loại sản phẩm thông dụng** **Sản xuất gạch**

Gạch xây là loại vật liệu gốm phổ biến thông dụng nhất, có công nghệ sản xuất đơn giản. Công nghệ sản xuất gạch bao gồm 5 giai đoạn: Khai thác nguyên liệu, nhào trộn, tạo hình, phơi sấy, nung và làm nguội ra lò.

### *Khai thác nguyên liệu*

Trước khi khai thác cần phải loại bỏ 0,3 - 0,4 m lớp đất trồng trọt ở bên trên. Việc khai thác có thể bằng thủ công hoặc dùng máy ủi, máy đào, máy cạp. Đất sét sau khi khai thác được ngâm ủ trong kho nhằm tăng tính dẻo và độ đồng đều của đất sét.

### *Nhào trộn đất sét*

Quá trình nhào trộn sẽ làm tăng tính dẻo và độ đồng đều cho đất sét giúp cho việc tạo hình được dễ dàng. Thường dùng các loại máy cán thô, cán mịn, máy nhào trộn, máy một trục, 2 trục để nghiền đất.

### *Tạo hình*

Để tạo hình gạch người ta thường dùng máy đùn ruột gà. Trong quá trình tạo hình còn dùng thiết bị có hút chân không để tăng độ đặc và cường độ của sản phẩm.

### *Phơi sấy*

Khi mới được tạo hình gạch mộc có độ ẩm rất lớn, nếu đem nung ngay gạch sẽ bị nứt tách do mất nước đột ngột. Vì vậy phải phơi sấy để giảm độ ẩm, giúp cho sản phẩm mộc có độ cứng cần thiết, tránh biến dạng khi xếp vào lò nung.

Nếu phơi gạch tự nhiên trong nhà giàn hay ngoài sân thì thời gian phơi từ 8 đến 15 ngày.

Nếu sấy gạch bằng lò sấy tụy nen thì thời gian sấy từ 18 đến 24 giờ. Việc sấy gạch bằng lò sấy giúp cho quá trình sản xuất được chủ động không phụ thuộc vào thời tiết, năng suất cao, chất lượng sản phẩm tốt, điều kiện làm việc của công nhân được cải thiện, nhưng đòi hỏi phải có vốn đầu tư lớn, tốn nhiên liệu.

### *Nung*

Đây là công đoạn quan trọng nhất quyết định chất lượng của gạch.

Quá trình nung gồm có ba giai đoạn.

1. *Đốt nóng* : Nhiệt độ đến 450<sup>0</sup>C, gạch bị mất nước, tạp chất hữu cơ cháy.

2. *Nung* : Nhiệt độ đến 1000 - 1050<sup>0</sup>C, đây là quá trình biến đổi của các thành phần khoáng tạo ra sản phẩm có cường độ cao, màu sắc đỏ hồng.

3. *Làm nguội* : Quá trình làm nguội phải từ từ tránh đột ngột để tránh nứt tách sản phẩm, khi ra lò nhiệt độ của gạch khoảng 50 - 55<sup>0</sup>C.

Theo nguyên tắc hoạt động, lò nung gạch có hai loại: Lò gián đoạn và lò liên tục.

Trong lò nung gián đoạn gạch được nung thành mẻ, loại này có công suất nhỏ, chất lượng sản phẩm thấp.

Trong lò liên tục gạch được xếp vào, nung và ra lò liên tục trong cùng một thời gian, do đó năng suất cao mặt khác chế độ nhiệt ổn định nên chất lượng sản phẩm cao. Hai loại lò liên tục được dùng nhiều là lò vòng (lò hopman) và lò tụy nen.

### ***Sản xuất ngói***

Kỹ thuật sản xuất ngói cũng gần giống như sản xuất gạch. Nhưng do ngói có hình dạng phức tạp, mỏng, yêu cầu chất lượng cao, không nứt mẻ, nứt vỡ, ít thấm...), nên kỹ thuật sản xuất ngói có một số yêu cầu khác gạch.

Nguyên liệu dùng loại đất sét có độ dẻo cao, dễ chảy. Đất không chứa tạp chất cacbonat. Trong sản xuất ngói có thể dùng 15 - 25% phụ gia cát, 10 - 20% phụ gia samốt.

Gia công nguyên liệu và chuẩn bị phối liệu được thực hiện chủ yếu theo phương pháp dẻo và cũng có thể theo phương pháp bán khô và cả phương pháp ướt (khi trong nguyên liệu có lẫn tạp chất). Gia công và chuẩn bị phối liệu kỹ hơn nhằm làm cho độ ẩm đồng đều hơn và phá vỡ tối đa cấu trúc của nguyên liệu đất sét bằng cách ngâm ủ dài ngày hơn.

Trước khi tạo hình phải tạo ra những viên galet trên máy ép lentô, rồi ủ để độ ẩm đồng đều sau đó mới tạo hình ngói từ những viên gạch galét.

Ngói được sấy trong các nhà sấy tự nhiên (các nhà kho sấy có giá phơi) hay sấy nhân tạo (trong các thiết bị sấy phòng, sấy tunen, sấy băng chuyền giá treo). Để tránh nứt nẻ cho sản phẩm, ngói được sấy theo chế độ sấy dịu. Khi nung ngói, nhiệt được nâng lên từ từ, nung lâu hơn, làm nguội chậm hơn.

### ***Sản xuất gạch gốm ốp lát***

Nguyên liệu chủ yếu trong sản xuất gạch gốm ốp lát là loại đất sét chất lượng cao, có nhiệt độ kết khối thấp, khả năng liên kết cao và có khoảng kết khối rộng (không nhỏ hơn 80-100°C, có thể đến 200°C). Về thành phần khoáng, đất sét tốt nhất là caolinit-thủy mica (hàm lượng mi ca lớn, thạch anh thấp), các loại đất sét caolinit-montmôrilonit (hàm lượng montmôrilonit tới 20%, hàm lượng thạch anh thấp không đáng kể) cũng là nguyên liệu để sản xuất sản phẩm sứ vệ sinh cao cấp và gạch gốm ốp lát (quy định trong tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6300 : 1997).

Ngoài đất sét, trường thạch cũng là nguyên liệu thiết yếu đóng vai trò là chất chảy. Khi nóng chảy trường thạch tạo ra pha thủy tinh hoà tan một phần thạch anh, bao bọc và gắn các tinh thể tạo nên độ bền cần thiết cho vật liệu. Khi làm nguội từ pha lỏng này, mulit thứ sinh hình kim sẽ kết dính tạo nên cốt cho vật liệu. Theo TCVN 6598 : 2000 trường thạch làm xương cần phải đảm bảo một số chỉ tiêu về hàm lượng silic đioxit, nhôm oxyt, kiềm oxyt và sắt oxyt.

Thạch anh là phụ gia gây, có tác dụng làm giảm độ co sấy, co nung, làm tăng các mao mạch thúc đẩy quá trình sấy bán thành phẩm. Nó là thành phần tạo nên kết cấu của xương.

Tal là phụ gia trong xương gốm (hàm lượng nhỏ) có tác dụng hoá học với phối liệu chính trong quá trình nung và thúc đẩy quá trình tạo thành mulit, tăng độ bền uốn và độ bền va đập.

Ở nước ta, cho đến năm 2002, cả nước đã có trên 40 cơ sở sản xuất ceramic với tổng công suất hơn 80 tr.m<sup>2</sup>/năm đều sử dụng đất sét trong nước như Hải Dương, Quảng Ninh, Hà Bắc, Phú Thọ, Lào Cai, Hà Tây, Thanh Hoá, Đồng Nai, Sông Bé... để sản xuất gạch ốp lát nền bằng công nghệ tiên tiến (nung nhanh 1 lần) của Tây Ban Nha, Italia, CHLB Đức... Đặc điểm của công nghệ

này là tất cả các công đoạn đều được điều khiển tự động bằng điện tử hoặc Computer cho phép kiểm tra chính xác, linh hoạt các thông số công nghệ cài đặt.

Các công đoạn chính của quá trình công nghệ bao gồm: nghiền ướt, sấy phun, ép tạo hình, sấy, tráng men - in hoa, nung nhanh.

Phôi liệu được chuẩn bị bằng phương pháp nghiền ướt trong máy nghiền bi. Công đoạn này đảm bảo tạo độ mịn cần thiết và sự đồng nhất phôi liệu. Độ mịn sau khi nghiền cần đạt lượng lọt sàng 10.000 lỗ/cm<sup>2</sup> là /94%. Hồ xương có độ ẩm 33-34%.

Trong sấy phun, hồ được loại bỏ nước, độ ẩm của xương còn 5-6% và tạo bột ép với cỡ hạt thích hợp.

Gạch ốp lát được tạo hình theo phương pháp ép bán khô bằng máy ép thủy lực với cường độ ép 250-300 kG/cm<sup>2</sup>. Viên gạch sau tạo hình có cường độ mộc 12-15 kG/cm<sup>2</sup>.

Công đoạn sấy được thực hiện ngay sau khi tạo hình nhằm giảm độ ẩm của gạch mộc và tạo cho viên gạch có độ ẩm cần thiết để thực hiện các công đoạn tiếp theo. Quá trình này thường do máy sấy đứng, sấy băng chuyền, sấy bằng tuynen đảm nhiệm.

Trong công nghệ nung nhanh một lần, việc tráng men và in hoa trang trí được thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau. Để thực hiện công đoạn này viên gạch mộc cần có đủ độ bền để chịu được các quá trình lặp đi lặp lại nhiều lần, men được tưới phun, in hay biến thành dạng bụi khô phủ lên bề mặt tấm lát đã sấy.

Nung nhanh là công đoạn chính trong sản xuất gạch ốp lát nền. Xương và men được nung nhanh đồng thời trong một khoảng thời gian ngắn (45-55 ph). Tại công đoạn này xảy ra các biến đổi hoá lý phức tạp, hình thành nên cấu trúc của sản phẩm. Các biến đổi hoá lý đó là: biến đổi thể tích kèm theo sự mất nước lý học, biến đổi thành phần khoáng, tạo các pha mới, kết khối.

### **3.3. Các loại sản phẩm gốm xây dựng**

#### **3.3.1. Các loại gạch xây**

**Gạch chỉ (gạch đặc tiêu chuẩn)** Có kích thước 220 x 105 x 60 mm .

Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1451-1998 gạch đặc phải đạt những yêu cầu sau:

Hình dáng vuông vắn, sai lệch về kích thước không lớn quá qui định, về chiều dài  $\pm 7$ mm về chiều rộng  $\pm 5$  mm, về chiều dày  $\pm 3$  mm, gạch không sứt mẻ, cong vênh. Độ cong ở mặt đáy không quá 4 mm, ở mặt bên không quá 5 mm, trên mặt gạch không quá 5 đường nứt, mỗi đường dài không quá 15 mm và sâu không quá 1mm. Tiếng gõ phải trong thanh, màu nâu tươi đồng đều, bề mặt mịn không bám phấn. Khối lượng thể tích 1700 - 1900 kg/m<sup>3</sup>, khối lượng riêng 2500-2700 kg/m<sup>3</sup>, hệ số dẫn nhiệt  $\lambda = 0,5 - 0,8$  KCal /m.<sup>0</sup>C.h, độ hút nước theo khối lượng 8-18%,

Giới hạn bền khi nén và uốn của 5 mác gạch đặc trên nêu trong bảng 3 - 1.

Ngoài ra còn có gạch đặc kích thước 190 x 90 x 45 mm và một số loại gạch không qui cách khác.

**Bảng 3 - 1**

Mác gạch đặc	Giới hạn bền ( kG/cm <sup>2</sup> ) không nhỏ hơn			
	Khi nén		Khi uốn	
	Trung bình của 5 mẫu	Nhỏ nhất cho 1 mẫu	Trung bình của 5 mẫu	Nhỏ nhất cho 1 mẫu
200	200	150	34	17
150	150	125	28	14
125	125	100	25	12
100	100	75	22	11
75	75	50	18	9
50	50	35	16	8

Ký hiệu quy ước của các loại gạch đặc đất sét nung như sau: Ký hiệu kiểu gạch, chiều dày, mác gạch, ký hiệu và số hiệu tiêu chuẩn.

Ví dụ : Gạch đặc chiều dày 60, mác 100 theo TCVN 1451:1998 được ký hiệu như sau :

GD 60 - 100. TCVN 1451:1998

Gạch chỉ được sử dụng rộng rãi để xây tường, cột, móng, ống khói, lát nền.

**Gạch có lỗ rỗng tạo hình**

Các loại gạch này có khối lượng thể tích nhỏ hơn 1600 kg/m<sup>3</sup>. Theo yêu cầu sử dụng, khi sản xuất có thể tạo 2, 4, 6, ... lỗ. Loại gạch này thường được dùng để xây tường ngăn, tường nhà khung chịu lực, sản xuất các tấm tường đúc sẵn.

Tiêu chuẩn TCVN 1450 : 1998 quy định kích thước cơ bản của gạch rỗng đất sét nung như sau (bảng 3-2).

**Bảng 3-2**

Tên kiểu gạch	Dài	Rộng	Dày
Gạch rỗng 60	220	105	60
Gạch rỗng 90	190	90	90
Gạch rỗng 105	220	105	105

Ngoài các loại kích thước cơ bản trên còn 1 số loại gạch có kích thước khác như 220 x 105 x 90, 220 x 105 x 200.

Gạch rỗng đất sét nung phải có hình hộp chữ nhật với các mặt bằng phẳng. Trên các mặt của gạch có thể có rãnh hoặc gợn khía. Sai số cho phép kích thước viên gạch rỗng đất sét nung không được vượt quá qui định như sau:

Theo chiều dài  $\pm 7$  mm; theo chiều rộng  $\pm 5$  mm; theo chiều dày  $\pm 3$  mm .

Độ hút nước theo khối lượng  $H_p = 8 - 18\%$  .

Theo TCVN 1450 :1998 gạch rỗng có các loại mác 35; 50; 75; 100; 125.

Độ bền nén và uốn của gạch rỗng đất sét nung quy định trong bảng 3 - 3.

Ký hiệu quy ước các loại gạch rỗng theo thứ tự sau : Tên kiểu gạch, chiều dày, số lỗ rỗng, đặc điểm lỗ, độ rỗng, mác gạch, ký hiệu và số hiệu của tiêu chuẩn.

Ví dụ : Ký hiệu quy ước của gạch rỗng dày 90, bốn lỗ vuông, độ rỗng 47%, mác 50 là : GR 90 - 4V 47 - M 50 . TCVN 1450 :1998.

**Bảng 3 - 3**

Mác gạch rỗng	Giới hạn bền ( kG/cm <sup>2</sup> )			
	Khi nén		Khi uốn	
	Trung bình của 5 mẫu	Nhỏ nhất cho 1 mẫu	Trung bình của 5 mẫu	Nhỏ nhất cho 1 mẫu
125	125	100	18	9
100	100	75	16	8
75	75	50	14	7
50	50	35	12	6

**Gạch nhẹ**

Gạch nhẹ là tên gọi chung cho các loại gạch có khối lượng thể tích thấp hơn gạch chỉ và gạch có lỗ rỗng tạo hình. Loại gạch này được chế tạo bằng cách thêm vào đất sét một số phụ gia dễ cháy như : mùn cưa, than bùn, than cám. Khi nung ở nhiệt độ cao, các chất hữu cơ này bị cháy để lại nhiều lỗ rỗng nhỏ trong viên gạch. Khối lượng thể tích của loại gạch này khoảng 1200-1300 kg/m<sup>3</sup>, hệ số dẫn nhiệt λ 0,3- 0,4 kCal/m<sup>0</sup>C.h.

Loại gạch này có cường độ chịu lực thấp nên chỉ được sử dụng để xây tường ngăn, tường cách nhiệt, lớp chống nóng cho mái bê tông cốt thép.

**Gạch chịu lửa**

Gạch chịu lửa là loại sản phẩm gốm chịu được tác dụng lâu dài của các tác nhân cơ học và hóa lý ở nhiệt độ cao.

Theo TCVN 5441-1991 vật liệu chịu lửa chia ra làm 3 loại:

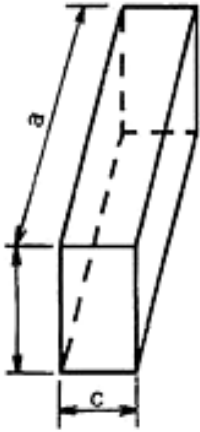
- Chịu lửa trung bình: có độ chịu lửa từ 1580 - 1770°C.
- Chịu lửa cao: có độ chịu lửa từ 1770 - 2000°C.
- Chịu lửa rất cao: có độ chịu lửa lớn hơn 2000°C.

**Bảng 3 - 4**

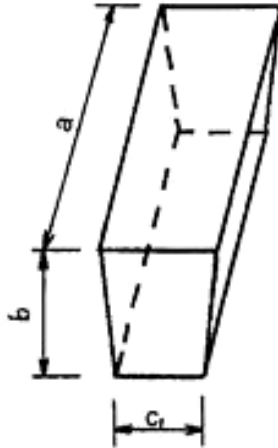
Kiểu gạch	Kích thước, mm			
	a	b	c	c <sub>1</sub>
Gạch chữ nhật	230	113	20	
	230	113	30	
	230	113	40	
	230	113	65	
Gạch vát dọc	230	113	65	45
	230	113	65	55
	230	113	75	55
	230	113	75	65
Gạch vát ngang	113	230	65	45
	113	230	65	50
	113	230	65	55
	113	230	75	35
	113	230	75	65

Gạch chịu lửa sản xuất từ đất sét phổ biến nhất là gạch samôt, loại gạch này thường có kiểu và kích thước cơ bản được quy định theo TCVN 4710 - 1989 như bảng 3-4 và hình 3-1, 3-2 và 3-3.

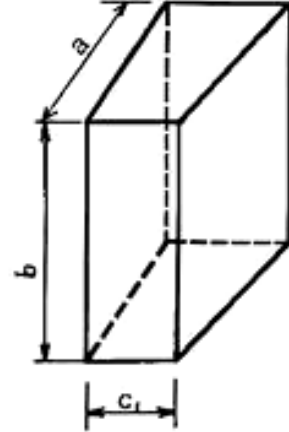
Gạch chịu lửa có nhiều loại và được sản xuất từ nhiều loại nguyên liệu khác nhau.



Hình 3-1: Gạch chữ nhật



Hình 3-2: Gạch vát dọc



Hình 3-3: Gạch vát ngang

### 3.3.2. Gạch ốp lát

#### Phân loại

Gạch ốp lát bao gồm nhiều loại với các công dụng khác nhau có thể có men hoặc không có men.

Theo TCVN 7132:2002, gạch gốm ốp lát được phân thành các nhóm dựa theo phương pháp tạo hình và theo độ hút nước.

Theo phương pháp tạo hình có 3 nhóm gạch:

Nhóm A: Gạch tạo hình dẻo, là loại gạch được tạo hình bằng phương pháp dẻo qua máy đùn và được cắt theo kích thước nhất định.

Nhóm B: Gạch tạo hình ép bán khô, là gạch được tạo hình từ hỗn hợp bột mịn ép bán khô trong khuôn ở áp lực cao.

Nhóm C: gạch tạo hình bằng các phương pháp khác, là gạch được tạo hình không phải bằng phương pháp dẻo hoặc phương pháp ép bán khô.

Theo độ hút nước ( $E$  hoặc  $H_p$ ): có 3 nhóm gạch:

Nhóm I: gạch có độ hút nước thấp. Với  $E \leq 3\%$ . Đối với gạch ép bán khô, nhóm 1 được chia thành 2 nhóm nhỏ là BIa có  $E \leq 0,5\%$  và BIb có  $0,5\% < E \leq 3\%$ .

Nhóm II: gạch có độ hút nước trung bình. Với  $3\% \leq E \leq 10\%$ . Đối với gạch được sản xuất theo phương pháp dẻo, nhóm 1 được chia thành 2 nhóm nhỏ là AIIa có  $3\% \leq E \leq 6\%$  và AIIb có  $6\% < E \leq 10\%$ .

Nhóm III: gạch có độ hút nước cao. Với  $E > 10\%$ .

Dưới đây giới thiệu một số loại gạch thường dùng để lát hoặc ốp trong công trình xây dựng hiện nay.

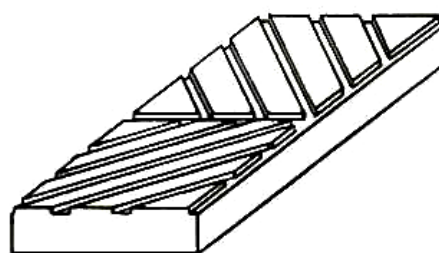
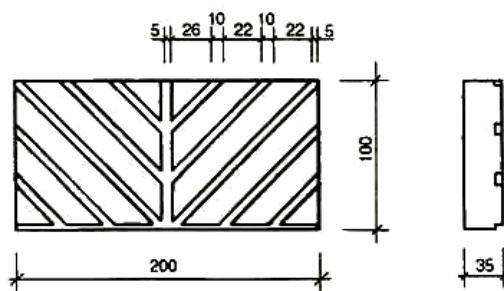
**Gạch lá dừa (hình 3-4)**: Là loại gạch được sản xuất từ đất sét có phụ gia hoặc không có phụ gia, tạo hình bằng phương pháp dẻo. Theo TCXD 85:1981

gạch có kích thước 200 x 100 x 35mm, sai lệch cho phép của kích thước không được vượt quá:

- Theo chiều dài:  $\pm 4\text{mm}$
- Theo chiều rộng:  $\pm 3\text{mm}$
- Theo chiều dày:  $\pm 2\text{mm}$

Gạch phải được nung chín đều, không phân lớp, không phồng rộp, màu sắc viên gạch trong cùng một lô phải đồng đều, không được có vết hoen ố ở mặt có rãnh, khi dùng búa gõ nhẹ, gạch phải có tiếng kêu trong và chắc.

Gạch lá dừa được chia ra 3 loại (bảng 3-5).



**Hình 3-4: Gạch lá dừa**

**Bảng 3-5**

Chỉ tiêu	Loại I	Loại II	Loại III
Độ hút nước, %, không lớn hơn	1	7	10
Độ mài mòn, không lớn hơn, g/cm <sup>2</sup>	0,1	0,2	0,4

Gạch lá dừa thường dùng để lát vỉa hè, lối đi các vườn hoa, lối ra vào sân bãi trong các công trình dân dụng.

***Gạch ốp lát có độ hút nước thấp***

Loại gạch này ký hiệu là B1b được sản xuất bằng phương pháp ép bán khô có độ hút nước thấp (nhóm I), theo tiêu chuẩn TCVN 6884 : 2001 loại gạch này phải đạt các yêu cầu theo bảng 3-6 và 3-7.

*Mức sai lệch giới hạn về kích thước, hình dạng và chất lượng bề mặt của gạch ốp lát có ký hiệu B1b được qui định như sau:*

**Bảng 3-6**

Tên chỉ tiêu	Diện tích bề mặt của sản phẩm, S, cm <sup>2</sup>		
	90 < S ≤ 190	190 < S ≤ 410	S > 410
Sai lệch kích thước, hình dáng so với kích thước danh nghĩa tương ứng, %, không lớn hơn			
1. Kích thước cạnh bên (a, b)	$\pm 1,00$	$\pm 0,75$	$\pm 0,60$
2. Chiều dày (d):	$\pm 10$	$\pm 5$	$\pm 5$
3. Độ vuông góc:	$\pm 0,6$	$\pm 0,6$	$\pm 0,6$
Chất lượng bề mặt: Được tính bằng phần diện tích bề mặt quan sát không có khuyết tật trông thấy, %, không nhỏ hơn	95		

*Các chỉ tiêu cơ lý của gạch ốp lát có ký hiệu B1b*

**Bảng 3-7**

Tên chỉ tiêu	Mức
1. Độ hút nước, %, không lớn hơn - Trung bình - Của mẫu cao nhất	0,5 < E ≤ 3 3,3
2. Độ bền uốn, N/mm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn - Trung bình - Của mẫu thấp nhất	30 27
3. Độ cứng vạch bề mặt, tính theo thang Morh - Loại không phủ men, không nhỏ hơn - Loại có phủ men, lớn hơn	6 5

*Mức sai lệch giới hạn về kích thước, hình dạng và chất lượng bề mặt của gạch ốp lát có ký hiệu B1b*

**Bảng 3-8**

Tên chỉ tiêu	Diện tích bề mặt của sản phẩm, S, cm <sup>2</sup>		
	90<S≤190	190<S≤410	S>410
Sai lệch kích thước, hình dáng so với kích thước danh nghĩa tương ứng, %, không lớn hơn			
1. Kích thước cạnh bên (a, b):	± 1,00	± 0,75	± 0,60
2. Chiều dày (d)	± 10	± 5	± 5
3. Độ vuông góc	± 0,6	± 0,6	± 0,6
Chất lượng bề mặt: Được tính bằng phần diện tích bề mặt quan sát không có khuyết tật trông thấy, %, không nhỏ hơn	95		

*Các chỉ tiêu cơ lý của gạch ốp lát có ký hiệu B1b*

**Bảng 3-9**

Tên chỉ tiêu	Mức
1. Độ hút nước, %, không lớn hơn - Trung bình - Của mẫu cao nhất	6 < E ≤ 10 11
2. Độ bền uốn, N/mm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn - Trung bình - Của mẫu thấp nhất	18 16
3. Độ cứng vạch bề mặt men, tính theo thang Morh, không nhỏ hơn	3

**Gạch gốm granit**

Nguyên liệu chủ yếu để sản xuất gồm granite bao gồm đất sét, cao lanh, fenfpat, quartz (thạch anh). Hỗn hợp trên được nghiền kỹ dưới dạng hồ lỏng cho thật nhuyễn, tiếp theo hỗn hợp được sấy khô và dùng máy ép áp lực lớn ( $400\text{kG/cm}^2$ ) để tạo hình sản phẩm. Sản phẩm được nung ở nhiệt độ  $1220 - 1280^{\circ}\text{C}$  với thời gian của mỗi chu kỳ nung từ 60 - 70 phút. Granite là loại gạch đồng chất (từ đáy đến bề mặt viên gạch cùng chất liệu), độ bóng của gạch là do mài chứ không phải tráng men như gạch gốm sứ tráng men, vì vậy gạch rất bóng nhưng không trơn, kích thước chính xác giúp cho việc ốp lát được dễ dàng.

Theo tiêu chuẩn TCVN 6883 : 2001 loại gạch này phải đạt các yêu cầu theo bảng 3-10 và 3-11.

*Mức sai lệch giới hạn về kích thước, hình dạng và chất lượng bề mặt của gạch ốp lát granit:*

**Bảng 3-10**

Tên chỉ tiêu	Diện tích bề mặt của sản phẩm, S, $\text{cm}^2$		
	$90 < S \leq 190$	$190 < S \leq 410$	$S > 410$
Sai lệch kích thước, hình dáng :			
1. Kích thước cạnh bên (a, b): Sai lệch kích thước trung bình của mỗi viên mẫu so với kích thước danh nghĩa tương ứng, %, không lớn hơn	$\pm 1,00$	$\pm 0,75$	$\pm 0,60$
2. Chiều dày (d): Sai lệch chiều dày trung bình của mỗi viên mẫu so với chiều dày danh nghĩa, %, không lớn hơn	$\pm 10$	$\pm 5$	$\pm 5$
3. Độ vuông góc: Sai lệch lớn nhất của độ vuông góc so với kích thước làm việc tương ứng, (%), không lớn hơn	$\pm 0,6$	$\pm 0,6$	$\pm 0,6$
Chất lượng bề mặt: Được tính bằng phần diện tích bề mặt quan sát không có khuyết tật trông thấy, %, không nhỏ hơn	95		

*Các chỉ tiêu cơ lý của gạch ốp lát granit*

**Bảng 3-11**

Tên chỉ tiêu	Mức
1. Độ hút nước, %, không lớn hơn	
- Trung bình	0,5
- Của mẫu cao nhất	0,6
2. Độ bền uốn, $\text{N/mm}^2$ , không nhỏ hơn	
- Trung bình	35
- Của mẫu thấp nhất	32
3. Độ cứng vạch bề mặt, tính theo thang Morh	
- Loại không phủ men, không nhỏ hơn	7
- Loại có phủ men, lớn hơn	5

**Gạch lát đất sét nung**

Gạch lát đất sét nung cũng là loại gạch được sản xuất từ đất sét, tạo hình bằng phương pháp dẻo, không có phụ gia và được nung chín. Gạch này còn được gọi là gạch lá nem, thường dùng lát lớp trên của mái bê tông cốt thép hoặc lát nền nhà.

Theo TCXD 90 : 1982 gạch có kích thước 200 x 200 x 15mm, sai lệch cho phép của kích thước không được vượt quá:

- Theo chiều dài: ± 5 mm
- Theo chiều rộng: ± 5mm
- Theo chiều dày: ± 2mm

Gạch phải được nung chín đều, không phồng rộp, màu sắc, âm thanh của các viên gạch trong cùng một lô phải đồng đều, không được có vết hoen ố ở mặt.

Tùy theo các chỉ tiêu về độ hút nước và độ mài mòn khối lượng do ma sát, gạch lát được chia ra hai loại theo bảng 3 -12.

**Bảng 3 -12**

Chỉ tiêu	Loại I	Loại II
Độ hút nước,% , không lớn hơn	3	12
Độ mài mòn khối lượng do ma sát, không lớn hơn, g/cm <sup>2</sup>	0,2	0,4

**3.3.3. Ngói đất sét**

***Phân loại***

Ngói đất sét là loại vật liệu lợp phổ biến trong các công trình xây dựng. Thường có các loại ngói vẩy cá, ngói có gờ và ngói bờ.

*Ngói vẩy cá :*

Có kích thước nhỏ, khi lợp viên nọ chồng lên viên kia 40 - 50 % diện tích bề mặt do đó khả năng cách nhiệt tốt nhưng mái sẽ nặng và tốn tre, gỗ.

*Ngói gờ và ngói úp :*

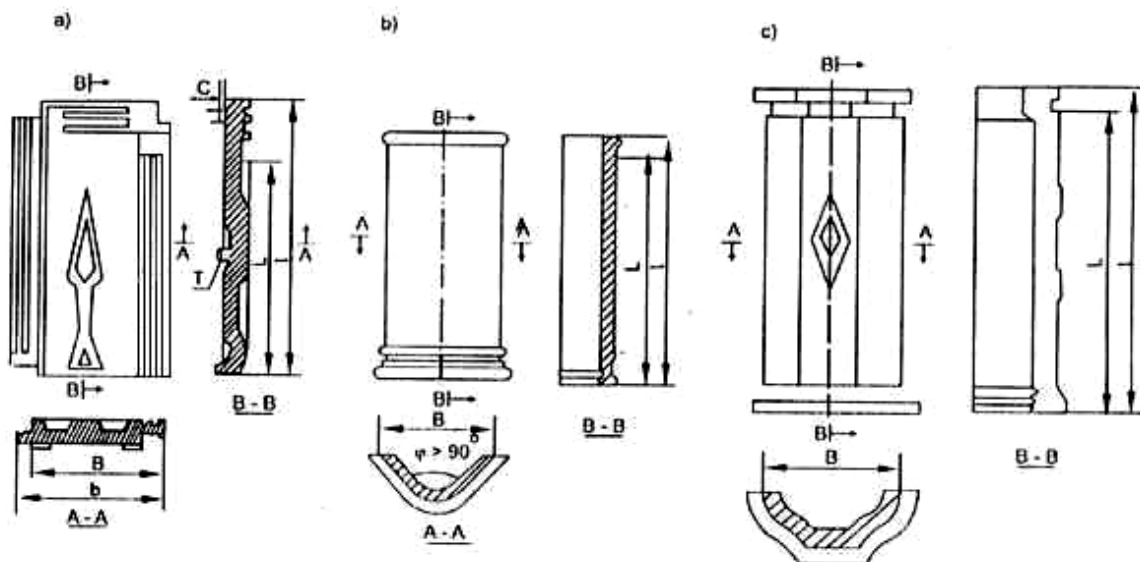
Loại ngói phổ biến hiện nay là ngói có gờ và ngói úp. Loại ngói gờ thường có 3 loại: 13 v/m<sup>2</sup> (420x260); 16 v/m<sup>2</sup> (420 x 205) và 22 v/m<sup>2</sup>.

Kiểu và kích thước cơ bản của ngói 22v/m<sup>2</sup> và ngói úp nóc được quy định theo TCVN 1452:1995 ( hình 3 - 5 và bảng 3 -13 ).

**Bảng 3 -13**

Kiểu ngói	Kích thước đủ , mm	Kích thước có ích , mm		
	Chiều dài l	Chiều rộng b	Chiều dài L	Chiều rộng B
Ngói lợp	340	205	250	180
	335	210	260	170
Ngói úp	360	-	333	150
	450	-	425	200

Sai số về kích thước quy định của viên ngói không lớn hơn  $\pm 2\%$ .  
 Ngói phải có lỗ xuyên dây thép ở vị trí (T) với đường kính  $1,5 \div 2,0$  mm.  
 Chiều cao mẫu đỏ (C) không nhỏ hơn 10 mm.  
 Chiều sâu các rãnh nối khớp (d) không nhỏ hơn 5 mm.



Hình 3-5: Hình dạng và kích thước cơ bản của ngói

#### Yêu cầu kỹ thuật

Ngói trong cùng một lô phải có màu sắc đồng đều, khi dùng búa kim loại gõ nhẹ có tiếng kêu trong và chắc.

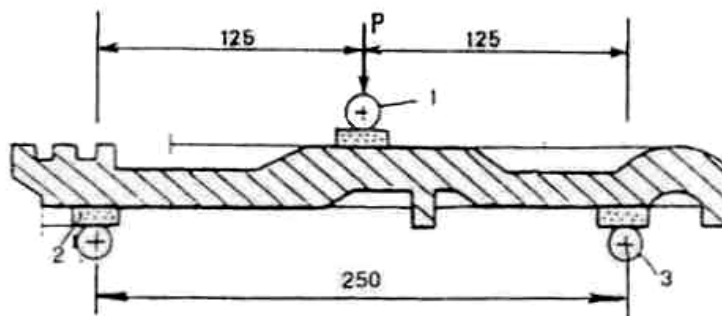
Các chỉ tiêu cơ lý của ngói phải phù hợp với quy định sau :

- Tải trọng uốn gãy theo chiều rộng viên ngói (hình 3-6) không nhỏ hơn 35N/cm.

- Độ hút nước không lớn hơn 16%.

- Thời gian xuyên nước, có vết ẩm nhưng không hình thành giọt nước ở dưới viên ngói không nhỏ hơn 2 giờ.

- Khối lượng  $1m^2$  ngói ở trạng thái bão hòa nước không lớn hơn 55kg.



Hình 3-6: Mẫu ngói xác định tải trọng uốn gãy

Các chỉ tiêu cơ lý của ngói được xác định theo TCVN 4313:1995

Khi lưu kho ngói phải được xếp ngay ngắn và nghiêng theo chiều dài thành từng chồng. Mỗi chồng ngói không được xếp quá 10 hàng. Khi vận chuyển ngói được xếp ngay ngắn sát vào nhau và được lèn chặt bằng vật liệu mềm .

#### 3.3.4. Các loại sản phẩm khác

Ngoài những loại sản phẩm đã nêu ở trên, vật liệu nung còn nhiều loại sản phẩm khác được sử dụng trong xây dựng.

**Sản phẩm sành dạng đá**

Đây là sản phẩm có cường độ cao, độ đặc lớn cấu trúc hạt bé, chống mài mòn tốt, chịu được tác dụng của axit, chúng được dùng khá rộng rãi trong xây dựng công nghiệp, hóa học và các công trình khác.

*Gạch clinke:* Có nhiều loại, loại vuông 50 x 50 x 10 mm; 100 x 100 x 10mm và 150x15 x13mm, loại chữ nhật 100 x 50 x 10 mm, 150 x 75 x 13 mm, loại lục giác và bát giác. Gạch này có khối lượng thể tích lớn hơn gạch thường (1900kg/m<sup>3</sup>). Gạch clinke được dùng để lát đường, làm móng, cuốn vòm và tường chịu lực.

*Gạch chịu axit:* Được sản xuất theo 2 dạng: gạch khối và gạch tấm lát. Kích thước của gạch được qui định như sau:

Gạch khối: 230 x113 x 65 mm

Gạch tấm lát: 100 x100 x11 mm và 450 x 150 x11 mm

Gạch chịu axit được chia làm 3 loại: loại A dùng cho các công trình lâu dài, khó sửa chữa và luôn luôn tiếp xúc với hoá chất, loại B và C dùng cho các công trình dễ sửa chữa, làm việc có tính chất không liên tục.

Theo TCXD 86 : 1981 gạch chịu axit phải đạt các chỉ tiêu cơ lý sau (bảng 3-14).

**Bảng 3-14**

Chỉ tiêu	Mức		
	A	B	C
Độ chịu axit,%, không nhỏ hơn			
- Gạch khối	96	94	92
- Gạch tấm lát	96	94	92
Độ hút nước,%, không lớn hơn			
- Gạch khối	7	9	12
- Gạch tấm lát	6	8	12
Độ bền nén (daN/cm <sup>2</sup> ), không nhỏ hơn			
- Gạch khối	400	300	300
- Gạch tấm lát	400	300	300

**Keramzit** Keramzit gồm những hạt tròn hay bầu dục được sản xuất bằng cách nung phòng đất sét dễ chảy đồng nhất về thành phần và tính chất, có độ phân tán cao, có thành phần hoá học: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 15-22%; SiO<sub>2</sub>: 50-60%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 6-12%; MgO+CaO: 3-6%.

Keramzit được dùng làm cốt liệu nhẹ cho bê tông nhẹ. Chúng có 2 loại: cát (cỡ hạt nhỏ hơn 5mm) và sỏi keramzit (các cỡ hạt 5÷10; 10÷20; 20÷30; 30÷40mm)

Mác của keramzit xác định theo khối lượng thể tích (kg/m<sup>3</sup>) giới thiệu ở bảng 3-15

Đặc điểm cơ bản của keramzit là lỗ rỗng dạng kín. Mặc dù độ rỗng lớn ( $\rho_v = 150-1200 \text{ kg/m}^3$ ) nhưng nó vẫn có cường độ cao, độ hút nước nhỏ và lượng nước nhào trộn bê tông keramzit tăng không đáng kể so với bê tông thường.

Gạch trang trí được dùng để xây các mảng tường có tính chất vách ngăn, thông gió, trang trí, không có tính chất chịu lực.

Gạch trang trí được bảo quản trong kho có mái che, nền nhà khô ráo.

**Bảng 3-15**

Mác	Cường độ nén, kG/cm <sup>2</sup>		Độ hút nước, %
	Loại A	Loại B	
50	4	3	-
200	5	4	25
250	8	6	25
300	10	8	25
350	14	10	25
400	17	14	25
450	20	17	20
500	25	20	20
550	30	25	20
600	35	30	20
650	40	35	15
700	45	40	15

***Gạch trang trí đất sét nung***

Là loại gạch được sản xuất từ đất sét có phụ gia hay không có phụ gia, tạo hình bằng phương pháp dẻo hay phương pháp bán khô và được nung chín. Theo TCXD 111:1983, gạch phải đảm bảo các yêu cầu sau :

Màu sắc của gạch trong cùng một lô phải đồng đều, bề mặt không được có vết bẩn hoặc hoen ố. Chiều dày thành ngoài của viên gạch không được nhỏ hơn 15mm. Chiều dày thành trong của viên gạch không được nhỏ hơn 10mm.

Độ hút nước của gạch trang trí không lớn hơn 15%.

Cường độ chịu nén của mỗi kiểu gạch trang trí được ghi theo hình 3-7.

Khi vận chuyển và bốc dỡ gạch trang trí phải nhẹ tay, cẩn thận tránh gây sứt, mẻ, đổ vỡ, giữa hai chồng gạch xếp cạnh nhau nên có lớp đệm lót.

***Sản phẩm sứ vệ sinh***

Theo chức năng sử dụng, sản phẩm sứ vệ sinh có 2 loại chính:

*Bệ xí:* gồm xí bệt có kết nước liền hoặc không có kết nước liền và xí xô xi phong liền hoặc không có chân đỡ

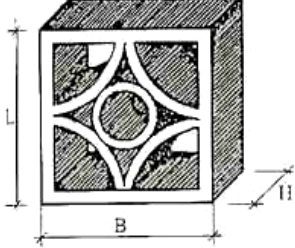
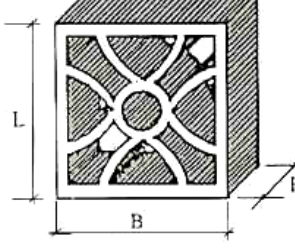
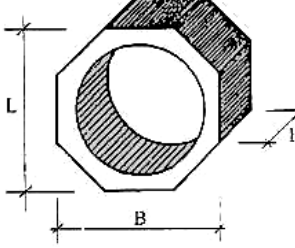
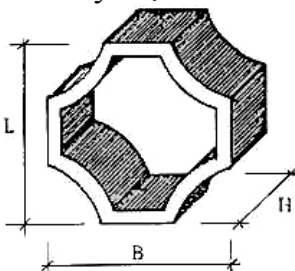
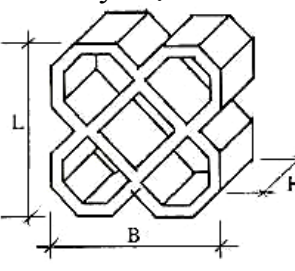
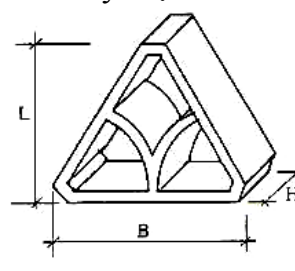
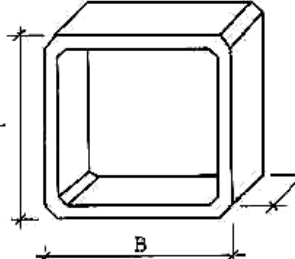
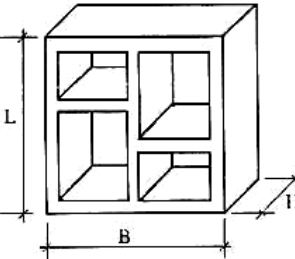
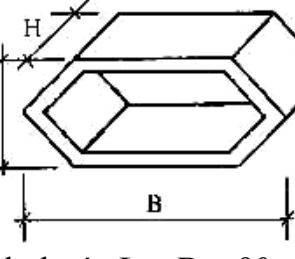
*Chậu rửa* có chân đỡ hoặc không có chân đỡ.

Ngoài các loại sản phẩm trên còn có nhiều loại sản phẩm khác như bồn tắm, âu tiểu, v.v...

Các sản phẩm sứ vệ sinh có men phải phủ đều khắp trên bề mặt chính, bề mặt làm việc của sản phẩm, men láng bóng, có màu trắng hoặc màu theo mẫu.

Những chỗ không phủ men theo bề mặt kín hoặc bề mặt lắp ráp quy định riêng theo từng dạng sản phẩm.

Kiểu, kích thước cơ bản và các yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của sản phẩm sứ vệ sinh được quy định theo TCVN 6073:1995.

<p><b>GẠCH HẠ UY DI</b> ký hiệu 01</p>  <p>Kích thước <math>L = B = 200\text{mm}</math> <math>H = 60\text{mm}</math> Độ chịu nén /120daN/v Tiêu thụ cho <math>1\text{m}^2 = 25\text{v}</math></p>	<p><b>GẠCH HOA THỊ</b> ký hiệu 02</p>  <p>Kích thước <math>L = B = 200\text{mm}</math> <math>H = 60\text{mm}</math> Độ chịu nén /120daN/v Tiêu thụ cho <math>1\text{m}^2 = 25\text{v}</math></p>	<p><b>GẠCH 8 GÓC LỖ TRÒN</b> ký hiệu 03</p>  <p>Kích thước <math>L = B = 200\text{mm}</math> <math>H = 60\text{mm}</math> Độ chịu nén /105daN/v Tiêu thụ cho <math>1\text{m}^2 = 36\text{v}</math></p>
<p><b>GẠCH HOA ĐÀO</b> ký hiệu 04</p>  <p>Kích thước <math>L = B = 195\text{mm}</math> <math>H = 60\text{mm}</math> Độ chịu nén /60daN/v Tiêu thụ cho <math>1\text{m}^2 = 26\text{v}</math></p>	<p><b>GẠCH HOA MAI</b> ký hiệu 05</p>  <p>Kích thước <math>L = B = 200\text{mm}</math> <math>H = 60\text{mm}</math> Độ chịu nén /40daN/v Tiêu thụ cho <math>1\text{m}^2 = 25\text{v}</math></p>	<p><b>GẠCH TAM GIÁC</b> ký hiệu 06</p>  <p>Kích thước <math>L = B = 225\text{mm}</math> <math>H = 60\text{mm}</math> Độ chịu nén /120daN/v Tiêu thụ cho <math>1\text{m}^2 = 34\text{v}</math></p>
<p><b>GẠCH BÔNG VUÔNG</b> ký hiệu 07</p>  <p>Kích thước <math>L = B = 180\text{mm}</math> <math>H = 60\text{mm}</math> Độ chịu nén /105daN/v Tiêu thụ cho <math>1\text{m}^2 = 30\text{v}</math></p>	<p><b>GẠCH TỨ KIẾT</b> ký hiệu 08</p>  <p>Kích thước <math>L = B = 200\text{mm}</math> <math>H = 60\text{mm}</math> Độ chịu nén /120daN/v Tiêu thụ cho <math>1\text{m}^2 = 25\text{v}</math></p>	<p><b>GẠCH LỤC GIÁC</b> ký hiệu 09</p>  <p>Kích thước <math>L = B = 90\text{mm}</math> <math>H = 60\text{mm}</math> Độ chịu nén /200daN/v Tiêu thụ cho <math>1\text{m}^2 = 50\text{v}</math></p>

Hình 3-7: Một số loại gạch trang trí từ đất sét nung

## CHƯƠNG IV CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ

### 4.1. Khái niệm và phân loại

#### 4.1.1. Khái niệm

Chất kết dính vô cơ là loại vật liệu thường ở dạng bột, khi nhào trộn với nước hoặc các dung môi khác thì tạo thành loại hồ dẻo, dưới tác dụng của quá trình hóa lý tự nó có thể rắn chắc và chuyển sang trạng thái đá. Do khả năng này của chất kết dính vô cơ mà người ta sử dụng chúng để gắn các loại vật liệu rời rạc (cát, đá, sỏi) thành một khối đồng nhất trong công nghệ chế tạo bê tông, vữa xây dựng, gạch silicat, các vật liệu đá nhân tạo không nung và các sản phẩm xi măng amiăng.

Có loại chất kết dính vô cơ không tồn tại ở dạng bột như vôi cục, thủy tinh lỏng. Có loại khi nhào trộn với nước thì quá trình rắn chắc xảy ra rất chậm như chất kết dính magie, nhưng nếu trộn với dung dịch  $MgCl_2$  hoặc  $MgSO_4$  thì quá trình rắn chắc xảy ra nhanh, cường độ chịu lực cao.

#### 4.1.2. Phân loại

Căn cứ vào môi trường rắn chắc, chất kết dính vô cơ được chia làm 3 loại: chất kết dính rắn trong không khí, chất kết dính rắn trong nước và chất kết dính rắn trong Ôtôclat.

##### *Chất kết dính vô cơ rắn trong không khí*

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

Ví dụ: Vôi không khí, thạch cao, thủy tinh lỏng, chất kết dính magie.

Theo thành phần hoá học chúng được chia thành 4 nhóm:

- (1) Vôi rắn trong không khí (thành phần chủ yếu là  $CaO$ );
- (2) Chất kết dính magie (thành phần chủ yếu là  $MgO$ );
- (3) Chất kết dính thạch cao (thành phần chủ yếu là  $CaSO_4$ );
- (4) Thủy tinh lỏng là các silicat natri hoặc kali ( $Na_2O.nSiO_2$  hoặc  $K_2O.mSiO_2$ ) ở dạng lỏng;

##### *Chất kết dính vô cơ rắn trong nước*

Chất kết dính vô cơ rắn trong nước là loại chất kết dính 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 thủy, các loại xi măng.

Về thành phần hoá học chất kết dính rắn trong nước là một hệ thống phức tạp bao gồm chủ yếu là liên kết của 4 oxyt  $CaO-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3$ . Các liên kết đó hình thành ra 3 nhóm chất kết dính chủ yếu sau :

- (1) Xi măng Silicat : các khoáng chủ yếu là Silicat canxi (đến 75%). Trong nhóm này gồm có xi măng pooc lăng và các chủng loại của nó (nhóm chất kết dính chủ yếu trong xây dựng)
- (2) Xi măng alumin: Aluminat canxi là các khoáng chủ yếu của nó.
- (3) Vôi thủy và xi măng La mã.

### **Chất kết dính rắn trong Ôtôcla**

Bao gồm những chất có khả năng trong môi trường hơi nước bão hoà có nhiệt độ 175÷200°C và áp suất 8÷12 atm để hình thành ra “đá xi măng”. Chất kết dính này có 2 thành phần chủ yếu là CaO và SiO<sub>2</sub>. Ở điều kiện thường chỉ có CaO đóng vai trò kết dính nhưng trong điều kiện ô-tôcla thì CaO tác dụng với SiO<sub>2</sub> tạo thành các khoáng mới có độ bền nước và khả năng chịu lực cao. Các chất kết dính thường gặp trong nhóm này là: chất kết dính vôi silic; vôi tro; vôi xỉ, ...

## **4.2. Vôi rắn trong không khí**

### **4.2.1. Khái niệm**

Vôi rắn trong không khí (gọi tắt là vôi) là chất kết dính vô cơ rắn trong không khí, dễ sử dụng, giá thành hạ, quá trình sản xuất đơn giản.

Nguyên liệu để sản xuất vôi là các loại đá giàu khoáng canxit cacbonat CaCO<sub>3</sub> như đá san hô, đá vôi, đá đolômit với hàm lượng sét không lớn hơn 6%. Trong đó hay dùng nhất là đá vôi đặc.

Để nung vôi trước hết phải đập đá thành cục 10-20 cm, sau đó nung ở nhiệt độ 900 - 1100°C, thực chất của quá trình nung vôi là thực hiện phản ứng:



Phản ứng trên là phản ứng thuận nghịch vì vậy khi nung vôi phải thông thoáng lò để khí cacbonic bay ra, phản ứng theo chiều thuận sẽ mạnh hơn và chất lượng vôi sẽ tốt hơn.

Phản ứng nung vôi là phản ứng xảy ra từ ngoài vào trong nên các cục đá vôi đem nung phải đều nhau để đảm bảo chất lượng vôi, hạn chế hiện tượng vôi non lửa (vôi sống) và vôi già lửa (vôi cháy). Khi vôi non lửa thì bên trong các cục vôi sẽ còn một phần đá vôi (CaCO<sub>3</sub>) chưa chuyển hóa thành vôi do đó sau này sẽ kém dẻo, nhiều hạn sạn đá. Nếu kích thước cục đá quá nhỏ hoặc nhiệt độ nung quá cao thì CaO sau khi sinh ra sẽ tác dụng với tạp chất sét tạo thành màng keo silicat canxi và aluminat canxi cứng bao bọc lấy hạt vôi làm vôi khó thủy hóa khi tời, khi dùng trong kết cấu hạt vôi sẽ hút ẩm tăng thể tích làm kết cấu bị rỗ, nứt, các hạt vôi đó gọi là hạt già lửa.

### **4.2.2. Các hình thức sử dụng vôi trong xây dựng**

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

#### **Vôi chín**

Là vôi được tời trước khi dùng, khi cho vôi vào nước quá trình tời sẽ xảy ra theo phản ứng :  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 + Q .$

Tùy thuộc vào lượng nước cho tác dụng với vôi sẽ có 3 dạng vôi chín thường gặp:

**Bột vôi chín:** Được tạo thành khi lượng nước vừa đủ để phản ứng với vôi. Tính theo phương trình phản ứng thì lượng nước đó là 32,14% so với lượng vôi, nhưng vì phản ứng tời vôi là tỏa nhiệt nên nước bị bốc hơi do đó thực tế lượng nước này khoảng 70%. Vôi bột có khối lượng thể tích 400 - 450 kg/m<sup>3</sup>.

*Vôi nhuyễn*: Được tạo thành khi lượng nước tác dụng cho vào nhiều hơn đến mức sinh ra một loại vữa sệt chứa khoảng 50% là  $\text{Ca(OH)}_2$  và 50% là nước tự do. Vôi nhuyễn có khối lượng thể tích 1200 - 1400  $\text{kg/m}^3$ .

*Vôi sữa* : Được tạo thành khi lượng nước nhiều hơn so với vôi nhuyễn, có khoảng ít hơn 50%  $\text{Ca(OH)}_2$  và hơn 50% là nước.

Trong xây dựng thường dùng chủ yếu là vôi nhuyễn và vôi sữa còn bột vôi chín hay dùng trong y học hay nông nghiệp. Sử dụng vôi chín trong xây dựng có ưu điểm là sử dụng và bảo quản đơn giản nhưng cường độ chịu lực thấp và khó hạn chế được tác hại của hạt sạn già lửa, khi sử dụng phải lọc kỹ các hạt sạn.

### ***Bột vôi sống***

Bột vôi sống được tạo thành khi đem vôi cục nghiền nhỏ, độ mịn của bột vôi sống khá cao biểu thị bằng lượng lọt qua sàng 4900 lỗ/ $\text{cm}^2$  không nhỏ hơn 90%. Sau khi nghiền bột vôi sống được đóng thành từng bao bảo quản và sử dụng như xi măng.

Sử dụng bột vôi sống trong xây dựng có ưu điểm là rắn chắc nhanh và cho cường độ cao hơn vôi chín do tận dụng được lượng nhiệt tỏa ra khi tôi vôi để tạo ra phản ứng silicat, không bị ảnh hưởng của hạt sạn, không tốn thời gian tôi nhưng loại vôi này khó bảo quản vì dễ hút ẩm giảm chất lượng, mặt khác tốn thiết bị nghiền, khi sản xuất và sử dụng bụi vôi đều ảnh hưởng đến sức khỏe công nhân.

### **4.2.3. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng vôi**

Chất lượng vôi càng tốt khi hàm lượng CaO càng cao và cấu trúc của nó càng tốt (dễ tác dụng với nước). Do đó để đánh giá chất lượng của vôi người ta dùng các chỉ tiêu sau :

#### ***Độ hoạt tính của vôi***

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

#### ***Nhiệt độ tôi và tốc độ tôi***

Khi vôi tác dụng với nước (tôi vôi) phát sinh phản ứng tỏa nhiệt, nhiệt lượng phát ra làm tăng nhiệt độ của vôi, vôi càng tinh khiết (nhiều CaO) thì phát nhiệt càng nhiều, nhiệt độ vôi càng cao và tốc độ tôi càng nhanh, sản lượng vôi vữa cũng càng lớn như vậy phẩm chất của vôi càng cao.

*Nhiệt độ tôi* : Là nhiệt độ cao nhất trong quá trình tôi.

*Tốc độ tôi (thời gian tôi)* : Là thời gian tính từ lúc vôi tác dụng với nước đến khi đạt được nhiệt độ cao nhất khi tôi.

#### ***Sản lượng vôi***

Sản lượng vôi vữa là lượng vôi nhuyễn tính bằng lít do 1kg vôi sống sinh ra. sản lượng vôi vữa càng nhiều vôi càng tốt.

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

**Lượng hạt sạn**

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

Lượng hạt sạn là tỷ số giữa khối lượng hạt sạn so với khối lượng vôi sống (các hạt còn lại trên sàng 124 lỗ /cm<sup>2</sup>), tính bằng %.

Lượng hạt sạn liên quan đến nhiệt độ tôi và sản lượng vôi vữa, khi lượng hạt sạn càng lớn thì phần vôi tác dụng với nước càng ít đi do đó nhiệt độ tôi và sản lượng vôi vữa càng nhỏ.

**Độ mịn của bột vôi sống**

Bột vôi sống càng mịn càng tốt vì nó sẽ thủy hóa với nước càng nhanh và càng triệt để, nhiệt độ tôi và tốc độ tôi càng lớp sản lượng vữa vôi càng nhiều.

Các chỉ tiêu cơ bản đánh giá chất lượng của vôi được quy định theo TCVN 2231 - 1989 bảng 4 - 1.

**Bảng 4 - 1**

Tên chỉ tiêu	Vôi cục và vôi bột nghiền		
	Loại I	Loại II	Loại III
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
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
- Trên sàng 0,008	10	10	10

**4.2.4. Quá trình rắn chắc của vôi**

Vôi được sử dụng chủ yếu trong vữa. Trong không khí vữa vôi rắn chắc lại do ảnh hưởng đồng thời của hai quá trình chính: 1, sự mất nước của vữa làm Ca(OH)<sub>2</sub> chuyển dần từ trạng thái keo sang ngưng keo và kết tinh; 2, cacbonat hóa vôi dưới sự tác dụng của khí cacbonic trong không khí.

Quá trình rắn chắc của vôi không khí xảy ra chậm do đó khối xây bị ẩm ướt khá lâu. Nếu dùng biện pháp sấy sẽ tăng nhanh được quá trình rắn chắc.

**4.2.5. Công dụng và bảo quản**

**Công dụng**

Trong xây dựng vôi dùng để sản xuất vữa xây, vữa trát cho các bộ công trình ở trên khô, có yêu cầu chịu lực không cao lắm.

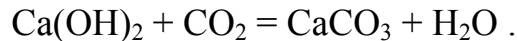
Ngoài ra vôi còn được dùng để sản xuất gạch silicat hoặc quét trần, quét tường, là lớp trang trí và bảo vệ vật liệu phía trong.

### **Bảo quản**

Tùy từng hình thức sử dụng mà có cách bảo quản thích hợp.

Với vôi cục nên tôi ngay hoặc nghiền mịn đưa vào bao, không nên dự trữ vôi cục lâu.

Vôi nhuyễn phải được ngâm trong hồ có lớp cát hoặc nước phủ bên trên dày 10 - 20 cm để ngăn cản sự tiếp xúc của vôi với khí CO<sub>2</sub> trong không khí theo phản ứng:

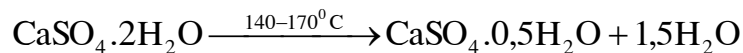


Khi vôi bị hóa đá (CaCO<sub>3</sub>), chất lượng vôi sẽ giảm, vôi ít dẻo khả năng liên kết kém.

## **4.3. Thạch cao xây dựng**

### **4.3.1. Khái niệm**

Thạch cao xây dựng là một chất kết dính cứng rắn được trong không khí, chế tạo bằng cách nung thạch cao hai phân tử nước (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) ở nhiệt độ 140-170<sup>0</sup>C đến khi biến thành thạch cao nửa phân tử nước (CaSO<sub>4</sub>.0,5H<sub>2</sub>O) rồi nghiền thành bột nhỏ. Cũng có thể nghiền thạch cao hai nước trước rồi mới nung thành thạch cao nửa nước. Trong một số sơ đồ công nghệ việc nghiền và nung được tiến hành cùng trong một thiết bị:



Khi nung thạch cao xây dựng được tạo thành theo phản ứng :

Nếu nhiệt độ nung cao 600 - 700<sup>0</sup>C thì đá thạch cao hai nước biến thành thạch cao cứng CaSO<sub>4</sub>, loại này có tốc độ cứng rắn chậm hơn so với thạch cao xây dựng.

### **4.3.2. Quá trình rắn chắc**

Khi nhào trộn thạch cao với nước sẽ sinh ra một loại vữa dẻo có tính linh động tốt rồi dần dần sau một quá trình biến đổi lý, hóa, tính dẻo mất dần, quá trình đó gọi là quá trình đông kết, sau đó thạch cao trở thành cứng rắn, độ chịu lực tăng dần, đây là quá trình rắn chắc. Cả hai quá trình này được gọi chung là quá trình rắn chắc của thạch cao.

Thạch cao tác dụng với nước theo phương trình phản ứng sau :



Quá trình rắn chắc của thạch cao chia làm 3 thời kỳ :

Thời kỳ hòa tan.

Thời kỳ hóa keo.

Thời kỳ kết tinh.

Hai thời kỳ đầu gọi là thời kỳ đông kết, thời kỳ thứ 3 gọi là thời kỳ rắn chắc và thạch cao có khả năng chịu lực.

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

### 4.3.3. Các tính chất cơ bản

#### **Độ mịn**

Thạch cao nung xong được nghiền thành bột mịn, thạch cao càng mịn thì quá trình thủy hóa càng nhanh, cứng rắn càng sớm và cường độ càng cao.

Độ mịn của thạch cao phải đạt chỉ tiêu lượng sót trên sàng 918 lỗ/cm<sup>2</sup> đối với thạch cao loại I không lớn hơn 25% đối với loại II không lớn hơn 35%

#### **Khối lượng riêng và khối lượng thể tích**

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

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

#### **Lượng nước tiêu chuẩn**

Khi nhào trộn thạch cao với nước để tạo ra vữa, nếu trộn ít nước quá thì vữa sẽ khô khó thi công, nếu lượng nước trộn nhiều quá thì vữa sẽ nhão dễ thi công nhưng nước thừa nhiều khi bay hơi đi để lại nhiều lỗ rỗng làm cho cường độ chịu lực của vữa giảm. Vì vậy phải nhào trộn với một lượng nước thích hợp nhằm đảm bảo hai yêu cầu vữa dễ thi công vừa đạt được cường độ chịu lực cao.

Lượng nước đảm bảo cho vữa thạch cao đạt được hai yêu cầu trên gọi là lượng nước tiêu chuẩn. Lượng nước đó đảm bảo cho hồ thạch cao có độ đặc tiêu chuẩn và được biểu thị bằng tỷ lệ % nước so với khối lượng của thạch cao:

$$\frac{N}{X} = 0,5 \div 0,7$$

Lượng nước tiêu chuẩn của thạch cao được xác định như sau :

Dùng dụng cụ Xuttard gồm một ống làm bằng đồng, đường kính trong bằng 5,0 cm; cao 10 cm và một tấm kính vuông có cạnh bằng 20 cm. Trên tấm kính hoặc trên miếng giấy dán dưới tấm kính vẽ một loạt các vòng tròn đồng tâm có đường kính dưới 14cm, các vòng tròn cách nhau 1cm, các vòng tròn to hơn vẽ cách nhau 2cm.

Cân 300g thạch cao trộn với 50 - 70% nước, cho thạch cao vào nước và trộn nhanh (trong 30 giây) từ dưới lên trên cho đến khi hỗn hợp đồng đều rồi để yên trong một phút. Sau đó trộn mạnh 2 cái rồi đổ nhanh hồ thạch cao vào ống trụ đặt trên tấm kính nằm ngang, dùng dao gạt bằng mặt thạch cao ngang mép hình trụ. Tất cả các động tác này làm không quá 30 giây, rút ống trụ lên theo phương thẳng đứng, khi đó hồ thạch cao chảy xuống tấm kính thành hình nón cụt. Nếu đường kính đáy nón cụt bằng 12 cm thì hồ đã đạt độ đặc tiêu chuẩn, lượng nước đã nhào trộn gọi là lượng nước tiêu chuẩn. Nếu đường kính đáy nón cụt lớn hơn hoặc nhỏ hơn 12 cm, phải trộn hồ thạch cao khác với lượng nước ít hơn hoặc nhiều hơn và tiếp tục thí nghiệm như trên để tìm được lượng nước tính bằng % so với khối lượng của thạch cao ứng với hồ có độ đặc tiêu chuẩn.

#### **Thời gian đông kết**

Sau khi trộn thạch cao với nước hồ thạch cao dần dần đông đặc lại .

Thời gian từ khi bắt đầu nhào trộn thạch cao với nước cho tới khi hồ thạch cao mất dẻo và bắt đầu có khả năng chịu lực gọi là thời gian đông kết.

Thời gian đông kết của thạch cao bao gồm hai giai đoạn:

*Thời gian bắt đầu đông kết:* Là khoảng thời gian từ khi bắt đầu nhào trộn thạch cao với nước đến khi hồ mất tính dẻo. Ứng với lúc kim vika có đường kính 1,1mm lần đầu tiên cắm sâu cách tấm kính  $\leq 0,5$  mm.

*Thời gian kết thúc đông kết :* Là khoảng thời gian từ khi bắt đầu nhào trộn thạch cao với nước đến khi hồ có cường độ nhất định, ứng với lúc kim vika có đường kính 1,1 mm lần đầu tiên cắm sâu vào hồ  $\leq 0,5$  mm.

*Ý nghĩa của thời gian đông kết của hồ thạch cao*

Sau khi đã bắt đầu đông kết hồ, vữa và bê tông thạch cao không được đổ vào khuôn hoặc dùng để trát bề mặt, đặc biệt sau khi thạch cao đã kết thúc đông kết, vì khi đó các thao tác của quá trình thi công sẽ phá vỡ cấu trúc mới được hình thành của hồ thạch cao làm cho cường độ chịu lực giảm đi nhiều. Chính vì vậy phải thi công vữa và bê tông thạch cao trong khoảng thời gian từ lúc trộn đến lúc bắt đầu đông kết.

Các loại thạch cao có thời gian đông kết khác nhau. Nếu đông kết sớm quá thì việc thi công phải hết sức khẩn trương, có khi thi công không kịp nhưng cường độ lúc đầu cao và ngược lại.

Với ý nghĩa như trên nên thời gian đông kết của hồ thạch cao được quy định Thời gian bắt đầu đông kết / 6 phút. Thời gian kết thúc đông kết  $\leq 30$  phút. Để có chế độ thi công hợp lý và đảm bảo chất lượng công trình thời gian đông kết của thạch cao cần phải được xác định cụ thể bằng cách sau :

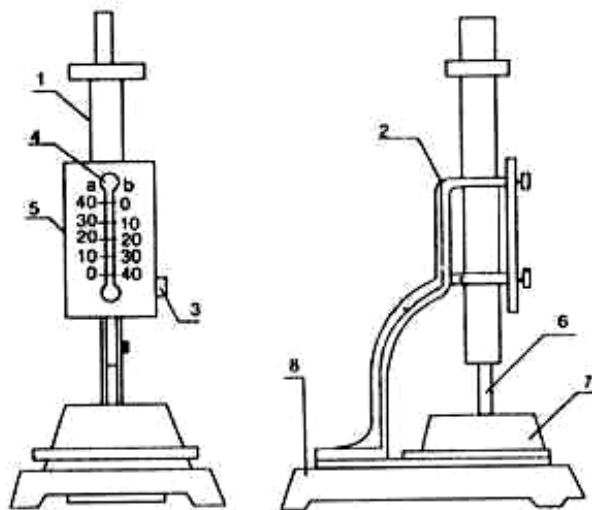
*Dụng cụ thử:* Là máy cắm kim vika (hình 4-1) gồm bộ phận chính là thanh chạy có gắn kim chỉ thị di chuyển theo phương thẳng đứng bên cạnh thước khắc độ từ 0 đến 40 mm gắn trên giá. Ở đầu dưới thanh chạy gắn một cái kim thép đường kính 1,1mm, chiều dài 50 mm, khối lượng của thanh và kim bằng 120 g.

Ngoài ra còn có một khâu hình côn làm bằng nhựa ebonit hoặc bằng đồng thau cao 40mm, đường kính trên 65mm, đường kính dưới 75 mm và một tấm kính vuông có kích thước 10 x 10 mm.

*Cách xác định:* Thời gian bắt đầu đông kết và thời gian kết thúc đông kết được xác định như sau :

Đổ một lượng nước tương ứng với độ đặc tiêu chuẩn của hồ thạch cao vào một chậu bằng kim loại hoặc bằng sứ; Sau đó đổ vào chậu 200g thạch cao, bắt đầu tính thời gian rồi trộn đều bằng tay. Phải đổ từ từ trong 30 giây cho hồ thạch cao vào khâu của máy đặt trên tấm kính, cắt hồ thừa bằng dao và miết bằng mặt.

Sau đó đặt khâu dưới kim của máy cho đầu kim xuống sát mặt hồ, mở ốc hãm thanh chạy và kim tự do rơi xuống cắm vào hồ thạch cao. Cứ 30 giây cho



**Hình 4 - 1 :** Dụng cụ vi ka

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

kim rơi một lần, cắm ở các vị trí khác nhau, trước khi cho kim rơi phải lau sạch kim. Dùng đồng hồ theo dõi thời gian trong suốt quá trình trộn và thả kim rơi.

Thời gian bắt đầu đông kết là khoảng thời gian từ lúc bắt đầu trộn thạch cao với nước cho đến khi lần đầu tiên kim cắm cách tấm kính đáy  $\leq 0,5$  mm.

Thời gian kết thúc đông kết là khoảng thời gian từ lúc bắt đầu trộn thạch cao với nước cho đến khi lần đầu tiên kim cắm sâu vào hồ thạch cao  $\leq 0,5$  mm.

Có thể dùng chất làm tăng nhanh hoặc làm chậm đông kết, pha vào hồ thạch cao với liều lượng bằng 0,5 - 2% khối lượng thạch cao để thay đổi thời gian đông kết của thạch cao. Chất làm chậm đông kết là vôi và chất làm nhanh đông kết là natri sunfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

#### ***Cường độ chịu lực***

Khi sử dụng trong công trình, đá thạch cao có thể chịu nén hoặc chịu kéo, v.v... Tuy nhiên cường độ chịu nén vẫn là chủ yếu và nó đặc trưng cho cường độ của thạch cao, cường độ nén là một chỉ tiêu để đánh giá phẩm chất của thạch cao. Do đó quy định cường độ nén sau 1,5 giờ đối với thạch cao loại 1 không nhỏ hơn  $45 \text{ kG/cm}^2$  và đối với thạch cao loại 2 không nhỏ hơn  $35 \text{ kG/cm}^2$ .

Để đánh giá cường độ nén của thạch cao người ta đúc 3 mẫu hình lập phương cạnh 7,07 cm và đem nén sau 1,5 giờ bảo dưỡng. Cách tiến hành như sau :

Trộn thạch cao với một lượng nước tương ứng với độ đặc tiêu chuẩn của hồ thạch cao cho tới khi đồng nhất sau đó đổ ngay vào các khuôn. Sau khi đổ đầy khuôn miết phẳng mặt, sau 1 giờ tính từ lúc bắt đầu trộn thạch cao với nước thì tháo mẫu ra khỏi khuôn, sau 1,5 giờ đem thí nghiệm nén các mẫu.

Giới hạn cường độ chịu nén của thạch cao bằng trị số trung bình cộng của các kết quả thí nghiệm trên 3 mẫu.

### **4.3.4. Công dụng và bảo quản**

#### ***Công dụng***

Thạch cao là chất kết dính chỉ rắn và giữ được độ bền trong không khí, nhưng có độ bóng, mịn, đẹp do đó được dùng để chế tạo vữa trát ở nơi khô ráo, làm mô hình hay vữa trang trí.

#### ***Bảo quản***

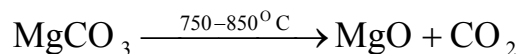
Thạch cao ở dạng bột mịn do đó nếu dự trữ lâu và bảo quản không tốt thạch cao sẽ hút ẩm làm giảm cường độ chịu lực. Để chống ẩm cho thạch cao ta phải bảo quản bằng cách chứa bột thạch cao trong các bao kín có lớp cách nước và để trong kho nơi khô ráo.

### **4.4. Một số loại chất kết dính vô cơ khác rắn trong không khí**

#### **4.4.1. Chất kết dính magie**

##### ***Khái niệm***

Chất kết dính magie thường ở dạng bột mịn có thành phần chủ yếu là oxyt magie ( $\text{MgO}$ ), được sản xuất bằng cách nung đá magiezit  $\text{MgCO}_3$  hoặc đá đolômit ( $\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$ ) ở nhiệt độ  $750 - 850$  °C.



### **Tính chất**

Khi nhào trộn chất kết dính magie với nước thì quá trình rắn chắc xảy ra rất chậm, nhưng nếu nhào trộn với dung dịch clorua magie hoặc các loại muối magie khác thì quá trình cứng rắn xảy ra nhanh hơn và làm tăng đáng kể cường độ của chất kết dính, vì sản phẩm thủy hóa ngoài  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  còn có cả loại muối kép ngậm nước  $3\text{MgO}.\text{MgCl}_2.6\text{H}_2\text{O}$ .

Cường độ chịu lực của chất kết dính magie tương đối cao, tùy thuộc vào thành phần khoáng của nó mà cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày đạt 100 - 600  $\text{kG/cm}^2$ .

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

### **Công dụng**

Chất kết dính magie được dùng để sản xuất các tấm cách nhiệt, tấm lát, tấm ốp bên trong nhà.

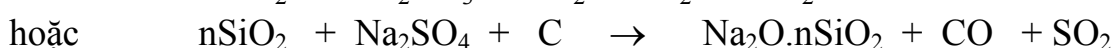
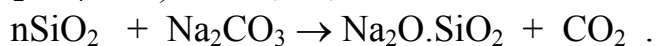
## **4.4.2. Thủy tinh lỏng**

### **Khái niệm**

Thủy tinh lỏng là chất kết dính vô cơ rắn trong không khí có thành phần là  $\text{Na}_2\text{O}.n\text{SiO}_2$  hoặc  $\text{K}_2\text{O}.m\text{SiO}_2$ .

Trong đó : n; m là môđun silicat;  $n = 2,5 - 3$  ,  $m = 3 - 4$  .

Thủy tinh lỏng natri rẻ hơn nên trong thực tế nó được dùng rộng rãi hơn. Thủy tinh lỏng natri được sản xuất bằng cách nung cát thạch anh  $\text{SiO}_2$  với  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (hoặc  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{C}$  ) ở nhiệt độ 1300 - 1400 $^\circ\text{C}$ .



Sau đó hỗn hợp được cho vào thiết bị chứa hơi nước ở áp suất 3 - 8 atm để tạo thành thủy tinh lỏng.

### **Tính chất**

Thủy tinh lỏng có khối lượng riêng 1,3 - 1,5  $\text{g/cm}^3$ , tồn tại ở dạng keo trong suốt không màu.

Thủy tinh lỏng không cháy, không mục nát , bền với tác dụng của axit.

### **Công dụng**

Thủy tinh lỏng dùng để sản xuất vữa hay bê tông chịu axit, xây dựng các bộ phận của công trình trực tiếp tiếp xúc với axit.

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

## **4.4.3. Chất kết dính hỗn hợp**

### **Khái niệm**

Chất kết dính hỗn hợp rất đa dạng. Trong xây dựng chất kết dính hỗn hợp được sử dụng ở dạng hỗn hợp của vôi và phụ gia vô cơ hoạt tính nghiền mịn,

chúng được sản xuất bằng cách nghiền chung vôi sống với phụ gia hoạt tính hoặc trộn lẫn vôi nhuyễn với phụ gia nghiền mịn.

Phụ gia vô cơ hoạt tính có hai nhóm chính.

*Phụ gia vô cơ hoạt tính thiên nhiên:* diatômít, Trepén, túp núi lửa, tro núi lửa.

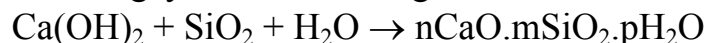
*Phụ gia hoạt tính nhân tạo:* Tro xỉ trong công nghiệp nhiệt điện hoặc luyện kim.

Nói chung phụ gia vô cơ hoạt tính là những loại vật liệu chứa nhiều  $\text{SiO}_2$  vô định hình. Độ hoạt tính của chúng được đánh giá thông qua độ hút vôi.

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

#### **Tính chất**

Chất kết dính hỗn hợp có cường độ tương đối cao nhờ có phản ứng tạo ra silicat canxi ngậm nước ở nhiệt độ thường



Khoáng  $n\text{CaO} \cdot m\text{SiO}_2 \cdot p\text{H}_2\text{O}$  (viết tắt CSH) là khoáng bền nước hơn các sản phẩm tạo thành khi vôi rắn chắc trong không khí.

#### **Công dụng**

Chất kết dính hỗn hợp có khả năng bền nước tốt hơn vôi không khí, do đó phạm vi sử dụng của nó rộng rãi hơn. Có thể dùng chúng để chế tạo bê tông mác thấp, vữa xây dựng trong môi trường không khí và cả môi trường ẩm ướt.

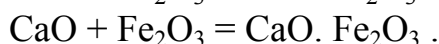
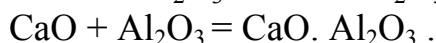
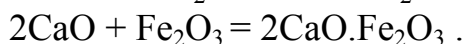
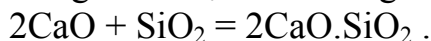
### **4.5. Vôi thủy**

#### **4.5.1. Khái niệm**

Vôi thủy là chất kết dính vô cơ không những có khả năng rắn chắc trong không khí mà còn có khả năng rắn chắc trong nước, nhưng mức độ rắn chắc trong nước yếu hơn nhiều so với xi măng pooc lăng.

Vôi thủy được sản xuất bằng cách nung đá mácnơ (chứa nhiều sét 6-20%) ở nhiệt độ 900 - 1100<sup>0</sup>C.

Ở nhiệt độ 900<sup>0</sup>C đầu tiên đá vôi bị phân hủy tạo ra CaO, sau đó CaO tác dụng với  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  có trong sét để tạo ra khoáng mới theo phản ứng :



Nếu trong đá vôi có lẫn tạp chất  $\text{MgCO}_3$  thì trong thành phần của vôi thủy còn có MgO.

Như vậy sau khi nung trong thành phần của vôi thủy gồm có:

- $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  ( $\text{C}_2\text{S}$ );
- $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $\text{C}_2\text{F}$ );
- $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  (CA);
- $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  (CF);
- CaO và MgO .

Nhờ có khoáng  $C_2S$ ,  $C_2F$ ,  $CA$  và  $CF$  mà vôi thủy rắn chắc được trong môi trường ẩm ướt và trong nước.

Thành phần  $CaO$  và  $MgO$  không rắn chắc được trong môi trường nước nhưng nó làm cho vôi thủy dễ tôi hơn.

#### 4.5.2. Tính chất

##### **Khối lượng riêng, khối lượng thể tích**

Khối lượng riêng :  $\rho = 2200 - 3000 \text{ kg/m}^3$ .

Khối lượng thể tích :  $\rho_v = 500 - 800 \text{ kg/m}^3$ .

##### **Độ mịn**

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

##### **Khả năng rắn chắc trong nước**

Khả năng rắn chắc trong nước của vôi thủy yếu hơn xi măng và phụ thuộc vào hàm lượng các khoáng  $C_2S$ ;  $C_2F$ ;  $CA$ ;  $CF$ , các khoáng này càng nhiều thì khả năng rắn chắc trong nước càng mạnh.

##### **Cường độ chịu lực**

Khả năng chịu lực của vôi thủy cao hơn vôi không khí nhưng thấp hơn xi măng pooc lăng và được đánh giá thông qua cường độ chịu nén.

Cường độ chịu nén của vôi thủy thường từ  $20 - 50 \text{ kG/cm}^2$ .

Giới hạn cường độ nén của vôi thủy là cường độ nén trung bình của các mẫu thí nghiệm hình lập phương có cạnh  $7,07 \text{ cm}$  được chế tạo bằng vữa vôi thủy: cát, tỷ lệ 1:3 (theo khối lượng) ở tuổi 28 ngày.

Cách xác định cường độ nén của vôi thủy như sau:

Trộn  $900\text{g}$  bột vôi thủy với  $2700\text{g}$  cát thông thường và  $360 \text{ g}$  nước. Cho hỗn hợp vữa vào 3 khuôn mẫu hình lập phương cạnh  $7,07\text{cm}$  thành 2 lớp, đầm chặt, gạt bằng và miết phẳng bề mặt các mẫu. Để các khuôn mẫu trong thùng dưỡng hộ ẩm  $24 \pm 2$  giờ, sau đó tháo khuôn và dưỡng hộ ẩm 6 ngày, ngâm tiếp trong nước thêm 21 ngày nữa.

Sau 28 ngày kể từ ngày đúc mẫu được vớt lên lau khô bằng vải rồi đem thí nghiệm xác định cường độ chịu nén.

#### 4.5.3. Công dụng và bảo quản

##### **Công dụng**

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

Trước khi cho vữa vôi thủy tiếp xúc với môi trường nước phải để trong môi trường không khí 2- 5 ngày (nếu là vôi thủy mạnh), 2 - 3 tuần (nếu là vôi thủy yếu) sau đó mới cho tiếp xúc với nước để thành phần  $CaO$  rắn chắc theo cách cacbonat hóa.

### **Bảo quản**

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

## **4.6. Xi măng pooc lăng**

### **4.6.1. Khái niệm**

Xi măng pooc lăng là chất kết dính rắn trong nước, chứa khoảng 70 - 80% silicat canxi nên còn có tên gọi là xi măng silicat. Nó là sản phẩm nghiền mịn của clinke với phụ gia đá thạch cao (3 - 5%).

Đá thạch cao có tác dụng điều chỉnh tốc độ đông kết của xi măng để phù hợp với thời gian thi công.

### **Clinke**

Clinke thường ở dạng hạt có đường kính 10 - 40 mm được sản xuất bằng cách nung hỗn hợp đá vôi, đất sét và quặng sắt đã nghiền mịn đến nhiệt độ kết khối (khoảng 1450°C).

Chất lượng clinke phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, hóa học và công nghệ sản xuất. Tính chất của xi măng do chất lượng clinke quyết định.

### **Thành phần hóa học**

Thành phần hóa học của clinke biểu thị bằng hàm lượng (%) các oxyt có trong clinke, giao động trong giới hạn sau:

CaO: 63 - 66%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 4 - 8%; SiO<sub>2</sub>: 21 - 24%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 2 - 4%.

Ngoài ra còn có một số oxyt khác như MgO; SO<sub>3</sub>; K<sub>2</sub>O; Na<sub>2</sub>O; TiO<sub>2</sub>; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,... Chúng chiếm một tỷ lệ không lớn nhưng ít nhiều đều có hại cho xi măng.

Thành phần hóa học của clinke thay đổi thì tính chất của xi măng cũng thay đổi. Ví dụ: Tăng CaO thì xi măng thường rắn nhanh nhưng kém bền nước, tăng SiO<sub>2</sub> thì ngược lại.

### **Thành phần khoáng vật**

Trong quá trình nung đến nhiệt độ kết khối các oxyt chủ yếu kết hợp lại tạo thành các khoáng vật silicat canxi, aluminat canxi, alumôferit canxi ở dạng cấu trúc tinh thể hoặc vô định hình.

Clinke có 4 khoáng vật chính như sau :

*Alit* : silicat canxi : 3CaO.SiO<sub>2</sub> ( viết tắt là C<sub>3</sub>S).

Chiếm hàm lượng 45 - 60% trong clinke.

Alit là khoáng quan trọng nhất của clinke, nó quyết định cường độ và các tính chất khác của xi măng.

Đặc điểm: Tốc độ rắn chắc nhanh, cường độ cao, tỏa nhiều nhiệt, dễ bị ăn mòn.

*Bêlit* : silicat canxi 2CaO.SiO<sub>2</sub> (viết tắt là C<sub>2</sub>S).

Chiếm hàm lượng 20 - 30% trong clinke.

Bêlit là khoáng quan trọng thứ hai của clinke.

Đặc điểm: Rắn chắc chậm nhưng đạt cường độ cao ở tuổi muộn, tỏa nhiệt ít, ít bị ăn mòn.

*Aluminat canxi* :  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  (viết tắt là  $\text{C}_3\text{A}$  ).

Chiếm hàm lượng 4 - 12 % trong clinke.

Đặc điểm: Rắn chắc rất nhanh nhưng cường độ rất thấp, tỏa nhiệt rất nhiều và rất dễ bị ăn mòn.

*Feroaluminat canxi* :  $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  ( viết tắt là  $\text{C}_4\text{AF}$  ).

Chiếm hàm lượng 10 - 12% trong clinke.

Đặc điểm: Tốc độ rắn chắc, cường độ chịu lực, nhiệt lượng tỏa ra và khả năng chống ăn mòn đều trung bình.

Ngoài các khoáng vật chính trên trong clinke còn có một số thành phần khác như  $\text{CaO}$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{MgO}$ ;  $\text{K}_2\text{O}$  và  $\text{Na}_2\text{O}$ , tổng hàm lượng các thành phần này khoảng 5-15% và có ảnh hưởng xấu đến tính chất của xi măng làm cho xi măng kém bền nước.

Khi hàm lượng các khoáng thay đổi thì tính chất của xi măng cũng thay đổi theo.

Ví dụ: Khi hàm lượng  $\text{C}_3\text{S}$  nhiều lên thì xi măng rắn càng nhanh, cường độ càng cao. Nhưng nếu hàm lượng  $\text{C}_3\text{A}$  tăng thì xi măng rắn rất nhanh và dễ gây nứt cho công trình.

#### **4.6.2. Sơ lược quá trình sản xuất**

##### ***Nguyên liệu sản xuất***

Nguyên liệu sản xuất clinke là đá vôi có hàm lượng canxi lớn như đá vôi đặc, đá phấn, đá macnơ và đất sét. Trung bình để sản xuất 1 tấn xi măng cần khoảng 1,5 tấn nguyên liệu. Tỷ lệ giữa thành phần đá vôi và đất sét vào khoảng 3 : 1 .

Ngoài hai thành phần chính là đá vôi và đất sét người ta có thể cho thêm vào thành phần phối liệu các nguyên liệu phụ để điều chỉnh thành phần hóa học, nhiệt độ kết khối và kết tinh của các khoáng.

Ví dụ: Cho trepen để tăng hàm lượng  $\text{SiO}_2$  , cho quặng sắt để tăng  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,...

Nhiên liệu chủ yếu và hiệu quả nhất trong sản xuất xi măng ở nhiều nước là khí thiên nhiên có nhiệt trị cao. Ở nước ta nhiên liệu được dùng phổ biến nhất là than và dầu.

##### ***Các giai đoạn của quá trình sản xuất***

Quá trình sản xuất xi măng gồm các công đoạn chuẩn bị phối liệu, nung và nghiền. Sơ đồ công nghệ sản xuất xi măng pococ lăng được tóm tắt trên hình 4-2

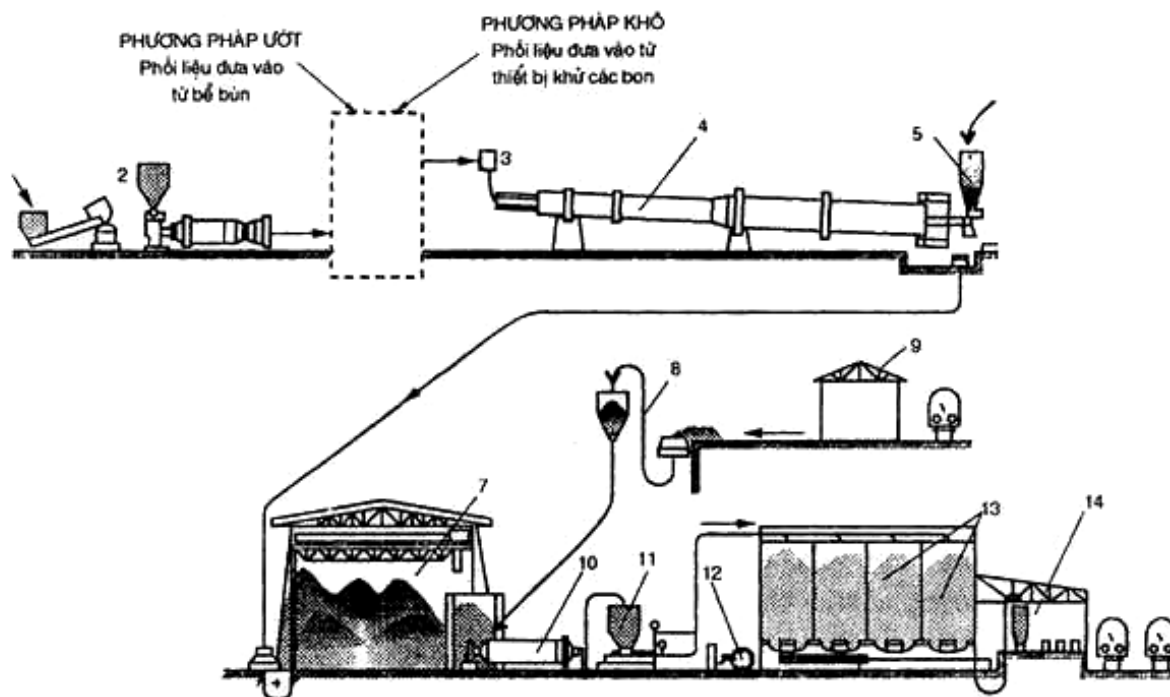
##### **Chuẩn bị phối liệu**

Gồm có khâu nghiền mịn, nhào trộn hỗn hợp với tỷ lệ yêu cầu để đảm bảo cho các phản ứng hóa học được xảy ra và clinke có chất lượng đồng nhất.

Thông thường có hai phương pháp chuẩn bị phối liệu: Khô và ướt.

*Phương pháp khô*: Khâu nghiền và trộn đều thực hiện ở trạng thái khô hoặc đã sấy trước. Đá vôi và đất sét được nghiền và sấy đồng thời cho đến độ ẩm 1-2% trong máy nghiền bi. Sau khi nghiền, bột phối liệu được đưa vào xi lô để kiểm tra hiệu chỉnh lại thành phần và để dự trữ đảm bảo cho lò nung làm việc liên tục.

Khi chuẩn bị phối liệu bằng phương pháp khô thì quá trình nung tốn ít nhiệt, mặt bằng sản xuất gọn nhưng thành phần hỗn hợp khó đồng đều ảnh hưởng tới chất lượng xi măng. Phương pháp này thích hợp khi đá vôi và đất sét có độ ẩm thấp (10 - 15%).



**Hình 4-2:** Sơ đồ sản xuất xi măng poocăngt bằng phương pháp ướt  
1. Đất sét, đá vôi từ mỏ về; 2. Chuẩn bị phối liệu; 3. Định lượng; 4. Lò quay;  
5. Truyền nhiên liệu; 6. Chuyển Clinke; 7. Kho Clinke;

**Phương pháp ướt:** Đất sét được máy khuấy tạo huyền phù sét, đá vôi được đập nhỏ rồi cho vào nghiền chung với đất sét ở trạng thái lỏng (lượng nước chiếm 35-45%) trong máy nghiền bi cho đến khi độ mịn đạt yêu cầu. Từ máy nghiền hỗn hợp được bơm vào bể bùn để kiểm tra và điều chỉnh thành phần trước khi cho vào lò nung.

Khi chuẩn bị phối liệu bằng phương pháp ướt thì thành phần của hỗn hợp đồng đều, chất lượng xi măng tốt nhưng quá trình nung tốn nhiều nhiệt. Phương pháp này thích hợp khi đá vôi và đất sét có độ ẩm lớn.

### **Nung**

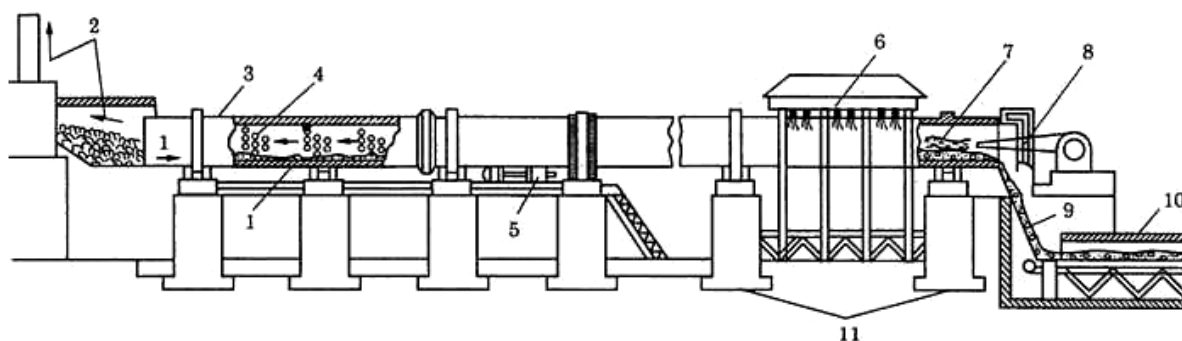
Quá trình nung phối liệu được thực hiện chủ yếu trong lò quay. Nếu nguyên liệu chuẩn bị theo phương pháp khô có thể nung trong lò đứng. Lò quay là ống trụ bằng thép đặt nghiêng 3-4°, trong lót bằng vật liệu chịu lửa (hình 4 - 3).

Chiều dài lò 95-185m, đường kính 5-7m.

Lò quay làm việc theo nguyên tắc ngược chiều. Hỗn hợp nguyên liệu được đưa vào đầu cao, khí nóng được phun lên từ đầu thấp.

Khi lò quay, phối liệu được chuyển dần xuống và tiếp xúc với các vùng có nhiệt độ khác nhau, tạo ra những quá trình hóa lý phù hợp để cuối cùng hình thành clinke. Tốc độ quay của lò 1 - 2 vòng/phút.

Clinke khi ra khỏi lò ở dạng màu sẫm hoặc vàng xám được làm nguội từ  $1000^{\circ}\text{C}$  xuống đến  $100 - 200^{\circ}\text{C}$  trong các thiết bị làm nguội bằng không khí rồi giữ trong kho 1- 2 tuần.

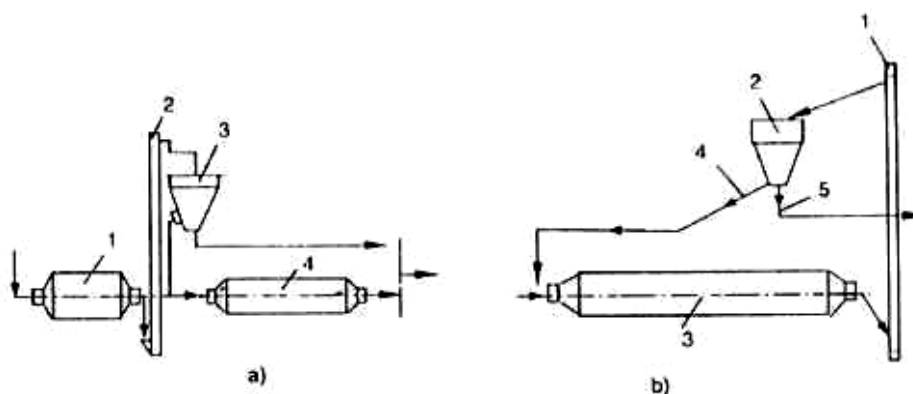


**Hình 4 - 3 :** Sơ đồ lò quay sản xuất xi măng theo phương pháp ướt  
 1 - Hồn hợp phối liệu; 2 - Khí nóng; 3 - Lò quay; 4 - Xích treo; 5 - Truyền động;  
 6 - Nước làm nguội vùng kết khối của lò; 7 - Ngọn lư; 8 - Truyền nhiên liệu;  
 9 - Clinke; 10 - Làm nguội; 11 - Gối đỡ.

### Nghiền

Việc nghiền clinke thành bột mịn được thực hiện trong máy nghiền bi làm việc theo chu trình hở hoặc chu trình kín. Máy nghiền bi là ống hình trụ bằng thép bên trong có những vách ngăn thép để chia máy ra nhiều buồng. Máy nghiền loại lớn có kích thước 3,95 x 11 m (năng suất 100T/giờ) và 4,6 x 16,4 m (năng suất 135t/giờ).

Sơ đồ nghiền clinke được thể hiện trên hình 4-4.



**Hình 4-4:** 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

Clinke được nghiền dưới tác dụng của 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 xuống va đập và chà sát làm vụn hạt vật liệu (clinke, thạch cao và phụ gia).

Xi măng sau khi nghiền có nhiệt độ  $80 - 120^{\circ}\text{C}$  được hệ thống vận chuyển bằng khí nén đưa lên xilô. Xilô là bể chứa bằng bê tông cốt thép đường kính 8 - 15 m, cao 25 - 30m, những xilô lớn có thể chứa được 4000 - 10000 tấn xi măng.