

# 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 (opon). 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...

Thành phần các pha biến đổi trong quá trình công nghệ và dưới sự tác động của môi trường. Sự thay đổi pha làm cho tính chất của vật liệu cùng thay đổi. Ví dụ nước chứa nhiều trong các lỗ rỗng của vật liệu sẽ ảnh hưởng xấu đến tính chất nhiệt, âm và cường độ của vật liệu, làm cho vật liệu bị nở ra v.v...

Ngoài vật liệu rắn, trong xây dựng còn loại vật liệu phổ biến ở trạng thái nhớt dẻo. Các chất kết dính khi nhào trộn với dung môi (thường là nước), khi chưa rắn chắc có cấu trúc phức tạp và biến đổi theo thời gian: giai đoạn đầu ở trạng thái dung dịch, sau đó ở trạng thái keo. Trạng thái này quyết định các tính chất chủ yếu của hỗn hợp. Trong hệ keo, mỗi hạt keo gồm có nhân keo, lớp hấp thụ và ngoài cùng là lớp khuếch tán. Chúng được liên kết với nhau bằng các lực phân tử, lực ma sát, lực mao dẫn, v.v... mỗi loại chất kết dính khi nhào trộn với dung môi thích hợp sẽ cho một hệ keo nhất định.

## 1.2. Tính chất vật lý

### 1.2.1. Các thông số trạng thái

#### *Khối lượng riêng*

Khối lượng riêng của vật liệu là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái hoàn toàn đặc (không có lỗ rỗng).

Khối lượng riêng được ký hiệu bằng  $\rho$  và tính theo công thức :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{g/cm}^3; \text{kg/l}; \text{kg/m}^3$$

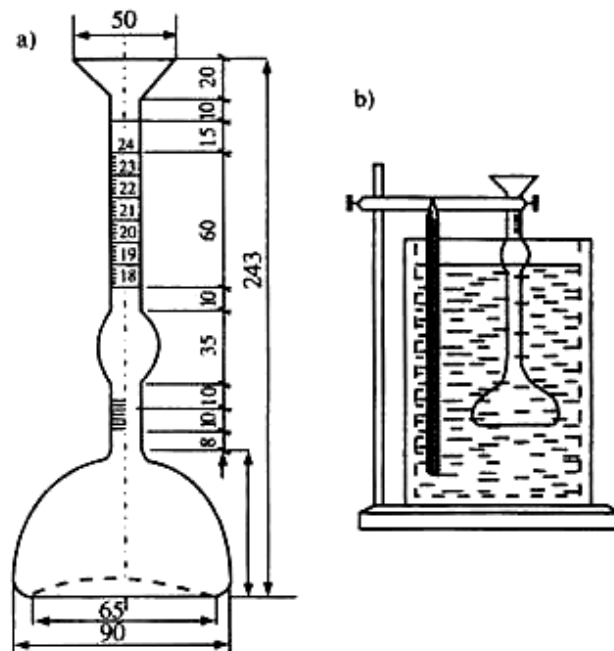
Trong đó :

m : Khối lượng của vật liệu ở trạng thái khô, g, kg

V : Thể tích hoàn toàn đặc của vật liệu,  $\text{cm}^3$ , l,  $\text{m}^3$ .

Tùy theo từng loại vật liệu mà có những phương pháp xác định khác nhau. Đối với vật liệu hoàn toàn đặc như kính, thép v.v...,  $\rho$  được xác định bằng cách cân và đo mẫu thí nghiệm, đối những vật liệu rỗng thì phải nghiền đến cỡ hạt < 0,2 mm và những loại vật liệu rời có cỡ hạt bé (cát, xi măng...) thì  $\rho$  được xác định bằng phương pháp bình tỉ trọng (hình 1.1).

Khối lượng riêng của vật liệu phụ thuộc vào thành phần và cấu trúc vi mô của nó, đối với vật liệu rắn thì nó không phụ thuộc vào thành phần pha. Khối lượng riêng của vật liệu biến đổi trong một



Hình 1-1: Bình tỉ trọng

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.

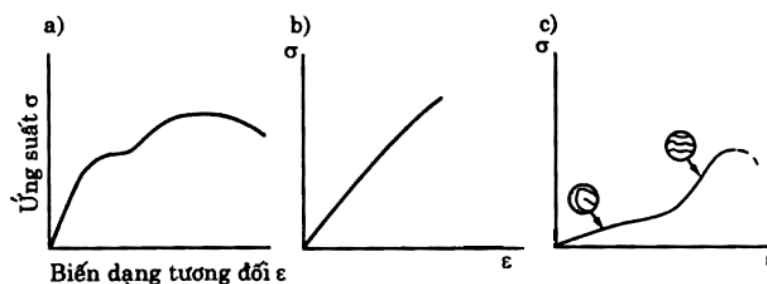
Biến dạng đàn hồi xảy ra khi ngoại lực tác dụng lên vật liệu chưa vượt quá lực tương tác giữa các chất điểm của nó.

#### ***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 .

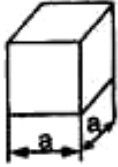
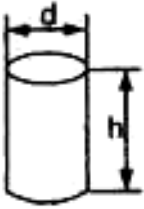
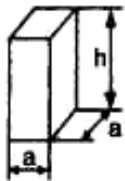
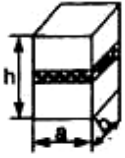
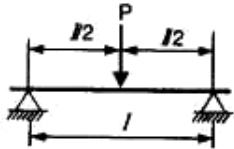
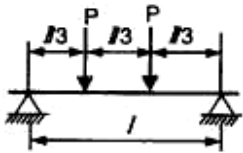
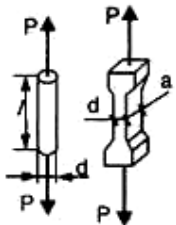
### **Phương pháp xác định**

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:

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

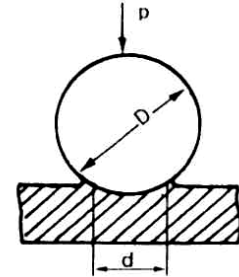
Trong đó :

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 .

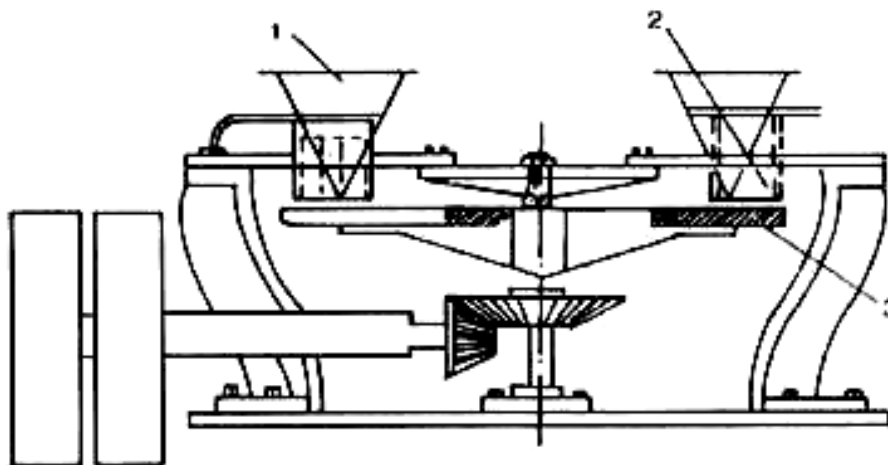


Hình 1-3: Bi Brinen

### 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.

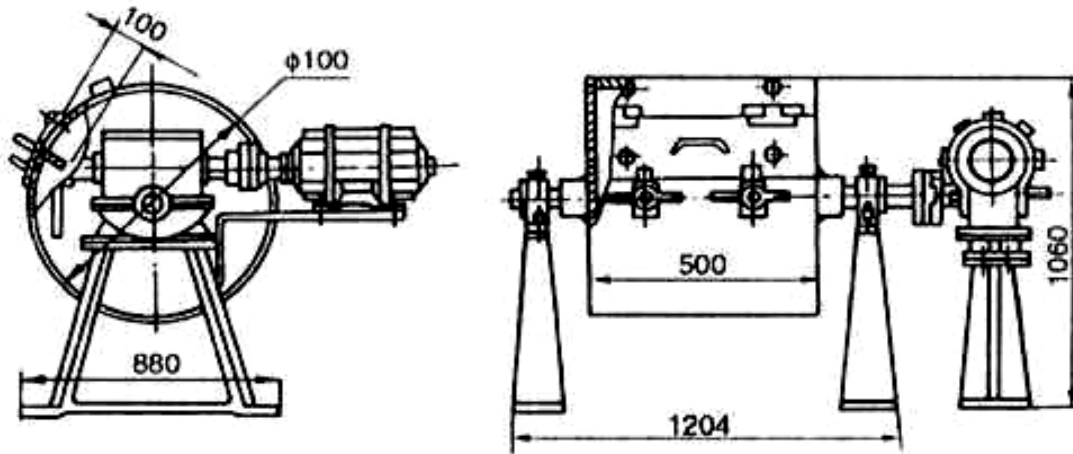
### 1.3.5. Độ hao mòn

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.

Magiêzít ( $MgCO_3$ ) 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.

Montmorionalonit ( $4SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot nH_2O$ ) 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 gonalai (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 lợp 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 lợp 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:

$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$  .

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

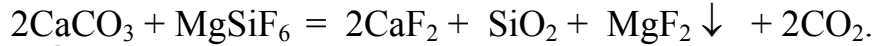
Các dạng ăn mòn trên thường xảy ra đối với các loại đá cacbonat.

*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 GỐM 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 tuy 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  $450^{\circ}\text{C}$ , gạch bị mất nước, tạp chất hữu cơ cháy.

2. *Nung* : Nhiệt độ đến  $1000 - 1050^{\circ}\text{C}$ , 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  $50 - 55^{\circ}\text{C}$ .

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 tuy 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 mức 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 ( $\text{kG/cm}^2$ ) 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  $1600 \text{ kg/m}^3$ . 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  $220 \times 105 \times 90$ ,  $220 \times 105 \times 200$ .

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  $\pm 7 \text{ mm}$ ; theo chiều rộng  $\pm 5 \text{ mm}$ ; theo chiều dày  $\pm 3 \text{ mm}$  .

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  $\lambda$  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 gồm 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:

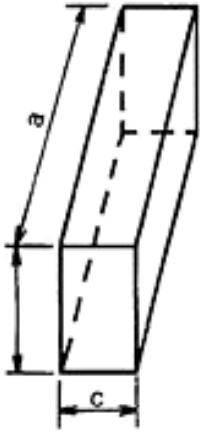
- Chịu lửa trung bình: có độ chịu lửa từ 1580 - 1770°C.
- Chịu lửa cao: có độ chịu lửa từ 1770 - 2000°C.
- Chịu lửa rất cao: có độ chịu lửa lớn hơn 2000°C.

**Bảng 3 - 4**

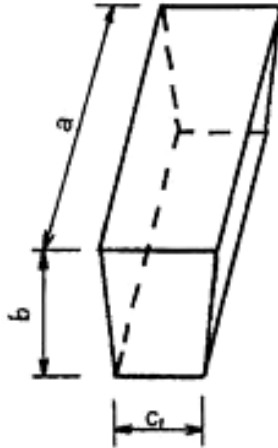
Kiểu gạch	Kích thước, mm			
	a	b	c	c <sub>1</sub>
Gạch chữ nhật	230	113	20	
	230	113	30	
	230	113	40	
	230	113	65	
Gạch vát dọc	230	113	65	45
	230	113	65	55
	230	113	75	55
	230	113	75	65
Gạch vát ngang	113	230	65	45
	113	230	65	50
	113	230	65	55
	113	230	75	35
	113	230	75	65

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 qui định theo TCVN 4710 - 1989 như bảng 3-4 và hình 3-1, 3-2 và 3-3.

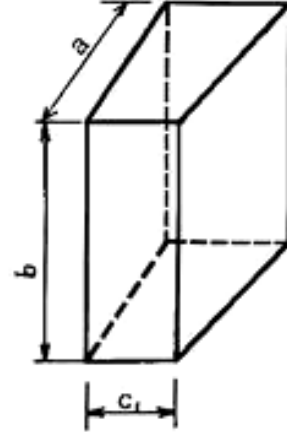
Gạch chịu lửa có nhiều loại và được sản xuất từ nhiều loại nguyên liệu khác nhau.



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

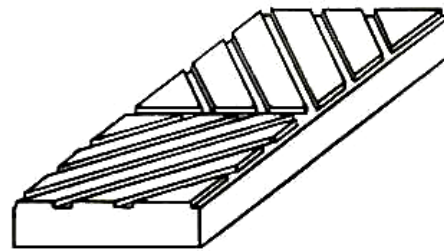
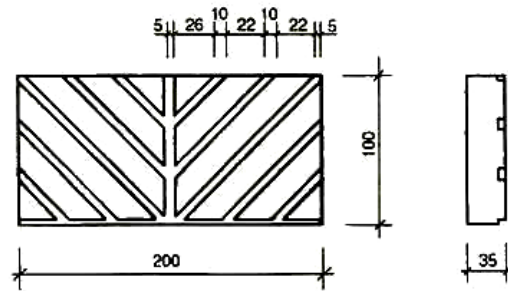


gạch có kích thước 200 x 100 x 35mm, sai lệch cho phép của kích thước không được vượt quá:

- 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, $\text{g}/\text{cm}^2$	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 BIb 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 BIb được qui định như sau:*

**Bảng 3-6**

Tên chỉ tiêu	Diện tích bề mặt của sản phẩm, $\text{S}, \text{cm}^2$		
	$90 < S \leq 190$	$190 < S \leq 410$	$S > 410$
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 BIb*

**Bảng 3-7**

Tên chỉ tiêu	Mức
1. Độ hút nước, %, không lớn hơn - Trung bình - Của mẫu cao nhất	$0,5 < E \leq 3$ 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 BIb*

**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 BIIb*

**Bảng 3-9**

Tên chỉ tiêu	Mức
1. Độ hút nước, %, không lớn hơn - Trung bình - Của mẫu cao nhất	$6 < E \leq 10$ 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:  $\pm 5$  mm
- Theo chiều rộng:  $\pm 5$ mm
- Theo chiều dày:  $\pm 2$ mm

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**

<b>Chỉ tiêu</b>	<b>Loại I</b>	<b>Loại II</b>
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 :*

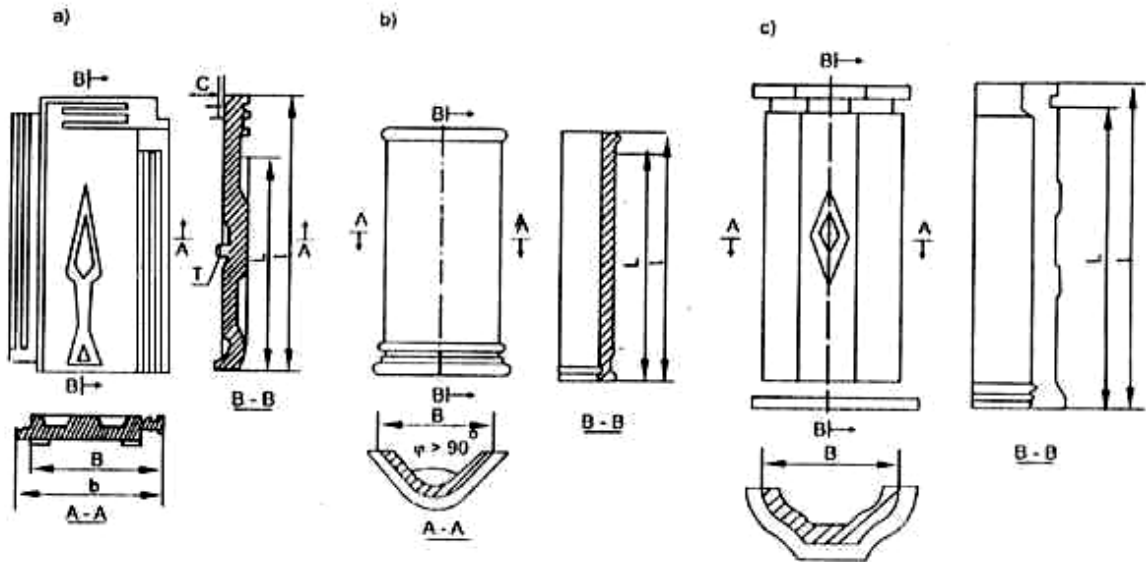
Loại ngói phổ biến hiện nay là ngói có gờ và ngói úp. Loại ngói gờ thường có 3 loại: 13 v/m<sup>2</sup> (420x260); 16 v/m<sup>2</sup> (420 x 205) và 22 v/m<sup>2</sup>.

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**

<b>Kiểu ngói</b>	<b>Kích thước đủ , mm</b>	<b>Kích thước có ích , mm</b>		
	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 xâu 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.

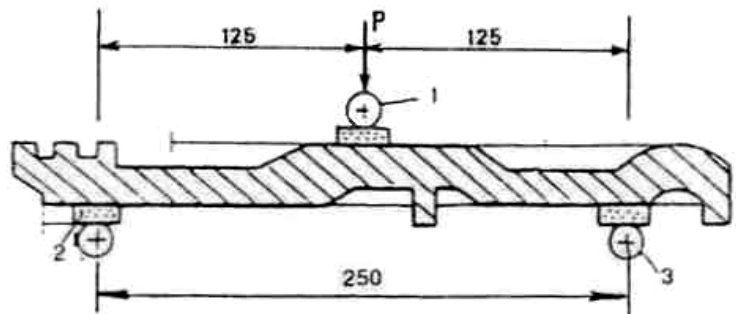
Các chỉ tiêu cơ lý của ngói phải phù hợp với quy định sau :

- 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

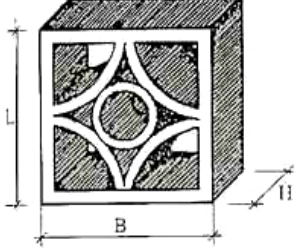
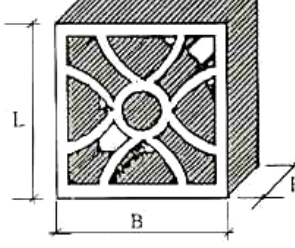
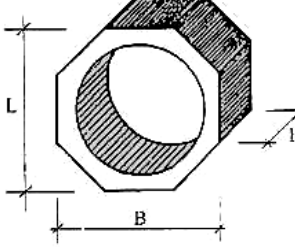
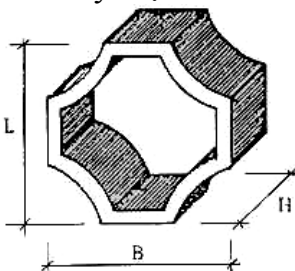
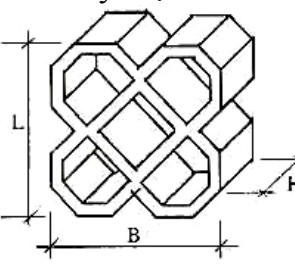
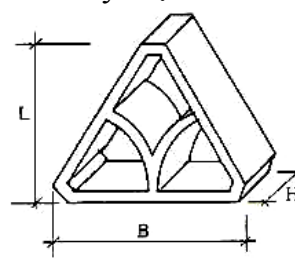
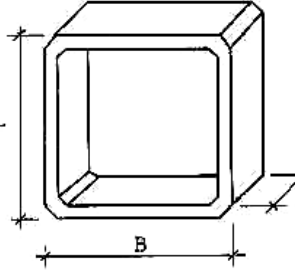
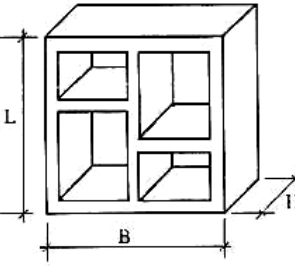
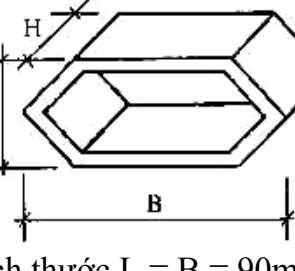
*Chậu rửa* có chân đỡ hoặc không có chân đỡ.

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.

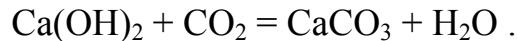
Ngoài ra vôi còn được dùng để sản xuất gạch silicat hoặc quét trần, quét tường, là lớp trang trí và bảo vệ vật liệu phía trong.

### **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:

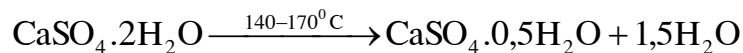


Khi vôi bị hóa đá (CaCO<sub>3</sub>), chất lượng vôi sẽ giảm, vôi ít dẻo khả năng liên kết kém.

## **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 :

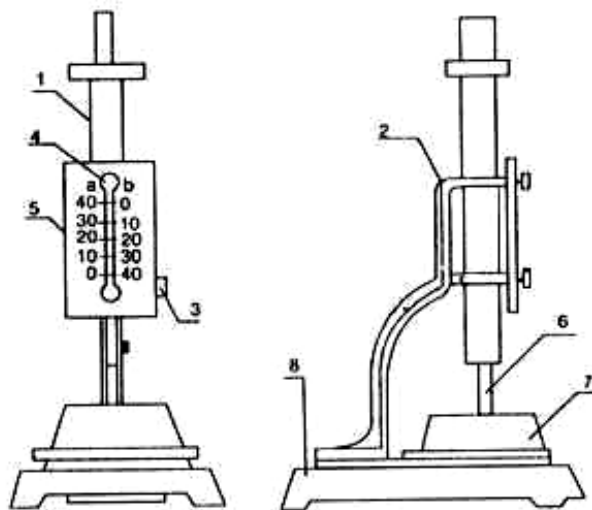
*Dụng cụ thử:* Là máy cắm kim vika (hình 4-1) gồm bộ phận chính là thanh chạy có gắn kim chỉ thị di chuyển theo phương thẳng đứng bên cạnh thước khắc độ từ 0 đến 40 mm gắn trên giá. Ở đầu dưới thanh chạy gắn một cái kim thép đường kính 1,1mm, chiều dài 50 mm, khối lượng của thanh và kim bằng 120 g.

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.

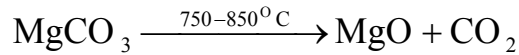
### **4.4. Một số loại chất kết dính vô cơ khác rắn trong không khí**

#### **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  $\text{Mg(OH)}_2$  còn có cả loại muối kép ngậm nước  $3\text{MgO.MgCl}_2.6\text{H}_2\text{O}$ .

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.

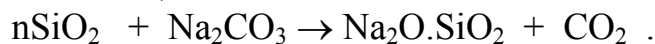
## **4.4.2. Thủy tinh lỏng**

### **Khái niệm**

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

*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.

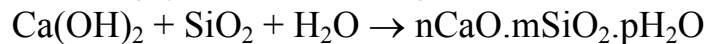
*Phụ gia hoạt tính nhân tạo:* Tro xỉ trong công nghiệp nhiệt điện hoặc luyện kim.

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 ngay 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.

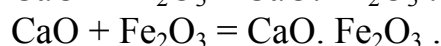
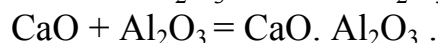
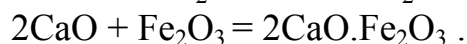
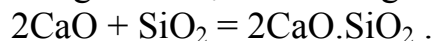
## **4.5. Vôi thủy**

### **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 poc lăng được tóm tắt trên hình 4-2

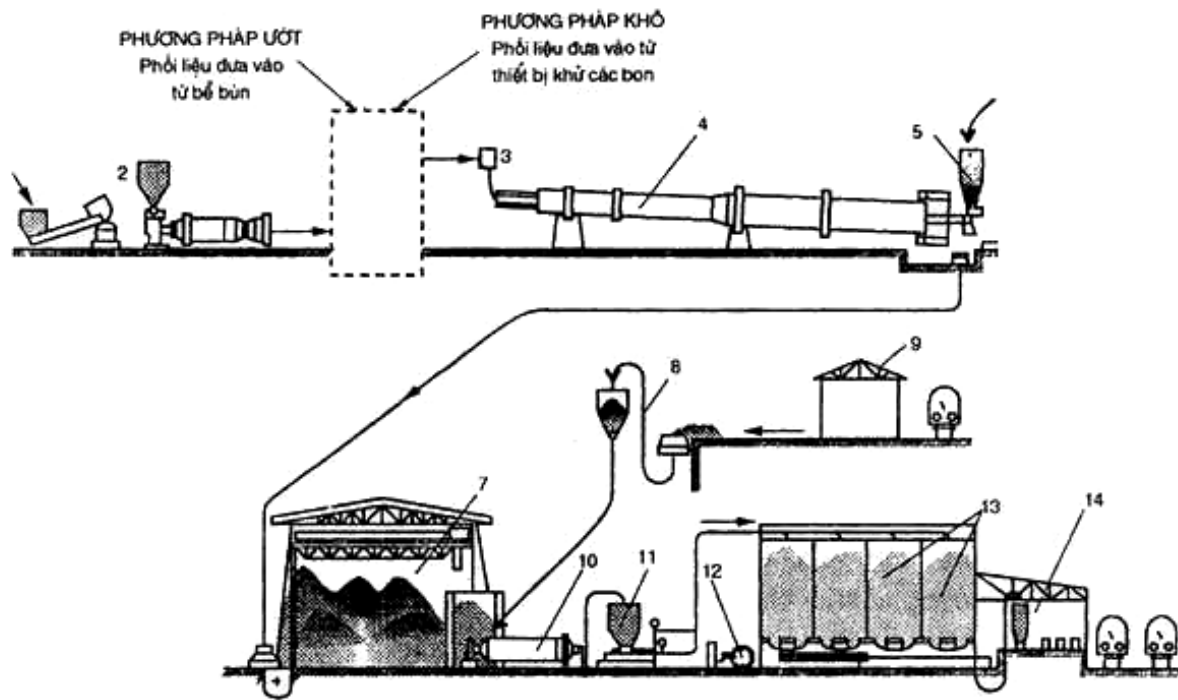
##### **Chuẩn bị phối liệu**

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**

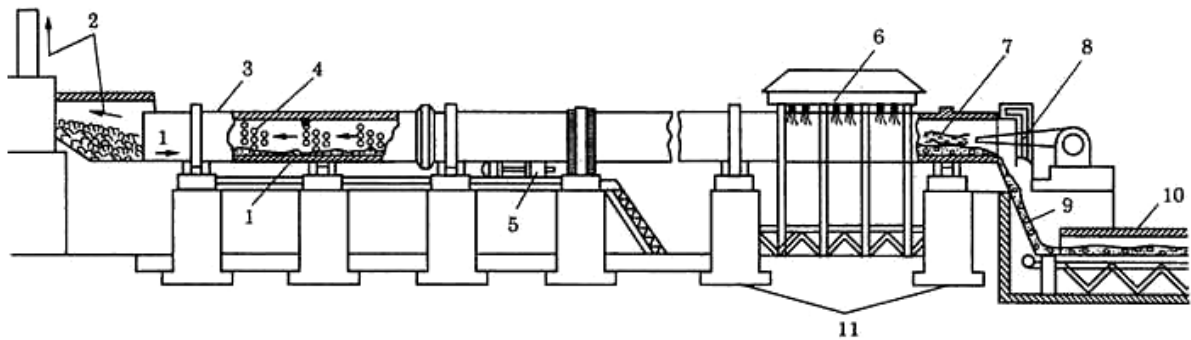
Quá trình nung phối liệu được thực hiện chủ yếu trong lò quay. Nếu nguyên liệu chuẩn bị theo phương pháp khô có thể nung trong lò đứng. Lò quay là ống trụ bằng thép đặt nghiêng 3-4°, trong lót bằng vật liệu chịu lửa (hình 4 - 3).

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.

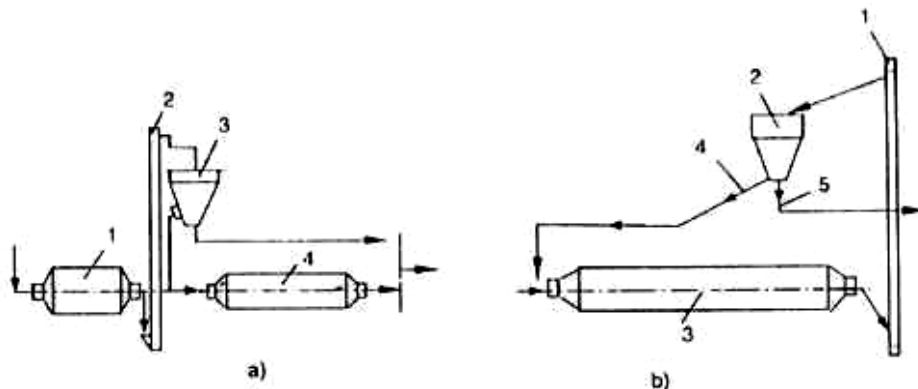


**Hình 4 - 3 :** Sơ đồ lò quay sản xuất xi măng theo phương pháp ướt  
 1 - Hồn hợp phối liệu; 2 - Khí nóng; 3 - Lò quay; 4 - Xích treo; 5 - Truyền động;  
 6 - Nước làm nguội vùng kết khối của lò; 7 - Ngon lư; 8 - Truyền nhiên liệu;  
 9 - Clinke; 10 - Làm nguội; 11 - Gối đỡ.

### 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.

### 4.6.3. Lý thuyết về sự rắn chắc của xi măng.

#### **Phản ứng thuỷ hoá**

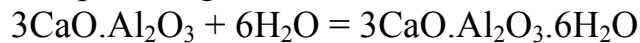
Khi nhào trộn xi măng với nước, ở giai đoạn đầu xảy ra quá trình tác dụng nhanh của khoáng alit với nước tạo ra hydrosilicat canxi và hydroxit canxi.



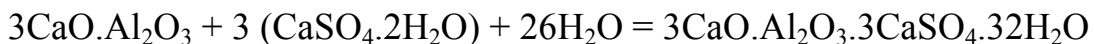
Vì đã có hydroxit canxi tách ra từ khoáng alit nên khoáng belit thuỷ hoá chậm hơn alit và tách ra ít  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  hơn. :



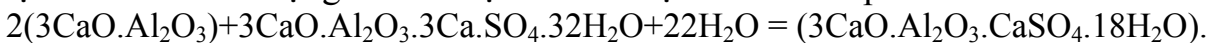
Hydrosilicat canxi hình thành khi thuỷ hoá hoàn toàn đơn khoáng silicat tricanxi ở trạng thái cân bằng với dung dịch bão hoà hydroxit canxi. Tỷ lệ  $\text{CaO}/\text{SiO}_2$  trong các hydrosilicat trong hồ xi măng có thể thay đổi phụ thuộc vào thành phần vật liệu, điều kiện rắn chắc và các yếu tố khác. Pha chứa alumô chủ yếu trong xi măng là aluminat tricanxi  $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$ , đây là pha hoạt động nhất. Ngay sau khi trộn với nước, trên bề mặt các hạt xi măng đã có lớp sản phẩm xốp, không bền có tinh thể dạng tấm mỏng lục giác của  $4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{9H}_2\text{O}$  và  $2.\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{8H}_2\text{O}$ . Cấu trúc dạng tơ xốp này làm giảm độ bền nước của xi măng. Dạng ổn định của nó là hydroaluminat 6 nước có tinh thể hình lập phương được tạo thành từ phản ứng:



Để làm chậm quá trình đông kết khi nghiền clinke cần cho thêm một lượng đá thạch cao (3% ÷ 5% so với khối lượng xi măng). Sunfat canxi sẽ đóng vai trò là chất hoạt động hoá học của xi măng, tác dụng với aluminat tricanxi ngay từ đầu để tạo thành sunfoaluminat canxi ngậm nước (khoáng etringit) :



Trong dung dịch bão hoà  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , ngay từ đầu etringit sẽ tách ra ở dạng keo phân tán mịn đọng lại trên bề mặt  $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$  làm chậm sự thuỷ hoá của nó và kéo dài thời gian đông kết của xi măng. Sự kết tinh của  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  từ dung dịch quá bão hoà sẽ làm giảm nồng độ hydroxit canxi trong dung dịch và etringit chuyển sang tinh thể dạng sợi, tạo ra cường độ ban đầu cho xi măng. Etringit có thể tích lớn gấp 2 lần so với thể tích các chất tham gia phản ứng, có tác dụng chèn lấp lỗ rỗng của đá xi măng, làm cường độ và độ ổn định của đá xi măng tăng lên. Cấu trúc của đá xi măng cũng sẽ tốt hơn do hạn chế được những chỗ yếu của hydroaluminat canxi. Sau đó etringit còn tác dụng với  $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$  còn lại sau khi đã tác dụng với đá thạch cao để tạo ra muối kép của sunfat :



Feroaluminat tetracaxi tác dụng với nước tạo ra hydroaluminat và hydroferit canxi :



Hydroferit sẽ nằm lại trong thành phần của gen xi măng, còn hydroaluminat sẽ tác dụng với đá thạch cao như phản ứng trên.

#### **Tính chất và sự hình thành cấu trúc của hồ xi măng**

Hồ xi măng tạo thành sau khi nhào trộn xi măng với nước là loại huyền phù đặc của nước. Trước khi tạo hình hỗn hợp bê tông và bắt đầu đông kết, hồ xi



măng có cấu trúc ngưng tụ. Trong đó những hạt rắn hút nhau bằng lực Vandecvan và liên kết với nhau bằng lớp vỏ hydrat. Cấu trúc này sẽ bị phá huỷ khi có lực cơ học tác dụng (nhào, trộn, rung...) nó trở thành chất lỏng nhớt, dễ tạo hình. Việc chuyển hồ sang trạng thái chảy mang đặc trưng xúc biến, có nghĩa là khi loại bỏ tác dụng của lực cơ học thì liên kết cấu trúc trong hệ lại được phục hồi.

*Tính chất cơ học - cấu trúc* của hồ xi măng tăng theo mức độ thủy hoá xi măng. Thí dụ ứng suất trượt của hồ đo được sau khi nhào trộn là  $0,1\text{kG/cm}^2$ , khi bắt đầu đông kết tăng lên 15 lần ( $1,5\text{kG/cm}^2$ ), còn khi kết thúc đông kết lên 50 lần ( $5\text{kG/cm}^2$ ). Như vậy, hồ xi măng có khả năng thay đổi nhanh tính lưu biến trong khoảng  $1 \div 2$  giờ.

*Sự hình thành cấu trúc của hồ xi măng* và cường độ của nó xảy ra như sau : Những phân tử cấu trúc đầu tiên được hình thành sau khi nhào trộn xi măng với nước là etringit, hydroxit canxi và các sợi gen CSH. Etringit dạng lăng trụ lục giác được tạo thành sau 2 phút, còn mầm tinh thể  $\text{Ca(OH)}_2$  xuất hiện sau vài giờ. Phần gen của hydrosilicat canxi đầu tiên ở dạng ‘bó’. Những lớp gen mỏng tạo thành xen giữa các tinh thể  $\text{Ca(OH)}_2$  làm đặc chắc thêm hồ xi măng.

Đến cuối giai đoạn đông kết cấu trúc cơ bản của hồ xi măng được hình thành làm cho nó biến đổi thành đá xi măng.

### ***Giải thích quá trình rắn chắc của xi măng***

Khi xi măng rắn chắc, các quá trình vật lý và hoá lý phức tạp đi kèm theo các phản ứng hoá học có một ý nghĩa rất lớn và tạo ra sự biến đổi tổng hợp, khiến cho xi măng khi nhào trộn với nước, lúc đầu chỉ là hồ dẻo và sau biến thành đá cứng có cường độ. Tất cả các quá trình tác dụng tương hỗ của từng khoáng với nước để tạo ra những sản phẩm mới xảy ra đồng thời, xen kẽ và ảnh hưởng lẫn nhau. Các sản phẩm mới cũng có thể tác dụng tương hỗ với nhau và với các khoáng khác của clinke để hình thành những liên kết mới. Do đó hồ xi măng là một hệ rất phức tạp cả về cấu trúc thành phần cũng như sự biến đổi. Để giải thích quá trình rắn chắc người ta thường dùng thuyết của Baikov – Rebinder. Theo thuyết này, quá trình rắn chắc của xi măng được chia làm 3 giai đoạn:

*Giai đoạn hoà tan* : Khi nhào trộn xi măng với nước các thành phần khoáng của clinke sẽ tác dụng với nước ngay trên bề mặt hạt xi măng. Những sản phẩm mới tan được  $[\text{Ca(OH)}_2; 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  sẽ tan ra. Nhưng vì độ tan của nó không lớn và lượng nước có hạn nên dung dịch nhanh chóng trở nên quá bão hoà.

*Giai đoạn hoá keo* : Trong dung dịch quá bão hoà, các sản phẩm  $\text{Ca(OH)}_2; 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  mới tạo thành sẽ không tan nữa mà tồn tại ở trạng thái keo. Còn các sản phẩm etringit, CSH vốn không tan nên vẫn tồn tại ở thể keo phân tán. Nước vẫn tiếp tục mất đi (bay hơi, phản ứng với xi măng), các sản phẩm mới tiếp tục tạo thành, tỷ lệ rắn/lỏng ngày một tăng, hỗn hợp mất dần tính dẻo, các sản phẩm ở thể keo liên kết với nhau thành thể ngưng keo.

*Giai đoạn kết tinh* : Nước ở thể ngưng keo vẫn tiếp tục mất đi , các sản phẩm mới ngày càng nhiều. Chúng kết tinh lại thành tinh thể rồi chuyển sang thể liên tinh làm cho cả hệ thống hoá cứng và cường độ tăng.

#### 4.6.4. Tính chất của xi măng pooc lăng

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

*Khối lượng riêng* của xi măng pooc lăng (không có phụ gia khoáng)  $\rho_a = 3,05- 3.15 \text{ g/cm}^3$ .

*Khối lượng thể tích* có giá trị dao động khá lớn tùy thuộc vào độ lèn chặt, đối với bột xi măng ở trạng thái xốp tự nhiên  $\rho_v = 1100\text{kg/m}^3$ , lèn chặt trung bình  $\rho_v = 1300 \text{ kg/m}^3$ , lèn chặt mạnh  $\rho_v = 1600\text{kg/m}^3$ .

##### **Độ mịn**

Xi măng có độ mịn cao sẽ dễ tác dụng với nước, các phản ứng thủy hóa sẽ xảy ra triệt để, tốc độ rắn chắc nhanh, cường độ chịu lực cao. Như vậy độ mịn là một chỉ tiêu đánh giá phẩm chất của xi măng.

Độ mịn có thể xác định bằng cách sàng trên sàng 4900 lỗ/cm<sup>2</sup> và đo tỷ diện bề mặt của xi măng.

Theo TCVN 2682 - 1999, khi sàng bằng sàng 4900 lỗ/cm<sup>2</sup> thì độ mịn của xi măng thông thường PC30 và PC40 phải đạt chỉ tiêu lượng lọt qua sàng lớn hơn hoặc bằng 85% (lượng sót trên sàng  $\leq 15\%$ ).

Tỷ diện bề mặt của xi măng là tổng diện tích của các hạt trong 1g xi măng. Xi măng càng mịn tỷ diện càng lớn do đó người ta dùng tỷ diện để biểu thị độ mịn của xi măng.

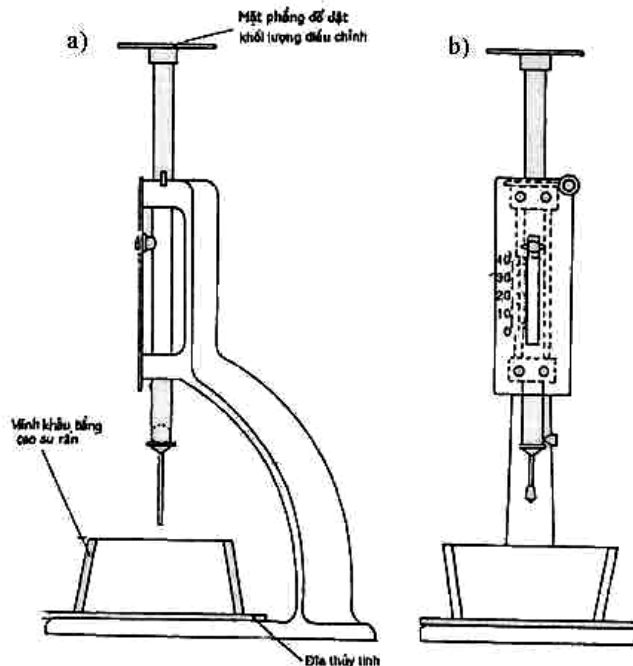
Cũng theo TCVN 2682-1999 tỷ diện bề mặt của xi măng PC30 và PC40 phải đạt  $\geq 2700\text{cm}^2/\text{g}$

##### **Lượng nước tiêu chuẩn**

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng là lượng nước tính bằng % so với khối lượng xi măng đảm bảo cho hồ xi măng đạt độ dẻo tiêu chuẩn.

Độ dẻo tiêu chuẩn được xác định bằng dụng cụ vi ka (hình 4 - 5), phương pháp xác định theo TCVN 6017:1995

Hồ xi măng đảm bảo độ cắm sâu của kim vi ka (đường kính kim  $10 \pm 0,05 \text{ mm}$ ) từ 33-35mm trong khuôn có đường kính trên  $70 \pm 5\text{mm}$ , đường kính dưới  $80 \pm 5\text{mm}$  và chiều cao  $40 \pm 0,2\text{mm}$  thì hồ đó có độ dẻo tiêu chuẩn và lượng đã



**Hình 4-5:** Dụng cụ Vika để xác định độ dẻo tiêu chuẩn và thời gian đông kết của xi măng

- a) Xác định độ dẻo tiêu chuẩn và thời gian bắt đầu đông kết.  
b) Xác định thời gian kết thúc đông kết.

nhào trộn là lượng nước tiêu chuẩn.

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng càng lớn thì lượng nước nhào trộn trong bê tông và vữa càng nhiều.

Mỗi loại xi măng có lượng nước tiêu chuẩn nhất định tùy thuộc vào thành phần khoáng vật, độ mịn, hàm lượng phụ gia, thời gian đã lưu kho và điều kiện bảo quản xi măng.

Xi măng để lâu bị vón cục thì lượng nước tiêu chuẩn sẽ giảm.

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng biểu thị bằng tỷ lệ:  $\frac{N}{X} = 0,22 \div 0,32$  .

*Cách thực hiện:*

Trộn 500g xi măng với một lượng nước đã ước tính sơ bộ (trong khoảng  $\frac{X}{N} = 0,22 \div 0,32$  ). Thời gian trộn kéo dài 5 phút kể từ lúc đổ nước vào xi măng.

Ngay sau khi trộn xong đặt khuôn lên tấm kính, dùng bay xúc hồ xi măng đổ đầy khuôn một lần rồi đập tấm kính lên mặt bàn 5 - 6 cái, dùng dao đã lau ẩm gạt cho hồ bằng miệng khuôn.

Đặt khuôn vào dụng cụ vika, hạ đầu kim (có đường kính  $10 \pm 0,05$  mm và dài  $50 \pm 1$  mm) xuống sát mặt hồ xi măng và vặn vít để giữ kim, sau đó mở vít cho kim tự do cắm vào hồ xi măng. Qua 30 giây vặn chặt vít và đọc trị số kim chỉ trên thước chia độ để biết độ cắm sâu của kim trong hồ xi măng.

Nếu kim cắm cách tấm đế  $6 \pm 1$  mm thì hồ xi măng đạt độ dẻo tiêu chuẩn. Nếu kim cắm nông hoặc sâu hơn thì phải trộn mẻ khác với lượng nước nhiều hơn hoặc ít hơn. Cứ thí nghiệm nhiều lần như vậy cho đến khi tìm được lượng nước ứng với độ dẻo tiêu chuẩn của hồ xi măng.

#### ***Thời gian đông kết của xi măng***

Sau khi trộn xi măng với nước, hồ xi măng có tính dẻo cao nhưng sau đó tính dẻo mất dần. Thời gian tính từ lúc trộn xi măng với nước cho đến khi hồ xi măng mất dẻo và bắt đầu có khả năng chịu lực gọi là thời gian đông kết.

Thời gian đông kết của xi măng bao gồm 2 giai đoạn là thời gian bắt đầu đông kết và thời gian kết thúc đông kết.

*Thời gian bắt đầu đông kết:* Là khoảng thời gian tính từ lúc bắt đầu trộn xi măng với nước cho đến khi hồ xi măng mất tính dẻo, ứng với lúc kim vika nhỏ có đường kính  $1,13 \pm 0,05$  mm lần đầu tiên cắm cách tấm kính  $4 \pm 1$  mm.

*Thời gian kết thúc đông kết:* Là khoảng thời gian tính từ lúc bắt đầu trộn xi măng với nước cho đến khi trong hồ xi măng hình thành các tinh thể, hồ cứng lại và bắt đầu có khả năng chịu lực, ứng với lúc kim vika có đường kính  $1,13 \pm 0,05$  mm lần đầu tiên cắm sâu vào hồ 0,5 mm.

Thời gian đông kết của xi măng phụ thuộc vào thành phần khoáng, độ mịn, hàm lượng phụ gia, thời gian lưu giữ trong kho và điều kiện bảo quản xi măng.

Các loại xi măng có thời gian đông kết khác nhau. Khi thi công bê tông và vữa cần phải biết thời gian bắt đầu đông kết và thời gian kết thúc đông kết của xi măng để định ra kế hoạch thi công hợp lý.

Khi xi măng bắt đầu đông kết nó mất tính dẻo nên tất cả các khâu vận chuyển, đổ khuôn và đầm chặt bê tông phải tiến hành xong trước khi xi măng bắt đầu đông kết, do đó thời gian bắt đầu đông kết phải đủ dài để kịp thi công.

Khi xi măng kết thúc đông kết là lúc xi măng đạt được cường độ nhất định, do đó thời gian kết thúc đông kết không nên quá dài vì xi măng cứng chậm, ảnh hưởng đến tiến độ thi công.

Từ những ý nghĩa trên mà TCVN 2682 - 1999 đã quy định :

Thời gian bắt đầu đông kết không được sớm hơn 45 phút.

Thời gian kết thúc đông kết không quá 375 phút.

*Cách xác định:* Thời gian đông kết của hồ xi măng được thực hiện theo TCVN 6017: 1995 như sau:

Dụng cụ thí nghiệm là dụng cụ vika (hình 4 - 5) đường kính của kim bằng  $1,13 \pm 0,05$  mm.

Trộn hồ xi măng với lượng nước tiêu chuẩn và đổ vào khuôn, giống như khi xác định độ dẻo của tiêu chuẩn của xi măng. Cần ghi lại thời điểm trộn xi măng với nước.

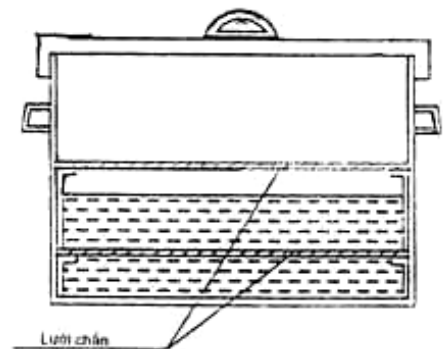
Sau khi cho hồ vào khuôn và đặt trên tấm kính của dụng cụ thì hạ kim xuống sát mặt hồ và vận chặt vít hãm, sau đó mở vít cho kim tự do cắm vào hồ xi măng. Cứ 10 phút cho kim cắm một lần, khi kim cắm cách đáy  $4 \pm 1$ mm thì ghi lại thời điểm đó và tính được thời gian bắt đầu đông kết của hồ xi măng.

Sau đó thay kim nhỏ khác có lắp sẵn vòng nhỏ, đồng thời lật úp khuôn để tiến hành xác định thời gian kết thúc đông kết. Cứ 30 phút cho cắm kim một lần cho đến khi kim chỉ cắm vào hồ xi măng 0,5mm đó chính là thời điểm mà vòng gắn trên kim, lần đầu tiên không còn để lại dấu trên mẫu. Ghi lại thời điểm lúc đó và tính thời gian kết thúc đông kết của hồ xi măng.

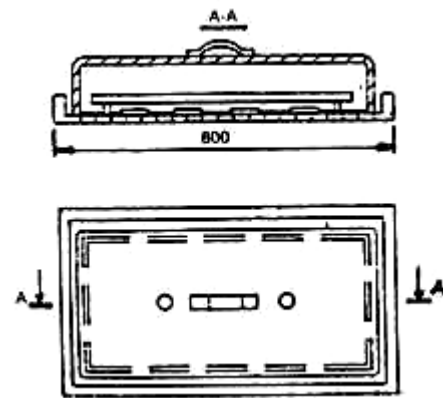
#### **Tính ổn định thể tích**

Xi măng phải đảm bảo tính ổn định thể tích để không bị biến dạng và nứt nẻ, nguyên nhân gây nên hiện tượng không ổn định thể tích là hàm lượng CaO; MgO tự do và khoáng aluminat canxi lớn, các chất này khi cứng rắn thường nở thể tích. Mặt khác nếu lượng nước sử dụng nhiều quá cũng gây hiện tượng co cho đá xi măng cũng như bê tông và vữa.

Để xác định tính ổn định thể tích bằng phương pháp mẫu bánh đa theo TCVN 4031:1985 người ta trộn 300g xi măng với nước thành hồ dẻo tiêu chuẩn, chia hồ xi măng thành 4 phần bằng nhau, nặn mỗi phần thành một viên bi, đặt mỗi viên bi lên một tấm kính đã lau bằng dầu nhờn rồi rung tấm kính cho đến khi các viên tạo thành hình tròn dẹt như các bánh đa (bánh tráng) có đường kính 7-8cm, bề dày chỗ giữa chừng 1 cm.



**Hình 4-6:** Thùng giữ mẫu



**Hình 4-7:** Thùng chung và lược mẫu

Dùng dao âm miết từ cạnh vào giữa để mép mẫu mỏng và nhẵn mặt.

Đặt các mẫu đó vào thùng giữ mẫu (hình 4-6) rồi đậy nắp kín và giữ trong  $24 \pm 2$  giờ kể từ lúc tạo mẫu. Sau đó lấy ra khỏi thùng và tách mẫu ra khỏi tấm kính. Đặt 2 mẫu trên lưới thép trên, 2 mẫu trên lưới thép dưới của thùng chung và luộc mẫu (hình 4-7).

Sau khi xếp mẫu, đun sôi nước trong thùng 4 giờ liền, thời gian từ lúc đun đến lúc sôi không quá 30 - 40 phút. Để mẫu nguội trong thùng đến nhiệt độ trong phòng rồi lấy ra quan sát.

Khi quan sát nếu thấy mẫu thử bị cong vênh và có những vết nứt chạy xuyên tâm ra đến mép thì xi măng được coi không ổn định thể tích (hình 4 - 8).

Nếu các mẫu không bị cong vênh không có vết nứt hoặc chỉ có các chấm nhỏ và một vài vết nứt ở giữa mẫu không chạy ra đến mép, thì xi măng được coi là có tính ổn định thể tích (hình 4 - 9).

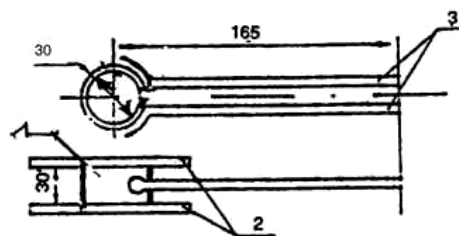


Hình 4-8: Mẫu xi măng ổn định thể tích



Hình 4-9: Mẫu xi măng không ổn định thể tích

Ngoài phương pháp xác định tính ổn định thể tích bằng mẫu bánh đa còn có thể đo độ ổn định thể tích bằng phương pháp Losatolie theo TCVN 6016:1995. Dụng cụ Losatolie (hình 4 -10) có khuôn bằng đồng đàn hồi có càng đo. Để xác định độ ổn định bằng phương pháp này cần chế tạo hồ xi măng có độ dẻo tiêu chuẩn rồi cho vào khuôn đã được lau dầu, gạt bằng mặt hồ rồi đặt khuôn bằng đĩa thủy tinh (cũng được quét dầu). Cho ngay khuôn vào buồng ẩm, giữ trong  $24 \pm 0,5$  giờ ở độ ẩm không nhỏ hơn 98% và nhiệt độ  $27 \pm 1^\circ\text{C}$  rồi đo khoảng cách A giữa các đầu chóp của càng khuôn. Giữ khuôn ngập trong nước, đun dần đến sôi trong suốt  $30 \pm 5$  phút và duy trì nhiệt độ sôi trong 3 giờ  $\pm 5$  phút. Để khuôn nguội đến  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  rồi đo khoảng cách B giữa các đầu chóp của càng khuôn. Hiệu số B - A (mm) chính là độ ổn định thể tích.



Hình 4-10: Dụng cụ Losatolie

1. Khuôn đồng; 2. Tấm kính; 3. Càng khuôn

### Sự tỏa nhiệt

Khi nhào trộn với nước hồ xi măng tỏa ra một lượng nhiệt nhất định, lượng nhiệt đó phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, độ mịn của xi măng và hàm lượng thạch cao.

Lượng nhiệt tỏa ra khi thủy hoá của xi măng có lợi trong trường hợp thi công các kết cấu bê tông mỏng, nhỏ vào mùa lạnh vì lượng nhiệt đó sẽ làm cho bê tông rắn nhanh, nhưng không có lợi khi thi công các kết cấu bê tông khối lớn

trong điều kiện nhiệt độ môi trường thấp, vì chúng dễ gây rạn nứt cho công trình do chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt và trong lòng khối bê tông. Vì vậy đối với những công trình bê tông khối lớn phải chú ý đến kỹ thuật thi công phân đoạn, mặt khác nếu cần thiết phải dùng loại xi măng có hàm lượng thành phần khoáng  $C_3S$  và  $C_3A$  thấp vì đây là 2 loại khoáng có lượng nhiệt tỏa ra nhiều nhất.

### **Cường độ chịu lực và mác của xi măng**

*Khái niệm:* Xi măng thường dùng để chế tạo bê tông, vữa và nhiều loại vật liệu đá nhân tạo khác. Trong kết cấu bê tông, vữa và vật liệu đá nhân tạo sử dụng xi măng, chúng có thể chịu nén, chịu uốn. Cường độ chịu nén và chịu uốn của vữa xi măng càng cao thì cường độ nén và uốn của bê tông cũng càng lớn.

Giới hạn cường độ uốn và nén của vữa xi măng được dùng làm cơ sở để xác định mác xi măng và mác xi măng là chỉ tiêu cần thiết khi tính thành phần cấp phối bê tông và vữa.

Theo TCVN 6016-1995, mác của xi măng được xác định theo cường độ chịu uốn của các mẫu hình dầm kích thước 40 x 40 x 160 mm và cường độ chịu nén của các nửa mẫu hình dầm sau khi uốn, các mẫu thí nghiệm này được bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn (1 ngày trong khuôn ở môi trường nhiệt độ  $27 \pm 1^\circ C$ , độ ẩm không nhỏ hơn 90%, 27 ngày sau trong nước ở nhiệt độ  $27 \pm 1^\circ C$ ).

Theo cường độ chịu lực, xi măng pooc lăng gồm các mác sau: PC30; PC40; PC50.

*Trong đó :* PC : Ký hiệu cho xi măng pooc lăng.

Các trị số 30; 40; 50 là giới hạn bền nén sau 28 ngày tính bằng  $N/mm^2$ , xác định theo TCVN 6016-1995.

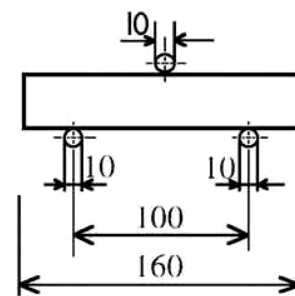
Trong quá trình vận chuyển và cất giữ, xi măng hút ẩm dần dần vón cục, cường độ giảm đi, do đó trước khi sử dụng xi măng nhất thiết phải thử lại cường độ và sử dụng xi măng theo kết quả kiểm tra chứ không dựa vào mác ghi trên bao.

*Phương pháp xác định :*

Mác xi măng được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 6016-1995 là phương pháp dẻo (phương pháp mềm).

Muốn xác định cường độ nén và uốn của xi măng phải đúc các mẫu thử hình lăng trụ tiêu chuẩn (dầm) 40 x 40 x 160 mm bằng vữa xi măng cát với tỷ lệ 1:3 theo khối lượng. Tỷ lệ nước/xi măng bằng 0,5.

Dùng các khuôn tiêu chuẩn bằng thép đúc 3 mẫu, gạt bằng và miết phẳng bề mặt các mẫu, đặt các khuôn mẫu đó vào thùng giữ ẩm sau  $24 \pm 2$  giờ thì tháo khuôn lấy mẫu ra ngâm vào nước, thể tích nước chứa trong thùng phải bằng 4 lần thể tích các mẫu thử và mực nước phải cao hơn mặt mẫu tối thiểu 5cm, thỉnh thoảng thêm nước để mực nước không đổi, 27 ngày thì lấy mẫu ra khỏi thùng nước, lau khô mặt mẫu rồi thử cường độ ngay không để chậm quá 30 phút.



Hình 4-11: Sơ đồ đặt mẫu uốn

Xác định cường độ chịu uốn của mẫu thử như sau:

Đặt mẫu trên 2 gối tựa của máy thí nghiệm uốn theo sơ đồ (hình 4-11).

Sau khi uốn gãy các mẫu, lấy các nửa mẫu đem thử cường độ nén như sơ đồ (hình 4-12).

Cường độ chịu nén của mẫu tính bằng công thức:

$$R_n = \frac{P}{F} = \frac{P}{1600} \frac{N}{mm^2}$$

Diện tích mặt chịu nén F là 16 cm<sup>2</sup>.

Giới hạn cường độ chịu nén của vữa xi măng là trị số trung bình của 6 kết quả thí nghiệm .

Từ giới hạn cường độ chịu nén và uốn của vữa xi măng tìm được, xác định mác xi măng bằng cách so sánh cường độ với các loại mác xi măng quy định. Ví dụ cường độ nén trung bình của nhóm mẫu xi măng sau khi thí nghiệm là 34N/mm<sup>2</sup> vậy xi măng này thuộc loại PC 30.

Ngoài phương pháp dẻo để xác định mác của xi măng như trên còn có thể dùng phương pháp khô (cứng) với các mẫu hình lập phương cạnh 7,07 cm và phương pháp thử nhanh với các mẫu 2 x 2 x 2 cm.

Nhưng hiện nay các loại xi măng của nước ta đều dùng phương pháp dẻo để xác định mác theo đúng tiêu chuẩn của nhà nước quy định.

*Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ chịu lực của xi măng :*

Cường độ chịu lực của xi măng phát triển không đều, trong 3 ngày đầu có thể đạt 40-50%; 7 ngày đạt 60-70%, những ngày sau tốc độ tăng cường độ chậm đi, đến 28 ngày đạt cường độ chuẩn. Tuy nhiên trong những điều kiện thuận lợi sự rắn chắc của nó có thể kéo dài vài tháng và thậm chí hàng năm, cường độ cuối cùng có thể vượt gấp 2 - 3 lần cường độ 28 ngày.

Cường độ của đá xi măng và tốc độ cứng rắn của nó phụ thuộc vào thành phần khoáng của clinke, độ mịn của xi măng, độ ẩm và nhiệt độ của môi trường, thời gian bảo quản xi măng.

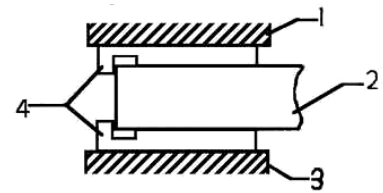
*Thành phần khoáng:* Tốc độ phát triển cường độ của các khoáng rất khác nhau (hình 4 - 13) .

C<sub>3</sub>S có tốc độ nhanh nhất, sau 7 ngày nó đạt đến 70% cường độ 28 ngày, sau đó thì chậm lại. Trong thời kỳ đầu (đến tuổi 28 ngày) C<sub>2</sub>S có tốc độ phát triển cường độ chậm nhưng thời kỳ sau tốc độ này tăng lên và có thể vượt xa cường độ của C<sub>3</sub>S.

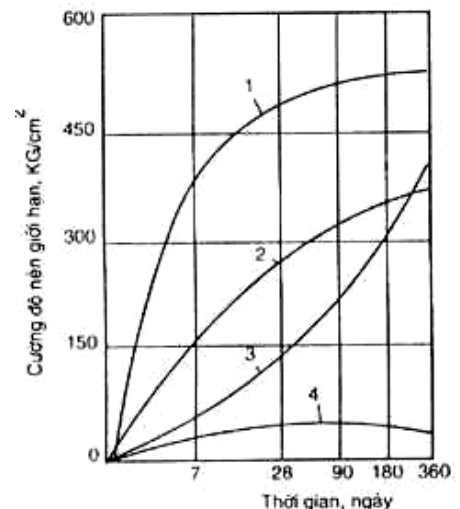
Khoáng C<sub>3</sub>A là loại khoáng có cường độ thấp nhưng lại phát triển rất nhanh ở thời kỳ đầu.

*Độ mịn* tăng thì cường độ của đá xi măng cũng tăng vì mức độ thủy hóa của các hạt xi măng được tăng lên.

*Độ ẩm và nhiệt độ môi trường rắn chắc* có



Hình 4-12: Sơ đồ đặt mẫu nén



Hình 4-13 : Sự tăng cường độ của các khoáng của Clinker  
1-C<sub>3</sub>S; 2-C<sub>4</sub>FA; 3-C<sub>2</sub>S; 4 - C<sub>3</sub>A

ảnh hưởng đến quá trình rắn chắc của đá xi măng vì giai đoạn đầu của quá trình rắn chắc là thủy hóa, mặt khác quá trình thủy hoá cũng là quá trình xảy ra lâu dài.

Để tạo môi trường ẩm, trong thực tế đã dùng những phương pháp khác nhau như tưới nước, phủ kết cấu bê tông bằng mùn cưa, phối bào hay cát ẩm, v.v...

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

Khi độ mịn của xi măng càng lớn thì cường độ của đá xi măng càng giảm nếu để dự trữ lâu. Vì độ mịn cao làm cho xi măng dễ hút ẩm hơn.

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng pooc lăng được quy định trong TCVN 2682-1999 (bảng 4 -2).

**Bảng 4 - 2**

Tên chỉ tiêu	Mác		
	PC 30	PC 40	PC 50
1 - Giới hạn bền nén, N/mm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn - Sau 3 ngày - Sau 28 ngày	16 30	21 40	31 50
2 - Độ nghiền mịn - Phần còn lại trên sàng 0,08 mm, %, không lớn hơn - Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, cm <sup>2</sup> /g, không nhỏ hơn.	15 2700	15 2700	12 2800
3 - Thời gian đông kết - Bắt đầu, phút, không nhỏ hơn - Kết thúc, phút, không lớn hơn	45 375	45 375	45 375
4 - Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp losatolie, mm, không lớn hơn	10	10	10

### ***Khả năng chống ăn mòn của đá xi măng***

#### ***Nguyên nhân***

Đá xi măng là loại vật liệu có cường độ chịu lực cao, khá bền vững trong môi trường, tuy nhiên sau một thời gian sử dụng đá xi măng thường bị ăn mòn làm giảm chất lượng của công trình.

Đá xi măng bị ăn mòn chủ yếu là do sự tác dụng của các chất khí và chất lỏng lên các bộ phận cấu thành xi măng đã rắn chắc (chủ yếu là Ca(OH)<sub>2</sub> và 3CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O). Trong thực tế có tới hàng chục chất gây ra ăn mòn đá xi măng. Mặc dù các chất gây ăn mòn rất đa dạng, nhưng có thể phân ra 3 nguyên nhân cơ bản sau đây:

Sự phân rã các thành phần của đá xi măng, sự hòa tan và rửa trôi hydroxit canxi.



Tạo thành các muối dễ tan do hydroxit canxi và các thành phần khác của đá xi măng tác dụng với các chất xâm thực và sự rửa trôi các muối đó (ăn mòn axit, ăn mòn magiezit).

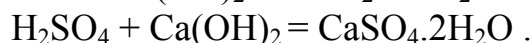
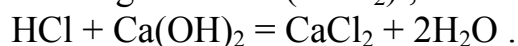
Sự hình thành những liên kết mới trong các lỗ rỗng có thể tích lớn hơn thể tích của các chất tham gia phản ứng tạo ra ứng suất gây nứt bê tông (ăn mòn sunpho-aluminat).

Các dạng ăn mòn cụ thể :

*Ăn mòn hòa tan* : Do sự tan của  $\text{Ca(OH)}_2$  xảy ra nhanh mạnh dưới sự tác dụng của nước mềm (chứa ít các chất tan) như nước ngưng tụ, nước mưa, nước sông, nước đầm lầy. Sau 3 tháng rã chắc hàm lượng  $\text{Ca(OH)}_2$  vào khoảng 10 - 15 % (tính theo CaO). Nếu sau khi hòa tan và rửa trôi mà nồng độ  $\text{Ca(OH)}_2$  giảm xuống thấp hơn 0,11% thì CSH và  $\text{C}_3\text{AH}_6$  cũng bị phân hủy. Khi hàm lượng  $\text{Ca(OH)}_2$  có trong đá xi măng tới 15 - 30% thì cường độ của đá xi măng giảm đến 40 - 50%.

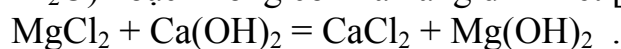
*Ăn mòn Cacbonic* : Xảy ra khi nước có chứa  $\text{CO}_2$  (ở dạng axit yếu). Lượng  $\text{CO}_2$  tăng hơn mức bình thường sẽ làm vỡ màng cacbonat để tạo thành bicacbonat axit canxi dễ tan theo phản ứng:  $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(HCO}_3)_2$  .

*Ăn mòn axit*: Xảy ra trong dung dịch axit, có  $\text{pH} < 7$ . Axit tự do thường có trong nước thải công nghiệp và cũng có thể được tạo thành từ khí chứa lưu huỳnh trong các buồng đốt, trong không gian của các xí nghiệp công nghiệp, ngoài  $\text{SO}_2$  còn có thể có các anhydrit của các axit khác, còn có clo và các hợp chất chứa clo. Khi chúng hòa tan vào nước bám trên bề mặt kết cấu bê tông cốt thép sẽ tạo nên các axit, ví dụ như  $\text{HCl}$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  axit tác dụng với  $\text{Ca(OH)}_2$  trong đá xi măng tạo ra những muối tan ( $\text{CaCl}_2$ ) , muối tăng thể tích ( $\text{CaSO}_4.2\text{H}_2\text{O}$  ) .

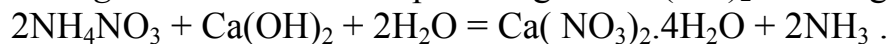


Ngoài ra axit có thể phá hủy cả silicat canxi.

*Ăn mòn magie*: Gây ra do các loại muối chứa magie trong nước biển, nước ngầm, nước chứa muối khoáng tác dụng với  $\text{Ca(OH)}_2$  tạo ra các sản phẩm dễ tan ( $\text{CaCl}_2$ ;  $\text{CaSO}_4.2\text{H}_2\text{O}$ ) hoặc không có khả năng dính kết [ $\text{Mg(OH)}_2$ ] :



*Ăn mòn phân khoáng*: Là do nitrat amôn phản ứng với  $\text{Ca(OH)}_2$  có trong đá xi măng:



Nitrat canxi tan rất nhiều trong nước nên dễ bị rửa trôi. Phân kali gây ra ăn mòn đá xi măng là do làm tăng độ hòa tan của  $\text{Ca(OH)}_2$ . Supephotphat là chất xâm thực mạnh do trong thành phần của nó có chứa  $\text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2$ , thạch cao và cả axit photphoric.

*Ăn mòn sunfat*: Xảy ra khi hàm lượng sunfat lớn hơn 250mg/l (tính theo  $\text{SO}_4^{2-}$ ):  $3\text{CaO}. \text{Al}_2\text{O}_3.6\text{H}_2\text{O} + 3\text{CaSO}_4 + 25\text{H}_2\text{O} = 3\text{CaO}. \text{Al}_2\text{O}_3.3\text{CaSO}_4.31\text{H}_2\text{O}$  .

Sự hình thành trong các lỗ rỗng đá xi măng loại sản phẩm ít tan etringit với thể tích lớn hơn hai lần sẽ gây áp lực tách lớp bê tông bảo vệ làm cốt thép bị ăn mòn. Ăn mòn sunfat luôn luôn xảy ra đối với công trình ven biển, công trình tiếp xúc với nước thải công nghiệp và nước ngầm.

Nếu trong nước có chứa  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  thì đầu tiên nó tác dụng với vôi sau đó mới tác dụng etringit:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaSO}_4 + 2\text{NaOH}$

*Ăn mòn của các chất hữu cơ:* Các loại axit hữu cơ cũng gây phá hủy các công trình bê tông xi măng. Các axit béo (olein, stearin, panmitin) khi tác dụng với vôi gây ra rửa trôi. Dầu mỡ và các sản phẩm của nó (xăng, dầu hỏa, dầu mazut) sẽ không có hại cho bê tông xi măng nếu chúng không chứa các loại axit hữu cơ và các chất lưu huỳnh.

*Ăn mòn do kiềm* có trong đá xi măng xảy ra ngay trong lòng khối bê tông giữa các cấu tử với nhau. Bản thân clinke luôn chứa một lượng các chất kiềm. Trong khi đó trong cốt liệu bê tông, đặc biệt là trong cát, lại hay gặp hơn chất silic vô định hình (opon, chanxedon, thủy tinh núi lửa). Chúng có thể tác dụng với kiềm của xi măng ở ngay ở nhiệt độ thường làm cho bề mặt hạt cốt liệu nở ra một hệ thống vết nứt, bạc màu. Sự phá hoại này thường xảy ra khi thi công xong từ 10 - 15 năm.

#### **Biện pháp hạn chế sự ăn mòn**

Để bảo vệ đá xi măng khỏi bị ăn mòn một cách có hiệu quả, phải tùy từng trường hợp cụ thể mà áp dụng những biện pháp thích hợp sau đây :

*Giảm các thành phần khoáng gây ăn mòn* ( $\text{CaO}$  tự do,  $\text{C}_3\text{A}$ ;  $\text{C}_3\text{S}$ ) bằng cách lựa chọn thành phần nguyên liệu và áp dụng các biện pháp gia công nhiệt phù hợp.

*Giảm thành phần gây ăn mòn* lớn nhất [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ] bằng cách tiến hành cacbonat hóa trên bề mặt sản phẩm (cho tác dụng với  $\text{CO}_2$  để tạo thành  $\text{CaCO}_3$ ) hay silicat hóa (cho tác dụng với  $\text{SiO}_2$  vô định hình) có trong các loại phụ gia.

*Sử dụng các biện pháp cấu trúc* để tăng cường độ đặc chắc cho vật liệu đá nhân tạo bằng công nghệ thi công kết hợp với lựa chọn thành phần vật liệu phù hợp.

*Làm cho bề mặt vật liệu* nhẵn phẳng.

Ngăn cách vật liệu với môi trường ăn mòn bằng cách ốp lớp vật liệu chống ăn mòn tốt bên ngoài.

*Thoát nước* cho công trình.

*Tùy thuộc vào tính chất* của môi trường ăn mòn mà lựa chọn sử dụng loại xi măng cho phù hợp.

#### **4.6.5. Sử dụng và bảo quản**

Xi măng pooc lăng là chất kết dính vô cơ quan trọng nhất trong xây dựng, nó được sử dụng rộng rãi cho hầu hết các công trình vì có tốc độ rắn chắc nhanh, cường độ chịu lực cao, rắn chắc được cả trên khô và trong nước, có khả năng bám dính tốt với cốt thép, bảo vệ cho cốt thép không bị ăn mòn. Bên cạnh những ưu điểm trên, xi măng pooc lăng có một số nhược điểm:

Đễ bị ăn mòn do nước mặn, nước thải công nghiệp.

Tỏa nhiều nhiệt.

Cường độ đá xi măng giảm đi khi thời gian để dự trữ xi măng kéo dài.

Với những đặc tính ưu nhược điểm như trên xi măng được sử dụng để xây dựng rất nhiều loại công trình. Tuy nhiên không nên dùng xi măng pooc lăng

mác cao để xây dựng các công trình có thể tích bê tông lớn, các công trình xây dựng trong môi trường nước ăn mòn mạnh (nước biển, nước thải công nghiệp), công trình chịu axit, công trình chịu nhiệt. Với những loại công trình này cần phải sử dụng những loại xi măng đặc biệt.

Xi măng poocăng có độ mịn cao nên dễ hút hơi nước trong không khí làm cho xi măng bị ẩm đóng vón thành cục, cường độ của xi măng bị giảm, do đó xi măng phải được bảo quản tốt bằng cách:

Khi vận chuyển xi măng rời phải dùng xe chuyên dụng.

Kho chứa xi măng phải đảm bảo không dột, không ẩm, xung quanh có rãnh thoát nước, sàn kho cách đất 0,5 m, cách tường ít nhất 20 cm.

Trong kho các bao xi măng không được xếp cao quá 10 bao và riêng theo từng lô.

Khi chứa xi măng rời bằng xi lô phải đảm bảo chứa riêng từng loại xi măng.

## **4.7. Xi măng poocăng hỗn hợp**

### **4.7.1. Khái niệm**

Xi măng poocăng hỗn hợp là loại chất kết dính thủy, được chế tạo bằng cách nghiền mịn hỗn hợp clinke xi măng poocăng với các phụ gia khoáng và một lượng thạch cao cần thiết hoặc bằng cách trộn đều các phụ gia khoáng đã nghiền mịn với xi măng poocăng không chứa phụ gia.

Clinke xi măng poocăng dùng để sản xuất xi măng poocăng hỗn hợp có hàm lượng magie oxit (MgO) không lớn hơn 5%.

Phụ gia khoáng bao gồm phụ gia khoáng hoạt tính và phụ gia đầy. Phụ gia khoáng hoạt tính điển hình như puzolan, phụ gia đầy chủ yếu đóng vai trò cốt liệu mịn, làm tốt thành phần hạt và cấu trúc của đá xi măng poocăng hỗn hợp. Tổng hàm lượng các phụ gia khoáng (không kể thạch cao) không lớn hơn 40% tính theo khối lượng xi măng.

### **4.7.2. Tính chất cơ bản**

Theo cường độ chịu nén mác của xi măng poocăng hỗn hợp gồm PCB 30; PCB 40.

*Trong đó:* PCB là quy ước cho xi măng poocăng hỗn hợp.

Các trị số 30 và 40 là giới hạn cường độ nén của các mẫu vữa xi măng sau 28 ngày dưỡng hộ tính bằng  $N/mm^2$ , xác định theo TCVN 6016 -1995.

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng poocăng hỗn hợp được quy định trong TCVN 6260 - 1997 như bảng 4 - 3.

### **4.7.3. Công dụng và bảo quản**

*Công dụng :*

Xi măng poocăng hỗn hợp có khả năng chịu phèn, mặn do đó sử dụng rất thích hợp để xây dựng các công trình thoát lũ ra biển, các công trình ngăn mặn, v.v...

Ngoài ra xi măng poocăng hỗn hợp cũng được sử dụng để xây dựng các công trình bình thường khác giống như xi măng poocăng thường.

*Bảo quản :*

Xi măng poocăng hỗn hợp cũng cần được bảo quản tốt để tránh ẩm. Kho chứa xi măng phải đảm bảo khô, sạch, cao có tường bao và mái che chắn, trong kho các bao xi măng không được xếp cao quá 10 bao, cách tường ít nhất 20 cm và riêng theo từng lô.

**Bảng 4 -3**

Các chỉ tiêu	Mức	
	PCB 30	PCB 40
1 - Cường độ nén, N/mm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn - 72 giờ ± 45 phút - 28 ngày ± 2 giờ	14 30	18 40
2 – Thời gian đông kết - Bắt đầu, phút, không nhỏ hơn - Kết thúc, giờ, không lớn hơn	45 10	45 10
3 - Độ mịn - Phần còn lại trên sàng 0,08mm; %, không lớn hơn - Bề mặt riêng, xác định theo phương pháp Blaine, cm <sup>2</sup> /g, không nhỏ hơn	12 2700	12 2700
4 - Độ ổn định thể tích - Xác định theo phương pháp losatolie, mm;%, không lớn hơn	10	10
5 – Hàm lượng anhydric sunfuric (SO <sub>3</sub> ); %, không lớn hơn	3,5	3,5

#### **4.8. Các loại xi măng khác**

##### **4.8.1. Xi măng poocăng trắng**

Clinke của xi măng poocăng trắng được sản xuất từ đá vôi và đất sét trắng (hầu như không có các oxit tạo màu như oxit sắt và oxit mangan), nung bằng nhiên liệu có hàm lượng tro bụi ít (dầu và khí đốt), khi nghiền tránh không để lẫn bụi sắt, thường dùng bi sứ để nghiền.

Xi măng poocăng trắng được chế tạo bằng cách nghiền mịn clinke của xi măng poocăng trắng với lượng đá thạch cao cần thiết, có thể pha hoặc không pha phụ gia khác.

Theo độ bền nén, xi măng poocăng trắng được chia làm 3 mác: PCW25, PCW30; PCW40. Trong đó PCW ký hiệu xi măng poocăng trắng, các trị số 25; 30; 40 là giới hạn bền nén của các mẫu chuẩn sau 28 ngày đem bảo dưỡng tính bằng N/mm<sup>2</sup>, xác định theo TCVN 4032 - 1985.

Các chỉ tiêu cơ bản của xi măng poocăng trắng theo TCVN 5691 - 2000 quy định như bảng 4 - 4.

Xi măng poocăng trắng được dùng để chế tạo vữa trang trí, vữa granitô, sản xuất gạch hoa v.v...

Xi măng màu được chế tạo bằng cách nghiền chung các chất tạo màu vô cơ với clinke xi măng trắng.

Các tính chất cơ bản của xi măng màu cũng giống như tính chất của xi măng trắng.

Xi măng màu được dùng để chế tạo vữa và bê tông trang trí.

**Bảng 4 - 4**

Tên chỉ tiêu	Mức		
	PCW 25	PVW 30	PCW 40
1. Giới hạn bền nén, N/mm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn	25	30	40
2. Độ nghiền mịn - Phần còn lại trên sàng 0,08mm; %, không lớn hơn - Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, cm <sup>2</sup> /g, không nhỏ hơn	12 2500	12 2500	12 2500
3. Thời gian đông kết - Bắt đầu, phút, không sớm hơn - Kết thúc, giờ, không muộn hơn	45 10	45 10	45 10
4. Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Losatolie, mm, không lớn hơn	10	10	10

#### **4.8.2. Xi măng poocăng puzolan**

##### **Khái niệm**

Xi măng poocăng puzolan được chế tạo bằng cách cùng nghiền mịn hỗn hợp clinke xi măng poocăng với phụ gia hoạt tính puzolan và một lượng thạch cao cần thiết hoặc bằng cách trộn đều puzolan đã nghiền mịn với xi măng poocăng. Tùy theo bản chất của phụ gia hoạt tính puzolan mà tỷ lệ pha vào clinke xi măng hoặc xi măng poocăng được quy định từ 15 - 40% tính theo khối lượng xi măng poocăng puzolan.

##### **Tính chất cơ bản**

Theo độ bền nén xi măng poocăng puzolan được phân làm 3 mức PC<sub>PUZ</sub>20, PC<sub>PUZ</sub>30; PC<sub>PUZ</sub>40.

*Trong đó:* PC<sub>PUZ</sub>: Là ký hiệu cho xi măng poocăng puzolan.

Các trị số 20, 30, 40 là giới hạn bền nén của mẫu chuẩn sau 28 ngày đầm dưỡng hộ và được tính bằng N/mm<sup>2</sup>, xác định theo TCVN 4032 - 1985.

##### **Xi măng poocăng puzolan phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 4033 - 1995 quy định như bảng 4 - 5. Tính chất cơ bản**

Theo độ bền nén xi măng poocăng puzolan được phân làm 3 mức PC<sub>PUZ</sub>20, PC<sub>PUZ</sub>30; PC<sub>PUZ</sub>40.

*Trong đó:* PC<sub>PUZ</sub>: Là ký hiệu cho xi măng poocăng puzolan.

Các trị số 20, 30, 40 là giới hạn bền nén của mẫu chuẩn sau 28 ngày đầm dưỡng hộ và được tính bằng N/mm<sup>2</sup>, xác định theo TCVN 4032 - 1985.

Xi măng poocăng puzolan phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 4033 - 1995 quy định như bảng 4 - 5.

Xi măng poocăng puzolan khi thủy hóa tỏa ra một lượng nhiệt ít hơn so với xi măng poocăng và khả năng chống ăn mòn cũng tốt hơn.

##### **Sử dụng và bảo quản**

*Sử dụng:* Do những tính chất trên nên xi măng poocăng puzolan được sử dụng cho các công trình trong nước như hải cảng, kênh mương, đập nước, ngoài ra còn dùng xi măng poocăng puzolan cho những công trình có kết cấu khối lượng lớn vì nó tỏa nhiệt ít.

*Bảo quản:* Giống như xi măng poocăng thường, xi măng poocăng puzolan cũng được cần bảo quản tốt để chống ẩm, hạn chế mức độ giảm cường độ.

**Bảng 4 - 5**

Tên chỉ tiêu	Mức		
	PC <sub>PUZ</sub> 20	PC <sub>PUZ</sub> 30	PC <sub>PUZ</sub> 40
1 - Giới hạn bền nén, N/mm <sup>2</sup> không nhỏ hơn - Sau 7 ngày đêm - Sau 28 ngày	13 20	18 30	25 40
2 - Độ nghiền mịn - Phần còn lại trên sàng có kích thước lỗ 0,08mm;%, không lớn hơn - Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, cm <sup>2</sup> /g, không nhỏ hơn	15 2600	15 2600	15 2600
3 - Thời gian đông kết - Bắt đầu, phút, không sớm hơn - Kết thúc, giờ, không muộn hơn	45 10	45 10	45 10
4 - Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp LoSatolie, mm, không lớn hơn	10	10	10

### 4.8.3. Xi măng poocăng bền sunfat

#### Sản xuất

Xi măng poocăng bền sunfat là sản phẩm được nghiền mịn từ clinke xi măng poocăng bền sunfat với thạch cao.

Clinke xi măng poocăng bền sunfat được sản xuất như clinke xi măng poocăng nhưng thành phần khoáng vật được quy định chặt chẽ hơn, đặc biệt là phải hạn chế thành phần C<sub>3</sub>A (bảng 4 - 6).

**Bảng 4 - 6**

Tên chỉ tiêu	Mức, %			
	Bền sunfat thường		Bền sunfat cao	
	PC <sub>S</sub> 30	PC <sub>S</sub> 40	PC <sub>HS</sub> 30	PC <sub>HS</sub> 40
- Hàm lượng magie oxit (MgO), không lớn hơn	5	5	5	5
- Hàm lượng sắt oxit (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), không lớn hơn	6	6	-	-
- Hàm lượng silic ôxit (SiO <sub>2</sub> ), không nhỏ hơn	20	20	-	-
- Hàm lượng anhydrit sunfuric (SO <sub>3</sub> ), không lớn hơn	3	3	2,3	2,3
- Hàm lượng tri canxi aluminat (C <sub>3</sub> A), không lớn hơn	8	8	5	5
- Tổng hàm lượng khoáng (C <sub>4</sub> AF + 2C <sub>3</sub> A), không lớn hơn	-	-	25	25
- Tổng hàm lượng khoáng (C <sub>3</sub> S + C <sub>3</sub> A), không lớn hơn	58	58	-	-

### Tính chất cơ bản

Xi măng pooc lăng bền sunfat gồm hai nhóm :

Xi măng pooc lăng bền sunfat thường: PC<sub>S</sub> 30; PC<sub>S</sub> 40.

Xi măng pooc lăng bền sunfat cao : PC<sub>HS</sub> 30; PC<sub>HS</sub> 40.

*Trong đó:* PC<sub>S</sub>: Là ký hiệu xi măng pooc lăng bền sunfat.

Các trị số 30, 40, là giới hạn bền nén của mẫu chuẩn sau 28 ngày dưỡng hộ, tính bằng N/mm<sup>2</sup> và xác định theo TCVN 4032-1985.

Chất lượng của xi măng pooc lăng bền sunfat phải đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 6067 - 1995 quy định như bảng 4 - 7.

**Bảng 4- 7**

Tên chỉ tiêu	Mức , %			
	Bền sunfat thường		Bền sunfat cao	
	PC <sub>S</sub> 30	PC <sub>S</sub> 40	PC <sub>HS</sub> 30	PC <sub>HS</sub> 40
1-Độ nở sunfat sau 14 ngày; %, không lớn hơn	-	-	0,040	0,040
2-Giới hạn bền nén, N/mm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn				
- Sau 3 ngày	11	14	11	14
- Sau 28 ngày	30	40	30	40
3 - Độ nghiền mịn				
- Phần còn lại trên sàng kích thước lỗ 0,08 mm; % không lớn hơn	15	12	15	12
- Bề mặt riêng xác định theo phương pháp Blaine, cm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn	2500	2800	2500	2800
4 - Thời gian đông kết				
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	45	45
- Kết thúc, phút, không muộn hơn	375	375	375	375

Xi măng pooc lăng bền sunfat tỏa nhiệt ít hơn và khả năng chống ăn mòn sunfat tốt hơn xi măng pooc lăng thường.

#### **Sử dụng và bảo quản**

*Sử dụng:* Xi măng pooc lăng bền sunfat được sử dụng tốt nhất cho các công trình xây dựng trong môi trường xâm thực sunfat, ngoài ra cũng có thể dùng để xây dựng các công trình trong môi trường khô, môi trường nước ngọt, v.v...

*Bảo quản:* Xi măng pooc lăng bền sunfat phải được bảo quản giống như các loại xi măng pooc lăng thường để chống ẩm.

#### **4.8.4. Xi măng pooc lăng ít tỏa nhiệt**

##### **Khái niệm**

Xi măng pooc lăng ít tỏa nhiệt là sản phẩm nghiền mịn từ clinke của xi măng pooc lăng ít tỏa nhiệt với thạch cao.

Clinke xi măng poocăng ít tỏa nhiệt được sản xuất như clinke thường nhưng thành phần hóa, khoáng được quy định ở TCVN 6069-1995 (bảng 4 - 8).

**Bảng 4 - 8**

Tên chỉ tiêu	Loại xi măng		
	PC <sub>LH</sub> 30A	PC <sub>LH</sub> 30	PC <sub>LH</sub> 40
1-Hàm lượng anhydric sunfuric (SO <sub>3</sub> ); %, không lớn hơn	2,3	-	-
2-Hàm lượng khoáng C <sub>3</sub> S; %, không lớn hơn	35	-	-
3-Hàm lượng khoáng C <sub>2</sub> S ; %, không nhỏ hơn	40	-	-
4-Hàm lượng khoáng C <sub>3</sub> A ; %, không lớn hơn	7	-	-

### Tính chất cơ bản

Xi măng ít tỏa nhiệt là tên gọi chung cho loại xi măng tỏa nhiệt ít và tỏa nhiệt vừa.

Tùy theo nhiệt thủy hóa và cường độ chịu nén, xi măng poocăng ít tỏa nhiệt được phân ra làm ba loại: PC<sub>LH</sub>30A, PC<sub>LH</sub>30, PC<sub>LH</sub>40.

*Trong đó:* - PC<sub>LH</sub>30A là ký hiệu của xi măng poocăng tỏa nhiệt ít với giới hạn bền nén sau 28 ngày dưỡng hộ, không nhỏ hơn 30 N/mm<sup>2</sup>.

- PC<sub>LH</sub>30; PC<sub>LH</sub>40 là ký hiệu của xi măng poocăng tỏa nhiệt vừa với giới hạn bền nén sau 28 ngày dưỡng hộ, không nhỏ hơn 30 N/mm<sup>2</sup> và 40 N/mm<sup>2</sup>.

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng poocăng ít tỏa nhiệt được quy định ở TCVN 6069 - 1995 như bảng 4 - 9.

**Bảng 4 - 9**

Tên chỉ tiêu	Loại xi măng		
	PC <sub>LH</sub> 30A	PC <sub>LH</sub> 30	PC <sub>LH</sub> 40
1. Nhiệt thủy hóa, Cal/g, không lớn hơn			
- Sau 7 ngày	60	70	70
- Sau 28 ngày	70	80	80
2. Giới hạn bền nén, N/mm <sup>2</sup> không nhỏ hơn			
- Sau 7 ngày	18	21	28
- Sau 28 ngày	30	30	40
3. Độ mịn			
- Phần còn lại trên sàng 0,08mm; %, không lớn hơn	15	15	15
- Bề mặt riêng, xác định theo phương pháp Blaine, cm <sup>2</sup> /g, không nhỏ hơn	2500	2500	2500
4. Thời gian đông kết			
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	45
- Kết thúc, giờ, không muộn hơn	10	10	10
5. Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Losatolie, mm, không lớn hơn	10	10	10



### Sử dụng và bảo quản

*Sử dụng:* Xi măng pooc lăng ít tỏa nhiệt được sử dụng để thi công các công trình xây dựng thủy điện, thủy lợi, giao thông, v.v... công trình có thể tích bê tông khối lớn.

*Bảo quản:* Xi măng pooc lăng ít tỏa nhiệt phải bảo quản giống như các loại xi măng pooc lăng thường để chống ẩm.

### 4.8.5. Xi măng pooc lăng xỉ hạt lò cao

#### Khái niệm

*Xi măng pooc lăng xỉ hạt lò cao* được sản xuất bằng cách cùng nghiền mịn hỗn hợp clinke xi măng pooc lăng với xỉ hạt lò cao và một lượng thạch cao cần thiết hoặc bằng cách trộn thật đều xỉ hạt lò cao đã nghiền mịn với xi măng pooc lăng. Hàm lượng sử dụng pha trộn bằng 20 - 60% khối lượng xi măng.

*Xỉ hạt lò cao* là loại xỉ thu được khi luyện gang và được làm lạnh nhanh tạo thành dạng hạt nhỏ, xỉ này chứa nhiều các ôxit như:  $Al_2O_3$ ;  $SiO_2$ ;  $CaO$ ;  $MgO$ ;  $TiO_2$ ; v.v...

#### Tính chất cơ bản

Xi măng pooc lăng xỉ hạt lò cao có hàm lượng  $CaO$  tự do thấp nên bền hơn xi măng pooc lăng thường, lượng nhiệt tỏa ra khi rắn chắc cũng nhỏ hơn 2 - 2,5 lần.

Theo cường độ chịu nén xi măng pooc lăng xỉ hạt lò cao được chia làm 5 mức : PC20; PC25; PC30; PC35; PC40.

Các chỉ tiêu cơ lý chủ yếu của xi măng pooc lăng xỉ hạt lò cao được quy định trong TCVN 4316 - 1986 (bảng 4-10).

**Bảng 4 -10**

Tên chỉ tiêu	Mức xi măng				
	PC 20	PC 25	PC 30	PC 35	PC 40
1.Giới hạn bền nén sau 28 ngày đêm, $N/mm^2$ , không nhỏ hơn.	20	25	30	35	40
2.Giới hạn bền uốn sau 28 ngày đêm, $N/mm^2$ , không nhỏ hơn	3,5	4,5	5,5	6,0	6,5
3.Thời gian đông kết					
- Bắt đầu, phút, không sớm hơn	45	45	45	45	45
- Kết thúc, giờ, không muộn hơn	10	10	10	10	10
4.Tính ổn định thể tích.					
-Thử theo phương pháp mẫu bánh đa.	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt
-Thử theo phương pháp Losatole, mm, không lớn hơn.	10	10	10	10	10
5.Độ mịn					
-Phần còn lại trên sàng 0,08mm,%, không lớn hơn.	15	15	15	15	15

### **Công dụng và bảo quản**

Do lượng nhiệt tỏa ra ít nên xi măng poocăng xi hạt lò cao được sử dụng để xây dựng các công trình có thể tích bê tông khối lớn. Ngoài ra xi măng này còn được sử dụng để xây dựng các loại công trình khác như xi măng poocăng thường.

Xi măng poocăng xi hạt lò cao cần được bảo quản tốt để tránh ẩm như các loại xi măng khác. Kho chứa xi măng phải đảm bảo khô, sạch, cao, có tường bao, có mái che chắn, trong kho xi măng các bao không được xếp cao quá 10 bao, cách tường ít nhất 20cm và riêng từng lô.

### **4.8.6. Xi măng aluminat**

#### ***Khái niệm***

Xi măng aluminat có đặc tính là cường độ cao và rắn chắc rất nhanh. Nó được sản xuất bằng cách nghiền clinke chứa aluminat canxi thấp kiềm  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  là chất quyết định tính rắn nhanh và các tính chất khác của xi măng aluminat. Trong xi măng còn chứa tỷ lệ nhỏ các aluminat canxi khác như  $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$  và một ít khoáng belit ( $\text{C}_2\text{S}$ ).

Để sản xuất xi măng aluminat thường dùng đá vôi và đá vôi giàu nhôm ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) như quặng bauxit. Hỗn hợp nguyên liệu được nung đến nhiệt độ kết khối ( $1300^\circ\text{C}$ ) hoặc nhiệt độ chảy ( $1400^\circ\text{C}$ ). Clinker xi măng aluminat rất khó nghiền nên tốn năng lượng, bauxit lại hiếm, đắt nên giá thành xi măng khá cao. Để sản xuất có thể dùng phế liệu của công nghiệp sản xuất nhôm.

#### ***Tính chất cơ bản***

Xi măng aluminat có cường độ cao chỉ khi nó rắn chắc trong điều kiện nhiệt độ ôn hòa (không lớn hơn  $25^\circ\text{C}$ ). Vì vậy xi măng không nên dùng cho bê tông khối lớn và không nên gia công nhiệt ẩm.

Ở nhiệt độ thường ( $< 25^\circ\text{C}$ ), trong khi rắn chắc xi măng tạo ra chất có cường độ cao :  $2(\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3) + 11\text{H}_2\text{O} = 2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{Al}(\text{OH})_3$ .

Còn nếu ở nhiệt độ cao hơn ( $25 - 30^\circ\text{C}$ ) nó lại tạo thành  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , phát sinh nội ứng suất làm cường độ của xi măng giảm đến 2 lần.

Mác của xi măng aluminat được xác định ở độ tuổi 3 ngày như sau: 400; 500 và 600 (xi măng poocăng thường phải sau 28 ngày mới đạt được mác như vậy).

Yêu cầu về thời gian bắt đầu đông kết : không nhỏ hơn 30 phút; đông kết xong : không muộn hơn 12 giờ. Lượng nhiệt phát ra khi rắn chắc lớn hơn xi măng poocăng thường 1,5 lần.

Trong đá xi măng (nếu rắn chắc ở nhiệt độ thích hợp) thường không có  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  và  $\text{C}_3\text{A} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  nên nó bền hơn trong một số môi trường, nhưng không bền trong môi trường kiềm và môi trường axit. Vì vậy không nên dùng lẫn xi măng aluminat với xi măng poocăng thường và vôi.

#### ***Công dụng***

Xi măng aluminat được sử dụng để chế tạo bê tông, vữa rắn nhanh và chịu nhiệt, chế tạo xi măng nở.

#### 4.8.7. Xi măng nở

Xi măng nở là loại chất kết dính tổ hợp của một số chất kết dính hoặc của nhiều loại xi măng. Có nhiều thành phần gây nở, nhưng hiệu quả nhất là  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 31\text{H}_2\text{O}$ .

*Xi măng nở chống thấm nước* là chất kết dính rắn nhanh. Nó được sản xuất bằng cách trộn lẫn xi măng aluminat (70%), thạch cao (20%) và hydroaluminat canxi cao kiềm (10%).

*Xi măng pooclăng nở chống thấm nước* cũng là chất kết dính trong nước, được chế tạo bằng cách nghiền chung clinke của xi măng poolăng (58 – 63%), xi hoặc clinke aluminat (5-7%), xi lò cao hoạt hóa hoặc các phụ gia hoạt tính khác (23 – 28%). Nó rắn nhanh trong điều kiện dưỡng hơi ngắn, có độ đặc và tính chống thấm nước cao, có khả năng nở trong nước và trong không khí.

## CHƯƠNG V BÊ TÔNG

### 5.1. Khái niệm chung

Bê tông là loại vật liệu đá nhân tạo nhận được bằng cách đổ khuôn và làm rắn chắc một hỗn hợp hợp lí bao gồm chất kết dính, nước, cốt liệu (cát, sỏi hay đá dăm) và phụ gia. Thành phần hỗn hợp bê tông phải đảm bảo sao cho sau một thời gian rắn chắc phải đạt được những tính chất cho trước như cường độ, độ chống thấm v.v...

Hỗn hợp nguyên liệu mới nhào trộn gọi là hỗn hợp bê tông hay bê tông tươi.

Hỗn hợp bê tông sau khi cứng rắn, chuyển sang trạng thái đá được gọi là bê tông

Trong bê tông, cốt liệu đóng vai trò là bộ khung chịu lực. Hồ chất kết dính bao bọc xung quanh hạt cốt liệu, chúng là chất bôi trơn, đồng thời lấp đầy khoảng trống và liên kết giữa các hạt cốt liệu. Sau khi cứng rắn, hồ chất kết dính gắn kết các hạt cốt liệu thành một khối tương đối đồng nhất và được gọi là bê tông. Bê tông có cốt thép gọi là bê tông cốt thép.

Bê tông là loại vật liệu giòn, cường độ chịu nén lớn, cường độ chịu kéo thấp (chỉ bằng  $\frac{1}{15} - \frac{1}{10}$  cường độ chịu nén). Để khắc phục nhược điểm này, người ta thường đặt cốt thép vào để tăng cường khả năng chịu kéo của bê tông trong các kết cấu chịu uốn, chịu kéo. Loại bê tông này gọi là bê tông cốt thép. Vì bê tông và cốt thép có lực bám dính tốt, có hệ số giãn nở nhiệt xấp xỉ nhau, nên chúng có thể làm việc đồng thời. Nếu cốt thép được bảo vệ chống gỉ tốt thì sẽ cùng với bê tông tạo nên loại vật liệu có tuổi thọ cao. Cốt thép đặt trong bê tông có thể ở trạng thái thường, hoặc ở trạng thái ứng suất trước (dự ứng lực).

Chất kết dính có thể là xi măng các loại, thạch cao, vôi và cũng có thể là chất kết dính hữu cơ (polime).

Trong bê tông xi măng cốt liệu thường chiếm 80 - 85%, còn xi măng chiếm 10 - 20% khối lượng.

Bê tông và bê tông cốt thép được sử dụng rộng rãi trong xây dựng vì chúng có những ưu điểm sau: Cường độ chịu lực cao, có thể chế tạo được những loại bê tông có cường độ, hình dạng và tính chất khác nhau. Giá thành rẻ, khá bền vững và ổn định đối với mưa nắng, nhiệt độ, độ ẩm.

Tuy vậy chúng còn tồn tại những nhược điểm:

Nặng ( $\rho_v=2200-2400\text{kg/m}^3$ ), cách âm, cách nhiệt kém ( $\lambda=1,05-1,5\text{kCal/m}^0\text{C.h}$ ), khả năng chống ăn mòn yếu.

Để phân loại bê tông thường dựa vào những đặc điểm sau:

*Theo dạng chất kết dính phân ra:* Bê tông xi măng, bê tông silicat (chất kết dính là vôi), bê tông thạch cao, bê tông chất kết dính hỗn hợp, bê tông polime, bê tông dùng chất kết dính đặc biệt.

*Theo dạng cốt liệu phân ra:* Bê tông cốt liệu đặc, bê tông cốt liệu rỗng, bê tông cốt liệu đặc biệt (chống phóng xạ, chịu nhiệt, chịu axit).

*Theo khối lượng thể tích phân ra:*

Bê tông đặc biệt nặng ( $\rho_v > 2500 \text{ kg/m}^3$ ), chế tạo từ cốt liệu đặc biệt, dùng cho những kết cấu đặc biệt.

Bê tông nặng ( $\rho_v = 2200 - 2500 \text{ kg/m}^3$ ), chế tạo từ cát, đá, sỏi thông thường dùng cho kết cấu chịu lực.

Bê tông tương đối nặng ( $\rho_v = 1800 - 2200 \text{ kg/m}^3$ ), dùng chủ yếu cho kết cấu chịu lực.

Bê tông nhẹ ( $\rho_v = 500 - 1800 \text{ kg/m}^3$ ), trong đó gồm có *bê tông nhẹ cốt liệu rỗng* (nhân tạo hay thiên nhiên), *bê tông tổ ong* (bê tông khí và bê tông bọt), chế tạo từ hỗn hợp chất kết dính, nước, cấu tử silic nghiền mịn và chất tạo rỗng, và *bê tông hốc lớn* (không có cốt liệu nhỏ).

Bê tông đặc biệt nhẹ cũng là loại bê tông tổ ong và bê tông cốt liệu rỗng nhưng có  $\rho_v < 500 \text{ kg/m}^3$ .

Do khối lượng thể tích của bê tông biến đổi trong phạm vi rộng nên độ rỗng của chúng cũng thay đổi đáng kể, như bê tông tổ ong dùng để cách nhiệt có  $r = 70 - 85\%$ , bê tông thủy công  $r = 8 - 10\%$ .

*Theo công dụng phân ra :*

Bê tông thường dùng trong các kết cấu bê tông cốt thép (móng, cột, dầm, sàn).

Bê tông thủy công, dùng để xây đập, âu thuyền, phủ lớp mái kênh, các công trình dẫn nước...

Bê tông dùng cho mặt đường, sân bay, lát vỉa hè.

Bê tông dùng cho kết cấu bao che (thường là bê tông nhẹ).

Bê tông có công dụng đặc biệt như bê tông chịu nhiệt, chịu axit, bê tông chống phóng xạ.

Trong phạm vi chương trình ta chỉ chủ yếu nghiên cứu về bê tông nặng dùng chất kết dính xi măng.

## **5.2. Vật liệu chế tạo bê tông nặng**

### **5.2.1. Xi măng**

Xi măng là thành phần chất kết dính để liên kết các hạt cốt liệu với nhau tạo ra cường độ cho bê tông. Chất lượng và hàm lượng xi măng là yếu tố quan trọng quyết định cường độ chịu lực của bê tông.

Để chế tạo bê tông ta có thể dùng xi măng poocăng, xi măng poocăng bền sunfat, xi măng poocăng xỉ hạt lò cao, xi măng poocăng puzolan, xi măng poocăng hỗn hợp, xi măng ít tỏa nhiệt và các loại xi măng khác thỏa mãn các yêu cầu quy phạm.

Khi sử dụng xi măng để chế tạo bê tông, việc lựa chọn mác xi măng là đặc biệt quan trọng vì nó vừa phải đảm bảo cho bê tông đạt mác thiết kế, vừa phải đảm bảo yêu cầu kinh tế.

Nếu dùng xi măng mác thấp để chế tạo bê tông mác cao thì lượng xi măng sử dụng cho  $1 \text{ m}^3$  bê tông sẽ nhiều nên không đảm bảo kinh tế.

Nếu dùng xi măng mác cao để chế tạo bê tông mác thấp thì lượng xi măng tính toán ra để sử dụng cho  $1 \text{ m}^3$  bê tông sẽ rất ít không đủ để liên kết toàn bộ các

hạt cốt liệu với nhau, mặt khác hiện tượng phân tầng của hỗn hợp bê tông dễ xảy ra, gây nhiều tác hại xấu cho bê tông.

Vì vậy cần phải tránh dùng xi măng mác thấp để chế tạo bê tông mác cao và ngược lại cũng không dùng xi măng mác cao để chế tạo bê tông mác thấp.

Theo kinh nghiệm nên chọn mác xi măng theo mác bê tông như sau là thích hợp (bảng 5-1)

**Bảng 5-1**

Mác bê tông	100	150	200	250	300	350	400	500	/600
Mác xi măng	200	300	300-400	400	400-500	400-500	500-600	600	600

Trong trường hợp dùng xi măng mác cao để chế tạo bê tông mác thấp thì cần khống chế lượng xi măng tối thiểu cho 1m<sup>3</sup> bê tông (kg) phải phù hợp với quy định (bảng 5-2).

**Bảng 5 - 2**

Kích thước lớn nhất của cốt liệu, D <sub>max</sub> , mm	10	20	40	70
Độ sụt của hỗn hợp bê tông 1÷10 cm	220	200	180	160
Độ sụt của hỗn hợp bê tông 11÷16 cm	240	220	210	180

### 5.2.2. Nước

Nước là thành phần giúp cho xi măng phản ứng tạo ra các sản phẩm thủy hóa làm cho cường độ của bê tông tăng lên. Nước còn tạo ra độ lưu động cần thiết để quá trình thi công được dễ dàng.

Nước để chế tạo bê tông phải đảm bảo chất lượng tốt, không gây ảnh hưởng xấu đến thời gian đông kết và rắn chắc của xi măng và không gây ăn mòn cho cốt thép.

*Nước dùng được* là loại nước dùng cho sinh hoạt như nước máy, nước giếng.

*Các loại nước không được dùng* là nước đầm, ao, hồ, nước cống rãnh, nước chứa dầu mỡ, đường, nước có độ pH < 4, nước có chứa sunfat lớn hơn 0,27% (tính theo hàm lượng ion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), lượng hợp chất hữu cơ vượt quá 15mg/l, độ pH nhỏ hơn 4 và lớn hơn 12,5.

Tùy theo mục đích sử dụng hàm lượng các tạp chất khác phải thỏa mãn TCVN 4506 :1987.

Nước biển có thể dùng để chế tạo bê tông cho những kết cấu làm việc trong nước biển, nếu tổng các loại muối không vượt quá 35g trong 1 lít nước biển.

Tùy theo mục đích sử dụng hàm lượng các tạp chất khác phải thỏa mãn TCVN 4506 : 1987.

Chất lượng của nước được đánh giá bằng phân tích hóa học, ngoài ra về mặt định tính cũng có thể đánh giá sơ bộ bằng cách so sánh cường độ của bê tông chế tạo bằng nước sạch và nước cần kiểm tra.

### 5.2.3. Cát

Cát là cốt liệu nhỏ cùng với xi măng, nước tạo ra vữa xi măng để lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu lớn (đá, sỏi) và bao bọc xung quanh các hạt cốt liệu lớn tạo ra khối bê tông đặc chắc. Cát cũng là thành phần cùng với cốt liệu lớn tạo ra bộ khung chịu lực cho bê tông.

Cát dùng để chế tạo bê tông có thể là cát thiên nhiên hay cát nhân tạo có cỡ hạt từ 0,14 đến 5 mm.

Chất lượng của cát để chế tạo bê tông nặng phụ thuộc chủ yếu vào thành phần hạt, độ lớn và hàm lượng tạp chất, đó cũng là những yêu cầu kỹ thuật đối với cát.

*Thành phần hạt:* Cát có thành phần hạt hợp lý thì độ rỗng của nó nhỏ, lượng xi măng sẽ ít, cường độ bê tông sẽ cao.

Thành phần hạt của cát được xác định bằng cách lấy 1000g cát (đã sấy khô) lọt dưới sàng có kích thước mắt sàng 5 mm để sàng qua bộ lưới sàng có kích thước mắt sàng lần lượt là 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 mm.

Sau khi sàng cát trên từng lưới sàng có kích thước mắt sàng từ lớn đến nhỏ ta xác định lượng sót riêng biệt và lượng sót tích lũy trên mỗi sàng.

Lượng sót riêng biệt:  $a_i$  (%) đó là tỷ số giữa lượng sót trên mỗi sàng so với toàn bộ lượng cát đem thí nghiệm:  $a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100(\%)$ .

*Trong đó :*  $m_i$  - lượng cát còn sót lại trên sàng  $i$ , g.

$m$  - lượng cát đem sàng, g.

Tính lượng sót tích lũy :  $A_i$  (%) trên mỗi sàng, là tổng lượng sót riêng biệt kể từ sàng lớn nhất  $a_{2,5}$  đến sàng cần xác định  $a_i$ .

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots + a_i, \%$$

Thành phần hạt của cát cần phải thỏa mãn theo TCVN 1770 - 1986 (bảng 5-3).

**Bảng 5 - 3**

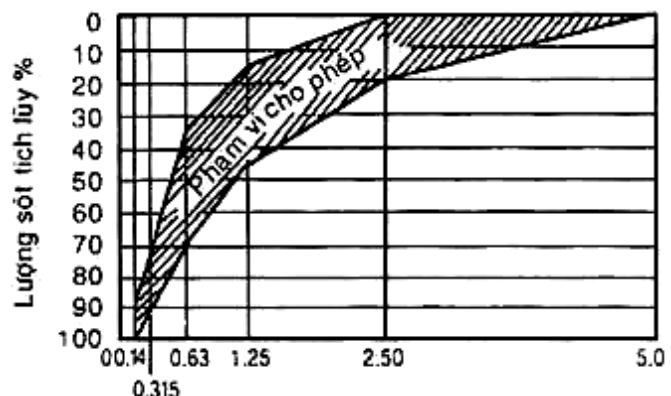
Kích thước mắt sàng, mm	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
Lượng sót tích lũy trên sàng, %	0-20	15-45	35-70	70-90	90-100

Từ yêu cầu về thành phần hạt theo TCVN 1770 - 1986 người ta xây dựng biểu đồ chuẩn (hình 5-1).

Sau khi sàng phân tích và tính kết quả lượng sót tích lũy ta vẽ đường biểu diễn cấp phối hạt. Nếu đường biểu diễn cấp phối hạt nằm trong phạm vi cho phép thì loại cát đó có đủ tiêu chuẩn về thành phần hạt.

*Độ lớn:*

Độ lớn của cát có ảnh hưởng đến lượng dùng xi măng và được biểu thị bằng môđun độ lớn.



**Hình 5-1:** Biểu đồ xác định thành phần hạt của cát

Mô đun độ lớn ( $M_{dl}$ ) được xác định bằng công thức:

$$M_{dl} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

Trong đó:  $A_{2,5}$ ;  $A_{1,25}$ ;  $A_{0,63}$ ;  $A_{0,315}$ ;  $A_{0,14}$ : Lượng sót tích lũy trên các sàng có kích thước mắt sàng tương ứng là 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 mm.

Theo mô đun độ lớn, khối lượng thể tích xốp, lượng hạt nhỏ hơn 0,14 mm và đường biểu diễn thành phần hạt, cát dùng cho bê tông nặng được chia ra làm 4 nhóm: to, vừa, nhỏ và rất nhỏ (bảng 5-4).

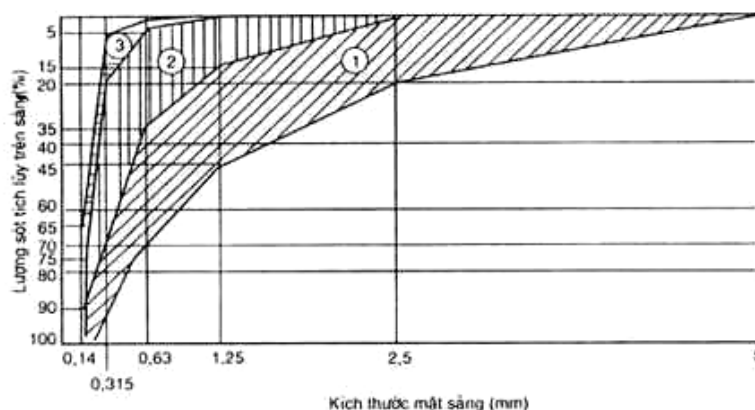
**Bảng 5 - 4**

Tên các chỉ tiêu	Mức theo nhóm cát			
	To	Vừa	Nhỏ	Rất nhỏ
1 - Mô đun độ lớn	Lớn hơn 2,5 đến 3,3	2 đến 2,5	1 đến nhỏ hơn 2	0,7 đến nhỏ hơn 1
2 - Khối lượng thể tích xốp, $kg/m^3$ , không nhỏ hơn	1400	1300	1200	1150
3 - Lượng hạt nhỏ hơn 0,14 mm tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	10	10	20	35

Tùy theo nhóm cát mà đường biểu diễn thành phần hạt nằm trong vùng gạch của biểu đồ sau (bảng 5-5 và hình 5-2).

**Bảng 5 - 5**

Nhóm cát			
To	Vừa	Nhỏ	Rất nhỏ
Vùng 1	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3



**Hình 5-2: Biểu đồ xác định nhóm cát**

Cát đảm bảo chỉ tiêu ở bảng 5 - 4, thuộc nhóm to và vừa cho phép sử dụng cho bê tông tất cả các mác, cát nhóm nhỏ được phép sử dụng cho bê tông mác tới 300, còn cát nhóm rất nhỏ được phép sử dụng cho bê tông mác tới 100.

*Lượng tạp chất:* Cát càng sạch thì chất lượng của bê tông càng tốt.



Theo TCVN 1770-1986 cát dùng cho bê tông nặng phải đảm bảo độ sạch theo đúng quy định ở bảng 5 - 6.

**Bảng 5 - 6**

Tên chỉ tiêu	Mức theo mác bê tông		
	Nhỏ hơn 100	150 - 200	Lớn hơn 200
1 - Sét, á sét, các tạp chất khác ở dạng cục	Không	Không	Không
2 - Lượng hạt trên 5mm, tính bằng % khối lượng cát, không nhỏ hơn	10	10	10
3 - Hàm lượng muối gốc sunfat, sunfit tính ra SO <sub>3</sub> , tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	1	1	1
4 - Hàm lượng mi ca, tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	1,5	1	1
5 - Hàm lượng bùn, bụi, sét tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	5	3	3

Đối với bê tông mác 400 trở lên hàm lượng bùn, bụi sét không được lớn hơn 1% khối lượng cát.

Khi cát ẩm thể tích của nó bị biến đổi, ở độ ẩm 5 - 7% thể tích của cát có thể tăng lên 20 ÷ 30%. Vì vậy nếu định lượng cát theo thể tích thì cần phải hiệu chỉnh lại thể tích của nó theo độ ẩm thực tế.

#### **5.2.4. Đá (sỏi)**

Đá, sỏi là cốt liệu lớn có cỡ hạt từ 5 - 70mm, chúng tạo ra bộ khung chịu lực cho bê tông. Sỏi có đặc điểm là do hạt tròn nhẵn, độ rỗng và diện tích mặt ngoài nhỏ nên cần ít nước, tốn ít xi măng mà vẫn dễ đầm, dễ đổ, nhưng lực dính kết với vữa xi măng nhỏ nên cường độ của bê tông thấp hơn bê tông dùng đá dăm.

Ngoài đá dăm và sỏi khi chế tạo bê tông còn có thể dùng sỏi dăm (dăm đập từ sỏi).

Chất lượng hay yêu cầu kỹ thuật của cốt liệu lớn được đặc trưng bởi các chỉ tiêu cường độ, thành phần hạt, độ lớn và hàm lượng tạp chất.

*Cường độ* của đá dăm và sỏi dùng cho bê tông được xác định thông qua thí nghiệm nén một lượng đá (hoặc sỏi) trong xi lanh bằng thép và được gọi là độ nén đập.

Tùy theo độ nén đập trong xi lanh, mác của đá dăm từ đá thiên nhiên được chia thành 8 mác và xác định theo TCVN 1771-1987 (bảng 5-7). Mác của đá dăm thiên nhiên xác định theo độ nén đập trong xi lanh ( $10^5 \text{ N/m}^2$ ) phải cao hơn mác bê tông, không dưới 1,5 lần đối với bê tông mác dưới 300, không dưới 2 lần đối với bê tông mác 300 và trên 300.

Mác của sỏi và sỏi dăm theo độ nén đập trong xi lanh dùng cho bê tông mác khác nhau cần phù hợp TCVN 1771 - 1987 (bảng 5 - 8).

**Bảng 5 - 7**

Mác của đá dăm	Độ nén đập ở trạng thái bão hòa nước, %		
	Đá trầm tích	Đá mác ma xâm nhập và đá biến chất	Đá mác ma phun trào
1400	-	Đến 12	Đến 9
1200	Đến 11	Lớn hơn 12 đến 16	Lớn hơn 09 đến 11
1.000	Lớn hơn 11 đến 13	Lớn hơn 16 đến 20	Lớn hơn 11 đến 13
800	Lớn hơn 13 đến 15	Lớn hơn 20 đến 25	Lớn hơn 13 đến 15
600	Lớn hơn 15 đến 20	Lớn hơn 25 đến 34	Lớn hơn 15 đến 20
400	Lớn hơn 20 đến 28	-	-
300	Lớn hơn 28 đến 38	-	-
200	Lớn hơn 38 đến 54	-	-

**Bảng 5 - 8**

Mác bê tông	Độ nén đập ở trạng thái bão hòa nước, không lớn hơn, %	
	Sỏi	Sỏi dăm
400 và cao hơn	8	10
300	12	14
200 và thấp hơn	16	18

*Thành phần hạt* của cốt liệu lớn được xác định thông qua thí nghiệm sàng 3 kg đá (sỏi) khô trên bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước lỗ sàng lần lượt là 70; 40; 20; 10; 5 mm.

Sau khi sàng người ta xác định lượng sót riêng biệt ( $a_i$ ) và lượng sót tích lũy ( $A_i$ ), đồng thời cũng xác định đường kính lớn nhất  $D_{max}$  và đường kính nhỏ nhất  $D_{min}$  của cốt liệu.

$D_{max}$  là đường kính lớn nhất của cốt liệu tương ứng với cỡ sàng có lượng sót tích lũy nhỏ hơn và gần 10% nhất.

$D_{min}$  là đường kính nhỏ nhất của cốt liệu tương ứng với cỡ sàng có lượng sót tích lũy lớn hơn và gần 90 nhất.

Thành phần hạt của đá (sỏi) phải thỏa mãn theo TCVN 177 -1987 như bảng 5 - 9.

**Bảng 5 - 9**

Kích thước lỗ sàng	$D_{min}$	$\frac{1}{2}(D_{min} + D_{max})$	$D_{max}$	$1,25D_{max}$
Lượng sót tích lũy trên sàng %	90 - 100	40 - 70	0 - 10	0

Từ yêu cầu về thành phần hạt theo tiêu chuẩn trên người ta xây dựng biểu đồ chuẩn (hình 5-3).

Sau khi sàng phân tích và tính kết quả lượng sót tích lũy, ta vẽ đường biểu diễn cấp phối hạt nếu đường biểu diễn cấp phối hạt nằm trong phạm vi cho phép thì loại đá (sỏi) đó có đủ tiêu chuẩn về thành phần hạt để chế tạo bê tông.

*Đường kính cỡ hạt lớn nhất* của đá (sỏi, sỏi dăm) được chọn để sử dụng phải đảm bảo đồng thời các yêu cầu sau đây:

Không vượt quá 1/5 kích thước nhỏ nhất giữa các mặt trong của ván khuôn.

Không vượt quá 3/4 kích thước thông thủy giữa hai thanh cốt thép kề nhau.

Không vượt quá 1/3 chiều dày tấm, bản.

Không vượt quá 1/3 đường kính trong của ống bơm bê tông (với bê tông sử dụng công nghệ bơm).

Trong thực tế đá dăm, sỏi được phân ra các cỡ hạt sau :

Từ 5 đến 10 mm.

Lớn hơn 10 đến 20 mm .

Lớn hơn 20 đến 40 mm .

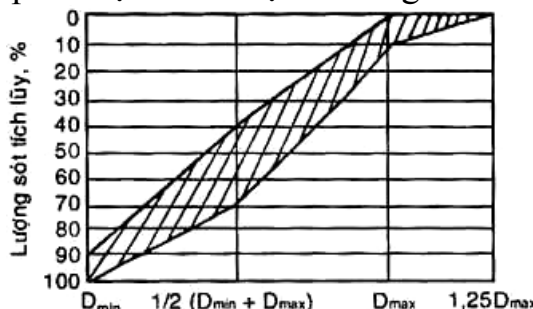
Lớn hơn 40 đến 70 mm .

Trong thành phần hạt của cốt liệu lớn hàm lượng hạt thoi, dẹt không vượt quá 35% theo khối lượng, hàm lượng hạt mềm yếu và phong hóa không được lớn hơn 10% theo khối lượng.

*Hàm lượng tạp chất:*

Theo quy phạm hàm lượng tạp chất sunfat và sunfit (tính theo SO<sub>3</sub>) trong đá dăm, sỏi và sỏi dăm không được vượt quá 1% theo khối lượng.

Hàm lượng hạt sét, bùn, bụi xác định bằng cách rửa không vượt quá trị số ở bảng 5-10. Trong đó cục sét không vượt quá 0,25%. Không cho phép có màng sét bao phủ các hạt đá dăm, sỏi và những tạp chất bản khác như gỗ mục, lá cây, rác... lẫn vào.



Hình 5-3: Biểu đồ thành phần hạt của cốt liệu lớn

**Bảng 5 - 10**

Loại cốt liệu	Hàm lượng sét, bùn, bụi cho phép không lớn hơn, % khối lượng	
	Đối với bê tông mác dưới 300	Đối với bê tông mác 300 và cao hơn
Đá dăm từ đá mác ma và đá biến chất	2	1
Đá dăm từ đá trầm tích	3	2
Sỏi và sỏi dăm	1	1

\* **Ghi chú :**

*Hạt thoi dẹt là hạt có chiều rộng hoặc chiều dày nhỏ hơn hay bằng 1/3 chiều dài.*

*Hạt mềm yếu là các hạt đá dăm có giới hạn bền khi nén ở trạng thái bão hòa nước nhỏ hơn  $200.10^5 N/mm^2$  .*

Hạt phong hóa là các hạt đá dăm nguồn gốc mácma có giới hạn bền khi nén ở trạng thái bão hòa nước nhỏ hơn  $800.10^5 \text{ N/mm}^2$ , hoặc các hạt đá dăm nguồn gốc biến chất có giới hạn bền nén ở trạng thái bão hòa nước nhỏ hơn  $400.10^5 \text{ N/mm}^2$ .

### 5.2.5 . Phụ gia

Trong công nghệ chế tạo bê tông hiện nay, phụ gia được sử dụng khá phổ biến. Phụ gia thường sử dụng có 2 loại: Loại rắn nhanh và loại hoạt động bề mặt.

*Phụ gia rắn nhanh* thường là các loại muối gốc clo (ví dụ  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{FeCl}_3$ ...) hoặc là hỗn hợp của chúng. Do làm tăng nhanh quá trình thủy hóa mà phụ gia rắn nhanh có khả năng rút ngắn quá trình rắn chắc của bê tông trong điều kiện của bê tông trong điều kiện tự nhiên cũng như nâng cao cường độ bê tông sau khi bảo dưỡng nhiệt và ở tuổi 28 ngày.

*Phụ gia hoạt động bề mặt* mặc dù chỉ sử dụng một lượng nhỏ nhưng có khả năng cải thiện đáng kể tính dẻo của hỗn hợp bê tông và tăng cường nhiều tính chất khác của bê tông như tăng cường độ chịu lực, tăng khả năng chống thấm v.v... Trong đa số các trường hợp phụ gia dẻo và siêu dẻo là polime tổng hợp: các dẫn xuất của nhựa melamin hoặc của axit naftalin sunforic và các loại khác. Chúng nhận được trên cơ sở của sản phẩm phụ của quá trình tổng hợp hoá học. Ngoài ra trong công nghệ bê tông người ta còn sử dụng phụ gia đa chức năng-hỗn hợp của phụ gia rắn nhanh và phụ gia hoạt động bề mặt.

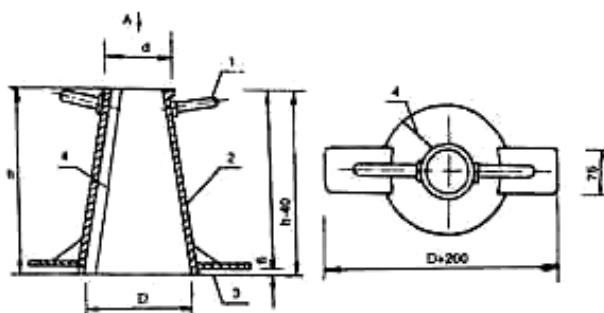
### 5.3. Tính chất cơ bản của hỗn hợp bê tông

Tính công tác hay còn gọi là tính dễ tạo hình, là tính chất kỹ thuật cơ bản của hỗn hợp bê tông, nó biểu thị khả năng lấp đầy khuôn nhưng vẫn đảm bảo được độ đồng nhất trong một điều kiện đầm nén nhất định.

Để đánh giá tính công tác của hỗn hợp bê tông người ta thường dùng hai chỉ tiêu: Độ lưu động và độ cứng.

#### 5.3.1. Độ lưu động

Là chỉ tiêu quan trọng nhất của hỗn hợp bê tông, nó đánh giá khả năng dễ chảy của hỗn hợp bê tông dưới tác dụng của trọng lượng bản thân hoặc rung động. Độ lưu động được xác định bằng độ sụt (SN, cm) của khối hỗn hợp bê tông trong khuôn hình nón cắt có kích thước tùy thuộc vào cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu (hình 5-4 và bảng 5-11).



Hình 5-4: Khuôn nón cắt

Bảng 5 - 11

Loại khuôn	Kích thước , mm		
	d	D	h
N <sup>o</sup> 1	100 ± 2	200 ± 2	300 ± 2
N <sup>o</sup> 2	150 ± 2	300 ± 2	450 ± 2

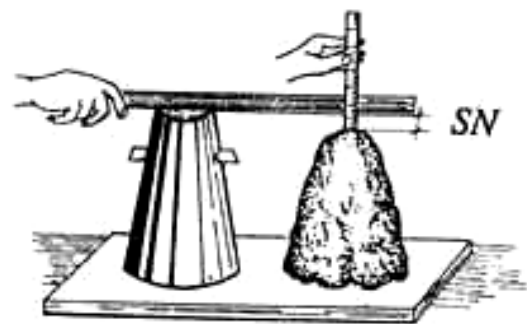
### Cách xác định độ lưu động của hỗn hợp bê tông

Xác định độ lưu động SN (cm) theo TCVN 3106 - 1993 .

Dùng côn N<sup>o</sup>1 để thử độ lưu động của hỗn hợp bê tông hỗn hợp bê tông có cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu tới 40 mm, còn N<sup>o</sup>2 để thử hỗn hợp bê tông có cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu bằng 70 hoặc 100mm. Trước khi xác định phải tẩy sạch bê tông cũ, dùng giẻ ướt lau sạch mặt trong của khuôn và các dụng cụ khác mà trong quá trình thử sẽ tiếp xúc với hỗn hợp bê tông.

Đặt khuôn lên nền ẩm, cứng, phẳng, không thấm nước. Đứng lên gối đặt chân để cho khuôn cố định trong quá trình đổ và đầm hỗn hợp bê tông trong khuôn.

Đổ hỗn hợp bê tông qua phễu vào khuôn làm 3 lớp, mỗi lớp chiếm 1/3 chiều cao của khuôn. Sau khi đổ từng lớp dùng thanh thép tròn  $\phi$  16 mm và dài 60 cm chọc đều trên toàn bề mặt hỗn hợp bê tông từ xung quanh vào giữa. Khi dùng khuôn N<sup>o</sup>1 mỗi lớp chọc 25 lần, khi dùng khuôn N<sup>o</sup>2 mỗi lớp chọc 56 lần, lớp đầu chọc suốt chiều sâu, các lớp sau chọc xuyên sâu vào lớp trước 2 - 3 cm. Sau khi đổ và đầm xong lớp thứ 3, nhắc phễu ra, đổ thêm hỗn hợp bê tông cho đầy lấy bay gạt phẳng miệng khuôn và dọn sạch xung quanh đáy khuôn. Dùng tay ghi chặt khuôn xuống nền rồi thả chân khỏi gối đặt chân, từ từ nhắc khuôn thẳng đứng trong khoảng thời gian 5 - 10 giây.



Hình 5-5: Cách đo độ sụt của hỗn hợp bê tông

Đặt khuôn sang bên cạnh khối hỗn hợp bê tông và đo chênh lệch chiều cao giữa miệng khuôn với điểm cao nhất của khối hỗn hợp (hình 5 - 5).

Khi dùng khuôn N<sup>o</sup>1 số liệu đo được làm tròn tới 0,5 cm chính là độ sụt của hỗn hợp bê tông cần thử. Khi dùng khuôn N<sup>o</sup>2 số liệu đo được phải chuyển về kết quả thử theo khuôn N<sup>o</sup>1 bằng cách nhân với hệ số 0,67.

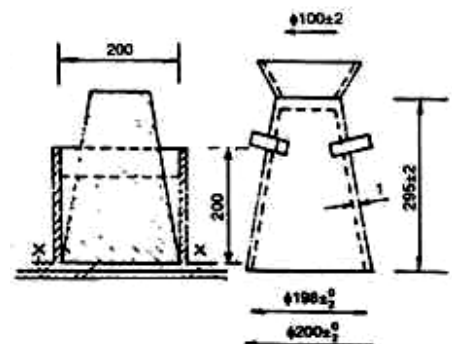
Hỗn hợp bê tông có độ sụt bằng 0 hoặc dưới 1,0 cm được coi như không có tính lưu động khi đó đặc trưng tính dẻo của hỗn hợp bê tông được xác định bằng cách thử độ cứng (ĐC, s).

### 5.3.2. Độ cứng

Độ cứng của hỗn hợp bê tông (ĐC) là thời gian rung động cần thiết (s) để san bằng và lên chặt hỗn hợp bê tông trong bộ khuôn hình nón cụt và hình lập phương (hình 5- 6).

Xác định độ cứng (ĐC, s) theo TCVN 3107-1993 bằng phương pháp đơn giản.

Dụng cụ chính để xác định độ cứng bao gồm khuôn hình nón cụt và khuôn hình lập phương có kích thước trong 200 x 200 x 200 mm (hình 5-6).



Hình 5-6: Dụng cụ xác định độ cứng của hỗn hợp bê tông

Kẹp chặt khuôn lập phương lên bàn rung, đặt khuôn hình nón cụt vào trong khuôn lập phương, đổ hỗn hợp bê tông, đầm chặt và nhấc khuôn hình nón cụt lên như khi xác định độ lưu động. Sau đó đồng thời bật đầm rung và bấm đồng hồ giây. Tiến hành rung cho tới khi hỗn hợp bê tông san đầy các góc và tạo thành mặt phẳng trong khuôn thì tắt đồng hồ và đầm rung, ghi lại thời gian đo được.

Thời gian đo được nhân với hệ số 0,7 chính là độ cứng của hỗn hợp bê tông (tính theo độ cứng xác định bằng nhót kế Vebe).

Theo chỉ tiêu độ lưu động và độ cứng người ta chia hỗn hợp bê tông ra các loại (bảng 5-12).

**Bảng 5-12**

Loại hỗn hợp bê tông	SN(cm)	ĐC(s)	Loại hỗn hợp bê tông	SN(cm)	ĐC(s)
Đặc biệt cứng	-	>300	Kém dẻo	1-4	15-20
Cứng cao	-	150-200	Dẻo	5-8	0-10
Cứng	-	60-100	Rất dẻo	10-12	-
Cứng vừa	-	30-45	Nhão	15-18	-

### 5.3.3. Khả năng giữ nước

Đây là tính chất nhằm để đảm bảo độ đồng nhất của hỗn hợp bê tông trong quá trình vận chuyển, đổ khuôn và đầm nén. Khi đầm nén hỗn hợp bê tông dẻo, các hạt cốt liệu có khuynh hướng chìm xuống và xích lại gần nhau, nước bị ép tách ra khỏi cốt liệu và cốt thép, nổi lên phía trên cùng với xi măng chui qua kẽ hở của cốt pha ra ngoài, tạo thành những lỗ rỗng, làm khả năng chống thấm nước của bê tông giảm. Một phần nước thừa đọng lại bên trong hỗn hợp tạo thành những hốc rỗng, ảnh hưởng xấu đến cấu trúc và tính chất của bê tông.

Việc giảm lượng nước nhào trộn và nâng cao khả năng giữ nước của hỗn hợp bê tông có thể thực hiện bằng sử dụng phụ gia hoạt động bề mặt và lựa chọn thành phần hạt cốt liệu một cách hợp lý.

### 5.3.4. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính công tác của hỗn hợp bê tông

*Lượng nước nhào trộn:* Là yếu tố quan trọng quyết định tính công tác của hỗn hợp bê tông. Lượng nước nhào trộn bao gồm lượng nước tạo ra hồ xi măng và lượng nước dùng cho cốt liệu (độ cần nước) để tạo ra độ dẻo cần thiết cho quá trình thi công.

Khả năng hấp thụ nước (độ cần nước) của cốt liệu là một đặc tính công nghệ quan trọng của nó. Khi diện tích bề mặt các hạt cốt liệu thay đổi, hay nói cách khác tỷ lệ các cấp hạt của cốt liệu, độ lớn của nó và đặc trưng bề mặt của cốt liệu thay đổi thì độ cần nước cũng thay đổi. Vì vậy, khi xác định thành phần bê tông thì việc xác định tỷ lệ cốt liệu nhỏ-cốt liệu lớn tối ưu để đảm bảo cho hồ xi măng nhỏ nhất là rất quan trọng.

Để đảm bảo cho bê tông có cường độ yêu cầu thì tỷ lệ nước - xi măng phải giữ ở giá trị không đổi và do đó khi độ cần nước của cốt liệu tăng thì dẫn đến chi phí quá nhiều xi măng.

Việc xây dựng lượng nước nhào trộn phải thông qua các chỉ tiêu về tính công tác có tính đến loại và độ lớn của cốt liệu (hình 5 - 7).

Khi lượng nước còn quá ít, dưới tác dụng của lực hút phân tử, nước chỉ đủ để hấp phụ trên bề mặt vật rắn mà chưa tạo ra độ lưu động của hỗn hợp. Lượng nước tăng lên đến một giới hạn nào đó sẽ xuất hiện nước tự do, màng nước trên bề mặt vật rắn dày thêm, nội ma sát giữa chúng giảm xuống, độ lưu động tăng lên. Lượng nước ứng với lúc hỗn hợp bê tông có độ lưu động tốt nhất mà không bị phân tầng gọi là khả năng giữ nước của hỗn hợp bê tông. Đối với hỗn hợp bê tông dùng xi măng pooc lăng, lượng nước đó khoảng 1,65 NTC (NTC-lượng nước tiêu chuẩn của xi măng).

*Loại và lượng xi măng:* Nếu hỗn hợp bê tông có đủ xi măng để cùng với nước lấp đầy lỗ rỗng của cốt liệu, bọc và bôi trơn bề mặt của chúng thì độ dẻo sẽ tăng.

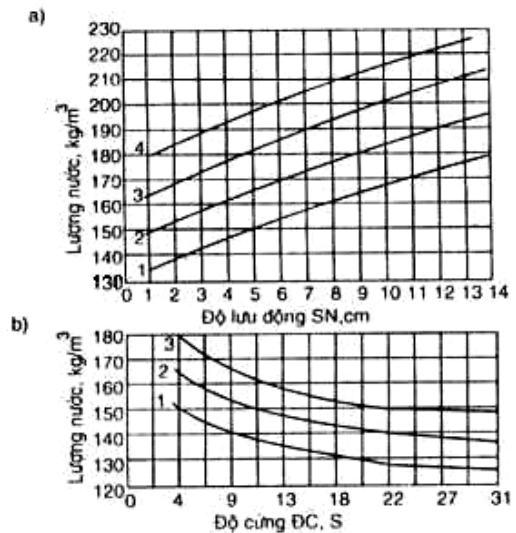
Độ lưu động còn phụ thuộc vào loại xi măng và phụ gia vô cơ nghiền mịn, vì bản thân mỗi loại xi măng sẽ có đặc tính riêng về các chỉ tiêu lượng nước tiêu chuẩn, độ mịn, thời gian đông kết và rắn chắc.

*Lượng hỗn hợp xi măng:* Nếu vừa xi măng (hỗ xi măng + cốt liệu nhỏ) chỉ đủ để lấp đầy lỗ rỗng của cốt liệu lớn thì hỗn hợp bê tông rất cứng, quá trình thi công sẽ khó khăn.

Để tạo cho hỗn hợp có độ dẻo cần thiết thì phải đẩy xa các hạt cốt liệu lớn và bọc xung quanh chúng một lớp hỗn hợp xi măng, do đó thể tích phần hỗn hợp sẽ bằng thể tích phần rỗng trong cốt liệu lớn nhân với hệ số trượt  $\alpha$  (1,05 - 1,15 đối với hỗn hợp bê tông cứng; 1,2 - 1,5 đối với hỗn hợp bê tông dẻo).

*Phụ gia hoạt động bề mặt* (phụ gia dẻo hoặc siêu dẻo) mặc dù cho vào hỗn hợp bê tông với một lượng nhỏ (0,15-1,2% khối lượng xi măng) nhưng có tác dụng pha loãng hỗn hợp bê tông. Phụ gia siêu dẻo cho phép sử dụng để chế tạo các sản phẩm bê tông khi thi công bằng bơm và vận chuyển bê tông trong các đường ống, đồng thời giảm đáng kể tỉ lệ N/X mà vẫn đảm bảo độ lưu động và có thể tạo ra các loại bê tông mác cao. Cũng cần chú ý rằng phụ gia hoạt động bề mặt phần nào làm kéo dài quá trình thủy hoá của xi măng và làm chậm tốc độ phát triển của bê tông. Khi sử dụng các loại phụ gia dẻo ta có thể giảm được 10 - 15% lượng nước so với bê tông thường, nếu là phụ gia siêu dẻo thì có thể giảm được 15- 30% lượng nước và nâng cao các đặc tính kỹ thuật cho bê tông.

*Gia công chấn động:* Là biện pháp có hiệu quả để làm cho hỗn hợp bê tông cứng và kém dẻo trở thành dẻo và chảy, dễ đổ khuôn và đầm chặt.



**Hình 5-7:** Lượng nước dùng cho 1m<sup>3</sup> bê tông phụ thuộc vào cốt liệu.

- a) Hỗn hợp bê tông dẻo; b) Hỗn hợp bê tông cứng  
 1.  $d_{max}=70mm$ ; 2.  $d_{max}=40mm$ ;  
 3.  $d_{max}=20mm$ ; 4.  $d_{max}=10mm$

### 5.3.5. Cách lựa chọn tính công tác cho hỗn hợp bê tông

Khi thiết kế cấp phối cũng như khi thi công bê tông, cần lựa chọn các chỉ tiêu tính công tác của hỗn hợp bê tông cho thích hợp. Chọn các chỉ tiêu tính công tác của hỗn hợp bê tông phải tùy theo loại kết cấu, mật độ cốt thép, phương pháp chế tạo, khoảng cách vận chuyển và điều kiện thời tiết.

Dựa vào loại kết cấu, mật độ cốt thép, có thể tham khảo cách lựa chọn ở bảng 5-13.

**Bảng 5 -13**

Dạng kết cấu	Độ sụt SN (cm)	
	Tối đa	Tối thiểu
Móng và tường móng bê tông cốt thép	9 ÷ 10	3 ÷ 4
Móng bê tông, giếng chìm, tường phân ngầm	9 ÷ 10	3 ÷ 4
Dầm, tường, cột bê tông cốt thép	11 ÷ 12	3 ÷ 4
Đường, nền	9 ÷ 10	3 ÷ 4
Bê tông khối lớn, sàn bê tông cốt thép	7 ÷ 8	3 ÷ 4

## 5.4. Cấu trúc của bê tông

### 5.4.1. Sự hình thành cấu trúc của bê tông

Sau khi tạo hình các cấu tử của hỗn hợp bê tông được sắp xếp chặt chẽ hơn. Cùng với sự thủy hoá của xi măng, cấu trúc của bê tông được hình thành. Giai đoạn này gọi là giai đoạn hình thành cấu trúc.

Khoảng thời gian hình thành cấu trúc, cũng như cường độ đầu tiên của bê tông phụ thuộc vào thành phần của bê tông, dạng chất kết dính và phụ gia hoá học. Hỗn hợp bê tông cứng và kém dẻo với tỷ lệ nước-xi măng không lớn có giai đoạn hình thành cấu trúc ngắn. Việc dùng xi măng và phụ gia rắn nhanh rút ngắn giai đoạn hình thành cấu trúc. Trong trường hợp cần duy trì tính công tác của hỗn hợp bê tông trong lúc vận chuyển cũng như thời tiết nóng có thể dùng phụ gia chậm cứng rắn.

### 5.4.2. Cấu trúc vĩ mô và cấu trúc vi mô

**Cấu trúc vĩ mô:** Bê tông là loại vật liệu có cấu trúc vĩ mô phức tạp. Trong một đơn vị thể tích hỗn hợp bê tông đã lèn chặt bao gồm thể tích của cốt liệu  $V_{cl}$ , thể tích hồ xi măng  $V_h$  và thể tích lỗ rỗng khí  $V_k$ :  $V_{cl} + V_h + V_k = 1$

Khi thi công nếu đầm nén tốt thể tích lỗ rỗng khí sẽ giảm đi, điều đó cho phép tăng cường độ chịu lực, tăng khả năng chống thấm và cải thiện nhiều tính chất kỹ thuật khác. Cần lưu ý đến tỷ lệ N/X, lượng nước, lượng xi măng phải thích hợp để đảm bảo cấu trúc của bê tông được đặc chắc.

**Cấu trúc vi mô** của bê tông được đặc trưng bằng cấu trúc của vật rắn, độ rỗng và đặc trưng của lỗ rỗng trong từng cấu tử tạo nên bê tông (cốt liệu, đá xi măng) cũng như cấu tạo của lớp tiếp xúc giữa chúng.

Lượng nước nhào trộn một phần dùng để bôi trơn hạt cốt liệu, một phần dùng để tạo thành hồ của đá xi măng, còn một phần bị cốt liệu rỗng hút vào. Vì vậy hỗn hợp bê tông dẻo sau khi đổ khuôn còn có xảy ra sự tách nước ở bên



trong, nước sẽ đọng lại trên bề mặt hạt cốt liệu lớn và làm yếu mối liên kết giữa chúng với phần vữa.

Độ bền của mối liên kết giữa cốt liệu và đá xi măng phụ thuộc vào bản chất của cốt liệu, vào độ rỗng, độ nhám của bề mặt, độ sạch của cốt liệu, cũng như vào loại xi măng và độ hoạt tính của nó; vào tỷ lệ N/X và điều kiện rắn chắc của bê tông.

Độ rỗng trong bê tông bao gồm những lỗ rỗng nhỏ li ti và lỗ rỗng mao quản. Độ rỗng của nó có thể lên tới 10 -15% và bao gồm:

- Lỗ rỗng trong đá xi măng (lỗ rỗng gen, lỗ rỗng mao quản, lỗ rỗng do khí cuốn vào);

- Lỗ rỗng trong cốt liệu;

- Lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu (khoảng không gian giữa các hạt cốt liệu không được chèn hò xi măng).

Để nâng cao độ đặc của bê tông trong quá trình thi công cần lưu ý các biện pháp kỹ thuật để hạn chế tối đa lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu, nhờ đó có thể cải thiện cấu trúc của bê tông theo hướng có lợi.

## **5.5. Tính chất cơ bản của bê tông**

### **5.5.1. Cường độ chịu lực**

***Khái niệm về cường độ chịu lực và mác của bê tông theo cường độ chịu nén***

Cường độ chịu lực là một đặc trưng cơ bản của bê tông. Trong kết cấu xây dựng, bê tông có thể làm việc ở những trạng thái khác nhau: nén, kéo, uốn, trượt v.v... Trong đó bê tông làm việc ở trạng thái chịu nén là tốt nhất, còn khả năng chịu kéo của bê tông rất kém chỉ bằng  $(\frac{1}{15} \div \frac{1}{10})$  khả năng chịu nén. Căn cứ vào khả năng chịu nén người ta định ra mác của bê tông.

Mác theo cường độ chịu nén ký hiệu bằng chữ M là chỉ tiêu cơ bản nhất đối với mọi loại bê tông kết cấu, được sử dụng để thiết kế cấp phối bê tông, thiết kế, tính toán kết cấu cho các công trình xây dựng.

Ngoài việc quy định mác theo cường độ chịu nén tùy thuộc vào từng loại bê tông có yêu cầu khác nhau còn có quy định về mác theo khả năng chịu kéo, khả năng chống thấm.

*Mác bê tông theo cường độ chịu nén* là trị số giới hạn cường độ chịu nén trung bình của các mẫu thí nghiệm hình khối lập phương cạnh 15 cm được chế tạo và bảo dưỡng 28 ngày trong điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ  $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$  và độ ẩm  $95 \div 100\%$ ).

Theo TCVN 6025:1995 mác của bê tông nặng xác định trên cơ sở cường độ chịu nén được phân loại như trong bảng 5 - 14.

***Phương pháp xác định cường độ chịu nén  $R_n$  (TCVN 3118 - 1993)***.

Để xác định cường độ nén của bê tông người ta đúc các viên mẫu chuẩn hình lập phương cạnh 15 cm, cũng có thể đúc các viên mẫu có hình dạng và kích thước khác.

Kích thước ở cạnh nhỏ nhất của mỗi viên mẫu tùy theo cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu dùng để chế tạo bê tông được quy định trong bảng 5 - 15.

**Bảng 5 - 14**

Mác bê tông	Cường độ nén ở tuổi 28 ngày không nhỏ hơn, kG/cm <sup>2</sup>
M100	100
M125	125
M150	150
M200	200
M250	250
M300	300
M350	350
M400	400
M450	450
M500	500
M600	600
M800	800

**Bảng 5 - 15**

Cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu	Kích thước cạnh nhỏ nhất của viên mẫu (cạnh mẫu hình lập phương, cạnh thiết diện mẫu lăng trụ, đường kính mẫu trụ)
10 và 20	100
40	150
70	200
100	300

Khi tiến hành thí nghiệm cường độ nén bằng các viên mẫu khác viên mẫu chuẩn ta phải chuyển về cường độ của viên mẫu chuẩn.

Cường độ nén của viên mẫu chuẩn được xác định theo công thức:

$$R_n = K \frac{P}{F} \text{ kG/cm}^2$$

Trong đó : - P : Tải trọng phá hoại mẫu, kG (daN).

- F : Diện tích chịu lực nén của viên mẫu, cm<sup>2</sup>

- K: Hệ số chuyển đổi kết quả thử nén các mẫu bê tông kích thước khác chuẩn về cường độ của viên mẫu chuẩn kích thước 150 x 150 x 150mm. Giá trị K lấy theo bảng 5 - 16.

**Bảng 5 - 16**

Hình dáng và kích thước của mẫu, mm	Hệ số chuyển đổi	
Mẫu lập phương	100 x 100 x 100	0,91
	150 x 150 x 150	1,00
	200 x 200 x 200	1,05
	300 x 300 x 300	1,10
Mẫu trụ	71,4 x 143 và 100 x 200	1,16
	150 x 300	1,20
	200 x 400	1,24

Khi nén các mẫu nửa đầm giá trị hệ số chuyển cũng được lấy như mẫu hình lập phương cùng diện tích chịu nén.

Khi thử các mẫu trụ được khoan, cắt từ các cấu kiện hoặc sản phẩm mà tỷ số chiều cao so với đường kính của chúng nhỏ hơn 2 thì kết quả cũng tính theo công thức và hệ số K ở trên nhưng được nhân thêm với hệ số K' lấy theo bảng 5-17.

**Bảng 5 - 17**

Tỷ lệ $\frac{H}{d}$	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
Giá trị K'	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89

Cường độ chịu nén của bê tông được xác định từ các giá trị cường độ nén của các viên trong tổ mẫu bê tông như sau:

So sánh các giá trị cường độ nén lớn nhất và nhỏ nhất với cường độ nén của viên mẫu trung bình nếu hai giá trị đó đều không chênh lệch quá 15% so với cường độ nén của viên mẫu trung bình thì cường độ nén của bê tông được tính bằng trung bình số học của ba kết quả thử trên ba viên mẫu. Nếu một trong hai giá trị đó lệch quá 15% so với cường độ nén của viên mẫu trung bình thì bỏ cả hai kết quả lớn nhất và nhỏ nhất. Khi đó cường độ nén của bê tông là cường độ nén của một viên mẫu còn lại.

Trong trường hợp tổ mẫu bê tông chỉ có hai viên thì cường độ nén của bê tông được tính bằng trung bình số học kết quả thử của hai viên mẫu đó.

**Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ chịu lực của bê tông**

Đá xi măng (mác xi măng và tỷ lệ  $\frac{X}{N}$ ) có ảnh hưởng lớn đến cường độ của

bê tông. Sự phụ thuộc của cường độ bê tông vào tỷ lệ  $\frac{X}{N}$  thực chất là phụ thuộc vào thể tích rỗng tạo ra do lượng nước dư thừa. Hình 5 - 8 biểu thị mối quan hệ giữa cường độ bê tông và lượng nước nhào trộn.

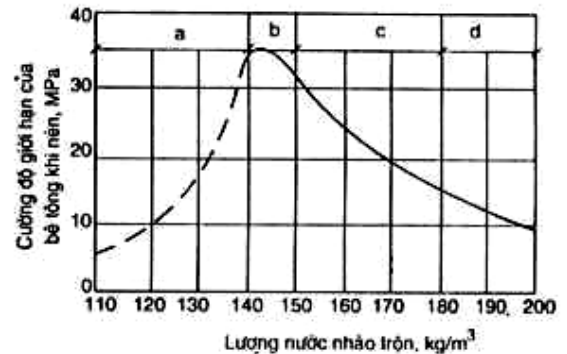
Độ rỗng tạo ra do lượng nước thừa có thể xác định bằng công thức:

$$r = \frac{N - \omega \cdot X}{1000} \cdot 100\%$$

Trong đó: N, X: Lượng nước và lượng xi măng trong 1m<sup>3</sup> bê tông, kg.

$\omega$ : Lượng nước liên kết hóa học tính bằng % khối lượng xi măng. Ở tuổi 28 ngày lượng nước liên kết hóa học khoảng 15 - 20%.

Mối quan hệ giữa cường độ bê tông với mác xi măng, tỷ lệ  $\frac{X}{N}$  được biểu thị qua



**Hình 5-8:** Sự phụ thuộc của cường độ bê tông vào lượng nước nhào trộn

- a-Vùng hỗn hợp bê tông cứng không đầm chặt được;
- b-Vùng hỗn hợp bê tông có cường độ và độ đặc cao;
- c-Vùng hỗn hợp bê tông dẻo;
- d-Vùng hỗn hợp bê tông chảy

công thức Bolomey-Skramtaev sau:

$$\text{Đối với bê tông có } \frac{X}{N} = 1,4 \div 2,5 \text{ thì: } R_b = AR_x \cdot \left( \frac{X}{N} - 0,5 \right). \quad (5-1)$$

$$\text{Đối với bê tông có } \frac{X}{N} > 2,5 \text{ thì: } R_b = A_1 R_x \cdot \left( \frac{X}{N} + 0,5 \right). \quad (5-2)$$

*Trong đó :*

$R_b$ : Cường độ nén của bê tông ở tuổi 28 ngày, kG/ cm<sup>2</sup>.

$R_x$ : Mác của xi măng (cường độ), kG/cm<sup>2</sup>.

A, A<sub>1</sub> là hệ số được xác định theo chất lượng vật liệu và phương pháp xác định mác xi măng (bảng 5-18).

$\frac{X}{N}$ : Tỷ lệ xi măng/nước .

**Bảng 5 - 18**

Hệ số chất lượng vật liệu A và A<sub>1</sub>

Chất lượng vật liệu	Chỉ tiêu đánh giá	Hệ số A và A <sub>1</sub> ứng với phương pháp thử mác xi măng.			
		TCVN 6016:95		TCVN 4032:85	
		A	A <sub>1</sub>	A	A <sub>1</sub>
Tốt	- Xi măng hoạt tính cao không trộn phụ gia thủy. - Cốt liệu: Đá sạch, cường độ cao, cấp phối hạt tốt. Cát sạch, M <sub>dl</sub> = 2.4 ÷ 2.7	0.54	0.34	0.6	0.38
Trung bình	- Xi măng hoạt tính trung bình, xi măng poóc lăng hỗn hợp chứa 10 ÷ 15% phụ gia thủy. - Cốt liệu: Đá có chất lượng phù hợp TCVN1771:1987. Cát phù hợp TCVN 1770:1986, có M <sub>dl</sub> = 2 ÷ 2.4	0.5	0.32	0.55	0.35
Kém	- Xi măng hoạt tính thấp, xi măng poóc lăng hỗn hợp chứa trên 15% phụ gia thủy. - Cốt liệu: Đá có 1 chỉ tiêu chưa phù hợp TCVN 1771:1987. Cát nhỏ M <sub>dl</sub> < 2.	0.45	0.29	0.5	0.32

*Cốt liệu* : Sự phân bố giữa các hạt cốt liệu và tính chất của nó (độ nhám, số lượng lỗ rỗng, tỉ diện tích) có ảnh hưởng đến cường độ của bê tông. Bình thường hồ xi măng lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu và đẩy chúng ra xa nhau với cự ly bằng 2- 3 lần đường kính hạt xi măng. Trong trường hợp này do phát huy được vai trò của cốt liệu nên cường độ của bê tông khá cao và yêu cầu cốt liệu có cường độ cao hơn cường độ bê tông 1,5 - 2 lần. Khi bê tông chứa lượng hồ xi măng lớn hơn, các hạt cốt liệu bị đẩy ra xa nhau hơn đến mức hầu như không có tác dụng tương hỗ với nhau. Khi đó cường độ của đá xi măng và cường độ vùng

tiếp xúc đóng vai trò quyết định đến cường độ bê tông, nên yêu cầu về cường độ của cốt liệu ở mức thấp hơn.

Với cùng một liều lượng pha trộn như nhau thì bê tông dùng đá dăm có thành phần hạt hợp quy phạm sẽ cho cường độ cao hơn khi dùng sỏi.

*Cấu tạo của bê tông* biểu thị bằng độ đặc của nó, có ảnh hưởng đến cường độ của bê tông. Độ đặc càng cao, cường độ của bê tông càng lớn. Khi thiết kế thành phần bê tông ngoài việc đảm bảo cho bê tông có độ đặc cao thì việc lựa chọn độ dẻo và phương pháp thi công thích hợp có ý nghĩa quan trọng.

Đối với mỗi hỗn hợp bê tông, ứng với một điều kiện đầm nén nhất định sẽ có một tỷ lệ nước thích hợp. Nếu tăng mức độ đầm nén thì tỷ lệ nước thích hợp sẽ giảm xuống và cường độ bê tông tăng lên.

Cường độ bê tông phụ thuộc vào mức độ đầm chặt thông qua hệ số lèn  $K_1$ .

$$K_1 = \frac{\rho'_v}{\rho_v}$$

*Trong đó :*

-  $\rho'_v$  : Khối lượng thể tích thực tế của hỗn hợp bê tông sau khi lèn chặt,  $\text{kg/m}^3$

-  $\rho_v$  : Khối lượng thể tích tính toán của hỗn hợp bê tông,  $\text{kg/m}^3$ .

Thông thường hệ số lèn chặt  $K_1 = 0,9 - 0,95$ , riêng với hỗn hợp bê tông cứng, thi công phù hợp thì hệ số lèn chặt có thể đạt  $0,95 - 0,98$ .

*Phụ gia tăng dẻo* có tác dụng làm tăng tính dẻo cho hỗn hợp bê tông nên có thể giảm bớt lượng nước nhào trộn, do đó cường độ của bê tông sẽ tăng lên đáng kể.

*Phụ gia rắn nhanh* có tác dụng đẩy nhanh quá trình thủy hóa của xi măng nên làm tăng nhanh sự phát triển cường độ bê tông dưỡng hộ trong điều kiện tự nhiên cũng như ngay sau khi dưỡng hộ nhiệt.

*Cường độ bê tông tăng theo tuổi của nó*: Trong quá trình rắn chắc cường độ bê tông không ngừng tăng lên. Từ 7 đến 14 ngày đầu cường độ phát triển nhanh, sau 28 ngày chậm dần và có thể tăng đến vài năm gần như theo quy luật logarit:

$$\frac{R_y}{R_{28}} = \frac{\lg y}{\lg 28} ; \quad \text{với } 3 < y < 90. \quad (5-3)$$

*Trong đó :*

-  $R_y$  ;  $R_{28}$  : Cường độ bê tông ở tuổi  $y$  và 28 ngày,  $\text{kG/cm}^2$ .

-  $y$  : Tuổi của bê tông, ngày.

*Điều kiện môi trường bảo dưỡng*: Trong môi trường nhiệt độ, độ ẩm cao sự tăng cường độ có thể kéo dài trong nhiều năm, còn trong điều kiện khô hanh hoặc nhiệt độ thấp sự tăng cường độ trong thời gian sau này là không đáng kể. Khi dùng hơi nước nóng để bảo dưỡng bê tông làm cho cường độ bê tông tăng rất nhanh trong thời gian vài ngày đầu nhưng sẽ làm cho bê tông trở lên giòn hơn và có cường độ cuối cùng thấp hơn so với bê tông được bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn.

*Điều kiện thí nghiệm* : Khi bị nén, ngoài biến dạng co ngắn theo phương lực tác dụng, bê tông còn bị nở ngang. Thông thường chính sự nở ngang quá mức

làm bê tông bị phá vỡ, nếu hạn chế được độ nở ngang có thể làm tăng khả năng chịu nén của bê tông. Trong thí nghiệm, nếu không bị bôi trơn mặt tiếp xúc giữa các mẫu và bàn máy nén thì tại mặt đó sẽ xuất hiện lực ma sát có tác dụng cản trở sự nở ngang và làm tăng cường độ của mẫu so với khi bôi trơn mặt tiếp xúc. Ảnh hưởng của lực ma sát giảm dần từ mặt tiếp xúc đến khoảng giữa mẫu, vì vậy mẫu khối vuông có kích thước bé sẽ có cường độ cao hơn so với mẫu có kích thước lớn và mẫu lăng trụ có cường độ chỉ bằng khoảng 0.8 lần cường độ mẫu khối vuông có cùng cạnh đáy. Nếu thí nghiệm với mặt tiếp xúc được bôi trơn để bê tông được tự do nở ngang sẽ không có sự khác biệt như vừa nêu.

Tốc độ gia tải khi thí nghiệm cũng ảnh hưởng đến cường độ mẫu. Khi gia tải rất chậm, cường độ bê tông chỉ đạt khoảng 0,85 giá trị so với trường hợp gia tải bình thường.

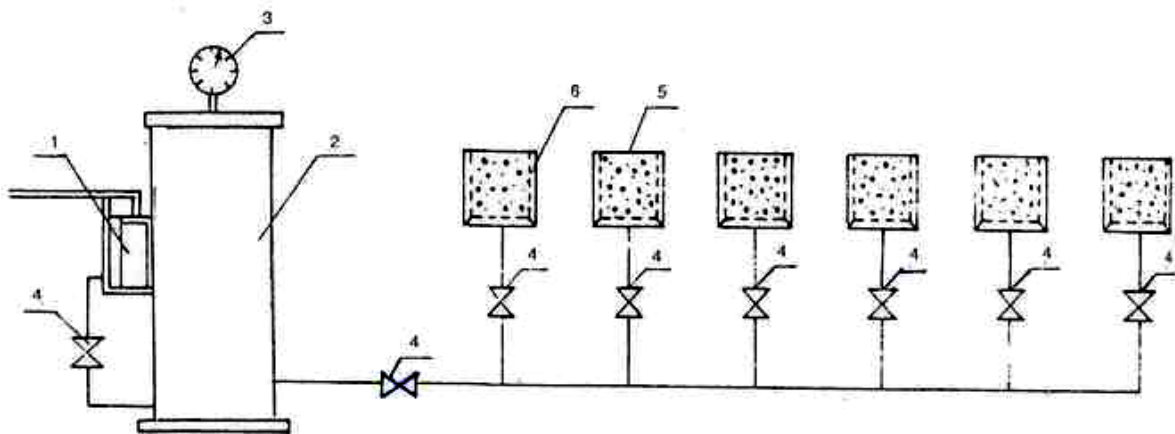
### 5.5.2. Tính thấm nước của bê tông

Dưới áp lực thủy tĩnh nước có thể thấm qua những lỗ rỗng mao quản. Thực tế nước chỉ thấm qua những lỗ rỗng có đường kính lớn hơn  $1\mu\text{m}$ , vì màng nước hấp phụ trong các mao quản đã có chiều dày đến  $0,5\mu\text{m}$ .

Đối với các công trình có yêu cầu về độ chống thấm nước thì cần phải xác định độ chống thấm theo áp lực thủy tĩnh thực dụng. Căn cứ vào chỉ tiêu này chia bê tông thành các loại mức chống thấm: CT-2, CT-4, CT-6, CT-8, CT-10, CT-12 (hoặc B2, B4, B6, B8, B10, B12).

Tính chống thấm của bê tông được xác định theo TCVN3116:1993.

Để kiểm tra mức độ chống thấm của bê tông cần chuẩn bị 6 mẫu thí nghiệm hình trụ  $d = h = 150\text{ mm}$ . Sau khi lắp các mẫu vào thiết bị thí nghiệm (hình 5-9) sẽ bơm nước tạo áp lực tăng dần từng cấp, mỗi cấp  $2\text{ daN/cm}^2$ . Thời gian giữ mẫu ở mỗi cấp áp lực nước là 16 giờ. Tiến hành tăng áp tới khi thấy trên bề mặt viên mẫu nào xuất hiện nước thấm qua thì khoá van và ngừng thử viên mẫu đó. Sau đó tiếp tục thử các mẫu còn lại.



**Hình 5-9:** Thiết bị xác định tính chống thấm của bê tông  
1. Bơm ; 2. Thùng đẳng áp ; 3. Đồng hồ áp lực ; 4. Van chịu áp lực ; 5. Mẫu thử ; 6. Áo mẫu.

Độ chống thấm nước của bê tông được xác định bằng áp lực nước tối đa (atm) mà ở áp lực đó có 4 trong 6 mẫu thử chưa bị nước thấm qua.

### 5.5.3 . Tính co nở thể tích

Trong quá trình rắn chắc, bê tông thường phát sinh biến dạng thể tích, nở ra trong nước và co lại trong không khí. Về giá trị tuyệt đối độ co lớn hơn nở 10 lần. Ở một giới hạn nhất định độ nở có thể làm tốt hơn cấu trúc của bê tông, còn hiện tượng co ngót luôn luôn kéo theo hậu quả xấu.

Bê tông bị co ngót do nhiều nguyên nhân, trước hết là sự mất nước trong các gel đá xi măng. Khi mất nước các mầm tinh thể xích lại gần nhau và đồng thời các gel cùng dịch chuyển làm cho bê tông bị co. Quá trình cacbonat hóa hydrôxi can xi trong đá xi măng cũng là nguyên nhân gây ra co ngót, co ngót còn là hậu quả của việc giảm thể tích tuyệt đối của hệ xi măng - nước.

Do bị co ngót nên bê tông bị nứt, giảm cường độ, độ chống thấm, độ ổn định của bê tông và bê tông cốt thép trong môi trường xâm thực.

Vì vậy đối với những kết cấu bê tông có chiều dài và diện tích lớn, để tránh nứt người ta phân đoạn để tạo thành các khe co giãn.

Độ co ngót phát triển mạnh trong thời kỳ đầu và giảm dần theo thời gian sau đó tắt hẳn.

Trị số co ngót phụ thuộc vào lượng, loại xi măng, lượng nước, tỷ lệ cát trong hỗn hợp cốt liệu và chế độ bảo dưỡng. Độ co ngót trong đá xi măng lớn hơn trong hỗn hợp và bê tông (hình 5-10).

Ngoài ra độ co ngót còn phụ thuộc vào chế độ bảo dưỡng. Khi bảo dưỡng nhiệt ẩm độ co ngót xảy ra mạnh và nhanh chóng hơn trong điều kiện thường nhưng trị số cuối cùng lại nhỏ hơn 10 - 15%. Nhiệt độ chưng hấp càng cao, độ co ngót cuối cùng càng nhỏ.

Khi chưng áp, độ co ngót còn nhỏ hơn 2 lần so với trong không khí.

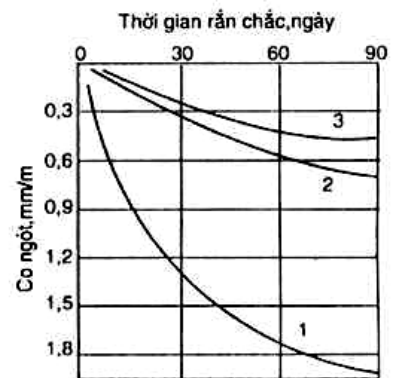
Nếu như bê tông trước đây cứng rắn trong điều kiện thường, sau đó đem đặt trong nước hay trong môi trường có độ ẩm lớn hơn độ ẩm của bê tông thì thể tích của nó tăng lên đó là hiện tượng biến dạng nở của bê tông. Biến dạng nở của bê tông ở trong nước là do tăng chiều dày của màng nước hấp phụ của các tinh thể trong cấu trúc gel của đá xi măng.

Cũng như co ngót, biến dạng nở phát triển mạnh trong thời kỳ đầu và giảm dần theo thời gian sau đó tắt hẳn.

### 5.5.4. Tính chịu nhiệt

Không nên sử dụng bê tông nặng trong môi trường chịu tác dụng lâu dài của nhiệt độ lớn hơn 250<sup>0</sup>C. Khi có nhiệt độ 250<sup>0</sup>C - 300<sup>0</sup>C tác dụng lâu dài, cường độ bê tông giảm đi rõ rệt do nước tự do, nước liên kết trong đá xi măng bị tách ra làm cho đá xi măng co lại dẫn đến phá hoại cấu trúc của bê tông.

Khi nâng nhiệt độ đến 500 - 550<sup>0</sup>C hoặc cao hơn bê tông sẽ bị phá hoại nhanh.



Hình 5-10: Độ co ngót:  
1-Cửa đá xi măng; 2-Cửa vữa;  
3-Cửa bê tông

Trong thực tế bê tông nặng có thể chịu được nhiệt độ đến  $1200^{\circ}\text{C}$  trong một thời gian ngắn do bê tông gặp nhiệt độ cao, lớp ngoài cùng của kết cấu bị phá hoại và tạo nên một màng xốp có tác dụng cách nhiệt, làm cho nhiệt truyền vào bên trong chậm. Nhưng nếu nhiệt độ tác dụng lên bê tông cao hơn hoặc lâu hơn thì bê tông sẽ tiếp tục bị phá hoại.

Như vậy khi xây dựng các công trình hay bộ phận kết cấu thường xuyên tiếp xúc với nhiệt độ cao người ta phải dùng các loại bê tông chịu nhiệt.

## **5.6. Thiết kế thành phần bê tông nặng**

### **5.6.1. Khái niệm**

Thiết kế thành phần bê tông là tìm ra tỷ lệ hợp lý các loại nguyên vật liệu nước, xi măng, cát, đá hoặc sỏi cho  $1\text{m}^3$  bê tông sao cho đạt các chỉ tiêu kỹ thuật và kinh tế.

Thành phần của bê tông được biểu thị bằng khối lượng các loại vật liệu dùng trong  $1\text{m}^3$  bê tông hay bằng tỷ lệ về khối lượng (hoặc thể tích) trên một đơn vị khối lượng (hoặc thể tích) xi măng.

Để tính toán được thành phần của bê tông phải dựa vào một số điều kiện như :

*Cường độ bê tông yêu cầu (mác bê tông):* Thông thường người ta lấy cường độ chịu nén của bê tông sau 28 ngày dưỡng hộ làm cường độ yêu cầu.

*Tính chất của công trình:* Phải biết được công trình làm việc trong môi trường nào, trên khô hay dưới nước, có ở trong môi trường xâm thực mạnh không?

*Đặc điểm của kết cấu công trình:* Kết cấu có cốt thép hay không có cốt thép, cốt thép dày hay thưa, biết tiết diện của công trình rộng hay hẹp... Mục đích là để lựa chọn độ dẻo của hỗn hợp bê tông và độ lớn của đá (sỏi) cho hợp lý.

*Điều kiện nguyên vật liệu :* Như mác và loại xi măng, loại cát, đá dăm hay sỏi và các chỉ tiêu cơ lý của chúng.

*Điều kiện thi công:* Thi công bằng cơ giới hay thủ công.

### **5.6.2. Phương pháp thiết kế thành phần bê tông**

Để thiết kế cấp phối bê tông có thể thực hiện bằng nhiều phương pháp như phương pháp của Ban môi trường Anh, phương pháp của Viện bê tông Mỹ song phương pháp Bolomey-Skramtaev của Viện bê tông và bê tông cốt thép Nga là phương pháp đã được sử dụng phổ biến ở Việt Nam và một số nước.

Trong nội dung giáo trình sẽ trình bày cách thiết kế thành phần bê tông trên cơ sở của phương pháp Bolomey-Skramtaev có tính đến những điều kiện thích hợp của Việt Nam.

#### ***Nguyên tắc của phương pháp***

Phương pháp của Bolomey-Skramtaev là phương pháp tính toán lý thuyết kết hợp với việc tiến hành kiểm tra bằng thực nghiệm dựa trên cơ sở lý thuyết "thể tích tuyệt đối" có nghĩa là tổng thể tích tuyệt đối (hoàn toàn đặc) của vật liệu trong  $1\text{m}^3$  bê tông bằng 1000 (lít):



$$V_X + V_N + V_C + V_D = 1000 \text{ (lít)}.$$

Trong đó :

$V_X, V_N, V_C, V_D$ : Thể tích hoàn toàn đặc của xi măng, nước, cát, đá trong  $1\text{m}^3$  bê tông, lít.

**Các bước thực hiện**

**Bước 1:** Tính sơ bộ thành phần vật liệu cho  $1\text{m}^3$  bê tông.

Lựa chọn tính công tác (độ sụt, độ cứng): Căn cứ vào đặc điểm kết cấu chọn chỉ tiêu độ sụt (SN, cm) theo bảng 5-13.

Xác định lượng nước: Căn cứ vào chỉ tiêu tính công tác đã lựa chọn, loại cốt liệu lớn, cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu ( $D_{\max}$ ), mô đun độ lớn của cát tra bảng 5 - 19 để tìm lượng nước cho  $1\text{m}^3$  bê tông.

Lượng nước ước tính sơ bộ cho  $1\text{m}^3$  bê tông (lít)

**Bảng 5 -19**

Số thứ tự	Độ sụt, cm	Kích thước hạt lớn nhất của đá dăm, $D_{\max}$ , mm											
		10			20			40			70		
		Mô đun độ lớn của cát, $M_{dl}$											
		1,5÷ 1,9	2,0÷ 2,4	2,5÷ 3,0	1,5÷ 1,9	2,0÷ 2,4	2,5÷ 3,0	1,5÷ 1,9	2,0÷ 2,4	2,5÷ 3,0	1,5÷ 1,9	2,0÷ 2,4	2,5÷ 3,0
1	1 ÷ 2	195	190	185	185	180	175	175	170	165	165	160	155
2	3 ÷ 4	205	200	195	195	190	185	185	180	175	175	170	165
3	5 ÷ 6	210	205	200	200	195	190	190	185	180	180	175	170
4	7 ÷ 8	215	210	205	205	200	195	195	190	185	185	180	175
5	9 ÷ 10	220	215	210	210	205	200	200	195	190	190	185	180
6	11 ÷ 12	225	220	215	215	210	205	205	200	195	195	190	185

Lượng nước xác định trong bảng ứng với cốt liệu lớn là đá dăm, xi măng poocăng thông thường và có giá trị không đổi khi lượng xi măng sử dụng tính được cho  $1\text{m}^3$  bê tông trong khoảng  $200\div 400 \text{ kg/m}^3$ .

Khi lượng xi măng sử dụng tính được cho  $1\text{m}^3$  bê tông lớn hơn  $400 \text{ kg/m}^3$  thì lượng nước tra bảng sẽ được điều chỉnh theo nguyên tắc cộng thêm 1lít cho 10 kg xi măng tăng. Phụ gia sử dụng dạng bột cũng được tính như xi măng để điều chỉnh lượng nước.

Khi sử dụng cốt liệu lớn là sỏi, lượng nước giảm đi 10 lít.

Khi sử dụng xi măng poocăng hỗn hợp, xi măng poocăng xỉ thì lượng nước cộng thêm 10 lít.

Khi sử dụng xi măng poocăng puzolan, lượng nước cộng thêm 15 lít.

Khi sử dụng cát có  $M_{dl} = 1\div 1,4$  thì lượng nước tăng thêm 5 lít.

Khi sử dụng cát có  $M_{dl} > 3$  thì lượng nước giảm đi 5 lít.

Xác định tỷ lệ  $\frac{X}{N}$  :

Tỷ lệ  $\frac{X}{N}$  được tính theo công thức của Bolomey-Skramtaev như sau :

- Đối với bê tông thường  $\left( \frac{X}{N} = 1,4 \div 2,5 \right) : \frac{X}{N} = \frac{R_b}{A \cdot R_x} + 0,5 \quad (5-4)$

- Đối với bê tông cường độ cao  $\left( \frac{X}{N} > 2,5 \right) : \frac{X}{N} = \frac{R_b}{A_1 \cdot R_x} - 0,5 \quad (5-5)$

*Trong đó :*

-  $R_b$  : Cường độ của bê tông ( $\text{kG/cm}^2$ ), lấy bằng mác bê tông yêu cầu theo cường độ nhân với hệ số an toàn là 1,1 đối với các trạm trộn tự động; là 1,15 đối với các trạm trộn cân đong thủ công.

-  $R_x$  : Cường độ thực tế của xi măng,  $\text{kG/cm}^2$ .

-  $A, A_1$ : Hệ số chất lượng vật liệu được xác định theo bảng 5 - 18.

*Xác định lượng xi măng :*  $X = \left( \frac{X}{N} \right) \cdot N, \text{ kg} \quad (5-6)$

Trong đó: tỷ lệ  $\frac{X}{N}$  và lượng nước  $N$  đã xác định ở trên.

Dem so sánh lượng xi măng tìm được với lượng xi măng tối thiểu (bảng 5-2), nếu thấp hơn thì phải lấy lượng xi măng tối thiểu để tính tiếp. Để giữ nguyên cường độ bê tông theo thiết kế ban đầu thì tỷ lệ  $\frac{X}{N}$  phải không thay đổi, do đó lượng nước cũng phải tính lại.

Khi lượng xi măng tính được lớn hơn 400 kg cần hiệu chỉnh lại lượng nước theo nguyên tắc cộng thêm 1 lít cho 10 kg xi măng tăng. Sau đó giữ nguyên tỷ lệ  $\frac{X}{N}$  đã tính được và tính lại lượng xi măng theo lượng nước đã được hiệu chỉnh.

Hàm lượng phụ gia (PG) được tính theo % hàm lượng xi măng

*Xác định lượng cốt liệu lớn (đá hoặc sỏi) và cốt liệu nhỏ :*

Để xác định lượng cốt liệu lớn và nhỏ phải dựa vào nguyên tắc đã nêu, tức là thể tích  $1\text{m}^3$  (hoặc 1000 lít) hỗn hợp bê tông sau khi đầm chặt bao gồm thể tích hoàn toàn đặc của cốt liệu và thể tích hồ xi măng.

Gọi thể tích hoàn toàn đặc của xi măng, nước, cát, đá (sỏi) lần lượt là  $V_X$ ;  $V_N$ ;  $V_C$ ;  $V_D$  ta có :  $V_X + V_N + V_C + V_D = 1000$

$$\text{Hay } \frac{X}{\rho_X} + N + \frac{C}{\rho_C} + \frac{D}{\rho_D} = 1000 \quad (5-7)$$

Mặt khác vữa xi măng (xi măng, nước và cát) trong  $1\text{m}^3$  hỗn hợp cần phải nhét đầy các lỗ rỗng và có kể đến hệ số dư vữa  $\alpha$  bao bọc các hạt cốt liệu lớn để cho hỗn hợp bê tông đạt được độ dẻo cần thiết. Xuất phát từ đó ta có thể biểu diễn sự tương quan của các đại lượng bằng phương trình sau :

$$\frac{X}{\rho_X} + N + \frac{C}{\rho_C} = \frac{D}{\rho_{VD}} \cdot r_D \cdot \alpha \quad (5-8)$$

*Trong đó :*

- $\rho_D, \rho_{VD}$  : Khối lượng riêng, khối lượng thể tích của đá (sỏi),  $\text{kg/l}$ .
- $r_D$  : Độ rỗng của đá (sỏi).

-  $\alpha$ : Hệ số trượt (hệ số dư vữa)

Đối với hỗn hợp bê tông cứng  $\alpha = 1,05 \div 1,15$ .

Đối với hỗn hợp bê tông dẻo cần SN = 2 ÷ 12 cm thì giá trị  $\alpha$  được tra theo biểu đồ (hình 5-11) hoặc bảng 5-20. Để xác định giá trị  $\alpha$  cần xác định thể tích của hồ xi măng:

$$V_H = \frac{X}{\rho_X} + N(\text{lít}) \quad (5-9)$$

Từ (5-7) và (5-8) ta tính được lượng cốt liệu lớn :

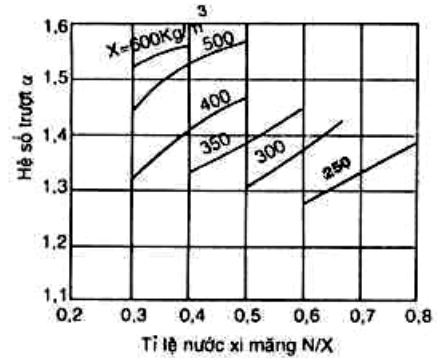
$$D = \frac{1000}{\frac{\alpha \cdot r_D}{\rho_{VD}} + \frac{1}{\rho_D}}, \quad \text{kg} \quad (5-10)$$

hoặc: 
$$D = \frac{\rho_{VD}}{r_D \cdot (\alpha - 1) + 1}, \quad \text{kg} \quad (5-11)$$

Lượng cát: 
$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_X} + N + \frac{D}{\rho_D} \right) \right] \cdot \rho_C, \quad \text{kg} \quad (5-12)$$

Trong đó :-  $\rho_X$  ;  $\rho_C$  : Khối lượng riêng của xi măng, cát, kg/l

Hệ số dư vữa  $\alpha$  dùng cho hỗn hợp bê tông dẻo



Hình 5-11: Biểu đồ xác định hệ số trượt (hệ số dư vữa)

**Bảng 5-20**

Mô đun độ lớn của cát	Hệ số dư vữa $\alpha$ ứng với giá trị thể tích hồ xi măng $V_H = \frac{X}{\rho_X} + N$ (l/m <sup>3</sup> ) bằng									
	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450
3,0	1,33	1,38	1,43	1,48	1,52	1,56	1,59	1,62	1,64	1,66
2,75	1,30	1,35	1,40	1,45	1,49	1,53	1,56	1,59	1,61	1,63
2,4	1,26	1,31	1,36	1,41	1,45	1,49	1,52	1,55	1,57	1,59
2,25	1,24	1,29	1,34	1,39	1,43	1,47	1,5	1,53	1,55	1,57
2,0	1,22	1,27	1,32	1,37	1,41	1,45	1,48	1,51	1,53	1,55
1,75	1,14	1,19	1,24	1,29	1,33	1,37	1,40	1,43	1,45	1,47
1,5	1,07	1,12	1,17	1,22	1,26	1,30	1,33	1,36	1,38	1,40

Hệ số dư vữa trong bảng dùng cho hỗn hợp bê tông sử dụng cốt liệu lớn là đá dăm, nếu dùng sỏi giá trị  $\alpha$  trong bảng cộng thêm 0,06.

Thành phần cấp phối cho 1m<sup>3</sup> bê tông được biểu thị bằng khối lượng từng nguyên vật liệu (kg) hoặc bằng tỷ lệ pha trộn theo khối lượng, lấy khối lượng của xi măng làm chuẩn.

Sau khi tính được thành phần vật liệu cho 1m<sup>3</sup> bê tông cần lập 3 thành phần định hướng.

- Thành phần 1 (thành phần cơ bản) như đã tính ở trên.

- Thành phần 2 là thành phần tăng 10% xi măng so với lượng xi măng ở thành phần 1. Lượng nước như thành phần 1, nhưng nếu  $X > 400$  kg thì lượng

nước phải hiệu chỉnh lại. Thành phần cốt liệu lớn và nhỏ cũng tính lại theo lượng xi măng và lượng nước đã hiệu chỉnh.

-Thành phần 3 là thành phần giảm 10% xi măng so với lượng xi măng ở thành phần 1. Lượng nước như thành phần 1. Thành phần cốt liệu lớn và nhỏ cũng tính lại theo lượng xi măng.

**Bước 2: Kiểm tra bằng thực nghiệm:**

Bước tính sơ bộ ta đã xác định được lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) cho 1m<sup>3</sup> hỗn hợp bê tông. Song trong quá trình tính ta đã dựa vào một số bảng tra, biểu đồ, công thức, mà điều kiện thành lập bảng tra, biểu đồ và công thức đó có thể khác với điều kiện thực tế. Vì vậy phải kiểm tra bằng thực nghiệm để xem với liều lượng vật liệu tính toán ở trên hỗn hợp bê tông và bê tông có đạt các yêu cầu kỹ thuật không. Khi thí nghiệm phải đồng thời tiến hành kiểm tra 3 thành phần đã tính ở bước sơ bộ, thông qua đó chọn thành phần đáp ứng yêu cầu về chất lượng bê tông, điều kiện thi công và cho đủ sản lượng 1m<sup>3</sup>. Trình tự thực hiện như sau:

*Tính liều lượng vật liệu cho một mẻ trộn thí nghiệm:*

Tùy thuộc vào số lượng mẫu, kích thước mẫu bê tông cần đúc để kiểm tra cường độ mà trộn mẻ hỗn hợp bê tông với thể tích chọn theo bảng 5 - 21.

**Bảng 5 -21**

Mẫu lập phương kích thước cạnh, cm	Thể tích mẻ trộn với số viên mẫu cần đúc, lít			
	3	6	9	12
10 x 10 x 10	6	8	12	16
15 x 15 x 15	12	24	36	48
20 x 20 x 20	25	50	75	100
30 x 30 x 30	85	170	255	340

Từ liều lượng vật liệu của 1m<sup>3</sup> bê tông đã tính được ở bước tính sơ bộ cho 3 thành phần sẽ xác định được khối lượng vật liệu cho mỗi mẻ trộn theo thể tích cần có.

\* *Kiểm tra tính công tác của hỗn hợp bê tông* : Độ sụt hoặc độ cứng.

Khi kiểm tra độ sụt có thể xảy ra các trường hợp sau:

- Độ sụt thực tế bằng độ sụt yêu cầu.
- Độ sụt thực tế nhỏ hơn hay lớn hơn độ sụt yêu cầu.

Khi kiểm tra độ cứng cũng có thể xảy ra các trường hợp tương tự :

- Độ cứng thực tế bằng độ cứng yêu cầu.
- Độ cứng thực tế lớn hơn hoặc nhỏ hơn độ cứng yêu cầu.

Nếu độ sụt thực tế nhỏ hơn độ sụt yêu cầu khoảng 2÷3cm thì phải tăng thêm 5 lít nước cho 1 m<sup>3</sup> bê tông.

Nếu độ sụt thực tế nhỏ hơn độ sụt yêu cầu 4÷5cm trở lên thì phải tăng cả nước và xi măng sao cho tỷ lệ  $\frac{X}{N}$  không thay đổi cho tới khi nào hỗn hợp bê tông đạt tính công tác theo yêu cầu. Để tăng một cấp độ sụt khoảng 2-3cm cần thêm 5 lít nước.

Nếu độ sụt thực tế lớn hơn độ sụt yêu cầu khoảng 2-3cm thì phải tăng thêm lượng cốt liệu cát và đá (sỏi) khoảng 2÷3% so với khối lượng ban đầu.

Nếu độ sụt thực tế lớn hơn độ sụt yêu cầu khoảng 4÷5cm trở lên thì phải tăng thêm đồng thời lượng cốt liệu cát, đá (sỏi) và xi măng khoảng 5% so với khối lượng ban đầu.

Trong quá trình kiểm tra bằng thực nghiệm cần ghi lại lượng vật liệu đã thêm vào các mẻ trộn để sau này điều chỉnh lại ở bước 3.

*\* Kiểm tra cường độ :*

Để kiểm tra cường độ ta lấy hỗn hợp bê tông đã đạt được độ sụt hay độ cứng yêu cầu, đem đúc mẫu bằng các khuôn có kích thước tiêu chuẩn hoặc các khuôn mẫu có hình dạng, kích thước khác theo TCVN3105:1993. Số mẫu đúc thường là 3, cũng có thể là 6 hoặc 9 mẫu tùy thuộc vào cường độ của bê tông cần phải xác định thêm ở những tuổi nào.

Sau khi bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn đủ 28 ngày, các mẫu được xác định cường độ chịu nén theo TCVN 3118:1993. Nếu các mẫu thí nghiệm có hình dáng kích thước không tiêu chuẩn thì phải chuyển về cường độ của mẫu tiêu chuẩn.

Trên cơ sở 3 thành phần đã thí nghiệm, chọn một thành phần có cường độ nén thực tế ( $R_{tt}$ ) vượt mức bê tông yêu cầu thiết kế theo cường độ nén. Nếu trộn bê tông bằng các trạm trộn tự động thì lấy độ vượt mức khoảng 10%. Nếu trộn bê tông bằng các trạm trộn cân đong thủ công thì lấy độ vượt mức khoảng 15%.

Trong quá trình kiểm tra bằng thực nghiệm cần ghi lại lượng vật liệu đã thêm vào mẻ trộn để sau này điều chỉnh lại.

Ngoài việc kiểm tra 2 chỉ tiêu quan trọng là tính dẻo của hỗn hợp bê tông và cường độ của bê tông ta cần phải xác định khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đã lèn chặt và thể tích thực của mẻ trộn thí nghiệm ( xác định cho cả 3 thành phần).

*\* Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đã lèn chặt :*

$$\rho_{vh} = \frac{m_{k+bt} - m_k}{V_k}, \text{ kg / l}$$

*Trong đó:*

- $\rho_{vh}$  : Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đã lèn chặt, kg/l
- $m_{k+bt}$  : Khối lượng của khuôn đã chứa hỗn hợp bê tông khi đúc mẫu, kg.
- $m_k$  : Khối lượng của khuôn, kg.
- $V_k$  : Thể tích của khuôn, lít.

*\* Thể tích thực của mẻ trộn thí nghiệm :*

$$V_m = \frac{X_1 + N_1 + C_1 + Đ_1}{\rho_{vh}}, \text{ lít}$$

*Trong đó :* -  $V_m$  : Thể tích thực của mẻ trộn thí nghiệm, lít.

-  $X_1$  ;  $N_1$  ;  $C_1$  ;  $Đ_1$  : Lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) đã dùng mẻ trộn thí nghiệm sau khi kiểm tra kể cả nguyên vật liệu thêm vào, kg.

**Bước 3 :** *Xác định lại khối lượng vật liệu thực tế cho 1m<sup>3</sup> bê tông:*

\* Thành phần vật liệu cho  $1m^3$  bê tông khi chưa kể đến độ ẩm của cốt liệu trên hiện trường :

Trong quá trình kiểm tra bằng thực nghiệm có thể ta đã thêm nguyên vật liệu để bê tông đạt các yêu cầu kỹ thuật nên liều lượng vật liệu cho  $1m^3$  bê tông đã thay đổi do đó phải tính lại. Tiến hành tính lại liều lượng vật liệu theo các công thức sau :

$$X' = \frac{X_1}{V_m} \times 1000, \text{ kg} \quad ; \quad C' = \frac{C_1}{V_m} \times 1000, \text{ kg}$$

$$N' = \frac{N_1}{V_m} \times 1000, \text{ lít} \quad ; \quad Đ' = \frac{Đ_1}{V_m} \times 1000, \text{ kg}$$

Trong đó : -  $X_1, N_1, C_1, Đ_1$  : - Lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) đã dùng cho mẻ trộn thí nghiệm có thể tích  $V_m$  lít sau khi kiểm tra, kg.

-  $X'; N'; C'; Đ'$  : - Lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) dùng cho  $1m^3$  bê tông sau khi kiểm tra, kg.

\* Thành phần vật liệu ẩm :

Khi tính toán sơ bộ thành phần vật liệu cho  $1m^3$  bê tông ta giả thiết là nguyên vật liệu hoàn toàn khô, nhưng trong thực tế cát và đá luôn bị ẩm nên phải tính đến để điều chỉnh lại lượng nguyên vật liệu cho chính xác.

Lượng nguyên vật liệu ẩm trên hiện trường được tính theo các công thức sau :

$$X_{ht} = X', \text{ kg}$$

$$C_{ht} = C' \cdot (1 + W_C), \text{ kg}$$

$$Đ_{ht} = Đ' \cdot (1 + W_D), \text{ kg}$$

$$N_{ht} = N' - (C' \cdot W_C + Đ' \cdot W_D), \text{ lít} .$$

Trong đó -  $X_{ht}, C_{ht}, Đ_{ht}, N_{ht}$ : lượng xi măng, cát ẩm, đá ẩm và nước sẽ sử dụng cho  $1m^3$  bê tông ở hiện trường, kg.

-  $X', C', Đ', N'$ : lượng xi măng, cát, đá, nước, theo thiết kế ở điều kiện cốt liệu khô cho  $1m^3$  bê tông, kg.

-  $W_C, W_D$  : độ ẩm của cát và đá, % .

Như vậy qua các bước tính sơ bộ, kiểm tra bằng thực nghiệm và điều chỉnh lại ta đã xác định được thành phần vật liệu cho  $1m^3$  bê tông. Tùy theo điều kiện thi công thực tế mà ta có thể biểu thị cấp phối theo những cách khác nhau. Nếu điều kiện thi công bê tông không có thiết bị định lượng cân (kg) thì ta nên biểu thị cấp phối bằng tỷ lệ pha trộn theo thể tích, lấy thể tích tự nhiên của xi măng làm chuẩn.

**Hệ số sản lượng bê tông và liều lượng vật liệu cho một mẻ trộn bằng máy :**

*Hệ số sản lượng bê tông :*

Trong thực tế khi chế tạo bê tông vật liệu được sử dụng ở trạng thái tự nhiên ( $V_{VX}; V_{VC}; V_{VD}$ ) cho nên thể tích hỗn hợp bê tông sau khi nhào trộn ( $V_b$ ) luôn luôn nhỏ hơn tổng thể tích tự nhiên của các nguyên vật liệu, điều đó được thể hiện bằng hệ số sản lượng bê tông  $\beta$ .

$$\beta = \frac{V_b}{V_{VX} + V_{VC} + V_{VD}}$$

Khi đã biết lượng nguyên vật liệu cho 1m<sup>3</sup> bê tông tại hiện trường thì hệ số sản lượng bê tông được xác định theo công thức sau :

$$\beta = \frac{1000}{\frac{X_{ht}}{\rho_{VXht}} + \frac{C_{ht}}{\rho_{VCht}} + \frac{Đ_{ht}}{\rho_{VDht}}}$$

*Trong đó* - X<sub>ht</sub>, C<sub>ht</sub>, Đ<sub>ht</sub>: - Khối lượng xi măng, cát, đá (sỏi) dùng cho 1m<sup>3</sup> bê tông; kg .

- ρ<sub>VXht</sub> ; ρ<sub>VCht</sub> ; ρ<sub>VDht</sub> : Khối lượng thể tích của xi măng, cát, đá(sỏi) tại hiện trường, kg/l.

Tùy thuộc vào độ rỗng của cốt liệu, giá trị β bằng khoảng 0,55 - 0,7.

*Xác định liều lượng vật liệu cho một mẻ trộn bằng máy*

Hệ số sản lượng bê tông được sử dụng trong việc tính lượng nguyên vật liệu cho một mẻ trộn của máy có dung tích thùng trộn là V<sub>o</sub> (l).

$$X_0 = \frac{\beta \cdot V_0}{1000} X_{ht} , \text{kg} ; \quad N_0 = \frac{\beta \cdot V_0}{1000} N_{ht} , \text{kg}$$

$$C_0 = \frac{\beta \cdot V_0}{1000} C_{ht} , \text{kg} ; \quad Đ_0 = \frac{\beta \cdot V_0}{1000} Đ_{ht} , \text{kg}$$

*Trong đó* :

- X<sub>0</sub>, N<sub>0</sub>, C<sub>0</sub>, Đ<sub>0</sub>: - Lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) dùng cho một mẻ trộn

- X<sub>ht</sub>, N<sub>ht</sub>, C<sub>ht</sub>, Đ<sub>ht</sub>: - Lượng xi măng, nước, cát, đá (sỏi) dùng cho 1m<sup>3</sup> bê tông tại hiện trường, kg

Để dễ áp dụng ngoài thực tế của công trường khi không có điều kiện định lượng cân tự động ta nên chuyển đổi khối lượng của cát, đá theo thể tích.

***Ví dụ:***

Tính toán thành phần vật liệu cho bê tông mác 200 (theo cường độ chịu nén, kG/cm<sup>2</sup>) ở tuổi 28 ngày. Mẫu chuẩn 150 x 150 x 150 mm. Bê tông không có yêu cầu gì đặc biệt, môi trường sử dụng thông thường. Điều kiện thi công cơ giới.

Đặc điểm kết cấu: sàn BTCT, dày 10cm, giới hạn D<sub>max</sub> ≤ 20 mm. Vật liệu chế tạo:

- Xi măng Nghi Sơn PCB 30. Cường độ thực tế: 37,8 N/mm<sup>2</sup> (thí nghiệm theo TCVN 6016:1995). Khối lượng riêng : ρ<sub>x</sub> = 3,1 g/cm<sup>3</sup>.

- Sỏi có khối lượng riêng : ρ<sub>d</sub> = 2,56 g/cm<sup>3</sup>, khối lượng thể tích xốp : ρ<sub>vd</sub> = 1520 kg/m<sup>3</sup>.

Đường kính hạt lớn nhất D<sub>max</sub> = 20mm. Độ rỗng của sỏi V<sub>r</sub> = 41,0%.

-Cát vàng có khối lượng riêng: ρ<sub>c</sub> = 2,62 g/cm<sup>3</sup>. Mô đun độ lớn: M<sub>dl</sub> = 2,5. Không có lượng hạt trên 5mm.

- Phụ gia: không sử dụng.

Trình tự tính toán thành phần bê tông như sau:

- Chọn độ sụt: Căn cứ vào đặc điểm kết cấu bê tông tra bảng 5-13, chọn  $SN=7\div 8\text{cm}$ .

- Xác định lượng nước N: Căn cứ vào độ sụt, mô đun độ lớn của cát và  $D_{\max}$  tra bảng 5-19 được  $N = 195$  lít, do dùng sỏi nên phải giảm 10 lít vì vậy  $N = 185$  lít.

- Xác định tỉ lệ X /N: áp dụng công thức (5-4) với hệ số  $A = 0,50$  (tra bảng 5-18):

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{A.R_x} + 0,5 = \frac{200.1,15}{0,50.378} + 0,5 = 1,712$$

- Xác định hàm lượng xi măng X: áp dụng công thức (5-6):

$$X = \left(\frac{X}{N}\right).N = 1,712.185 = 317 \text{ kg.}$$

So sánh lượng xi măng tính được với lượng xi măng tối thiểu qui định (bảng 5-2) thấy đạt yêu cầu, không phải điều chỉnh.

- Hiệu chỉnh N: do  $X < 400$  kg nên không phải hiệu chỉnh

- Xác định hàm lượng phụ gia : không sử dụng

- Xác định hàm lượng cốt liệu lớn (sỏi):

Để xác định hệ số dư vữa  $\alpha$  cần tính thể tích hồ xi măng, áp dụng công

thức (5.9): 
$$V_H = \frac{X}{\rho_x} + N = \frac{317}{3,1} + 185 = 287 \text{ (lít)}$$

Xác định hệ số dư vữa  $\alpha$ : tra bảng 5-20 : có  $\alpha = 1,38$  nhưng do dùng sỏi nên phải thêm 0,06, vậy  $\alpha = 1,38 + 0,06 = 1,44$ .

Xác định hàm lượng cốt liệu lớn Đ : áp dụng công thức (5.11):

$$\text{Đ} = \frac{\rho_{v\text{Đ}}}{r_d.(\alpha - 1) + 1} = \frac{1520}{0,41.(1,44 - 1) + 1} = 1287 \text{ kg}$$

-Xác định hàm lượng cốt liệu nhỏ C: áp dụng công thức (5-12):

$$C = \left[ 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{\text{Đ}}{\rho_{\text{Đ}}} + \frac{N}{\rho_n} \right) \right] . \rho_c = \left[ 1000 - \left( \frac{317}{3,1} + \frac{1287}{2,56} + 185 \right) \right] . 2,62 = 550(\text{kg})$$

Lập 3 thành phần định hướng:

Lấy thành phần 1 là thành phần cơ sở như kết quả tính toán ta tính thêm 2 thành phần nữa để lập thành 3 thành phần định hướng. Thành phần 2 và thành phần 3 ứng với lượng xi măng tăng, giảm 10% còn lượng cốt liệu được tính lại theo trình tự các bước như đã nêu trên.

Sau khi tính toán ta có 3 thành phần định hướng như sau:

Thành phần bê tông	Thành phần vật liệu cho 1m <sup>3</sup> bê tông				
	X,kg	C, kg	Đ, kg	N, lít	PG, lít
Thành phần 1- Cơ sở	317	500	1287	185	-
Thành phần 2-tăng 10% xi măng	349	536	1274	185	-
Thành phần 3-giảm 10% xi măng	285	567	1297	185	-



Ngoài phương pháp tính kết hợp với thực nghiệm, trong thực tế cũng có thể áp dụng phương pháp tra bảng kết hợp với thực nghiệm. Nguyên tắc xác định tương tự như phương pháp trên nhưng bước 1 sẽ sử dụng các bảng tra có sẵn thay cho quá trình tính, sau đó cũng kiểm tra bằng thực nghiệm với 3 thành phần rồi chọn thành phần thích hợp nhất và điều chỉnh lại thành phần bê tông cho phù hợp với điều kiện thi công.

## 5.7. Một số loại bê tông khác

### 5.7.1. Bê tông nhẹ

Bê tông nhẹ có khối lượng thể tích từ 300 - 1800 kg/m<sup>3</sup> và cường độ nén từ 15 - 500 kG/cm<sup>2</sup>. Loại bê tông nhẹ phổ biến nhất thường có khối lượng thể tích 90-1400kg/m<sup>3</sup> và cường độ nén 50 - 200 KG/cm<sup>2</sup>.

Bê tông nhẹ thường được sử dụng làm tường ngoài, tường ngăn, trần ngăn nhằm mục đích giảm bớt trọng lượng bản thân công trình và tăng khả năng cách nhiệt của các kết cấu bao che.

Theo công dụng bê tông nhẹ được phân ra :

- Bê tông nhẹ chịu lực: Chỉ tiêu quan trọng của bê tông loại này là cường độ chịu nén.

- Bê tông nhẹ chịu lực, cách nhiệt: Các chỉ tiêu quan trọng của bê tông loại này là cường độ chịu nén và khối lượng thể tích.

- Bê tông nhẹ cách nhiệt: Chỉ tiêu quan trọng để đánh giá loại này là khối lượng thể tích.

Các chỉ tiêu tính chất của bê tông nhẹ được giới thiệu ở bảng 5 - 22 .

**Bảng 5 - 22**

Loại bê tông	$\rho_v$ ở trạng thái khô, kg/m <sup>3</sup>	Mác theo cường độ nén	Hệ số dẫn nhiệt kcal / m. <sup>0</sup> C.h
Chịu lực	1400 - 1800	150, 200, 250, 300 và 400	-
Chịu lực - Cách nhiệt	500 - 1400	35, 50, 75 và 100	0,5
Cách nhiệt	300 - 500	10, 25 và 50	0,25

### ***Bê tông nhẹ cốt liệu rỗng***

*Nguyên liệu chế tạo:* Để chế tạo bê tông nhẹ người ta dùng xi măng pooc lăng thường, xi măng pooc lăng rắn nhanh, xi măng pooc lăng xỉ, cốt liệu chủ yếu là cốt liệu rỗng vô cơ hoặc hữu cơ. Cốt liệu rỗng vô cơ có nhiều loại: Loại thiên nhiên như sỏi đá bọt, túp núi lửa, đá vôi vỏ sò. Loại nhân tạo như keramzit, agloporit, xỉ lò cao nở phồng.

Các loại cốt liệu này có đặc tính chung là chứa nhiều lỗ rỗng.

*Tính chất của bê tông nhẹ cốt liệu rỗng :*

*Cường độ:* Tùy theo cường độ nén, bê tông nhẹ cốt liệu rỗng được phân ra các loại mác M25; M35; M50; M75; M100; M150; M200; M250; M300; M350; M400.

Cường độ của nó phụ thuộc nhiều yếu tố như : Mác xi măng, cường độ và đặc trưng bề mặt của cốt liệu.

*Khối lượng thể tích* đặc trưng cho khả năng cách nhiệt và mức độ nhẹ của bê tông. Khối lượng thể tích của bê tông nhẹ có thể giảm đi nếu ta lựa chọn thành phần cốt liệu có độ rỗng cao, dùng xi măng mác cao hoặc sử dụng một lượng nhỏ phụ gia tạo khí và tạo bọt.

Tính dẫn nhiệt của bê tông nhẹ phụ thuộc chủ yếu vào khối lượng thể tích và độ ẩm của nó. Khi độ ẩm tăng lên 1% thì độ dẫn nhiệt tăng lên 0,014-0,03 kCal/m.<sup>0</sup>C.h.

### ***Bê tông khí***

*Nguyên vật liệu chế tạo* : Bê tông khí được chế tạo từ hỗn hợp xi măng poocăng (thường cho thêm vôi rắn trong không khí hoặc Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), cát thạch anh nghiền mịn, tro nhiệt điện, xỉ lò cao nghiền mịn và chất tạo khí. Chất tạo khí thường dùng là bột nhôm, dung dịch H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, bột đá vôi, và axit clohydric.

#### ***Tính chất của bê tông khí***

Bê tông khí (hay bê tông tổ ong) là một dạng đặc biệt của bê tông nhẹ và đặc biệt nhẹ. Cấu trúc tổ ong gồm những lỗ rỗng nhỏ kích thước 0,5 - 2mm phân bố đều. Thành lỗ rỗng mỏng bền chắc, nhờ đó mà bê tông có khối lượng thể tích nhẹ, độ dẫn nhiệt thấp và khả năng chịu lực tốt.

### ***Bê tông bọt***

*Nguyên vật liệu chế tạo.* Bê tông bọt được chế tạo bằng cách trộn hỗn hợp vữa xi măng và hỗn hợp bọt đã được chuẩn bị trước.

Hỗn hợp hỗn hợp xi măng được chế tạo từ chất kết dính (xi măng hoặc vôi), cát thạch anh nghiền mịn, tro nhiệt điện hoặc xỉ hạt lò cao nghiền mịn và nước.

Hỗn hợp bọt được chế tạo từ chất tạo bọt như alumôsunfonaftan, keo nhựa thông và các chất tạo bọt tổng hợp.

*Tính chất:* Tính chất cơ bản của bê tông bọt tương tự như bê tông khí nhưng lỗ rỗng của chúng lớn hơn nên khả năng cách nhiệt kém hơn. Hệ số dẫn nhiệt của bê tông bọt dao động dao động từ 0,08 - 0,6 kCal/m.<sup>0</sup>C.h.

## **5.7.2 . Bê tông bèn axit**

### ***Nguyên vật liệu chế tạo***

Chất kết dính trong bê tông bèn axit là thủy tinh lỏng - Loại silicat natri hoặc kali ở dạng lỏng có khối lượng riêng khoảng 1,4 kg/l.

Chất độn là bột khoáng bèn axit nghiền từ cát thạch anh tinh khiết, bazan và điaaba.

Chất đóng rắn thường là floruasilicat natri (Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> ).

Cốt liệu dùng cho bê tông bèn axit là cát thạch anh, đá dăm nghiền từ đá granit, andêzit v.v... Thành phần hạt phải đảm bảo chế tạo từ bê tông có độ đặc cao.

#### ***Tính chất :***

Bê tông bèn axit khá bền vững với axit đậm đặc, kém bền vững với dung dịch kiềm. Nước có thể phá hủy bê tông bèn axit trong vòng 5 - 10 năm.

Bê tông bền axit được dùng làm lớp bảo vệ cho bê tông cốt thép và kim loại, xây dựng các bể chứa, đường ống và các thiết bị khác trong công nghiệp hóa học, thay thế cho các loại vật liệu đất tiền như chì lá, gốm chịu axit.

### **5.7.3. Bê tông cường độ cao siêu dẻo**

#### ***Khái niệm chung***

Bê tông cường độ cao siêu dẻo có thể được coi là loại bê tông cường độ cao thể hệ thứ nhất. Loại bê tông này có độ sụt lớn nhờ sử dụng phụ gia siêu dẻo, có tỷ lệ X/N thấp nên khả năng chịu lực cao.

Việc sử dụng phụ gia hoá dẻo cho xi măng và bê tông đã được bắt đầu từ lâu và hiện nay càng phổ biến nhất là ở các nước công nghiệp phát triển. Ở nước ta phụ gia hoá học mới được sử dụng ở mức độ hạn chế. Các công trình thủy điện Thác Bà, Sông Đà trước đây đã sử dụng phụ gia hoá dẻo khi chế tạo bê tông.

Bê tông cường độ cao siêu dẻo thường có độ sụt từ 8-20cm và có cường độ tuổi 7 ngày bằng khoảng  $0,85 R_{28}$ , ở tuổi 28 ngày có  $R_b = 1 \div 1,2 R_x$ , tỷ lệ N/X =  $0,35 \div 0,4$ . Do đó độ sụt lớn (siêu dẻo) nên thích hợp với công nghệ xây dựng hiện đại bằng phương pháp bơm bê tông. Loại bê tông này hiện nay đã được sử dụng phổ biến trên thế giới và bắt đầu được sử dụng ở Việt Nam.

#### ***Cấu trúc của bê tông cường độ cao khi sử dụng phụ gia siêu dẻo.***

Ngày nay người ta không còn xem thành phần của hỗn hợp bê tông chỉ là xi măng, đá, cát, nước mà còn có thêm phụ gia ... Phụ gia đã trở thành thành phần quan trọng trong hỗn hợp bê tông hiện đại và nó có tác động đến cấu trúc vi mô của bê tông.

Khi cho phụ gia vào hỗn hợp thì phụ gia sẽ làm tăng độ linh động của các hạt xi măng, chúng làm giảm diện tích tiếp xúc giữa các hạt, làm giảm lực ma sát giữa các thành phần của hỗn hợp bê tông. Khi bị hấp thụ lên bề mặt xi măng nó sẽ kiềm chế tốc độ phản ứng thủy hoá. Mặt khác phụ gia siêu dẻo có thể cho phép giảm nước khoảng  $10 \div 30\%$  vì vậy có thể tăng cường độ được khoảng 30%.

Tóm lại : khi cho phụ gia siêu dẻo vào hỗn hợp bê tông sẽ làm tăng độ linh động của dung dịch huyền phù và tăng tính nhớt của bề mặt các hạt xi măng, giảm được lượng nước dùng do đó cải thiện được cấu trúc vi mô. Kết quả là giảm độ thấm, liên kết tốt hơn với cốt liệu và cốt thép, cường độ cao hơn và nâng cao tuổi thọ của kết cấu công trình bằng bê tông cốt thép.

### **5.7.4. Bê tông cường độ cao**

#### ***Khái niệm chung***

Kể từ khi xuất hiện xi măng, bê tông xi măng, việc sử dụng bê tông vào các công trình xây dựng là phổ biến và có hiệu quả về yêu cầu kỹ thuật và kinh tế. Hiện nay các công trình xây dựng thường sử dụng loại bê tông có mác bê tông từ 20MPa đến 50MPa. Như vậy việc sử dụng bê tông mác cao (mác  $\geq 60$ MPa) hiện nay còn rất hạn chế. Khi áp dụng các bê tông có cường độ cao có thể làm

cho kết cấu được giảm nhẹ mà vẫn cho khả năng lực của kết cấu đạt yêu cầu thiết kế và khai thác.

Trên thế giới bê tông có cường độ cao ngày càng được sử dụng phổ biến đó là một thể hệ mới nhất của các vật liệu tạo ra kết cấu mới. Loại bê tông này có thể tạo ra được trên công trường với cốt liệu thông thường và vữa chất kết dính được cải thiện bằng cách dùng một vài sản phẩm tốt như muội silic và chất siêu dẻo.

Như vậy bê tông cường độ cao là loại bê tông không những có khả năng chịu lực cao mà còn có độ sụt lớn dựa trên cơ sở sử dụng muội silic và chất siêu dẻo.

Thành phần tổng quát của bê tông cường độ cao sẽ là: lượng xi măng có thể biến đổi trong khoảng từ 400-550 kg/m<sup>3</sup> liều lượng muội silic trong khoảng từ 5 - 15% khối lượng xi măng, tỷ lệ N/X khoảng 0,25 - 0,35, tỷ lệ chất siêu dẻo từ 1-1,2 lít/100 kg xi măng.

Muội silic là một chất bột silic khô rất mịn, nó là sản phẩm phụ của công nghệ sản xuất silic. Muội silic có kích thước vô cùng nhỏ từ 0,1µm đến vài µm, nó có tác dụng kép về mặt vật lý và hoá học. Đầu tiên nó có tác dụng lấp đầy bằng cách xen vào giữa các hạt xi măng, cho phép làm giảm lượng nước mà tính dễ đổ vẫn như nhau. Ngoài ra muội silic (microsilica) phản ứng với hidroxitcanxi tự do ở bên trong bê tông để tạo ra thêm silicat canxi thuỷ hoá (dạng keo), tạo ra sự dính kết chặt chẽ hơn giữa hồ và cốt liệu.

Dưới đây giới thiệu một số phụ gia muội silic đang được sử dụng cho bê tông cường độ cao hiện nay.

**FORCE 10.000D:** là loại phụ gia bê tông chất lượng cao được sử dụng để tăng cường độ chịu nén và uốn của bê tông, tăng độ bền mài mòn và khả năng chống thấm.

Tỷ lệ pha trộn FORCE 10.000D phải tính bằng % Microsilic trên trọng lượng của xi măng hoặc bằng số kg trên 1m<sup>3</sup> bê tông. Thông thường tỷ lệ pha trộn 5-15% Microsilic theo khối lượng xi măng.

Khi sử dụng FORCE 10.000D có thể kết hợp với một chất phụ gia siêu dẻo khác để giữ độ sụt tạo điều kiện thuận lợi cho việc vận chuyển đổ khuôn và hoàn thiện.

**MB-SF** là phụ gia có chất khoáng Silic siêu mịn, nén chặt và khô dùng để sản xuất bê tông có chất lượng cao. Khi dùng loại phụ gia này cũng làm tăng cường độ chịu nén, uốn, tăng độ bền mài mòn và chống lại sự co giãn thường xuyên cho bê tông.

Tỉ lệ pha trộn MB-SF phải tính bằng % trên trọng lượng của xi măng: Thông thường tỉ lệ là 3 ÷ 10% theo lượng xi măng. Liều lượng chính xác phải được thí nghiệm thực tế. Khi dùng cho bê tông dẻo thì sử dụng 3 ÷ 5% theo trọng lượng xi măng. Liều lượng trên sử dụng cho hầu hết các hỗn hợp bê tông trộn bình thường. Tùy theo điều kiện thi công và đặc điểm của vật liệu thực tế mà thí nghiệm kiểm tra cho chính xác.

**SIKACGRETE-PPI:** là loại phụ gia bê tông thể hệ mới dạng bột chứa SiO<sub>2</sub> hoạt tính có tác dụng làm tăng độ đặc chắc, tuổi thọ, cường độ nén, tính bền

sunfat, giảm sự ăn mòn của Clo. Đây là loại phụ gia rất phù hợp cho bê tông cốt thép và bê tông dự ứng lực.

Liều lượng pha trộn thường là  $5 \div 10\%$  theo trọng lượng xi măng.

Phụ gia siêu dẻo :

Đây là sản phẩm được chia thành 2 họ lớn là các Naphtalen sunfonat và các nhựa Menlamin. Chúng làm cho các hạt nhỏ trong bê tông không vón lại được bằng cách hút bám xung quanh từng hạt mịn. Hoạt động này có tác dụng làm cho hồ xi măng dẻo hơn, vì vậy có thể giảm tỉ lệ N/X mà vẫn giữ được tính dễ đổ tốt, cường độ bê tông lại tăng đáng kể nhờ giảm bớt lượng nước dư thừa.

Dưới đây giới thiệu một số loại phụ gia siêu dẻo thường dùng cho bê tông.

Sikament-R4: là một chất siêu dẻo có tác dụng làm chậm việc đông cứng, dùng cho sản phẩm bê tông chảy ở vùng khí hậu nóng và cũng là tác nhân giảm nước tạo cường độ sớm, tăng cường độ chống thấm cho bê tông.

Liều lượng pha trộn tính theo trọng lượng xi măng thường là  $0,5 \div 1,5\%$ . Tỉ lệ này phụ thuộc vào chất lượng, tính chất của xi măng, tỉ lệ N/X và nhiệt độ của môi trường.

Sikament-RN: là loại phụ gia siêu dẻo có tác dụng làm chậm đông kết xi măng, dùng để sản xuất bê tông chảy ở khí hậu nóng và cũng là một tác nhân giúp tăng cường độ sớm và cường độ cuối cùng cũng tăng cao. Dùng loại phụ gia này có thể giảm được tới 20% lượng nước, giảm bớt sự phân tầng và duy trì độ sụt lâu dài tạo điều kiện dễ dàng cho quá trình thi công.

Liều lượng pha trộn thường là  $0,5 \div 1,5$  lít/100kg xi măng. Tỉ lệ này phụ thuộc vào loại xi măng, cốt liệu, tỉ lệ N/X và nhiệt độ của môi trường.

***Lưu ý khi sử dụng phụ gia***

Trong công nghệ bê tông hiện nay việc sử dụng phụ gia để cải thiện tính chất công nghệ và tính chất kỹ thuật của bê tông đã trở thành khá phổ biến. Để phát huy tác dụng của phụ gia khi sử dụng cần lưu ý một số điểm sau:

- Lượng phụ gia sử dụng phải phù hợp với liều lượng do nhà sản xuất quy định.

- Liều lượng các phụ gia phải được cân đong chính xác cho từng mẻ trộn .

- Nếu thấy chất phụ gia được cung cấp không ổn định về tính chất phải ngừng ngay việc sử dụng.

Các phụ gia chưa qua thử nghiệm không được sử dụng.

### **5.7.5. Bê tông hạt nhỏ**

Cùng với sự phát triển kết cấu bê tông kích thước lớn bằng bê tông cốt thép đã xuất hiện những kết cấu mái nhíp lớn dạng vòm, kết cấu vỏ mỏng với chiều dày  $20 \div 30$ mm và những sản phẩm có chiều dày bé khác dẫn đến nhu cầu về loại bê tông đặc chắc, có cường độ cao, cốt liệu bé với cỡ hạt lớn nhất không vượt quá 10mm và thực tế chỉ nên  $5 \div 7$ mm (có khi 3mm).

Đặc điểm của bê tông hạt nhỏ là có bề mặt riêng của cốt liệu cao và có thể tích rỗng giữa các hạt lớn, do đó cần tăng hàm lượng hồ xi măng trong hỗn hợp so với bê tông thường. Bê tông hạt nhỏ còn có đặc điểm là có độ đồng nhất

về cấu tạo và có sự phân bố đều đặn của hạt cốt liệu nhờ đó giảm được ứng suất tập trung tại chỗ tiếp xúc giữa đá xi măng và cốt liệu.

Để giảm lượng dùng hồ ximăng trong hỗn hợp bê tông hạt nhỏ cần đặc biệt chú ý tới phẩm chất cốt liệu và cần xác định một cấp phối hạt cốt liệu tốt nhất, đồng thời giảm lượng nước nhào trộn bằng cách sử dụng các loại phụ gia hoạt tính bề mặt và sử dụng loại hỗn hợp cứng và cứng vừa bằng cách tăng cường đầm chặt có hiệu quả khi tạo hình để giảm chiều dày lớp xi măng giữa các hạt cốt liệu và tăng được mật độ thể tích cốt liệu.

Bê tông hạt nhỏ có cường độ chịu kéo bằng từ  $0,07 \div 0,1$  cường độ nén (với bê tông mác từ  $60 \div 40$ ).

Lực dính kết giữa bê tông hạt nhỏ và cốt thép khoảng  $0,15R_{\text{nén}}$  (với cốt trơn) và  $0,2 \div 0,3 R_{\text{nén}}$  (với cốt có gờ).

Môđun đàn hồi với loại bê tông có N/X và có cỡ hạt cốt liệu lớn trung bình sẽ không bé hơn sơ với bê tông thường.

## **5.8. Cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép**

### **5.8.1. Khái niệm và phân loại**

#### ***Khái niệm***

Bê tông cốt thép (BTCT) là loại vật liệu xây dựng mà bê tông và cốt thép cùng làm việc trong một thể đồng nhất. Bê tông là loại vật liệu giòn cường độ chịu kéo chỉ bằng  $\frac{1}{15} - \frac{1}{10}$  cường độ chịu nén, còn thép là vật liệu dẻo chịu kéo tốt. Do đó khi dùng thép để cùng làm việc với bê tông ở vùng chịu kéo của kết cấu chịu uốn là rất thích hợp. Nhờ có lớp bê tông bảo vệ bên ngoài nên hạn chế được hiện tượng ăn mòn cốt thép, bê tông có khả năng liên kết rất tốt với thép nên có thể xem như kết cấu đồng nhất về mặt chịu lực. Mặt khác, thép và bê tông có hệ số giãn nở nhiệt gần giống nhau nên đảm bảo được tính toàn khối của BTCT.

Các cấu kiện bê tông và BTCT được sản xuất trong nhà máy bê tông hoặc bãi cấu kiện. Để sản xuất hàng loạt, các cấu kiện được định hình hóa và tiêu chuẩn hóa ngay từ khâu thiết kế. Cấu kiện cũng được hoàn thiện đến mức độ cao trước khi xuất xưởng.

So với bê tông đổ tại chỗ thì cấu kiện BTCT có những ưu điểm sau:

- Dễ cơ giới hóa

- Nâng cao chất lượng của bê tông do không chế được khâu lựa chọn và xử lý nguyên vật liệu và dễ kiểm tra quá trình công nghệ, hạn chế ảnh hưởng của thời tiết.

- Tiết kiệm nguyên vật liệu làm ván khuôn.

- Cải thiện điều kiện làm việc, tăng năng suất lao động.

Bên cạnh những ưu điểm trên, cấu kiện BTCT cũng có nhược điểm như chi phí vận chuyển tăng lên, khi thi công cần kiểm tra chặt chẽ các mối ghép để đảm bảo chất lượng của công trình.

### Phân loại

Tùy theo cách đặt cốt thép người ta chia cấu kiện BTCT thành 2 loại: cấu kiện BTCT thông thường và cấu kiện BTCT ứng suất trước. Trong cấu kiện BTCT thông thường hay xảy ra hiện tượng nứt trong bê tông tại vùng chịu kéo vì độ giãn dài của bê tông rất nhỏ (1- 2 mm/m), còn độ giãn dài của thép lớn gấp 5-7 lần so với bê tông. Để tránh nứt người ta có thể nén trước bê tông ở vùng chịu kéo bằng cách kéo căng cốt thép trước khi đổ bê tông hoặc sau khi đổ bê tông.

Việc tạo ứng suất trước trong cấu kiện BTCT không những ngăn ngừa vết nứt trong vùng kéo mà còn có tác dụng giảm lượng dùng thép, hạ thấp trọng lượng của cấu kiện, nâng cao tính bền vững của công trình.

Tùy theo mục đích sử dụng các cấu kiện được chia thành nhiều nhóm như:

- Cấu kiện dùng cho nhà dân dụng: tấm sàn, cầu thang, khối móng (hình 5-12).
- Cấu kiện dùng cho nhà công nghiệp: cột, dầm, dàn vì kèo (hình 5-13).

- Cấu kiện dùng cho xây dựng đường: tấm lát đường, cột điện, tà vẹt.
- Cấu kiện dùng cho công trình thủy công: ống, máng dẫn nước (hình 5-14).

### 5.8.2. Các loại cấu kiện bê tông cốt thép thông dụng

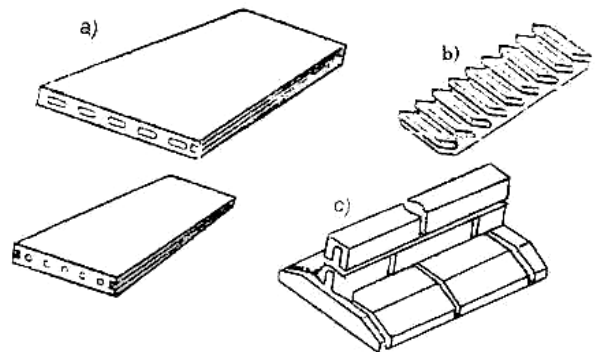
#### Tấm sàn hộp BTCT

Tấm sàn hộp BTCT là loại cấu kiện được dùng cho sàn và mái nhà dân dụng.

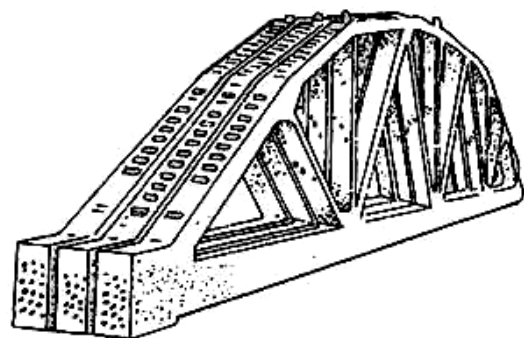
Hình dạng và các kích thước cơ bản của tấm sàn được quy định theo TCVN 2276:1991 (hình 5-12 và các bảng 5-23, 5-24, 5-25).

Theo khối lượng, tấm sàn được chia thành 3 loại:

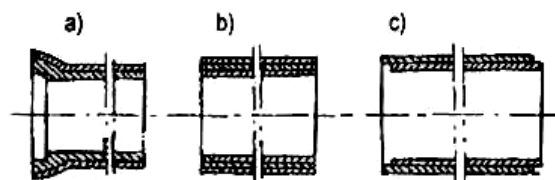
- Tấm sàn loại nhỏ: Khối lượng 1 tấm nhỏ hơn 500kg. Loại này bao gồm các tấm sàn với mặt cắt có 1 hoặc 2 lỗ rỗng, chiều cao 200mm, chiều dài từ 1500 đến 4500 với môđun 300mm.



Hình 5-12: Các cấu kiện BTCT dùng cho nhà dân dụng:  
a. Tấm sàn; b. Cầu thang; c. Khối móng



Hình 5-13: Dàn BTCT dùng cho nhà công nghiệp.



Hình 5-14: Các loại ống BTCT:  
a. Loại miệng phễu; b. Loại bằng đầu; c. Loại giạt khác

- Tấm sàn loại trung bình: Khối lượng một tấm từ 500kg đến 1000kg. Loại này bao gồm các tấm sàn với mặt cắt có 2 lỗ rỗng, chiều cao 200mm, chiều dài từ 3000 đến 4500mm với môđun 300mm.

-Tấm sàn loại lớn: Khối lượng một tấm sàn trên 1000kg. Loại này bao gồm các tấm sàn với mặt cắt có 2 lỗ rỗng, chiều cao 250mm và 300mm, chiều dài từ 4800 đến 7200mm với môđun 300mm.

Theo khả năng chịu tải, tấm sàn được thiết kế theo 4 cấp tải trọng dưới đây:

-Tải trọng cấp 1: Không lớn hơn 4500 N/m<sup>2</sup>

-Tải trọng cấp 2: Từ 4510 đến 6500 N/m<sup>2</sup>

-Tải trọng cấp 3: Từ 6510 đến 8500 N/m<sup>2</sup>

-Tải trọng cấp 4: Từ 8510 đến 10000 N/m<sup>2</sup>

(các tải trọng trên đây không bao gồm khối lượng bản thân của tấm sàn)

Kí hiệu các tấm sàn hộp được ghi bằng 2 chữ cái SH kèm theo các chữ số hoặc nhóm chữ số theo thứ tự sau:

Chữ số đầu tiên chỉ cấp tải trọng của tấm sàn;

Nhóm chữ số tiếp theo chỉ chiều dài danh nghĩa của tấm sàn tính bằng dm;

Nhóm chữ số hoặc số cuối cùng chỉ chiều rộng qui ước của tấm sàn tính bằng dm.

Ví dụ: SH-2-24.9

Là kí hiệu của tấm sàn hộp chịu tải trọng cấp 2, có chiều dài qui ước 24dm (2400mm), chiều rộng qui ước 9dm (900mm).

Tấm sàn được chế tạo bằng bê tông cốt thép thường (không dùng cốt thép ứng lực trước). Bê tông dùng để sản xuất tấm sàn phải có mác không nhỏ hơn 150. Chất lượng thép, xi măng và cốt liệu để đổ bê tông phải phù hợp với tiêu chuẩn qui phạm. Kích thước và một số chỉ tiêu cơ bản của tấm sàn hộp (bảng 5-23; 5-24; 5-25)

**Bảng 5-23**

Kí hiệu tấm sàn	Kích thước thiết kế			Tải trọng tính toán. (N/m <sup>2</sup> )
	Dài	Rộng	Cao	
SH-1-15.9	1480	880	200	4500
SH-2-15.9	“	“	“	6500
SH-3-15.9	“	“	“	8500
SH-4-15.9	“	“	“	10000
SH-1-15.12	1480	1180	200	4500
SH-2-15.12	“	“	“	6500
SH-3-15.12	“	“	“	8500
SH-4-15.12	“	“	“	10000
SH-1-18.9	1780	880	200	4500
SH-2-18.9	“	“	“	6500
SH-3-18.9	“	“	“	8500
SH-4-18.9	“	“	“	10000



**Bảng 5-24**

Kí hiệu tấm sàn	Kích thước thiết kế			Tải trọng tính toán. (N/m <sup>2</sup> )
	Dài	Rộng	Cao	
SH-1-30.9	2980	880	200	4500
SH-2-30.9	“	“	“	6500
SH-3-30.9	“	“	“	8500
SH-4-30.9	“	“	“	10000
SH-1-33.9	3280	880	200	4500
SH-2-33.9	“	“	“	6500
SH-3-33.9	“	“	“	8500
SH-4-33.9	“	“	“	10000
SH-1-36.9	3580	880	200	4500
SH-2-36.9	“	“	“	6500
SH-3-36.9	“	“	“	8500
SH-4-36.9	“	“	“	10000

**Bảng 5-25**

Kí hiệu tấm sàn	Kích thước thiết kế			Tải trọng tính toán. (N/m <sup>2</sup> )
	Dài	Rộng	Cao	
SH-1-57.12	5680	1180	250	4500
SH-2-57.12	“	“	“	6500
SH-3-57.12	“	“	“	8500
SH-4-57.12	“	“	“	10000
SH-1-60.12	5980	1180	250	4500
SH-2-60.12	“	“	“	6500
SH-3-60.12	“	“	“	8500
SH-4-60.12	“	“	“	10000
SH-1-66.12	6580	1180	300	4500
SH-2-66.12	“	“	“	6500
SH-3-66.12	“	“	“	8500
SH-4-66.12	“	“	“	10000

***Yêu cầu kỹ thuật:***

Sai số cho phép của kích thước thực tế so với kích thước thiết kế của tấm sàn hộp theo qui định như sau:

Chiều dài tấm sàn  $\pm 10\text{mm}$

Chiều rộng tấm sàn  $\pm 5\text{mm}$

Chiều cao tấm sàn  $\pm 3\text{mm}$

Chiều dày lớp bê tông bảo vệ không nhỏ hơn 15mm đối với cốt thép chịu lực, không nhỏ hơn 10mm đối với cốt đai và cốt cấu tạo.

Độ cong của mặt tấm sàn (mặt trên, mặt dưới và mặt bên) không được lớn hơn 3mm trên mỗi đoạn dài 2000mm và không được lớn hơn 1/500 chiều dài toàn bộ.

Mặt dưới tấm sàn (thuộc trần nhà) nếu không trát trần cho phép độ nhám nhỏ hơn 1mm; nếu trát trần cho phép độ nhám trong phạm vi từ 1mm đến 5mm. Không được để dính dầu mỡ, giấy, tre nứa và các tạp chất khác.

Không được có các lỗ rỗ bê tông với đường kính và chiều sâu lớn hơn 5mm ở bản mặt và bản đáy tấm sàn.

**Bảo quản:** Để gác chông các tấm sàn này lên các tấm sàn khác phải có các đòn kê bằng gỗ, chiều dày đòn kê phải không nhỏ hơn 30mm và phải cao hơn chiều cao móc cầu ít nhất là 5mm. .

Khi xếp kho phải kê sao cho các tấm sàn thật ổn định. Các đòn kê phải theo các qui định trên và phải thẳng hàng từ trên xuống dưới. Không xếp 1 chông cao quá 10 tấm sàn.

### **Cột điện BTCT ly tâm**

Cột điện BTCT ly tâm là loại cấu kiện BTCT tiết diện tròn được sản xuất bằng phương pháp ly tâm dùng làm cột điện các đường dây trên không và trạm điện. Theo chiều dài, cột được chia làm 2 loại:

-Loại đúc liền đối với cột có chiều dài nhỏ hơn 14 m.

-Loại nối gồm 2 đoạn với chiều dài lớn hơn hoặc bằng 14 m.

Nguyên vật liệu để chế tạo bê tông phải thỏa mãn qui định hiện hành, bê tông đúc cột là bê tông nặng mác không nhỏ hơn 300.

Theo TCVN 5846:1994, kí hiệu và nhãn hiệu cột được qui định như sau:

- Kí hiệu cột bao gồm các chữ cái và chữ số, trong đó:

Hai chữ cái in hoa chỉ công nghệ sản xuất cột; LT: ly tâm.

Hai chữ số tiếp theo chỉ chiều dài cột tính bằng mét.

Chữ A, B, C, D liền sau hai chữ số chỉ khả năng chịu lực của cột theo thứ tự tăng dần.

-Nhãn hiệu cột gồm các chữ cái đầu của tên cơ sở sản xuất hoặc biểu tượng hoặc tên giao dịch viết tắt đã đăng kí và kí hiệu cột.

Ví dụ nhãn hiệu cột: QN – LT 10A

Trong đó: QN – nhà máy bê tông Quy Nhơn sản xuất cột;

LT 10A – Cột bê tông ly tâm không dự ứng lực trước dài 10 m.

**Yêu cầu kỹ thuật:**

Đầu cột có đường kính ngoài là 190mm. Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép ở đầu cột không nhỏ hơn 50mm.

Chiều dài cột, đường kính ngoài của đáy cột phải theo các qui định (bảng 5-26).

Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép ở đáy cột không nhỏ hơn 60mm.

**Bảng 5-26**

Kí hiệu cột	Chiều dài cột, m	Đường kính ngoài đáy cột, mm
10A;10B;10C	10	323
12A;12B;12C	12	350
14A;14B;14C	14	377
16B;16C	16	403
18B; 18C	18	430
20B; 20C; 20D	20	456

Các yêu cầu kỹ thuật khác phải thỏa mãn theo TCVN 5846:1994.

*Bảo quản và vận chuyển:*

Cột lưu kho xếp theo lô và theo loại. Mỗi lô xếp thành nhiều tầng, nhiều nhất là 5 tầng. Giữa các tầng kê cả tầng sát đất phải kê gỗ. Điềm kê phải tính toán thích hợp.

## CHƯƠNG VI VỮA XÂY DỰNG

### 6.1. Khái niệm chung

Vữa xây dựng là một loại vật liệu đá nhân tạo thành phần bao gồm chất kết dính, nước, cốt liệu nhỏ và phụ gia. Các thành phần này được nhào trộn theo tỷ lệ thích hợp, khi mới nhào trộn hỗn hợp có tính dẻo gọi là hỗn hợp vữa, sau khi cứng rắn có khả năng chịu lực gọi là vữa. Phụ gia có tác dụng cải thiện tính chất của hỗn hợp vữa và vữa.

Đặc điểm của vữa là chỉ có cốt liệu nhỏ, khi xây và trát phải trải thành lớp mỏng, diện tích tiếp xúc với nền xây, với mặt trát và với không khí khá lớn, nước dễ bị mất đi, do đó lượng nước nhào trộn vữa cần lớn hơn so với bê tông. Do không có cốt liệu lớn nên cường độ chịu lực của vữa thấp hơn so với bê tông khi sử dụng cùng lượng và cùng loại chất kết dính.

Vữa xây dựng được thường được phân loại theo loại chất kết dính, theo khối lượng thể tích và theo công dụng của vữa.

*Theo chất kết dính:* chia ra vữa xi măng, vữa vôi, vữa thạch cao và vữa hỗn hợp (xi măng - vôi; xi măng - đất sét).

*Theo khối lượng thể tích:* chia ra vữa nặng  $\rho_v > 1500 \text{ kg/m}^3$ , vữa nhẹ  $\rho_v \leq 1500 \text{ kg/m}^3$ .

*Theo công dụng:* chia ra vữa xây, vữa trát, vữa láng, lát, ốp, vữa trang trí v.v... để hoàn thiện công trình, vữa đặc biệt như vữa giếng khoan, vữa chèn mối nối, vữa chống thấm v.v...

### 6.2. Vật liệu chế tạo vữa

#### 6.2.1. Chất kết dính

Để chế tạo vữa thường dùng chất kết dính vô cơ như xi măng poocăng, xi măng poocăng hỗn hợp, xi măng poocăng xi hạt lò cao, xi măng poocăng puzolan, vôi không khí, vôi thủy, thạch cao xây dựng v.v...

Việc lựa chọn sử dụng loại chất kết dính phải đảm bảo cho vữa có cường độ và độ ổn định trong điều kiện cụ thể.

Trong môi trường khô nên dùng vữa vôi mác 4. Để đảm bảo cường độ và độ dẻo nếu không có yêu cầu gì đặc biệt nên dùng vữa hỗn hợp mác 10 - 75. Trong môi trường ẩm ướt nên dùng vữa xi măng mác 100 - 150. Vôi rắn trong không khí thường được dùng ở dạng vôi nhuyễn hoặc bột vôi sống. Nếu dùng vôi nhuyễn phải lọc sạch các hạt sạn. Thạch cao thường được sử dụng để chế tạo vữa trang trí, vì có độ mịn và bóng cao.

#### 6.2.2. Cốt liệu

Cốt liệu cát là bộ xương chịu lực cho vữa đồng thời cát còn có tác dụng chống co ngót cho vữa và làm tăng sản lượng vữa.

Để chế tạo vữa có thể sử dụng cát thiên nhiên hoặc cát nhân tạo nghiền từ các loại đá đặc hoặc đá rỗng. Chất lượng cát có ảnh hưởng nhiều đến cường độ của vữa. Cát phải đảm bảo các yêu cầu chủ yếu theo bảng 6 - 1.

**Bảng 6 - 1**

Tên các chỉ tiêu	Mức theo mác vữa	
	Nhỏ hơn 75	Lớn hơn hoặc bằng 75
1- Môđun độ lớn không nhỏ hơn	0,7	1,5
2- Sét, các tạp chất ở dạng cục	không có	Không có
3- Lượng hạt lớn hơn 5 mm	không có	không có
4- Khối lượng thể tích, kg/m <sup>3</sup> , không nhỏ hơn	1150	1250
5- Hàm lượng bùn, bụi sét bản, %, không lớn hơn	10	3
6- Hàm lượng muối sunfat, sunfit tính ra SO <sub>3</sub> theo % khối lượng cát, không lớn hơn	2	1
7- Lượng hạt nhỏ hơn 0,14mm, %, không lớn hơn	35	20

### 6.2.3. Phụ gia

Khi chế tạo vữa có thể dùng tất cả các loại phụ gia như bê tông. Bao gồm phụ gia vô cơ: như đất sét dẻo, cát nghiền nhỏ, bột đá puzolan hoặc phụ gia hoạt tính tăng dẻo. Việc sử dụng phụ gia loại nào, hàm lượng bao nhiêu đều phải được kiểm tra bằng thực nghiệm.

### 6.2.4. Nước

Nước dùng để chế tạo vữa là nước sạch, không chứa váng dầu mỡ, lượng hợp chất hữu cơ không vượt quá 15mg/l, độ pH không nhỏ hơn 4 và không lớn hơn 12,5.

Tuỳ theo mục đích sử dụng hàm lượng các tạp chất khác phải thoả mãn TCVN 4506 :1987.

## 6.3. Các tính chất chủ yếu của hỗn hợp vữa

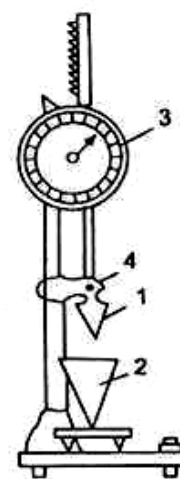
### 6.3.1. Độ lưu động của hỗn hợp vữa

Độ lưu động của hỗn hợp vữa là tính chất quan trọng đảm bảo năng suất thi công và chất lượng của khối xây.

Độ lưu động được đánh giá bằng độ cắm sâu vào hỗn hợp vữa của côn tiêu chuẩn nặng  $300 \pm 2$ g (hình 6 - 1), độ lưu động được tính bằng cm và được xác định như sau:

Hỗn hợp vữa trộn xong được đổ ngay vào phễu, dùng thanh thép  $\phi 10$  hoặc  $\phi 12$  đâm vào vữa trong phễu 25 cái sau đó lấy bột vữa ra sao cho mặt vữa thấp hơn miệng phễu 1 cm. Dằn nhẹ phễu 5 - 6 lần trên mặt bàn hay nền cứng. Đặt phễu dưới côn rồi hạ côn xuống cho mũi côn chạm vào mặt vữa rồi thả vít cho côn rơi tự do xuống hỗn hợp vữa trong phễu. Đọc mức chỉ trên bảng đo để xác định độ cắm sâu của côn (S, cm).

Độ lưu động của hỗn hợp vữa lấy theo kết quả trung



**Hình 6 - 1:** Dụng cụ thử độ lưu động của vữa

1. Gia đỡ; 2. Kẹp di động; 3. Vạch chia; 4. Ốc vận;

5. Thanh kim loại;

6. Côn kim loại; 7- Cần quay

8-Bảng chia ;9- Phễu

bình cộng của hai lần thử lấy cùng một mẫu vữa.

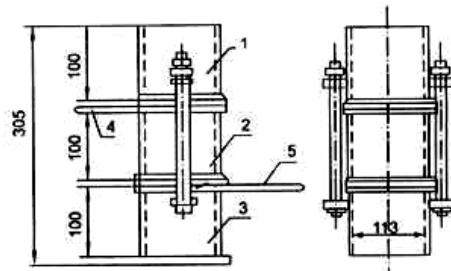
Độ lưu động của hỗn hợp vữa cũng như bê tông phụ thuộc vào nhiều yếu tố như lượng nước nhào trộn, loại chất kết dính, lượng chất kết dính.

### 6.3.2. Độ phân tầng của hỗn hợp vữa

Phân tầng là sự thay đổi thành phần vữa theo chiều cao của khối hỗn hợp vữa khi vận chuyển hoặc để lâu chưa dùng tới. Độ phân tầng càng lớn thì chất lượng của vữa càng kém.

Độ phân tầng của hỗn hợp vữa được xác định bằng khuôn thép trụ tròn xoay gồm ba ống kim loại rời nhau (hình 6 - 2).

Sau khi chuẩn bị xong hỗn hợp vữa, đổ hỗn hợp vữa vào đầy khuôn, gạt ngang miệng khuôn và đặt lên đấm rung trong 30 giây, sau đó kéo trượt ống 1 trên bản thép 4. Lấy phần vữa trong ống 1 đổ vào chảo thử nhất, kéo trượt ống 2 trên bản thép 5, bỏ phần vữa này đi. Đổ phần vữa trong ống 3 vào chảo thử hai. Trộn lại vữa trong mỗi chảo 30 giây, sau đó đem thử độ lưu động.



Hình 6 - 2 : Dụng cụ thử độ phân tầng  
 1, 2, 3. Ống kim loại; 4, 5. Bản thép

Độ lưu động của vữa trong ống 1 là  $S_1$ , độ lưu động của vữa trong ống 3 là  $S_3$ .

Độ phân tầng được tính theo công thức:  $P_t = 0,07 (S_1^3 - S_3^3)$ .

Trong đó :  $S_1$  - Độ lưu động của hỗn hợp vữa ở ống (1), cm.

$S_2$  - Độ lưu động của hỗn hợp vữa ở ống (3), cm.

$P_t$  - Độ phân tầng của hỗn hợp vữa,  $cm^3$ .

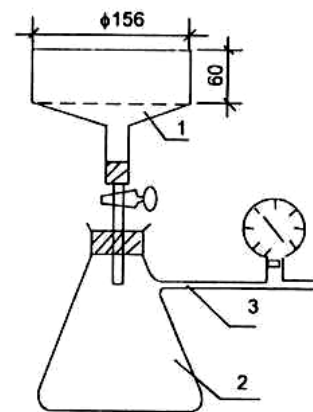
### 6.3.3 . Khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa

Hỗn hợp vữa phải có khả năng giữ nước tốt để đảm bảo đủ nước cho chất kết dính thủy hóa, rắn chắc, ít bị mất nước do bay hơi, do nền hoặc tách nước trong quá trình vận chuyển.

Khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa được biểu thị qua phần trăm tỷ lệ giữa độ lưu động của hỗn vữa sau khi chịu hút ở áp lực chân không và độ lưu động của hỗn hợp vữa ban đầu.

Khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa được xác định bằng dụng cụ tạo chân không (hình 6 - 3).

Sau khi thử độ lưu động của hỗn hợp vữa ( $S_1$ ) và ghi lại kết quả. Đặt trên mặt phễu một lớp giấy lọc đã thấm nước, rải hỗn hợp vữa lên trên giấy lọc một lớp dày 3 cm. Hút chân không trong bình giảm đến áp suất 50 mmHg trong 1 phút, một phần nước của hỗn hợp vữa bị tách ra. Đổ hỗn hợp vữa trong phễu ra chảo và rải một lớp vữa khác cùng mẻ trộn vào phễu dày 3 cm, lại hút chân không như lần trước. Tiếp tục làm thế ba lần. Cho hỗn hợp vữa sau ba lần thử vào chung một chảo, trộn lại cẩn thận trong 30 giây rồi đem xác



Hình 6 - 3:  
 Dụng cụ thử khả năng giữ nước

định độ lưu động ( $S_2$ ).

Độ giữ nước của hỗn hợp vữa được tính chính xác đến 0,1% theo công thức:  $G_n = \frac{S_2}{S_1} \cdot 100(\%)$

Trong đó :  $S_1$ -Độ lưu động ban đầu của hỗn hợp vữa, cm.

$S_2$ -Độ lưu động sau khi đã hút chân không của hỗn hợp vữa, cm.

Để tăng khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa ta phải sử dụng cát nhỏ, tăng hàm lượng chất kết dính và nhào trộn thật kỹ.

Hỗn hợp vữa xây và hỗn hợp vữa hoàn thiện phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong bảng 6 - 2.

**Bảng 6 - 2**

Tên chỉ tiêu	Loại hỗn hợp vữa		
	Để xây	Để hoàn thiện	
		Thô	Mịn
1-Đường kính hạt cốt liệu lớn nhất, mm, không lớn hơn	5	2,5	1,25
2- Độ lưu động (độ lún côn), cm,	4 ÷ 10	6 ÷ 10	7 ÷ 12
3- Độ phân tầng, cm <sup>3</sup> , không lớn hơn	30	-	-
4- Độ (khả năng) giữ nước, %, không nhỏ hơn, đối với:			
- Hỗn hợp vữa xi măng	63	-	-
- Hỗn hợp vữa vôi và các vữa hỗn hợp khác	75	-	-

#### 6.4. Các tính chất cơ bản của vữa

##### 6.4.1. Tính bám dính

Tính bám dính của vữa biểu thị khả năng liên kết của nó với vật liệu xây, trát v.v... Nếu vữa bám dính kém sẽ ảnh hưởng đến độ bền của sản phẩm và năng suất thi công.

Tính bám dính của vữa phụ thuộc vào số lượng, chất lượng của chất kết dính và tỷ lệ pha trộn, khi trộn vữa phải cân đong đủ liều lượng vật liệu thành phần, phẩm chất của vật liệu phải đảm bảo tốt đồng thời vữa phải được trộn đồng đều, kỹ.

Ngoài ra tính bám dính của vữa còn phụ thuộc vào độ nhám, độ sạch, độ ẩm của vật liệu xây, mặt trát, láng, lát, ốp.

##### 6.4.2. Tính chống thấm

Vữa trát ở mặt ngoài khối xây của công trình chịu áp lực nước cần phải có tính chống thấm tương ứng.

Tính chống thấm được xác định bằng cách cho mẫu vữa dày 2 cm chịu áp lực nước lúc đầu 0,5 atm, sau 1 giờ tăng lên 1 atm, sau 2 giờ tăng 1,5 atm, sau 3 giờ tăng 2 atm rồi để 24 giờ mà nước không thấm qua thì coi là vữa có tính chống thấm.

##### 6.4.3. Cường độ chịu lực

Vữa có khả năng chịu nhiều loại lực khác nhau nhưng khả năng chịu nén là lớn nhất. Do đó cường độ chịu nén là chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá chất lượng của các loại vữa thông thường. Cường độ chịu nén của vữa được xác định bằng thí nghiệm các mẫu vữa hình khối có cạnh 7,07cm. Dựa trên cường độ chịu nén mà định ra mác vữa.

Mác vữa là trị số giới hạn cường độ chịu nén trung bình của những mẫu vữa hình khối lập phương có cạnh 7,07 cm, được chế tạo và bảo dưỡng 28 ngày trong điều kiện tiêu chuẩn ( $t^{\circ} = 27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , còn độ ẩm thì tùy thuộc vào loại chất kết dính sử dụng trong vữa).

Theo tiêu chuẩn TCVN 4314 - 1986, có các loại mác vữa thông dụng sau :  
4 ; 10 ; 25 ; 50 ; 75 ; 100 ; 150 ; 200 ; 300.

Cường độ chịu lực của vữa phụ thuộc vào loại chất kết dính, lượng chất kết dính, tỷ lệ nước/chất kết dính, chất lượng của cát, điều kiện bảo dưỡng và thời gian cứng rắn.

Vữa xây và vữa hoàn thiện đều phải thỏa mãn yêu cầu về khả năng chịu lực như quy định trong bảng 6 - 3.

**Bảng 6 - 3**

Mác vữa	Giới hạn bền nén trung bình nhỏ nhất, $\text{KG/cm}^2$	Giới hạn bền nén trung bình lớn nhất, $\text{KG/cm}^2$
4	4	9
10	10	24
25	25	49
50	50	74
75	75	99
100	100	149
150	150	199
200	200	299
300	300	-

Giới hạn bền chịu nén của vữa được thử bằng cách nén vỡ các mẫu vữa hình lập phương kích thước 7,07 x 7,07 x 7,07 cm hoặc các nửa mẫu dầm sau khi chịu uốn.

*Xác định bằng các mẫu lập phương có kích thước 7,07 x 7,07 x 7,07 cm.*

Khi hỗn hợp vữa có độ lưu động nhỏ hơn 4 cm, mẫu được đúc trong khuôn thép có đáy, còn nếu hỗn hợp vữa có độ lưu động lớn hơn 4 cm thì mẫu được đúc trong khuôn thép không có đáy.

Sau khi tạo hình mẫu được bảo dưỡng như sau:

Với vữa dùng chất kết dính là xi măng các mẫu được để trong khuôn ở môi trường ẩm có độ ẩm trên mặt mẫu trên 90% và nhiệt độ  $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$  thời gian từ 24 đến 48 giờ rồi tháo khuôn. Sau khi tháo khuôn các mẫu được bảo quản thêm 3 ngày trong môi trường ẩm có độ ẩm trên mặt mẫu trên 90%, nhiệt độ  $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Thời gian còn lại cho đến lúc thử mẫu vữa được bảo dưỡng trong không khí ở



nhệt độ  $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$  và độ ẩm tự nhiên đối với vữa để xây trong môi trường khô, còn đối với vữa xây trong môi trường ẩm thì vữa được ngâm trong nước.

Với vữa có dung chất kết dính rắn trong không khí các mẫu được để trong khuôn ở môi trường phòng thí nghiệm có nhiệt độ  $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$  thời gian 72 giờ rồi tháo khuôn. Sau khi tháo khuôn các mẫu được bảo dưỡng trong môi trường không khí ở nhiệt độ  $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$  và độ ẩm tự nhiên.

Sau khi bảo dưỡng đủ số ngày quy định các mẫu vữa được đem nén. Kết quả của phép thử được tính bằng trung bình cộng giá trị của 3 hoặc 5 viên mẫu thử. Sai số kết quả của từng viên mẫu với giá trị trung bình không được vượt quá  $\pm 15\%$  với mẫu tạo hình và dưỡng hộ trong phòng thí nghiệm và không vượt quá  $\pm 20\%$  với các mẫu chế tạo tại công trường. Nếu 2 trong 3 hoặc 3 trong 5 viên mẫu thử không đạt yêu cầu thì phải tiến hành thực hiện lại.

*Xác định bằng các nửa mẫu dầm sau khi chịu uốn:*

Để xác định cường độ chịu nén của vữa người ta cũng có thể sử dụng các nửa mẫu dầm sau khi chịu uốn, mẫu dầm có kích thước  $160 \times 40 \times 40$ .

Để chuyển giới hạn bền chịu nén của vữa xác định bằng cách thử nửa mẫu dầm sang giới hạn bền chịu nén xác định bằng các mẫu lập phương cùng điều kiện chế tạo và bảo dưỡng như nhau thì nhân với hệ số 0,8 cho các mẫu vữa mác dưới 100. Với vữa mác từ 100 trở lên thì giới hạn bền nén của các mẫu nửa dầm đúng bằng giới hạn bền nén của các mẫu lập phương.

## 6.5. Tính toán cấp phối vữa

### 6.5.1. Tính toán sơ bộ

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

#### *Vữa xi măng*

Tính khối lượng xi măng cho  $1\text{m}^3$  cát theo công thức:

$$X = \frac{R_v}{K.R_x} \cdot 1000 \text{ ,kg} \quad (1)$$

Trong đó : -  $R_v$ : Mác vữa cần thiết kế ,  $\text{kG/cm}^2$ .

-  $R_x$ : Cường độ của xi măng,  $\text{kG/cm}^2$ .

- K Hệ số chất lượng vật liệu lấy theo bảng 6 - 4.

**Bảng 6 - 4**

Mô đun độ lớn của cát	Hệ số K	
	Xi măng poocăng thường	Xi măng poocăng hỗn hợp
0,7 - 1	0,71	0,80
1,1 - 1,3	0,73	0,82
1,31 - 1,5	0,79	0,89
1,51	0,88	1

#### *Vữa tam hợp :*

- Tính khối lượng xi măng cho  $1\text{m}^3$  cát theo công thức (1).

- Thể tích vôi hồ cho  $1\text{m}^3$  cát:  $V_v = 0,17 ( 1 - 0,002 X )$ ,  $\text{m}^3$ .

Trong đó : -  $V_v$ : Thể tích vôi hồ (nhuyễn),  $m^3$ .  
Vôi hồ có khối lượng thể tích là  $1400kg/m^3$ .

### 6.5.2 . Kiểm tra bằng thực nghiệm

*Chuẩn bị liều lượng vật liệu:*

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

*Trộn vữa thí nghiệm và điều chỉnh độ dẻo:*

Đổ 5 lít cát vào chảo trộn, đổ tiếp xi măng rồi dùng bay trộn đều xi măng cát khô trong 5 phút. Sau đó đổ nước vào (nếu là vữa xi măng - cát) hoặc cho nước vào vôi hồ hòa thành sữa vôi rồi đổ vào (nếu là vữa tam hợp). Trộn thêm 3 - 5 phút cho tới khi thấy hỗn hợp vữa đồng nhất thì đem thử độ dẻo.

Khi thử độ dẻo của hỗn hợp vữa, nếu trị số thu được lớn quá yêu cầu thì cho thêm 5 - 10% khối lượng xi măng và cát đã tính, trộn đều thêm 3 - 5 phút nữa rồi thử lại.

Nếu trị số nhỏ hơn yêu cầu thì cho thêm 5 - 10% nước vào. Cứ như vậy cho tới khi nào đạt được độ lưu động yêu cầu mới tiến hành đúc mẫu.

*Đúc mẫu xác định cường độ:*

Sau khi tạo được vữa có độ dẻo yêu cầu, từ mẻ trộn cần đúc ít nhất ba mẫu có kích thước  $7,07 \times 7,07 \times 7,07$  cm (hoặc  $4 \times 4 \times 16$  cm).

Các mẫu sau khi bảo dưỡng đủ 28 ngày theo đúng quy định được đem nén để xác định cường độ chịu nén của vữa.

Từ ba thành phần đã thí nghiệm, thành phần nào đạt mức yêu cầu sẽ được chọn để biểu thị thành phần cấp phối vữa.

### 6.5.3. Biểu thị thành phần vữa (cấp phối)

Thành phần vữa được viết dưới dạng tỷ lệ thể tích giữa xi măng và cát (nếu là vữa xi măng cát) hoặc xi măng, vôi nhuyễn và cát (nếu là vữa tam hợp) trong đó lấy một đơn vị thể tích xi măng làm chuẩn.

Thành phần vữa xi măng cát được biểu thị như sau:  $V_{0X} : V_{0C} = 1 : \frac{1}{V_{0X}}$

Thành phần vữa xi măng vôi cát được biểu thị như sau :

$$V_{0X} : V_v : V_{0C} = 1 : \frac{V_v}{V_{0X}} : \frac{1}{V_{0X}}$$

Trong đó :  $V_v$  - Thể tích tự nhiên của vôi nhuyễn,  $m^3$ .

$V_{0C}$  - Thể tích tự nhiên của cát,  $1m^3$ .

$V_{0X}$  - Thể tích tự nhiên của xi măng cần thiết cho  $1m^3$  cát.

Ngoài phương pháp tính cấp phối như trên trong thực tế còn có thể sử dụng các bảng tra có sẵn để lựa chọn cấp phối cho vữa khi thi công. Khi dùng bảng tra để xác định liều lượng pha trộn cần lưu ý kiểm tra bằng thực nghiệm, từ đó điều chỉnh lại cho phù hợp với nguyên vật liệu thực tế tại công trường.

## **6.6. Vữa khô chế tạo sẵn**

Hiện nay người ta còn chế tạo ra các loại vữa khô được trộn sẵn từ xi măng, cát để phục vụ cho công tác sửa chữa các kết cấu bị hư hỏng trong xây dựng hoặc khi thi công với khối lượng vữa không lớn mà yêu cầu phải dùng loại vữa có chất lượng cao. Để chế tạo vữa loại này phải sử dụng cát có thành phần hạt hợp qui phạm, rửa sạch và sấy khô. Khi chế tạo vữa loại này có thể pha thêm phụ gia để cải thiện tính dẻo và tốc độ rắn chắc cũng như cường độ chịu lực của vữa nhưng việc pha trộn phụ gia phải được thí nghiệm kiểm tra để xác định ảnh hưởng và hàm lượng thích hợp của các phụ gia đó trong vữa. Yêu cầu kỹ thuật của vữa phải thỏa mãn TCVN 4314:1988.

Vữa khô được chế tạo có thành phần thích hợp với mác vữa thông dụng như M50, M75, M100, M150. Loại vữa xây và tô chế tạo sẵn thường được đóng bao như xi măng với khối lượng 5 ; 10 ; 20 ; 50 kg.

Vữa khô được bảo quản như xi măng để chống ẩm, đảm bảo chất lượng của vữa.

## CHƯƠNG VII VẬT LIỆU KIM LOẠI

### 7.1. Khái niệm chung

Kim loại là loại vật liệu có các tính chất có lợi cho xây dựng: cường độ lớn, độ dẻo và độ chống mỏi cao. Nhờ đó mà kim loại được sử dụng rộng rãi trong xây dựng và các ngành kỹ thuật khác. Ở dạng nguyên chất, do cường độ và độ cứng thấp, độ dẻo cao, kim loại có phạm vi sử dụng rất hạn chế. Chúng được sử dụng chủ yếu ở dạng hợp kim với kim loại và á kim khác, thí dụ như cacbon. Sắt và hợp kim của nó (thép và gang) gọi là kim loại đen; những kim loại còn lại (Be, Mg, Al, Ti, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, v.v...) và hợp kim của chúng gọi là kim loại màu.

Kim loại đen được sử dụng trong xây dựng nhiều hơn cả, giá kim loại đen thấp hơn kim loại màu. Tuy nhiên kim loại màu lại có nhiều tính chất có giá trị: cường độ, độ dẻo, khả năng chống ăn mòn, tính trang trí cao. Những điều đó đã mở rộng phạm vi sử dụng kim loại màu trong xây dựng, phổ biến là các chi tiết kiến trúc và các kết cấu nhôm.

Nguyên liệu để chế tạo kim loại đen là quặng sắt, mangan, crôm, mà các khoáng đại diện cho chúng là nhóm các oxit: macnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), quặng sắt đỏ ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), piroluzit ( $\text{MnO}_2$ ), crômít ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ). Để sản xuất kim loại màu người ta sử dụng bôxít chứa các hidroxít: hidracgilit ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ), diasno ( $\text{HA}\text{O}_2$ ); các loại quặng sunfua và cacbonat đồng, niken, chì v.v... với các khoáng đại diện là chancopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ), sfalêít ( $\text{ZnS}$ ), xeruxít ( $\text{PbCO}_3$ ), magiezit ( $\text{MgCO}_3$ ) v.v...

### 7.2. Tính chất cơ học chủ yếu của kim loại

#### 7.2.1. Tính biến dạng

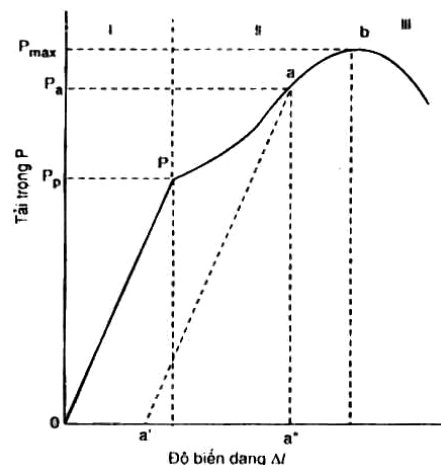
Khi kim loại chịu tác dụng của tải trọng sẽ có 3 giai đoạn biến dạng: biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo và phá huỷ. Quan hệ giữa biến dạng ( $\Delta l$ ) và tải trọng ( $P$ ) được giới thiệu trên hình 7-1.

*Biến dạng đàn hồi* có quan hệ  $\Delta l$  và  $P$  là bậc nhất (hình 7-1, vùng I).

*Biến dạng dẻo* là biến dạng xảy ra khi tải trọng vượt quá tải trọng đàn hồi, quan hệ  $\Delta l - P$  không còn là bậc nhất (hình 7-1, vùng II). Nguyên nhân gây ra biến dạng dẻo là sự trượt mạng tinh thể.

Giai đoạn *phá huỷ* khi tải trọng đã đạt tới giá trị cực đại ( $P_{\max}$ ), vết nứt xuất hiện và mẫu bị phá huỷ (hình 7-1, vùng III).

Biến dạng dẻo là đặc trưng quan trọng của kim loại nói chung và vật liệu thép nói riêng, nó làm kim loại có thể gia công cơ nhiệt để tạo ra những sản phẩm với những tính chất phù hợp với điều kiện sử dụng.



Hình 7-1: Biểu đồ kéo của kim loại

Đặc trưng biến dạng của kim loại chịu kéo là độ giãn dài tương đối và độ thắt tương đối.

Độ giãn dài tương đối  $\varepsilon$  là tỉ số phần trăm giữa độ giãn dài sau khi kéo  $\Delta l$  và độ dài ban đầu  $l_0$  của mẫu và được xác định theo công thức:  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100(\%)$

Độ thắt tương đối  $\psi$  được xác định theo công thức:  $\psi = \frac{F_0 - F_k}{F_0} \cdot 100(\%)$

Trong đó:  $F_0$  và  $F_k$  là diện tích tiết diện ban đầu và khi có biến dạng thất (đứt).

### 7.2.2. Cường độ

Khi thí nghiệm kéo mẫu, cường độ của kim loại được đặc trưng bằng 3 chỉ tiêu sau:

*Giới hạn đàn hồi*  $\sigma_p$  là ứng suất lớn nhất ứng với tải trọng  $P_p$  mà biến dạng dư không vượt quá 0,05% :  $\sigma_p = \frac{P_p}{F_0}, \text{kG/cm}^2$

*Giới hạn chảy*  $\sigma_c$  là ứng suất khi kim loại chảy (tải trọng không đổi nhưng chiều dài tiếp tục tăng) ứng với biến dạng dư không vượt quá 0,2%:

$$\sigma_c = \frac{P_c}{F_0}, \text{kG/cm}^2$$

*Giới hạn bền*  $\sigma_b$  là ứng suất lớn nhất ngay khi mẫu bị phá hoại, được xác định theo công thức sau:  $\sigma_b = \frac{P_{\max}}{F_0}, \text{kG/cm}^2$

Để xác định khả năng chịu biến dạng dẻo của kim loại thép khi uốn người ta tiến hành thử uốn bằng cách uốn thanh kim loại xung quanh một trục uốn có đường kính nhất định, khi uốn đến một góc uốn theo qui định thì kiểm tra sự xuất hiện vết nứt.

### 7.2.3. Độ cứng

Độ cứng của kim loại được xác định theo phương pháp Brinen. Giới hạn độ cứng của thép xây dựng từ 300-400 kG/mm<sup>2</sup>.

## 7.3. Vật liệu thép

### 7.3.1. Khái niệm

Thép là vật liệu điển hình thuộc nhóm vật liệu kim loại, được sử dụng nhiều trong các công trình cầu, đường sắt và công trình xây dựng. Chúng có ưu điểm là cường độ chịu lực cao, nhưng dễ bị tác dụng ăn mòn của môi trường.

Thép là hợp kim sắt - các bon, hàm lượng các bon < 2%.

Theo hàm lượng các bon chia ra:

- Thép các bon thấp : hàm lượng các bon  $\leq 0,25\%$ .
- Thép các bon trung bình : hàm lượng các bon 0,25 - 0,6%.

- Thép các bon cao : hàm lượng các bon 0,6 - 2%.

Khi tăng hàm lượng các bon, tính chất của thép cũng thay đổi: độ dẻo giảm, cường độ chịu lực và độ giòn tăng.

Để tăng cường các tính chất kỹ thuật của thép có thể cho thêm những nguyên tố kim loại khác như: mangan, crôm, niken, nhôm, đồng...

Theo tổng hàm lượng các nguyên tố kim loại thêm vào chia ra :

- Thép hợp kim thấp: tổng hàm lượng các nguyên tố kim loại khác  $\leq 2,5\%$ .

- Thép hợp kim vừa: tổng hàm lượng các nguyên tố kim loại khác 2,5-10%.

- Thép hợp kim cao: tổng hàm lượng các nguyên tố kim loại khác  $> 10\%$ .

Trong xây dựng thường dùng thép hợp kim thấp.

Thành phần các nguyên tố khác trong thép khoảng 1%.

Thép là vật liệu kim loại nên có ánh kim, dẫn điện, dẫn nhiệt mạnh.. Ở nhiệt độ  $500^{\circ}\text{C}$  -  $600^{\circ}\text{C}$  thép trở nên dẻo, cường độ giảm.

Ở nhiệt độ  $- 10^{\circ}\text{C}$  tính dẻo giảm.

Ở nhiệt độ  $- 45^{\circ}\text{C}$  thép giòn, dễ nứt.

Khối lượng riêng của thép từ 7,8 đến  $7,85 \text{ g/cm}^3$ .

### 7.3.2. Biện pháp thay đổi cấu trúc và tính chất của thép

Cấu trúc và tính chất của thép có quan hệ chặt chẽ với nhau, khi cấu trúc của thép thay đổi thì tính chất cơ bản của nó thay đổi theo. Để biến đổi cấu trúc của thép và làm tốt hơn các tính chất của thép theo nhu cầu sử dụng, ta có thể áp dụng một số biện pháp gia công nhiệt và gia công cơ học.

#### **Gia công nhiệt**

Gia công nhiệt hay còn gọi là xử lý nhiệt là biện pháp áp dụng cho cả kim loại đen và kim loại màu. Đây là biện pháp phổ biến, có ý nghĩa thực tế cao.

Gia công nhiệt gồm các phương pháp ủ, thường hoá, tôi và ram.

*Ủ và thường hoá là nhằm giảm* độ cứng của thép (làm mềm), tăng độ dẻo để dập, cán, kéo nguội, làm đồng đều trên tiết diện thép chuẩn bị cho công tác gia công nhiệt cuối cùng.

*Ủ* là nung nóng thép đến nhiệt độ nhất định, giữ ở nhiệt độ đó một thời gian, rồi làm nguội. Thép sau khi ủ có độ bền và độ cứng thấp nhất, độ dẻo và độ dai cao.

*Thường hoá* là phương pháp nung nóng thép lên đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ ủ, giữ nhiệt rồi sau đó làm nguội trong không khí, nhờ đó thép có độ bền, độ cứng cao hơn đôi chút so với trạng thái ủ.

*Tôi* thép là nung nóng thép lên quá nhiệt độ tới hạn rồi giữ nhiệt một thời gian, sau đó làm nguội đột ngột, kết quả là thép khó biến dạng dẻo và có độ cứng cao.

*Ram* là quá trình cần thiết và bắt buộc sau khi tôi. Thép sau khi tôi có tính giòn, dễ gãy, có độ cứng cao, vì vậy ram thép nhằm mục đích tạo ra cho thép có các tính chất cơ học (độ cứng, độ bền, độ dẻo) thích hợp với điều kiện sử dụng cần thiết.

Ngoài ra ram thép ở nhiệt độ cao còn để làm mềm thép giúp cho việc gia công cắt gọt được dễ dàng, tạo được độ nhẵn bóng cao khi cắt gọt.

### ***Gia công cơ học***

Gia công cơ học thép là nhằm cải thiện cấu tạo và tính chất của thép để khắc phục những nhược điểm khi luyện và tạo hình dạng mới. Có hai phương pháp cơ học: gia công nguội và gia công nóng.

*Gia công nguội* là gia công thép ở nhiệt độ thường nhằm tạo ra biến hình dẻo để nâng cao tính cơ học (tăng cường độ, độ cứng, nhưng lại làm giảm độ dẻo). Gia công nguội gồm có kéo, rèn dập, cán nguội, vuốt.

Các sản phẩm thép như dây, sợi kim loại hầu hết được qua kéo nguội, dập nguội.

Một hình thức gia công khác là cán nguội. Thép sau khi cán nguội, ở mặt ngoài có những vết lồi lõm theo quy luật. So với kéo, thép cán nguội có nhiều ưu điểm hơn: Cường độ kéo, cường độ nén và lực dính bám giữa bê tông và cốt thép được tăng cường.

Đối với dây thép nhỏ (đường kính 5 ÷ 10 mm) người ta dùng phương pháp vuốt. Trong phương pháp này, dây thép được kéo qua một lỗ có đường kính nhỏ hơn dây thép. Mỗi lần vuốt giảm khoảng 10% tiết diện dây. Số lần vuốt phụ thuộc vào yêu cầu sử dụng, nhưng để đảm bảo tính dẻo và dai, thì sau lần vuốt thứ 4, 5 phải ủ thép một lần. Dây thép vuốt nguội có thể dùng làm cốt thép trong bê tông dự ứng lực, làm dây cáp v.v... Gia công nguội là một biện pháp tiết kiệm kim loại.

*Gia công (rèn, cán) nóng* (biến dạng nóng) là hình thức làm kim loại biến dạng ở trạng thái nóng...

Đối với thép các biến dạng ở nhiệt độ trên 650-700°C là biến dạng nóng, nhưng để đảm bảo đủ độ dẻo cần thiết, thường biến dạng được thực hiện ở nhiệt độ cao hơn nhiều.

Cán là phương pháp gia công ép nóng qua máy. Do cán liên tục nhiều lần mặt cắt của thép dần dần được cải biến đúng với hình dạng và kích thước yêu cầu. Các loại thép hình dùng trong xây dựng được chế tạo bằng phương pháp cán.

Rèn là phương pháp gia nhiệt đến trạng thái dẻo cao, dùng búa đập thành cấu kiện có hình dạng nhất định. Rèn có thể thực hiện bằng tay hoặc bằng máy.

Thép cán và rèn có cấu tạo tương đối tốt và tính năng cơ học cao.

### **7.3.3. Các loại thép xây dựng**

Trong xây dựng sử dụng chủ yếu là thép các bon và thép hợp kim thấp.

#### ***Thép các bon***

*Thành phần hóa học* của thép các bon gồm chủ yếu là Fe và C, ngoài ra còn chứa một số nguyên tố khác tùy theo điều kiện luyện thép.

$C < 2\%$ ;  $Mn \leq 0,8\%$ ;  $Si \leq 0,5\%$ ;  $P, S \leq 0,05\%$ .

Cr, Ni, Cu, W, Mo, Ti rất ít (0,1 - 0,2%).

Mn, Si là 2 nguyên tố có tác dụng nâng cao cơ tính của thép các bon. P, S là những nguyên tố làm giảm chất lượng thép, nâng cao tính giòn nguội trong thép, nhưng lại tạo tính dễ gọt cho thép.

*Các loại thép các bon*

Theo phạm vi sử dụng thép các bon có hai loại: Thép các bon thường và thép các bon chất lượng tốt.

Thép các bon thường ở dạng đã qua cán mỏng (tấm, cây, thanh, thép hình...) chủ yếu để dùng trong xây dựng.

Theo TCVN 1765 : 1975 thép các bon thường lại được chia thành 3 loại A, B, C.

Thép các bon thường loại A là loại thép chỉ quy định về cơ tính.

Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN1765:1975) quy định mác thép loại này ký hiệu là CT, con số đi kèm theo chỉ độ bền giới hạn, Ví dụ thép CT31 là thép có giới hạn bền tối thiểu là 310 N/mm<sup>2</sup>.

Thép các bon thường loại A có các loại mác theo bảng 7 - 1.

**Bảng 7 - 1**

Mác thép (số hiệu)		Giới hạn bền $\sigma_b$ , N/mm <sup>2</sup>	Độ giãn dài tương đối $\delta$ , %
Nga	Việt Nam		
CT0	CT31	$\geq 310$	20
CT1	CT33	320 - 420	31
CT2	CT34	340 - 440	29
CT3	CT38	380 - 490	23
CT4	CT42	420 - 540	21
CT5	CT51	500 - 640	17
CT6	CT61	600	12

Thép các bon thường loại B là thép chỉ quy định về thành phần hóa học.

Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN1765:1975) quy định mác thép loại này ký hiệu là BCT, con số đi kèm theo vẫn chỉ độ bền giới hạn như thép các bon thường loại A, còn thành phần hóa học quy định như bảng 7 - 2.

**Bảng 7 - 2**

Mác thép (số hiệu)		Hàm lượng các nguyên tố			
Nga	Việt Nam	C, %	Mn, %	S, không lớn hơn, %	P, không lớn hơn, %
CT0	BCT31	0,23	-	0,06	0,07
CT1	BCT33	0,06 - 0,12	0,25 - 0,50	0,05	0,04
CT2	BCT34	0,09 - 0,15	0,25 - 0,50	0,05	0,04
CT3	BCT38	0,14 - 0,22	0,30 - 0,65	0,05	0,04
CT4	BCT42	0,18 - 0,27	0,40 - 0,70	0,05	0,04
CT5	BCT51	0,28 - 0,37	0,05 - 0,80	0,05	0,04
CT6	BCT61	0,38 - 0,49	0,05 - 0,80	0,05	0,04

Thép các bon thường loại C là thép quy định cả về cơ tính và thành phần hóa học. Loại thép này có cơ tính như thép các bon thường loại A và có thành phần hóa học như thép các bon thường loại B. Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 1765:1975) quy định mác thép loại này ký hiệu là CCT, con số đi kèm chỉ độ



bền giới hạn quy định như bảng 7-1 và có thành phần hóa học quy định như bảng 7-2.

*Thép các bon chất lượng tốt:*

Thép loại này chứa ít tạp chất có hại hơn thép các bon loại thường ( $S < 0,04\%$ ,  $P < 0,035\%$ ) và được quy định cả về cơ tính và thành phần hóa học. Ký hiệu mác có ghi số phần vạn các bon. Thép loại này chỉ dùng để chế tạo chi tiết máy.

***Thép hợp kim thấp***

*Thành phần hóa học:* Thép hợp kim thấp là loại thép ngoài thành phần Fe, C và tạp chất do chế tạo còn có các nguyên tố khác được cho vào với một hàm lượng nhất định để thay đổi cấu trúc và tính chất của thép, đó là các nguyên tố : Cr, Ni, Mn, Si, W, V, Mo, Ti, Cu.

Trong thép hợp kim thấp tổng hàm lượng các nguyên tố này  $\leq 2,5\%$ .

Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 1659:1975), thép hợp kim được ký hiệu bằng hệ thống ký hiệu hóa học, số tỷ lệ phần vạn các bon và % các nguyên tố trong hợp kim.

Ví dụ: loại thép ký hiệu là 9Mn2 có 0,09% C và 2% Mn.

*Tính chất cơ lý:* Thép hợp kim thấp có cơ tính cao hơn thép các bon, chịu được nhiệt độ cao hơn và có những tính chất vật lý, hóa học đặc biệt như chống tác dụng ăn mòn của môi trường.

Thép hợp kim thấp thường dùng để chế tạo các kết cấu thép (dàn cầu, tháp khoan dầu mỏ, đường ống dẫn khí, v.v...), cốt thép cho kết cấu bê tông cốt thép.

### **7.3.4. Cốt thép cho kết cấu bê tông cốt thép**

***Yêu cầu đối với các đặc tính của cốt thép khi sử dụng cho kết cấu bê tông***

*Tính bám dính* tốt với lớp bao phủ là một trong những đặc tính quan trọng nhất của cốt thép trong bê tông, để đảm bảo nhiệm vụ này chúng phải có hình dạng đặc biệt: có gai để tăng cường neo móc. Đối với cốt thép ứng suất trước sự dính bám được đảm bảo bằng những vết, sự gồ ghề (bằng cán, vuốt).

Một yêu cầu khác là khi phản ứng với xi măng, cốt thép không được tạo ra các hợp chất có hại cho sự bám dính.

*Tính biến dạng:* từ khi đặt cốt thép vào bê tông và trong quá trình làm việc bê tông, cốt thép luôn luôn bị biến dạng, thắt lại. Như vậy, chúng cần có tính biến dạng tốt, như có độ giãn dài lớn dưới tác dụng của tải trọng cực đại khi thử kéo, bền sau một số lần thử uốn đi uốn lại.

*Độ bền lâu:* độ bền lâu (tuổi thọ) của các công trình bằng bê tông cốt thép hoặc bê tông cốt thép dự ứng lực phụ thuộc trực tiếp vào độ bền của cốt thép. Độ bền lâu này có thể chỉ phụ thuộc vào tác động cơ học, nhưng cũng có thể cả vào môi trường xung quanh.

***Các dạng cốt thép cho bê tông cốt thép thường***

*Dây thép các bon thấp kéo nguội:*

Dây thép cacbon thấp kéo nguội dùng làm cốt thép cho bê tông có đường kính từ 3,0 đến 10,0mm, được sản xuất từ thép các bon thấp CT31, CT33, CT34,

CT38, BCT31, BCT38, chúng phải có đường kính và sai lệch cho phép phù hợp bảng 7-3.

**Bảng 7-3**

Đường kính danh nghĩa, mm	Sai lệch cho phép, mm	Diện tích mặt cắt ngang, mm <sup>2</sup>	Khối lượng lý thuyết của 1m chiều dài, kg
3	± 0,06	7,07	0,056
3,5	± 0,08	9,68	0,076
4,0	± 0,08	12,57	0,099
4,5	± 0,08	15,90	0,125
5,0	± 0,08	19,63	0,154
5,5	± 0,08	23,76	0,187
6,0	± 0,08	28,27	0,222
7,0	± 0,10	38,48	0,302
8,0	± 0,10	50,27	0,395
9,0	± 0,10	63,62	0,499
10,0	± 0,10	78,54	0,617

Ví dụ ký hiệu quy ước: Dây có đường kính 5 mm được sản xuất từ thép mác CT31 là: Dây thép 5.CT31 - TCVN 3101:1979. Cơ tính của dây phải phù hợp bảng 7-4

**Bảng 7-4**

Đường kính dây, mm	Giới hạn bền, N/mm <sup>2</sup>
Từ 3 đến 5,5	550 - 850
Từ 6 đến 10,0	450 - 700

Khối lượng của cuộn nhỏ nhất phải phù hợp bảng 7-5

**Bảng 7-5**

Đường kính dây, mm	Khối lượng cuộn, kg	
	Thông thường	Thấp
3 đến 3,5	10	6
4 đến 10,0	15	10

*Thép cán nóng :*

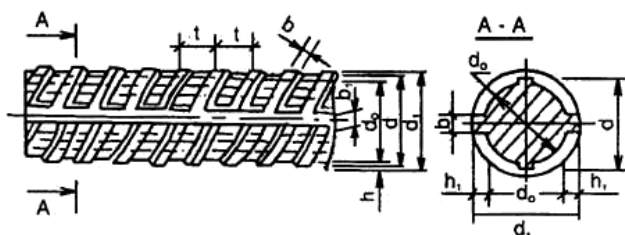
Thép tròn cán nóng mặt ngoài nhẵn hoặc có gân dùng làm cốt cho các kết cấu bê tông cốt thép thông thường và bê tông cốt thép ứng lực trước (gọi tắt là thép cốt), được chia làm 4 nhóm theo tính chất cơ học: CI, CII, CIII, CIV.

- Thép cốt nhóm CI là loại thép tròn nhẵn được chế tạo từ thép các bon mác CT33, CCT33, theo TCVN 1765 : 1975.

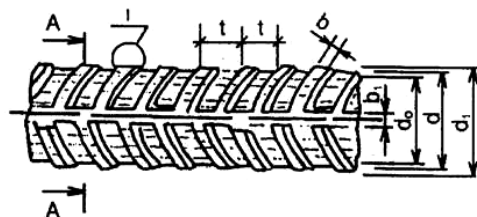
- Thép cốt nhóm CII, CIII, CIV là loại thép tròn mặt ngoài có gân (thép vằn).

- Thép cốt nhóm CII có đường kính từ 10 mm đến 40 mm được, chế tạo từ thép các bon mác CCT51 theo TCVN 1765 : 1975. Thép vằn nhóm này phải có gờ xoắn vít như nhau ở cả hai phía (hình 7 - 2).

- Thép cốt nhóm CIII (hình 7-3) có đường kính từ 6 mm đến 40 mm, được chế tạo từ thép hợp kim mangan silic và có gờ xoắn vít khác nhau, ở một phía theo xoắn bên phải, còn phía bên kia theo xoắn bên trái.



Hình 7 - 2 : Thép cốt nhóm CII



Hình 7 - 3 : Thép cốt nhóm CIII

Thép cốt nhóm IV có đường kính từ 10 đến 18mm được chế tạo từ thép hợp kim crôm mangan kẽm, loại này phải có hình dáng bên ngoài khác với thép cốt nhóm CII và CIII.

Nếu sản xuất thép cốt CIV có hình dáng bên ngoài giống thép cốt nhóm CIII thì phải sơn đỏ cách đầu mút thanh một đoạn 30 ÷ 40 cm.

Ví dụ : Ký hiệu quy ước thép cốt nhóm CII có đường kính 20 mm là:  
CII 20 TCVN 1651:1985.

Đường kính danh nghĩa và các đại lượng tra cứu của thép cốt phải phù hợp với bảng 7 - 6.

Kích thước của các thép cốt cần phải phù hợp với hình 7 - 2, 7 - 3.

Tính chất cơ học của thép cốt phải phù hợp với quy định ở bảng 7 -7.

**Bảng 7 - 6**

Đường kính danh nghĩa, D, mm	Diện tích mặt cắt ngang cm <sup>2</sup>	Khối lượng lý thuyết của 1 m chiều dài, kg
6	0,283	0,222
7	0,385	0,302
8	0,503	0,395
9	0,636	0,499
10	0,785	0,617
12	1,131	0,888
14	1,51	1,21
16	2,01	1,58
18	2,54	2,00
20	3,14	2,17
22	3,80	2,98
25	4,91	3,85
28	6,16	4,83
32	8,01	6,31
36	10,18	7,99
40	12,57	9,87

**Bảng 7-7**

Nhóm thép cốt	Đường kính, mm	Giới hạn chảy, N/mm <sup>2</sup>	Giới hạn bền, N/mm <sup>2</sup>	Độ giãn dài tương đối %	Thử uốn nguội C - Độ dày trục uốn d - Đường kính thép cốt
		Không nhỏ hơn			
CI	6-40	240	380	25	C = 0,5d (180 <sup>0</sup> )
CII	10-40	300	500	19	C = 3d (180 <sup>0</sup> )
CIII	6-40	400	600	14	C = 3d (90 <sup>0</sup> )
CIV	10-32	600	900	6	C = 3d (45 <sup>0</sup> )

### **Thép cốt cho bê tông dự ứng lực**

*Dây kéo nguội* là loại dây thép tròn, có độ bền cao, trơn, kéo nguội, có vết ấn, vân hay lượn sóng được sản xuất từ thép các bon. Sản phẩm được cung cấp ở dạng cuộn hay thẳng.

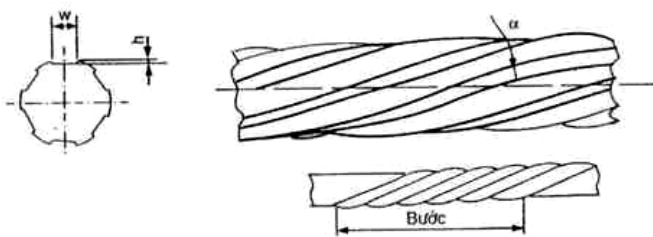
Đường kính của dây từ 2,5 đến 8mm. Các tính chất cơ lý của sợi được quy định trong TCVN 6284-2:1997.

*Dây tô và ram* là loại dây thép tròn được chế tạo từ dây thép tô và ram có độ bền cao, trơn, có vành, có rãnh khía, hoặc có vết ấn. Dây có đường kính từ 6 ÷ 16mm. Dây được cung cấp dưới dạng cuộn không có mối hàn, chỗ nối.

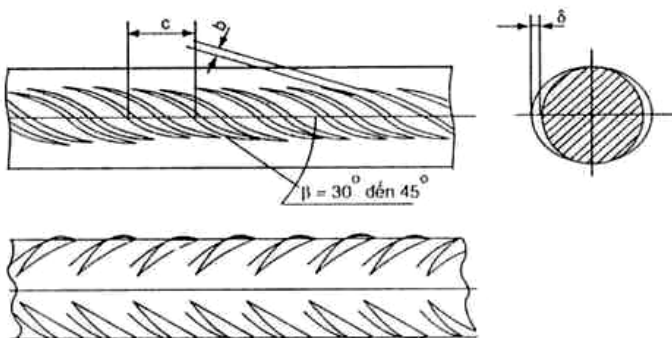
Các dạng dây tô và ram được giới thiệu ở hình 7-4, 7-5.

Các tính chất cơ lý của dây tô và ram được quy định trong TCVN 6284-3:1997.

*Dảnh* là loại thép có độ bền cao đã qua nhiệt luyện ở nhiệt độ thấp trong một quá trình liên tục bằng cách xoắn và chạy qua thiết bị thích hợp để khử ứng suất.



**Hình 7-4:** Dây thép có rãnh khía tô và ram  
w. Chiều rộng; h. chiều sâu rãnh;  $\alpha$ . Góc nghiêng của rãnh



**Hình 7-5:** Dây thép vân tròn tô và ram  
b. Chiều rộng của gân;  $\delta$ . Chiều cao của gân  
c. Bước của gân;  $\beta$ . Góc nghiêng từ 30-45<sup>0</sup>.

Dảnh có thể chứa 2, 3, 7 hay 19 sợi. Đường kính của dảnh từ 5,2mm đến 21,8mm, dảnh không được có chỗ nối.

Dảnh được cuộn lại thành các cuộn hay cuộn vào các tang quấn.

Kích thước, khối lượng và các tính chất thử kéo của dảnh phải thỏa mãn yêu cầu của TCVN 6284-4:1997.

*Thép thanh cán nóng, có hoặc không xử lý tiếp* là các thanh ở dạng thẳng, không có chỗ nối và mối hàn, đường kính thanh từ 16mm đến 40mm. Đó là loại thép đã được cán nóng thành thanh và nếu có yêu cầu thì được xử lý tiếp theo để đạt

các tính chất cơ lí qui định. Hình dáng bề mặt thép có thể có gân hoặc trơn.

Kích thước, chất lượng và các tính chất thử kéo của thép được qui định trong TCVN 6284-5:1997.

#### **7.3.4. Bảo quản thép**

Thép là vật liệu dễ bị ăn mòn do các tác dụng vật lý, hóa học của môi trường. Do đó phải được bảo quản ở nơi khô ráo, tránh đặt trên nền đất.

Kho chứa thép phải cao ráo, thoáng, không dột, không hắt mưa. Thép trong kho phải xếp riêng từng loại. Thép thanh được bó thành từng bó xếp trên các giá đỡ.

Thép sợi được cuộn thành cuộn. Thép lưới được cuộn hoặc để phẳng.

Khi sử dụng thép phải sử dụng đúng loại, làm sạch gỉ, dầu, mỡ (nếu có).

#### **7.3.5. Các biện pháp bảo vệ vật liệu thép**

Trong quá trình sử dụng, thép là loại vật liệu dễ bị ăn mòn, dạng ăn mòn phổ biến là ăn mòn hoá học và ăn mòn điện hoá. Để bảo vệ vật liệu thép cho kết cấu có thể áp dụng một số biện pháp sau:

*Cách ly kim loại với môi trường* bằng các lớp sơn chống gỉ, trong một số trường hợp đặc biệt có thể dùng các lớp sơn phủ phi kim loại (men, thuỷ tinh, chất dẻo) hoặc các lớp phủ kim loại (mạ kẽm) ngay từ khi sản xuất.

Cốt thép trong bê tông được bảo vệ khi chúng được bao bọc bằng lớp bê tông bảo vệ đặc chắc, dày, không nứt nẻ. Trong một số trường hợp cần làm tăng tính chống thấm cho lớp bê tông bảo vệ (tăng độ đặc chắc, sơn bê tông). Chúng cũng có thể được phủ bằng lớp phủ hữu cơ hoặc lớp phủ kim loại (mạ kẽm) ngay từ khi sản xuất.

Đối với cốt thép ứng suất trước có thể bảo vệ bằng vữa lỏng phun hoặc bằng mỡ được đổ vào ngay từ lúc sản xuất cốt thép.

Trong những năm gần đây người ta dùng phương pháp mới bảo vệ kim loại khá hiệu quả: phương pháp sử dụng “chất cản”-cho vào môi trường để tạo nên màng chống ăn mòn trên bề mặt kim loại. Thí dụ có thể dùng dầu Natri hoặc  $K_2CrO_2$ ,  $Na_2CO_3$  làm chất cản hoà tan vào nước.

#### **7.3.6. Kết cấu thép**

Những loại kết cấu thép chủ yếu là nhà công nghiệp, khung và trần khẩu độ lớn của nhà công cộng, cầu vượt, tháp, trụ, trần treo, khuôn của sổ và cửa đi...

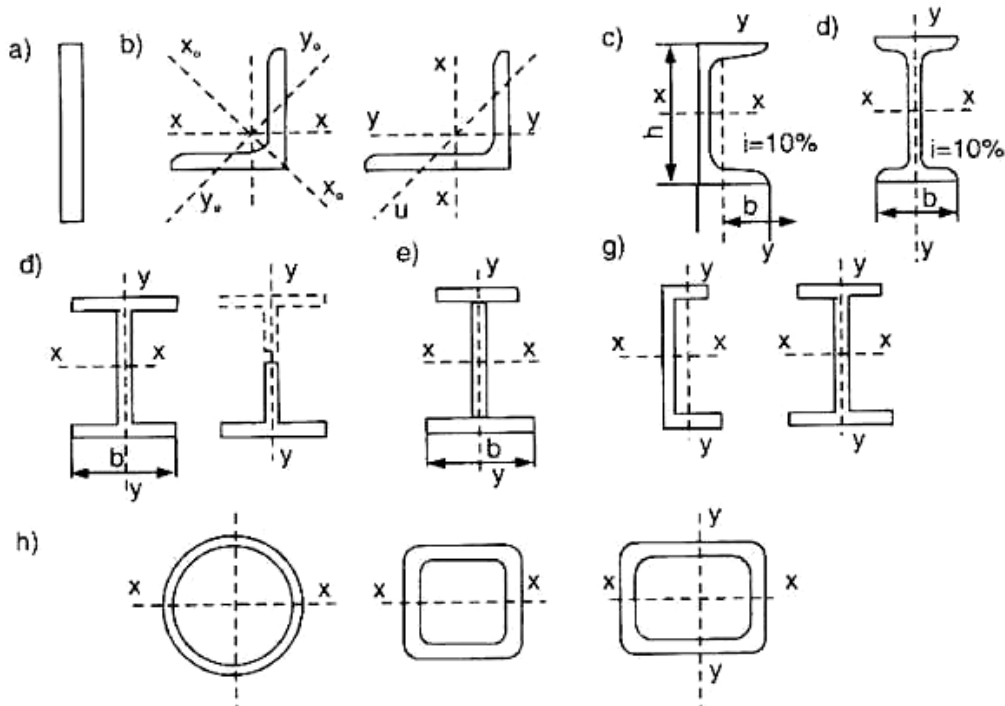
Những sản phẩm thép dùng để chế tạo kết cấu thép xây dựng là:

*Thép lá*, là loại thép cán nóng (dày 4-160 mm, dài 6-12m, rộng 0,5-3,8m) chế tạo ở dạng tấm và cuộn, thép cán nóng và cán nguội mỏng (dày đến 4mm) ở dạng cuộn; thép cán nóng rộng bản được gia công phẳng (dày 6-60mm).

*Thép hình* là thép góc, thép U, I, T, thép ống... (hình 7- 6) với sự tổ hợp tạo tiết diện khác nhau, đảm bảo sự ổn định và tính kinh tế của kết cấu cao.

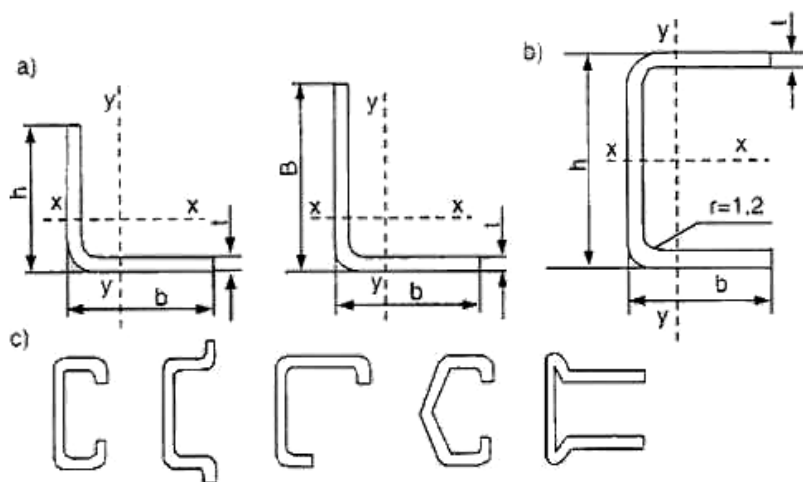
*Ống tròn liền* cán nóng đường kính 25-550mm, thành dày 2,5-75mm, để làm cột phát sóng radio và truyền hình.

Ống tròn hàn điện đường kính 8-1620mm, thành dày 1-16mm; tiết diện vuông và tiết diện chữ nhật với kích thước cạnh 60-180mm, thành dày 3-8mm. Ống được dùng trong kết cấu nhẹ, khung tường gạch, khuôn cánh cửa sổ.



**Hình 7-6:** Các dạng chủ yếu của thép hình cán:  
 a Thép tấm; b. Thép góc; c. Thép chữ U; d, đ, e. Thép chữ I;  
 g. Thép chữ U và I thành mỏng; h. Các loại ống

Thép hình uốn nguội được chế tạo từ thép tấm dày 1-8mm (hình 7-7). Lĩnh vực sử dụng chủ yếu của thép hình uốn nguội là các kết cấu trần ngăn vừa nhẹ vừa kinh tế.



**Hình 7-7:** Các loại thép hình uốn nguội từ thép chiều dày 1-8mm:  
 a. Thép góc; b. Thép chữ U; c. Thép hình có mặt cắt đa dạng

Ngoài những loại thép kể trên còn có những loại thép có công dụng khác để làm khung cửa sổ, cửa đi, cửa mái, đường ray cần trục, cáp và sợi thép cường độ cao dùng cho trần và cầu treo, cho giằng, trụ và kết cấu trần, bể chứa ứng suất trước.

Từ các loại sản phẩm sản xuất thép nêu trên, người ta sản xuất ra những đoạn cột, dầm cầu, cần trục, dàn, vòm, vỏ trụ và các kết cấu khác, sau đó chúng được liên kết thành các bloc tại nhà máy rồi được lắp ghép tại công trường.

Tùy thuộc vào công dụng và điều kiện sử dụng kết cấu kim loại, mức độ quan trọng của nhà và công trình người ta sử dụng những loại thép khác nhau để chịu được nhiệt độ khác nhau của không khí ngoài trời.

#### **7.4. Hợp kim nhôm**

Ngoài vật liệu thép, hiện nay hợp kim nhôm là vật liệu được dùng rộng rãi trong xây dựng (cầu, nhà xưởng, nhà dân dụng).

Nhôm nguyên chất có độ bền thấp ( $0,15 \div 0,25$  so với thép) nên không dùng trong xây dựng. Hợp kim nhôm có ưu điểm là cường độ cao, nhẹ và khả năng chống lại tác dụng ăn mòn cao hơn so với thép. Hợp kim nhôm phổ biến nhất là đura và silumin.

##### **7.4.1. Đura**

Đura là hợp kim nhôm với đồng ( $< 4\%$ ), crôm ( $< 12\%$ ), magie ( $< 7\%$ ), mangan ( $< 1\%$ ). Sau khi gia công và cho hóa già, tính chất cơ học chủ yếu của đura như sau: giới hạn chảy  $1700 \div 2800 \text{ daN/cm}^2$ , độ bền kéo  $1700 \div 4400 \text{ daN/cm}^2$ , độ giãn dài tương đối  $6 \div 24\%$ , độ cứng Brinen  $40 \div 100 \text{ daN/mm}^2$ .

##### **7.4.2. Silumin**

Silumin là hợp kim của nhôm với silic ( $10 \div 14\%$ ). Chúng có chất lượng cao, độ bền kéo đến  $2000 \text{ daN/cm}^2$ , độ cứng Brinen  $50 \div 70 \text{ daN/mm}^2$ .

##### **7.4.3. Kết cấu nhôm**

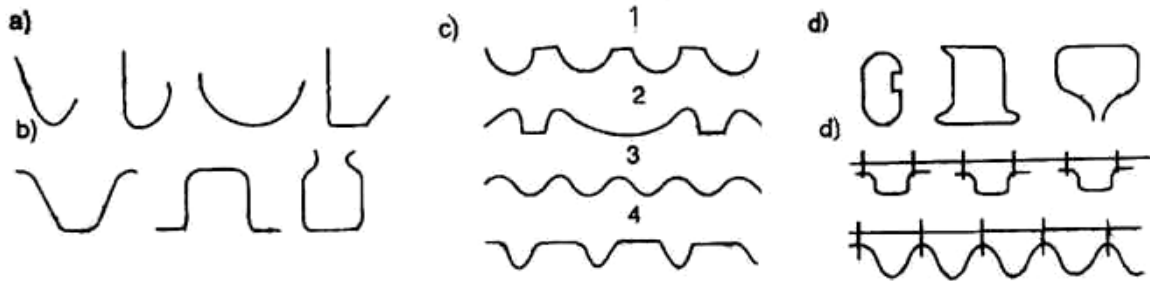
Ứng dụng đầu tiên của nhôm trong xây dựng là mái đua của tòa nhà “Life Building” ở Montrean (Canada) năm 1896 và mái nhôm của hai nhà văn hóa ở thành phố Rim năm 1897-1903.

Hiện nay ở các nước, nhôm được sử dụng khá rộng rãi; trong đó trong lĩnh vực xây dựng dùng đến 27% tổng lượng nhôm yêu cầu. Việc sản xuất các kết cấu nhôm được thực hiện tại các nhà máy chuyên môn hóa, đảm bảo sản xuất ra những sản phẩm có chất lượng cao.

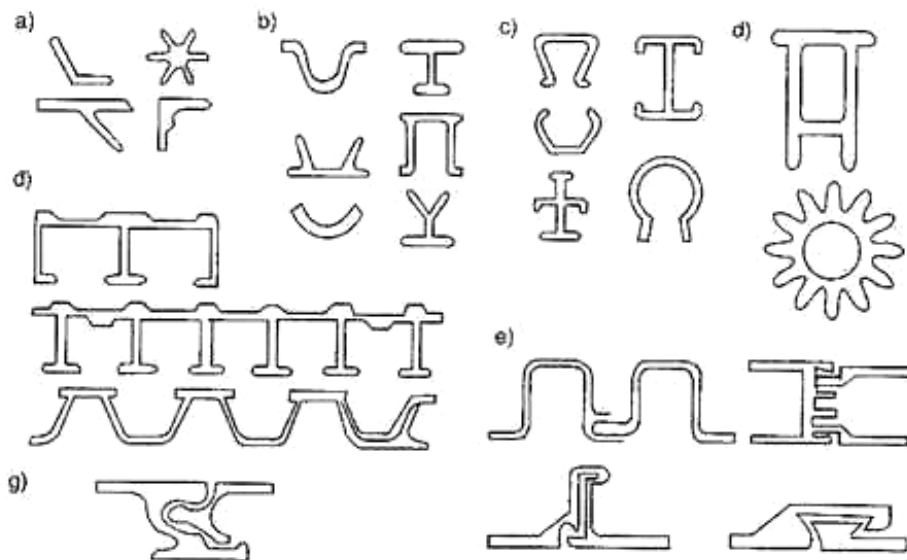
Dạng panen tường ngoài và trần không khung, trần treo, các kết cấu dạng tháo lắp và kết cấu dạng tấm là những kết cấu có hiệu quả do giảm chi phí vận chuyển và chi phí sử dụng nhờ nhôm có tính chống ăn mòn cao, nhẹ so với các kết cấu thép, bê tông và gỗ.

Trong các kết cấu chịu lực việc sử dụng nhôm không có hiệu quả do không tạo được kết cấu có khẩu độ lớn và không sử dụng được trong môi trường có độ xâm thực cao. Nguyên nhân là do nhôm có môđun đàn hồi thấp. Để khắc phục nhược điểm này, người ta buộc phải tăng kích thước tiết diện các chi tiết và toàn bộ kết cấu để đảm bảo cho chúng có độ cứng và độ ổn định cần thiết, trong khi không khai thác hết cường độ của nhôm. Ngoài ra nhôm còn có độ mỏi và độ bền nhiệt thấp so với thép.

Những nhược điểm trên có thể được khắc phục bằng cách tạo ra những kết cấu không gian (kết cấu thanh, kết cấu treo), sử dụng những chi tiết cong, tấm dập, tấm lượn sóng vừa để chịu lực. Hình 7-8 và 7-9 giới thiệu những dạng chủ yếu của nhôm hình dập, ép trong những kết cấu dạng tấm, dạng panen khung và những dạng khác.

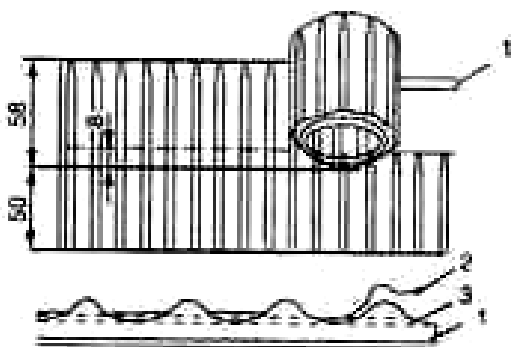


**Hình 7-8:** Nhôm hình uốn từ lá nhôm cán: a. Thanh đơn giản; b. Thanh phức tạp; c. Tấm lượn sóng; d, đ. Nhôm hình nhiều thanh đóng kín  
1. Lòng máng; 2,3. Lượn sóng; 4. Gân

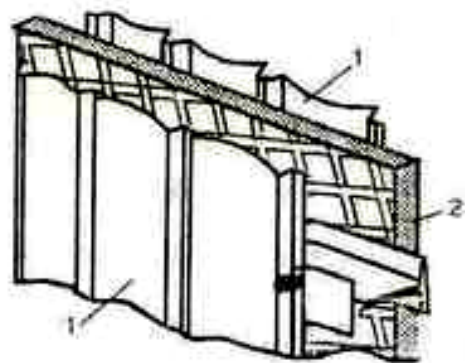


**Hình 7-9:** Các dạng nhôm hình ép:  
a. Đặc; b. Hờ; c. Nửa hờ; d. Kín; đ. Panen ép; e. Liên kết khớp đôi nhôm hình; g. Liên kết chốt cài

Ở Nga, Mỹ, Tây Đức, Thụy Điển những tấm nhôm ở dạng cuộn được sử dụng để lợp mái nhà công nghiệp (hình 7-10), hoặc các tấm tường nhôm có gia cố kết cấu giữ nhiệt (hình 7 - 11)



**Hình 7-10:** Liên kết lá nhôm với rui mè gỗ  
1. Rui mè gỗ; 2. Lá nhôm; 3. Thanh kẹp



**Hình 7-11:** Giữ nhiệt cho tường nhôm lượn sóng bằng tấm giữ nhiệt.  
1. Tấm lượn sóng; 2. Tấm giữ nhiệt



Xét theo các chỉ tiêu kinh tế-kỹ thuật và tính đa năng, việc sử dụng các kết cấu trần treo tháo lắp được thích hợp hơn so với trần treo bằng thạch cao, bằng amiăng xi măng, tấm bông khoáng và một số loại vật liệu khác. Các loại đường ống bằng nhôm được dùng để dẫn dầu lửa, khí đốt các sản phẩm của công nghiệp thực phẩm và công nghiệp hóa chất.

## CHƯƠNG VIII VẬT LIỆU GỖ

### 8.1. Khái niệm

Gỗ là vật liệu thiên nhiên được sử dụng khá rộng rãi trong xây dựng và trong sinh hoạt vì những ưu điểm cơ bản sau: Nhẹ, có cường độ khá cao; cách âm, cách nhiệt và cách điện tốt; dễ gia công (cưa, xẻ, bào, khoan...), vân gỗ có giá trị mỹ thuật cao.

Ở nước ta gỗ là vật liệu rất phổ biến. Rừng Việt Nam có nhiều loại gỗ tốt và quý vào bậc nhất thế giới. Khu Tây Bắc có nhiều rừng già và có nhiều loại gỗ quý như: trai, đinh, lim, lát, mun, pơmu. Rừng Việt Bắc có lim, nghiến, vàng tâm. Rừng Tây Nguyên có cẩm lai, hương ...

Gỗ chưa qua chế biến vẫn tồn tại những nhược điểm lớn:

1, Cấu tạo và tính chất cơ lý không đồng nhất, thường thay đổi theo từng loại gỗ, từng cây và từng phần trên thân cây.

2, Dễ hút và nhả hơi nước làm sản phẩm bị biến đổi thể tích, cong vênh, nứt tách

3, Dễ bị sâu nấm, mục môi phá hoại, dễ cháy.

4, Có nhiều khuyết tật làm giảm khả năng chịu lực và gia công chế biến khó khăn

Ngày nay với kỹ thuật gia công chế biến hiện đại người ta có thể khắc phục được những nhược điểm của gỗ, sử dụng gỗ một cách có hiệu quả hơn như: sơn gỗ, ngâm tẩm gỗ, chế biến gỗ dán, tẩm dăm bào và sợi gỗ ép.

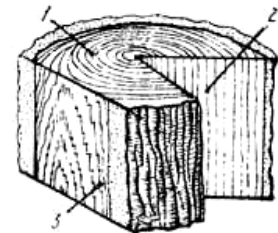
### 8.2. Cấu tạo của gỗ

Gỗ nước ta hầu hết thuộc loại cây lá rộng, gỗ cây lá kim (như thông, pơmu, kim giao, sam...) rất ít. Gỗ cây lá rộng có cấu tạo phức tạp hơn gỗ cây lá kim. Cấu tạo của gỗ có thể nhìn thấy bằng mắt thường hoặc với độ phóng đại không lớn gọi là cấu tạo thô (vĩ mô), cấu tạo của gỗ chỉ nhìn thấy qua kính hiển vi gọi là cấu tạo nhỏ (vi mô).

#### 8.2.1. Cấu tạo thô

Cấu tạo thô của gỗ được quan sát trên ba mặt cắt (hình 8-1).

Quan sát mặt cắt ngang thân cây (hình 8-2) ta có thể nhìn thấy: vỏ, libe, lớp hình thành, lớp gỗ bìa, lớp gỗ lõi và lõi cây.



Hình 8-1

Ba mặt cắt chính của thân cây  
1-Mặt cắt ngang 2-Mặt cắt pháp tuyến  
3-Mặt cắt tiếp tuyến



Hình 8-2: Mặt cắt ngang thân cây

1 - Vỏ ; 2 - Sợi vỏ cây  
3 - Lớp hình thành; 4 - Lớp gỗ bìa  
5 - Lớp gỗ lõi ; 6 - Lõi gỗ

Vỏ có chức năng bảo vệ gỗ khỏi bị tác dụng cơ học.

*Libe* là lớp tế bào mỏng của vỏ, có chức năng là truyền và dự trữ thức ăn để nuôi cây.

*Lớp hình thành* gồm một lớp tế bào sống mỏng có khả năng sinh trưởng ra phía ngoài để sinh ra vỏ và vào phía trong để sinh ra gỗ.

*Lớp gỗ bì* (giác) màu nhạt, chứa nhiều nước, dễ mục nát, mềm và có cường độ thấp.

*Lớp gỗ lõi* màu sẫm và cứng hơn, chứa ít nước và khó bị mục mọt.

*Lõi cây* (tủy cây) nằm ở trung tâm, là phần mềm yếu nhất, dễ mục nát.

Nhìn toàn bộ mặt cắt ngang ta thấy phần gỗ được cấu tạo bởi các vòng tròn đồng tâm đó là các vòng tuổi. Hàng năm vào mùa xuân gỗ phát triển mạnh, lớp gỗ xuân dày, màu nhạt, chứa nhiều nước. Vào mùa hạ, thu, đông gỗ phát triển chậm, lớp gỗ mỏng, màu sẫm, ít nước và cứng. Hai lớp gỗ có màu sẫm nhạt nối tiếp nhau tạo ra một tuổi gỗ. Nhìn kỹ mặt cắt ngang còn có thể phát hiện được những tia nhỏ li ti hướng vào tâm gọi là tia lõi.

### 8.2.2. Cấu tạo vi mô

Qua kính hiển vi có thể nhìn thấy những tế bào sống và chết của gỗ có kích thước và hình dáng khác nhau. Tế bào của gỗ gồm có tế bào chịu lực, tế bào dẫn, tế bào tia lõi và tế bào dự trữ.

*Tế bào chịu lực* (tế bào thớ) có dạng hình thoi dài 0,3 - 2mm, dày 0,02 - 0,05 mm, thành tế bào dày, nối tiếp nhau theo chiều dọc thân cây. Tế bào chịu lực chiếm đến 76% thể tích gỗ.

*Tế bào dẫn* hay còn gọi là mạch gỗ, gồm những tế bào lớn hình ống xếp chồng lên nhau tạo thành các ống thông suốt. Chúng có nhiệm vụ dẫn nhựa theo chiều dọc thân cây.

*Tế bào tia lõi* là những tế bào xếp nằm ngang thân cây. Giữa các tế bào này cũng có lỗ thông nhau.

*Tế bào dự trữ* nằm xung quanh mạch gỗ và có lỗ thông nhau. Chúng có nhiệm vụ chứa chất dinh dưỡng để nuôi cây.

Về cơ bản cấu trúc gỗ lá kim cũng như gỗ lá rộng, nhưng không có mạch gỗ mà chỉ có tia lõi và tế bào chịu lực. Tế bào chịu lực trong gỗ lá kim có dạng hình thoi, vừa làm nhiệm vụ chịu lực vừa dẫn nhựa dọc thân cây.

Về cấu tạo mỗi tế bào sống đều có 3 phần: Vỏ cứng, nguyên sinh chất và nhân tế bào.

*Vỏ tế bào* được tạo bởi xenlulo ( $C_6H_{10}O_5$ ), lignin và các hemixenlulo. Trong quá trình phát triển nguyên sinh chất hao dần tạo cho vỏ tế bào ngày càng dày thêm. Đồng thời một bộ phận của vỏ, lại biến thành chất nhòn tan được trong nước. Trong cây gỗ lá rộng thường có 40÷46% xenlulo, 19÷20% lignin, 26÷30% hemixenlulo.

*Nguyên sinh chất* là chất anbumin thực vật được cấu tạo từ các nguyên tố: C, H, O, N và S. Trong nguyên sinh chất, trên 70% là nước, vì vậy khi gỗ khô tế bào trở lên rỗng ruột.

*Nhân tế bào* hình bầu dục, trong đó có một số hạt óng ánh và chất anbumin dạng sợi. Cấu tạo hóa học gần giống nguyên sinh chất nhưng có thêm nguyên tố P.

Qua quan sát cấu trúc, gỗ thể hiện rõ là vật liệu không đồng nhất và không đẳng hướng, cái thớ gỗ chỉ xếp theo một phương dọc, phân lớp rõ rệt theo vòng tuổi. Do vậy tính chất của gỗ không giống nhau theo vị trí và phương của thớ.

### **8.3. Các tính chất cơ bản của vật liệu gỗ**

#### **8.3.1. Tính chất vật lý**

##### **Độ ẩm và tính hút ẩm**

Độ ẩm có ảnh hưởng lớn đến tính chất của gỗ. Nước nằm trong gỗ có 3 dạng: Nước mao quản (tự do), nước hấp phụ và nước liên kết hóa học. Nước tự do nằm trong một tế bào, khoảng trống giữa các tế bào và bên trong các ống dẫn. Nước hấp phụ nằm trong vỏ tế bào và khoảng trống giữa các tế bào. Nước liên kết hóa học nằm trong thành phần hóa học của các chất tạo gỗ. Trong cây gỗ đang phát triển chứa cả nước hấp phụ và nước tự do, hoặc chỉ có chứa nước hấp phụ. Trạng thái của gỗ chứa nước hấp phụ cực đại và không có nước tự do gọi là giới hạn bão hòa thớ ( $W_{bht}$ ). Tùy từng loại gỗ giới hạn bão hòa thớ có thể dao động từ 23 đến 35%.

Khi sấy, nước từ từ tách ra khỏi mặt ngoài, nước từ lớp gỗ bên trong chuyển dần ra thay thế. Còn khi gỗ khô thì nó lại hút nước từ không khí.

*Mức độ hút hơi nước* phụ thuộc vào nhiệt độ và độ ẩm tương đối của không khí. Vì độ ẩm của không khí không cố định nên độ ẩm của gỗ cũng luôn luôn thay đổi. Độ ẩm mà gỗ nhận được khi người ta giữ nó lâu dài trong không khí có độ ẩm tương đối và nhiệt độ không đổi gọi là *độ ẩm cân bằng*.

Độ ẩm cân bằng của gỗ khô trong phòng là 8 ÷ 12%, của gỗ khô trong không khí sau khi sấy lâu dài ở ngoài không khí là 15 ÷ 18%.

Vì các chỉ tiêu tính chất của gỗ (khối lượng thể tích, cường độ) thay đổi theo độ ẩm (trong giới hạn của lượng nước hấp phụ), cho nên để so sánh người ta thường chuyển về độ ẩm tiêu chuẩn (18%).

*Khối lượng riêng* đối với mọi loại gỗ thường như nhau và giá trị trung bình của nó là 1,54 g/cm<sup>3</sup>.

*Khối lượng thể tích* của gỗ phụ thuộc vào độ rỗng (độ rỗng của gỗ lá kim: 46 ÷ 81%, gỗ lá rộng: 32 ÷ 48%) và độ ẩm. Người ta chuyển khối lượng

thể tích của gỗ ở độ ẩm bất kỳ (W) về khối lượng thể tích ở độ ẩm tiêu chuẩn (18%) theo công thức:

$$\gamma_0^{18} = \gamma_0^W [1 + 0,01(1 - K_0)(18 - W)]$$

*Trong đó:*

- $\gamma_0^{18}$  và  $\gamma_0^W$  - Khối lượng thể tích của gỗ có độ ẩm W và độ ẩm 18%.
- $K_0$  - Hệ số co thể tích.

Dựa vào khối lượng thể tích, gỗ được chia ra năm loại: Gỗ rất nhẹ ( $\gamma_0 < 400 \text{ kg/m}^3$ ), gỗ nhẹ ( $\gamma_0 = 40 \div 500 \text{ kg/m}^3$ ), gỗ nhẹ vừa ( $\gamma_0 = 500 \div 700 \text{ kg/m}^3$ ), gỗ nặng ( $\gamma_0 = 700 \div 900 \text{ kg/m}^3$ ) và gỗ rất nặng ( $\gamma_0 > 900 \text{ kg/m}^3$ ).

Những loại gỗ rất nặng như gỗ nghiêng ( $\gamma_0 = 1100 \text{ kg/m}^3$ ), gỗ sến ( $\gamma_0 = 1080 \text{ kg/m}^3$ ). Những loại gỗ rất nhẹ như: Gỗ sung, gỗ muồng trắng.

**Độ co ngót** của gỗ là độ giảm chiều dài và thể tích khi sấy khô. Nước mao quản bay hơi không làm cho gỗ co. Co chỉ xảy ra khi gỗ mất nước hấp phụ. Khi đó chiều dày vỏ tế bào giảm đi các mixen xích lại gần nhau làm cho kích thước của gỗ giảm.

Mức độ co thể tích  $y_0$  (%) được xác định dựa theo thể tích của mẫu gỗ trước khi sấy khô (V) và sau khi sấy khô ( $V_1$ ) theo công thức:

$$y_0 = \frac{V - V_1}{V_1} \times 100\%$$

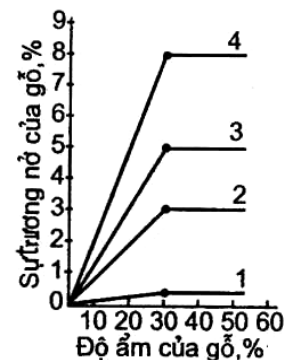
Hệ số co thể tích  $K_0$  (đối với gỗ lá kim: 0,5, gỗ lá rộng: 0,6) được xác định theo công thức:  $K_0 = \frac{y_0}{W}$ .

*Trong đó:* W - Độ ẩm của gỗ (%), không được vượt quá giới hạn bão hòa thớ.

Sự thay đổi kích thước theo các phương không giống nhau sẽ sinh ra những ứng suất khác nhau khiến cho gỗ bị cong vênh và xuất hiện những vết nứt.

**Trương nở:** là khả năng của gỗ tăng kích thước và thể tích khi hút nước vào thành tế bào. Gỗ bị trương nở khi hút nước đến giới hạn bão hòa thớ. Trương nở cũng giống như co ngót không giống nhau theo các phương khác nhau (hình 8-3): Dọc thớ 0,1÷0,8%, pháp tuyến: 3÷5%, tiếp tuyến 6÷12%.

**Màu sắc và vân gỗ:** Mỗi loại gỗ có màu sắc khác nhau. Căn cứ vào màu sắc có thể sơ bộ đánh giá phẩm chất và loại gỗ. Thí dụ: Gỗ gụ, gỗ mun có màu sẫm và đen; gỗ sến, táu có màu hồng sẫm; gỗ thông, bò đề có màu trắng. Màu sắc của gỗ còn thay



**Hình 8-3:** Ảnh hưởng của độ ẩm đến độ trương nở  
1 - Dọc thớ; 2 - Pháp tuyến  
3 - Tiếp tuyến; 4 - Thể tích

đổi theo tình trạng sâu nấm và mức độ ảnh hưởng của mưa gió. Vân gỗ cũng rất phong phú và đa dạng. Vân gỗ cây lá kim đơn giản, cây lá rộng phức tạp và đẹp (lát hoa có vân gợn mây, lát chun có vân như ánh vỏ trai). Gỗ có vân đẹp được dùng làm đồ mỹ nghệ.

**Tính dẫn nhiệt:** Khả năng dẫn nhiệt của gỗ không lớn và phụ thuộc vào độ rỗng, độ ẩm và phương của thớ, loại gỗ, cũng như nhiệt độ. Gỗ dẫn nhiệt theo phương dọc thớ lớn hơn theo phương ngang 1,8 lần. Trung bình hệ số dẫn nhiệt của gỗ là  $0,14 \div 0,26 \text{ kCal/m}^0\text{C.h}$ . Khi khối lượng thể tích và độ ẩm của gỗ tăng, tính dẫn nhiệt cũng tăng.

**Tính truyền âm:** Gỗ là vật liệu truyền âm tốt. Gỗ truyền âm nhanh hơn không khí 2 -17 lần. Âm truyền dọc thớ nhanh nhất, theo phương tiếp tuyến chậm nhất.

### 8.3.2. Tính chất cơ học

Gỗ có cấu tạo không đẳng hướng nên tính chất cơ học của nó không đều theo các phương khác nhau. Tính chất cơ học của gỗ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: Độ ẩm, khối lượng thể tích, tỷ lệ phần trăm của lớp gỗ sớm và lớp gỗ muộn, tình trạng khuyết tật, v v....

Vì tính chất cơ học của gỗ phụ thuộc vào độ ẩm, nên cường độ thử ở độ ẩm nào đó ( $\sigma^W$ ) phải chuyển về cường độ ở độ ẩm tiêu chuẩn ( $\sigma^{18}$ ) theo công thức:

$$\sigma^{18} = \sigma^W [1 + \alpha (W - 18)]$$

Trong đó:  $\alpha$  - Hệ số điều chỉnh độ ẩm, biểu thị số phần trăm thay đổi cường độ của gỗ khi độ ẩm thay đổi 1%. Giá trị  $\alpha$  thay đổi tùy theo loại cường độ và phương của thớ gỗ.

**W- Độ ẩm của gỗ (%),  $W \leq W_{bht}$ .**

#### Cường độ chịu nén

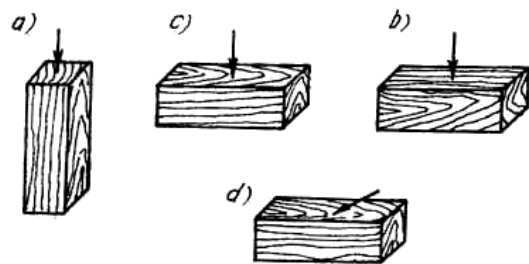
Cường độ chịu nén gồm có: Nén dọc thớ, nén ngang thớ pháp tuyến (xuyên tâm) nén ngang thớ tiếp tuyến và nén xiên thớ (hình 8 -4).

Trong thực tế rất hay gặp trường hợp nén dọc thớ (cột nhà, cột cầu, dàn giáo, v.v...). Mẫu thí nghiệm nén dọc thớ có tiết diện 2 x 2 cm và chiều cao 3cm.

Nén xiên thớ cũng là những trường hợp hay gặp (đầu vì kèo).

Cường độ chịu nén dọc, ngang thớ (pháp tuyến và tiếp tuyến) được xác

định theo công thức:  $\sigma_n^W = \frac{P_{max}}{F^W}, \text{ kG / cm}^2$

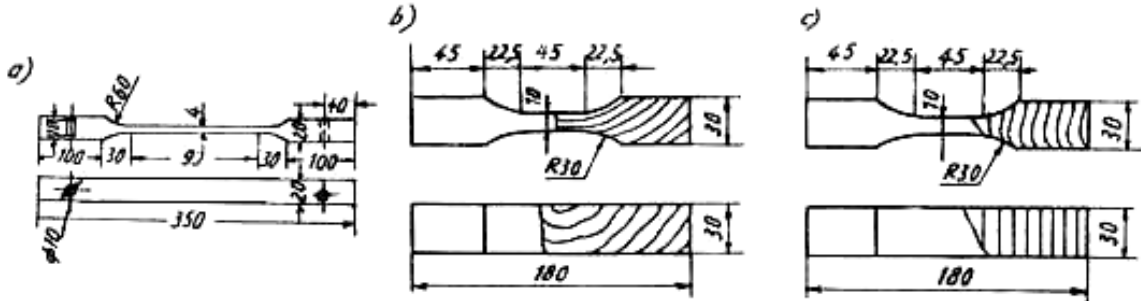


**Hình 8-4:** Các dạng chịu nén của gỗ  
a- Dọc thớ; b- Ngang thớ tiếp tuyến  
c- Ngang thớ xuyên tâm; d- Xiên thớ

Trong đó :  $P_{\max}$  - Tải trọng phá hoại, kG.  
 $F^W$  - Tiết diện chịu nén,  $\text{cm}^2$  (ở độ ẩm W).

### Cường độ chịu kéo

Mẫu làm việc chịu kéo được chia ra: Kéo dọc, kéo ngang thớ tiếp tuyến và pháp tuyến (hình 8 - 5).



Hình 8-5: Mẫu thí nghiệm kéo: a - dọc thớ ; b - Ngang thớ tiếp tuyến ; c - Ngang thớ xuyên tâm

Cường độ chịu kéo dọc thớ lớn hơn nén dọc, vì khi kéo các thớ đều làm việc đến khi đứt, còn khi nén dọc các thớ bị tách ra và gỗ bị phá hoại chủ yếu do uốn dọc cục bộ từng thớ.

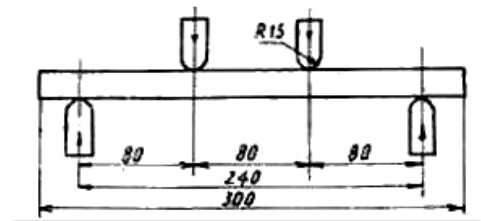
Cường độ chịu kéo xuyên tâm rất thấp. Còn khi kéo tiếp tuyến thì chỉ liên kết giữa các thớ làm việc, nên cường độ của nó cũng nhỏ hơn so với kéo và nén dọc thớ. Nếu tải trọng kéo phá hoại là  $F_{\max}$  (kG), tiết diện chịu kéo lúc thí nghiệm là  $K^W$  ( $\text{cm}^2$ ) thì cường độ chịu kéo của gỗ  $\sigma_K^W$  là  $\sigma_K^W = \frac{P_{\max}}{F^W}$ ,  $\text{kG/cm}^2$ .

### Cường độ chịu uốn

Cường độ chịu uốn của gỗ khá cao (nhỏ hơn cường độ kéo dọc và lớn hơn cường độ nén dọc). Các kết cấu làm việc chịu uốn hay gập là dầm, xà, vì kèo... Mẫu thí nghiệm uốn được mô tả ở hình 8 - 6 .

Cường độ chịu uốn được tính theo mômen uốn  $M$  (kG.cm) và mômen chống uốn  $W(\text{cm}^3)$ .

$$\sigma_u^W = \frac{M}{W^W}, \text{ kG/cm}^2 .$$



Hình 8-6: Sơ đồ mẫu thí nghiệm uốn .

## 8.4. Phân loại gỗ

Các loại gỗ sử dụng chủ yếu trong xây dựng và giao thông vận tải được phân loại thành các nhóm căn cứ vào khả năng chịu lực và khối lượng thể tích như bảng 8 - 1 và 8 - 2.

**Bảng 8-1**

Nhóm	Ứng suất, $10^5 \text{ N/m}^2$	
	Nén dọc	Kéo dọc
I	Từ 630 trở lên	Từ 1395 trở lên
II	525 - 629	1165 - 1394
III	440 - 524	970 - 1164
IV	365 - 439	810 - 969
V	305 - 364	675 - 809
VI	Từ 304 trở xuống	Từ 674 trở xuống

**Bảng 8-2**

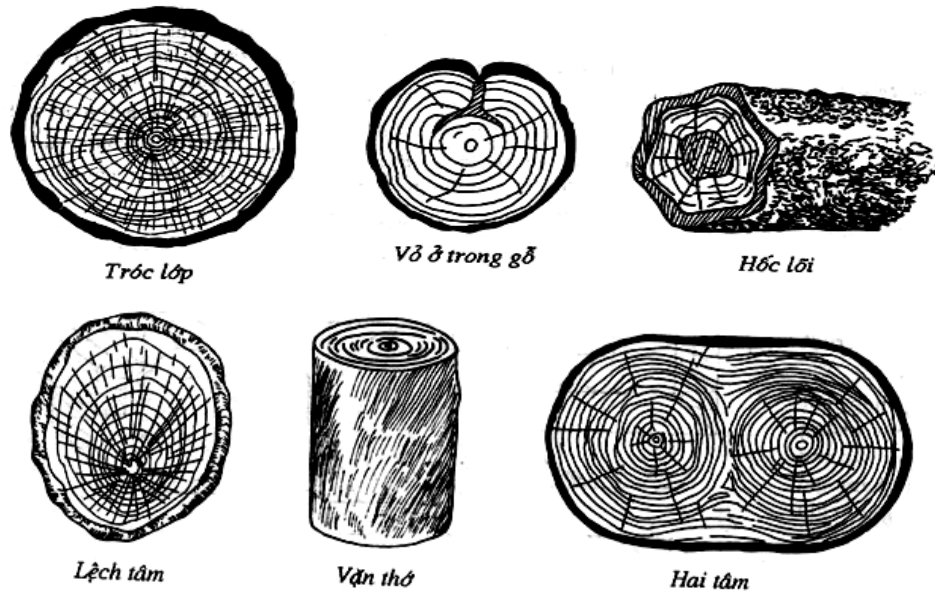
Nhóm	Khối lượng thể tích, $\text{g/cm}^3$
I	Từ 0,86 trở lên
II	0,73 - 0,85
III	0,62 - 0,72
IV	0,55 - 0,61
V	0,50 - 0,54
VI	Từ 0,49 trở xuống

## 8.5. Khuyết tật của gỗ

### 8.5.1. Khuyết tật do cấu tạo không bình thường

Dạng khuyết tật này khá phổ biến bao gồm: lệch tâm, vắn thớ, tróc lớp, hai tâm v.v... Các khuyết tật này (hình 8-7) đều làm giảm chất lượng của gỗ.





Hình 8-7: Các dạng khuyết tật cơ bản của gỗ

### 8.5.2. Hư hại của gỗ do nấm

Nấm có thể làm gỗ bị biến màu, bị mục và giảm tính chất cơ lý. Nấm có thể phá hoại ngay khi cây gỗ còn đang sống, cây gỗ đã chặt xuống hoặc tiếp tục phá hoại gỗ ngay trong kết cấu công trình.

### 8.5.3. Hư hại của gỗ do côn trùng

Dạng khuyết tật này xảy ra khi cây gỗ đang lớn và cây gỗ đã chặt xuống còn tươi cũng như đã khô. Mỗi mọt là những hư hại sâu bên trong gỗ. Khuyết tật này làm giảm chất lượng của gỗ rất nhiều, lâu dần sẽ phá hoại nghiêm trọng, ảnh hưởng đến tuổi thọ của các kết cấu gỗ.

## 8.6. Bảo quản gỗ

### 8.6.1. Phòng chống nấm và côn trùng

Phòng chống nấm và côn trùng nhằm mục đích kéo dài tuổi thọ của gỗ có thể đạt được bằng cách bảo vệ chúng khỏi bị ẩm nhờ các biện pháp sau: Sơn hoặc quét, ngâm chiết kiềm và ngâm tẩm các chất hóa học.

Người ta dùng các loại mỡ, sơn hoặc dầu trùng hợp để sơn hoặc quét gỗ khô. Ngâm chiết kiềm là biện pháp tách nhựa cây bằng cách ngâm gỗ trong nước lạnh, trong nước nóng hoặc ngay cả khi thả trôi bè mảng trên sông, suối.

Các chất hóa học dùng để ngâm tẩm là những chất gây độc cho nấm và côn trùng, bền vững, không hút ẩm và không bị nước rửa trôi. Nhưng chúng

phải không độc đối với người và gia súc, không ăn mòn gỗ và kim loại, dễ ngấm vào gỗ, có mùi dễ chịu.

Các chất chống mục, một có loại tan trong nước (thuốc muối). Có loại không tan trong nước (thuốc dầu) và loại bột nhão.

*Chất tan trong nước* dùng để xử lý gỗ trong quá trình sử dụng không chịu tác dụng của nước và hơi ẩm. Các loại chất hay dùng là florua natri (NaF) và flosilicat natri ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ), sunfat đồng ( $\text{CuSO}_4$ ), dinitrofenolat natri.

NaF là chất bột màu, ít tan trong nước không mùi, không phá hoại gỗ và kim loại. Nó được sử dụng ở dạng dung dịch có nhiệt độ  $15^\circ\text{C}$  để tẩm và quét gỗ. Không nên sử dụng NaF trong hỗn hợp với vôi, bột phấn và thạch cao.

$\text{Na}_2\text{SiF}_6$  là chất bột ít tan trong nước. Tác dụng của nó giống như NaF. Nó được sử dụng ở trạng thái dung dịch nóng trong hỗn hợp với florua natri theo tỷ lệ 1 : 3 và cũng có thể dùng nó như một cấu tử trong bột nhão silicat.

Dinitrofenolat natri không bay hơi, không hút ẩm, không ăn mòn kim loại, ở trạng thái khô dễ bị nổ. Nó được sử dụng ở dạng dung dịch để xử lý bề mặt các sản phẩm gỗ dùng xa nguồn điện.

*Các chất không tan trong nước* (thuốc dầu) do dễ chảy có mùi khó chịu nên việc sử dụng bị hạn chế. Chúng được dùng để tẩm hoặc quét các sản phẩm gỗ ở ngoài trời, trong đất trong nước. Các loại thuốc dầu gồm có: creozot than đá và than bùn, nhựa than đá, dầu antraxen và dầu phiến thạch.

Dầu creozot, một chất lỏng màu đen hoặc nâu, là chất chống mục, mối và mọt tốt, ít bị rửa trôi, không hút ẩm, không bay hơi, không phá hoại gỗ và kim loại, có thể cháy, khó thấm vào gỗ (chỉ được 1 - 2 mm), mùi hắc, tạo ra trên mặt gỗ một lớp bền làm gỗ khó khô. Khi dùng creozot phải đun nóng đến  $50 - 60^\circ\text{C}$ .

Không nên dùng dầu creozot để tẩm gỗ bên trong nhà và kho thực phẩm, công trình ngầm và các kết cấu gần nguồn cháy.

Dầu antraxen là một chất lỏng xanh vàng, có tác dụng chống mục, mối mọt mạnh; bay hơi chậm, ngấm chiết kiềm yếu, không phá hoại gỗ và kim loại. Dầu antraxen được sản xuất từ guđrông than đá. Tính chất và phạm vi sử dụng của nó giống như creozot.

*Bột nhão* được phân ra loại bitum và loại silicat.

Bột nhão bitum gồm có 30 - 50% florua natri, 5 - 7% bột than bùn, khoảng 30% bitum dầu lửa mức III và IV và khoảng 30% dầu xanh. Loại này dễ cháy, bền nước, có mùi khó chịu. Bột nhão bitum được dùng để sơn quét các chi tiết nằm trong môi trường ẩm ướt trong lòng đất hoặc lộ thiên. Bột nhão silicat chứa khoảng 15- 20% flosilicat natri, 65- 80% thủy tinh lỏng, 1 - 2% dầu creozot và đến 20% nước. Bột nhão silicat không bền nước

và không cháy. Nó được sử dụng trong công nghiệp và xây dựng nhà ở cho những nơi khô ráo.

*Các phương pháp sử dụng thuốc* là quét hoặc phun, tẩm trong bể nóng - lạnh hoặc trong bể có nhiệt độ cao, tẩm dưới áp lực v.v...

Quét hoặc phun có tác dụng bảo vệ trên bề mặt.

Tẩm gỗ trong bể nóng - lạnh bằng các loại thuốc muối và thuốc dầu được tiến hành như sau: Đầu tiên ngâm gỗ trong bể chứa dung dịch thuốc có nhiệt độ đến  $98^{\circ}\text{C}$  và giữ trong 3 - 5 giờ, sau đó chuyển sang bể lạnh có nhiệt độ của dung dịch muối tan là  $15 - 20^{\circ}\text{C}$  và của chất dầu là  $40 - 60^{\circ}\text{C}$ .

Phương pháp này có hiệu quả khi tẩm gỗ đã được sấy khô đến mức độ ẩm của lớp gỗ bì không lớn hơn 30%.

Tẩm gỗ trong bể có nhiệt độ cao (chứa petrolatum) dùng để bảo quản gỗ ướn. Gỗ được ngâm vào bể chứa petrolatum chảy lỏng có nhiệt độ  $120 - 140^{\circ}\text{C}$  và giữ một thời gian để nung và sấy nóng, sau đó chuyển sang bể lạnh chứa thuốc dầu có nhiệt độ  $65 - 75^{\circ}\text{C}$  và giữ 24 - 28 giờ.

Tẩm gỗ dưới áp lực tiến hành trong nồi thép hình trụ (nồi chưng) chứa thuốc nước và thuốc dầu với áp lực làm việc 6 - 8 atm. Đầu tiên người ta chất gỗ xẻ vào nồi chưng rồi đóng kín để tạo chân không sau đó bơm thuốc vào và nâng áp lực lên 6-8 at, rồi lại hạ áp lực xuống áp lực bình thường, rút thuốc thừa và dỡ gỗ ra.

Khi tẩm gỗ bằng thuốc dầu cần phải đun thuốc trước để nhiệt độ trong thùng khi tẩm không thấp hơn nhiệt độ quy định.

### **8.6.2. Phòng chống hà**

Để phòng chống hà người ta thường dùng các biện pháp sau:

- Dùng gỗ cứng (thiết mộc), gỗ dẻo quánh (tếch), gỗ có chứa nhựa (bạch đàn), v.v... Những loại gỗ cứng, quánh làm hà khó đục, hoặc vì sợ nhựa nên hà không bám vào.

- Để nguyên lớp vỏ cây.

- Bọc ngoài gỗ một lớp vỏ kim loại.

- Bọc kết cấu gỗ bằng ống xi măng, ống sành.

- Dùng creozot,  $\text{CuSO}_4$ , v.v...

Ở nước ta còn dùng phương pháp cổ điển là thui cho gỗ cháy sém một lớp mỏng bên ngoài. Phương pháp này sau 3 năm phải thui lại.

### **8.6.3. Phơi sấy gỗ**

Sấy gỗ là biện pháp làm giảm độ ẩm của gỗ, ngăn ngừa mục nát, tăng cường độ, hạn chế sự thay đổi kích thước và hình dáng trong quá trình sử dụng, các biện pháp phơi sấy gỗ được sử dụng là sấy tự nhiên, sấy phòng,

sấy điện, sấy trong chất lỏng đun nóng. Trong đó sấy tự nhiên và sấy phòng là chủ yếu.

*Sấy tự nhiên* được tiến hành ở ngoài trời, dưới mái che hoặc trong kho kín. Tùy theo thời tiết, thời gian sấy để hạ độ ẩm từ 60% xuống 20% dao động trong khoảng 15 - 60 ngày. Sấy tự nhiên không đòi hỏi trang thiết bị đặc biệt, không tiêu tốn nhiên liệu và điện năng. Nhưng sấy tự nhiên có nhược điểm như: Cần diện tích lớn, phụ thuộc vào điều kiện thời tiết, không loại trừ được mục, chỉ sấy được đến độ ẩm nhất định.

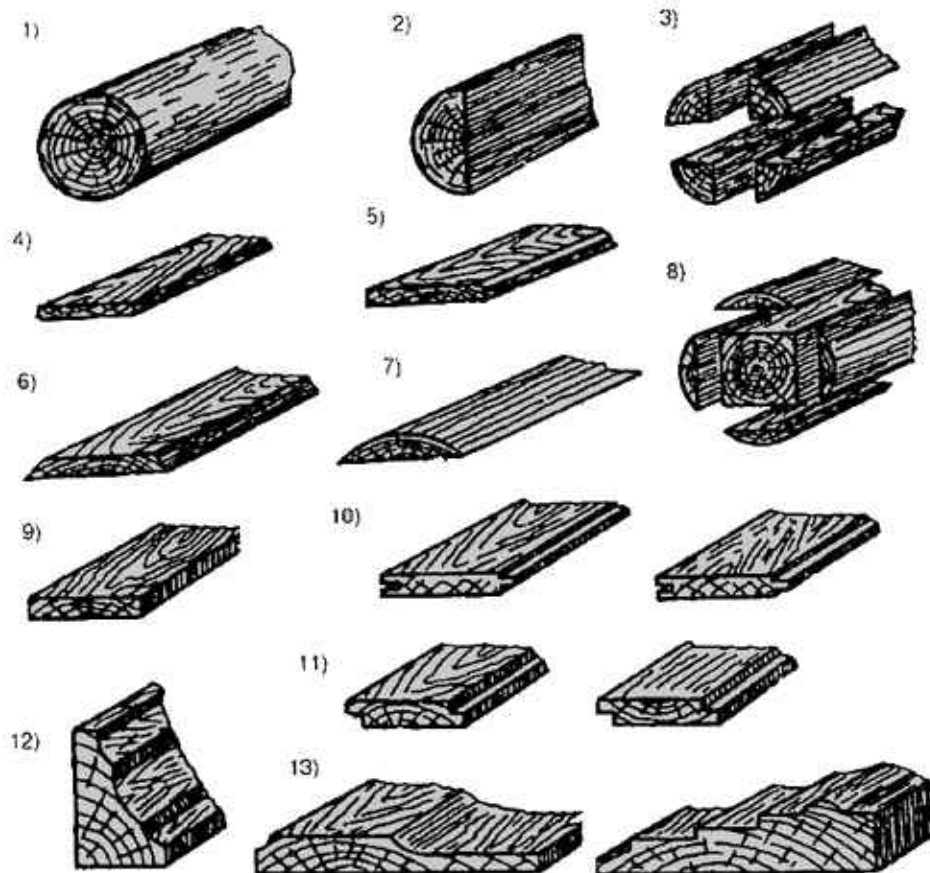
*Sấy phòng* được tiến hành trong phòng sấy riêng có không khí nóng ẩm hoặc khí lò hơi có nhiệt độ 40 - 105<sup>0</sup>C. Trong sấy phòng với một chế độ sấy thích hợp cho phép rút ngắn thời gian sấy mà gỗ không bị cong vênh, nứt tách, giảm thấp độ ẩm của gỗ (nhỏ hơn 16%). Nhược điểm của sấy phòng là phải có thiết bị và phòng sấy, chi phí nhiên liệu điện năng và nhân lực.

Với gỗ đã xẻ phải để nơi khô ráo, thoáng, xếp gỗ trên sàn. Kê tấm nọ cách tấm kia 2 - 3 cm, kê đều và phẳng, sàn cách mặt đất  $\geq$  50 cm, cột chống sàn làm bằng bê tông hoặc gỗ đã tẩm thuốc hóa học.

## 8.7. Sản phẩm và kết cấu gỗ

### 8.7.1. Sản phẩm gỗ

Bằng cách gia công cơ học, người ta sản xuất ra nhiều loại sản phẩm gỗ



**Hình 8-8:** Các dạng vật liệu gỗ:

1. Gỗ tròn; 2. Gỗ phiến; 3. Gỗ xẻ tư; 4,5. Gỗ ván; 6. Gỗ ván xẻ hai mặt; 7. Ván bìa; 8. Gỗ súc; 9. Gỗ ván bào bốn mặt; 10. Gỗ ván soi khe và mộng tam giác; 11. Gỗ ván soi rãnh; 12. Gờ chân tường; 13. Thanh ốp

khác nhau.TCVN 1072:1971 chia gỗ làm 2 loại: gỗ tròn và gỗ xẻ. Trong gỗ xẻ còn có loại gỗ được gia công đặc biệt hơn thành gỗ ván sàn. Hình dạng của từng loại gỗ được giới thiệu trên hình 8.8

#### *Gỗ tròn (gỗ súc)*

Đường kính gỗ tròn phải đo theo đầu nhỏ, không kể vỏ và là trung bình cộng của hai đường kính vuông góc với nhau.Chiều dài gỗ tròn lấy theo chiều dài chỗ ngắn nhất.

Gỗ tròn đối với các loại cây lá rộng, theo TCVN 1073 : 1971, được chia làm bốn loại theo đường kính và chiều dài ( bảng 8-3)

**Bảng 8-3**

Hạng	Đường kính đầu nhỏ D (cm)	Chiều dài L (m)
I	Từ 25 trở lên	Từ 2,5 trở lên
II	Từ 25 trở lên	$1 \leq L < 2,5$
III	$10 \leq D < 25$	Từ 2,5 trở lên
IV	$10 \leq D < 25$	$1 \leq L < 2,5$

#### *Gỗ xẻ*

Gỗ xẻ là các sản phẩm gỗ có trải qua quá trình gia công, cưa xẻ thành gỗ ván, gỗ hộp hoặc gỗ thanh. Gỗ để pha chế ra gỗ xẻ phải có chất lượng cao, không bị mục mọt.

Gỗ xẻ dùng trong xây dựng, giao thông vận tải, làm nông cụ, dụng cụ gia đình v.v... phải có chiều rộng và chiều dày theo đúng quy định của TCVN 1075:1971.

Chiều dài của gỗ xẻ có kích thước từ 1-8m, mỗi cấp chiều dài cách nhau 0,25m.

Gỗ xẻ có nhiều loại. Căn cứ vào mục đích sử dụng gỗ xẻ được chia làm hai loại:

-Ván: chiều rộng  $\geq 3$  lần chiều dày, có ít nhất 2 mặt song song.

-Hộp: chiều rộng  $< 3$  lần chiều dày, có ít nhất 2 mặt song song.

Căn cứ vào cách pha chế, gỗ xẻ được chia ra làm hai loại:

-Gỗ xẻ 2 mặt (loại vát cạnh)

-Gỗ xẻ 4 mặt (loại vuông cạnh)

(gỗ xẻ ba mặt được xếp vào loại gỗ xẻ 2 mặt)

-Gỗ thanh các cỡ (dày  $\times$  rộng):  $3 \times 4$ ;  $4 \times 6$ ;  $6 \times 10$ ;  $8 \times 12$ ;  $8 \times 16$ ;  $8 \times 18$ ;  $10 \times 10$ ;  $10 \times 12$ ;  $10 \times 14$ cm.

#### *Gỗ ván sàn*

Gỗ ván sàn có chiều dài chiều rộng được TCVN 4340 : 1994 quy định như sau (bảng 8-4).

**Bảng 8-4**

Chiều rộng (mm)	Sai khác chiều rộng của 2 cỡ ván sàn liền nhau (mm)	Chiều dài (mm)	Sai khác chiều dài của hai cỡ ván sàn liền nhau (mm)
Từ 30 đến 150	5	/200	50

Ván sàn thành phẩm (tinh chế) có màu sắc tự nhiên của từng loại gỗ, không có vết đốm (hoặc vết loang), không biến màu do nấm mốc hoặc chất hóa học tạo nên. Ván sàn được làm từ các loại gỗ nhóm I đến nhóm IV.

### 8.7.2. Kết cấu gỗ

Từ gỗ, người ta không những sản xuất ra các sản phẩm cửa đi, cửa sổ, vách ngăn, panô cửa cho nhà ở và công của nhà công nghiệp mà còn nhiều loại sản phẩm khác như dầm, trần v.v... Phần lớn các sản phẩm mộc đều được dùng bên trong nhà hoặc nơi không chịu được ảnh hưởng trực tiếp của mưa nắng ở ngoài trời.

*Cửa đi, cửa sổ chế tạo từ gỗ*

Theo TCXD 192 : 1996 cửa được kí hiệu bằng nhóm chữ cái và nhóm chữ số.

Thí dụ: cửa SGK 1200.1500 – 980 Pa nghĩa là cửa sổ gỗ – kính có chiều rộng ô cửa 1200mm và chiều cao 1500mm, áp lực gió thiết kế là 980 Pa. Một số kí hiệu:

S: cửa sổ; Đ: cửa đi; G: gỗ; T: thép; N: hợp kim nhôm; Nh: nhựa; K: kính.

Theo TCXD 192:1996 cửa đi, cửa sổ gỗ có kích thước nêu trong bảng 8-5.

Kích thước nêu trong bảng là kích thước hoàn thiện của ô cửa.

Bảng 8-5

Kích thước cửa đi, cửa sổ gỗ (mm)

S T T	Loại cửa Kích thước	Cửa đi		Cửa sổ		Độ lệch cho phép với kích thước tiêu chuẩn
		Lớn nhất	Thông dụng	Lớn nhất	Thông dụng	
1	Chiều cao ô cửa	2400	2100; 2400	1800	1200; 1500; 1600; 1800	± 2
2	Chiều cao cánh cửa	2340	2040; 2340	1700	1100; 1400; 1500; 1700	± 2

3	Chiều rộng ô cửa	1600		2000		± 2
4	Chiều rộng cánh cửa		500; 600	650	350x2; 350x4	+ 2
			700; 800; 900		450x2; 450x3	+ 2
			550x2; 650x2		450x4; 550x1	+ 2
			550x3; 650x3		550x2; 550x3	+ 2
			700x2; 750x2		650x2; 650x3	+ 2
5	Chiều dày	40	35	40	35	± 1

Vật liệu gỗ để chế tạo cửa phải thỏa mãn theo qui định của TCVN 5773 : 1991 “Tiêu chuẩn chất lượng đồ gỗ”. Độ ẩm của gỗ gia công cửa từ 13% đến 17%.

Các sản phẩm gỗ như : gỗ dán, gỗ ép... có thể được sử dụng làm cánh cửa, nhưng phải đảm bảo yêu cầu sử dụng và chất lượng theo các qui định. Việc tổ hợp giữa gỗ với các chất kết dính vô cơ, hữu cơ với các loại sợi và với kim loại sẽ tạo ra những kết cấu gỗ dán có hiệu quả cao. Trong đó gỗ sẽ phát huy cao độ khả năng chịu lực của mình. Chất kết dính sử dụng trong kết cấu gỗ phải đảm bảo tính gắn chặt các mối liên kết của khung cánh, bền, chống ẩm, thỏa mãn các yêu cầu thử nghiệm cửa.

Bên cạnh loại cánh cửa chỉ có một màu, người ta còn chế tạo các loại cửa đi được hoàn thiện bằng loại giấy có vân giả, hoặc bằng loại sơn và vecni trang trí có nhiều màu sắc khác nhau.

Các tấm cửa, vách ngăn và pano có thể được sản xuất từ các chi tiết gia công sẵn, dán bằng keo bên nước.

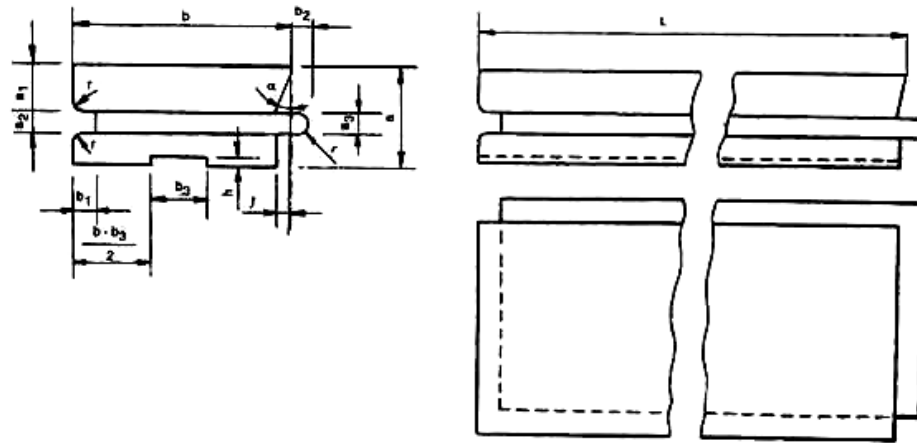
Ván lát sàn dùng để lát nhà ở, nhà công cộng, mặt tấm lát có thể được sơn hoặc đánh vecni.

Kích thước cơ bản của ván sàn được TCVN 4340:1994 qui định như sau:

- Chiều dài /200 mm với dung sai 60,5mm, sai khác giữa 2 cỡ ván sàn liền nhau là 50 mm

- Chiều rộng 304150 mm với dung sai 60,5mm, sai khác giữa 2 cỡ ván sàn liền nhau là 5 mm.

Kích thước chi tiết của thanh ván sàn theo quy định như sau (hình 8-9 và bảng 8-6)



Hình 8-9: Hình dạng và kích thước của thanh ván sàn

Bảng 8-6

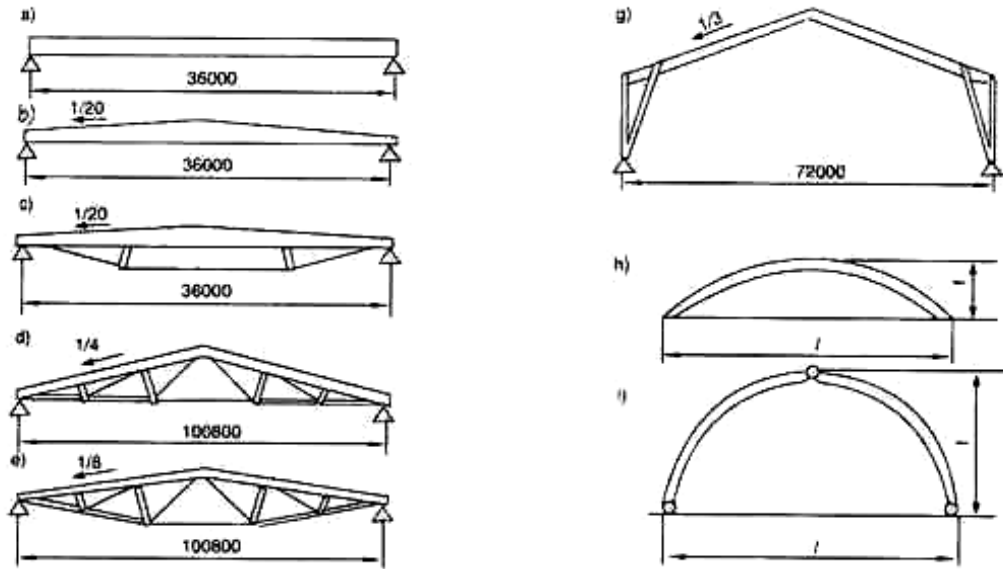
Tên gọi	Đơn vị đo	Kí hiệu	Kích thước			Dung sai
Chiều dày ván sàn	mm	a	16	19	22	60,2
Khoảng cách từ mặt tới rãnh xoi	mm	a1	7	8,5	10	60,1
Chiều rộng rãnh xoi	mm	a2	5	5	5	60,2
Chiều dày mộng	mm	a3	5	5	5	- 0,2
Độ sâu rãnh xoi	mm	b1	6	6	6	60,3
Độ rộng mộng (tính từ cạnh mặt trên của ván sàn)	mm	b2	5	5	5	60,3
Chênh lệch giữa chiều rộng mặt trên và mặt dưới	mm	f	1	1	1	60,2
Độ sâu rãnh xoi mặt dưới	mm	h	2	3	3	60,2
Chiều rộng rãnh xoi mặt dưới	mm	b3		0,25b		
Góc vát của mặt bên	độ	;		3		630'
Bán kính của đầu cạnh vẽ tròn	mm	r		1		

Gỗ để sản xuất ván sàn thuộc loại gỗ nhóm I đến nhóm IV. Ván sàn thành phẩm phải có màu sắc tự nhiên của từng loại gỗ, không có vết đốm (hoặc vết loang) biến màu do nấm mốc hoặc chất hóa học tạo nên. Độ nhẵn bề mặt phải đảm bảo không lồi lõm quá 150  $\mu\text{m}$ . Các mặt trên, dưới, bên của thanh ván sàn phải được bào phẳng 4 cạnh, mặt trên của thanh ván sàn phải sắc và hai cạnh đối diện phải song song nhau. Khi lắp các thanh ván sàn với nhau, mộng phải khớp khít, không bị kích hoặc bị lỏng, trên bề mặt nơi tiếp



giáp giữa các thanh ván sàn không có khe hở. Độ ẩm của ván sàn khi giao nhận không được quá 13%.

Các kết cấu chịu lực được chế tạo sẵn tại các công xưởng từ các sản phẩm mộc hoặc từ các loại gỗ dán. Chúng có thể là dầm ( hình 8 -10 ), trần ngăn giữa các tầng, vòm.



**Hình 8-10:** Một số loại kết cấu gỗ

- a. Dầm;
- b. Dầm hai mái dốc;
- c. Dầm có thanh giằng;
- d. Dầm tam giác thép - gỗ hỗn hợp;
- e. Dầm có thanh giằng gẫy khúc ở bụng dưới;
- g. Khung ba khớp;
- h. Tiết diện tròn ( $l=12-30m, f=1/6$ );
- i. Vòm cong ( $l=30-80m, f=1/2-1/3$ )

## CHƯƠNG IX CHẤT KẾT DÍNH HỮU CƠ VÀ BÊ TÔNG ASFALT

### 9.1. Chất kết dính hữu cơ

#### 9.1.1. Khái niệm và phân loại

##### *Khái niệm*

Chất kết dính hữu cơ (CKDHC) là hỗn hợp của các chất hữu cơ có phân tử lượng tương đối cao, tồn tại ở thể rắn, dẻo hay lỏng.

Nguyên liệu để sản xuất chất kết dính hữu cơ là các sản phẩm có nguồn gốc hữu cơ như dầu mỏ, than đá, than bùn...Sau khi gia công hóa lí, ngoài các sản phẩm chính người ta còn nhận được một số loại nhựa cặn. Nhựa cặn được gia công tiếp tục để thành chất kết dính hữu cơ.

Chất kết dính hữu cơ (nhất là bitum và guđrông) được ứng dụng rộng rãi để xây dựng các lớp phủ mặt đường, vỉa hè, nền nhà công nghiệp, bảo vệ bê tông và kim loại khỏi bị ăn mòn.

Chất kết dính hữu cơ có những đặc tính kĩ thuật sau:

- Dễ liên kết với vật liệu khoáng bằng lớp màng mỏng bền và ổn định nước.

- Có độ nhớt nhất định, nhờ đó mà trong thời gian thi công nó bao bọc quanh vật liệu khoáng còn trong thời kì làm việc nó gắn kết những vật liệu khoáng thành một khối đồng nhất, tạo ra cường độ cần thiết.

- Tương đối ổn định khí quyển, ít thay đổi tính chất trong quá trình sử dụng.

- Hòa tan ít trong nước và trong axit vô cơ, hòa tan nhiều trong dung môi hữu cơ.

##### *Phân loại*

Căn cứ vào các đặc điểm sau để phân loại chất kết dính hữu cơ.

Theo thành phần hóa học, chia ra : Bitum và guđrông.

Theo nguồn gốc nguyên liệu chia ra:

- Bitum dầu mỏ là sản phẩm cuối cùng của dầu mỏ.

- Bitum đá dầu là sản phẩm khi chưng đá dầu.

- Bitum thiên nhiên là loại bitum thường gặp trong thiên nhiên ở dạng kết tinh hay lẫn với các loại đá.

- Guđrông than đá là sản phẩm khi chưng khô than đá.

- Guđrông than bùn là sản phẩm khi chưng khô than bùn.

- Guđrông gỗ là sản phẩm khi chưng khô gỗ.

Theo tính chất xây dựng chia ra:

- Bitum và guđrông rắn: ở nhiệt độ 20 - 25 °C là một chất rắn có tính giòn và tính đàn hồi, ở nhiệt độ 180 - 200°C thì có tính chất của một chất lỏng.

- Bitum và guđrông quánh: ở nhiệt độ 20 - 25°C là một chất mềm, có tính dẻo cao và độ đàn hồi không lớn lắm.

- Bitum và guđrông lỏng : ở nhiệt độ 20 - 25°C là một chất lỏng và có chứa thành phần hiđrôcacbon dễ bay hơi, có khả năng đông đặc lại sau khi thành phần nhẹ bay hơi và sau đó có tính chất gần với tính chất của bitum và guđrông quánh.

- Nhũ tương bitum và guđrông: là một hệ thống keo bao gồm các hạt chất kết dính phân tán trong môi trường nước và chất nhũ hóa.

### 9.1.2. Thành phần của CKDHC

Chất kết dính hữu cơ là hệ thống phân tán của các chất hiđrôcacbon khác nhau (thơm  $C_nH_{2n-6}$ , naftalin  $C_nH_{2n}$  và mê tan  $C_nH_{2n+2}$ ) và các mạch dị vòng của các hiđrôcacbua có trọng lượng phân tử tương đối cao.

Thành phần phân tử của bitum nằm trong giới hạn: C: 73-87%; H: 8-12%; O : 1-2%; S : 1-5% ; N : 0,5 -1%.

Những hợp chất hiđrôcacbon có cấu tạo hóa học và tính chất vật lý giống nhau được sắp xếp trong một nhóm cấu tạo hóa học, chúng có ảnh hưởng lớn đến tính chất của CKDHC. Các nhóm cấu tạo hóa học chủ yếu bao gồm:

*Nhóm chất dầu* gồm những hợp chất có phân tử lượng thấp (300-600), không màu, khối lượng riêng nhỏ (0,91-0,925). Nhóm chất dầu làm cho CKDHC có tính lỏng. Nếu hàm lượng nhóm này trong CKDHC tăng lên sẽ làm cho tính quánh giảm. Trong bitum nhóm chất dầu chiếm 45-60%; trong guđrông than đá 60-80%.

*Nhóm chất nhựa* gồm những hợp chất có phân tử lượng cao hơn (600-900), màu nâu sẫm, khối lượng riêng xấp xỉ 1. Nó có thể hòa tan trong benzen, etxăng, clorofooc. Nhóm chất nhựa trung tính (tỉ lệ H/C=1,6-1,8) làm cho CKDHC có tính dẻo. Nếu hàm lượng nhóm này trong CKDHC tăng lên sẽ làm cho tính dẻo tăng. Nhóm chất nhựa axit (tỉ lệ H/C=1,3-1,4) làm tăng tính bám dính của CKDHC với vật liệu khoáng. Trong bitum dầu mỏ nhóm chất nhựa chiếm 15-30%; trong guđrông than đá 10-15%.

*Nhóm asphalt rắn* gồm những hợp chất có phân tử lượng lớn (1000-6000), màu nâu sẫm hoặc đen, khối lượng riêng 1,1-1,15). Nhóm này không bị phân giải khi đốt. Ở nhiệt độ lớn hơn 300°C thì bị phân giải ra khí và cốc. Nhóm asphalt rắn có tỉ lệ H/C=1,1.

Nó có thể hòa tan trong clorofooc, têtraclorua cacbon ( $CCl_4$ ), không hòa tan trong. ête, dầu hỏa và axêton ( $C_3H_5OH$ ). Tính quánh và sự biến đổi tính chất theo nhiệt độ của CKDHC phụ thuộc chủ yếu vào nhóm này. Nếu hàm lượng nhóm này trong CKDHC tăng lên sẽ làm cho tính quánh và nhiệt độ

hóa mềm của CKDHC cũng tăng lên. Trong CKDHC nhóm này chiếm 10-38%.

Ngoài 3 nhóm cơ bản trên, trong thành phần của CKDHC còn có các nhóm hóa học khác như nhóm cacben và cacbôit, nhóm axit asphalt và các anhidrit, nhóm parafin. Các nhóm này có ảnh hưởng nhất định đến tính chất của CKDHC.

Dựa vào thành phần các nhóm cấu tạo hóa học có thể chia bi tum dầu mỏ thành 3 loại. Bi tum loại 1 có nhóm asphalt > 25%, nhựa < 24% và dung dịch cacbon > 50%. Bitum loại 2 có hàm lượng nhóm cấu tạo hóa học tương ứng: ≤ 18%; > 36% và / 48% và bitum loại 3 tương ứng là 21- 23%; 30 - 34%; 45-49%. Ba loại bi tum có độ biến dạng khác nhau. Thành phần hóa học của chúng thay đổi theo thời gian sử dụng kết cấu mặt đường.

### 9.1.3. Tính chất cơ bản của CKDHC

#### *Tính chất cơ bản của CKDHC dạng quánh*

##### *Tính quánh*

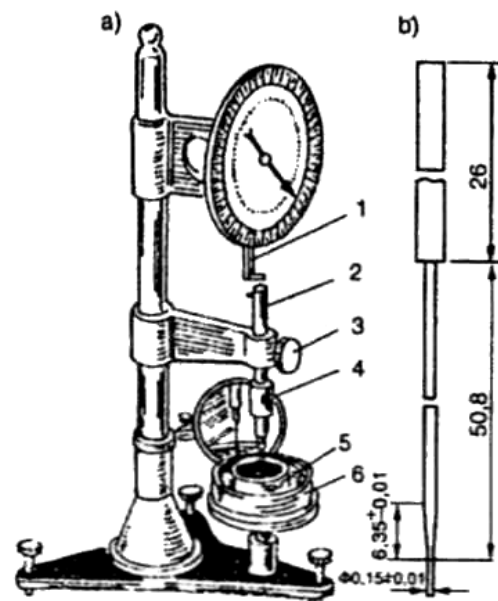
Tính quánh của CKDHC thay đổi trong phạm vi rộng. Nó ảnh hưởng nhiều đến các tính chất cơ học của hỗn hợp vật liệu khoáng với chất kết dính, đồng thời quyết định công nghệ chế tạo và thi công loại vật liệu có dùng CKDHC.

Độ quánh của CKDHC phụ thuộc vào hàm lượng các nhóm cấu tạo hóa học và nhiệt độ của môi trường. Khi hàm lượng nhóm asphalt tăng lên và hàm lượng nhóm chất dầu giảm thì độ quánh của bi tum tăng lên. Khi nhiệt độ của môi trường tăng cao nhóm chất nhựa sẽ bị chảy lỏng độ quánh của bitum sẽ giảm xuống.

Để đánh giá độ quánh của CKDHC người ta dùng chỉ tiêu độ cắm sâu của kim (có trọng lượng 100 g, đường kính 1 mm) của dụng cụ tiêu chuẩn (hình 9-1) vào CKDHC ở nhiệt độ 25°C trong 5 giây. Độ kim lún ký hiệu là P (đo bằng độ, 1 độ bằng 0,1 mm). Trị số P càng nhỏ thì độ quánh của CKDHC càng cao.

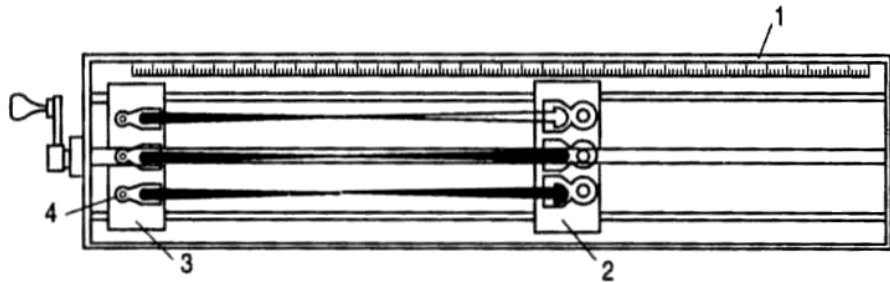
##### *Tính dẻo*

Tính dẻo đặc trưng cho khả năng biến dạng của CKDHC dưới tác dụng của ngoại lực.



**Hình 9-1:** Dụng cụ đo độ quánh  
1. Đồng hồ đo; 2. Kim; 3. Vít;  
4. Đầu kim; 5. Mẫu nhựa; 6. Nước

Tính dẻo của CKDHC cũng giống như tính quán, phụ thuộc vào nhiệt độ và thành phần nhóm, khi nhiệt độ tăng tính dẻo cũng tăng và ngược lại. Trong trường hợp đó CKDHC dùng làm mặt đường hay trong các kết cấu khác có thể tạo thành các vết nứt. Tính dẻo của CKDHC được đánh giá bằng độ kéo dài, ký hiệu là L (cm) của mẫu tiêu chuẩn và được xác định bằng dụng cụ đo độ dài (hình 9-2). Nhiệt độ thí nghiệm tính dẻo là 25°C, tốc độ kéo là 5cm/phút. Độ kéo dài càng lớn thì độ dẻo càng cao.



**Hình 9-2:** Dụng cụ đo độ kéo dài  
1. Thước đo; 2,3. Mẫu kéo; 4. Vít cố định;

### Tính ổn định nhiệt

Khi nhiệt độ thay đổi, tính quán, tính dẻo của CKDHC thay đổi, sự thay đổi đó càng nhỏ thì CKDHC có tính ổn định nhiệt độ càng cao.

Tính ổn định nhiệt của CKDHC phụ thuộc vào thành phần hóa học của nó. Khi hàm lượng nhóm asphalt tăng thì tính ổn định nhiệt của CKDHC tăng và ngược lại.

Bước chuyển của CKDHC từ trạng thái rắn sang trạng thái quán rồi hóa lỏng và ngược lại xảy ra trong khoảng nhiệt độ nhất định. Do đó tính ổn định nhiệt của CKDHC có thể biểu thị bằng khoảng nhiệt độ đó. Khoảng biến đổi nhiệt độ ký hiệu là T được xác định bằng công thức:

$$T = T_m - T_c$$

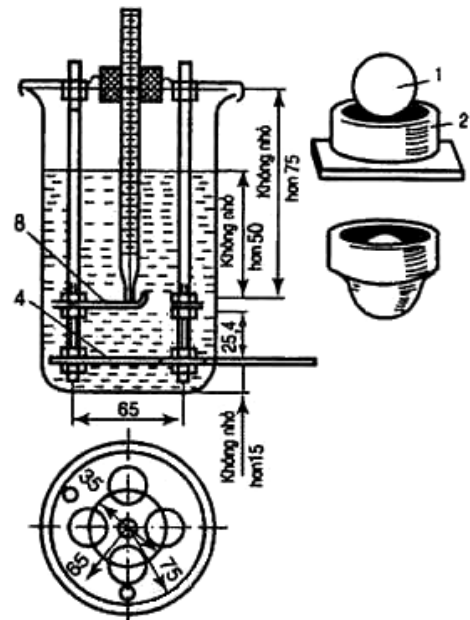
Trong đó :  $T_m$  - nhiệt độ hóa mềm của CKDHC.

$T_c$  - nhiệt độ hóa cứng của

CKDHC.

Nếu T càng lớn thì tính ổn định nhiệt của CKDHC càng cao.

Trị số nhiệt độ hóa mềm của CKDHC ngoài việc dùng để xác định khoảng biến đổi nhiệt độ T nó còn có ý nghĩa thực tế quan trọng. Trong xây dựng đường người ta thường dùng bitum để rải mặt đường, do đó khi gặp nhiệt độ cao nếu  $T_m$  không thích hợp thì bitum có thể bị chảy làm cho mặt đường có dạng làn sóng, dòn đống.



**Hình 9-3:** Dụng cụ vòng và hòn bi  
1. Viên bi; 2. Vòng; 3. Giá trên; 4. Giá dưới.

Vì vậy, nhiệt độ hóa mềm cũng là một chỉ tiêu kỹ thuật để đánh giá chất lượng của CKDHC. Nhiệt độ hóa mềm của CKDHC được xác định bằng dụng cụ “vòng và bi” (hình 9-3). Khối lượng của viên bi bằng 3,5g, đường kính 9,53mm và vòng có kích thước như hình vẽ.

Để xác định nhiệt độ hóa mềm người ta đun nóng bình chứa chất lỏng (thường là nước) với tốc độ 5°C/phút. Dưới tác dụng của nhiệt độ tăng dần, đến một lúc nào đó CKDHC bị nóng chảy lỏng ra, viên bi cùng bi tum rơi xuống. Nhiệt độ chất lỏng trong bình, ứng với lúc viên bi tiếp xúc với bản dưới của giá đỡ được xem là nhiệt độ hóa mềm của CKDHC.

Nhiệt độ hóa cứng của CKDHC có thể xác định bằng dụng cụ đo độ kim lún. Nhiệt độ hóa cứng là nhiệt độ ứng với độ kim lún bằng 1 độ.

#### *Tính hóa già*

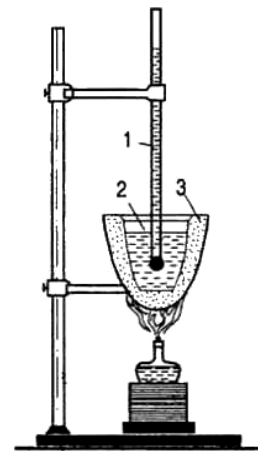
Do ảnh hưởng của thời tiết mà tính chất và thành phần của CKDHC thay đổi nghĩa là làm cho CKDHC bị hóa già. Sự hóa già làm cho tính quán, tính dòn của CKDHC tăng lên, làm xuất hiện các vết nứt trong lớp phủ mặt đường, tăng quá trình phá hoại do ăn mòn. Quá trình hoá già của lớp phủ mặt đường có thể chia làm hai giai đoạn. Giai đoạn 1 cường độ và tính ổn định biến dạng tăng. Giai đoạn 2 CKDHC bắt đầu già, cấu trúc thay đổi, làm lớp phủ bị phá hoại. Tuy vậy sự hoá già của CKDHC phát triển chậm, thường sau 10 năm sử dụng sự hoá già mới ở mức độ cao. Tính hoá già có thể xác định ngay tại hiện trường hoặc bằng mẫu thử thí nghiệm trong các buồng khí hậu nhân tạo.

#### *Tính ổn định khi đun nóng*

Khi dùng CKDHC người ta thường phải đun nóng lên đến nhiệt độ 160°C trong thời gian khá dài, do đó các thành phần nhẹ có thể bốc hơi, làm thay đổi tính chất của CKDHC.

Sau khi tiến hành thí nghiệm này các loại bi tum dầu mỡ quán phải có hao hụt trọng lượng không được lớn hơn 1%, độ kim lún và độ kéo dài thay đổi không được lớn hơn 40% so với trị số ban đầu.

#### *Nhiệt độ bốc cháy*



**Hình 9-4:** Dụng cụ xác định nhiệt độ bốc cháy  
1. Nhiệt kế; 2. Nhựa; 3. Cát

Khi đun CKDHC đến một nhiệt độ nhất định thì các chất dầu nhẹ bốc hơi hòa lẫn vào môi trường xung quanh tạo nên một hỗn hợp dễ cháy. Để xác định nhiệt độ bốc cháy, người ta dùng dụng cụ riêng (hình 9-4). Trong thí nghiệm, nếu ngọn lửa lan khắp mặt CKDHC thì nhiệt độ lúc đó được xem là nhiệt độ bốc cháy. Nhiệt độ bốc cháy của CKDHC thường nhỏ hơn 200°C. Nhiệt độ này là một chỉ tiêu quan trọng về an toàn khi gia công CKDHC.

#### *Tính bám dính*

Sự liên kết của CKDHC với bề mặt vật liệu khoáng có liên quan đến quá trình thay đổi lý hoá khi hai chất tiếp xúc với nhau. Sự liên kết này sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc tạo nên cường độ và tính ổn định với nước, với nhiệt độ của CKDHC và vật liệu khoáng.

Khi nhào trộn CKHDC với vật liệu khoáng, các hạt khoáng được thấm ướt bằng CKHDC và tạo thành một lớp hấp phụ. Khi đó các phân tử CKHDC ở trong lớp hấp phụ sẽ tương tác với các phân tử của vật liệu khoáng ở lớp bề mặt. Tương tác đó có thể là tương tác lý học hay hoá học.

Lực liên kết hoá học lớn hơn rất nhiều so với lực liên kết lý học, do đó khi CKHDC tương tác hoá học với vật liệu khoáng thì cường độ liên kết sẽ lớn nhất.

Liên kết của CKHDC với vật liệu khoáng trước hết phụ thuộc vào thành phần của CKHDC. Khi nhóm chất nhựa trong CKHD càng nhiều thì sự liên kết của nó với vật liệu khoáng càng tốt.

Liên kết của CKHDC với vật liệu khoáng còn phụ thuộc vào tính chất của vật liệu khoáng. Các loại đá bazơ liên kết với CKHDC tốt hơn với các loại đá axit.

Mức độ liên kết của CKHDC với bề mặt vật liệu đá hoa có thể đánh giá theo độ bền của màng CKHDC trên bề mặt đá hoa khi nhúng trong nước sôi. Nếu sau khi thí nghiệm, hơn 2/3 bề mặt của hạt đá hoa vẫn được CKHDC bao bọc thì độ liên kết của CKHDC với bề mặt đá hoa là tốt.

Thực tế khi chế tạo hỗn hợp CKHDC và vật liệu khoáng, người ta dùng nhiều loại đá khác nhau, do đó mức độ liên kết của nó cũng có thể khác nhau.

#### *Tính chất cơ bản của CKDHC dạng lỏng*

##### *Độ nhớt:*

Cũng như CKDHC dạng quánh, độ nhớt của CKDHC dạng lỏng phụ thuộc vào thành phần của các nhóm hóa học và tỉ lệ giữa lượng chất rắn và chất lỏng dùng để pha loãng. Khi trong CKDHC chứa nhiều nhóm chất nhựa, chất rắn và chứa ít nhóm dầu thì độ nhớt của nó tăng lên.

Độ nhớt của CKDHC lỏng được xác định bằng nhớt kế (hình 9-5). Độ nhớt của CKDHC lỏng đặc trưng bằng thời gian để 50ml CKDHC lỏng chảy qua lỗ đáy của dụng cụ có đường kính 5mm, ở nhiệt độ 60°C.

#### *Phân cắt (thành phần dễ bay hơi)*

Số lượng và chất lượng phân cắt là chỉ tiêu gián tiếp biểu thị tốc độ đông đặc lại của CKDHC lỏng ở mặt đường. Nếu CKDHC lỏng chứa nhiều thành phần này và nó có nhiệt độ sôi thấp thì quá trình đông đặc của CKDHC sẽ nhanh. Để xác định thành phần cắt của CKDHC lỏng cần cất ở các nhiệt độ khác nhau: 225°C, 315°C và 360°C. Tính chất của phần còn lại sau khi cất đến nhiệt độ 360°C sẽ đặc trưng cho loại CKDHC lỏng và tính chất của nó trong thời gian sử dụng ở mặt đường. Các tính chất này được xác định như với CKDHC đặc quánh.

Có thể xác định khả năng thi công (đặc lại) của CKDHC lỏng bằng chỉ tiêu lượng bay hơi (%) khi nung CKDHC lỏng từ 60°C đến 100°C và thời gian 1 đến 5 giờ tùy loại CKDHC lỏng. Chỉ tiêu này gần sát thực tế hơn chỉ tiêu phân cắt nêu ở trên.

#### *Tính chất của CKDHC dạng nhũ tương*

Nhũ tương là một hệ thống keo phức tạp gồm hai chất lỏng không hoà tan lẫn nhau. Trong đó, một chất lỏng phân tán trong chất lỏng kia dưới dạng những giọt nhỏ li ti, gọi là pha phân tán, còn chất lỏng kia gọi là môi trường phân tán.

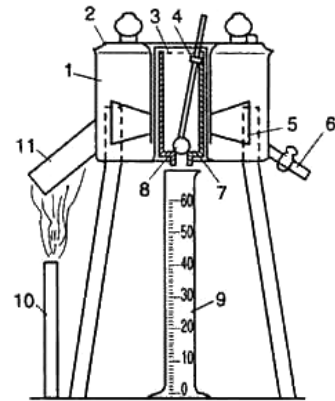
Nếu pha phân tán là bitum hay guđrông, còn môi trường phân tán là nước thì gọi là nhũ tương dầu – nước (DN) hay còn gọi là nhũ tương thuận.

Nếu pha phân tán là những giọt nước, còn CKDHC là môi trường phân tán, thì gọi là nhũ tương nước – dầu (ND) hay còn gọi là nhũ tương nghịch.

Để cho nhũ tương được ổn định người ta cho thêm vào chất nhũ hóa – chất phụ gia hoạt tính bề mặt. Chất nhũ hóa sẽ hấp phụ trên bề mặt các giọt CKDHC làm giảm sức căng bề mặt ở mặt phân chia của CKDHC với nước. Đồng thời nó tạo ra trên bề mặt các giọt bitum một màng mỏng kết cấu bền vững, có tác dụng ngăn cản sự kết tụ của chúng, làm cho nhũ tương ổn định.

Chất nhũ hóa được chia ra các nhóm: anion hoạt tính, cation hoạt tính và không sinh ra ion.

Chất nhũ hóa anion hoạt tính gồm có: xà phòng của các axit béo, axit nhựa, axit naftalen và các axit sunfua naftalen.



**Hình 9-5:** Nhớt kế

1. Nước; 2. Nắp đậy; 3. Cốc đo độ nhớt;
4. Chốt nút; 5. Cánh khuấy;
6. Vòi nước; 7. Cối đo độ nhớt;
8. Nút tròn; 9. Bình đo; 10. Bếp nhiệt;
11. Bộ phận làm nóng nước.



Chất nhũ hóa cation hoạt tính là những muối của các hợp chất amôniac bậc bốn; các amin bậc nhất, bậc hai và các muối của chúng; các điamin...

Nhóm không sinh ra ion bao gồm các hợp chất không hòa tan trong nước, chủ yếu là các este.

Ngoài những loại chất nhũ hóa dạng hữu cơ trên, khi chế tạo nhũ tương còn dùng chất nhũ hóa dạng bột vô cơ. Những chất nhũ hóa dạng vô cơ hay là dùng vôi bột, vôi tôi, đất sét, đất hoàng thổ.÷

Nhũ tương có những tính chất cơ bản sau :

*Tính ổn định khi vận chuyển và bảo quản.*

Tính ổn định khi bảo quản đặc trưng cho khả năng của nhũ tương bảo toàn được các tính chất khi nhiệt độ thay đổi, nghĩa là nó không lắng đọng, không tạo thành lớp vỏ và bảo toàn tính đồng nhất trong một khoảng thời gian nhất định, thường được xác định sau 7 và 30 ngày bảo quản (theo tiêu chuẩn 18659 – 81 của Liên Xô cũ). Các loại nhũ tương có thành phần khác nhau có thể ổn định trong lúc bảo quản ở nhiệt độ từ +3°C đến +4°C trong 30 ngày.

Tính ổn định khi vận chuyển hay khi chịu tác dụng của ngoại lực được xác định bằng khả năng của nhũ tương bảo toàn tính chất khi chuyên chở và khi thi công.

Để xác định được tính ổn định khi bảo quản và khi vận chuyển, lấy nhũ tương đã được bảo quản sau 7 ngày và 30 ngày cho chảy qua sàng có kích thước lỗ sàng 0,14mm, yêu cầu là lượng còn lại trên sàng không quá 0,1% theo trọng lượng và bảo đảm các tính chất khác theo tiêu chuẩn của nhà nước.

Tính ổn định khi vận chuyển được kiểm tra theo các tính chất của bitum sau 2 giờ vận chuyển phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật của quy phạm.

*Tính dính bám của màng chất dính kết với vật liệu khoáng.*

Tính dính bám được kiểm tra bằng trị số bề mặt của đá dăm vẫn còn được phủ nhũ tương sau khi rửa các mẫu thử bằng nước ở nhiệt độ 100°C. Trị số bề mặt phải không nhỏ hơn 75% (với nhũ tương anion) và không nhỏ hơn 95% (với nhũ tương cation).

#### 9.1.4. Yêu cầu kỹ thuật và phạm vi sử dụng của CKDHC

*Yêu cầu kỹ thuật*

*Bitum dầu mỏ:* là một hỗn hợp phức tạp của các cacbua hiđrô (metan, naftalen, các loại mạch vòng) và một số dẫn suất phi kim loại khác, có màu đen, hòa tan được trong benzen (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), clorofoc (CHCl<sub>3</sub>), disunfuacacbon (CS<sub>2</sub>) và một số dung môi hữu cơ khác.

Thành phần hóa học của bitum dầu mỏ như sau: C:82 – 88%; S: 0 – 6%; N :0,5 – 1%; H: 8 – 11%; : 0 – 1,5%.

Bitum dầu mỏ loại quánh dùng trong xây dựng đường của Nga, Trung Quốc thường được chia làm 5 mức (bảng 9-1).

Theo AASHTO-M20, bitum quánh đặc của Mĩ (AC) được chia ra 5 cấp (bảng 9-2)

Bitum dầu mỏ loại lỏng dùng trong xây dựng đường được chia ra hai loại: loại đông đặc vừa và loại đông đặc chậm.

Các chỉ tiêu kĩ thuật của bitum dầu mỏ loại đông đặc vừa được giới thiệu ở bảng 9-3.

Các chỉ tiêu kĩ thuật của bitum dầu mỏ loại đông đặc chậm được giới thiệu ở bảng 9-4.

Bảng 9-1

Các chỉ tiêu	Qui định theo mức				
	1 (200/300)	2 (130/200)	3 (90/130)	4 (60/90)	5 (40/60)
1. Độ kim lún: - Khi ở 25°C, trong giới hạn. - Khi ở 0°C, không nhỏ hơn	201 - 300 45	313 -200 35	91-130 28	61- 90 20	41 - 60 13
2. Độ kéo dài ở 25°C, cm, không nhỏ hơn.	không qui định	65	60	50	40
3. Nhiệt độ hóa mềm, °C, không thấp hơn	35	39	43	47	51
4. Sự thay đổi nhiệt độ hóa mềm sau khi gia nhiệt, °C, không lớn hơn.	8	7	6	6	6
5. Hàm lượng các hợp chất hòa tan trong nước, không lớn hơn.	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
6. Nhiệt độ bốc cháy, °C không thấp hơn.	200	220	220	220	220

Bảng 9-2

Các chỉ tiêu	Cấp nhựa theo độ kim lún					Kí hiệu thí nghiệm
	40-50	60-70	85-100	120-150	200-300	
1. Độ kim lún (77F, 1029, 5inc)	40-50	40-50	85-100	120-150	200-300	D5-T49
2. Nhiệt độ bốc cháy (theo Chreland)F	450+	450+	450+	425+	350+	D5-T49
3. Độ kéo dài ở 77F, 5cm/phút; cm	100+	100+	100+	100+		D92-T40 D113T51

4. Độ hòa tan trong trichloroethylene, %	99+	99+	99+	99+	99+	D2402-T44
5. Thí nghiệm màng mỏng nhựa trong lò (1/5inc, 325F, 5 giờ)						D1754-T79
6. Lượng tổn thất sau khi đun nóng, %	0,8-	0,8-	1,0-	1,3-	1,5-	D6-T47
7. Độ kim lún của nhựa sau khi đun nóng, % so với chưa đun nóng	58+	54+	50+	46+	40+	D5-T49
8. Độ kéo dài của nhựa sau khi đun nóng (77F, 5 cm/phút), cm		50+	75+	100+	40+	
9. Nhiệt độ hóa mềm °C, (vòng và bi)		49-54				D36

Bảng 9-3

Các chỉ tiêu	Quy định theo mác				
	CF 40/70	CF 70/130	CF 130/200	MΓ 40/70	MΓ 70/130
1. Độ nhớt theo nhớt kế đường kính lỗ 5mm, ở 60°C, giây, trong khoảng	40-70	71-130	131-200	40-70	71-130
2. Lượng bay hơi sau khi nung, % không nhỏ hơn.	10	8	7	8	7
3. Nhiệt độ hóa mềm của phần còn lại sau khi nung để xác định lượng bay hơi, °C, không nhỏ hơn.	37	39	39	28	29
4. Nhiệt độ bốc cháy, °C, không nhỏ hơn.	45	50	60	100	110
5. Thí nghiệm liên kết với đá hoa hoặc cát	tốt	tốt	tốt	tốt	tốt

Các chỉ tiêu kỹ thuật của bitum dầu mỏ loại đông đặc chậm (bảng 9-4)

Bảng 9-4

Các chỉ tiêu	Quy định theo mác
--------------	-------------------

	MГ 40/70	MГO 70/130	MГO 130/200	MГO 40/70
1. Độ nhớt theo nhớt kế ở 60 °C có d = 5 mm, ở 60°C, giây	131-200	40-70	71-130	131-200
2. Lượng bốc hơi sau khi nung, %, /	5	-	-	-
3. Nhiệt độ hóa mềm còn lại sau khi nung để xác định lượng bốc hơi, °C, /	30	-	-	-
4. Nhiệt độ bốc cháy, °C, /	110	120	160	180
5. Thí nghiệm liên kết với đá hoa hoặc cát	tốt	tốt	tốt	tốt

*Nhũ tương:* có thể chế tạo từ bitum dầu mỏ (loại đặc hoặc loại lỏng), guđrông than đá xây dựng đường, nước và chất nhũ hóa dạng hữu cơ và cả dạng vô cơ. Nhũ tương dùng chất nhũ hóa anion hoạt tính (xà phòng bột, dầu gai, dầu sỏ..) có thành phần sau:

- 50 % bitum số 5 + 50 % nước + 0,5 - 1 % xà phòng bột + 0,1 – 0,15 % NaOH, hoặc

- 50 % bitum số 5 + 50% nước + 0,5 ÷ 1,2 % dầu thực vật + 0,2 ÷ 0,3% NaOH

Các chỉ tiêu kỹ thuật của nhũ tương (bảng 9-5).

Bảng 9-5

Các chỉ tiêu	Cấp					Kí hiệu thí nghiệm
	Phân giải nhanh		Phân giải vừa	Phân giải chậm		
	RS-1	RS-2	MS-2	SS-1	SS-1h	
1. Bã nhựa sau khi cất, % theo khối lượng	54+	62+	57+	57+	57+	
2. Lắng đọng 5 ngày, khác nhau giữa lớp trên và lớp dưới, %	3-	3-	3-	3-	3-	D224-T59
3. Thí nghiệm rây (phần trên rây N <sup>o</sup> 20), %	0,10-	0,10-	0,10-	0,10-	0,10-	
4. Thí nghiệm trộn với xi măng, %	-	-	-	2,0-	2,0-	
5. Thí nghiệm trên bã nhựa sau khi cất nhũ						

tương nhựa: - Độ kim lún, 77F, 100g, 5scc - Độ kéo dài, 77F, cm	100- 200  40+	100- 200  40+	100-200  40+	100-200  40+	40-45  40+	D5-T49  D113-T51
--	------------------------	------------------------	--------------------	--------------------	------------------	------------------------

### *Phạm vi sử dụng*

Chất kết dính hữu cơ loại bitum có tính quánh (nhớt) càng cao thì càng tốt, nhưng tính nhớt càng cao thì bitum càng đặc, do đó bitum sẽ giòn và khó thi công. Vì vậy phải căn cứ vào phương pháp thi công, thiết bị thi công, điều kiện khí hậu để chọn mức bitum cho hợp lí. Phạm vi sử dụng loại bitum quánh làm đường có thể tham khảo ở bảng 9-6.

*Bảng 9-6*

Mức của bitum	Phạm vi sử dụng
1-(200/300)	Làm lớp tráng mặt
2-(130/200)	Gia cố đất, làm lớp tráng mặt, làm lớp thâm nhập khi vật liệu đá yếu ( $R_n=300-600kG/cm^2$ ), để chế tạo bê tông asphalt làm mặt đường ô tô ở vùng khí hậu ôn hòa.
3-(90/130)	Làm lớp thâm nhập của đường đá dăm sỏi, chế tạo bê tông asphalt xây dựng mặt đường ô tô cho xe nặng chạy ở vùng khí hậu lục địa.
4-(60/90)	Chế tạo bê tông asphalt xây dựng mặt đường ở vùng nóng, chế tạo vật liệu lợp và cách nước.
5-(40/60)	Chế tạo bê tông asphalt xây dựng mặt đường ô tô vùng nóng cho xe nặng chạy.

Bitum và guđrông còn được dùng để chế tạo vật liệu lợp và vật liệu cách nước.

Nhũ tương dùng chất nhũ hóa anion hoạt tính để chế tạo nhũ tương thuận được sử dụng rộng rãi nhất trong xây dựng đường.

Khi bảo quản chất kết dính hữu cơ cần tránh cho chúng không bị bắn và lẫn nước, bitum lỏng và sệt bảo quản trong những thùng kín. Bitum rắn có thể để thành đồng trong kho.

## 9.2. Sản phẩm

### 9.2.1. Vật liệu lợp và vật liệu cách nước sử dụng CKDHC

Vật liệu lợp và cách nước bằng bitum và guđrông là một sản phẩm hữu cơ, thành phần của nó gồm có:

-Cốt là những cuộn cactông.

-Chất tẩm và tráng mặt là bitum hay guđrông.

Ngoài hai thành phần chính trên ra, tùy theo công dụng của tấm lợp mà người ta có thể dùng thêm loại vật liệu khoáng hạt nhỏ rải lên bề mặt để chống cháy cho tấm lợp. Riêng vật liệu cách nước người ta dùng khoáng amiăng để làm cốt, còn chất tẩm và tráng thì giống vật liệu lợp.

Các loại vật liệu lợp và cách nước bằng bitum khi chịu tác dụng các yếu tố khí hậu thì bền hơn so với guđrông.

#### *Giấy lợp*

Giấy lợp là những cuộn vật liệu lợp được chế tạo bằng cách dùng bitum dầu mỡ loại mềm tẩm lên các cuộn cactông, sau đó tráng một mặt hay cả hai mặt bằng bitum dầu mỡ khó chảy, rồi rắc lên mặt của nó một lớp bột khoáng hay mica nghiền nhỏ.

Theo công dụng, giấy lợp chia ra hai loại: giấy lợp lớp trên và giấy lợp đệm.

Theo dạng rải lớp vật liệu khoáng trên bề mặt giấy lợp được chia ra hai loại: giấy lợp có rải vật liệu khoáng hạt lớn và giấy lợp có rải vật liệu khoáng dạng vảy.

#### *Vật liệu cách nước*

Để sản xuất vật liệu cách nước người ta thay cốt cactông bằng giấy amiăng sau đó dùng dầu mỡ để tẩm. Loại này không có lớp tráng mặt. Vật liệu cách nước được sản xuất ở dạng cuộn. Loại vật liệu này dùng làm lớp cách nước cho các công trình ngầm, làm lớp bảo vệ chống ăn mòn cho các ống dẫn nước bằng thép và để chống thấm cho mái bằng, mặt cầu. Vật liệu cách nước được chia làm 2 loại mác với các chỉ tiêu kỹ thuật được qui định như sau (bảng 9-7).

### 9.2.2. Bê tông asphalt

#### *Khái niệm*

Để chế tạo vữa và bê tông asphalt người ta sử dụng chất kết dính asphalt (CKDA) – vật liệu được chế tạo bằng cách trộn bitum với chất độn khoáng nghiền mịn (đá vôi, đá đolômit, đá phấn, xỉ). Chất độn khoáng không những làm giảm lượng dùng bitum mà còn làm tăng nhiệt độ hóa mềm của bê tông. Cường độ của CKDA quyết định bởi tỉ lệ bitum - chất độn tối ưu, toàn bộ bitum sẽ được dính bám trên bề mặt khoáng ở dạng màng mỏng liên tục. Vì vậy CKDA có cường độ cao nhất.

Các chỉ tiêu kỹ thuật của vật liệu cách nước

Bảng 9-7

Các chỉ tiêu	Mác	
	1	2
1. Nhiệt độ hóa mềm của bitum làm chất tẩm theo	50	60

phương pháp □ vòng và bi□		
2. Tỷ lệ khối lượng của chất tẩm so với khối lượng của giấy khô, không nhỏ hơn	0,6 : 1	0,55 : 1
3. Tải trọng làm đứt khi kéo dài vật liệu cách nước rộng 50mm, kG, không nhỏ hơn	30	30
4. Độ phân lớp của vật liệu cách nước ở trạng thái bão hòa nước theo diện tích lớp, cm <sup>2</sup> , không lớn hơn	10	15
5. Độ chống thấm dưới áp lực của cột nước cao 5, ngày đêm, cm, không nhỏ hơn	30	20
6. Độ dẻo ở nhiệt độ 18 ± 2°C, xác định bằng số lần uốn của mẫu đến 180° trước khi xuất hiện vết nứt xuyên suốt, không nhỏ hơn	10	10
7. Độ bão hòa nước sau 24 giờ, % theo khối lượng, không lớn hơn	10	10
8. Hao hụt cường độ của mẫu bão hòa nước, % không lớn hơn	25	32

Hỗn hợp của cát với CKDA gọi là vữa asphalt. Thành phần của vữa asphalt là thành phần mà toàn bộ lỗ rỗng trong cát được chèn đầy bằng CKDA với một lượng dư thừa 10 - 15% để bọc xung quanh các hạt cát.

Hỗn hợp của vữa asphalt với cốt liệu lớn (đá dăm), gọi là bê tông asphalt. Nếu CKDHC là guđrông ta có bê tông guđrông. Hàm lượng vữa asphalt sẽ được tính toán sao cho nó chèn đầy lỗ rỗng của đá với một lượng dư thừa 10 - 15% để cho bê tông được đặc chắc.

Hỗn hợp vữa asphalt và bê tông asphalt được phân loại theo các đặc điểm sau:

Theo công dụng bê tông asphalt được chia ra: bê tông thủy công, bê tông đường và bê tông sân bay, bê tông để làm nền cho nhà công nghiệp và nhà kho, bê tông cho lớp mái phẳng. Ngoài ra còn có những loại bê tông đặc biệt: bê tông cho lớp phủ bền axit và bền kiềm (chế tạo từ cốt liệu bền hóa), bê tông trang trí.

Theo nhiệt độ thi công: hỗn hợp bê tông asphalt trong lớp phủ mặt đường chia ra loại nóng, ấm và lạnh. Hỗn hợp nóng được rải và bắt đầu làm đặc khi nhiệt độ không nhỏ hơn 120°C. Hỗn hợp ấm được rải và bắt đầu làm đặc ở nhiệt độ không nhỏ hơn 100°C. Hỗn hợp lạnh dùng bitum lỏng được rải ở nhiệt độ không khí nhỏ hơn 5°C và được giữ ở nhiệt độ thường.

Theo độ đặc quánh (hoặc độ rỗng), theo chỉ tiêu độ rỗng còn dư chia ra: bê tông asphalt rỗng (nếu độ rỗng 6 - 12%) và loại rất rỗng (nếu độ rỗng 12- 18%).

Khác với bê tông xi măng, cường độ của bê tông asphalt chịu ảnh hưởng lớn của nhiệt độ. Chẳng hạn nếu cường độ chịu nén của bê tông asphalt ở 20°C là 2,2- 2,4 Mpa thì ở 50°C chỉ còn 0,8 -1,2 Mpa. Song bê tông asphalt lại chống ăn mòn tốt hơn bê tông xi măng.

*Vật liệu để chế tạo bê tông asphalt*

*Đá dăm hay sỏi*

Chất lượng của đá dăm hay sỏi (cường độ, tính đồng nhất, hình dạng, trạng thái bề mặt, thành phần khoáng vật,...) có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng của bê tông asphalt.

Các chỉ tiêu chất lượng của đá dăm hay sỏi để chế tạo bê tông asphalt cũng được xác định như khi chế tạo bê tông xi măng nặng.

Đá dăm dùng để chế tạo bê tông asphalt có thể là đá dăm sản xuất từ đá thiên nhiên, đá dăm chế tạo từ cuội, cũng như đá dăm chế tạo từ xỉ lò cao, nhưng phải phù hợp với các yêu cầu của quy phạm. Không cho phép dùng đá dăm chế tạo từ đá vôi sét, sa thạch sét và phiến thạch sét.

Thành phần hạt của đá dăm hay sỏi được phân ra ba nhóm 20- 4; 10-20 và 5- 10mm.

Đá dăm cần phải liên kết tốt với bitum. Về mặt này thì các loại đá vôi, đolômit, điaaba tốt hơn các loại đá axit. Nếu dùng loại đá liên kết kém với bitum phải gia công đá bằng chất phụ gia hoạt tính như vôi, xi măng hoặc cho thêm chất phụ gia hoạt động bề mặt vào bitum.

Đá cần phải, sạch lượng ngậm chất bẩn không được lớn hơn 1% theo khối lượng.

*Cát*

Có thể dùng cát thiên nhiên hay cát nhân tạo với các chỉ tiêu kỹ thuật phù hợp với quy phạm như khi dùng cho bê tông xi măng.

Đối với cát thiên nhiên chỉ dùng cát lớn ( $M_{dl}/2,5$ ) và cát vừa ( $M_{dl} = 2,5$ ). Nếu không có cát lớn có thể dùng cát hạt nhỏ theo nguyên tắc cấp phối không liên tục. Cát cần sạch, hàm lượng bụi, sét không được lớn hơn 3%.

Cát nhân tạo có thể được nghiền từ các loại đá (không phải là đá vôi) có cường độ không thấp hơn 1000kG/cm<sup>2</sup> hay xi kết tinh của các xỉ nghiệp luyện kim. Thành phần hạt thích hợp của cát được giới thiệu ở bảng 9-8.

Bảng 9-8

Cát thiên nhiên nghiền	Kích thước lỗ sàng, mm					
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	< 0,14
	Lượng lọt trên sàng, %					
	5 – 10	20 – 30	20 – 30	10 – 25	10 – 25	<15
	>5	15 – 30	20 – 25	10 – 25	10 – 20	<15



### *Bột khoáng*

Bột khoáng do có bề mặt riêng lớn, có khả năng dàn mỏng màng bitum trên bề mặt, làm tăng lực tương tác giữa chúng, cùng với bitum nhét đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu nên cường độ của bê tông asphalt tăng lên. Bột khoáng để chế tạo bê tông asphalt thường sử dụng các loại bột mịn từ đá vôi và đá đolômit. Cường độ chịu nén của đá không nhỏ hơn  $200 \text{ daN/cm}^2$ . Vật liệu chế tạo bột khoáng cần sạch, không chứa các chất bẩn và sét quá 5%. Bột khoáng cần phải khô, xốp khi trộn với bitum không được vón cục, có khả năng hút bitum tốt và phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

Độ rỗng khi lèn chặt dưới tải trọng  $400 \text{ daN/cm}^2$  đối với tro, bụi xi măng, xỉ, không được lớn hơn 45%, còn đối với loại bột đá đặc chắc thì không lớn hơn 40%.

### *Bitum*

Trong xây dựng đường thường dùng loại bitum dầu mỏ loại quánh và loại lỏng. Trong điều kiện Việt Nam thông thường chọn bitum đặc số 3 hoặc số 4 có các chỉ tiêu kỹ thuật phù hợp với quy định của 22 TCN 227 : 1995. Cách chọn loại bitum có thể tham khảo quy phạm Nga 9128 : 84 hoặc AASHTO. Để tăng tính ổn định nhiệt cho bê tông có thể dùng hỗn hợp bitum - cao su, bitum - polyme. Các loại phụ gia hiện có trên thị trường nước ta làm cho bê tông tăng độ ổn định nước và chống khô bề mặt, đảm bảo tốc độ khai thác.

### *Tính chất của bê tông asphalt*

Bê tông asphalt với cấu trúc vi mô thuận nghịch, tùy theo nhiệt độ nó có thể tồn tại ở những trạng thái sau đây: đàn hồi – dòn, đàn hồi – dẻo, nhớt – dẻo.

Ngoài nhiệt độ, bê tông asphalt còn chịu tác động của hơi nước và nước. Nước xâm nhập vào lỗ rỗng của bê tông asphalt và làm yếu sự liên kết của vật liệu khoáng với màng chất kết dính.

*Cường độ* biểu thị giới hạn của ứng suất phát sinh trong quá trình sử dụng. Thực tế bề mặt vỡ khi phá hủy bê tông asphalt luôn luôn đi qua bitum. Do đó cường độ lý thuyết của bê tông asphalt được xác định bằng cường độ của màng bitum. Việc phá hủy bê tông asphalt dưới tác động của tải trọng là một quá trình động, nó luôn phát triển theo thời gian. Tải trọng càng lớn, quá trình phá hủy xảy ra càng nhanh.

Cường độ của bê tông asphalt được xác định ở nhiệt độ  $50^\circ\text{C}$ ,  $20^\circ\text{C}$  và  $0^\circ\text{C}$ . Cường độ ở  $50^\circ\text{C}$  biểu thị tính ổn định động của vật liệu chế tạo bê tông, ở  $0^\circ\text{C}$  – tính chống nứt. Còn ở  $20^\circ\text{C}$  được coi là nhiệt độ chuẩn để tiến hành thí nghiệm. Nhiệt độ thí nghiệm chuẩn của Mỹ là  $25^\circ\text{C}$ , của Pháp là  $18^\circ\text{C}$ .

Ngoài cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo của bê tông asphalt cũng là chỉ tiêu quan trọng để xác định khả năng chống nứt của bê tông.

Chỉ tiêu cường độ nén ( $\text{kG/cm}^2$ ), cường độ kéo ( $\text{kG/cm}^2$ ) của bê tông asphalt chế tạo từ các loại bitum khác nhau, ở những nhiệt độ khác nhau được giới thiệu ở bảng 9-9.

Bảng 9-9

Mác bitum	Nhiệt độ phòng thí nghiệm, °C							
	+50		+20		0		-20	
	R <sub>n</sub>	R <sub>k</sub>	R <sub>n</sub>	R <sub>k</sub>	R <sub>n</sub>	R <sub>k</sub>	R <sub>n</sub>	R <sub>k</sub>
90/130	14,0	1,5	63,5	12,0	152	50	280	74
130/200	11,5	1,1	28,0	5,3	84	35	200	69
200/300	8,5	0,8	21,0	3,6	45	15	160	55

Cường độ bê tông asphalt được xác định trên thiết bị Marshall và nó phụ thuộc vào thành phần vật liệu, vào công nghệ làm đặc bê tông, nhiệt độ và tốc độ biến dạng. Hàm lượng bitum nhỏ hơn hoặc lớn hơn hàm lượng hợp lý đều làm giảm cường độ bê tông. Cường độ bê tông phát triển tỉ lệ thuận với độ quán của bê tông.

*Độ mài mòn* của bê tông asphalt xảy ra do tác dụng của lực ma sát. Độ chống mài mòn càng cao khi độ đặc của bê tông, độ cứng của cốt liệu và sự dính bám của đá với bitum càng lớn. Loại bê tông dùng đá granit (độ cứng 6 – 7 Morh) chống mài mòn tốt hơn dùng đá vôi.

*Tính ổn định nước:* Bê tông asphalt bị ẩm lâu ngày có thể bị phá hoại do liên kết cấu trúc bị yếu đi. Tính ổn định nước phụ thuộc vào độ đặc và sự ổn định của độ dính bám.

Độ rỗng của bê tông asphalt (thường là 3-7%) có ảnh hưởng lớn đến độ ổn định nước. Lỗ rỗng trong bê tông có thể là lỗ rỗng hở hoặc lỗ rỗng kín. Giảm kích thước hạt thì số lượng lỗ rỗng kín không thấm nước tăng lên.

Trong bê tông hạt lớn thực tế chỉ chứa lỗ rỗng hở, còn trong bê tông hạt nhỏ lỗ rỗng hở chỉ chiếm 30 – 40%.

Độ ổn định nước của bê tông asphalt được xác định thông qua độ bão hòa nước độ trương phồng và hệ số mềm ( $K_m$ ). Hệ số mềm yêu cầu không được thấp hơn 0,9 còn khi ngâm dài ngày trong nước (14ngày) yêu cầu không nhỏ hơn 0,8.

*Yêu cầu kỹ thuật của bê tông asphalt*

Quy định các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông asphalt (bảng 9-10).

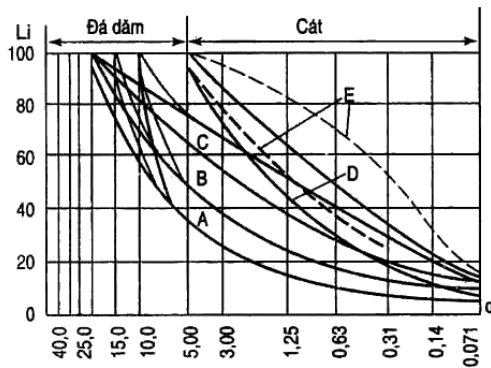
Bảng 9-10

Các chỉ tiêu	Yêu cầu đối với bê tông asphalt		Phương pháp thí nghiệm
	I	II	

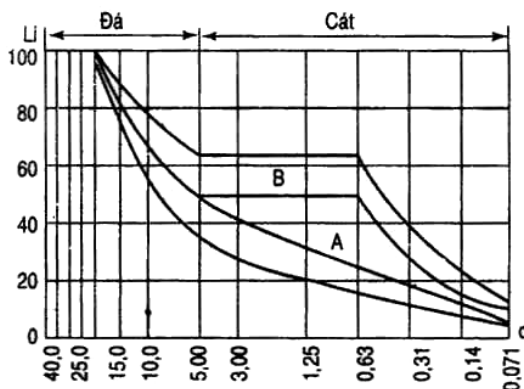
1.Độ rỗng của cốt liệu khoáng chất	15-19	15-21	Quy trình thí nghiệm bê tông asphalt theo mẫu hình trụ.
2.Độ rỗng còn dư, %	3-6	3-6	
3.Độ ngậm nước, %	1,5-3,5	1,5-4,5	
4.Độ nở,%, không lớn hơn	0,5	1,0	
5.Cường độ chịu nén, daN/cm <sup>2</sup> , ở nhiệt độ +20°C, không nhỏ hơn	35	25	
+50°C, không nhỏ hơn	14	12	
6.Hệ số ổn định nước, không nhỏ hơn	0,90	0,85	
7.Hệ số ổn định nước, khi ngậm nước trong 15 ngày đêm, không nhỏ hơn	0,85	0,75	
8.Độ nở, %, khi cho ngậm nước trong 15 ngày đêm, không lớn hơn	1,5	1,8	

### Thiết kế thành phần bê tông asphalt

Mục đích của việc thiết kế thành phần bê tông là lựa chọn một dạng (nóng, ẩm, nguội) và loại (A, B, ...) bê tông tương ứng với điều kiện làm việc (vùng khí hậu, đặc tính chịu tải) với loại vật liệu khoáng, loại và lượng bitum tối ưu, với tỉ lệ giữa các thành phần thỏa mãn với các yêu cầu quy định.



Hình 9-6: Thành phần hạt liên tục của bê tông nhựa nóng.



Hình 9-7: Thành phần hạt gián đoạn của bê tông nhựa nóng.

Có nhiều phương pháp thiết kế thành phần bê tông asphalt. Song phổ biến nhất, cho kết quả tin cậy nhất là phương pháp dựa trên cơ sở lý thuyết về đường cong độ đặc hợp lý của hỗn hợp vật liệu khoáng, đó là phương pháp tính toán kết hợp với thực nghiệm.

Trình tự thiết kế thành phần bê tông asphalt như sau: lựa chọn và kiểm tra vật liệu, xác định tỉ lệ của các vật liệu theo thành phần cấp phối hạt, lựa

chọn thành phần bitum tối ưu và thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu kỹ thuật trên các mẫu thử.

*Lựa chọn thành phần vật liệu khoáng để chế tạo bê tông asphalt*

Vật liệu sử dụng phải phù hợp với loại, dạng bê tông và đạt các yêu cầu về tính chất cơ học, tính ổn định nhiệt và tính chống ăn mòn, đồng thời

thời phải phù hợp với yêu cầu của quy phạm.

Thành phần cấp phối hạt theo quy phạm được giới thiệu trên hình 9-6, 9-7 và bảng 9-11, bảng 9-12

Thành phần hạt của hỗn hợp bê tông asphalt nóng và ẩm (bảng 9-11)

Bảng 9-11

Dạng và loại hỗn hợp	Lượng lọt qua sàng, % ở các cỡ hạt, mm										Lượng bitum %
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0.14	0,07	
Thành phần hạt liên tục											
Hạt nhỏ loại											
A	95-100	78-100	60-100	35-50	24-38	17-28	12-20	9-15	6-11	4-10	5,0-6,0
B	95-100	85-100	70-100	50-65	38-52	28-39	20-29	14-22	9-16	6-12	5,5-6,5
C	95-100	88-100	80-100	65-80	52-66	39-53	29-40	20-28	12-20	8-14	6,0-7,0
BT cát loại											
D	-	-	-	95-100	68-83	45-67	28-50	18-35	11-24	8-16	7,0-9,0
E	-	-	-	95-100	74-93	53-86	37-75	27-55	17-33	10-16	7,0-9,9
Thành phần hạt không liên tục											
Hạt nhỏ loại											
A	95-100	78-100	60-100	35-50	28-50	22-50	18-50	14-28	8-15	4-10	5,0-6,5
B	95-100	85-100	70-100	50-65	40-65	34-65	27-65	20-40	14-23	6-12	5,5-7,0

Thành phần hạt của hỗn hợp bê tông nguội (bảng 9-12)

Bảng 9-12

Dạng và loại hỗn hợp	Lượng lọt qua sàng, % ở các cỡ hạt, mm										Lượng bitum %
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0.14	0,07	
Hạt nhỏ loại											
B <sub>x</sub>	95-100	85-100	70-100	50-65	33-50	21-39	14-29	60-22	9-16	8-12	3,5-

$C_x$	95-100	88-100	80-100	50-60	39-49	29-38	22-31	22-31	16-22	12-17	8,5 4,0- 6,0
BT cát loại $D_x, E_x$	-	-	-	95-100	66-82	46-68	26-54	18-43	14-30	12-20	4,5- 6,5

Thành phần vật liệu khoáng trong bê tông asphalt thông thường gồm 3 loại: đá dăm, cát, bột khoáng với tỉ lệ là  $D, C, B\%$ .

Trong một số trường hợp để tăng chất lượng có thể cho thêm một phần đá mịn ( $M\%$ ).

Hỗn hợp vật liệu khoáng được lựa chọn có tổng tỉ lệ thành phần như sau:

$$D + C + B + M = 100\%$$

$$\text{hoặc } D + C + B = 100\% \text{ (không có đá mịn)}$$

*Lượng lọt qua sàng* của hỗn hợp vật liệu khoáng  $L_x$  được xác định theo

công thức sau: 
$$L_x = \frac{D_x}{100} D + \frac{M_x}{100} M + \frac{C_x}{100} C + \frac{B_x}{100} B$$

Trong đó:  $D_x, M_x, C_x$  và  $B_x$  – lượng lọt qua sàng kích thước  $x$  (mm) của đá, đá mịn, cát và bột đá.

*Xác định lượng đá dăm:* Tỉ lệ thành phần của đá dăm được xác định

theo công thức sau: 
$$D = \frac{A_x}{A_d} \cdot 100\%$$

Trong đó:  $A_x, A_d$  là lượng sót tích lũy tại cỡ hạt  $x$  của hỗn hợp hợp lý theo quy phạm và của đá dăm.

*Xác định lượng bột khoáng:* Tỉ lệ phần trăm của bột khoáng (có cỡ hạt  $< 0,071\text{mm}$ ) được xác định theo công thức sau (phần cát và đá mịn có cỡ hạt

$< 0,071\text{mm}$  cũng được coi là bột khoáng): 
$$B = \frac{Y_{0,071}}{B_{0,071}} \cdot 100\%$$

Trong đó:  $Y_{0,071}$  và  $B_{0,071}$  là lượng hạt nhỏ hơn  $0,071$  của hỗn hợp vật liệu hợp lý và của bột khoáng.

*Xác định lượng cát và đá mịn:*

Tổng tỉ lệ phần trăm của cát và đá mịn được tính như sau:

$$C + M = 100 - B - D$$

$$\text{Hoặc } C = 100 - B - D$$

Từ kết quả tính toán và thành phần vật liệu thực tế, tiến hành tính toán lại trị số  $L_x$  với tất cả các cỡ hạt. So sánh đường biểu diễn  $L_x$  với thành phần hạt khoáng vật hợp lý. Yêu cầu  $L_x$  phải phù hợp với giới hạn thành phần của

hỗn hợp hợp lý theo quy phạm. Nếu thành phần chọn được không hợp quy phạm thì có thể điều chỉnh lại các lượng vật liệu để có  $L_x$  hợp quy phạm.

*Xác định lượng bitum tối ưu:*

Lượng bitum tối ưu được tính toán theo chỉ tiêu độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng của các mẫu thí nghiệm bê tông asphalt và độ rỗng còn dư của bê tông asphalt theo quy định ở quy phạm.

Chuẩn bị các mẫu thí nghiệm từ hỗn hợp bê tông asphalt, trong đó lượng bitum dùng giảm đi 0,3-0,5% so với giới hạn dưới của các trị số trong bảng 9-11. Lượng bitum tối ưu được xác định theo công thức sau:

$$B = \frac{(V_k^o - V_k) \rho_b}{\rho_k}$$

Trong đó:  $V_k^o$  – độ rỗng vật liệu khoáng của mẫu thí nghiệm, %;

$\rho_k$  – khối lượng riêng của vật liệu khoáng,  $g/cm^3$

$V_k$  – trị số độ rỗng của bê tông asphalt theo quy phạm ở  $20^\circ C$ , %;

$\rho_b$  – khối lượng riêng của bitum ở  $20^\circ C$ ,  $g/cm^3$ .

*Kiểm tra trên các mẫu thí nghiệm*

Kết quả tính toán lượng bitum sẽ dùng để chế tạo ba mẫu thử và kiểm tra lại các tính năng cần thiết của bê tông asphalt. Nếu chỉ tiêu độ rỗng không đảm bảo các chỉ tiêu khác (ví dụ cường độ, độ ổn định nước) thì điều chỉnh lại thành phần vật liệu khoáng, chủ yếu là lượng bột khoáng. Sau đó tính lại lượng B và làm lại theo trình tự trên cho đến lúc đạt các yêu cầu quy định.

*Công nghệ chế tạo bê tông asphalt*

*Nguyên tắc chung*

Trong giai đoạn chuẩn bị, nguyên liệu đá dăm hay sỏi, cát cần được sấy khô và nung đến nhiệt độ phù hợp với độ nhớt của bitum. Bitum cần phải đun đến nhiệt độ thi công từ  $140-200^\circ C$  tùy theo độ quánh của bitum và loại bê tông asphalt (nóng, ấm...).

Việc trộn bê tông asphalt được tiến hành theo 2 giai đoạn:

Giai đoạn 1 (trộn khô). Đá dăm và cát nóng được trộn với bột khoáng (không nung nóng). Các hạt bột khoáng sẽ bọc bề mặt cát, đá để tăng độ hoạt tính bề mặt cho cốt liệu.

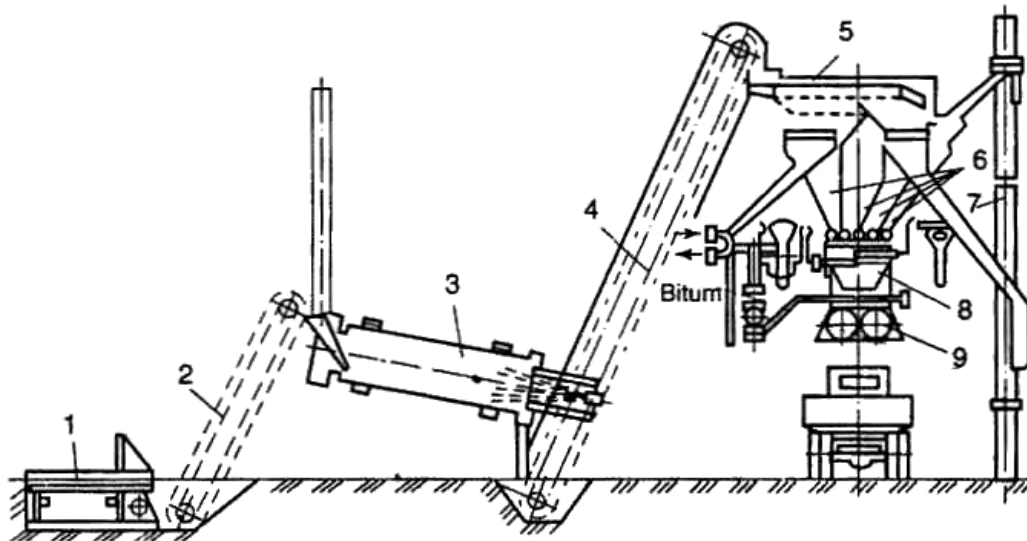
Giai đoạn 2. Trộn hỗn hợp khoáng với bitum đến nhiệt độ thi công trong thời gian qui định, với máy trộn tự do thời gian trộn khoảng 450-500 giây, với máy trộn cưỡng bức khoảng 150-150 giây tùy theo loại bê tông asphalt.

Việc vận chuyển và rải bê tông asphalt tại nơi thi công phải yêu cầu hỗn hợp có nhiệt độ thích hợp khi bắt đầu rải và đầm chắc. Để đảm bảo chất lượng lớp phủ bề mặt đường cần chế tạo bê tông ở những xưởng bê tông asphalt cố định.

### *Xưởng chế tạo bê tông asphalt*

Xưởng chế tạo bê tông asphalt bao gồm 4 bộ phận: phân xưởng đá dăm (sỏi) và cát, phân xưởng chế tạo bột đá, phân xưởng bitum và phân xưởng nhào trộn. Trong đó bộ phận nhào trộn là quan trọng nhất. Công việc nhào trộn được tiến hành tại các trạm trộn nóng (hình 9-8)

Cát và đá dăm đã được chuẩn bị trước (1) theo các số liệu và qui phạm được đưa vào thùng sấy (3) nhờ các máy vận chuyển vật liệu (2), trong thùng sấy nhiệt độ từ 200-220°C. Máy chuyên nóng (4) chuyển đá dăm và cát vào sàng chấn động (5). Những hạt đá và cát phù hợp với thành phần hạt qui định được chuyển vào thùng chứa (6). Bột khoáng được đưa vào thùng chứa nhờ thiết bị vận chuyển (7). Vật liệu khoáng được chuyển qua thiết bị định lượng (8) để xác định lượng vật liệu cho mẻ trộn và chuyển vào máy trộn (9). Hỗn hợp vật liệu khoáng được trộn khô trong thời gian 10-20 giây. Sau đó đưa bitum đã đun ở nhiệt độ cần thiết vào. Nâng nhiệt độ của toàn bộ hỗn hợp lên 150-170°C và trộn trong thời gian 60-80 giây cho đến khi nhận được hỗn hợp bê tông asphalt. Dùng ô tô chuyên dụng vận chuyển hỗn



**Hình 9-8:** Trạm trộn nóng.

hợp bê tông asphalt đến địa điểm thi công. Việc rải và đầm chắc bê tông asphalt tùy theo loại bê tông, yêu cầu lớp phủ mặt đường và thiết bị mà có những qui trình công nghệ riêng.

Ở Việt Nam hiện nay thường dùng các trạm trộn của Nga, Nhật, Mỹ. Các trạm trộn thường dùng máy trộn làm việc theo nguyên tắc trộn cưỡng bức và tự động điều khiển quá trình trộn.

## CHƯƠNG X MỘT SỐ LOẠI VẬT LIỆU KHÁC

### 10.1. Vật liệu đá nhân tạo không nung

#### 10.1.1. Gạch hoa xi măng lát nền

Gạch hoa xi măng lát nền là loại gạch dùng để lát trang trí các công trình xây dựng, sản xuất bằng phương pháp ép bán khô hỗn hợp gồm xi măng, cát vàng. Bề mặt gạch được phủ một lớp hồ xi măng trắng, bột màu và trang trí các loại hoa văn khác nhau.

Gạch hoa xi măng lát nền có dạng chủ yếu là hình vuông. Kích thước cơ bản của gạch và sai lệch kích thước được quy định như sau:

Chiều dài cạnh :  $200\text{mm} \pm 0,5\text{mm}$ .

Chiều dày : 16 mm; 18 mm và 20 mm.

Chiều lớp trang trí không nhỏ hơn 2,5 mm.

Ngoài hình dạng và kích thước trên có thể sản xuất gạch theo hình dạng và kích thước khác nhau nhưng sai lệch cũng phải theo đúng quy định này.

Bề mặt gạch phải phẳng nhẵn không có vết xước, các góc phải vuông, cạnh phải thẳng.

Theo TCVN 6065 :1995 gạch hoa xi măng phải đảm bảo các chỉ tiêu cơ lý sau:

- Độ mài mòn lớp mặt không lớn hơn  $0,45\text{g}/\text{cm}^2$ .
- Độ hút nước không lớn hơn 10%.
- Độ chịu lực va đập xung kích không nhỏ hơn 25 lần.
- Tải trọng uốn gãy toàn viên không nhỏ hơn 100 daN/viên.
- Đạt độ cứng lớp bề mặt gạch.

Gạch được bảo quản trong kho có mái che, giữ ẩm không quá 5 ngày và xuất xưởng không sớm hơn 10 ngày, kể từ ngày sản xuất.

Khi vận chuyển sản phẩm được xếp đứng thành các hàng, mặt chính của 2 viên ép vào nhau và xếp cao không quá 3 hàng gạch. Các đầu dây gạch được chèn chặt, tránh xước, sứt, vỡ.

#### 10.1.2. Gạch lát granito

Gạch lát granito là loại gạch dùng để lát (hoặc ốp) hoàn thiện công trình xây dựng, được sản xuất bằng cách ép bán khô hỗn hợp phối liệu bao gồm xi măng, cát vàng, hạt đá hoa, bột đá và bột màu.

Gạch lát granito thường có dạng hình vuông, kích thước và sai lệch được quy định như sau :

Chiều dài cạnh :  $400\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ;  $300\text{mm} \pm 1\text{mm}$

Chiều dày :  $23\text{mm} \pm 1,5\text{mm}$ .

Ngoài các hình dạng và kích thước cơ bản trên gạch granito cũng có thể được sản xuất theo các hình dạng kích thước khác nhưng sai lệch kích thước cũng phải tuân theo đúng quy định này.



Bề mặt sản phẩm phải phẳng nhẵn, màu sắc hài hòa, có độ bóng phản ánh được hình dạng vật thể đặt trên nó bề mặt. Hạt đá nổi lên trên bề mặt mài nhẵn được phân bố đồng đều.

Các góc của viên gạch phải vuông, các cạnh phải thẳng.

Theo TCVN 6074 :1995 gạch lát granito phải đảm bảo các chỉ tiêu cơ lý sau :

- Độ mài mòn lớp mặt không lớn hơn  $0,45\text{g/cm}^2$ .
- Độ chịu lực va đập xung kích không nhỏ hơn 20 lần.
- Đạt độ cứng lớp bề mặt gạch.

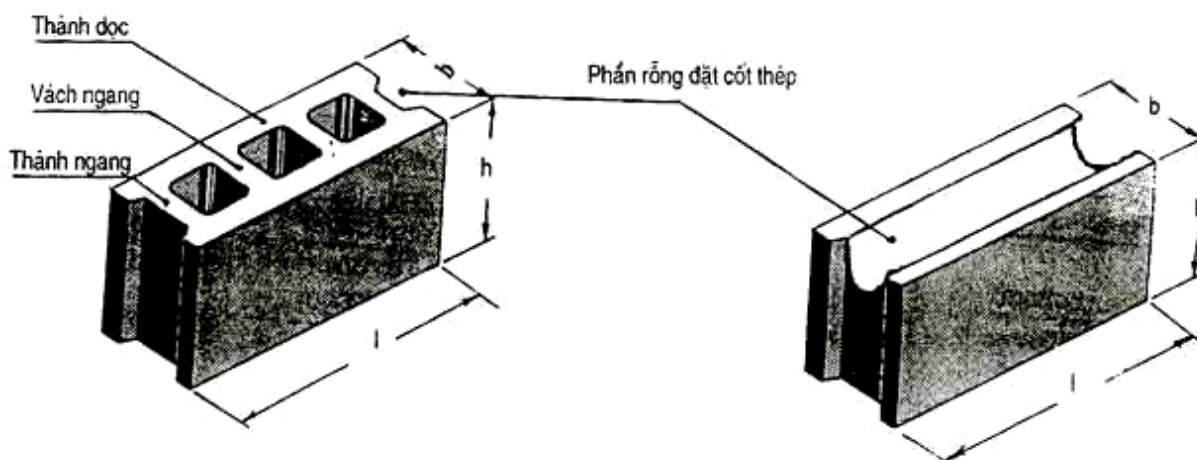
Sản phẩm được bảo quản trong kho có và không đọng nước, sản phẩm được xếp riêng từng loại theo kích thước, màu sắc và xếp đứng thành từng dãy mặt nhẵn áp vào nhau, chiều cao không lớn hơn 1,6 m.

Khi vận chuyển sản phẩm phải được chèn chặt bằng vật liệu mềm để tránh sứt, vỡ.

### 10.1.3. Gạch bloc bê tông

#### **Khái niệm:**

Gạch bloc bê tông (hình 10-1) là loại gạch được sản xuất theo phương pháp rùn ép từ hỗn hợp bê tông cứng, thường dùng để xây tường cho các công trình xây dựng.



Hình 10-1: Một số hình dạng gạch bloc bê tông

#### **Phân loại:**

Gạch bloc bê tông được phân loại như sau:

Theo kích thước:

- Gạch tiêu chuẩn (TC): có kích thước cơ bản theo bảng 10-1.
- Gạch dị hình (DH): có kích thước khác kích thước cơ bản, dùng để hoàn chỉnh khối xây (gạch nửa, gạch xây góc, gạch có phần rỗng đặt cốt thép).

Theo mục đích trang trí:

- Gạch thường (T): bề mặt có màu sắc tự nhiên của bê tông.
- Gạch trang trí (TT): có thêm lớp nhẵn bóng hoặc nhám sùi với màu sắc trang trí khác nhau.

**Bảng 10-1**

Chiều dài, l (mm)	Chiều rộng, b (mm)	Chiều cao, h (mm)
400	220	200
400	200	200
400	150	200
400	100	200
390	220	190
390	190	190
390	150	190
390	100	190

***Yêu cầu kỹ thuật:***

Lỗ rỗng của viên gạch có thể xuyên suốt hoặc không xuyên suốt.

Độ rỗng viên gạch không lớn hơn 65% và khối lượng viên gạch không lớn hơn 20kg.

Màu sắc của gạch trang trí trong cùng một lô phải đồng đều.

Khuyết tật ngoại quan cho phép được quy định theo bảng 10-2.

**Bảng 10-2**

Tên khuyết tật	Mức cho phép	
	Gạch thường	Gạch trang trí
1. Độ cong vênh trên bề mặt viên gạch, mm, không lớn hơn	3	1
2. Số vết nứt vỡ các góc, cạnh sâu từ 5-10 mm, dài từ 10-15mm, không lớn hơn	4	2
3. Số vết nứt có chiều dài không quá 20mm, không lớn hơn	1	0

Độ dày của các thành, vách viên gạch không nhỏ hơn các giá trị trong bảng 10-3.

**Bảng 10-3**

Chiều rộng, b (mm)	Thành dọc, không nhỏ hơn (mm)	Thành ngang, vách ngang, không nhỏ hơn (mm)
100	20	20
150	25	25
190	30	25
200	30	25
220	30	25

Theo cường độ nén, gạch bloc được sản xuất theo các mác: M35, M50, M75, M100, M150, M200.

Các chỉ tiêu cơ lý được quy định ở bảng 10-4.

**Bảng 10-4**

Mác gạch	Cường độ nén toàn viên, N/mm <sup>2</sup> (kG/cm <sup>2</sup> ), không nhỏ hơn	Độ hút nước, %, không nhỏ hơn
M35	3,5 (35)	-
M50	5,0 (50)	-
M75	7,5 (75)	10
M100	10,0 (100)	10
M150	15,0 (150)	8
M200	20,0 (200)	8

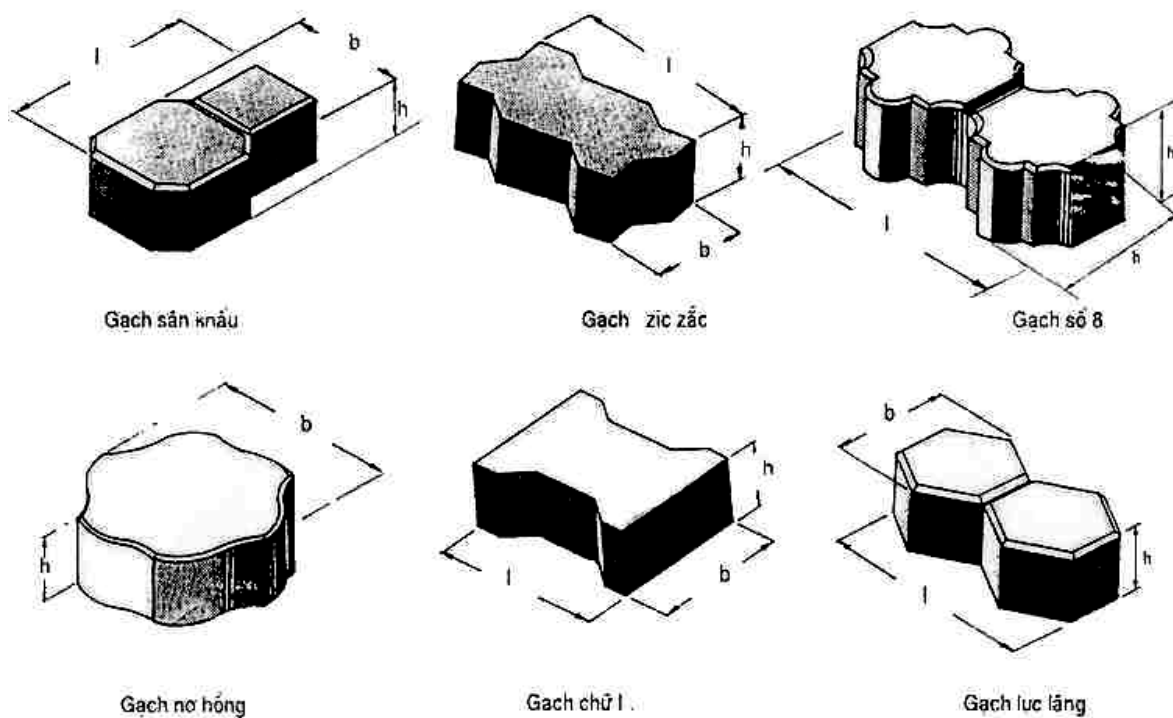
Khi bảo quản gạch được xếp thành kiêu, ngay ngắn theo từng lô.

Khi vận chuyển có thể sử dụng mọi phương tiện, trong quá trình vận chuyển gạch phải được chèn chặt để không bị sút vỡ. Không ném, đổ đống khi vận chuyển.

#### 10.1.4. Gạch bê tông tự chèn

Gạch bê tông tự chèn là loại gạch được sản xuất theo phương pháp rung ép từ hỗn hợp bê tông cứng. Loại gạch này được dùng để lát vỉa hè, đường phố, sân bãi, quảng trường...

Gạch bê tông tự chèn có hình dáng rất đa dạng. Một số hình dáng và tên gọi thông dụng quy định theo TCVN 6476 :1999 (hình 10-2).



**Hình 10-2:** Hình dáng và tên gọi của một số loại gạch bê tông tự chèn phổ biến

Kích thước và sai lệch kích thước được quy định theo TCVN6476:1999 (bảng 10-5)

**Bảng 10-5**

Kích thước	Mức	Sai lệch cho phép
Chiều dài, l, không lớn hơn	280	62
Chiều rộng, b	-	62
Chiều dày, h	60-140	63

Ký hiệu quy ước cho bê tông tự chèn được ghi theo thứ tự: tên theo hình dáng - mác gạch - chiều cao - số hiệu tiêu chuẩn. Ví dụ: ký hiệu quy ước gạch lục lăng, mác 300, chiều cao 60mm là:

Gạch bê tông tự chèn - Lục lăng M300-60 TCVN 6476 : 1999.

Gạch sản xuất ra có thể có hoặc không có màu trang trí. Đối với gạch có màu trang trí, độ dày lớp trang trí không nhỏ hơn 7mm và đồng đều trong lô.

Khuyết tật ngoại quan cho phép như sau:

- Độ cong vênh, vết lõm ở mặt viên gạch không lớn hơn 1mm.
- Số vết nứt vỡ các góc, cạnh, sâu từ 2 đến 4 mm, dài từ 5 đến 10mm, không lớn hơn 2 vết.
- Số vết nứt có chiều dài không quá 20mm, không lớn hơn 1 vết.

Theo cường độ nén, gạch bê tông tự chèn được sản xuất theo các mác sau: M200; M300; M400; M500; M600.

Các chỉ tiêu cơ lý được quy định ở bảng 10-6.

**Bảng 10-6**

Mác gạch	Cường độ nén, N/mm <sup>2</sup> (kG/cm <sup>2</sup> ), không nhỏ hơn	Độ hút nước, %, không lớn hơn	Độ mài mòn, g/cm <sup>2</sup> , không lớn hơn
M200	20 (200)	10	0,5
M300	30 (300)	8	0,5
M400	40 (400)	8	0,5
M500	50 (500)	6	0,5
M600	60 (600)	6	0,5

Khi bảo quản gạch được xếp ngay ngắn theo từng lô.

Khi vận chuyển có thể sử dụng mọi phương tiện, trong quá trình vận chuyển gạch phải được chèn chặt để gạch không bị sứt vỡ.

### 10.1.5. Bê tông và gạch canxi silicat

Bê tông silicat là loại vật liệu đá nhân tạo được sản xuất từ nguyên liệu bao gồm vôi, cát, cốt liệu đặc hoặc cốt liệu rỗng, sau khi tạo hình sản phẩm được làm rắn chắc trong thiết bị octocla.

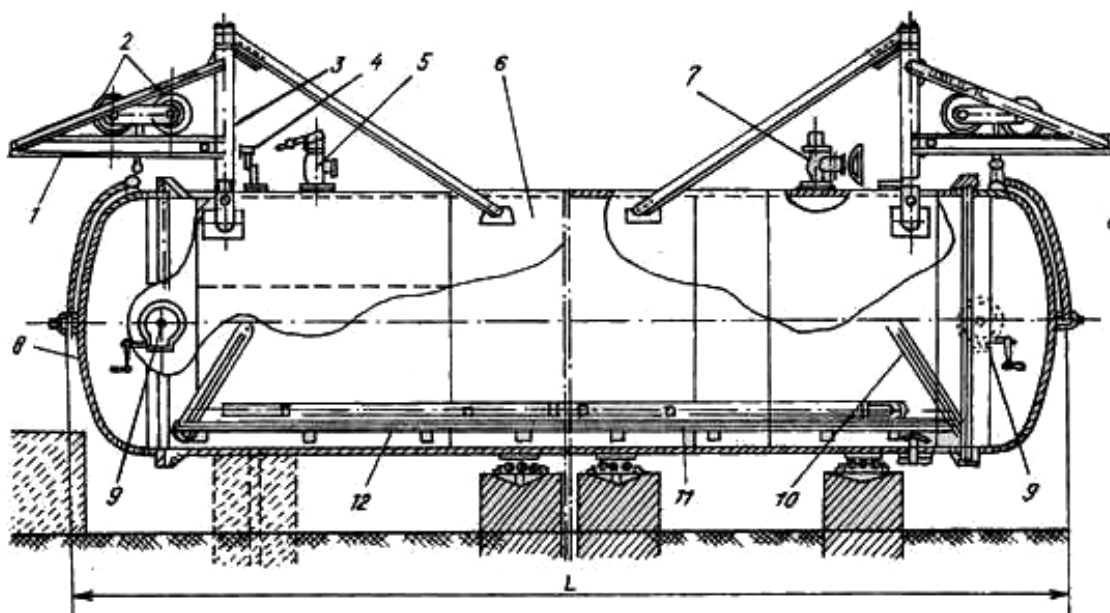
Cũng như bê tông xi măng có loại bê tông silicat nặng (cốt liệu là cát và đá hoặc cát và hỗn hợp cát, sỏi), bê tông silicat nhẹ (cốt liệu rỗng là keramzit, peclit, agloporit v.v...) và loại tổ ong.

Cường độ của bê tông silicat dùng chất kết dính vôi-cát (có thể thay cát bằng tro nhiệt điện, xỉ lò cao nghiền) phụ thuộc vào độ hoạt tính của vôi, tỷ lệ CaO/SiO<sub>2</sub>, độ mịn của cát nghiền và quá trình gia công trong octocla.

Bê tông silicat nặng có khối lượng thể tích 1800 - 2500 kg/m<sup>3</sup>, mác từ 18 - 80 (kG/cm<sup>2</sup>), được sử dụng để chế tạo các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép lắp ghép, kể cả bê tông ứng suất trước.

### **Gạch canxisilicat**

Gạch canxisilicat là loại gạch dùng để xây các kết cấu móng, tường cột ở những nơi khô ráo có nhiệt độ thường, sản xuất bằng cách ép bán khô hỗn hợp phối liệu bao gồm cát thiên nhiên với vôi và được làm cứng rắn trong thiết bị Ôtôcla (hình 10-3) với nhiệt độ cao và áp suất lớn.



**Hình 10-3:** Thiết bị Otocla

1. Thanh treo; 2. Xe tời; 3. Thanh đứng; 4. Áp kế; 5. Van an toàn; 6. Ống kim loại;  
7. Ống nối có van; 8. Nắp; 9. Tời kéo; 10. Cầu ray; 11. Ống dẫn hơi; 12. Đường ray

Theo TCVN 2118:1994 gạch canxisilicat phải có dạng hình hộp chữ nhật, kích thước và sai lệch kích thước viên gạch được quy định như sau :

Dài 220 mm ± 4 mm.

Rộng 105 mm ± 3 mm.

Dày 60 mm ± 3 mm.

Gạch phải đảm bảo vuông thành sắc cạnh.

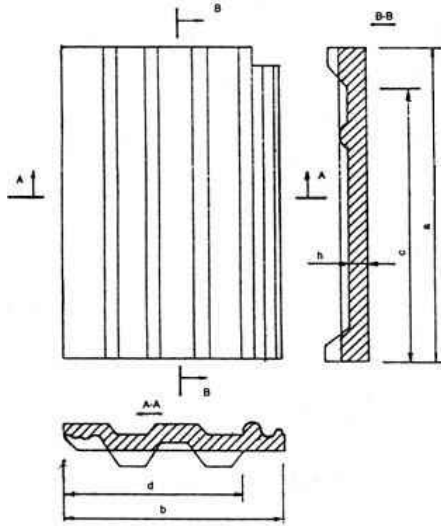
Khối lượng gạch canxisilicat ở trạng thái khô không nhỏ hơn 1650 kg/m<sup>3</sup>.

Độ hút nước của gạch từ 6 - 18%.

Tùy theo mác gạch, độ bền uốn, nén không nhỏ hơn giới hạn quy định ở bảng 10-7.

**Bảng 10-7**

Mác gạch	Độ bền nén, N/mm <sup>2</sup>		Độ bền uốn, N/mm <sup>2</sup>	
	Trung bình của 5 mẫu	Nhỏ nhất của từng mẫu	Trung bình của 5 mẫu	Nhỏ nhất của từng mẫu
20	20	15	3,2	2,4
15	15	12,5	2,7	2,0
10	10	7,5	2.0	1,5



Hình 10-4: Ngói lợp có rãnh

Gạch phải được xếp thành từng kiểu ngay ngắn theo từng kiểu, mác.

Không được quăng ném và đổ đống gạch khi bốc dỡ và bảo quản.

### 10.1.6. Ngói xi măng cát

Ngói xi măng là loại sản phẩm được chế tạo bằng cách ép bán khô hỗn hợp bao gồm xi măng và cát, dùng để lợp mái nhà.

Theo TCVN 1453:1998 các kiểu và kích thước cơ bản của ngói xi măng cát được nêu trên các hình vẽ 10-4; 10-5; 10-6 và bảng 10-8; 10-9.

Kích thước của ngói xi măng cát dùng để lợp

Bảng 10-8

Kiểu ngói	Kích thước đủ, mm				Kích thước có ích, mm				Chiều dày H, mm	
	Chiều dài a		Chiều rộng b		Chiều dài a		Chiều rộng b		Danh nghĩa	Sai lệch cho phép
	Danh nghĩa	Sai lệch cho phép	Danh nghĩa	Sai lệch cho phép	Danh nghĩa	Sai lệch cho phép	Danh nghĩa	Sai lệch cho phép		
Ngói lợp có rãnh	380	± 5	240	± 3	330	± 3	200	± 3	12	± 2

Kích thước của ngói xi măng cát dùng để úp nóc

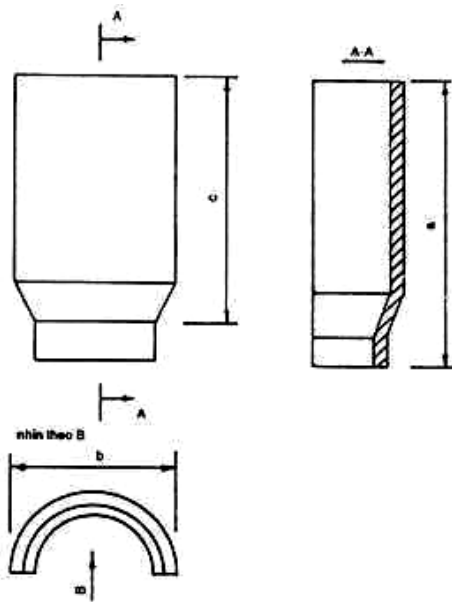
Bảng 10-9

Kiểu ngói	Kích thước đủ			Kích thước có ích			
	Chiều dài a		Chiều rộng	Chiều dài c		Chiều rộng d	
	Danh nghĩa	Sai lệch cho phép		Danh nghĩa	Sai lệch cho phép	Danh nghĩa	Sai lệch cho phép
-Ngói úp nóc hình bán nguyệt	380	± 5	Không quy định	330	± 5	200	± 3
-Ngói úp nóc hình tam giác	380	± 5	Không quy định	330	± 5	200	± 3

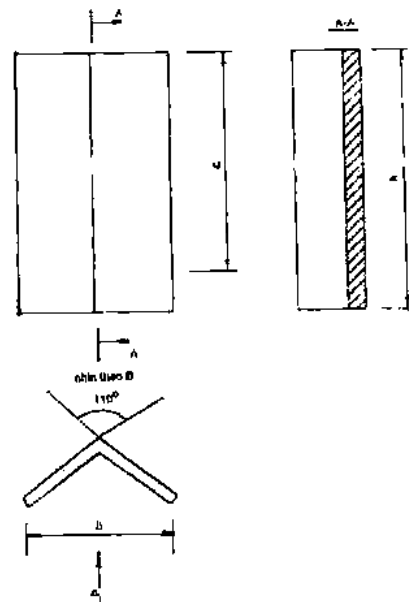
Theo TCVN 1453:1998 ngói có thể có màu trên toàn bộ chiều dày hay chỉ trên bề mặt ngói.

Ngói trong cùng một lô phải có màu sắc đồng đều. Mỗi viên ngói phải có bề mặt nhẵn, mép phẳng và không được nứt.

Đối với ngói đóng rắn trong điều kiện không khí ẩm thì tải trọng uốn gãy của viên ngói ở trạng thái khô không khí ở tuổi 28 ngày đêm không nhỏ hơn 450N. Chỉ tiêu này không quy định đối với ngói úp nóc.



Hình 10-5 : Ngói úp nóc hình bán nguyệt



Hình 10-6 : Ngói úp nóc hình tam giác .

Khối lượng  $1\text{m}^2$  mái lợp ở trạng thái bão hòa nước không lớn hơn 50 kg, đối với ngói úp nóc không lớn hơn 8 kg/m.

Thời gian xuyên nước của ngói xi măng cát không sớm hơn 60 phút.

Khi lưu kho, ngói phải được xếp ngay ngắn và nghiêng theo dài thành từng chồng. Mỗi chồng ngói không được xếp quá 7 hàng.

Khi vận chuyển, ngói được xếp ngay ngắn sát vào nhau và được lèn chặt bằng vật liệu mềm như rơm, rạ...

## 10.2. Vật liệu thủy tinh

### 10.2.1. Khái niệm

Thủy tinh là một loại dung dịch rắn ở dạng vô định hình nhận được bằng cách làm quá nguội khối silicat nóng chảy. Để sản xuất thủy tinh người ta dùng cát thạch anh hạt nhỏ tinh khiết, xôđa ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ),  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , đolômit, đá phấn và các phụ gia như  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,...

Về thành phần hóa học thủy tinh xây dựng gồm 75 - 80%  $\text{SiO}_2$ .

### 10.2.2. Nguyên tắc chế tạo

Nguyên liệu để chế tạo kính là cát thạch anh, đá vôi, xôđa và sunfat natri. Nguyên liệu được nấu trong các lò nấu thủy tinh cho đến nhiệt độ  $1500^\circ\text{C}$ .

Nhiệt độ  $800 - 900^\circ\text{C}$  là nhiệt độ hình thành silicat ở nhiệt độ  $1150 - 1200^\circ\text{C}$  khối thủy tinh trở thành trong suốt nhưng vẫn còn chứa nhiều bọt khí, việc tách bọt khí kết thúc ở  $1400 - 1500^\circ\text{C}$ . Cuối giai đoạn này khối thủy tinh hoàn toàn tách hết khí và nó trở thành đồng nhất. Để có độ dẻo tạo hình cần thiết cần phải hạ nhiệt độ xuống đến  $200 - 300^\circ\text{C}$ . Độ dẻo của khối thủy tinh phụ thuộc vào thành phần hóa học của nó. Các oxit  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  làm tăng độ dẻo, còn các oxit  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$  thì ngược lại, làm giảm độ dẻo.

Việc chuyển từ trạng thái lỏng sang trạng thái thủy tinh (rắn) là một quá trình thuận nghịch. Khi để trong không khí và ở nhiệt độ cao cấu trúc vô định hình của một số loại thủy tinh có thể chuyển sang kết tinh.

### 10.2.3. Tính chất cơ bản

*Tính ổn định hóa học:* Kính có độ bền hóa học cao. Độ bền hóa học phụ thuộc vào thành phần của kính. Các oxit kiềm càng ít thì độ bền hóa học của nó càng cao.

*Tính chất quang học* là tính chất cơ bản của kính. Kính silicat thường cho tất cả những phần quang phổ nhìn thấy được đi qua và thực tế không cho tia tử ngoại và hồng ngoại đi qua. Khi thay đổi thành phần và màu sắc của kính có thể điều chỉnh được mức độ cho ánh sáng xuyên qua.

*Khối lượng riêng* của kính thường là  $2500\text{kg/m}^3$ . Khi tăng hàm lượng oxit chì thì khối lượng riêng có thể lên đến  $6000\text{kg/m}^3$ .

*Cường độ chịu lực:* Kính có *cường độ nén* cao ( $700 - 1000\text{kG/cm}^2$ ). Cường độ kéo thấp ( $35-85\text{kG/cm}^2$ ) độ cứng của kính silicat thường 5 - 7. Kính giòn (cường độ uốn, va đập khoảng  $0,2\text{ kG/cm}^2$ ).

*Độ dẫn nhiệt* của kính thường khi nhiệt độ nhỏ hơn  $100^\circ\text{C}$  là  $0,34 - 0,71\text{ kCal/m}^\circ\text{C.h}$ . Kính thạch anh có độ dẫn nhiệt lớn nhất ( $1,16\text{ kCal/m}^\circ\text{C.h}$ ). Kính chứa nhiều oxit kiềm có độ dẫn nhiệt nhỏ.

Kính có khả năng cho *gia công cơ học*. Cưa cắt được bằng dao có đầu kim cương, mài nhẵn, đánh bóng được. Ở trạng thái dẻo (khi nhiệt độ  $800 - 1000^\circ\text{C}$ ) có thể tạo hình, thổi, kéo thành tấm, ống, sợi.

### 10.2.4. Các loại kính phẳng

Kính phẳng dùng để làm kính cửa sổ, cửa đi, mặt kính các quầy trưng bày, để hoàn thiện bên trong và bên ngoài nhà. Bên cạnh kính thường người ta còn chế tạo những loại kính phẳng đặc biệt như kính hút nhiệt, kính có cốt, kính tôi, kính trang trí nghệ thuật, v.v... Kính làm cửa có 3 loại với 6 chiều dày khác nhau: 2; 2,5; 3; 4; 5 và 6 mm. Khi chiều dày của kính tăng thì khả năng xuyên sáng của kính giảm.

*Kính dùng để trưng bày* được chế tạo bằng cách đánh bóng hoặc không đánh bóng với kích thước  $3,4 \times 4,5\text{ m}$  và chiều dày 5 - 12 mm, trong xây dựng còn dùng cả kính cường độ cao như kính tôi và kính có cốt. Để chế tạo những loại kính có các tính chất đặc biệt trong quá trình sản xuất người ta có thể cho thêm các oxit kim loại hoặc phủ trên mặt kính những màng kim loại, màng oxit hoặc màng bột màu. Để lớp phủ đồng nhất, quá trình phải được thực hiện trong môi trường chân không. Bằng những biện pháp đó có thể tạo cho kính khả năng phản quang hoặc các tính chất trang trí thích hợp. Kính phản quang dùng để giảm sự đốt nóng của ánh sáng mặt trời hoặc để điều hòa ánh sáng.

*Kính tôi* được chế tạo bằng cách nung kính thường đến nhiệt độ tôi ( $540 - 650^\circ\text{C}$ ) rồi làm nguội nhanh và đều. Làm như vậy thì nội ứng suất sẽ phân bố đều đặn trong kính đồng thời cường độ va đập và cường độ chịu uốn của kính tăng lên khá nhiều so với kính thường. Kính tôi được sử dụng rộng rãi để lắp



cho các quầy trưng bày, quầy hàng, để chế tạo cửa kính, để che chắn cầu thang, ban công, v.v..

*Kính có cốt* là loại kính được gia cường bằng lưới kim loại chế tạo từ những sợi thép đã được ủ nhiệt và mạ crom hoặc niken. Do bị ép chặt trong kính nên lưới kim loại sẽ đóng vai trò là bộ khung có tác dụng giữ chặt những mảnh kính vụn khi nó vỡ nên tránh được nguy hiểm. Kính có cốt được dùng làm các kết cấu mái lấy ánh sáng.

*Kính hút nhiệt* (giữ nhiệt) về thành phần khác với kính thường ở chỗ có chứa các oxit sắt, coban và niken, nhờ đó mà có màu xanh nhạt. Kính hút nhiệt giữ được 70 -75% tia hồng ngoại (2 - 3 lần lớn hơn kính thường). Do sự hút nhiệt lớn nên nhiệt độ và biến dạng nhiệt của kính tăng lên đáng kể. Vì vậy khi lắp kính cần phải chừa khe hở cần thiết giữa khung và kính.

*Kính bền nhiệt* là tấm borosilicat có chứa các oxit chì và oxit liti, v.v... Loại kính này có thể chịu được độ chênh nhiệt độ đến 200°C và được sử dụng để chế tạo các chi tiết bền nhiệt của máy móc.

### 10.2.5. Một số sản phẩm thủy tinh dùng trong xây dựng

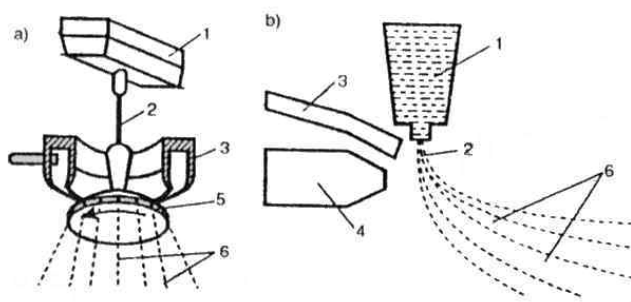
*Blôc* thủy tinh rỗng có khả năng tán xạ ánh sáng lớn, còn những ô cửa sổ, vách ngăn chế tạo từ blôc có tính chất cách nhiệt và cách âm tốt. Blôc thủy tinh thường gồm hai nửa gắn lại với nhau, ở giữa rỗng, dạng phổ biến nhất của blôc thủy tinh là dạng có vân khía ở bên trong. Tính chất của blôc thủy tinh rỗng: độ xuyên sáng không nhỏ hơn 65%, hệ số dẫn nhiệt 0,34kCal/m.°C.h.

Ngoài blôc thông thường người ta còn sản xuất các blôc màu, blôc hai ngăn (cách nhiệt) và blôc hướng ánh sáng.

*Sợi thủy tinh* dùng trong sản xuất vật liệu tổ hợp ở dạng chỉ dài, vải, cuộn xơ, sợi ngắn và bông thủy tinh. Đường kính sợi 5-15μm. Cường độ chịu kéo đạt tới 4000kG/cm<sup>2</sup>. Sợi dài được chế tạo từ dung dịch chảy lỏng bằng phương pháp kéo từ khuôn kéo của bể nấu chảy hoặc bằng cách quẩn. Loại sợi ngắn được sản xuất bằng phương pháp ly tâm hoặc bằng phương pháp thổi (hình 10-7).

Loại sợi dài dùng để sản xuất chỉ và vải thủy tinh. Chỉ thủy tinh được sử dụng trong sản xuất ống chất dẻo thủy tinh và các bể chứa bằng cách quấn xung quanh bằng những cái trục tương ứng.

Vải thủy tinh dùng để chế tạo tectolit thủy tinh với chất kết dính polime, trong xây dựng để bảo vệ nhiệt cho đường ống dẫn sợi thủy tinh ngắn được chế tạo bằng cách cắt những sợi dài và dùng để nâng cao cường độ cho các sản



**Hình 10-7:** Chế tạo sợi thủy tinh bằng phương pháp ly tâm (a) và phương pháp thổi (b)  
 1. Bể chứa dung dịch chảy lỏng; 2. Tia chất chảy lỏng;  
 3. Bộ phận tăng nhiệt;  
 4. Ống nối để chuyển không khí nén hoặc hơi nén;  
 5. Bộ phận ly tâm; 6. Sợi thủy tinh.

phẩm với chất kết dính vô cơ cũng như để sản xuất các tấm chất dẻo thủy tinh trong, dùng cho mái và panel 3 lớp.

*Thủy tinh xếp lớp* bao gồm hai hoặc ba tấm thủy tinh xen giữa là lớp đệm không khí bị bịt kín. Vì vậy kính lắp bằng sản phẩm này có khả năng cách nhiệt và cách âm tốt, không bị đọng sương, không phải lau chùi lớp bên trong. Tùy theo công dụng mà sản phẩm thủy tinh xếp lớp có thể được chế tạo từ kính cửa, kính tời, kính phản quang hoặc các loại kính khác.

*Ống thủy tinh* trong nhiều trường hợp (chẳng hạn trong môi trường ăn mòn hóa học) tỏ ra hiệu quả hơn ống kim loại. Chúng có tính ổn định hóa học cao, bề mặt nhẵn, trong suốt và vệ sinh. Nhờ đó ống thủy tinh được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp hóa học. Nhược điểm chính của ống là giòn, chịu uốn và va đập kém, tính ổn định nhiệt không cao (khoảng 40<sup>0</sup>C). Hiện nay người ta đã sản xuất được các ống bền nhiệt với hệ số nở nhiệt thấp từ thủy tinh borosilicat.

### **10.3. Vật liệu sơn**

#### **10.3.1. Khái niệm**

Vật liệu sơn là vật liệu có nguồn gốc thiên nhiên và nhân tạo được tổng hợp ở dạng lỏng dùng để quét những lớp mỏng lên bề mặt sản phẩm nhằm chống rỉ cho kim loại, chống ẩm và phòng mục cho gỗ, bảo vệ các thiết bị, chống tác dụng phá hoại của hóa chất, đảm bảo điều kiện vệ sinh, trang trí cho nhà và đồ dùng.

Để đảm bảo tuổi thọ và chất lượng trang trí cao, sơn cần phải thỏa mãn các yêu cầu chính sau: Sơn phải mau khô (không muộn hơn 24 giờ sau khi sơn), có tính co giãn tốt, có độ bền cơ học cao, chịu được va chạm, bền thời tiết, có tính bám dính cao vào vật liệu cần sơn, có mặt nhẵn bóng, màu sắc phù hợp. Ngoài ra sơn cũng cần phải có độ cách điện, cách âm, chịu ẩm ướt, không ngấm nước, bền nhiệt và bền hóa học, đảm bảo điều kiện vệ sinh ...

Vật liệu sơn được phân ra: sơn, vecni và các loại vật liệu phụ.

Sơn dùng để tạo ra lớp màu không trong suốt có tác dụng bảo vệ và trang trí.

Vec ni để tạo ra lớp phủ trang trí trong suốt trên bề mặt sơn.

Vật liệu phụ gồm ma tít bồi mặt, sơn lót, ma tít gấn... để chuẩn bị bề mặt sơn.

#### **10.3.2. Thành phần của sơn**

Thành phần của sơn gồm có chất kết dính, chất tạo màu, chất độn, dung môi, chất làm khô, chất phụ gia loãng.

*Chất kết dính*

Chất kết dính là thành phần chủ yếu của sơn, nó quyết định độ quánh, cường độ, độ cứng và tuổi thọ của sơn.

Chất kết dính trong sơn thường là: polime (trong sơn polime, sơn men). Cao su (trong sơn cao su), dầu (trong sơn dầu), keo động vật (trong sơn dính), chất kết dính vô cơ (trong sơn vôi, sơn xi măng, sơn silicat).

*Chất tạo màu*

Chất tạo màu là những chất vô cơ hoặc hữu cơ, không tan hoặc tan ít trong nước và tan cả trong dung môi hữu cơ.

Mỗi chất tạo màu có một màu sắc riêng và tính chất nhất định. Bột khoáng màu thiên nhiên thường là đá phấn trắng, đất son khô màu vàng, minium sắt ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ ) màu nâu hồng, than chì xám, v.v...

Bột khoáng màu nhân tạo nhận được bằng cách gia công hóa học các nguyên liệu khoáng. Bao gồm: Bột oxit titan màu trắng, bột kẽm trắng, bột kẽm khô màu vàng, oxit Crôm ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) màu xanh, v.v...

Chất tạo màu hữu cơ là những chất tổng hợp có nguồn gốc hữu cơ màu tinh khiết, có khả năng tạo màu cao, không tan hoặc ít tan trong nước và dung môi khác, tính ổn định kiềm, ổn định ánh sáng của loại chất tạo màu này kém.

#### *Chất độn*

Chất độn là những chất vô cơ không tan trong nước, đa số là màu trắng, pha vào sơn nhằm tiết kiệm chất tạo màu và để tạo cho sơn những tính chất khác nhau. Chất độn thường là cao lanh, bột tan, cát, bụi thạch anh, bột và sợi amiăng.

#### *Dung môi*

Dung môi là một chất lỏng, dùng để pha vào sơn, tạo cho sơn có nồng độ thi công. Dầu thông, dung môi than đá, siphon trắng, etxăng thường được sử dụng làm dung môi cho sơn. Nước là dung môi cho sơn dính dạng nhũ tương.

#### *Chất làm khô*

Chất làm khô dùng để tăng nhanh quá trình khô cứng (đóng rắn) cho sơn hoặc vecni. Chất làm khô thường được sử dụng 5 - 8% trong sơn và đến 10% trong vecni. Trong sơn xây dựng hay dùng dung dịch muối chì - mangan của axit naftalen làm chất làm khô.

#### *Chất pha loãng*

Chất pha loãng dùng để pha loãng sơn đặc hoặc sơn vô cơ khô. Khác với dung môi, chất pha loãng luôn chứa một lượng cần thiết chất tạo màng để tạo ra cho màng sơn có chất lượng cao.

### **10.3.3. Các loại sơn**

#### *Sơn dầu*

Sơn dầu là hỗn hợp của chất tạo màu, chất độn được nghiền mịn trong máy nghiền cùng với dầu thực vật. Sơn dầu được sản xuất ở hai dạng: Đặc (trước khi sử dụng phải dùng dầu pha loãng đến độ đặc thi công) và loãng. Sơn đặc chứa 12 - 25% còn sơn loãng chứa 30 - 35% dầu (so với khối lượng chất tạo màu).

Chất lượng của sơn dầu được đánh giá bằng hàm lượng chất tạo màu và dầu sơn. Vì vậy dầu sơn thường được chiết tách kỹ. Độ khô hoàn toàn của sơn dầu ở nhiệt độ từ 18 - 23<sup>0</sup>C phải không được lớn quá 24 giờ. Thời gian khô của sơn dầu đen khoảng 24 giờ.

Sơn dầu là loại sơn phổ biến ở nước ta, được dùng để sơn kim loại, gỗ, vữa và bê tông.

#### *Sơn men*

Sơn men là huyền phù chất tạo màu vô cơ hoặc hữu cơ với vecni tổng hợp hoặc vecni dầu. Sơn men chứa nhiều chất kết dính nên mặt sơn dễ bong.

Sơn men có độ bền ánh sáng và chống mài mòn tốt, mau khô. Chúng được dùng để sơn kim loại, gỗ, bê tông, mặt vữa ở phía trong và phía ngoài nhà. Sơn men ankit, epôxit và ure - fomaldêhytankin là những loại sơn phổ biến hiện nay.

*Sơn ankin* là huyền phù của chất tạo màu phân tán mịn trong vecni gliptan, pentaftalat và các loại vecni khác có pha thêm dung môi và chất làm khô. Trong nhóm sơn ankin gồm có nhiều loại sơn với tính ổn định nước, chống tác dụng của kiềm, độ bền và tuổi thọ khác nhau.

*Sơn epoxit* là loại huyền phù chất tạo màu trong dung dịch epoxit. Chúng có độ bền hóa học, bền nước cao, dùng để chống ăn mòn cho kim loại và gỗ. Huyền phù của chất tạo màu trong nhựa ure - fomaldêhyt tạo ra sơn cacbamat, có độ bền nước cao dùng để sơn phủ ngoài trang thiết bị.

#### *Sơn pha nước và nhựa bay hơi trên nền khoáng chất*

Trong nhóm này có sơn polime - xi măng, sơn nhũ tương, các loại sơn và sơn men có nhựa bay hơi. Chúng là hỗn hợp của chất kết dính vô cơ, bột màu với các chất phụ gia được hòa vào trong nước đến độ đặc thi công. Loại sơn này bền kiềm và bền ánh sáng.

Theo dạng chất kết dính, sơn trên nền khoáng chất được chia ra: sơn vôi, sơn silicat, sơn xi măng.

*Sơn vôi* gồm có vôi, bột màu clorua natri, clorua canxi cũng như stiorat canxi hoặc muối canxi, axit, dầu lanh. Sơn vôi dùng để sơn tường gạch, bê tông và vữa cho mặt chính và bên trong nhà.

*Sơn silicat* được chế tạo từ bột đá phần nghiền mịn, bột tan, bột kềm trắng và bột màu bền kiềm với dung dịch thủy tinh lỏng kali hoặc natri. Sơn được chế tạo tại công xưởng và chứa trong thùng kín. Sơn silicat, dùng cho mặt chính của nhà ở nơi có độ ẩm bình thường và độ ẩm cao, gồm có bột màu, chất độn và thủy tinh lỏng kali. Còn sơn dùng để hoàn thiện trong nhà thì gồm có bột màu và chất độn (không có nhựa).

Sơn silicat rất kinh tế và có tuổi thọ cao hơn sơn peclovinyl, sơn vôi và sơn cazêin.

Để bảo vệ kim loại khỏi bị ăn mòn trong điều kiện ẩm ướt cũng như trong các dung dịch muối có nồng độ vừa phải và để bảo vệ các chi tiết chờ trong nhà panen cỡ lớn người ta dùng loại sơn bảo vệ đặc biệt. Chúng là huyền phù của bột kềm, bột màu trong chất đồng trùng hợp silicat - silicon.

*Sơn xi măng* là loại sơn có dung môi là nước. Sơn polime-xi măng được chế tạo từ chất tạo màu bền kiềm, bền ánh sáng cùng với xi măng và nhựa tổng hợp.

Sơn polime-xi măng có màu sắc khác nhau phục vụ cho công tác thi công vào những mùa khác nhau.

#### **10.3.4. Sử dụng sơn**

Ngoài việc lựa chọn loại sơn thích hợp với vật liệu sơn và môi trường sử dụng, phẩm chất của lớp sơn còn phụ thuộc rất nhiều vào cách thi công sơn. Nếu không cạo sạch lớp sơn cũ, cạo sạch rỉ, lau sạch bụi, tẩy rửa hết dầu mỡ, vật

son bị ẩm thì sẽ làm rộp phồng hoặc rỗ lớp son. Không khuấy đều son trước khi thi công thì lớp son sẽ không đều màu. Lớp son trước chưa khô đã sơn lớp sau thì mặt son sẽ bị nhăn. Vì vậy khi thi công sơn phải tuân theo các nguyên tắc quy định.

Trình tự tiến hành sơn các lớp son như sau: Sau khi làm sạch bề mặt son thì sơn lớp son nền (loại son gầy để bám chắc vào vật sơn). Lớp son nền khô thì sơn lớp lót cho bề mặt phẳng rồi tiến hành sơn các lớp son màu theo yêu cầu. Cuối cùng là đánh bóng bằng vecni, bột nhão hoặc oxit nhôm.

### 10.3.5. Vật liệu phụ

Trong khi thi công sơn người ta thường dùng những loại vật liệu phụ sau: mattit bôi mặt, mattit gắn, sơn lót.

*Mattit bôi mặt* là loại vật liệu hoàn thiện dùng để san phẳng mặt sơn. Tùy thuộc vào loại sơn sử dụng mà người ta dùng những loại mattit bôi mặt khác nhau: Nếu dùng sơn pha nước thì dùng mattit sunfuric và phèn, keo và ponivinyl axetat.

*Mattit gắn* là loại bột nhão dùng để gắn kính cửa sổ, liên kết rãnh soi, gắn những tấm thép mái. Để lắp kính cửa sổ thường dùng mattit đá phấn, mattit minium chỉ, mattit trắng và mattit naftalen chế tạo từ dầu trùng hợp nguyên thể, bột đá phấn, minium chỉ hoặc bột chì trắng.

Mattit gắn có tính ổn định nước và độ dẻo cao.

*Sơn lót* là loại sơn được chế tạo từ chất màu, chất độn và chất kết dính. Sơn lót có hai dạng: Sơn lót dưới lớp sơn nước và sơn lót dưới lớp sơn dầu và sơn tổng hợp.

Trong công tác hoàn thiện, sơn lót được dùng để giảm độ rỗ của mặt sơn, để giảm bớt lượng sơn đắt tiền và làm tốt hơn vẻ ngoài của lớp sơn, để tăng cường khả năng bảo vệ của kim loại khỏi bị ăn mòn, để sơn sơ bộ kết cấu gỗ và các kết cấu khác, cũng như để tăng cường sức dính bám của lớp sơn màu với nền sơn.

### 10.3.6. Vecni

Vecni là dung dịch nhựa trong dung môi bay hơi. Dung môi sẽ bay hơi trong quá trình tạo màng trên bề mặt sản phẩm làm cho mặt sơn có độ bóng và độ cứng.

Vecni được chia làm 5 nhóm.

*Vecni dầu* có nhựa là dung dịch trong dung môi hữu cơ nguyên thể - nhựa ankin hoặc nhựa tổng hợp đã được biến tính bằng dầu khô. Chúng được sử dụng để quét mặt trong, mặt ngoài đồ gỗ, quét phủ lên sơn dầu màu sáng, để pha sơn và men, để tạo lớp phủ bền chống ăn mòn và chế tạo mattit, sơn lót.

*Vecni tổng hợp không có dầu* là dung dịch của nhựa trong dung môi hữu cơ. Trong xây dựng người ta sử dụng rộng rãi loại vecni trên cơ sở ure - fomaldêhyt để quét sàn gỗ, gỗ dán, cũng như sàn từ tấm dăm bào ép. Các loại vecni peclovinyl, indenclrit được dùng để quét tráng ngoài sản phẩm sơn dầu nhằm tăng cường tính chống ăn mòn cho sơn.

*Vecni bitum và vecni nhựa atfan* là dung dịch bitum, nhựa atfan và dầu thực vật trong dung môi hữu cơ (etxăng hoặc bezen). Vecni bitum có màu đen hoặc nâu, ổn định đối với tác dụng xâm thực của axit và kiềm. Vecni bitum và nhựa atfan dùng để tạo lớp màng chống ăn mòn, ngăn nước, ngăn hơi, sơn phủ lò nung, sơn bết hơi, v.v...

*Vecnialcon và vecni bóng* là dung dịch nhựa thiên nhiên hay nhân tạo trong rượu. Chúng có màu sắc khác nhau (vàng, xanh lá cây, xanh da trời, nâu, v.v...) và được dùng để đánh bóng mặt gỗ, che phủ kính và kim loại.

*Vecni nitroxenlulo và estexenlulo* là dung dịch nhựa estexenlulo trong dung môi hữu cơ. Để nâng cao chất lượng của vecni gần đây người ta còn cho thêm các chất tăng dẻo - nhựa nguyên thể, nhựa nhân tạo hoặc tổng hợp. Vecni nitroxenlulo có màu vàng hoặc nâu và được dùng để quét các sản phẩm gỗ. Vecni estexenlulo không màu dùng để quét các sản phẩm gỗ có màu hoặc không màu.

## **10.4. Vật liệu chất dẻo**

### **10.4.1. Thành phần của chất dẻo**

Chất dẻo là tên gọi của một nhóm vật liệu chất hữu cơ (nhân tạo hoặc thiên nhiên), mà các cao phân tử polime-là thành phần chính của nó, có khả năng tạo hình dưới tác dụng của nhiệt độ và áp suất và sau vẫn giữ nguyên được hình dạng đó. Thành phần của chất dẻo như sau: chất kết dính (polime), chất độn (bột vô cơ hoặc hữu cơ, sợi vải, vẩy), chất hoá dẻo (để cải thiện cho khả năng tạo hình cho chất dẻo), chất rắn nhanh và chất tạo màu. Cấu trúc và tính chất của chất dẻo, ngoài poli me còn phụ thuộc vào các cấu tử khác.

Chất kết dính (polime) sử dụng trong công nghiệp sản xuất chất dẻo xây dựng nhận được bằng phương pháp tổng hợp từ các chất đơn giản (đơn phân). Theo phương pháp sản xuất chúng được chia ra hai nhóm:

- Nhóm A là những polime trùng hợp (polistiron, polietylen, poliizobutilen, poli metylmentarilat) chủ yếu được sản xuất bằng phương pháp trùng hợp chuỗi.

- Nhóm B là những polime trùng ngưng (fenol - fomandehyt, motrevin - foman dehyt, epoxy, poliamit...) được sản xuất bằng phương pháp trùng ngưng.

- Theo cấu tạo bên trong polime được phân ra:loại mạch thẳng và mạch không gian (có liên kết lưới và liên kết ngang). Các cao phân tử có cấu trúc mạch thẳng (polietilen, polivinyllorit, polistiron) bị mềm ra khi nung nóng và cứng rắn lại khi làm nguội. Đó là các chất dẻo nóng. Loại polime này đều bị trương nở hoặc bị tan trong các dung môi khác nhau. Các cao phân tử có cấu trúc mạng lưới không gian là những chất rắn dạng thuỷ tinh, không tan và không chuyển thành trạng thái dẻo khi nung nóng. Chất độn thường ở dạng bột, sợi và vẩy. Chất độn dạng bột (bột thạch anh, đá phấn, barit, hoạt thạch và các chất bột hữu cơ) tạo cho chất dẻo nhiều tính chất có giá trị (bền nhiệt, bền axit,v.v...) và cũng có thể nâng cao độ cứng, tăng độ bền lâu, giảm giá thành. Chất độn dạng sợi (sợi amiăng, gỗ thuỷ tinh) được sử dụng khá rộng rãi, làm tăng cường độ, giảm độ giòn tăng độ bền nhiệt và độ bền va đập cho chất dẻo. Chất độn

dạng vẩy (giấy, vải bông, vải thuỷ tinh, cactông amiăng, dăm bào gỗ,...) cũng làm tăng cường độ chất dẻo.

Chất hoá dẻo là những chất làm tăng tính dẻo cho chất dẻo. Chúng cần phải trơ về mặt hoá học, ít bay hơi và không độc. Những chất hoá dẻo hay dùng là axit zinkit, stearat nhôm v.v...

Chất tạo màu tạo cho chất dẻo màu sắc nhất định. Chúng cần phải ổn định theo thời gian, không biến màu dưới tác dụng của ánh sáng. Các chất tạo màu thường dùng là các loại bột màu hữu cơ (nigrozin, crizoidin v.v...) và cả bột màu vô cơ (đất son, oxit chì, oxit crôm, untra marin, v.v...).

Chất xúc tác có tác dụng rút ngắn thời gian rắn chắc của chất dẻo, thí dụ đối với fenol-femaldehyt người ta hay dùng vôi và urotropin.

Chất ổn định có khả năng giữ cho cấu trúc và tính chất của chất dẻo không bị biến đổi theo thời gian do tác dụng ngăn ngừa sự hoá già sớm dưới sự tác dụng của ánh sáng mặt trời, oxy của không khí, nung nóng và các tác dụng khác.

Chất bôi trơn dùng để bôi khuôn làm cho chất dẻo không bị dính vào khuôn, thí dụ như các chất stearin, axit oleic, v.v... Để sản xuất dẻo xốp, người ta còn sử dụng chất tạo rỗng, để tạo ra lỗ rỗng trong vật liệu.

#### **10.4.2. Tính chất chủ yếu của chất dẻo**

Chất dẻo có nhiều tính chất quý báu, các chỉ tiêu cơ lý cao. Khối lượng thể tích dao động trong khoảng  $10-2200 \text{ kg/m}^3$ , khối lượng riêng  $0,9-2,2 \text{ g/cm}^3$ . Chất dẻo có chất độn dạng bột và dạng sợi cường độ nén đạt đến  $1200-2000 \text{ kG/cm}^2$ . Cường độ chịu uốn của chất dẻo có chất độn dạng vẩy đạt đến  $1500 \text{ kG/cm}^2$ , có chất độn dạng sợi thuỷ tinh dị hướng :  $4800-9500 \text{ kG/cm}^2$ . Hệ số phẩm chất kết cấu của chất dẻo lớn  $2250 \text{ kG/cm}^2$ , trong khi đó thép là  $127 \text{ kG/cm}^2$ , đura  $1613 \text{ kG/cm}^2$ .

Chất dẻo không bị ăn mòn. Nói chung nó bền với dung dịch axit và kiềm yếu. Có một số chất dẻo (thí dụ polyetilen, poliisobutilen, polistiron, polivinyl clorit) thậm chí còn bền với cả dung dịch axit, muối và kiềm đặc. Vì vậy chất dẻo được sử dụng rộng rãi trong xây dựng các xí nghiệp hoá chất, hệ thống thoát nước và bảo vệ điện.

Chất dẻo, bình thường là vật liệu dẫn nhiệt kém ( $\lambda = 0,28-0,65 \text{ kcal/m} \cdot \text{°C} \cdot \text{h}$ ). Chất dẻo bột và chất dẻo khí dẫn nhiệt còn kém hơn nữa ( $\lambda = 0,05-0,24 \text{ kcal/m} \cdot \text{°C} \cdot \text{h}$ ). Vì thế chất dẻo được sử dụng rộng rãi để làm VLCN. Chất dẻo ít bị mài mòn, nên nó thích dụng việc trải sàn nhà, có độ trong suốt cao. Kính hữu cơ chỉ cho tia tử ngoại đi qua dưới 1%, trong khi kính thường là hơn 70%.

Chất dẻo có thể nhuộm thành các màu sắc bất kỳ. Khi sử dụng những chất tạo màu bền vững chúng có thể giữ được màu sắc rất lâu, nên không phải sơn định kỳ. Chất dẻo rất dễ gia công thành các sản phẩm có hình dạng phong phú, thậm chí rất phức tạp bằng các phương pháp rót, ép, đùn. Nhiều loại chất dẻo còn rất dễ hàn nhờ đó người ta có thể sản xuất các loại đường ống phức tạp, các loại lò chứa. Hàn có thể được thực hiện bằng những thiết bị đơn giản với sự tham gia của khí nóng (thí dụ  $\text{CO}_2$ ) ở nhiệt độ  $150 - 200^\circ\text{C}$ .

Một ưu điểm nữa của chất dẻo là nguồn nguyên liệu vô tận. Chúng có thể nhận được từ nhiều chất hoá học, thí dụ: than đá, dầu mỏ, gỗ, vôi, khí, không khí, v.v...

Tuy vậy chất dẻo cũng có nhiều nhược điểm. Đa số chất dẻo có tính bền nhiệt không cao (70-200°C), chỉ có một số loại chất dẻo (silic hữu cơ, politetrafloetilen) có thể làm việc ở nhiệt độ 250°C. Chất dẻo có độ cứng không lớn. Thí dụ chất dẻo polistiron, chất dẻo acrilat có độ cứng (theo phương pháp Biren) khoảng 1500 kG/cm<sup>2</sup>, còn chất dẻo tectolit-3500, chất dẻo có hệ số nở nhiệt lớn (25 - 120).10<sup>-6</sup> trong khi ở thép là 10.10<sup>-6</sup>. Chúng có tính từ biến lớn, trong đó với tải trọng không đổi theo thời gian độ chảy dẻo phát triển lớn hơn rất nhiều so với một số vật liệu khác (thép, bê tông).

Theo thời gian một số chất dẻo bị hoá già, cường độ và độ cứng giảm, tính giòn xuất hiện, biến màu. Sự hoá già xảy ra dưới tác dụng của ánh sáng, không khí và nhiệt độ. Khi đốt cháy nhiều chất dẻo tách ra các chất khí độc.

### **10.4.3. Vật liệu và các sản phẩm chất dẻo**

Vật liệu và sản phẩm chất dẻo được chia ra: vật liệu để lát sàn, để hoàn thiện tường trong, trần và đồ gỗ; vật liệu dùng cho các kết cấu xây dựng, các sản phẩm dạng thanh và matít tổng hợp; vật liệu cách nhiệt và vật liệu cách âm; vật liệu lọc, ngăn nước và vật liệu gắn; các thiết bị kỹ thuật vệ sinh, ống dẫn, vật liệu làm cốt, sơn tổng hợp.

#### *Vật liệu lát sàn*

Vật liệu polime dùng để lát sàn có tính chống mài mòn tốt, ít dẫn nhiệt, ít hút nước, không trương nở khi bị ẩm ướt, khá cứng và bền, đặc biệt là chất lượng sơn phủ cao. Có nghĩa là chúng thoã mãn các yêu cầu của sàn. Vật liệu lát sàn chia làm 3 nhóm: vật liệu cuộn, vật liệu tấm và vật liệu để tạo sàn liền khối.

#### *Vật liệu cuộn*

Vật liệu cuộn để phủ sàn được sản xuất trên cơ sở polime và các chất độn khác nhau. Ngoài ra người ta còn cho thêm chất hoá dẻo, chất tạo màu và các chất phụ gia khác. Theo loại polime sử dụng phân ra: vật liệu cuộn glip tan (polieste), poliviny-clorit, cloxilin, cao su (relin) và các vật liệu cuộn khác. Theo cấu tạo phân ra: vật liệu không có nền và vật liệu có nền gia cường hoặc nền cách nhiệt, cách âm, một lớp hoặc nhiều lớp, lớp mái phẳng hoặc mái lượn sóng, mái cong một màu hoặc nhiều màu.

Vải sơn gliptan được sản xuất từ polime gliptan biến tính, chất độn (bột nút, bột gỗ), chất tạo màu và phụ gia. Kích thước của tấm vải sơn (dạng cuộn) dài 20 m rộng 1,8-2 m, dày 2,5 - 3mm.

Vải sơn được đặc trưng bằng các chỉ tiêu cơ lý sau: độ mài mòn 0,06g/cm<sup>2</sup>, độ hút nước sau 24 giờ > 6 %, độ cứng > 0,7mm (chiều sâu vết lõm viên bi có đường kính 5mm dưới tải trọng 100KG) và độ đàn hồi < 50%.

Vải sơn gliptan được sản xuất với các hoa văn một màu hoặc nhiều màu khác nhau.

Vải sơn poliviny clorit được sản xuất từ poliviny clorit, chất độn chất hoá dẻo, chất tạo màu và các phụ gia. Nó có thể có nền vải hoặc không. Vải sơn



không có nên có thể có 1, 2 hoặc 3 lớp. Ngoài ra, người ta còn sản xuất loại vải sơn cách nhiệt và cách âm trên nền phốt hoặc nền xốp .

Vải sơn polivinylclorit có cường độ cao, chống mài mòn tốt, không bị mục, ít dẫn nhiệt và vệ sinh.

#### *Vật liệu tấm*

Vật liệu tấm được sản xuất trên cơ sở polime, chất hoá dẻo chất độn và chất tạo màu. Sàn nhà từ vật liệu tấm ít bị mài mòn, bền và ổn định hoá học.

Tuỳ thuộc vào dạng nguyên liệu sử dụng, vật liệu tấm lát sàn được chia ra các loại polivinylclorit, cumaron-polivinyl clorit, cumaron, bitum, cao su và tấm fenolit, tấm sợi gỗ, tấm dăm gỗ (polime là cacbamat và fenol, chất độn gỗ). Chúng rất phong phú về hình dạng, một lớp hoặc nhiều lớp, một màu hoặc nhiều màu, nhẵn hoặc vân sóng.

#### *Vật liệu để hoàn thiện tường trong*

Về chất lượng trang trí, sự phong phú về màu sắc và hoa văn, về sắc sỡ cũng như điều kiện vệ sinh thì vật liệu ốp bằng chất dẻo vượt xa tất cả các vật liệu trang trí khác.

Để hoàn thiện bên trong tường và trần người ta sử dụng 3 loại vật liệu dẻo: loại cuộn, loại tấm, loại phiến.

Vật liệu cuộn được chế tạo từ polime (polivinyl clorit , polistiron,...), chất hoá dẻo chất độn, bột màu và thuốc nhuộm (có nền hoặc không có nền). Người ta thường dùng là loại vật liệu dạng băng, vải giả da. Vật liệu băng được quan tâm nhiều nhất là loại băng polivinyl clorit dán trên nền giấy vải hoặc nền chất dẻo cách nhiệt, cách âm hoặc loại không có nền. Băng có nền giấy được sản xuất với nhiều màu sắc và hoa văn khác nhau. Nó ổn định với kiềm và axit yếu(10%), với dung dịch xà phòng nóng các chất hữu cơ và các chất sát trùng; còn băng trong nền thường ở dạng trong suốt, nửa trong suốt và đục, cũng có màu sắc, có hoa văn chìm và nổi. Vật liệu băng không thấm nước hơi và khí.

Vải giả da được sản xuất bằng cách sơn lên nền vải một lớp màng polivinylclorit mỏng. Nó thường có màu mặt nhẵn hoặc có gợn, vải giả da được sử dụng để hoàn thiện tường, vách ngăn và đồ gỗ trong nhà ở, nhà công cộng và nhà công nghiệp.

Vật liệu tấm để hoàn thiện bên trong nhà có các loại như: tấm giấy ép trang trí, tấm bìa gỗ ép, gỗ dán, tấm dăm bào và tấm sợi gỗ ép.

Tấm giấy ép trang trí là loại vật liệu được sản xuất bằng cách ép nóng những tờ giấy đặt biệt có tấm polime. Đối với lớp trong người ta dùng giấy xenlulo sunfat không tẩy trắng, tấm bằng nhựa fenol fomandehit, đối với lớp ngoài dùng giấy xenlulo tẩy trắng và tấm bằng nhựa cacbamat.

Tấm giấy ép thuộc vật liệu dễ cháy, nhưng khi được tấm chất chống cháy có thể trở thành vật liệu khó cháy.

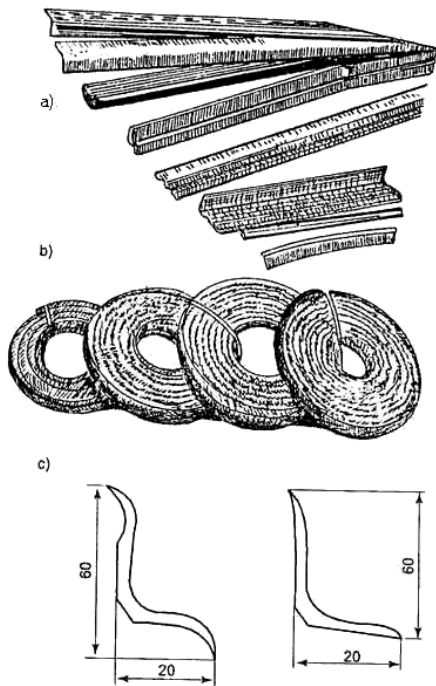
Tấm giấy ép được liên kết vào tường bằng đinh, vít, nẹp gỗ, nẹp chất dẻo hoặc bằng keo, mattit.

Tấm bìa gỗ bao gồm những tờ bìa gỗ mỏng tấm dung dịch polime (loại rezol) được gián lại với nhau bằng gia công nhiệt. Nó sử dụng trong nhà ở, nhà công cộng và nhà công nghiệp làm vật liệu trang trí và chịu lực trang trí.

Tấm bìa gỗ được đặc trưng bởi các chỉ tiêu tính chất sau: kích thước (70 - 560)3(90 -120)30,2cm, khối lượng thể tích 1330-1450 kg/m<sup>3</sup>; cường độ kéo dọc thứ 1400-3000 kG/cm<sup>2</sup>, nén 1250-1800 kG/cm<sup>2</sup>, uốn 1500-2800 kG/cm<sup>2</sup>; độ hút nước sau 24 giờ: 5-10%; độ ẩm không lớn hơn 7%, độ bền nhiệt khá cao và độ dẫn nhiệt thấp (0,14-0,24 kcal/m.°C.h); ổn định đối với tác dụng của dầu, dung môi hữu cơ và khí quyển; dễ gia công cơ học.

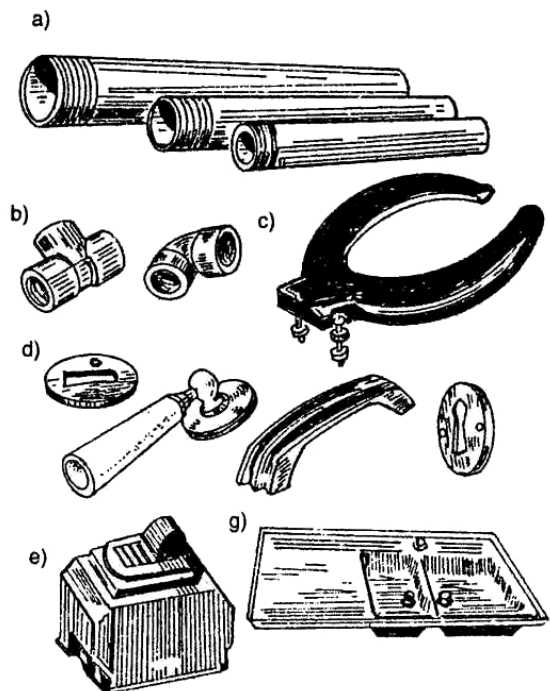
Các sản phẩm dạng thanh bao gồm gờ chân tường, thanh nối, thanh ốp, thanh phủ khe, dây chằng, thanh góc, chữ T, v.v... là những chi tiết dài sản xuất hoàn toàn tại nhà máy không cần phải sửa chữa, sơn quét bổ sung. Chúng có hình dạng, màu sắc và công dụng rất khác nhau ( hình 10-8).

Ống chất dẻo (hình 10-9) được sử dụng rộng rãi để lắp ghép đường ống dẫn trong công nghiệp, làm các công trình dẫn nước, đường ống dẫn dầu, các hệ thống tưới tiêu v.v... phổ biến nhất hiện nay là ống polietylen, polivinylclorit, ống chất dẻo thuỷ tinh và ống thuỷ tinh hữu cơ, còn ống polipropylen và ống fenolitrit phổ biến hơn. Ống chất dẻo bền hơn ống kim loại, không bị ăn mòn điện hoá, có khối lượng thể tích và tính dẫn nhiệt nhỏ, bền nước và bền hoá học cao, giá thành lắp đặt rẻ hơn ống kim loại.



**Hình 10-8:** Các sản phẩm dài

- a. Chất dẻo dạng góc cứng;
- b. Chất dẻo dạng dây mềm;
- c. Chất dẻo dạng gờ chân tường;



**Hình 10-9:** Các sản phẩm từ chất dẻo:

- a. Ống; b. Phụ tùng kỹ thuật vệ sinh; c. Nắp bệ xí;
- d. Ổ khóa, tay nắm cửa; e. Công tắc điện; g. Chậu rửa;

Nhược điểm của ống chất dẻo là kém ổn định nhiệt.

Ống polietilen có tính cách nhiệt cao; bền đối với tác động của nước, muối axit, kiềm và các loại dầu; độ hút nước không lớn hơn (sau 24 giờ - 0,1%); kém bắt lửa và cháy chậm. Ống được sử dụng trong khoảng nhiệt từ - 80 đến +60°C, dẻo nên dễ cuộn và vận chuyển, dễ gia công cơ học. Không nên gián ống (keo không bám được vào mặt ống) mà nên hàn bằng không khí nóng. lắp ráp ống bằng các chi tiết nối từ kim loại nhẹ và chất dẻo vinyl.

Ống polivinyl clorit có thể dùng để chuyên chở chất lỏng có nhiệt độ đến 40<sup>0</sup>C dưới áp lực, còn ở nhiệt độ 50<sup>0</sup>-60<sup>0</sup>C với chế độ tự chảy. Ống dẫn nhiệt kém hơn ống kim loại 400 lần. Ống có thể dán bằng các loại keo, có thể hàn hoặc nối nhờ mặt bích và đai ốc liên kết và có thể gia công trên máy cắt kim loại.

Ống chất dẻo polivinyl clo rit được sử dụng để dẫn nước, tiêu nước và lắp đặt để thông gió, chuyên chở chất lỏng và khí xâm thực hoá học. Không nên sử dụng ống chất dẻo vinyl trong môi trường chứa cacbua hiđrô thơm và a xit đậm đặc.

Ống nên bảo quản trong kho kín, khô ráo ở nhiệt độ 10-20<sup>0</sup>C. Khi vận chuyển tránh va chạm.

*Các chi tiết nối ống* (hình 10-9) là những đầu nối dùng khi lắp đặt các đường ống dẫn. Những chi tiết này gồm có ống lồng, khuỷu ống, khuỷu nối chữ T, chữ thập, nắp chụp, v.v...

*Sản phẩm kĩ thuật vệ sinh* ( hình 10-9) bằng chất dẻo có màu sắc đẹp, bền nước, bền cơ học, nhẹ, chống tác dụng của axit và kiềm tốt. Các sản phẩm gồm có: chậu rửa, bồn tắm, bồn rửa, vòi tắm hoa sen, lưới chắn gió, v.v...

Sản phẩm kĩ thuật vệ sinh bằng chất dẻo có nhiều ưu điểm so với sản phẩm kim loại: cường độ cao mà khối lượng không lớn, không cần phải nhuộm màu, không bị ăn mòn vệ sinh và có hình dạng bên ngoài đẹp.

#### *Keo và mattit*

Keo và mattit trên cơ sở polime được dùng để gắn vật liệu tấm, vẩy và chi tiết và kết cấu từ những vật liệu xây dựng khác, kim, loại, bê tông v.v...). Trong công nghiệp sản xuất gỗ kết cấu gỗ gián keo tổng hợp có ý nghĩa rất lớn. Keo và mattit để liên kết vật liệu và sản phẩm trang trí là loại bột nhão dính, gồm có polime, dung môi, chất hoá dẻo, chất độn pha loãng, và trong một số trường hợp có cả chất hoá rắn.

Để liên kết vải sơn polivinyl clorit với nền bê tông, giăng ximăng, gỗ, tấm dăm bào và tấm sợi gỗ người ta dùng mattit cumaron cao su. Còn để gắn vật liệu trang trí dạng cuộn, lá, tấm vào trần, tường và đồ gỗ, người ta dùng các loại keo ure focmanldehyt, keo fenolrezon. Các keo này có tính dính bám tốt, ổn định với tác dụng các nhiệt độ 50-60<sup>0</sup>C, dễ thi công và dễ rải thành lớp dày 0,3-0,5mm, có khả năng ổn định sinh vật, đồng nhất, không mùi.

#### *Kết cấu bê tông polime*

Bê tông polime gồm có chất kết dính polime và cốt liệu vô cơ hoặc axit hữu cơ, chất kết dính phổ biến nhất cho bê tông polime là nhựa cứng nóng (epoxy, polyeste, furan), nhựa cacbonic. Bê tông polime được gia cường bằng cốt thép hoặc chất dẻo sợi thủy tinh hoặc các sợi thép, sợi thủy tinh, sợi polime.

So với bê tông xi măng, bê tông polime có độ bền axit và bền trong dung dịch kiềm đậm đặc cao hơn; các chỉ tiêu cường độ, độ chống thấm nước cao hơn, tính dính bám với nhiều loại vật liệu tốt hơn.

Lĩnh vực sử dụng hợp lý nhất của bê tông polime là các kết cấu chịu lực bền hóa của nhà công nghiệp. Từ bê tông polime có thể chế tạo các kết cấu sau đây: móng cột, móng của thiết bị công nghệ, cột, dầm trần, tấm lót, tấm tường,

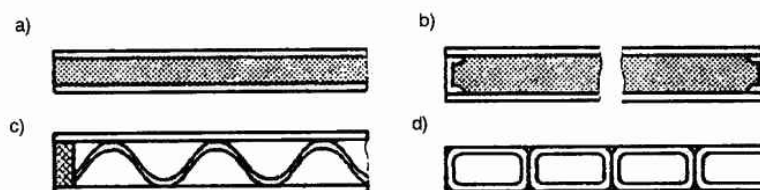
đường ống... đối với các công trình dưới đất, từ bê tông polime người ta chế tạo vòng thu (góp), giếng, bloc tường hầm có khả năng chịu lực lâu dài trong môi trường xâm thực.

Panen 3 lớp:

Panen 3 lớp là kết cấu phẳng hoặc không gian được chế tạo từ vật liệu nhẹ cách nhiệt, cách âm, chống ồn, cả 2 mặt có dán tấm ốp cường độ cao, cứng bền đối với mọi tác động. Công dụng chủ yếu của panen 3 lớp là làm trần theo kết cấu chịu lực, trần treo, tấm bao che đứng.

Lớp vật liệu ốp để bảo vệ thép khỏi bị ăn mòn có thể dùng lá nhôm mỏng, chất dẻo sợi thủy tinh, gỗ dán, tấm sợi gỗ, tấm xi măng amiăng.

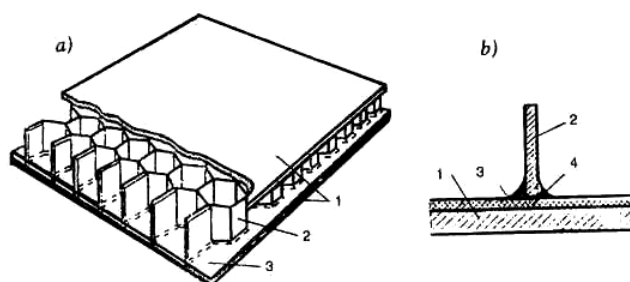
Vật liệu dùng cho lớp giữa phổ biến nhất là polystion bọt có giá thành hạ và các tính chất cơ lý cao. Panen có lớp giữa từ chất độn dạng tổ ong chế tạo từ lá kim loại, giấy và chất dẻo được giới thiệu trên hình 10-10.



**Hình 10-10: Panen ba lớp:**

a. Không bọc cạnh; b. Có bọc cạnh; c. Lớp giữa lượn sóng;  
d. Tạo thành từ các phân tử hình hộp;

Để tăng cường tính chống cháy của kết cấu dạng tổ ong người ta thường tẩm chất chống cháy. Panen 3 lớp amiăng xi măng, cạnh được bọc bằng các chi tiết gỗ, gỗ dán hoặc thép hình và liên kết với tấm ốp nhờ các vít nhựa (hình 10-11).



**Hình 10-11:**

a. Sơ đồ kết cấu panen có lớp giữa tổ ong; b. Liên kết thành tổ ong với tấm ốp;  
1. Tấm ốp; 2. Thành tổ ong; 3. Lớp keo phết trên tấm ốp; 4. Keo gắn thành tổ ong

## 10.5. Vật liệu cách nhiệt

### 10.5.1. Khái niệm

Vật liệu cách nhiệt (VLCN) là vật liệu có hệ số dẫn nhiệt không lớn hơn  $0,157 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$  và được dùng để bảo vệ cho nhà, các thiết bị công nghệ, ống dẫn và máy lạnh công nghiệp. Việc sử dụng VLCN có ý nghĩa kinh tế kỹ thuật lớn, thí dụ nếu bảo vệ nhiệt cho  $1\text{m}^2$  tường nhà cần  $0,64\text{m}^3$  gạch hoặc  $0,32\text{m}^3$  bê tông keramzit, thì đối với fibrolit chỉ cần  $0,14\text{m}^3$ , bê tông khoáng  $0,1\text{m}^3$  và chất dẻo xốp  $0,04\text{m}^3$ .

VLCN được phân loại theo nhiều dạng khác nhau: theo dạng nguyên liệu sử dụng, theo cấu trúc, theo hàm lượng chất kết dính, theo độ cháy, theo khả năng chịu nén.

### **10.5.2. Tính chất của VLCN**

*Tính dẫn nhiệt* của vật liệu phụ thuộc độ ẩm của môi trường khí và của hơi nước nằm trong lỗ rỗng. Độ ẩm của vật liệu có ý nghĩa lớn đối với độ dẫn nhiệt nói chung vì hệ số của nước rất lớn (bằng 0,5kcal/m.°C.h), gấp 25 lần độ dẫn nhiệt của không khí nằm trong lỗ rỗng kín, nhỏ.

*Cường độ chịu nén* của VLCN không lớn 0,2 - 2,5 Mpa. Cường độ chịu uốn là cường độ chủ yếu của vật liệu dạng sợi (đối với vật liệu vô cơ 0,15-0,5 Mpa, đối với tấm sợi gỗ: 0,4 - 2 MPa). Vật liệu cách nhiệt phải có cường độ sao cho không bị hư hỏng trong quá trình vận chuyển, sắp kho, xây cất và cả trong điều kiện sử dụng.

*Độ hút nước* không những làm giảm tính cách nhiệt của vật liệu xốp mà còn làm giảm cường độ và tuổi thọ của nó. Vật liệu có lỗ rỗng kín, thí dụ thủy tinh bột, có độ hút nước nhỏ. Để giảm độ hút nước người ta thường sử dụng phụ gia kỵ nước.

*Tính thấm hơi và thấm khí* của VLCN phải được tính đến khi sử dụng chúng trong kết cấu bao che. Việc cách nhiệt không hạn chế sự trao đổi khí của nhà ở với môi trường xung quanh, qua tường ngoài của nhà.

*Tính chịu lửa* liên quan đến độ chống cháy của vật liệu có nghĩa là khả năng bắt lửa và cháy. Vật liệu dễ cháy chỉ có thể sử dụng khi dùng các biện pháp bảo vệ cháy. Tính chất cháy của vật liệu được xác định dưới sự tác dụng của nhiệt độ 800-850°C và giữ trong thời gian 20 phút.

*Tính bền hoá và bền sinh vật*: Vật liệu cách nhiệt xốp dễ bị khí và hơi xâm thực trong môi trường xung quanh thấm vào. Vì vậy chất kết dính (keo, tinh bột) và VLCN hữu cơ cần phải có độ bền sinh vật, có nghĩa là có khả năng chống sự tác dụng của nấm mốc và các côn trùng.

### **10.5.3 Một số loại sản phẩm cách nhiệt**

#### ***Vật liệu và sản phẩm cách nhiệt vô cơ***

Việc sản xuất và nâng cao chất lượng VLCN có liên quan chặt chẽ với quá trình phát triển của công nghiệp hiện đại. Hiện nay người ta đã sản xuất được hơn 25 loại sản phẩm cách nhiệt. Trong đó vật liệu và sản phẩm trên cơ sở nguyên liệu khoáng, xỉ và thủy tinh đóng vai trò quan trọng. Vật liệu và sản phẩm cách nhiệt vô cơ bao gồm:

#### ***Bông khoáng và sản phẩm từ bông khoáng.***

Bông khoáng là loại vật liệu cách nhiệt bao gồm khối sợi dạng thủy tinh, các mảnh vụn silicat và những sợi ngắn cực mảnh được sản xuất từ hỗn hợp nóng chảy của các khoáng vật tạo đá hoặc xỉ luyện kim.

Tùy thuộc vào phương pháp sản xuất, sợi bông khoáng thường có chiều dài từ 2 đến 30mm và đường kính từ 5 đến 15 $\mu$ m. Trong thành phần của bông khoáng chứa đến 80-90% sợi mảnh có đường kính 7 $\mu$ m. Bông khoáng được sản

xuất với 3 mức 75 100 và 125(theo khối lượng thể tích,  $\text{kg/m}^3$ ). Hệ số dẫn nhiệt ở nhiệt độ trung bình  $25\pm 5^\circ\text{C}$  tương ứng bằng 0,036; 0,038 và 0,041 2 kcal/m. $^\circ\text{C.h}$ ; ở  $100^\circ\text{C}$  tương ứng bằng 0,05; 0,051 và 0,052 kcal/m. $^\circ\text{C.h}$  với độ ẩm không lớn hơn 2%. Bông khoáng được thổi hoặc li tâm.

Hiện nay bông khoáng đang chiếm vị trí hàng đầu trong số những VLCN vô cơ vì nó được sản xuất bằng nguồn nguyên liệu dồi dào, sản xuất đơn giản, độ hút ẩm nhỏ và giá thành tương đối thấp. Nhưng việc sử dụng bông khoáng tại đây cũng có những khó khăn do các nhược điểm của vật liệu này là khi chuyên chở và bảo quản bông dễ bị lèn chặt và vón cục, một số bị gãy và biến thành bụi; trong kết cấu phải có phương tiện bảo vệ để tránh sự lèn ép cơ học; chi phí lao động lớn khi lắp đặt. Để khắc phục nhược điểm bông khoáng rời, người ta đã chế tạo các sản phẩm như nỉ tấm cứng và bán cứng, vỏ, hình quạt, ống trụ và các sản phẩm khác.

*Nỉ cách nhiệt* là loại sản phẩm cách nhiệt được sản xuất trên cơ sở bông khoáng. Nỉ cách nhiệt gồm có một số loại sau đây:

*Nỉ khâu* dùng để bảo vệ nhiệt cho các kết cấu bao che của nhà, các thiết bị công nghiệp và đường ống dẫn có nhiệt độ nhỏ hơn  $400^\circ\text{C}$ . Loại nỉ này được sản xuất bằng cách dùng dây kim loại và chỉ đặc biệt để khâu các tấm bông khoáng đã được ép có chiều dày thích hợp, sau đó cắt thành từng tấm có kích thước định trước. Kích thước của nỉ thường dài 2000, rộng 900-1300 và dày 60 mm. Mức của nỉ tính theo khối lượng thể tích ( $\text{kg/m}^3$ ) là 150,  $\lambda = 0,04$  kcal/m. $^\circ\text{C.h}$

*Nỉ khâu trên lưới kim loại* được sản xuất từ nỉ bông khoáng và khâu trên lưới kim loại. Nỉ có kích thước  $3000 \times 500 \times 50$  và  $5000 \times 1000 \times 1000$  mm, khối lượng thể tích  $100 \text{ kg/m}^3$ , ở  $100^\circ\text{C}$  hệ số dẫn nhiệt  $\lambda = 0,043$  kcal/m. $^\circ\text{C.h}$ . Nỉ này dùng để cách nhiệt ở nhiệt độ thấp hơn  $600^\circ$ . Nỉ khâu bằng sợi thủy tinh thường dùng để bảo vệ những bề mặt có nhiệt độ  $400^\circ\text{C}$ . Thành phần của nỉ loại này là bông khoáng tấm dầu rồi khâu bằng sợi thủy tinh đã được xử lý trong dung dịch xà phòng. Nỉ khâu bằng sợi thủy tinh thường được sản xuất các loại có khối lượng thể tích  $\rho_v = 125-175 \text{ kg/m}^3$ , kích thước  $2000 \times 500 \times 40$ , ở  $25\pm 5^\circ\text{C}$  hệ số dẫn nhiệt  $\lambda = 0,038$  kcal/m. $^\circ\text{C.h}$ .

*Tấm cứng và sản phẩm cách nhiệt ở dạng tấm, vỏ, bán trụ* được chế tạo trên cơ sở bông khoáng và các chất kết dính hữu cơ(tổng hợp và bi tum). Chất kết dính tổng hợp thường dùng là fenolfomandêhit và cacbamat fomaldêhit. Tấm ở dạng bán cứng có khối lượng thể tích  $75 \text{ kg/m}^3$  và kích thước  $1000 \times (500;900;1000;1500) \times (30;40;50;60;70;80)\text{mm}$ . Ở  $25\pm 5^\circ\text{C}$  hệ số dẫn nhiệt  $\lambda$  không được lớn hơn 0,039 kcal/m. $^\circ\text{C.h}$ .

*Bông sợi thủy tinh siêu mảnh* cũng như các sản phẩm của chúng là vật liệu cách nhiệt, cách âm tốt, khối lượng thể tích  $25\text{kg/m}^3$ , hệ số dẫn nhiệt  $\lambda = 0,026$  kcal/m. $^\circ\text{C.h}$ .

Thủy tinh bọt là VLCN tốt có cấu trúc rỗng tổ ong. Độ rỗng của thủy tinh bọt rất cao (80-90%); lỗ rỗng có kích thước 0,25-0,5 mm, thành mỏng. Tùy thuộc vào khối lượng thể tích ( $150-250 \text{ kg/m}^3$ ) mà hệ số dẫn nhiệt là 0,05-0,1kcal/m. $^\circ\text{C.h}$ . Ngoài ra còn một số ưu điểm khác như bền nước, bền nhiệt, bền

bằng giá và cường độ cao (20-50 kG/cm<sup>2</sup>). Thủy tinh bọt dùng để cách nhiệt cho các kết cấu bao che của nhà như tường và trần ngăn giữ nhiệt, sàn và mái.

*Bê tông tổ ong cách nhiệt* là loại vật liệu có khối lượng thể tích không lớn hơn 500kg/m<sup>3</sup> dùng để cách nhiệt cho các kết cấu bao che của nhà, bề mặt của các thiết bị công nghiệp, đường ống dẫn nhiệt có nhiệt độ đến 400°C. Sản phẩm bê tông tổ ong cách nhiệt ở dạng tấm có kích thước 1000 × 500 × (80-20)mm, hệ số dẫn nhiệt ở trạng thái khô 0,069 - 0,095 kcal/m.<sup>0</sup>C.h, độ ẩm không vượt quá 15%. Theo khối lượng thể tích (kg/m<sup>3</sup>) người ta chia tấm ra các loại mác 300 - 500 với cường độ nén không nhỏ hơn 9 - 120 kG/cm<sup>2</sup>.

#### ***Vật liệu và sản phẩm cách nhiệt hữu cơ (VLVHC)***

Vật liệu cách nhiệt hữu cơ rất đa dạng, đó là tấm sợi gỗ, tấm lau sậy, tấm pibrôlit, tấm than bùn và các loại chất dẻo xốp cách nhiệt được sản xuất từ nguyên liệu thực vật và động vật khác nhau như phế liệu gỗ (dăm bào, mùn cưa, đầu thừa gỗ...), cói, lau, sậy, than bùn, bông rời, lanh gai, lông thú, cũng như các nguyên liệu trên cơ sở polime.

Vì một số loại VLCHC dễ bị thối rữa, bị biến chất nhanh, dễ bị cháy, nên chúng thường được xử lý trước khi dùng. Việc sử dụng vật liệu này ở dạng rời để chèn cách nhiệt thường bị phân lớp và thối rữa, hiệu quả rất kém. Vì vậy người ta hay chế tạo sản phẩm ở dạng tấm và có bảo vệ tránh ẩm ướt. Để tăng cao độ bền lâu các loại tấm được xử lý bằng các chất chống cháy, chống côn trùng. Vật liệu và sản phẩm cách nhiệt hữu cơ bao gồm:

#### ***Tấm sợi gỗ***

Tấm sợi gỗ được dùng để cách nhiệt và cách âm cho các kết cấu bao che. Chúng được sản xuất từ gỗ đã được xé toạt hoặc tận dụng các loại gỗ thứ phẩm, phế liệu của công nghiệp gia công gỗ, vụn lanh, vụn đay-gai, thân cây lau sậy, rom rạ, bông. Trong đó tấm sợi gỗ sản xuất từ phế liệu gỗ là phổ biến nhất.

Quá trình sản xuất tấm sợi gỗ cách nhiệt bao gồm các công đoạn chính sau: đập, nghiền nguyên liệu gỗ; tấm nhựa; tạo hình và gia công nhiệt. Để tăng khả năng chống cháy, sợi gỗ còn được tấm thêm chất chống cháy và để tăng cường tính ổn định nước thì cho thêm parafin, nhựa, dầu và các chất ở dạng nhũ tương. Tấm sợi gỗ cách nhiệt có khối lượng thể tích 250 kg/m<sup>3</sup> cường độ chịu uốn 12 kG/cm<sup>2</sup>, hệ số dẫn nhiệt không lớn hơn 0,06kcal/m.<sup>0</sup>C.h, kích thước dài 1200-1300, rộng 1200-1600 và dày 8-25mm.

#### ***Sản phẩm than bùn cách nhiệt***

Sản phẩm sản xuất ở dạng tấm, vỏ hình quạt và sử dụng kết cấu bao che nhà cấp III, bề mặt các thiết bị công nghiệp, đường ống dẫn khí dẫn nhiệt từ - 60°C đến 100°C. Nguyên liệu để sản xuất sản phẩm loại này là loại than bùn tầng trên, ít bị phân rã và có cấu tạo sợi thuận tiện cho việc chế tạo sản phẩm ép có chất lượng cao. Tấm có kích thước 100 × 500 × 30mm được sản xuất bằng cách ép than bùn trong khuôn kép có hoặc không có phụ gia và sau đó được sấy ở nhiệt độ 120-150°C.

Theo khối lượng thể tích, tấm than bùn chia ra 2 loại mác 170 và 220 với cường độ uốn 3 kG/cm<sup>2</sup>, hệ số dẫn nhiệt ở trạng thái khô là 0,052 kcal/m.<sup>0</sup>C.h, độ ẩm không lớn hơn 15%.

### *Tấm fibrôlit*

Đó là loại vật liệu cách nhiệt và chịu lực cách nhiệt được chế tạo từ hỗn hợp xi măng pooclang, nước và dăm gỗ. Dăm gỗ đóng vai trò bộ khung chịu lực được sản xuất từ phế liệu gỗ lá kim có chiều dài đến 500, rộng 4-7 và dày 0,25-0,5mm.

Dăm được sấy trước, sau đó được tẩm chất khoáng hóa (clorua canxi, thủy tinh lỏng) rồi trộn với hồ xi măng (theo phương pháp ướt) hoặc với xi măng (theo phương pháp khô). Trên máy ép băng chuyên, tấm fibrôlit được tạo thành ở dạng dải dài liên tục, sau đó được cắt thành từng tấm. Sau khi tạo hình tấm ép được chùng hơi ở nhiệt độ 30-35°C. Theo khối lượng thể tích tấm fibrôlit được chia ra 4 mức: 300;350;400 và 500 với cường độ tương ứng là 4;5;7 và 12 kG/cm<sup>2</sup>, hệ số dẫn nhiệt 0,078-0,13 kcal/m.°C.h, độ hút nước không lớn hơn 20% và kích thước: dài 2000-2400, rộng 500-500 và dày 50;75;100mm.

Tấm fibrôlit được sử dụng làm vật liệu cách nhiệt, chịu lực-cách nhiệt và cách âm cho tường, sàn và trần ngăn.

Ngoài dăm gỗ người ta còn dùng các nguyên liệu dạng sợi ngắn khác như vỏ bào, rom rạ, cói băm, mùn cưa để chế tạo tấm fibrôlit.

*Chất dẻo xốp* : Việc tạo rỗng cho polime nhờ sử dụng các chất đặc biệt có khả năng tách khí mạnh và làm trương nở khối polime khi polime bị nung chảy mềm. Các chất đó có thể ở dạng rắn, lỏng và khí. Các chất tạo xốp ở dạng rắn có ý nghĩa thực tế lớn là các chất cacbonat, bicacbonatnatri và amoniac (tách ra CO<sub>2</sub> và NH<sub>3</sub> khi phân giải). Các chất tạo bọt lỏng là benzen, rượu v v..., còn các chất tạo bọt dạng khí là không khí, nitơ, khí cacbonic, amoniac.

Theo cấu tạo chất dẻo xốp được chia làm 3 nhóm : xốp bọt, xốp khí và xốp tổ ong. Loại chất dẻo xốp bọt và xốp tổ ong không những là VLCN mà còn là vật liệu chịu lực.

Chất dẻo xốp khí và xốp tổ ong có thể chế tạo bằng hai phương pháp: ép và không ép. Trong phương pháp ép thì hỗn hợp bột polime nghiền mịn, chất tạo khí và các phụ gia khác được ép dưới áp lực 150 -160 kG/cm<sup>2</sup>. Sau đó lấy mẫu (thường là 2-2,5 kg) để cho trương bọt. Trong phương pháp không ép thì hỗn hợp polime, chất tạo khí, chất đóng rắn và các cấu tử khác được nung nóng ở trong khuôn đến nhiệt độ phù hợp. Do bị nung nóng, polime bị chảy ra, chất tạo khí bị phân giải, khí tách ra, polime bị sủi bọt. Kết quả, người ta nhận được loại vật liệu có cấu tạo rỗng tổ ong với những lỗ rỗng phân bố đều.

Loại vật liệu dẻo cách nhiệt phổ biến nhất là chất dẻo xốp khí polistiron, mipo. Chất dẻo xốp polistiron là vật liệu giữ nhiệt rất tốt trong các panen phân lớp; phối hợp tốt với nhôm, xi măng amiăng và chất dẻo thủy tinh. Nó được sử dụng rộng rãi để làm VLCN trong công nghiệp lạnh; đóng tàu biển, đóng tàu hỏa; cách nhiệt cho tường, trần và mái nhà. Chất dẻo khí polistiron sản xuất ở dạng tấm hoặc các sản phẩm định hình khác có khối lượng thể tích đến 60 kg/m<sup>3</sup>, hệ số dẫn nhiệt 0,026 - 0,034 kcal/m.°C.h, kích thước phổ biến là 900 × 650 ×100mm.

Mipo là chất dẻo xốp khí dùng để cách nhiệt cho kết cấu xây dựng, các thiết bị công nghiệp, đường ống dẫn có nhiệt độ đến +70°C.



Nguyên liệu để sản xuất mipo là urefomaldêhit và chất tạo bọt, các thành phần này được cho vào thiết bị khuấy để tạo bọt, sau đó rót khối bọt vào khuôn kim loại rồi chuyển vào giữ ở buồng có nhiệt độ  $18^{\circ} - 22^{\circ}\text{C}$  trong 3 - 4 giờ để hỗn hợp cứng rắn lại thành bloc. Dem bloc đi sấy trong 60 - 80 giờ tại buồng sấy có nhiệt độ  $30 - 50^{\circ}\text{C}$ . Bloc (thể tích không nhỏ hơn  $0,05\text{m}^3$ ) có cường độ nén 5 - 7  $\text{kG/cm}^2$ , độ hút nước sau 24 giờ là 0,11%, hệ số dẫn nhiệt  $0,027 \text{ kcal/m.}^{\circ}\text{C.h}$ .